

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
VIENNA  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY

**DIPLOMARBEIT**

**STROHTÜRME** verdichtet wohnen

**ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades  
eines Diplom-Ingenieurs /Diplom-Ingenieurin  
unter der Leitung**

Univ. Lektor Oberrat Dipl. Ing. Dr. techn. Herbert Keck

E253/2 Institut für Architektur und Entwerfen  
Abteilung für Wohnbau und Entwerfen

**eingereicht an der Technischen Universität Wien**

Fakultät für Architektur und Raumplanung

**von**

Florian Doblhammer

Wien, am 07.10.2009

## Besonderen Dank

meinen Freunden und Studienkollegen Marco Fiedler, Jasenka Nina Skokić,  
Parisa Kaveh, Thomas Zwielerhner und  
meiner Schwester Regina Doblhammer.

meinen Eltern Albert und Maria Doblhammer, die mir das Studium ermöglichten  
und mich stets unterstützen.

## Abstrakt

Ziel dieser Arbeit ist es zu beweisen, dass ökologisches und ökonomisches Bauen miteinander verbunden werden kann. In einer perfekten Welt wäre die ökologischste Bauweise gleichzeitig die Billigste, da sie die wenigsten Ressourcen verbrauchen würde. Da wir in keiner solchen Welt leben, ist es erforderlich mit einfallsreichen Ideen der ökologischen Bauweise zum Durchbruch zu verhelfen. Genau dieses Ziel versuche ich mit dieser Diplomarbeit zu erreichen. Ist es zusätzlich noch möglich mit einer ökologischen Bauweise günstiger als auf die konventionelle Art zu bauen, dann gelingt es einem, einer weiteren Verbreitung ökologischer Bauweisen, einen Schritt näher zu kommen. Mit Stroh als Dämmmaterial und einem modularem Bausystem, welche einen gewissen Grad an Individualisierung und einen hohen Anteil an möglichen Eigenleistungen zulassen, kann dieses Ziel erreicht werden. Die nachfolgende Arbeit dokumentiert den Entwurfsprozess und zeigt die von mir gefundenen Lösungen auf.

## Abstract

The aim of my work is to prove, if it is possible to build both economically and ecologically. In a perfect world building ecologically would also be inexpensive, because of using fewer resources. Unfortunately, the reality looks different; therefore we need clever ideas to attain ecological buildings. If one wants to encourage people to build more ecologically, one will need a competitive building solution. I try to achieve this by using straw as an insulation material and a modular system, which is very flexible and offers the possibility of personal involvement. This work shows the design process and presents my personal solution.

# Inhaltsverzeichnis

1. Stroh als Baustoff .....	7
1.1 Geschichte .....	7
1.2 Ängste und Vorurteile gegenüber Stroh .....	8
1.3 Der Strohballen.....	9
1.4 Bauweisen mit Stroh .....	10
1.4.1 Lasttragende Bauweise .....	10
1.4.2 Holzständerbau mit Stroh als Dämmung .....	11
1.5 Eigenschaften von Stroh.....	13
1.5.1 Dämmeigenschaften .....	13
1.5.2 Feuer.....	13
1.5.3 Feuchtigkeit .....	13
1.5.4 Statik.....	14
1.5.5 Nagetiere und Insekten .....	15
1.5.6 Allergien und Schimmel.....	16
1.5.7 Umweltschutz.....	16
1.6 Bereits gebaute Stroh Häuser (Beispiele) .....	17
1.6.1 S-House.....	17
1.6.2 Maison Feuillette.....	20
1.6.3 Auktionshaus in Stansted (Essex) .....	20
1.6.4 Strohpolis.....	21
1.6.5 Turnsaal in Allensteig .....	21
1.6.6 Wohnhaus Kislinger.....	22
1.6.7 Wohnhaus in Amsterdam.....	23
2. Entwurf .....	25
2.1 Konzept.....	25
2.1.1 Entwicklungsprozess .....	25
2.1.2 Eigenleistung .....	29
2.1.3 Kosten.....	30
2.1.4 Variabilität .....	30
2.1.5 Gefahren.....	31
2.2 Pläne .....	32

2.2.1 Grundrisse .....	32
2.2.2 Schnitte.....	35
2.2.3 Fassadengestaltung .....	38
2.2.4 Anbauten und Optionen.....	41
3. Städtebau .....	47
3.1 Fakten .....	47
3.2 Örtliches Entwicklungskonzept .....	48
3.3 Grundstück .....	51
3.4 Verkehrskonzept .....	55
3.5 Grünraumgestaltung .....	56
3.6 Infrastruktur in der Umgebung .....	61
3.7 Visualisierungen .....	62
4. Bautechnik.....	65
4.1 Statik.....	65
4.1.1 Absichten.....	65
4.1.2 Fundament .....	65
4.1.3 Wandaufbauten.....	65
4.1.4 Decken .....	67
4.1.5 Dach.....	67
4.1.6 Montageablauf auf der Baustelle.....	82
4.2 Bauphysik .....	90
4.2.1 Heizsystem.....	90
4.2.2 Dämmeigenschaften .....	90
4.2.3 Brandschutz.....	95
4.2.4 Schallschutz .....	95
Literaturverzeichnis.....	96
Abbildungsverzeichnis.....	98
Anhang .....	100

1.

# Stroh als Baustoff

# 1. Stroh als Baustoff

## 1.1 Geschichte

Seit jeher kam Stroh im Hausbau zur Anwendung. Sei es als Armierung für Lehm, als Dämmstoff oder als Dachdeckung. Der moderne Strohbau begann jedoch in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in den USA, genauer gesagt in Nebraska. Zu dieser Zeit kamen die ersten Strohballenpressen auf den Markt. Feldarbeiter bauten sich ihre ersten Unterstände und Häuser aus Strohballen, da diese vor Ort günstig zur Verfügung standen. Die zunächst nur für eine Saison gedachten Unterkünfte erwiesen sich als äußerst stabil und langlebig. Sie hielten sogar mehrere Jahrzehnte der Witterung stand und boten ein angenehmes Klima im Sommer sowie im Winter. Diese Häuser wurden, in der sogenannten Lasttragenden Bauweise („load bearing“), errichtet. Hierbei werden die Ballen wie riesige Ziegel übereinandergestapelt. Jene Bauweise wird aufgrund ihrer ersten Verwendung auch Nebraska Stil genannt. Bis 1936 war dies auch die einzig bekannte Bauweise mit Strohballen. Dann entstand das erste Haus in Holzständerbauweise und mit Strohballen, welche lediglich als Dämmung verwendet wurden. Die „Burrit Mansion“ war zweigeschossig und wurde mit 2200 Weizenstrohballen gedämmt. Das Gebäude steht bis zum heutigen Tag in Huntsville (Alabama) und wird als Museum genutzt.



Abbildung 1: Burrit Mansion (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

Ab den 1950er Jahren bis zur Mitte der 1980er Jahre wurde Stroh als Baustoff zunehmend durch standardisierte Massenbaustoffe verdrängt. Erst ab den 80er Jahren wurde Stroh dann wieder von der Alternativszene entdeckt. 1982 entwickelte der Kanadier Louis Gagne ein Strohballen Wandsystem („mortared-bale matrix system“) für die lasttragende Bauweise speziell in städtischen Gebieten. Dabei werden Strohballen ähnlich wie Ziegel mit Mörtel, jedoch ohne Versatz, übereinander gemauert. Zusätzlich werden sie dabei auf im Fundament verankerte Eisenstangen gespießt. Die Tragfunktion wird hierbei hauptsächlich vom Zementgerüst übernommen. Dies ist auch gleichzeitig die Schwachstelle des Systems. Durch das Zementgerüst entstehen in der gesamten Wand Kältebrücken.

Der endgültige Durchbruch für das Strohhäuser in den USA gelang durch einen Artikel des Architekten Jon Hammond im Jahr 1984. Dieser behandelte ein Strohhäuser in Holzständerbauweise. Animiert

durch diesen Artikel entstanden in den USA und Kanada zahlreiche Häuser aus Stroh. In New Mexico wurde 1991 das erste behördlich genehmigte strohgedämmte Haus in Holzständerbauweise errichtet. Es folgten weitere Baugenehmigungen in Arizona, Kalifornien und in Kanada. 1993 fand die erste große Konferenz zum Thema Strohballenbau in Arthur (Nebraska) statt. Diese führte zur Gründung des „National Straw Bale Research Advisory Network“. Ziel dieses Netzwerkes ist es die Erfahrungen, Studien und Forschungsergebnisse zu sammeln und zu veröffentlichen. Außerdem sollte vermieden werden, dass an verschiedenen Orten Untersuchungen zum gleichen Thema durchgeführt werden. Ebenfalls 1993 erhielten die beiden Strohhausbauer Judy Knox und Matts Myhrman die erste offizielle Bauerlaubnis für ein Strohaus in lasttragender Bauweise in Tucson, Arizona. 1993 wurde ein Versammlungszentrum, die „Casa Ecologia“ für die Frauengruppe „Mujeres Activas de Aves de Castillo“ in Mexiko errichtet. Hierbei wurden Strohhäuser mit einem Steinfundament und einem Bambusdach gebaut. Stroh wurde bei diesem Projekt vor allem wegen der geringen Kosten und der guten Eignung zum Selbstbau gewählt. 1994 wurde ein wichtiges Buch für den Strohbau weltweit veröffentlicht, „The Straw Bale House“. Darin wurden erstmals alle wichtigen Aspekte des Bauens mit Stroh in einem Buch zusammengefasst. Ab jetzt entstanden auch größere Projekte. Eines der ersten war das 500m<sup>2</sup> große „Real Goods Solar Living Center“ in Kalifornien. Jetzt begannen auch Universitäten sich des Themas anzunehmen. Es wurden unzählige Testbauten errichtet und Versuche durchgeführt. Heute existieren bereits über 13.000 Strohballenbauten in den USA und Kanada. Sie alle wurden in unterschiedlichen Bauweisen errichtet. Es gibt Bauten in der traditionellen lasttragenden Bauweise, aber auch Bauten bei denen Stroh als Dämmstoff in einer Holzständerwand dient. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

## 1.2 Ängste und Vorurteile gegenüber Stroh

Statisch instabil, Schädlingsbefall, Schimmel, brennbar, schlechte Langzeithaltbarkeit, dicke Wände, Geruchsbelästigung, Allergie, staubig, schlechter Dämmwert, etc.

In diesem Projekt übernimmt das Stroh keine statischen Aufgaben. Die Gebäude werden in Holzskelettbauweise ausgeführt.

Heutige Erntemaschinen hinterlassen im Stroh einen sehr geringen Restkornanteil von unter 1%. Stroh kann, ausgenommen Termiten, von keinem Tier verdaut werden. Durch die kleinen Zwischenräume und die hohe Pressung der Ballen (100kg/m<sup>3</sup>) ist Stroh für Nagetiere zum Nestbau ungeeignet.

Schimmel entsteht nur in feuchtem Stroh (>14% Feuchteanteil). Feuchtigkeit ist auch die einzig wirkliche Bedrohung für ein Strohaus. Dem kann durch Schutz während der Bauphase und dampfdiffusionsoffene Konstruktionen entgegengewirkt werden.

Stroh ist im gepressten Zustand (100kg/m<sup>3</sup>) lt. ÖN B 6015 B2 (normal brennbar). Eine Wand kann mit Strohdämmung durchaus F90 erreichen.



Strohhäuser in lasttragender Bauweise gibt es seit über hundert Jahren und viele davon existieren heute noch. Diese Tatsache widerlegt jegliche Zweifel in Bezug auf die Beständigkeit des Baustoffes Stroh.

Einmal in der Wand verbaut, setzt Stroh keinerlei Emissionen frei. Stroh besitzt ein sehr geringes allergenes Potenzial. Es handelt sich hierbei um einen 100% natürlichen Baustoff. Eine maßgebliche Menge an Staub entsteht nur beim Bearbeiten in geschlossenen Räumen. Bei der Verarbeitung kann zum Schutz eine Staubmaske getragen werden.

Stroh besitzt bei vertikaler Halmausrichtung eine Wärmeleitfähigkeit von 0,045 W/mK und ist damit nur geringfügig schlechter als derzeit gängige Dämmstoffe.

## 1.3 Der Strohballen

Im Grunde lässt sich aus jeder grasartigen Pflanze Stroh herstellen. Normalerweise verstehen wir unter Stroh die Stängel von Getreidesorten wie Weizen, Hafer, Roggen, Gerste, und Hirse, aber auch die Halme von Hopfen, Flachs, Hanf, Schilf, Elefantengras, Sonnenblumen oder Reis. Stroh besteht im Grunde aus Zellulose, Lignin und Kieselerde (Silikat). Stroh ist von einer dünnen, leicht wasserabweisenden Wachsschicht überzogen. Die rohrförmige Struktur verleiht Stroh eine hohe Reißfestigkeit und Elastizität. Die Lufträume im gepressten Stroh sind für die guten Dämmeigenschaften verantwortlich.

Bei der Strohballenherstellung wird das Stroh am Feldboden geschnitten, in eine Ballenpresse gefüllt und zu etwa 10cm dicken Lagen gepresst. Diese Lagen werden mit Polypropylenschnüren zusammengebunden. Die Stärke und Art der Pressung hängt von der verwendeten Ballenpresse ab. Zurzeit sind in Österreich 6 verschiedene Ballenpressen auf dem Markt. Ein normaler Strohballen hat in Österreich eine Dicke von 35cm, eine Breite von 45 bis 50cm und eine Länge zwischen 70 und 90cm. Die Länge kann an der Ballenpresse eingestellt werden. Ein Ballen mit den oben genannten Dimensionen wiegt in etwa 12,5kg, das entspricht einer Dichte von 100 kg/m<sup>3</sup>.

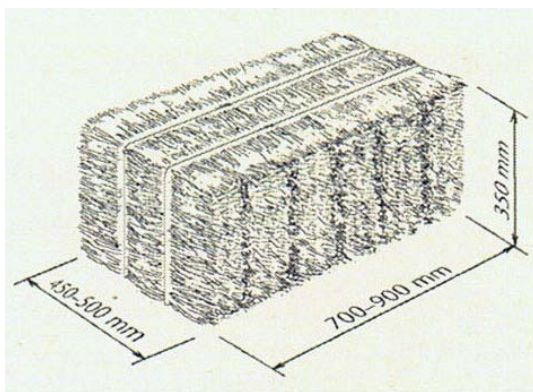


Abbildung 2: Strohballen (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

Bei der Verwendung von Strohballen für den Hausbau sollten beim Pressvorgang einige Dinge beachtet werden. Der richtige Zeitpunkt für das Pressen ist zwei Tage nach dem Dreschen.

Voraussetzung hierfür ist eine regenfreie Zeit. Am besten geeignet ist die heißeste Zeit des Tages, wenn kein Tau mehr auf den Halmen liegt. Außerdem sollte das Stroh auf dem Feld gestanden und nicht aufgrund des Wetters (Wind) gelegen haben. Für die Pressung sind die sogenannten Kolbenpressen am besten geeignet. Kolbenpressen stellen die eckigen Strohballen her. Kolbenlose Pressen erzeugen runde Ballen. Neben der Maschinenleistung wird die Pressdichte noch von anderen Faktoren beeinflusst. Die Gleichmäßigkeit der Strohzufuhr und die Fahrgeschwindigkeit spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Die Pressdichte sollte so hoch als möglich sein. Auch die Getreidesorte spielt eine Rolle für die Eignung als Baumaterial. Sorten mit holzigen Halmen sind weniger gut geeignet. Stroh aus biologischer Landwirtschaft hat generell weniger holzige Halme, da hier keine hormonell wirksamen Halmverkürzer zum Einsatz kommen. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

## 1.4 Bauweisen mit Stroh

### 1.4.1 Lasttragende Bauweise

Die Lasttragende Bauweise stellt die ursprüngliche Bauweise, zumindest mit gepresstem Stroh, dar. Hierbei werden die Strohballen übereinander gestapelt und tragen dabei sich selbst und die gesamte Decken- und Dachlast. Den oberen Abschluss bildet ein massiver Ringanker. Dieser wird mit dem Fundament verspannt und komprimiert somit die Strohballenwand. Dadurch werden spätere Setzungen vermieden. Die einzelnen Ballen werden versetzt (wie bei einer Ziegelwand) übereinander gelegt. Man beginnt immer bei den Ecken, bzw. bei den Fenster- und Türöffnungen, damit sich etwaige Spalten immer in der Wandmitte befinden. Diese können dann mit zugeschnittenen oder einzelnen Paketen von Ballen aufgefüllt werden. Zur Herstellung von Tür- und Fensteröffnungen werden meist Holzrahmen eingesetzt. Da sich diese nicht komprimieren lassen wird über dem Sturz immer ein Hohlraum vorgesehen. Durch das nachträgliche Verspannen mit dem Fundament schließen sich diese. Für das verspannen mit dem Fundament gibt es im Wesentlichen zwei Methoden.

- Es werden M12 Gewindestangen fix mit dem Fundament verbunden. Diese sollten einen maximalen Abstand von 180cm zueinander aufweisen. An den Ecken sollten sie lediglich 90cm voneinander entfernt montiert werden. Auf diese Stangen werden anschließend die Strohballen aufgespießt. Den Abschluss bildet ein Ringanker, welcher mit Muttern auf den Gewindestangen präzise mit dem Fundament verspannt werden kann. Der Vorteil dieses Systems ist die feine Justierbarkeit. Nachteile sind eine höhere Gefahr von Kondenswasserbildung an den Metallstangen in der Wand und die kompliziertere Verlegung der Ballen. Da diese auf die Stangen aufgespießt werden lassen sie sich nicht mehr horizontal verschieben. Die Gefahr einer schiefen Wand bei ungenauer Montage erhöht sich.
- Die Komprimierung erfolgt mittels Spannseilen, welche um den Ringanker geführt werden, und anschließend mit einer Ratsche verspannt werden. Anschließend werden Drähte oder reißfeste Polyethylen-Schnüre um die Wand gewickelt und danach können die Spannseile wieder entfernt werden. Diese Methode bietet den Vorteil, dass sich die einzelnen Strohballen leichter schichten lassen. Die Montagezeit verkürzt sich dadurch wesentlich. Der Nachteil dieser Methode besteht darin, dass leicht bucklige Wände noch mehr ausknicken.

Anschließend werden die Wände auf beiden Seiten verputzt. Als Armierung für den Putz dient ein Draht- oder Glasfasergitter. Durch das Verputzen entsteht ein sogenannter „Sandwicheffekt“ (Fibrehouse Limited), welcher die Festigkeit der Gesamtkonstruktion wesentlich erhöht. Der Putz verbindet sich mit der rauen Oberfläche der Strohballen und erhöht die Festigkeit mehr als die Summe der Festigkeiten der einzelnen Schichten. In den USA, kommen meist Kalk-Zementputze zum Einsatz. Diese sind sehr belastbar und schützen die Wand vor Nässe. In Europa verwendet man häufiger die wesentlich diffusionsoffeneren Trasskalk- oder Lehmputze. Bei diesen muss, für einen besseren Witterungsschutz, ein größerer Dachüberstand vorgesehen werden.

Bauen mit Großballen:

Der Standardstrohballen hat eine Höhe von 35cm, eine Breite von 50cm und eine Länge von 70 bis 90cm. Die Länge der Ballen kann an der Presse eingestellt werden. Alle Ballen, welche größer sind, werden als Großballen bezeichnet. Es gibt hier unzählige Größen. Die Höhe bewegt sich im Bereich von 50 bis 80cm, die Breite beträgt zwischen 80 und 120cm und die Länge geht bis 240cm. Außerdem sind Großballen dichter gepresst und halten dadurch größeren Belastungen stand. Bis zu 3 Tonnen Last kann einer dieser Ballen aufnehmen. Mit Großballen sind auch mehrstöckige Gebäude in lasttragender Bauweise möglich. Außerdem erreichen Großballen einen besseren U-Wert. Dieser bewegt sich im Bereich von 0,05 bis 0,07 W/m<sup>2</sup>K und erreicht somit ohne Mühe den Passivhausstandard. Vor allem in der Schweiz und Südtirol werden Großballen zum Hausbau verwendet. Die Nachteile von Großballen sind der erhöhte Platzverbrauch und die schlechte Eignung zum Selbstbau. Ein Ballen wiegt im Schnitt 200kg.

„Erfahrungen und Tipps von Linda Chapman (Fibrehouse Ltd., Ottawa) Verwendet man die Ballen hochkant, bilden sie eine kraftschlüssige, stabilere Struktur, die Wände werden gerader und beim Stapeln der Ballen verrutschen diese nicht so leicht. Trotz der dünneren Wände dämmen sie besser und nehmen weniger Feuchtigkeit auf, weil die Halmenden nicht außen im Putz liegen. Durch die schmälere Wand reduziert sich auch der Holzverbrauch im Ringanker und in den Holzboxen für Fenster und Türen sowie der Beton im Fundament. Anstelle des korrosionsanfälligen Maschendrahts empfiehlt es sich, ein langlebiges Glasfaser- oder Kunststoffgewebe zu verwenden. Die früher üblichen Wartezeiten bis zur Setzung der Strohballen sind nicht notwendig, weil sich die Ballen im kraftschlüssigen Verbund mit dem Putz nicht mehr setzen. Wir spannen die Wände mit Schnüren etwas vor (ca. 10cm), damit der Ringanker in die Horizontale gebracht wird, danach wird das Dach oder das zweite Geschoss aufgesetzt, das komprimiert die Wände weiter und die Schnüre hängen durch, unmittelbar danach wird verputzt und es gibt keine Setzungen mehr.“ Zitat: (Gruber, Gruber, & Santler, 2008, S. 57)

### **1.4.2 Holzständerbau mit Stroh als Dämmung**

Diese Bauweise unterscheidet sich im Wesentlichen nicht vom herkömmlichen Holzständerbau. Es wird lediglich statt konventionellen Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle) Stroh verwendet. Auch beim Blockbau, oder beim Bauen mit Kreuzlagenholz, kann Stroh als Dämmmaterial verwendet werden. Hier werden die Strohballen an der Außenseite der Wand übereinandergestapelt und mit dieser verbunden. Danach kann man das Stroh verputzen oder eine hinterlüftete Fassade davorsetzen.

Lediglich die fixe Dicke der Strohballen von 35cm erfordert bei der Holzständerbauweise eine

Anpassung der Wand und Deckenkonstruktion. Hier kann man durch intelligente Lösungen viel Geld und Zeit sparen. Ein Vorteil gegenüber der lasttragenden Bauweise ist die flexiblere Gestaltung von Wandöffnungen. So sind bei dieser Bauweise wesentlich größere Fensteröffnungen möglich. Desweiteren verursacht diese Bauweise keine großen Probleme mit den Baubehörden in Österreich.

## 1.5 Eigenschaften von Stroh

### 1.5.1 Dämmeigenschaften

Stroh hat eine Wärmeleitfähigkeit von 0,045 W/mK und liegt damit nur unwesentlich höher als konventionelle Dämmstoffe (Glaswolle 0,035 W/mK). (Saint Gobain ISOVER Austria GmbH, 2009) Ein Passivhaus mit Strohballedämmung ist somit möglich. Hierbei sollte für die Außenwand ein U-Wert von 0,10 bis 0,15 W/m<sup>2</sup>K erreicht werden. Bei einer Ballendicke von 35cm ergibt sich, alleine durch das Stroh, ein U-Wert von 0,12 W/m<sup>2</sup>K.

„Tests zum Wärmedämm- und Brandverhalten von Strohbällen (wänden) in Österreich und Deutschland.

Im Rahmen der „Haus der Zukunft“ –Forschungsreihe in Österreich wurde die GrAT (Gruppe Angepasste Technologie an der TU-Wien) in Zusammenarbeit mit dem ASBN (Österr. Strohbällen-Netzwerk) und dem IBO beauftragt, ein Wandsystem aus nachwachsenden Rohstoffen weiterzuentwickeln und zu testen. Die Testergebnisse:

- Wärmeleitfähigkeit (Ö):  $\lambda=0,045$  W/m<sup>2</sup>K (Dichte: 100,8kg/m<sup>3</sup>)
- Baustoffklasse nach ÖNORM B 6015: B2 (normal entflammbar)
- Brandwiderstandsklasse: F90 Im Jahr 2003 konnten die Ergebnisse bei Tests in Deutschland im Auftrag des Fachverband für Strohbällenbau Deutschland e.V. bestätigt werden.“ (Gruber, Gruber, & Santler, 2008, S. 43)

### 1.5.2 Feuer

Laut Tests der Amerikanischen Gesellschaft für Materialprüfungen (ASTM) zeigen sich beidseitig verputzte Strowände besonders resistent gegen Brandeinwirkung. Die Pressung der Strohbällen behindert die ausreichende Sauerstoffzufuhr zum Brandherd. „Die Resultate dieser Tests haben bewiesen, dass Strohbällen in einer Holzständerwand bei gleicher Oberflächenbehandlung beständiger gegenüber Feuer sind als die Konstruktionshölzer.“ Zitat: (Gruber, Gruber, & Santler, 2008, S. 42)

Auch in Österreich und Deutschland konnte dies bei Tests bestätigt werden. Strohbällen wurden in die Baustoffklasse B2 (normal brennbar) eingestuft und dürfen daher als Baustoff im Einfamilienhausbau verwendet werden. Bei einer Bauteilprüfung im Rahmen des Hauses der Zukunft erreichte eine Strohbällenwand nach ÖNORM F90. Sie überstand 90 Minuten Brandeinwirkung und dem anschließenden Kugelschlagtest. Auch in anderen Ländern wurden bei ähnlichen Tests positive Ergebnisse erzielt.

### 1.5.3 Feuchtigkeit

Feuchtigkeit ist praktisch die einzig relevante Schwachstelle von Stroh. Der ideale Feuchtegehalt für einen Strohbällen liegt zwischen 8% bis 14% (relative Feuchte). Besonders in der Bauphase sollte darauf geachtet werden, dass das Stroh nicht nass wird. Bei der Holzständerbauweise ist dies einfacher zu bewerkstelligen. Hier kann vor dem Auffüllen der Außenwand mit Strohbällen das Dach

fertiggestellt werden. Somit kann das Stroh im witterungsgeschützten Gebäudeinneren gelagert werden und weitestgehend witterungsgeschützt verbaut werden. Bei der lasttragenden Bauweise wird Stroh meist im Freien gelagert. Hier sollte darauf geachtet werden, dass die Ballen nicht direkt auf dem Boden liegen und allseits gut belüftet sind. Außerdem sollte man die Ballen nach oben abgestuft gestapelt lagern. So verhindert man eine Pfützenbildung. Abschließend werden die Ballen mit einer Plane abgedeckt, welche bis auf die unterste Ballenreihe herunterzuziehen ist. Während des Bauens ist der obere Wandabschluss immer gegen Regen zu schützen. Man sollte jedoch darauf achten, dass das Stroh nicht zu „schwitzen“ beginnt. Dies bedeutet, dass die Wände bei Regen seitlich nicht abgeschlossen werden sollten. Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Unterbinden von aufsteigender Feuchtigkeit von den Fundamenten her. Hier sollte besonders darauf geachtet werden, dass die Abdichtung korrekt verbaut wird.

„Feuchtigkeitskontrolle in verputzten Strohballen-Wänden: Die Untersuchungen wurden in der Region Outaouais (Quebec, nördlich von Ottawa) durchgeführt. Aus dem Bericht:“ Wir haben in diesem Projekt folgendes untersucht: Wie verhält sich die Feuchtigkeit im Stroh, welche Bedrohung stellt sie dar und wie wirkt sie sich auf die Haltbarkeit einer verputzten Strohmauer aus. Wir hoffen, damit auch Architekten und Baubehörden überzeugen zu können, Stroh als vollwertiges Baumaterial anzuerkennen, damit es in Zukunft mit all seinen Möglichkeiten im Bauwesen eingesetzt werden kann.“

Zusammenfassung der Testergebnisse: „Nachdem wir etliche, zum Teil sehr problematische Fälle untersucht haben, können wir mit Sicherheit feststellen:

- Was nicht problemlos mit Holz gebaut werden kann, sollte nicht aus Stroh gebaut werden.
- Stroh, das bis in den Sommer hinein feucht bleibt, beginnt zu verrotten.
- Keiner der alkalischen Putze, weder die kalk- noch die zementhaltigen, greifen Stroh an der Schnittstelle an. Im Gegenteil, sie scheinen dazu beizutragen, das umschlossene Stroh vor äußeren Einflüssen zu schützen. Zementhaltige Putze sollten ausreichend diffusionsoffen sein, damit eingedrungene Feuchtigkeit schnell wieder entweichen kann. Kalkhaltige Putze wiederum sind (ohne Dampfbremse) z.T. so wasserdurchlässig, dass sie sich weniger für Länder mit überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen eignen. Tiefgreifende Schäden in verputzten Wänden aus Strohballen sind bereits an der Oberfläche zu erkennen. Sie sollten schnellstmöglich behoben werden.“ Zitat: (Gruber, Gruber, & Santler, 2008, S. 49)

#### **1.5.4 Statik**

Strohballenkonstruktionen haben eine exzellente Elastizität. Sie ist mit der von Gummi oder Stahlfedern vergleichbar. In den USA werden Strohballenhäuser vor allem wegen ihrer Erdbbensicherheit geschätzt. In den 80er und 90er Jahren gab es in den USA einige Belastungstests mit Gewölben aus Strohballen, welche mit Zementmörtel ausgemauert wurden. Ziel war es, verlässliche Kennwerte für Stroh in lasttragender Bauweise zu erhalten. 2001 wurden in der Schweiz Tests mit Großballen durchgeführt. Das Ergebnis war, dass Stroh als lasttragender Baustoff geeignet ist.

Der vielleicht wichtigste Test ist in der Beständigkeit der vielen über hundert Jahre alten Strohhäuser zu finden.

„Es gibt heute lasttragende Strohballenhäuser überall auf der Welt, manche ein Jahr, manche über 100 Jahre alt, in jedem erdenklichen Strohballenwand-System, und ich habe bisher von keinem einzigen statischen Versagen oder auch nur signifikanten statischen Problemen gehört.“ (Gruber, Gruber, & Santler, 2008, S. 44)

Strohballengewölbetest im Erdbebensimulator:

Mit einem geeichten hydraulischen Erdbebensimulator wurde ein verputztes Strohballen-Gewölbe in massive Schwingungen versetzt. Bei einer Punktbelastung mit 1360kg begann der Verputz abzuplatzen, während die Strohballen weiterhin elastisch und unverändert in ihrer Form blieben. Während weiterer Tests löste sich der gesamte Mörtel ab, so dass die Strohballen ohne Mörtelverbindung übrig blieben. Dabei zeigte sich, dass trotz zunehmender Lasten das Gewölbe stabil blieb. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass Strohballengewölbe auch mit Kalk- oder sogar Lehmverputzen eine hohe Stabilität gewährleisten können.

Bruce Kink fasst im Jahr 2003 die Tests zur Belastbarkeit lasttragender Strohballenwände zusammen und gibt die folgenden daraus resultierenden Tipps:

- „Je Trockener desto besser; mit Qualitätseinbußen ist ab einem Feuchtegehalt von 20% bei einer Temperatur ab 5°C zu rechnen. Der Feuchtegehalt ist abhängig vom Zeitpunkt und von den Bedingungen der Ernte, der Lagerung und des Transports.
- Die Dichte sollte mindestens 112kg/m<sup>3</sup> betragen, sie ist abhängig von der Art des Getreides, der Feuchte und der Kompression bei der Ballenherstellung.
- Die Geschichte der Ballen von der Ernte bis zur Konstruktion sollte vom Anbieter dokumentiert werden, sie ist aber auch mit dem Auge erkennbar: Ballen, die ein- oder mehrmals hoher Feuchte ausgesetzt waren, bekommen graue oder schwarze Flecken, ein typisches Zeichen für Schimmelsporen. Solche Ballen sollten aussortiert werden.
- Manchmal werden bei der Ernte die Halme zu kurz geschnitten. Erfahrene Strohballenbauer achten auf Halmlängen von mindestens 25cm. Die Länge der Halme wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst: sie ist sortenabhängig, wird von massiver Stickstoffdüngung gefördert und von Halmverkürzern vermindert (letztere beide kommen in biologischer Landwirtschaft nicht vor). Weniger Einfluss auf die Qualität hat die Art des Getreides, wenngleich Reisstroh aufgrund seines hohen Silikatanteils das ideale Baustroh ist.“ Zitat: (Gruber, Gruber, & Santler, 2008, S. 45)

## 1.5.5 Nagetiere und Insekten

Gepresste Strohballen bieten Nagetieren keine Angriffsfläche. Die Zwischenräume sind kleiner als bei konventionell gedämmten Gebäuden. Strohballen sind daher für den Nestbau ungeeignet. Mit heute üblichen modernen Erntemaschinen befindet sich so gut wie kein Restkornanteil mehr im Strohballen. Und da, Termiten ausgenommen, kein Tier Stroh verdauen kann, wird es auch nicht von Schädlingen gefressen. Termiten befallen außerdem mit Vorliebe Holz und weniger Stroh. Somit muss man sich um die Tragstruktur aus Holz wesentlich mehr Sorgen machen. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

### **1.5.6 Allergien und Schimmel**

Sauberes Stroh hat ein sehr geringes allergenes Potential. Es enthält kaum Schimmelpilze und Sporen. Beim Einbau in geschlossenen Räumen kann es jedoch zu hohen Staubbelastungen kommen. Asthmatikern sowie Allergikern ist hier das Verwenden einer Staubmaske anzuraten. Nach dem Verputzen des Strohs weist dieses überhaupt kein allergenes Potential mehr auf. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

### **1.5.7 Umweltschutz**

Stroh ist ein nachwachsender Rohstoff und bindet darüberhinaus CO<sub>2</sub>. Es fällt in großen Mengen als Nebenprodukt in der Landwirtschaft an und ist flächendeckend in ganz Österreich sehr günstig erhältlich. Durch die kurzen Transportwege und den geringen Mengen an Herstellungsenergie ist der Primärenergiebedarf (Graue Energie) sehr gering. Stroh kann außerdem auf der Baustelle sehr einfach bearbeitet werden. Es sind keine speziellen Werkzeuge notwendig und es kann von zwei Personen einfach verbaut werden. Vor allem in Punkto Umweltschutz ist Stroh anderen konventionellen, aber auch natürlichen Dämmstoffen überlegen. Stroh muss vor dem Einbau nicht behandelt werden und kann bei einem Abbruch des Gebäudes, in einigen Jahrzehnten, einfach wieder in den natürlichen Kreislauf (Verrottung) zurückgeführt werden. So fallen keine Kosten für eine Deponierung an.

Weltweit werden 45% des gesamten Energieverbrauchs für die Herstellung und den Transport von Baustoffen aufgewendet. 40% des gesamten eingeschlagenen Holzes, der mineralischen Stoffe und des verbrauchten Wassers werden von der Bauindustrie verwendet. Stroh kann dem entgegenwirken. Für die Herstellung von einer Tonne Beton benötigt man 6000 Megajoule an Energie. Für die Herstellung von einer Tonne Stroh werden nur 115 Megajoule verbraucht. Bei der Betonproduktion entsteht darüberhinaus 7% der weltweiten, von Menschen verursachten CO<sub>2</sub> Emission. Stroh verursacht nicht nur kein CO<sub>2</sub> sondern bindet dieses auch noch. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)



## 1.6 Bereits gebaute Strohhäuser (Beispiele)

### 1.6.1 S-House

Eines der vorbildhaftesten Gebäude in Österreich, welches mit Stroh erbaut wurde, ist das S-House in Böheimkirchen (Niederösterreich). Das Gebäude wurde 2005 errichtet, ist zweigeschossig und besitzt eine Grundfläche von 200m<sup>2</sup>. Das Haus wurde von der Gruppe Angepasste Technologie (GrAT) erbaut und aus Mitteln der EU, des Landes Niederösterreich und dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie finanziert. Es dient als Testobjekt für neue umweltschonende Methoden des Hausbaus in der Zukunft. Es ist für Interessenten zugänglich und im Inneren des Hauses befindet sich eine Ausstellung in der die Technologie, welche hinter dem Haus steht, erklärt wird. Im Gebäude wurden neben Stroh als Dämmmaterial auch noch andere alternative Dämmstoffe wie Hanf, Flachs, Schafwolle und Zellulose verbaut. Auch verschiedene Fassadenoberflächen kamen zur Anwendung. Das gesamte Gebäude wird von Sensoren überwacht, welche Daten für die spätere Auswertung sammeln.

(Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien (GrAT), 2009)

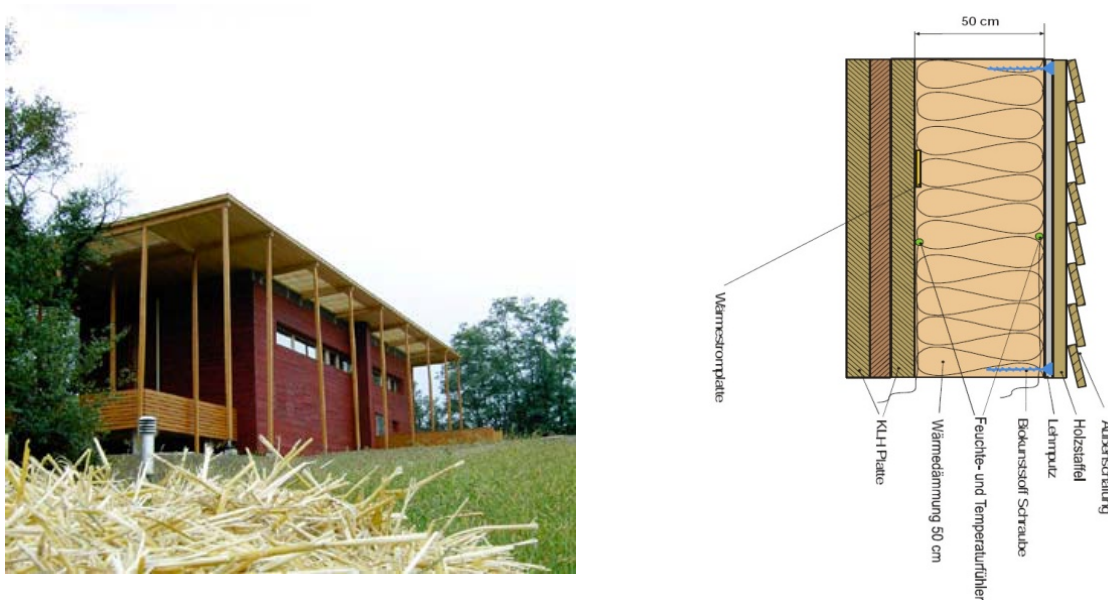


Abbildung 3: S-House (Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien (GrAT), 2009)

Bauphasen des S-House mit Bilder und Erläuterungen



Materialverbrauch senken mittels Punktfundamenten



Aufstellen der tragenden Wandkonstruktion



Montieren der Deckenplatten



Dämmen der obersten Decke mit Stroh



Freiraum für den späteren Einbau der Treppe



Feuchtigkeitsmessung der Strohballen

Abbildung 4: S-House Montageschritte (Gruppe Angepasste Technologie (GrAT), 2009)



Versetzen der Strohballen



Fixierung der Ballen mit Holzdübel



Aushub dient als Basis für den Lehmputz



Maschinelles aufbringen des Lehmputzes



Anbringen von Sensoren zur Überwachung



Befestigen der Konterlattung mittels bionischen Schrauben (Treeplast) aus biologisch abbaubaren Stoffen (Lignin, Holz).

Abbildung 5: S-House Montageschritte (Gruppe Angepasste Technologie (GrAT), 2009)

Beim S-House wurde das ökologische Bauen konsequent bis in das kleinste Detail umgesetzt. Selbst die gesamte Haustechnik und alle Einrichtungsgegenstände wurden auf ihre Umweltverträglichkeit hin optimiert. Die Zielsetzung, ein Faktor 10-Haus zu bauen, wurde erreicht. Dies bedeutet, dass der Ökologische Fußabdruck des S-House nur ein Zehntel dessen eines konventionellen Gebäudes darstellt.

Der Ökologische Fußabdruck berechnet die benötigte Fläche, die zur Wiederherstellung von verbrauchter Energie und verwendeten Rohstoffen bzw. zu deren Entsorgung notwendig ist. Der Ökologische Fußabdruck der westlichen Industriestaaten ist fast dreimal so groß als er sein dürfte. Das heißt, würden alle Länder der Erde unsere Lebensweise übernehmen, bräuchten wir die Erde dreimal. Da für die Bauindustrie fast die Hälfte unserer Ressourcen und unserer Energie verwendet wird, hätte hier eine Reduzierung auf ein Zehntel positive Folgen. Da das S-House ein Prototyp ist und es zurzeit noch nicht möglich ist es wirtschaftlich zu bauen, konnte es nur bedingt als Vorbild für mein Projekt dienen. Auch liegt der Schwerpunkt meines Projektes nicht zu 100% auf dem Umweltschutz, sondern auch auf der Reduzierung der Kosten.

### 1.6.2 Maison Feuillette

Das 100m<sup>2</sup> große Haus steht im französischen Ort Montargis. 1921 erbaut, gilt es als das älteste Strohballenhaus Europas. Es wurde in Holzständerbauweise errichtet und das Stroh übernimmt die Dämmaufgaben. Das Haus steht heute noch und befindet sich in bestem Zustand. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

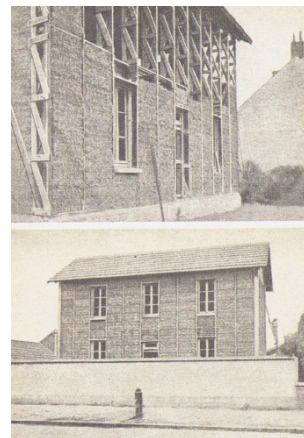


Abbildung 6: Maison Feuillette (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

### 1.6.3 Auktionshaus in Stansted (Essex)

Dieses Gebäude ist zurzeit Englands größtes realisiertes Strohhaus in lasttragender Bauweise. Das Dach besteht aus einem Fachwerk aus Holz und Stahlseilen. Dieses Dach ruht zur Gänze auf den Strohänden.

Das Gebäude wurde für die Sworders Ltd., eine Firma, welche Kunstauktionen durchführt, gebaut. Die Firma wollte ein nachhaltiges Gebäude, welches als Büro und auch für Auktionen verwendet werden kann. (amazonails, 2009)



Abbildung 7: Auktionshaus Stansted (amazonails, 2009)

### 1.6.4 Strohpolis

Strohpolis ist ein dreistöckiges Wohnhaus im sogenannten Ökodorf Siebenlinden. Das Haus hat eine Nutzfläche von 530m<sup>2</sup> und wird von 18 Personen bewohnt. Durch die Verwendung von Stroh konnten die Baukosten auf 1300 €/m<sup>2</sup> gesenkt werden. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)



Abbildung 8: Strohpolis (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

### 1.6.5 Turnsaal in Allensteig

Im Auftrag der Niederösterreichischen Landesregierung wurde ein Turnsaal für die Schule in Allensteig realisiert. Es ist damit der erste kommunale Strohballenbau in Österreich. Das Gebäude wurde in Holzständerbauweise erbaut und mit Strohballen gedämmt. Auch die Decke wurde mit Stroh gedämmt. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

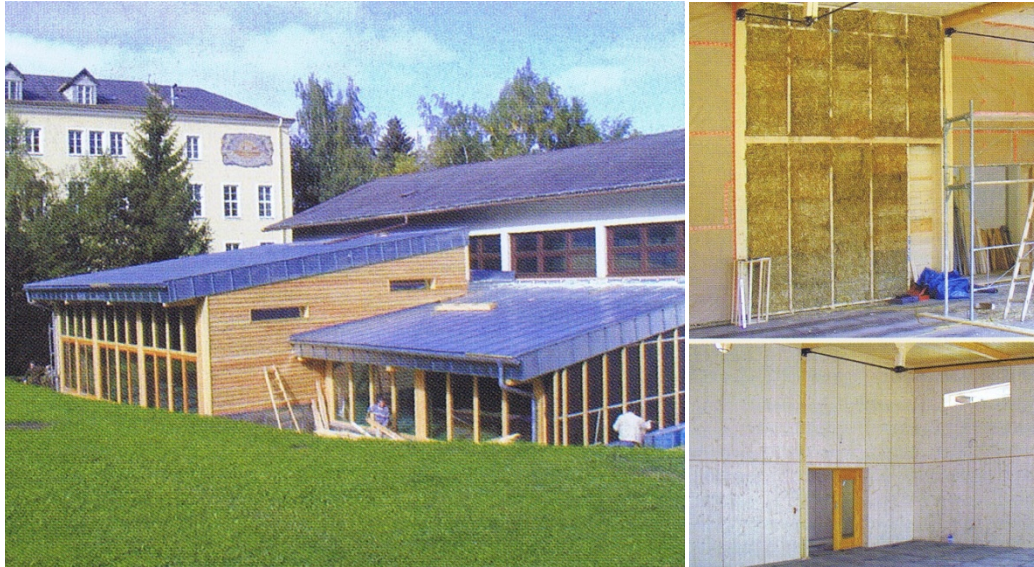


Abbildung 9: Turnsaal Allensteig (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

### 1.6.6 Wohnhaus Kislinger

Das Wohnhaus des Architekten Johannes Kislinger in der Nähe von Horn ist ein strohballedämmtes Passivhaus. Es besitzt eine hinterlüftete Lärchenholzfassade. Innen wurden sämtliche Wände mit Lehm verputzt und im Naturton belassen. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)



Abbildung 10: Wohnhaus Kislinger (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

### 1.6.7 Wohnhaus in Amsterdam

Dieses Wohnhaus ist ein 5-stöckiges Gebäude in Holzständerbauweise. Es wurde mit Stroh gedämmt und besitzt eine Lärchenholzfassade. Innen wurde das Gebäude von den Bewohnern selbst mit Lehm verputzt. Das Gebäude gehört zu den höchsten mit Stroh gebauten Häusern Europas. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)



Abbildung 11: Wohnhaus in Amsterdam (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)

# 2.

# Entwurf



# 2. Entwurf

## 2.1 Konzept

### 2.1.1 Entwicklungsprozess

Ausgangspunkt meiner Überlegungen war der verdichtete Flachbau. Er bietet viele Vorteile gegenüber Einfamilienhäusern. Besonders der Grundstücksverbrauch und die damit einhergehenden Erschließungskosten bewegen sich bei dieser Bauweise in einem vertretbaren Rahmen. Vor allem die nahegelegene Gartenstadt Puchenau von Roland Rainer diente mir als Vorbild. Ich versuchte jene Kriterien, welche zum Gelingen dieser Siedlung beitrugen zu extrahieren und für mein Projekt zu verwenden.

Einen wichtigen Punkt in Rainers Entwurf stellt der sparsame Umgang mit Grundfläche, ohne dabei auf Freiflächen zu verzichten, dar. Jedes Haus (mit Ausnahme der mehrgeschossigen Wohnbebauung entlang der Bundesstraße) besitzt einen eigenen Garten, welcher von den benachbarten Gebäuden möglichst uneinsehbar ist. Dies garantiert trotz höherer Verdichtung ein Mindestmaß an Privatsphäre. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Gebäudehöhe, welche maximal zweigeschossig ist. Die meisten Häuser sind nur eingeschossig. Durch dieses Mehr an Räumen und Fläche im Erdgeschoss ergeben sich variable Möglichkeiten der Grundrissgestaltung. Dies wird in Puchenau benutzt, um die Gärten und die über die Gärten belichteten Räume zu „privatisieren“. Ebenfalls wichtig sind die kurzen Wege vom gemeinschaftlichen Parkplatz zu den einzelnen Häusern. In Puchenau 1 (1963-1968) wurde nicht ein großer Parkplatz geplant, sondern etliche kleine Parkplätze in der Siedlung verteilt. In Puchenau 2 (1978-1995) wurde eine Tiefgarage unter der Siedlung gebaut. Die kurzen Wege sind wichtig damit das Konzept einer Autofreien Siedlung bei den Bewohnern auf Akzeptanz stößt. Neben den vielen Vorteilen ist dies der einzige Punkt auf welchen potentielle Bewohner mit Skepsis reagieren. Ebenfalls wichtig ist die Tatsache, dass man beim Verdichteten Flachbau, gegenüber dem Mehrgeschossigen Wohnungsbau mit Eigentumswohnungen, sein eigenes Grundstück alleine besitzt und nicht nur einen Anteil an einem gemeinsamen Grundstück. Aus diesem Grund ist der Verdichtete Flachbau die dichteste Wohnungsform, welche noch mit dem Einfamilienhaus konkurrieren kann. Der letzte wichtige Punkt sind die Kosten. Es muss hier einen klaren Vorteil gegenüber dem klassischen Einfamilienhaus bestehen. Ansonsten werden die meisten Menschen stets dieses dem verdichteten Flachbau vorziehen. In Puchenau konnte dieser Kostenvorteil erreicht werden. Dieser Umstand trug nicht unwesentlich zum Erfolg bei.

All diese, für das Gelingen meines Entwurfes wichtigen Punkte wurden berücksichtigt, um für meinen Standort die passenden Lösungen zu finden. Dies führte zu einem, dem ersten Anschein nach, komplett anderen Ergebnis als dem der Gartenstadt in Puchenau. Da bei meinem Entwurf, zusätzlich zu den oben genannten Punkten, der ökologische Aspekt eine wichtige Rolle spielt und die topographischen Voraussetzungen gänzlich andere sind, unterscheidet sich mein Entwurf, rein optisch, stark von Puchenau. Im Kern jedoch blieben alle Aspekte, welche zum Gelingen der Gartenstadt beitrugen, erhalten.

Eine Tatsache, welche meinen Entwurf von Anfang an stark beeinflusste, ist die Hochwassergefährdung des Grundstückes. Weiters ist Feuchtigkeit praktisch die einzige

Schwachstelle von Stroh. Nun mag es sonderbar erscheinen gerade in ein hochwassergefährdetes Gebiet Häuser aus Stroh zu bauen. Aber gerade diese Herausforderung macht den Reiz aus. Aufgrund dieser Fakten stand bereits zu Beginn des Entwurfsprozesses fest, dass die Häuser nicht nur nicht unterkellert werden, sondern auch noch etwas vom Boden abgehoben werden müssen. Der Abstand zum Boden beträgt zwar nur 30cm, dies ist jedoch für dieses Grundstück und dessen konkrete Bedrohung mehr als ausreichend, um der Hochwassergefährdung Herr zu werden. Durch die Bodenplattendicke von 50cm ergibt sich in Folge ein Fußbodenniveau von +80cm über der Erde. Diese Tatsache beeinflusste meinen weiteren Entwurfsprozess doch stärker als angenommen.

Die Grundstücksgröße wurde von mir auf ungefähr 270m<sup>2</sup> festgelegt. Die Einfamilienhäuser in der Umgebung besitzen eine mittlere Grundstücksfläche von 1000m<sup>2</sup>. Dieser ineffiziente Umgang mit Bauland trägt maßgeblich zur angespannten Baulandsituation in der flächenmäßig kleinen Stadt Gallneukirchen bei. Eine weitere Verkleinerung des Grundstückes wäre zwar noch möglich, meiner Meinung nach würde meine Siedlung dann jedoch nicht mehr in Konkurrenz zum Einfamilienhaus stehen können.

Als Verkehrskonzept stand sehr schnell eine Autofreie Siedlung fest. Einerseits kann durch die Minimierung der Verkehrsfläche Grundstücksfläche und damit Kosten gespart werden, andererseits spart es auch Geld auf Seiten der Gemeinde, welche für die Infrastruktur und die Erhaltung zu sorgen hat. Da aufgrund der Hochwassergefährdung und des hohen Grundwasserspiegels eine Tiefgarage im Vorhinein ausschied, blieb nur die Möglichkeit Parkplätze am Rande der Siedlung anzuordnen. Hier bestand die Herausforderung darin, die Wege vom Parkplatz zum Haus möglichst kurz zu halten. Durch die Anordnung von vier Parkplätzen am Rand der Siedlung konnte die maximale Weglänge auf unter 100 Meter reduziert werden.

Die Anzahl der Parkplätze wurde unter anderem durch die Erfordernis von mehreren Bauphasen bestimmt. Laut dem Städtebaulichen Entwicklungskonzept kann von einem Bedarf von 80 Wohnungen in Doppel- und Reihenhausbauweise, für die nächsten 10 Jahre, ausgegangen werden. Aufgrund dieser Prognose habe ich für meine Siedlung 76 Wohneinheiten geplant. Da es wirtschaftlicher ist mehrere Häuser auf einmal zu bauen, wurde die Siedlung in vier Gruppen aufgeteilt. Das heißt ungefähr alle 2,5 Jahre werden etwa 20 neue Häuser errichtet. Pro Haus stehen 1,5 Parkplätze für die Bewohner bereit, wovon ein Parkplatz pro Haus überdacht ist. Es stehen darüber hinaus 0,5 Parkplätze pro Haus für Besucher zur Verfügung. Daraus ergeben sich für die gesamte Siedlung 152 Stellplätze, welche auf vier, ungefähr gleich große Parkplätze verteilt sind.

Aufgrund dieser selbstgewählten Vorgaben versuchte ich Häuser zu entwerfen, welche den von mir zuvor definierten Ansprüchen genügten. Begonnen habe ich mit einer Reihe von Studien mit L-förmigen Grundrissen. Diese Grundrissform bildet in der Addition automatisch an drei Seiten umschlossene Gärten aus. Die vierte Seite kann mit einer zwei Meter hohen Wand vor Einblicken geschützt werden. Durch mein sehr hoch gelegenes Erdgeschossniveau (+80cm) ergaben sich aber hier massive Probleme. Aufgrund der kleinen Grundstücksgrößen von 270m<sup>2</sup> waren die entstandenen Gärten nicht besonders großzügig. Die Fläche lag zwischen 100 und 150m<sup>2</sup>. In Kombination mit einer Traufenhöhe von 3,8 Meter entstanden Gärten welche nicht sehr offen und hell wirkten. Sie erschienen vielmehr sehr beengt. Da sich das Wegenetz innerhalb der Siedlung auf +40cm befindet, mussten auch die Wände, welche als Sichtschutz zu den Wegen dienten, auf 2,4 Meter erhöht werden. Dies hatte ebenfalls negative Auswirkungen auf die Gärten.

Als Nächstes versuchte ich das Problem durch eine zweigeschossige Bauweise zu lösen. Hier ließ sich das Belichtungsproblem der Gärten einigermaßen lösen, da sich die Grundfläche dieser dadurch vergrößerte. Jedoch entstand ein neues Problem. Die Gärten waren nun vom Nachbarn gut einsehbar. Dieses Problem konnte ich, trotz vieler getesteter Varianten, nicht lösen.

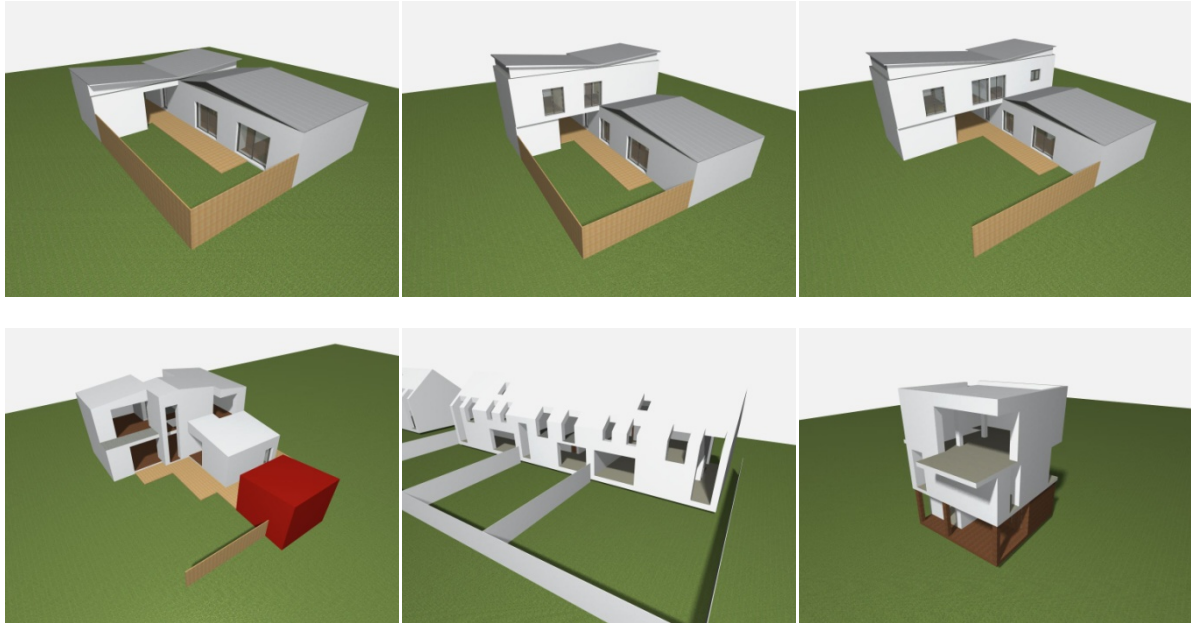


Abbildung 12: Entwurfsprozess (Doblhammer, 2009)

Ebenfalls zum Problem wurden, bei der zweigeschossigen Variante mehr als bei der Eingeschossigen, die Erschließungswege. Da die Gebäude bis an die Grundgrenze gebaut wurden, wirkten die Wege eng und dunkel. Um dem entgegenzuwirken, müsste man sie verbreitern, was den Grundverbrauch und damit die Kosten, erhöhen würde. Die Ursache all dieser Probleme war das Fußbodenniveau von +80cm, welches ich nicht ändern konnte.

Während des Entwurfsprozesses stellte ich fest, dass die Versiegelung des Bodens eine weitere Einschränkung darstellte. Zwei Probleme werden durch diese verstärkt. Erstens wird, das sich bereits an der Kapazitätsgrenze befindliche Kanalsystem, durch weitere Dachabwässer stark belastet. Der zweite Punkt betrifft die schlechte Aufnahmefähigkeit des Bodens. Dadurch bilden sich nach heftigen Regenschauern stellenweise kleine Wasserseen auf dem Grundstück. Wird nun ein zu großer Anteil der Fläche verbaut verstärkt sich das Problem auf den restlichen Flächen. Als Reaktion darauf versuchte ich nun eine möglichst geringe Fläche zu verbauen.

So entstand die Idee in die Vertikale zu bauen. Aufgrund des Brandschutzes und der Höhenbeschränkung günstig zur Verfügung stehender LKW-Kräne, bildete sich schnell eine dreigeschossige Bauweise als Optimum heraus. Auch eine Bruttogeschossfläche von 3 mal 50m<sup>2</sup> stellte sich rasch als ideal dar.

Das wichtigste Element zu Beginn des Entwurfes war die Stiege. Da ihre Größe durch die Geschosshöhe vorgegeben war und die Fläche pro Geschoss relativ gering war, musste sie äußerst platzsparend angeordnet werden, um nicht zu viel Wohnfläche für die Erschließung zu verlieren. Ich

entschied mich für eine einläufige Treppe, welche ich, auch aus statischen Gründen, an einer Außenwand anordnete. Durch die Länge der Stiege und dem nötigen An- und Austritt wurde eine Gebäudelänge von 7,15 Meter definiert. Daraus und aus der zuvor definierten Fläche ergab sich eine Gebäudebreite von ebenfalls 7,15 Meter. Die quadratische Form stellte sich auch aus städtebaulicher Sicht als ideal heraus. Durch sie konnte das Gebäude frei und ohne Probleme auf dem Grundstück gedreht werden. Somit entstand eine weitere Individualisierungsmöglichkeit für die Bauherren. Aus gestalterischen Gründen entschied ich mich jedoch dafür, die Rotation jeweils nur in 90° Schritten zu ermöglichen.

Die Geschosshöhe beträgt 2,85 Meter und setzt sich aus einer lichten Raumhöhe von 2,50 Meter und einer Deckenstärke von 35cm zusammen. Für die Raumhöhe von 2,50 Meter habe ich mich aus Platz- und somit aus Kostengründen entschieden. Des Weiteren stellt die geringe Höhe aus meiner Sicht kein Problem dar, da einerseits die Raumgrößen auch klein dimensioniert sind und darüberhinaus, durch die großzügigen Belichtungsflächen in Kombination mit dem Ausblick, ein Gefühl der Weite vermittelt wird.

Durch die drei Geschosse und dem Abstand zum Erdniveau ergibt sich eine Attikahöhe von 9,80 Meter. Aufgrund der großen Gebäudehöhe musste besonders auf mögliche Beschattungen durch die Nachbargebäude geachtet werden. Aus diesem Grund habe ich den Mindestabstand von der Grundgrenze auf 3 Meter festgelegt. Der Abstand zu den Wegen beträgt nur 2 Meter. Durch die minimale Wegbreite von 2,5 Meter ergeben sich aber auch hier mindestens 6,5 Meter Abstand zu den Nachbargebäuden. Dieser Mindestabstand garantiert bei einer Gebäudehöhe von 9,8 Meter nicht überall einen freien Lichteinfallswinkel von 45°. Aufgrund meiner kleinen Grundstücke war dies nicht anders zu lösen. Ich biete den Bauherren jedoch einige Möglichkeiten, um auf diese Tatsache zu reagieren. So besteht die Möglichkeit das Haus zu drehen und zu verschieben. Eine Seite des Gebäudes besitzt ohnehin keine Fenster und eine zweite Seite weist lediglich Fenster, welche in erster Linie der Querlüftung dienen, auf. So kann der Bauherr durch geschicktes Rotieren und Verschieben des Gebäudes eine ausreichende Belichtung für die Fenster der Aufenthaltsräume im Erdgeschoss gewährleisten.

Um einen möglichst hohen Grad an Individualisierbarkeit zu erreichen entschied ich mich für ein System von Anbauten (Addons). Hierbei ist wichtig, dass diese möglichst unabhängig voneinander gewählt werden können. Der Technikraum, welcher ebenfalls in der Liste der „Addons“ zu finden ist, muss verpflichtend gewählt werden. Dieser wird neben dem Eingang angebaut und man hat die Wahl zwischen einem Vordach oder einem Windfang in Kombination mit diesem. Es gibt noch weitere Anbauten wie die Terrasse, einen Balkon, einen Erker oder in Verbindung mit dem Flachdach eine Dachbox mit integriertem Sonnenschutz. Beim Dach gibt es die Wahl zwischen einem Flachdach, welches begrünt werden kann und einem Zeltdach, das zusätzlichen Lagerraum schafft.

Es gibt drei verschiedene Grundrisse, welche beliebig in den drei Geschossen angeordnet werden können. Das erste Paket beinhaltet im Kern 2 Kinderzimmer. Im zweiten Paket befinden sich das Elternschlafzimmer und das Badezimmer und im dritten Paket findet man die Küche mit dem Essbereich und das Wohnzimmer. Je nach Anordnung unterscheiden sich die Pakete etwas voneinander. So sind von jedem Paket 2 - 3 verschiedene Ausführungen erhältlich. So gibt es zum Beispiel bei den beiden Kinderzimmern eine Variante mit zwei gleich großen Zimmern, aber auch eine Variante mit einem größeren und einem kleineren Zimmer.

Durch all diese Freiheiten ergibt sich praktisch eine unendliche Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten. Dies führt aber zu keiner aufwändigeren Konstruktion, welche den Preis erhöhen würde. Die wohl auffälligste Individualisierungsmöglichkeit liegt jedoch in der freien Gestaltung der Fassadenoberfläche. Hier kann aus einer großen Auswahl an verschiedenen Materialien und Farben gewählt werden. Diese Vielzahl an Möglichkeiten stellt sicher, dass kein Haus dem Anderen gleichen wird.

### **2.1.2 Eigenleistung**

Ein wichtiger Teil meines Konzeptes ist der variable Eigenleistungsanteil. Dieser ist, vor allem bei der Verarbeitung von Stroh, von besonderer Bedeutung für die Kosten des Gebäudes. Die neuen EU-weit vereinheitlichten Bauordnungen verlangen, bei einer Vorfertigung ganzer Bauteile durch einen Gewerbebetrieb, eine Zertifizierung. (Gruber, Gruber, & Santler, 2008) Dies gilt jedoch nicht für die Befüllung mit Strohballen auf der Baustelle. So ist die Möglichkeit der Einbringung der Strohballen auf der Baustelle ein Eckpfeiler meines Konzeptes. Diese Befüllung kann einerseits durch eine Fachfirma aber auch privat erfolgen. Dasselbe gilt für sämtliche Innenausbauarbeiten. So kann man sich als Bauherr dafür entscheiden die Strohdämmung selbst zu montieren und die Elektro- und Wasserinstallationen einer Fachfirma zu überlassen.

Die Eigenleistung ist nicht nur aufgrund der Kostenersparnis interessant. Viele Menschen möchten aus Prinzip an ihrem eigenen Haus mitarbeiten. Dieses Prinzip der Eigenleistung verursachte zu Beginn der Entwurfsphase einige Probleme. Besonders bei den ersten Entwürfen (verdichteter Flachbau), wo die Gebäude gemeinsame Wände besitzen, waren Konflikte unter den Eigentümern vorprogrammiert. Hier bestand die Gefahr, dass sich Baufehler des einen auf das Gebäude eines anderen negativ auswirken könnten. Außerdem bestand die Notwendigkeit, dass alle Bauherren sich an einen strikten Zeitplan halten müssten. Dies waren weitere Gründe warum sich mein Entwurf vom verdichteten Flachbau hin zu freistehenden Häusern entwickelt hat. Hier gibt es im Bezug auf die Eigenleistungen nur Vorteile gegenüber dem Flachbau. Die Bauherren sind zeitlich viel flexibler und technische Fehler bei den Eigenleistungen des Einen, wirken sich nicht negativ auf die Häuser der Nachbarn aus.

Durch die Eigenleistungen wurde mein Entwurf stark geprägt. Vor allem bei der Montage auf der Baustelle muss darauf geachtet werden, dass möglichst viele Arbeiten ohne große Vorkenntnisse und ohne aufwändige Sicherungen möglich sind. Besonders das Versetzen der Strohballen sollte so einfach wie möglich sein. Diese können witterungsgeschützt von Innen in die Außenwände versetzt werden. Dadurch wurde die Gefahr von Feuchteschäden praktisch ausgeschlossen. Auch die anderen möglichen Eigenleistungen beschränken sich im Prinzip auf den Innenraum.

### 2.1.3 Kosten

Es gibt einige wichtige Punkte, welche helfen die Kosten möglichst gering zu halten.

- **Grundstücksfläche minimieren.** Durch mein Verkehrskonzept ist es mir trotz offener Bauweise gelungen die Grundstücksgrößen auf durchschnittlich 270m<sup>2</sup> zu beschränken ohne dabei an Qualität zu verlieren.
- **Einsparung des Kellers.** Dies ist ein weiterer wichtiger Punkt, welcher hilft die Kosten gering zu halten. Da meine Heizungsanlage sehr wenig Platz beansprucht wäre ein Keller lediglich ein teurer Abstellraum, welcher mangels Hanglage keine ausreichende Belichtung für Aufenthaltsräume bietet. Als Alternative biete ich eine Lagerbox an, welche frei auf dem Grundstück positioniert werden kann.
- **Vorfertigung im Werk.** Um einen hohen Eigenleistungsanteil zu gewährleisten, basiert mein Konzept auf **keinem** sehr hohen Vorfertigungsgrad. Es werden jedoch alle Komponenten, welche auf der Baustelle nur mit sehr hohem Aufwand (Gerüst, Sicherung, Fachleute, etc.) zu errichten wären, im Werk vorgefertigt.
- **Hoher Eigenleistungsanteil.** Dieser ist das Kernstück meines Entwurfs. Er ermöglicht es vor allem Familien, welche sich ansonsten keinen derartigen Wohnraum leisten könnten, Geld einzusparen und so eine höhere Wohnqualität zu erlangen. Vor allem durch die Verwendung von Stroh als Dämmstoff verringern sich die Kosten erheblich.

### 2.1.4 Variabilität

Um eine maximale Variabilität bei gleichzeitig niedrigen Kosten zu erreichen, habe ich mich für ein modular aufgebautes System entschieden. Dieses System kann durch geringfügige Veränderungen an viele Ansprüche angepasst werden. So ist es möglich die verschiedenen Grundrisse beliebig innerhalb der drei Geschosse zu variieren. Die Wohnküche kann im Erdgeschoss angeordnet werden, was eine direkte Verbindung zum Garten erlaubt. Sie kann aber auch im 2. Obergeschoss platziert werden, um eine schönere Aussicht zu genießen oder einen kürzeren Weg zur Dachterrasse zu erhalten. Das gleiche Prinzip gilt für alle anderen Räume.

Desweiteren gibt es noch sogenannte Anbauten (Addons), welche optional gewählt werden können. Hierzu zählen die Terrasse im Erdgeschoss, ein Balkon oder Wintergarten in den Obergeschossen, oder ein Dachaufbau mit integriertem Sonnenschutz.

Auch bei der Dachform kann man zwischen einem begehbaren Flachdach und einem Zeltdach mit zusätzlichem Lagerraum wählen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Fassadengestaltung.

Eine breite Auswahl an verschiedenen Fassadenmaterialien und Farben erlaubt einen hohen Grad an Individualität und beugt so einer optisch langweiligen Siedlung vor.

Auch die Position des Gebäudes am Grundstück kann bis zu einem gewissen Grad (Mindestabstand zur Grundgrenze) verändert werden.

Bei all diesen Individualisierungen bleiben jedoch die Wand- und Deckenaufbauten sowie die Statik des Gebäudes ident. Zur besseren Veranschaulichung der verschiedenen Möglichkeiten der

Individualisierung habe ich einen Katalog erstellt, welcher es ermöglicht sich sein eigenes Haus zu erstellen.

### **2.1.5 Gefahren**

Bei einem hohen Grad an Individualisierbarkeit besteht die Gefahr von höheren Kosten. Dem wirke ich entgegen, in dem ich die Statik des Gebäudes so gestaltete, dass sie bei den möglichen Veränderungen durch die Bauherren nicht abgeändert werden muss. Die möglichen Änderungen der Bauherren haben nur sehr geringen Einfluss auf das Tragsystem des Gebäudes. Doch gibt es in gewisser Art und Weise einen Kontrollverlust des Architekten. Da man den Bauherren in vielen Bereichen freie Hand lässt, können auch unerwünschte Ergebnisse die Folge sein. Dieses „Chaos“ ist von mir bis zu einem bestimmten Punkt sogar gewollt. Meist besteht doch die Gefahr das Wohnsiedlungen, welche von einer Person geplant werden, oft sehr monoton und langweilig wirken. Durch die Mitgestaltung der Bauherren am Entwurf kann dem entgegengewirkt werden.

## 2.2 Pläne

### 2.2.1 Grundrisse

Die Grundrisse wurden von mir so gestaltet, dass sie eine maximale Flexibilität bei minimalen Veränderungen gestatten. So war es mein Ziel tragende Innenwände wo es geht zu vermeiden. Bis auf einen Unterzug und zwei Stützen ist mir dies auch gelungen. Diese beiden Stützen befinden sich nahe der Stiege und sind für die freie Grundrissgestaltung kein allzu großes Hindernis. Der Verzicht auf tragende Innenwände wurde vor allem durch die geringen Außenabmessungen des Gebäudes ermöglicht. Eine Kantenlänge des quadratischen Grundrisses beträgt 7,15m. Die Bruttofläche eines Geschosses beträgt somit 51,12m<sup>2</sup> was für das dreigeschossige Gebäude eine Bruttofläche von 153,37m<sup>2</sup> ergibt. Die Nettowohnfläche der nachfolgend vorgestellten Wohnung beträgt **114,15m<sup>2</sup>**. Diese Wohnung wurde von mir als Beispiel für eine Familie mit 2 Kindern zusammengestellt.

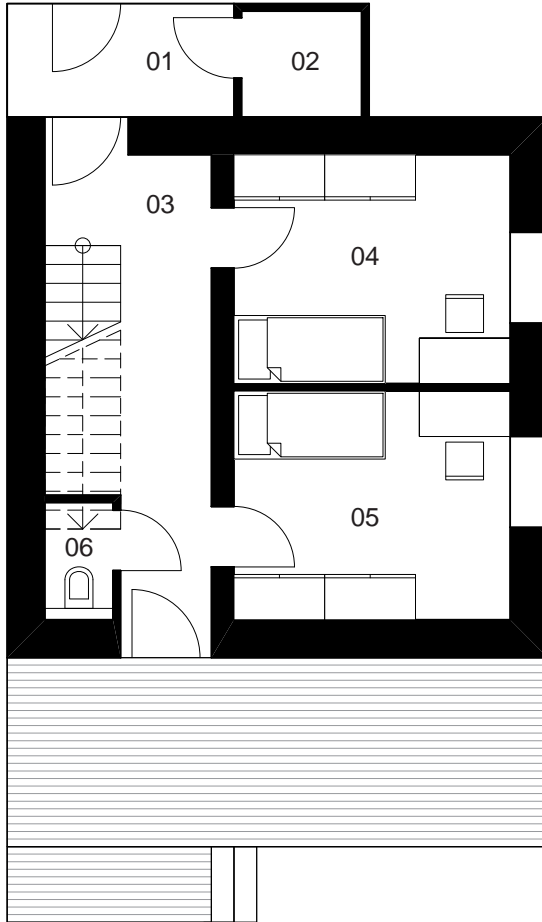
Im Erdgeschoss befinden sich die beiden Kinderzimmer mit jeweils 11,04m<sup>2</sup>. Die Anordnung der Zimmer im Erdgeschoss erhöht deren Nutzungsflexibilität. So können die Zimmer nach Auszug der Kinder zum Beispiel als Büro weiterverwendet werden. Auch die Trennwand zwischen den beiden Zimmern kann ohne großen Aufwand verschoben oder entfernt werden. Desweiteren befindet sich noch ein WC und die Garderobe im Erdgeschoss.

Im ersten Obergeschoss befinden sich das Elternschlafzimmer mit 13,14m<sup>2</sup> und das Badezimmer mit 8,94m<sup>2</sup>.

Im zweiten Obergeschoss befinden sich der große und offene Wohnbereich inklusiv Küche mit 41,68m<sup>2</sup> und ein Abstellraum mit 1m<sup>2</sup>. In dieser Variante wurde zusätzlich der Erker als Anbau ausgesucht.

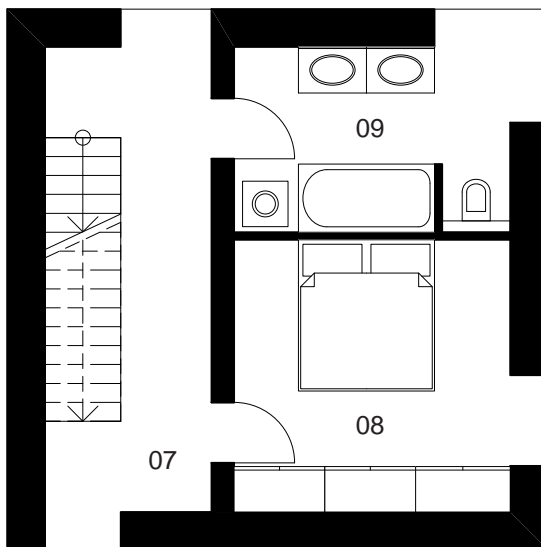
Als Dachform wurde das begehbare Flachdach inklusiv der Dachbox mit Sonnenschutz gewählt. Das Flachdach kann auf Wunsch auch extensiv begrünt werden. Weiters können auf beide Dacharten Solarkollektoren zur Heizunterstützung und um den Warmwasserbedarf zu decken, installiert werden.





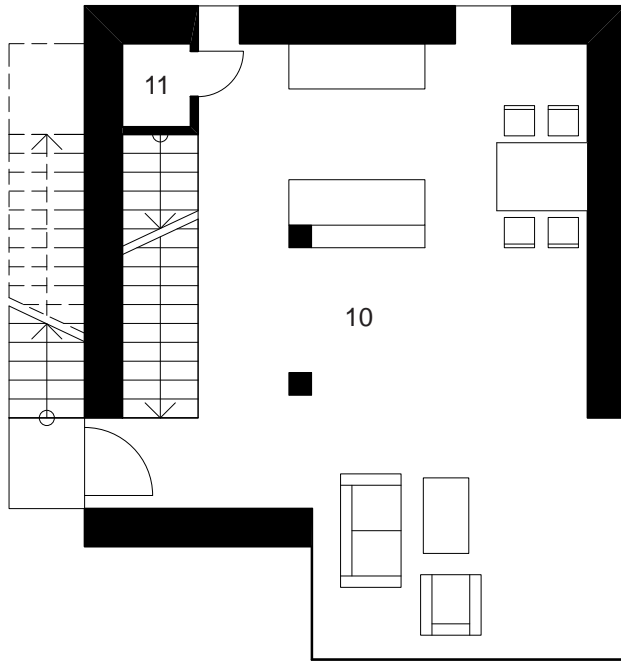
01	Windfang	03,00m <sup>2</sup>
02	Technikraum	02,30m <sup>2</sup>
03	Vorraum	09,73m <sup>2</sup>
04	Zimmer	11,04m <sup>2</sup>
05	Zimmer	11,04m <sup>2</sup>
06	WC	01,40m <sup>2</sup>

ERDGESCHOSS M=1:100



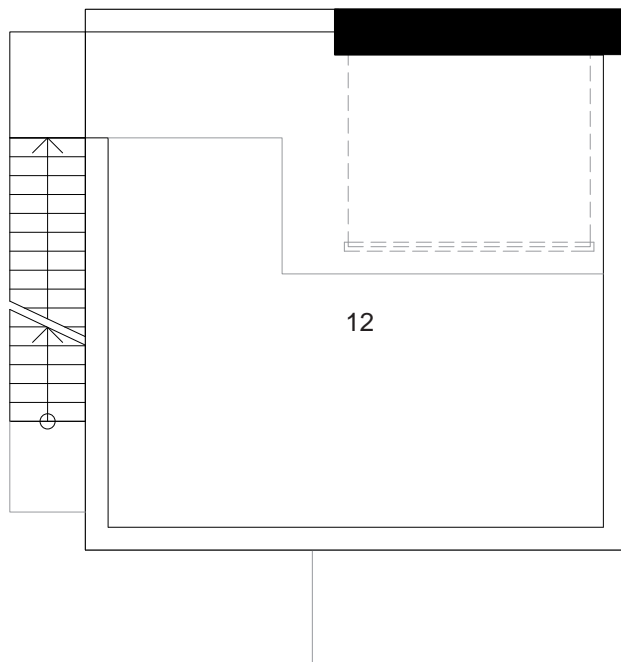
07	Vorraum	10,88m <sup>2</sup>
08	Schlafzimmer	13,14m <sup>2</sup>
09	Bad	08,94m <sup>2</sup>

1. OBERGESCHOSS M=1:100



10	Wohnen/Küche	41,68m <sup>2</sup>
11	Abstellraum	01,00m <sup>2</sup>

2. OBERGESCHOSS M=1:100



12	Dachterrasse	42,26m <sup>2</sup>
----	--------------	---------------------

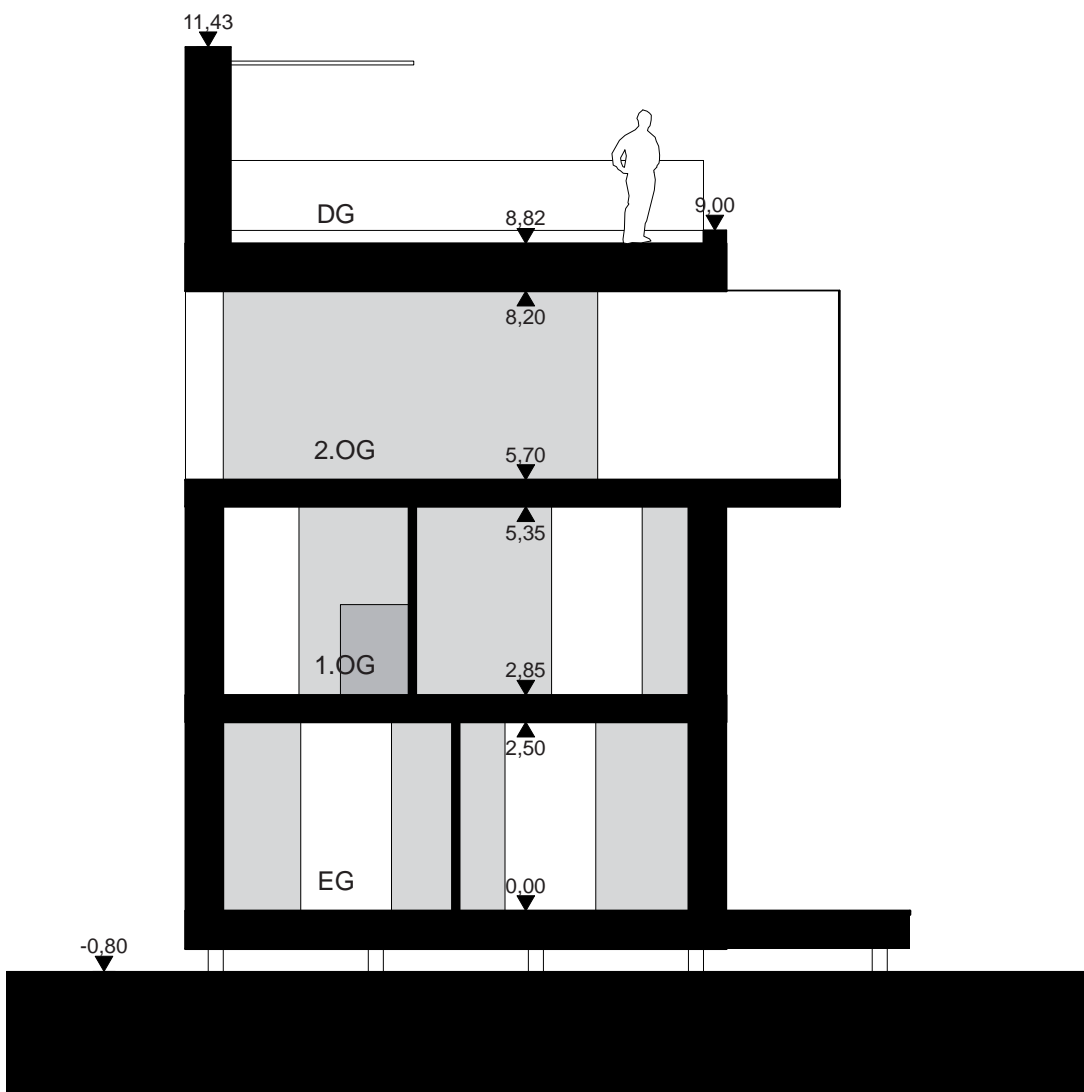
DACHGESCHOSS M=1:100

---

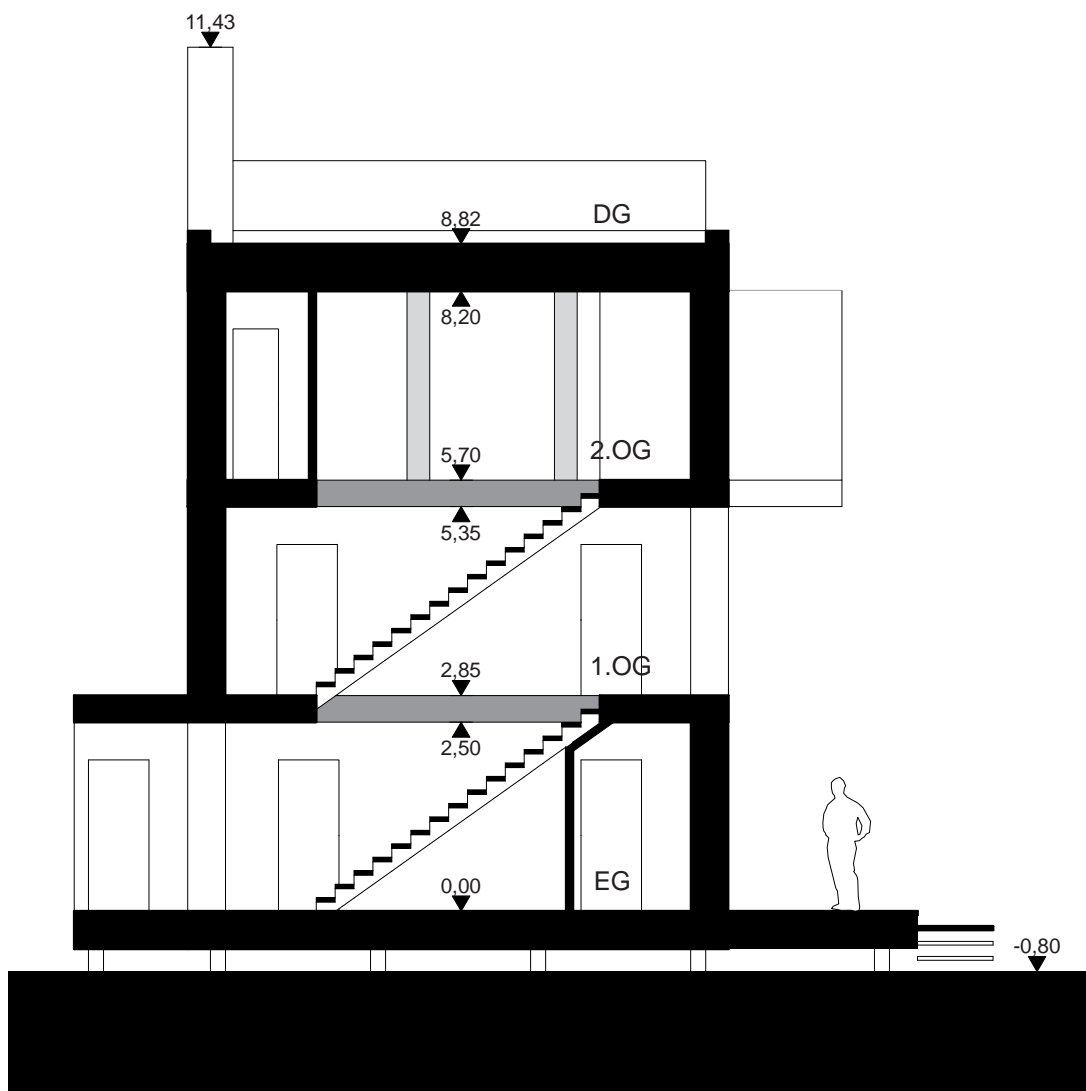
Wohnfläche	114,15m <sup>2</sup>
------------	----------------------

### 2.2.2 Schnitte

Im Schnitt ist der Abstand der Bodenplatte zum Umgebungsniveau gut erkennbar. Die Unterkante der ebenfalls mit Stroh gedämmten Bodenplatte befindet sich 30cm über dem Gelände. Dies reicht auf diesem Grundstück aus, um den Schutz vor Nässe zu gewährleisten. Aufgrund der Bodenplattendicke von 50cm befindet sich das Fußbodenniveau 80cm über dem Gelände. Die lichte Raumhöhe beträgt in jedem Geschoss 250cm. Die Deckenstärke beträgt 35cm woraus sich eine Geschosshöhe von 285cm ergibt. Die oberen Geschosse werden mit zwei einläufigen Holzstiegen erschlossen. Diese weisen 16 Steigungen auf und haben ein Steigungsverhältnis von 18/25cm.



SCHNITT A-A M=1:100



SCHNITT B-B M=1:100

### 2.2.3 Fassadengestaltung

Bei der Fassadengestaltung biete ich den Bauherren eine große Auswahl an verschiedenen Materialien und Farben.

Zur Auswahl stehen:

- Lärchenholzfassade vertikal oder horizontal
- Welleternitplatten in verschiedenen Farben
- Fundermax-Platten „Max Authentic“ in verschiedenen Farben
- Dünnschichtputz (auf 4cm EPS) in verschiedenen Farben



Abbildung 13: Schaubild (Doblhammer, 2009)



Abbildung 14: Schaubild (Doblhammer, 2009)



Abbildung 15: Schaubild (Doblhammer, 2009)



Abbildung 16: Schaubild (Doblhammer, 2009)



Abbildung 17: Schaubild (Doblhammer, 2009)



## 2.2.4 Anbauten und Optionen

Die verschiedenen Anbauten tragen einen großen Anteil zur Flexibilität bei. Sie bieten den zukünftigen Bewohnern die Möglichkeit das Gebäude an ihre Bedürfnisse anzupassen. Bis auf den Technikraum im Erdgeschoss sind alle Anbauten optional.

### 2.2.4.1 Technikraum und Eingang

Im Technikraum befindet sich der Wasseranschluss, der Elektroverteiler, der Wärmetauscher für die Heizung und optional ist noch ein Pufferspeicher möglich, welcher mit einer Solaranlage auf dem Dach oder im Garten kombiniert wird. In Verbindung mit dem Technikraum kann zwischen einem einfachen Vordach oder einem verglasten Windfang vor dem Eingang gewählt werden. Der Technikraum hat eine Fläche von  $2,3\text{m}^2$ , welche jedoch problemlos erweitert werden kann, falls die Bauherren zum Beispiel einen größeren Pufferspeicher wünschen. Der Vorbereich beziehungsweise der Windfang weist eine Fläche von  $3\text{m}^2$  auf.

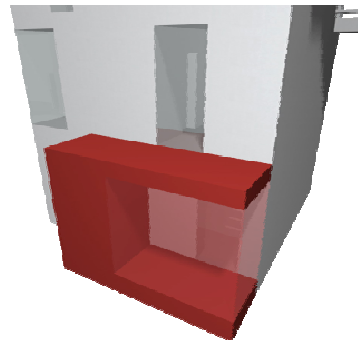
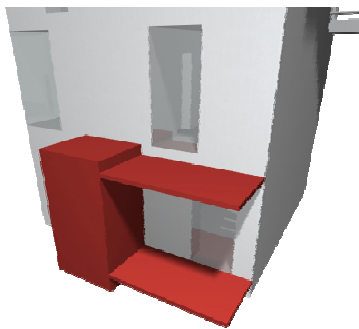
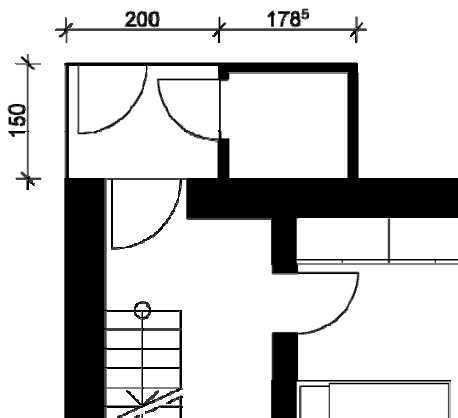


Abbildung 18: Addon Technikraum (Doblhammer, 2009)

### 2.2.4.2 Terrasse

Die Terrasse ist an der gegenüberliegenden Seite des Eingangs situiert. Sie ist statisch fest mit der Bodenplatte verbunden und befindet sich ebenfalls 80cm über dem Gelände. Über eine zusätzliche Ebene und 3 Stufen erreicht man das Gartenniveau. Die Oberfläche besteht aus Bohlen aus Bankirai (aus nachhaltiger Forstwirtschaft) oder Sibirischer Lärche. Sie hat eine Fläche von 20,5m<sup>2</sup>. In dem hier gezeigten Beispiel befinden sich im Erdgeschoss die beiden Kinderzimmer. Die Terrasse kann aber auch bei allen anderen Räumen, insbesondere beim Wohnzimmer, im Erdgeschoss angeordnet werden.

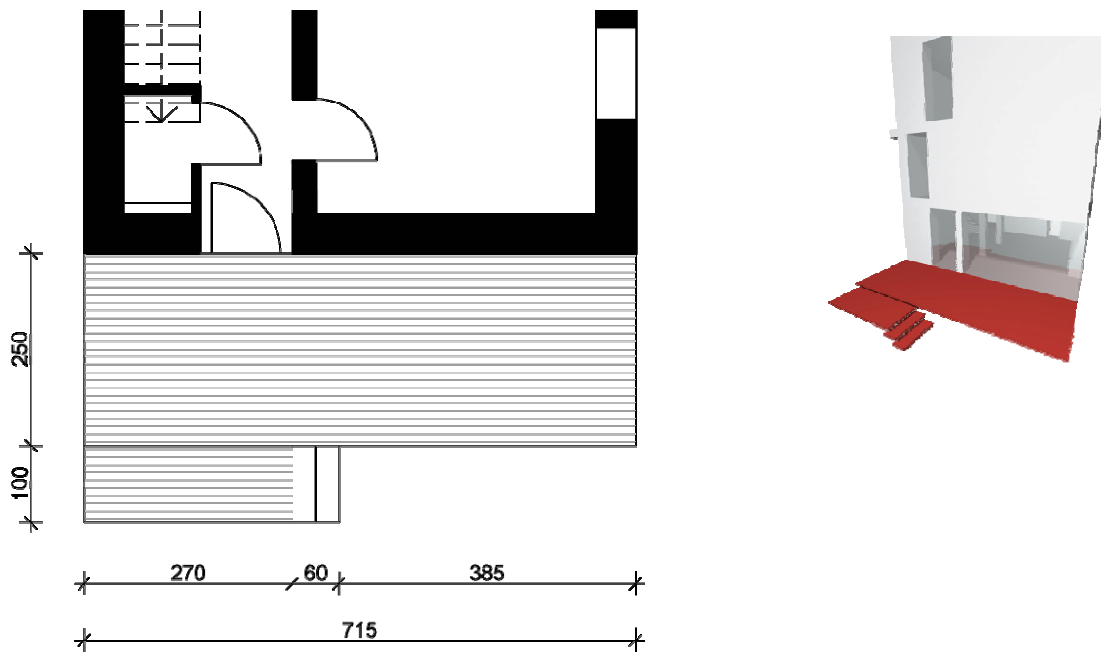


Abbildung 19: Addon Terrasse (Doblhammer, 2009)

Bei der Anordnung des Wohnzimmers im Erdgeschoss kann die Terrasse zusätzlich mit einem Erker (Wintergarten) kombiniert werden. Dieser erweitert den Wohnraum um zusätzliche 6,2m<sup>2</sup>.

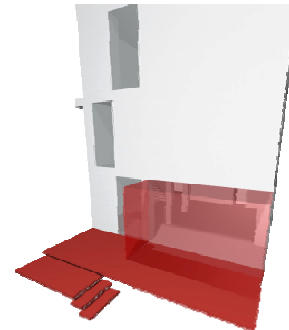


Abbildung 20: Addon Wintergarten (Doblhammer, 2009)

### 2.2.4.3 Balkon

Der Balkon kann als Anbau vor das Wohnzimmer gesetzt werden. Er besitzt eine Fläche von 6,2m<sup>2</sup>.

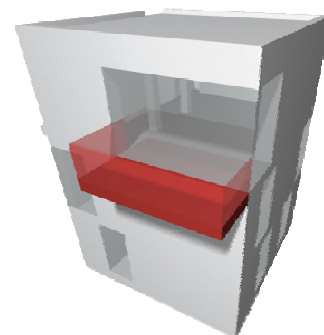
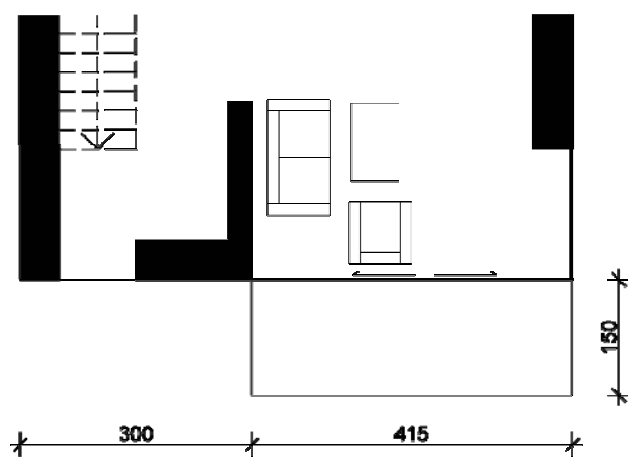


Abbildung 21: Addon Balkon (Doblhammer, 2009)

#### 2.2.4.4 Erker

Der Erker kann ebenfalls vor das Wohnzimmer im ersten oder zweiten Geschoss gesetzt werden. Wie der Balkon besitzt er eine Fläche von 6,2m<sup>2</sup>. Der Unterschied besteht darin, dass beim Erker alle drei Seiten und die Decke verglast sind und dieser somit den Wohnraum erweitert.

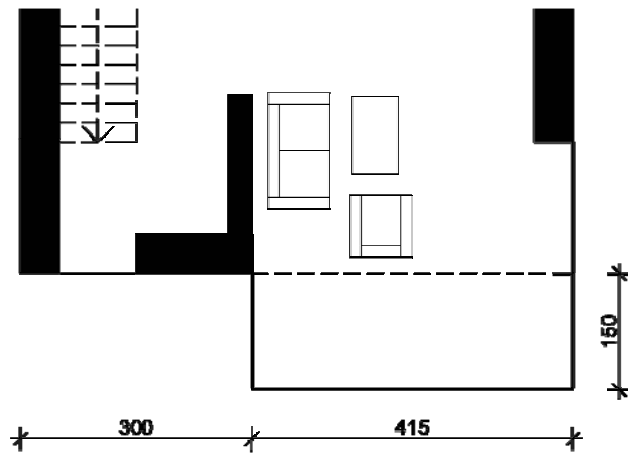


Abbildung 22: Addon Erker (Doblhammer, 2009)

#### 2.2.4.5 Dachbox mit Sonnenschutz

Als Option zusätzlich zum Flachdach steht eine Dachbox mit integriertem Sonnenschutz zur Auswahl. Es stehen ebenfalls ein Wasseranschluss und Stromanschlüsse zur Verfügung. Dadurch kann der Dachgarten und die Dachterrasse optimal genutzt werden.

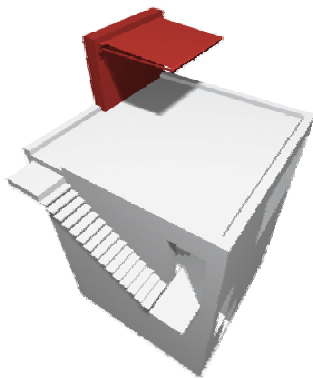


Abbildung 23: Addon Dachbox mit Sonnenschutz (Doblhammer, 2009)

#### 2.2.4.6 Flachdach

Das Flachdach ist eine der beiden möglichen Dachformen, welche zur Wahl stehen. Es bietet den Vorteil eines uneinsehbaren, höchst privaten Freibereichs, welcher zusätzlich noch zu keiner Zeit ungewollt beschattet wird. Durch die mögliche extensive Begrünung und die damit verbundene Speicherfähigkeit von Wasser, wird das Kanalnetz in der Spitzenbelastung entlastet. Das Flachdach hat eine nutzbare Fläche von nahezu 50m<sup>2</sup>. Es wird über eine außenliegende Metallstiege erschlossen. Diese bietet den Vorteil, dass man einen technisch aufwändigen und teuren Dachdurchbruch vermeiden kann. Zusätzlich spart man durch die außenliegende Stiege wertvolle Fläche auf dem Dach.

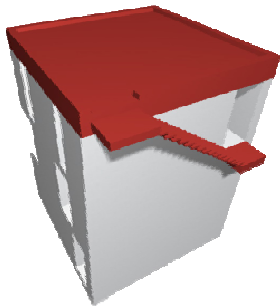


Abbildung 24: Flachdach (Doblhammer, 2009)

#### 2.2.4.7 Zeltdach

Das Zeltdach ist günstiger als das Flachdach und bietet zusätzlich noch einen Lagerraum. Es wird wie das Flachdach, ebenfalls als hinterlüftetes Kaltdach ausgeführt. In beiden Varianten wird die Decke über dem 2. Obergeschoss gedämmt. Der Dachboden unter dem Zeltdach kann über einen Dachbodenaufstieg erreicht werden.

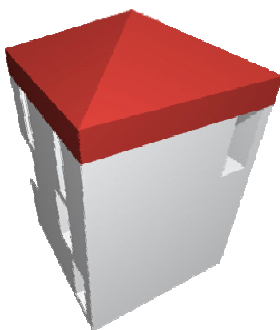


Abbildung 25: Zeltdach (Doblhammer, 2009)

3.

# Städtebau

## 3. Städtebau

### 3.1 Fakten

Gallneukirchen liegt etwa 10km nordöstlich von Linz am Ende der A7. Zurzeit leben über 6300 Menschen in der Stadt, wovon ein erheblicher Anteil in den letzten 25 Jahren zugezogen ist.

Jahr	Einwohner	Veränderung	prozentuelle Veränderung
2007	6.306	+ 52	+ 0,8 %
2005	6.254	+ 319	+ 5,1 %
2001	5.935	+ 821	+ 16,1 %
1991	5.114	+ 716	+ 14 %
1981	4.398		

Abbildung 26: Einwohnerstatistik (Wikipedia, 2009)

Die Gemeindefläche beträgt lediglich 5,15km<sup>2</sup>, was eine Bevölkerungsdichte von 1220 Einwohnern pro km<sup>2</sup> ergibt. Dies führt dazu dass ein großer Teil der Gemeindefläche verbaut ist. Teilweise wächst die Stadt über ihre Grenzen in die benachbarten Gemeindegebiete hinein. Dieser Umstand führt zu einer immer stärker werdenden Kooperation mit den Nachbargemeinden in den Bereichen Infrastruktur, Wohnbau und Naherholung. (Wikipedia, 2009) (Statistik-Austria, 2009)



Abbildung 27: Karte (Wikipedia, 2009)

## 3.2 Örtliches Entwicklungskonzept

Das Örtliche Entwicklungskonzept stammt aus dem Jahr 2001 und wurde von Architekt Dipl.-Ing. Peter Horacek, Dipl.-Ing. Gernot Stöglehner (Landschaftsplaner Und Diplomierter Umwelttechniker) und Dipl.-Ing. Heide Birngruber (Ingenieurkonsulent Für Landschaftsplanung und –pflege) verfasst. Nun eine kurze Übersicht über alle für mein Projekt relevanten Punkte aus dem ÖE.

*„Die vorhandenen, in der Situation dargestellten Gefahrenzonenplanungen des Schutzwasserbaus bzw. der Wildbach- und Lawinenverbauung werden bei allen Planungen berücksichtigt:*

- *Rückhalt des Oberflächenwassers in den jeweiligen Einzugsgebieten (geringe Versiegelung, Schaffung von Versickerungsmöglichkeiten)*
- *Freihalten der gefährdeten bzw. der Vorbehaltsbereiche sowie eines wenigstens 20 Meter breiten Uferstreifens entlang unverbauter Bachufer mit Ausnahme des Baubestandes*
- *Verminderung des stoßweisen Oberflächenwasseranfalles (z.B. möglichst geringe Versiegelung im Einzugsgebiet)“.* (DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 33)

Ein wichtiges Ziel meiner Arbeit war es eine möglichst geringe Versiegelung der Oberfläche zu erreichen. Dies gelang vor allem durch eine Reduzierung der Verkehrsflächen und einer vertikal orientierten Bebauung. Weiters wurde ein etwa 20 Meter breiter Uferbereich an der Gussen freigehalten und in das Grünraumkonzept integriert.

*„Da sich das Gemeindegebiet teilweise in einer Zone mit flächenhaft erhöhtem geogenen Baugrundrisiko befindet - „Risiken auf großen Flächen verstärkt möglich“ - wird eine flächenbezogene Charakterisierung empfohlen, wo und inwieweit im Zuge der Flächenwidmungsplanung, aber auch von Bauvorhaben geologisch-geotechnische Voruntersuchungen oder Vorsichtsmaßnahmen zu treffen sind.“* (DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 33)

Mein Baugebiet befindet sich teilweise in einem vom Hochwasser gefährdeten Gebiet. Die Gefahr wurde zwar durch den Bau der Umfahrungsstraße (Damm) deutlich reduziert, nichtsdestotrotz bleibt eine Gefährdung vorhanden. Vor allem der nach heftigen Regen erhöhte Grundwasserspiegel musste bei der Planung berücksichtigt werden.

*„Der Hauptsiedlungsraum befindet sich im Talraum des Gallneukirchner Beckens. Er ist kompakt angeordnet, die Wege zu den Nahversorgern und zu den öffentlichen Einrichtungen wie Schulen, Gemeindeamt etc. sind relativ kurz und daher zu Fuß oder mit dem Fahrrad zu bewältigen. Eine Chance zur Verbesserung der Lebensqualität besteht in der Gestaltung des Marktplatzes als autoverkehrsfreier, multi-funktionaler Freiraum für die Gemeindebevölkerung.*

*Wenn die Siedlungsentwicklung in Zukunft auf diesen Bereich beschränkt bleibt, können weitere Zersiedlungerscheinungen und hoher Bodenverbrauch vermieden werden, insbesondere wenn maßvoll verdichtete Bauungsformen, wie Doppel- oder Reihenhausbau, verwendet werden.“* (DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 48)

Der Hauptplatz liegt in nur 300 Meter Entfernung zu meinem Baugebiet. Das Multifunktionsviertel Steinmetz liegt praktisch nebenan.



*„Problematisch wäre eine eventuelle Erweiterung des Betriebsbaugebietes im Bereich Fleischmanufaktur Riepl in der Gemeinde Engerwitzdorf, weil dadurch das überaus wertvolle Entwicklungsgebiet „Am Damm“ immissionsbeeinträchtigt werden könnte.“ (DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 49)*

Es gibt bereits Bestrebungen, welche genau dies zur Folge hätte. Zurzeit beschränkt sich das Betriebsbaugebiet auf den Bereich südlich der Umfahrungsstraße. Der neue Standort für einen Supermarkt (Billa) wurde bereits innerhalb meines Planungsgebietes fixiert. Es besteht die Gefahr, dass weitere Betriebe folgen. Durch die Hochwasserproblematik konnte bis jetzt keine Wohnbebauung realisiert werden. Diese stellt jedoch für Betriebe, welche das Gelände als Lagerfläche nutzen wollen, kein größeres Problem dar.

*„Ein wesentliches Kriterium stellt hier aber das nicht verfügbare oder sehr teure Bauland dar, weiters der überaus hohe Anteil an freistehenden Einfamilienhäusern mit seinem großen Flächenbedarf.“*

*Wie im Landestrend nehmen auch die Drei- und Vierpersonenhaushalte zu. Um den Ansprüchen dieser Familien Rechnung zu tragen, sollten zum einen Wohnungen zu sozial verträglichen (Miet-) Preisen angeboten werden, zum anderen sollte der Eigenheimbau durch gesichertes, verfügbares Wohnbauland unterstützt werden. Der verdichtete Flachbau, wie Doppel- oder Reihenhäuser, kann dabei die ohnehin knappe Ressource Bauland sparsam und effizient einsetzen.“ (DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 50)*

Mein Ziel war es, genau diesen Bedarf nach günstigen 3-4 Personenwohnungen zu decken. Dies sollte bei minimalem Flächenbedarf pro Wohneinheit erreicht werden. Im Durchschnitt beträgt die Größe der Grundstücke etwas über 270m<sup>2</sup>.

*„Für die bestehende Besiedlung ist das Kanalsystem gut ausgebaut. Die Kläranlage ist überlastet und könnte durch den Zubau einer vierten Reinigungsstufe erneuert werden, da ihre Kapazität bereits überschritten ist. Durch die Durchflussmengen der Gusen ist der Ausbau begrenzt. Die derzeitige Kläranlage kann auf etwa 8.000 Einwohner in Gallneukirchen ausgebaut werden. Eine ebenfalls sehr teure Alternative wäre die Ableitung der Abwässer über St. Georgen zur Großkläranlage in Asten.“ (DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 54)*

Im Bewusstsein dieser Problematik war es mein Ziel die Versiegelung der Landschaft auf ein Minimum zu begrenzen, um die Kanäle nicht mit großen Mengen an Regenwasser zu belasten. Hierzu gehören eine Minimierung der Verkehrswege und die Möglichkeit der Versickerung des Regenwassers am Grundstück.

*„Aufgrund der zentralörtlichen Versorgungsfunktionen und der hohen Attraktivität der Gemeinde als Wohnstandort soll eine höhere Verdichtung der Bebauung erfolgen, besonders in den neuen Wohngebieten in Fußgängerentfernung zum Marktzentrum, um diese Einrichtungen in Anspruch nehmen zu können.“ (DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 58)*

„Der Baulandbedarf für Wohnbauland wird für die nächsten 10 Jahre für einen Zuwachs von 800 Personen und einer Wohnbautätigkeit, wie sie in den Zielen laut Szenario B festgelegt wurde, wie folgt prognostiziert:

- 35% der Bewohner in freistehenden Einfamilienhäusern, d.h. 280 Einwohner bei einer Wohndichte von 40 Einwohnern pro ha 7,0 ha
- 25% der Bewohner in Einfamilienhäusern im verdichteten Flachbau, d.h. 200 Einwohner bei einer Wohndichte von 80 Einwohnern pro ha 2,5 ha
- 40% der Bewohner im mehrgeschossigen Wohnbau, d.h. 320 Einwohner bei einer Wohndichte von 160 Einwohnern pro ha 2,0 ha

Der Nettobaulandbedarf beträgt somit 11,5 ha, daraus errechnet sich der Bedarf an Bruttobauland mit 16,1 ha für die nächsten 10 Jahre.

Insgesamt werden in den Widmungskategorien Wohn-, Kern-, und Dorfgebiet sowie Gemischtes Baugebiet daher mindestens 16,1 ha Wohnbauland ausgewiesen.

Für das angenommene Bevölkerungswachstum und die Verteilung der Wohnungen auf die Bebauungsformen ähnlich Szenario B (Bevölkerungsobergrenze von 8.000 Einwohnern) ergibt sich ein Bedarf an etwa 320 Wohnungen:

- 110 Wohnungen in Einfamilienhäusern
- 80 Wohnungen in Doppel- oder Reihenhäusern
- 130 Wohnungen im mehrgeschossigen Wohnbau“

(DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 63)

Mein Baugebiet weist eine Bruttobaufläche (ohne den 20 Meter breiten Uferstreifen) von 30.550m<sup>2</sup> (3ha) auf. Die Nettobaufläche (ohne Parkplätze) beträgt 21.520m<sup>2</sup> (2,15ha). In der Endausbaustufe sind 76 Wohneinheiten geplant. Pro Wohneinheit sind 4 Bewohner möglich. Realistischer weise kann mit 3,5 Bewohner gerechnet werden. Dies ergibt 266 Einwohner für die gesamte Siedlung. Die Nettowohndichte beträgt somit 123 Einwohner pro ha. Zählt man die fix zu den Wohnungen gehörenden Parkplätze zum Nettobauland erhält man immer noch eine Dichte von 115 E/ha.

„Das Multifunktionale Viertel Steinmetz beidseits der Prager Straße südlich der Gusen wird mit einem Standort für den förderbaren mehrgeschossigen Wohnbau Am Damm sowie dem Gelände für das BORG abschnittsweise als Kerngebiet festgelegt.“ (DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 64)

Dieses Vorhaben aus dem Jahr 2001 ist bereits mehrfach überholt. Aufgrund des Hochwassers 2002 wurde von der Oberösterreichischen Landesregierung der Bebauungsplan für das Gebiet geändert. Teile davon befinden sich nun im Bereich des 30- bzw. 100-jährigen Hochwassers und dürfen nicht mehr bebaut werden. Des Weiteren wurde das Gymnasium (BORG) komplett gestrichen. 2004 wurde dann die Umfahrungsstraße fertiggestellt. Nun ist das besagte Gebiet gänzlich von Dämmen umschlossen. Das Bauverbot seitens der Landesregierung blieb jedoch bestehen, kann aber lt. Auskunft der Gemeinde aufgehoben werden.

„Um einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Umweltqualität, zur Luftreinhaltung und zum Klimaschutz zu setzen, wird der Energieverbrauch durch energiesparende Bebauungsformen gesenkt: Gebäude in verdichteter Flachbauweise und förderbarer mehrgeschossiger Wohnbau in den einzelnen Wohnvierteln.“ (DIPL-ING HORACEK, DIPL-ING STÖGLEHNER, & DIPL-ING BIRNGRUBER, 2001, S. 66)

Mein Konzept versucht nicht nur den Energieverbrauch für den Betrieb des Gebäudes zu senken, sondern auch den Ressourcen- und Energieverbrauch, welcher für den Bau des Gebäudes benötigt wird, zu verringern. Dies gelingt vor allem durch die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen, welche in der näheren Umgebung zu finden sind. So kann auch der Energieverbrauch für den Transport minimiert werden. Es sollte vor allem darauf geachtet werden, so wenig wie möglich Stahl und Beton zu verwenden. Für die Produktion und den Transport dieser beiden Baustoffe muss ein großer Anteil an Energie („Graue Energie“) aufgewendet werden.

### 3.3 Grundstück

Das Grundstück liegt am südlichen Rand des Gemeindegebietes. Im Norden wird es durch die Große Gusen begrenzt. Im Süden und Osten grenzt es an eine Umfahrungsstraße, welche jedoch mittlerweile durch einen neuen Autobahnanschluss in Engerwitzdorf, eine geringe Frequentierung aufweist. Im Westen wird Das Grundstück durch die bestehende Bebauung entlang der Hauptstraße begrenzt. Innerhalb dieser Grenzen befindet sich zurzeit bereits ein Übungsplatz der örtlichen Fahrschule. Des Weiteren ist ein Supermarkt in Planung, welcher ebenfalls innerhalb der Umfahrungsstraße gebaut werden soll.

Die Wahl fiel vor allem aufgrund der Hochwasserproblematik und der damit verbundenen Herausforderungen auf dieses Grundstück. Die Gemeinde sucht bereits seit nahezu zehn Jahren nach einem Konzept für einen mehrgeschossigen Wohnbau. Bis jetzt konnte kein realisierbares Konzept gefunden werden an welchen die Wohnbauträger Interesse hätten. Somit steigt der Druck seitens der Betriebe das Areal in ein Betriebsbaugebiet umzuwidmen. Dies ist jedoch nicht im Sinne der Gemeinde und des Örtlichen Entwicklungskonzeptes. Aufgrund dieser Problematik und der damit verbundenen Herausforderungen habe ich versucht, für dieses Grundstück, ein realisierbares Konzept zu entwickeln. Ausgenommen die Hochwassergefahr sprechen alle anderen Eigenschaften des Grundstückes für eine Wohnbebauung. Vor allem die Zentrumsnähe und die damit verbundenen kurzen Wege zu Geschäften, Gesundheitseinrichtungen und Ausbildungsstätten sprechen für die Nutzung als Bauland für Wohnbauten.

Das Grundstück ist in etwa 60.500m<sup>2</sup> (6,05ha) groß. Davon benötigt der, sich bereits in der Planungsphase befindliche Supermarkt (Billa) 5.500m<sup>2</sup>. Des Weiteren wird ein etwa 20 Meter breiter Uferstreifen entlang der Gusen von Bebauung freigehalten und als Park (4200m<sup>2</sup>) verwendet. Weiters wir noch ein Gebiet in der Größe von 3.000m<sup>2</sup> für einen Freizeitpark mit Beachvolleyballplatz, Basketballplatz und Skater-Platz verwendet. Somit verbleiben 47.800m<sup>2</sup> (4,78ha) für die Bebauung. Aufgrund der Berechnungen des Städtebaulichen Entwicklungskonzeptes über den Bedarf an Wohnraum ist diese Fläche mehr als ausreichend. Benötigt werden von mir lediglich 31.300m<sup>2</sup> (3,13ha). Die restliche Fläche bleibt vorerst landwirtschaftlich genutztes Gebiet.



Abbildung 28: Bebauungsgebiet (Doblhammer, 2009)



Abbildung 29: Bauplatz (Doblhammer, 2009)



Abbildung 30: Bauplatz (Doblhammer, 2009)



## 3.4 Verkehrskonzept

Ich habe mich für das Konzept einer autofreien Siedlung entschlossen und tat dies aus mehreren Gründen.

Der wichtigste Grund sind die Kosten Seitens der Gemeinde und viel wichtiger Seitens der Bauherren. Die Bauherren ersparen sich einen erheblichen Teil an Grundstücksfläche, dadurch konnten die Grundstücke kleiner dimensioniert werden. Die Gemeinde erspart sich die Kosten für die Erbauung und die Erhaltung der Straße.

Ein weiterer Grund liegt in der Problematik der Versiegelung an Grundfläche. Diese wiederum führt zu einer erheblichen Mehrbelastung des Kanalsystems und der Kläranlage, welche ohnehin schon an ihrer Kapazitätsgrenze arbeitet. Des Weiteren steigt die Gefahr von Überschwemmungen durch die Verringerung von Rückhaltemöglichkeiten von Regenwasser.

Der wichtigste Grund für mich war jedoch der Gewinn an Lebensqualität. Meiner Meinung nach sollte der motorisierte Individualverkehr uns das Leben vereinfachen und nicht mehr Probleme verursachen als er löst. Dem Vorteil der Bequemlichkeit, bei Planung des Individualverkehrs bis auf das eigene Grundstück, steht eine nicht geringe Anzahl an Nachteilen gegenüber. Neben den objektiv erfassbaren Problemen der höheren Kosten für die Gemeinde, der Beeinträchtigung der Umwelt und dem erhöhten Platzverbrauch, existieren auch noch Nachteile, welche nur schwer messbar sind. Diese Nachteile sind individuell und ihre Wirkung ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich stark. Ein häufiges Problem ist ein erhöhter Stresspegel durch den Verkehrslärm. Auch nimmt das Bedrohungspotential der Straße ab. Auch auf einer Siedlungsstraße, welche selten befahren wird, fühlt man sich als Fußgänger nicht unbedingt wohl. Auf einer Straße, auf welcher jedoch keine Autos fahren, fühlt man sich als Fußgänger entspannter und sicherer. Weiters bin ich der Meinung, dass sich Leute gegen eine unbefahrene Straße weniger abschotten. Ich möchte verhindern, dass die Menschen hohe Zäune oder Hecken zur Straße hin errichten.

Mein Konzept unterbindet den Motorisierten Individualverkehr nicht sondern er wird lediglich vom direkten Wohnraum ferngehalten. Es ist leider zurzeit für die meisten erwerbstätigen Menschen in Gallneukirchen unmöglich auf das Auto zu verzichten. Die meisten Einwohner arbeiten in Linz und Umgebung. Es wäre zwar möglich Gallneukirchen mit etwa vier Haltestellen für den öffentlichen Verkehr abzudecken, das Problem befindet sich aber auf der anderen Seite. Die meisten Arbeitsplätze befinden sich nicht im Zentrum von Linz sondern im Süden von Linz verteilt auf einer sehr großen Fläche. Hier ist es nahezu unmöglich diese Fläche mit öffentlichen Verkehrsmitteln adäquat abzudecken. Auch werden die Menschen im Bezug auf ihre Arbeitszeiten immer flexibler. Dies lässt sich schlecht mit öffentlichen Verkehrsmitteln vereinbaren. Lediglich im Bereich der VOEST Alpine werden die öffentlichen Verkehrsmittel noch angenommen. Hier arbeiten viele Menschen auf begrenzten Raum und mit ähnlichen Arbeitszeiten. Dort ist eine Versorgung mit öffentlichen Verkehrsmitteln gut und wirtschaftlich realisierbar.

Mein Konzept besteht im Kern aus vier, ungefähr gleich großen, Parkflächen, welche am Rand meines Bebauungsgebietes angeordnet sind. Die Anzahl ergibt sich aus den Bauphasen in welchen die Siedlung errichtet wird. Die Siedlung wird in vier Etappen über 10 Jahre hinweg erbaut. Das sind pro Bauphase jeweils 20 Häuser inklusiv der benötigten Parkplätze. In meiner Planung rechne ich mit 2

Stellplätzen pro Haus was pro Bauphase 40 Parkplätze ergibt. Besucherparkplätze sind hier bereits inkludiert.

Die einzelnen Parkplätze werden ihren Eigentümern bzw. ihren Mietern fix zugewiesen. Pro Haus steht ein fix überdachter Parkplatz zur Verfügung. Die maximale Entfernung vom Stellplatz zum Haus beträgt nicht mehr als 110 Meter. Die durchschnittliche Entfernung beträgt sogar nur 50 Meter. Dies ist meiner Meinung nach den Menschen ohne nennenswerten Komfortverlust zumutbar. Die Zufahrt für die Rettungskräfte oder die Lieferung von sperrigen Gegenständen ist über die Fußwege, welche für diesen Fall verwendet werden können, gewährleistet.

In der Mitte meiner Siedlung befindet sich ein Platz, welcher als soziales und geografisches Zentrum für diese dienen soll. Er wird bereits mit der ersten Bauphase errichtet. Von diesem Punkt aus verlaufen die fünf Hauptwege sternförmig auseinander. Vier von ihnen führen jeweils zu einem der Parkplatzflächen und der fünfte führt zu einem bestehenden Fußgängersteg über die Gusen und anschließend zum Stadtplatz. So ist eine Fußverbindung ohne Umwege direkt ins Zentrum gewährleistet. Dieser fünfte Fußweg kreuzt darüber hinaus den bereits bestehenden Fuß- und Radweg am Damm entlang der Gusen, welcher in das regionale Wander- und Radwegenetz integriert ist und rege genutzt wird. Die Hauptwege haben eine Breite von 3,40 Meter und sind mit einem Asphaltbelag versehen. Alle Gebäude, welche an einen Hauptweg angrenzen werden auch über diesen erschlossen. Zuerst sah mein Konzept vor alle Häuser über die Nebenwege zu erschließen. Aufgrund der dadurch größeren Verkehrsfläche kam ich davon ab und entschied mich für eine direkte Erschließung über die Hauptwege. Da meine Hauptwege für gewöhnlich nicht befahren werden, stellt dies keinen erkennbaren Nachteil dar. Das Gebiet zwischen den Hauptwegen wird über Nebenwege erschlossen. In unregelmäßigen Abständen werden diese durch kleine längliche Plätze unterbrochen. Die Eingänge von jeweils vier bis fünf Häusern werden von diesen Plätzen aus erschlossen. Die Nebenwege haben eine Breite von 2,50 Meter, sind ebenfalls asphaltiert und können in Ausnahmefällen befahren werden.

Das Niveau aller Wege befindet sich etwa 40cm über dem Gelände. Dies wird mittels kleinen Dämmen erreicht. Die Dämme bilden jedoch keine Sperren für ein eventuelles Hochwasser. Sie sind durchlässig. Mein Ziel ist, dass sich das Wasser gleichmäßig auf dem gesamten Gebiet verteilt und so der Wasserspiegel niedrig gehalten wird.

### 3.5 Grünraumgestaltung

Im Städtebaulichen Entwicklungskonzept gibt es die Empfehlung einen 20 Meter breiten Uferbereich von Bebauung freizuhalten und zu begrünen.

Dieser Empfehlung bin ich gefolgt und habe darüber hinaus den begrüneten Bereich bis in mein Siedlungszentrum gezogen. Die neue Siedlung sollte auf keinen Fall die Attraktivität des Uferweges als Rad- und Wanderweg beeinträchtigen. Der somit entstandene Park kann ebenfalls, von den am anderen Ufer lebenden Bewohnern eines Alten- und Pflegeheimes, genutzt werden. Hier bestand schon lange die Forderung, diesen eine adäquate Grünfläche anzubieten. Mit Ausnahme des zentralen Platzes und einigen Bereichen zwischen den Parkplätzen, gibt es keine weiteren



öffentlichen Grünbereiche innerhalb der Siedlung. Durch die offene Gartengestaltung der einzelnen Grundstücke ist dies auch nicht nötig. Die privaten Gärten grenzen direkt an die öffentlichen Wege.

Am östlichen Ende des Planungsgebietes wurde von mir ein Sportbereich für Jugendliche vorgesehen. Der Bereich wird durch einen der vier Parkplätze von der Siedlung getrennt, wodurch schon im Vorhinein mögliche Konflikte vermieden werden. Das Areal hat eine Größe von 80 Meter mal 36 Meter (2.900m<sup>2</sup>) und besitzt einen Beachvolleyballplatz, einen Bereich zum Skaten und einen Kombiplatz für Street Soccer und Basketball.

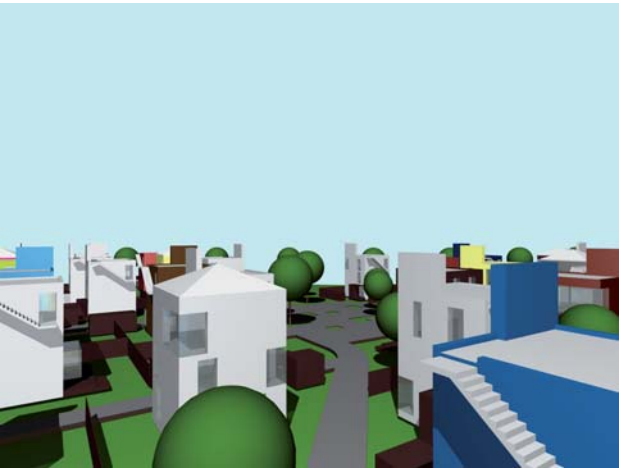
Die privaten Grünflächen sind zweigeteilt. Dies ist einer der Kernpunkte meines Konzeptes. Es gibt jeweils eine sehr offene und einsehbare Grünfläche, welche um das Haus herum angeordnet ist und als Gegensatz dazu besteht für jeden Bewohner die Möglichkeit das Flachdach als privaten und uneinsehbaren Freibereich zu nutzen. Diese Zweiteilung entstand aus der Erkenntnis heraus, dass es nicht nötig ist den gesamten Freibereich vor Einblicken zu schützen. Es genügt, wenn ein gewisser Teil des Gartens vor fremden Blicken geschützt ist. Die Gartenfläche beträgt pro Haus ungefähr 220m<sup>2</sup> und der Freibereich auf dem Flachdach hat eine Größe von 50m<sup>2</sup>. Da alle Häuser etwa gleich hoch sind und einen Mindestabstand von 6 Metern zueinander aufweisen, ist der Dachgarten praktisch nicht einsehbar. Das Flachdach garantiert darüberhinaus noch einen Freibereich, welcher zu 100% von der Sonne beschienen wird. Durch die Höhe der Gebäude kann es, trotz Mindestabstand von 6 Meter zueinander, vorkommen, dass Teile des Gartens beschattet werden. Durch die geringe Breite der Häuser ist der Schatten jedoch sehr schmal.



STÄDTEBAU M=1:1000



AUSSCHNITT STÄDTEBAU M=1:500



### 3.6 Infrastruktur in der Umgebung

Vom Zentrum der Siedlung sind es lediglich 300 Meter bis zum Hauptplatz und nur 200 Meter bis zur Hauptstraße, an welcher alle für die Nahversorgung relevanten Geschäfte zu finden sind. Wie auf der Karte zu sehen befindet sich in der näheren Umgebung die Polizeistation, das Rote Kreuz, ein Ärztezentrum und eine Apotheke. Auch die Versorgung mit Lebensmittel wird durch die diversen Supermärkte gewährleistet. Durch die zentrale Lage können alle täglichen Besorgungen zu Fuß erledigt werden. Dies ist ein weiterer Punkt warum ich davon ausgehe, dass das Konzept einer autofreien Siedlung an diesem Standort Akzeptanz findet.

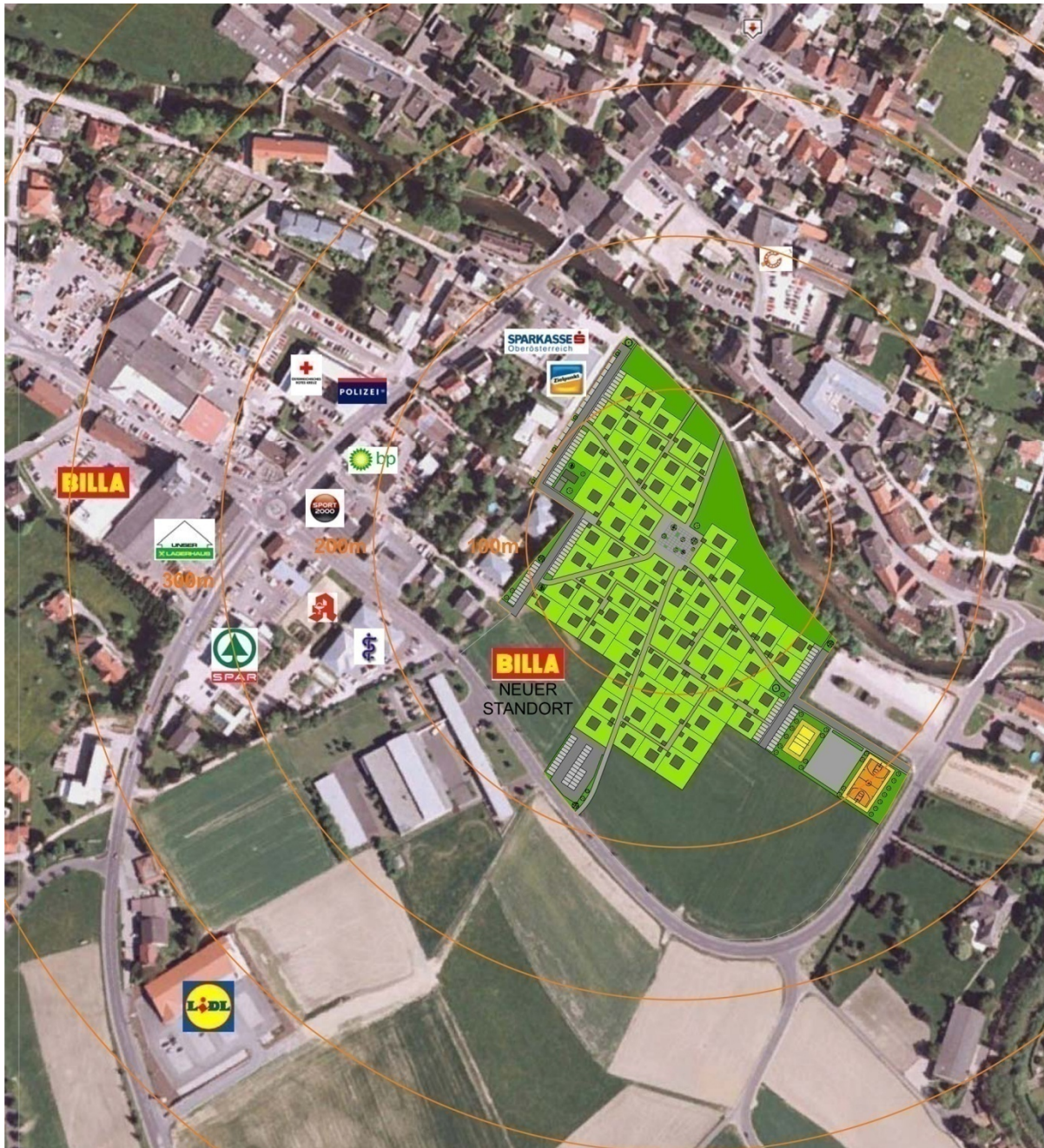


Abbildung 32: Umgebungsplan (Doblhammer, 2009) (Microsoft-Maps, 2009)

## 3.7 Visualisierungen



Abbildung 33: Visualisierung Städtebau (Doblhammer, 2009)



Abbildung 34: Visualisierung Städtebau (Doblhammer, 2009)



Abbildung 35: Visualisierung Städtebau (Doblhammer, 2009)



Abbildung 36: Visualisierung Städtebau (Doblhammer, 2009)

# 4.

# Bautechnik



# 4. Bautechnik

## 4.1 Statik

### 4.1.1 Absichten

Ziel war es das statische Konzept so zu gestalten, dass eine maximale Flexibilität des Gebäudes bei minimalen Änderungen an der tragenden Struktur des Gebäudes möglich ist. Erreicht wurde dies durch eine Reduktion der tragenden Wände. Pro Geschoss gibt es lediglich fünf tragende Wände, wobei es sich bei vier um Außenwände handelt. Somit gibt es lediglich eine tragende Innenwand, welche die Flexibilität des Grundrisses jedoch nicht mindert. Diese tragende Innenwand besteht aus zwei Stützen und einem Unterzug und kann dadurch auch offen gehalten werden.

### 4.1.2 Fundament

Vorweg, das Gebäude besitzt keinen Keller. Es gibt drei gute Gründe welche gegen eine Unterkellerung des Hauses sprechen.

- Das Baugebiet ist hochwassergefährdet. Noch problematischer ist jedoch der hohe Grundwasserspiegel, welcher lediglich eine Ausführung als sogenannte weiße oder schwarze Wanne zulässt.
- Wobei wir auch schon beim zweiten Punkt wären, den hohen Kosten. Selbst wenn ein „normaler“ Keller möglich wäre, erhöht dieser die Kosten unverhältnismäßig. Durch die Anordnung eines Lagerraumes im Erdgeschoss verliert man zwar etwas Grundfläche, dies steht jedoch finanziell in keinem Verhältnis zu den eingesparten Kosten.
- Auch aus ökologischen Gründen habe ich mich gegen eine Unterkellerung des Gebäudes entschieden. Der Energieverbrauch zur Herstellung von Beton ist sehr hoch. Vor allem die Erzeugung von Zement und der Transport von Beton verursachen einen hohen Verbrauch. Dadurch würde sich der ökologische Fußabdruck meines Gebäudes erheblich vergrößern.

Für die Fundierung meines Gebäudes verwende ich Stahlbetonpunktfundamente. Hierdurch wird der Verbrauch von Beton minimiert, was einerseits Kosten spart und andererseits ökologisch günstiger ist. Es gibt 9 Fundamente, wovon jeweils drei mit einem I-Träger oder einen Stahlbetonträger über der Erde überspannt werden. Quer zu diesen drei Trägern liegen die Holzträger der Bodenplatte auf. Zwischen diesen befindet sich Stroh zur Dämmung. Die Bodenplatte befindet sich mit ihrer untersten Ebene 30cm über dem Erdboden. Dies dient dem Schutz gegen Feuchtigkeit und auch gegen Hochwasser.

### 4.1.3 Wandaufbauten

Der Wandaufbau stellte mich vor die größte Herausforderung. Einerseits sollte die Fassade zur Einsparung eines Gerüsts bereits ab Werk fertiggestellt sein. Auf der anderen Seite sollte aber der Eigenleistungsanteil möglichst variabel und damit auch groß sein. Der wichtigste Punkt unter den Eigenleistungen ist das Einbringen des Strohs in die Wand. Dies geschieht wie alle Eigenleistungen

von Innen her. Das Versetzen der Strohballen von Innen dient der Sicherheit der Bauherren. Es sind keine Absturzsicherungen nötig. Außerdem besteht ein völliger Witterungsschutz, was vor allem beim Einbringen des Strohballens besonders wichtig ist. Feuchtigkeit ist der einzige Schwachpunkt von Stroh. Es darf beim Einbau keinesfalls eine zu hohe Feuchtigkeit (>14%) besitzen.

Statisch handelt es sich beim Gebäude um einen Holzriegelbau. Die Dicke der Außenwände ergibt sich aus der Strohballendicke von 35cm. Von daher rührt die Problematik der Form und Anordnung der Stützen in der Wand. Passt man die Dicke der Stütze der Dicke der Wand (35cm) an, dann führt das die Druckfestigkeit betreffend zu einer sehr schmalen Breite. Dies wiederum ist nicht möglich, da die Stütze sonst leicht ausknicken könnte. Plant man die Stütze nun einfach breiter, so verbraucht man unnötig Holz und der U-Wert der Wand verschlechtert sich. Als erste Lösung erschien mir ein I-Querschnitt ähnlich einem I-Träger aus Stahl. Doch führt dieser zu erheblichen Problemen bei der Einbringung der Strohballen. Diese müssten bei jeder Stütze extra zurechtgeschnitten werden, um den gesamten Hohlraum auszufüllen. Diese Problematik führte mich zu einem Kastenprofil. Hier wird das tragende Kantholz, welches sich innen und ein für die Befestigung der Fassade nötiges Kantholz, welches außen liegt, beidseitig mit OSB-Platten beplankt und bereits im Werk mit Dämmstoff gefüllt. Hierzu kann Glaswolle, Stroh oder Zellulose verwendet werden.

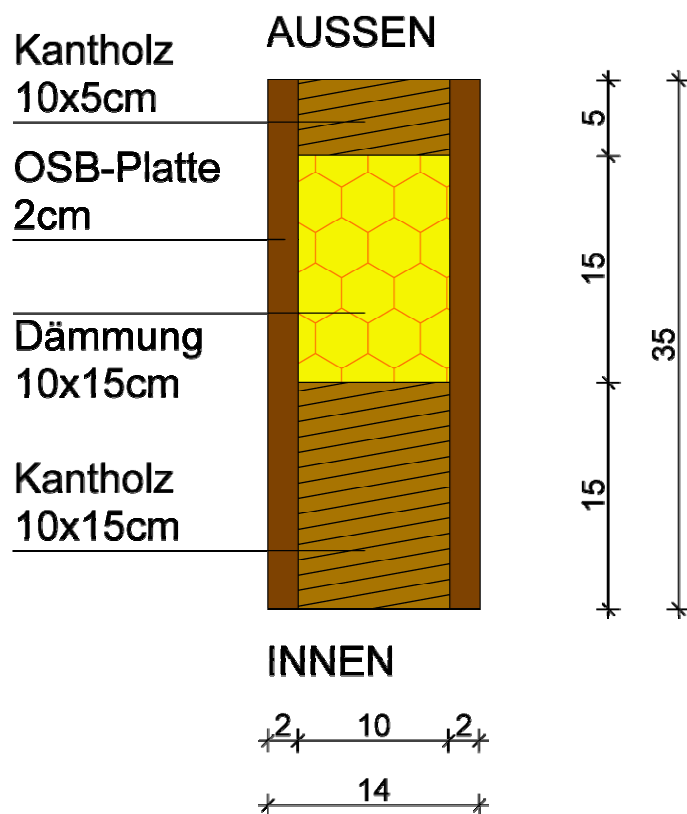


Abbildung 37: Stütze (Doblhammer, 2009)

An der Außenseite der Wand bildet die als Aussteifung wirkende OSB-Platte die Grundlage für die verschiedenen Fassadenoberflächen. Zur Auswahl stehen eine Lärchenholzfassade, eine Fassade mit Eternitplatten (Wellplatten), eine Fassade mit Fundermax-Platten oder ein Wärmedämmverbundsystem mit Dünnschichtputz.

An der Innenseite wird nach der Befüllung mit der Strohdämmung ebenfalls eine OSB-Platte angebracht. Bei dieser werden die Stöße verklebt, womit sie neben der aussteifenden Funktion auch noch die Funktion einer Dampfsperre erfüllt. Die nächste Schicht bildet eine 5cm dicke Heraklitplatte, welche den Brandschutz gewährleistet und als Installationsebene dient. Diese kann zum Abschluss mit Gips-, Zement- oder Lehmputz verputzt werden. Die Stützen in der Wand haben, wenn möglich, einen lichten Abstand von 70cm. Auf diese Länge können Strohballen gepresst werden und somit entfällt unnötige Zuschnittarbeit.

#### **4.1.4 Decken**

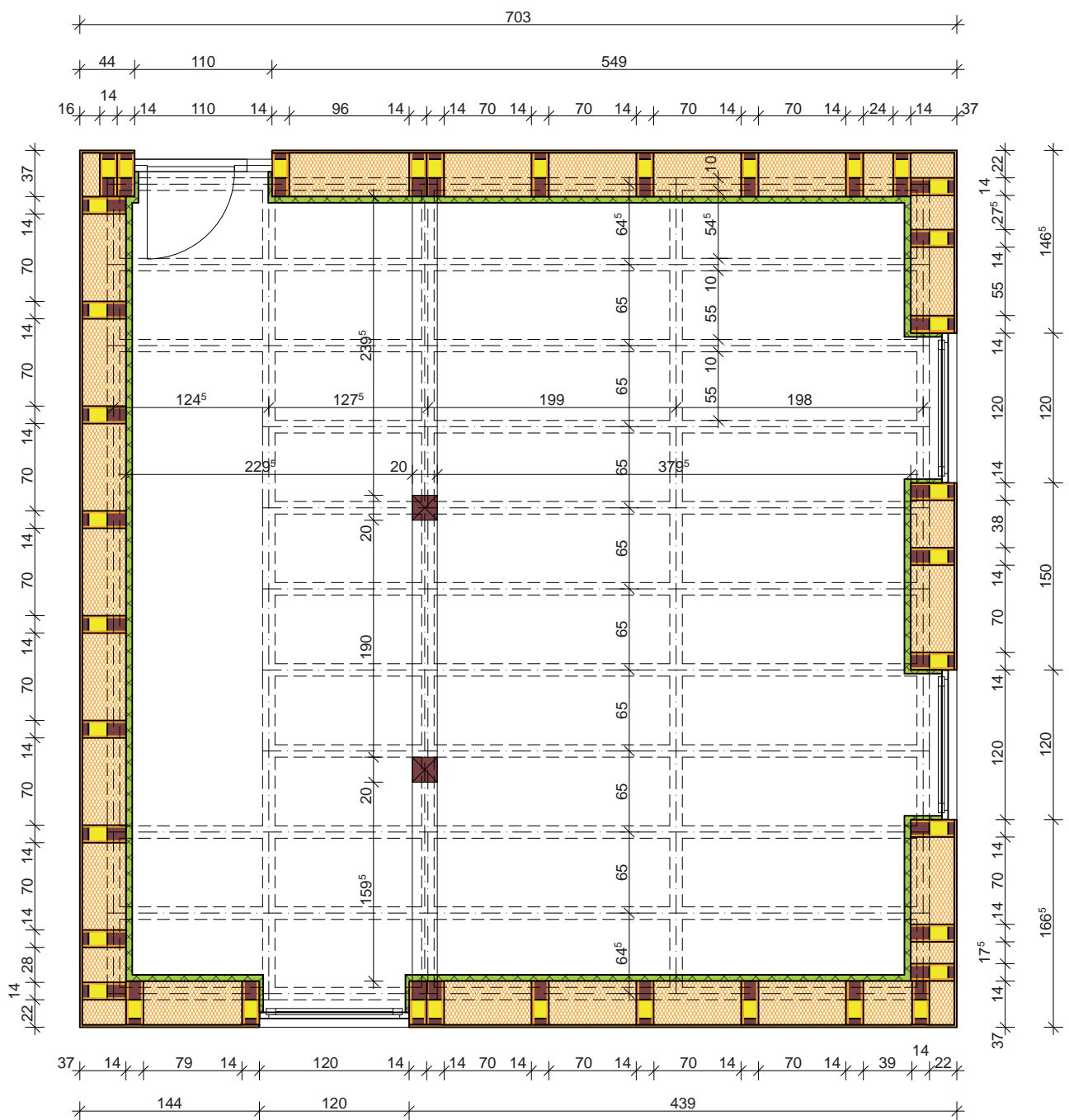
Als tragende Struktur dienen 10cm breite und 21,5cm hohe Holzträme, welche in einem Achsabstand von 65cm verlegt werden. Jeweils drei von ihnen werden mit einer an der Oberseite befestigten OSB-Platte als Fertigteil auf die Baustelle geliefert und versetzt. Im Endausbau werden diese dann von unten mit zwei Lagen Gipskartonplatten verkleidet, verspachtelt und gestrichen.

An der Oberseite folgt der Fußbodenaufbau, welcher aus einer Trittschalldämmung mit 3 cm, einer Folie, einem Estrich mit 6cm und dem Fußbodenbelag besteht.

#### **4.1.5 Dach**

Es werden zwei Dachformen angeboten. Ein Flachdach, welches begrünt werden kann und ein Zeltdach, unter dem zusätzlicher Stauraum Platz findet. Technisch werden beide als hinterlüftete Kaldächer ausgeführt. Die tragenden Träme besitzen den gleichen kastenförmigen Querschnitt wie die Stützen in der Außenwand. Dieser Querschnitt erhöht das Widerstandsmoment und minimiert den Wärmedurchgang. Die Träger besitzen eine Höhe von 35cm und einen Achsabstand von 65cm. Der Hohlraum dazwischen wird mit Stroh gedämmt. An der Oberseite werden sie bereits im Werk mit OSB-Platten beplankt und als Fertigteile versetzt. Die OSB-Platte wird an der Oberseite mit einer Unterdachbahn abgedichtet, um einen möglichen Feuchteintritt durch Flugschnee oder einer undichten Dachhaut zu vermeiden. Darüber befindet sich die Hinterlüftungsebene, die durch schräg zugeschnittene Holzpfosten gebildet wird. Auf diesen wird eine Holzschalung genagelt, welche nun auch eine Neigung von 2% besitzt. Sie dient als Ebene für die Dachabdichtung, welche durch ein Schutzvlies und eine Kiesschicht geschützt wird. In die Kiesschicht können Platten verlegt werden. Auch eine Extensive Begrünung des Flachdaches ist möglich.

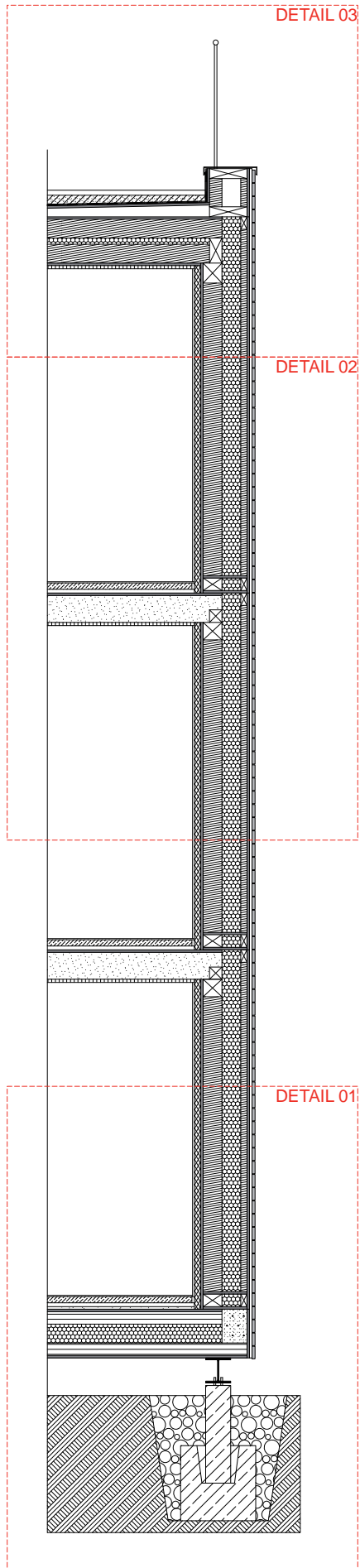
Das optionale Zeltdach besitzt eine Neigung von 25° und wird ebenfalls als Kaldach ausgeführt. Die Dämmschicht befindet sich auch hier in der Decke über dem 2. Obergeschoss. Die Träger der Decke werden der geringeren statischen Belastung angepasst. Zu diesem Zweck wird in den Trägern die Dämmschicht vergrößert und die Kanthölzer verkleinert. Statisch wirkt das Dach als Sparrendachstuhl, wobei die Hauptlast über die vier Gradsparren abgeleitet wird. Die anfallenden Zugkräfte werden von der Decke aufgenommen.



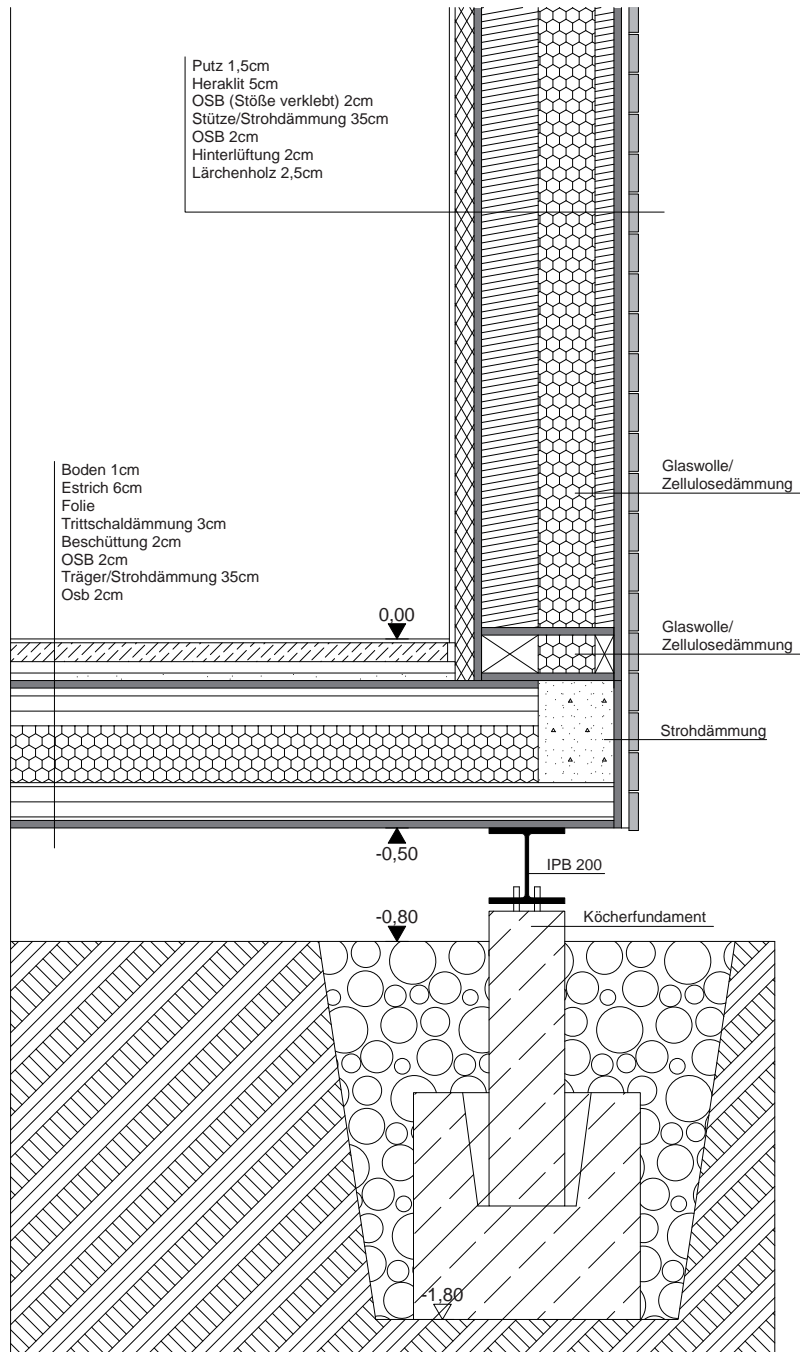
ERDGESCHOSS M=1:50





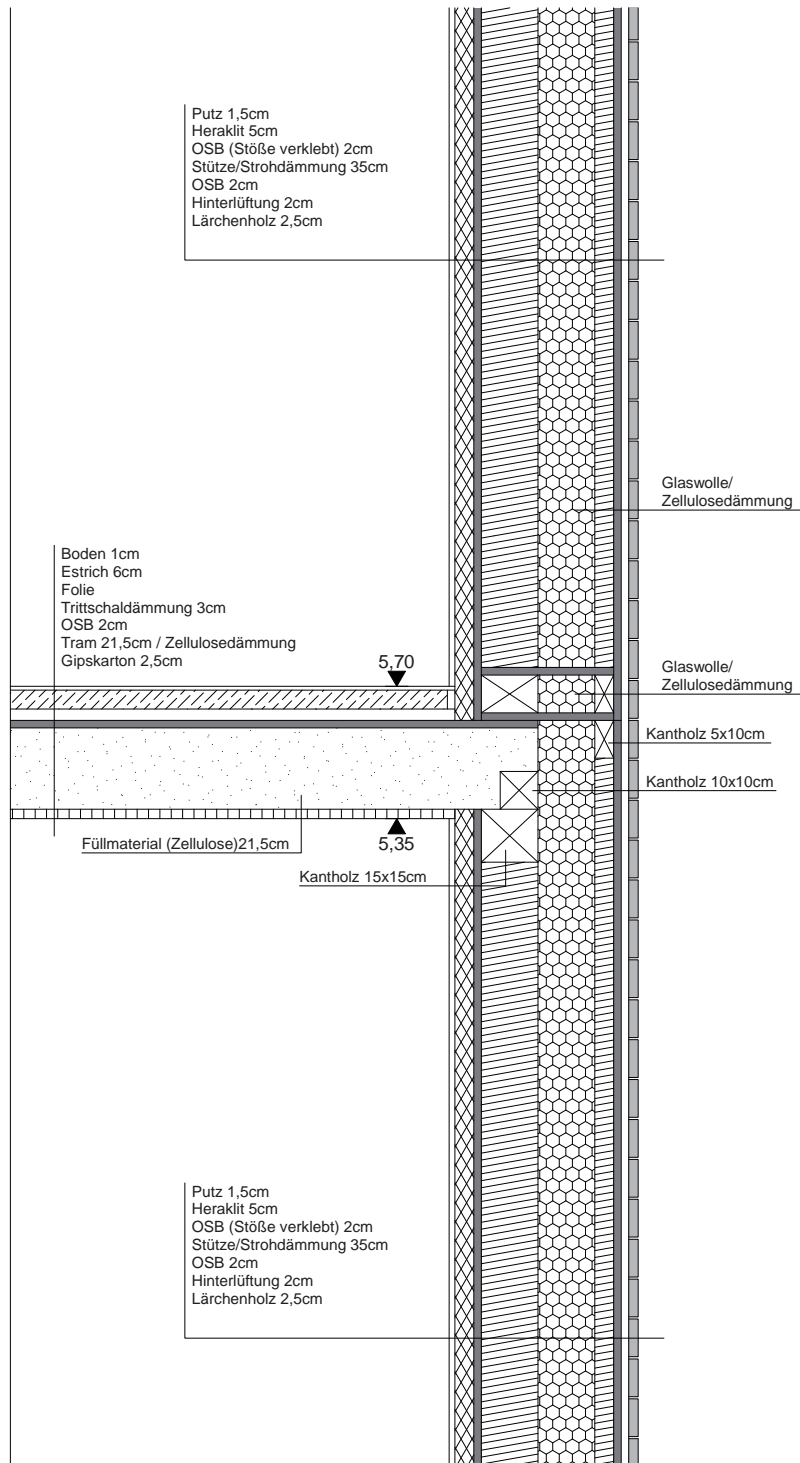


ÜBERSICHT DETAILS M=1:50

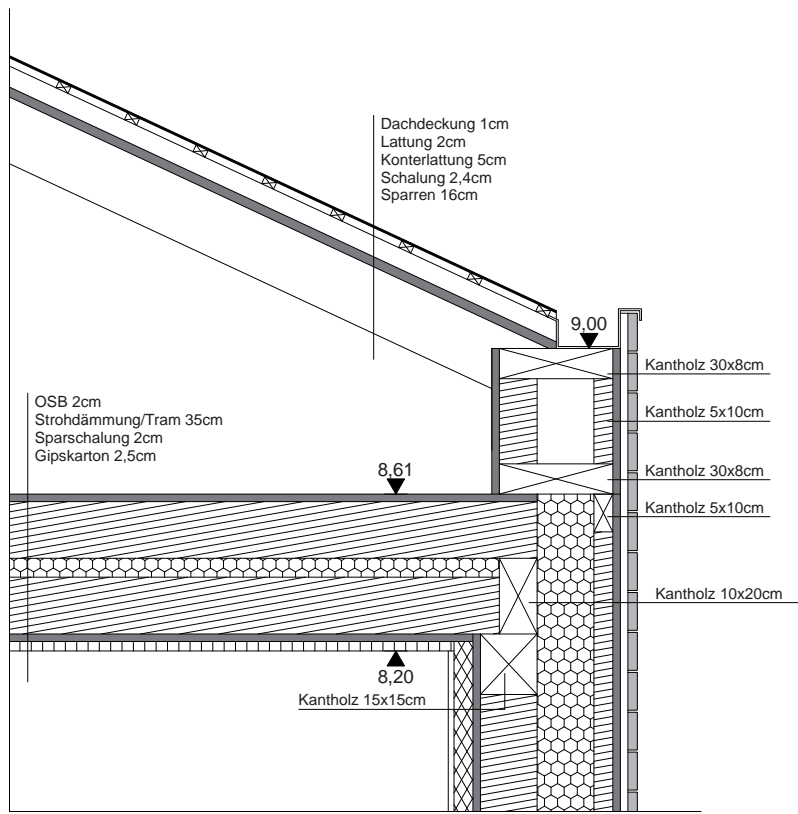


DETAIL 01 M=1:20

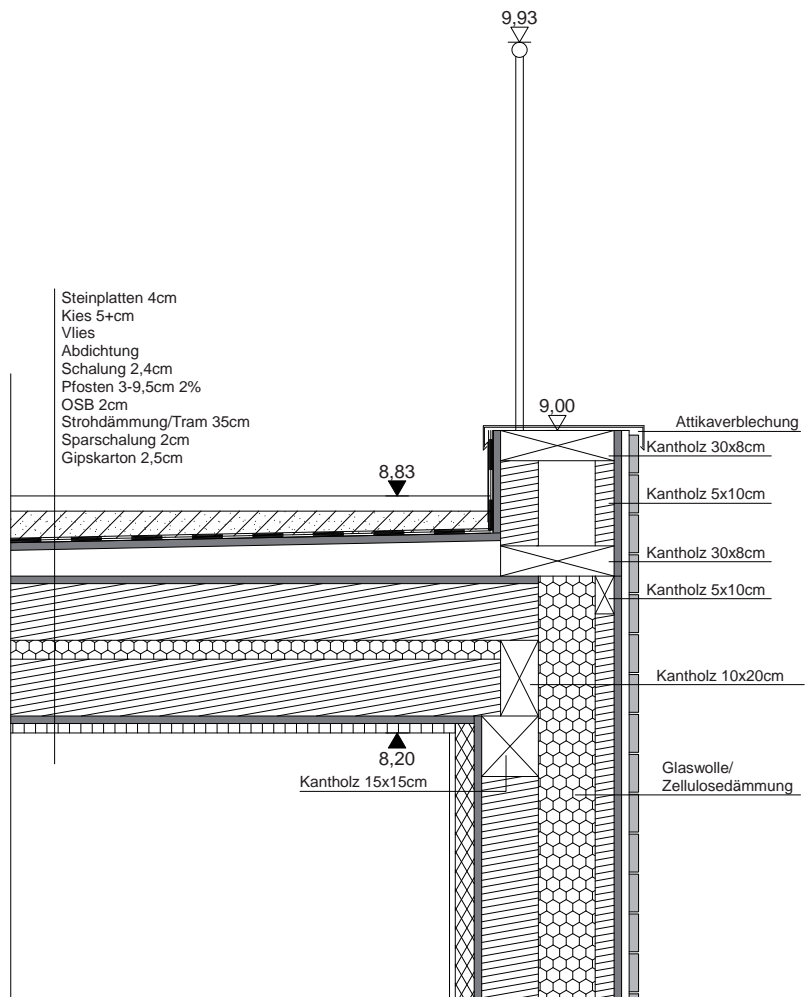




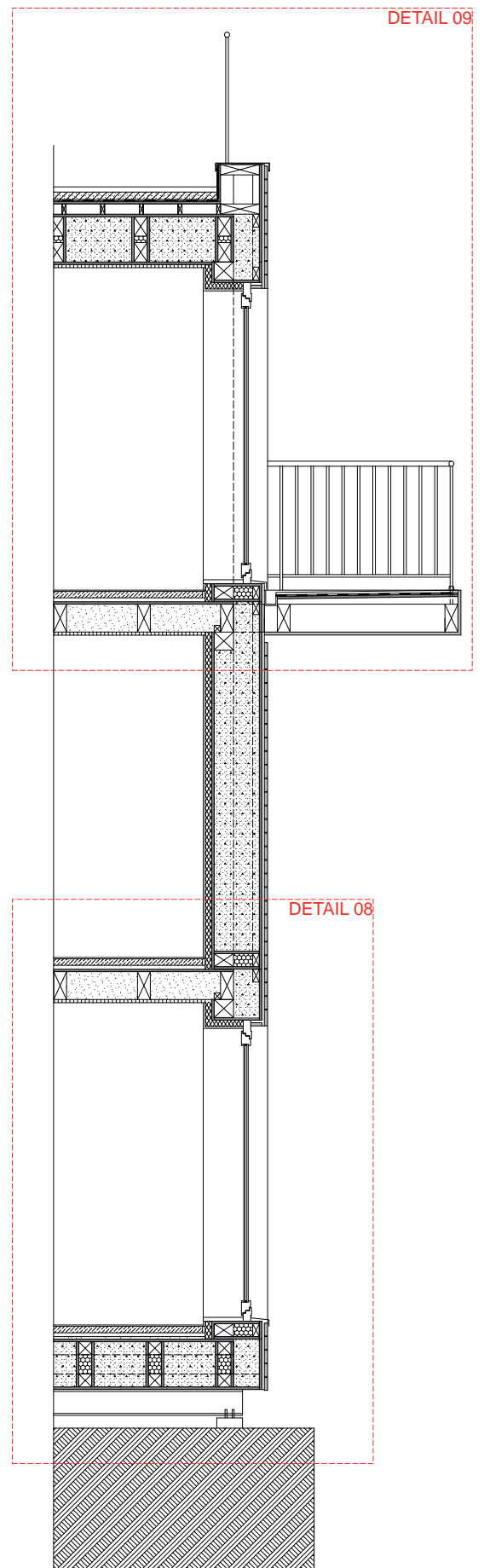
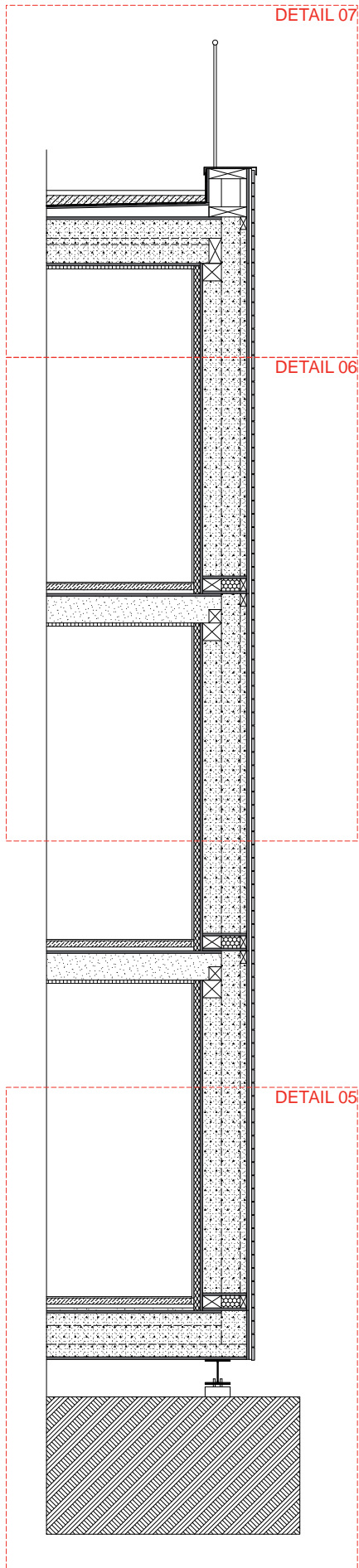
DETAIL 02 M=1:20



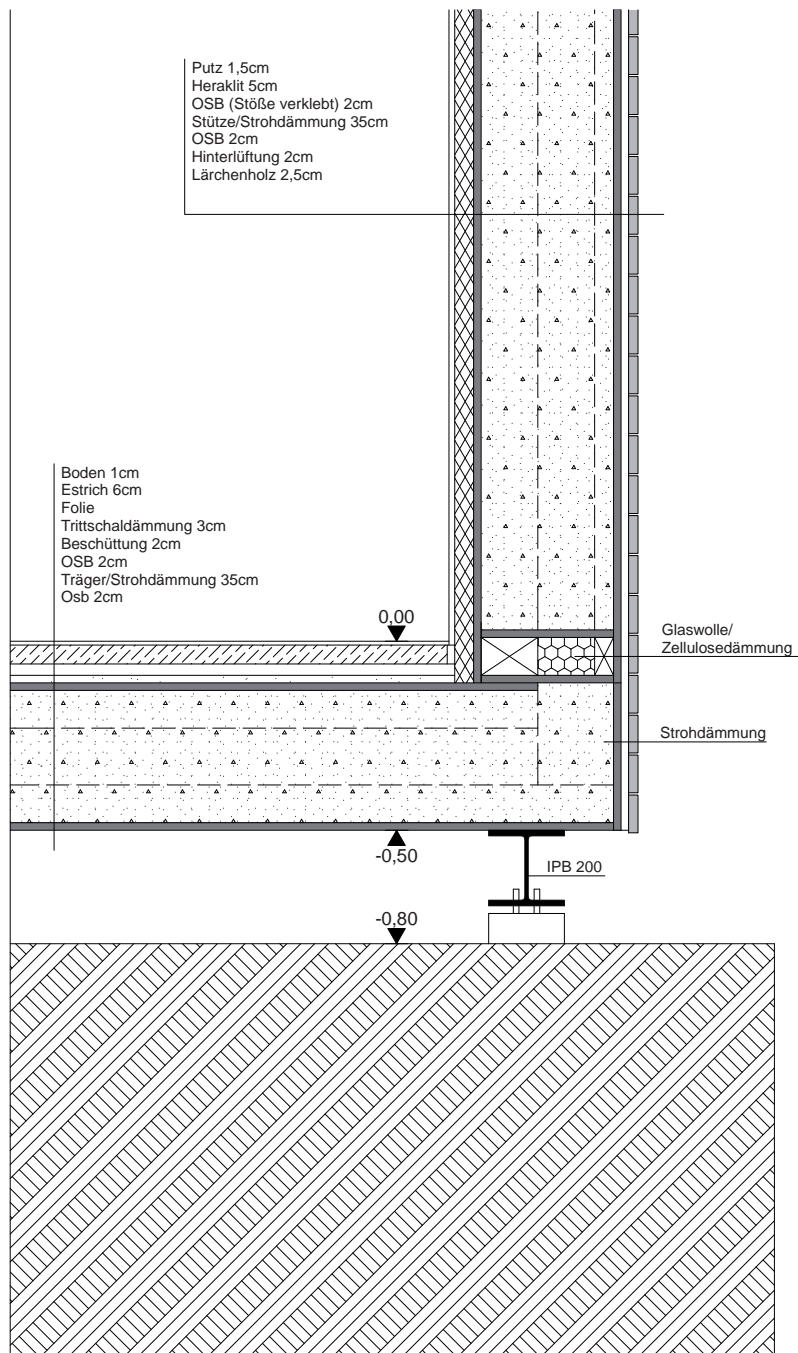
DETAIL 04 M=1:20



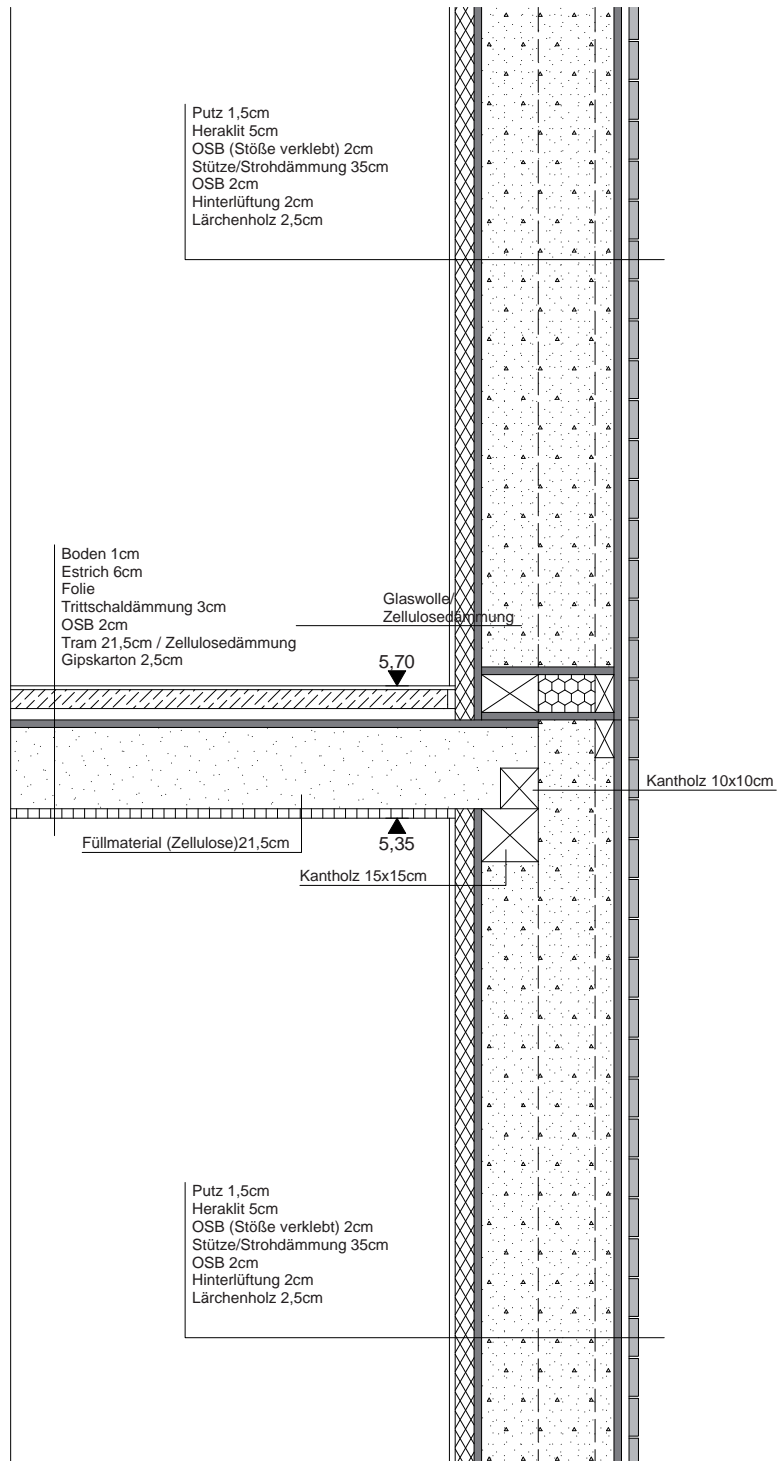
DETAIL 03 M=1:20



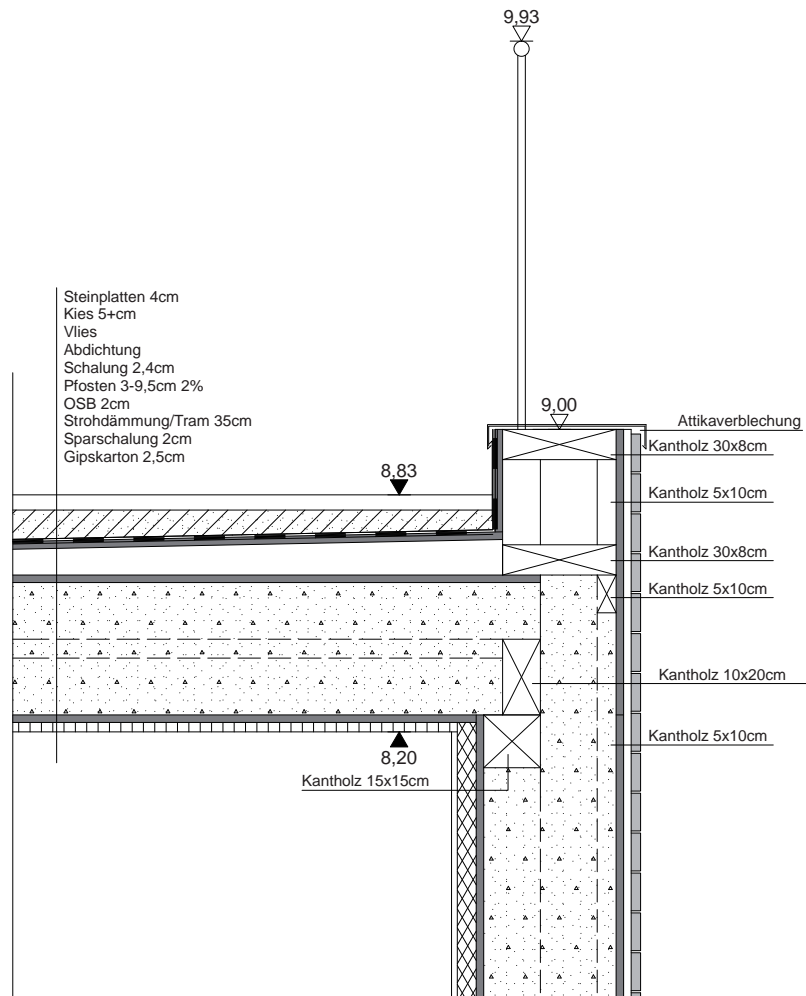
ÜBERSICHT DETAILS M=1:50



DETAIL 05 M=1:20

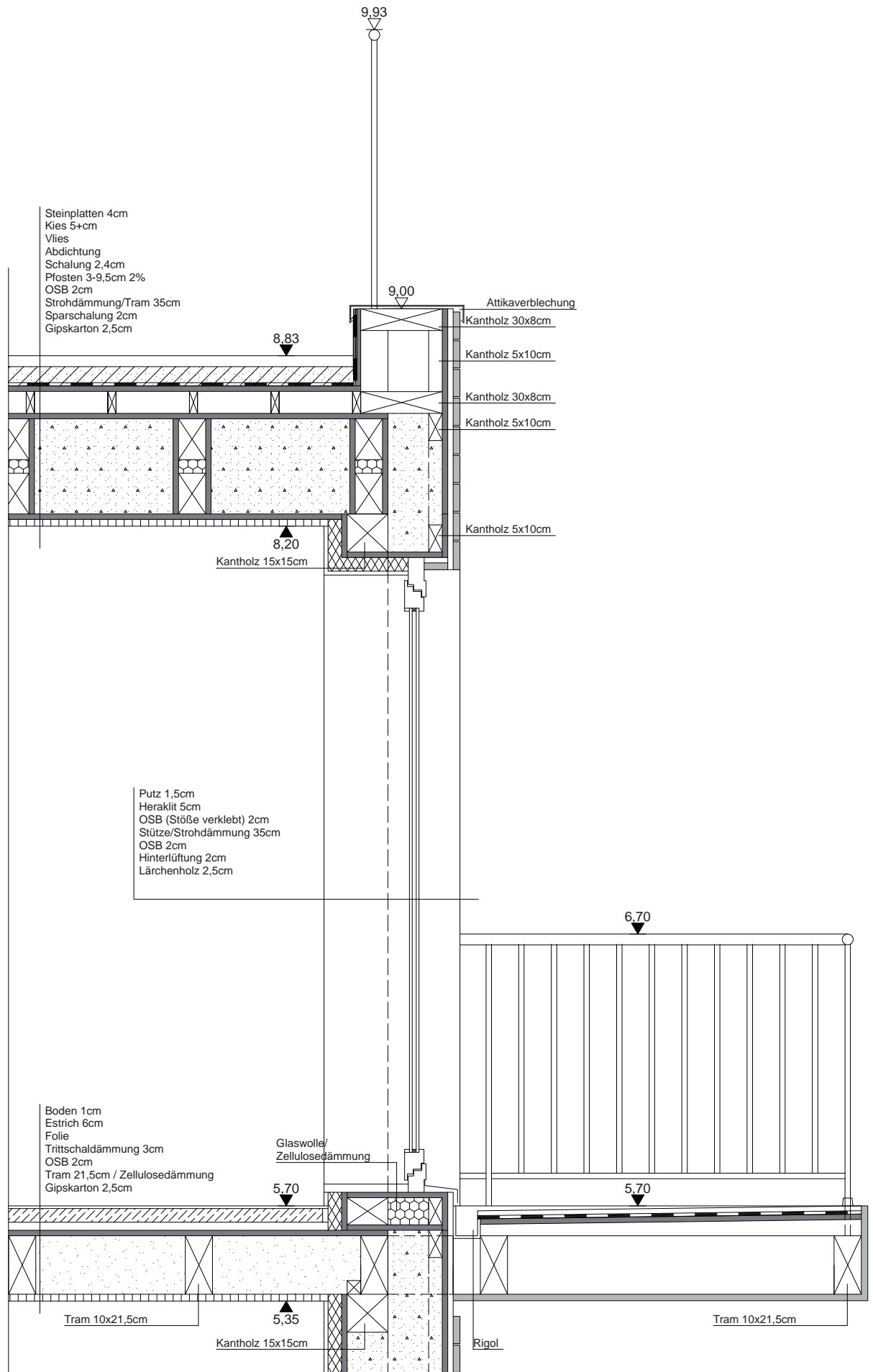


DETAIL 06 M=1:20



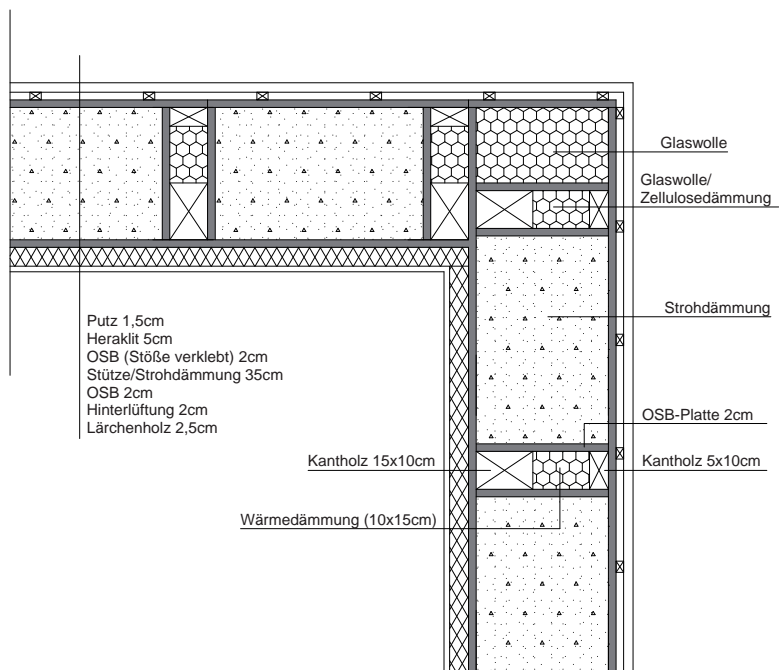
DETAIL 07 M=1:20





DETAIL 09 M=1:20





DETAIL 10 M=1:20

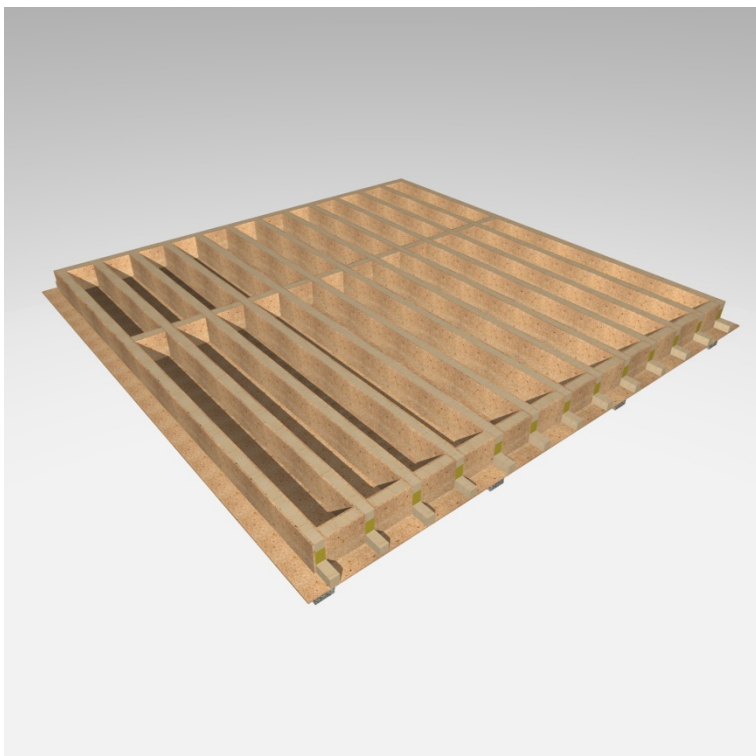
#### **4.1.6 Montageablauf auf der Baustelle**

Mein wichtigstes Ziel war es die Montage vor Ort auf der Baustelle so effizient und einfach wie möglich zu gestalten. Dies geschieht vor allem über den Faktor Zeit. Es sollte möglich sein den Hauptteil des Gebäudes innerhalb eines Tages zu errichten. Die Außenwände werden geschoßweise Mithilfe eines LKW Ladekranes als Fertigteile versetzt. Nach Vollendung der Montage der Außenwände und der Dachhaut ist das Gebäude von außen praktisch fertig. Es wird anschließend kein Gerüst benötigt. Alle anstehenden Arbeiten können vom Gebäudeinneren ohne aufwändige Sicherungen erledigt werden. Dies ist wichtig, um dem Ziel eines möglichst variablen Eigenleistungsanteils nahe zu kommen. Des Weiteren ist es für die Einbringung des Stroh von großer Bedeutung einen möglichst witterungsgeschützten Raum zu schaffen. Die einzige Problematik bei der Verarbeitung von Stroh stellt Feuchtigkeit dar. Hier können kostspielige Fehler durch die Bauherren im Vorhinein ausgeschlossen werden.



Herstellung der Punktfundamente (Köcherfundament). Montage der I-Träger (IPB 200, inkl. Rostschutz und Brandschutzanstrich). Optional können statt den I-Trägern Stahlbetonträger verwendet werden.

Abbildung 38: Montageablauf (Doblhammer, 2009)



Montage der Bodenplatte bestehend aus mehreren Elementen.

Abbildung 39: Montageablauf (Doblhammer, 2009)



Abbildung 40: Montageablauf (Doblhammer, 2009)

Montage der Erdgeschoss-Außenwände. Die Fenster in der Fassade werden, so wie die fertige Fassadenoberfläche, bereits im Werk montiert. Dieser Umstand hilft später durch den Entfall eines Gerüsts Zeit und Geld zu sparen. Zur selben Zeit wird die tragende Innenwand montiert. Sie besteht lediglich aus zwei Stützen 20x20cm und einem Unterzug. Diese Konstruktion wird je nach Grundrissanordnung ausgefacht oder sichtbar belassen.



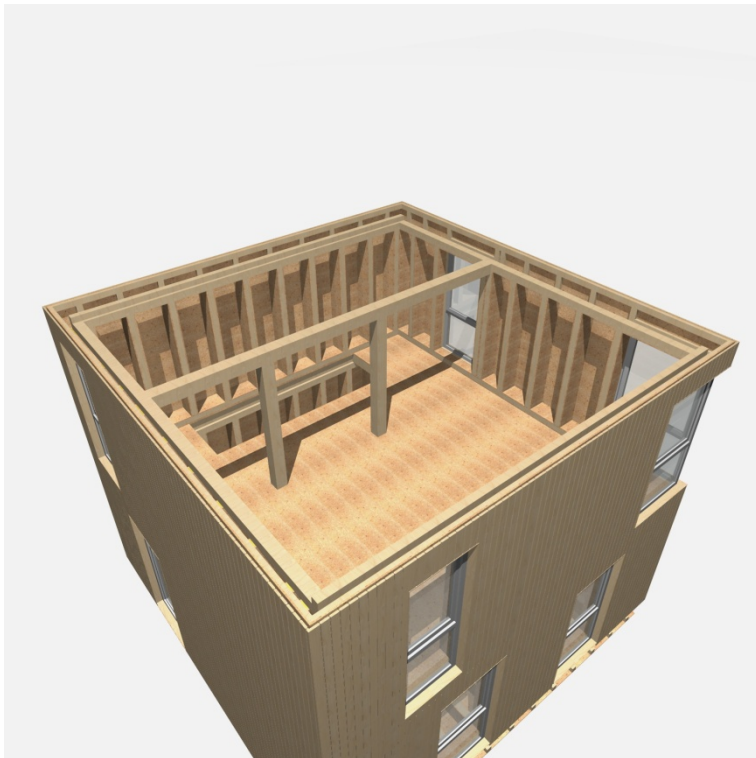
Abbildung 41: Montageablauf (Doblhammer, 2009)

Montage der vier Erdgeschossdeckenelemente. Die Elemente werden mit OSB Platten an der Oberseite versetzt, welche in dieser Visualisierung nicht dargestellt werden, um einen besseren Blick auf die Träger zu gewähren.



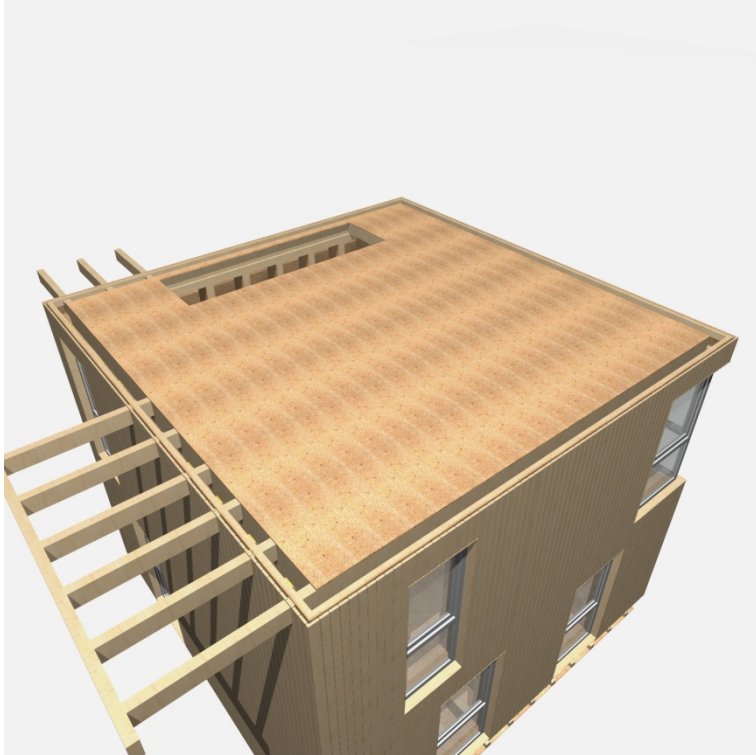
Zustand nach der Montage der Deckenelemente inkl. OSB Platten an der Oberseite.

Abbildung 42: Montageablauf (Doblhammer, 2009)



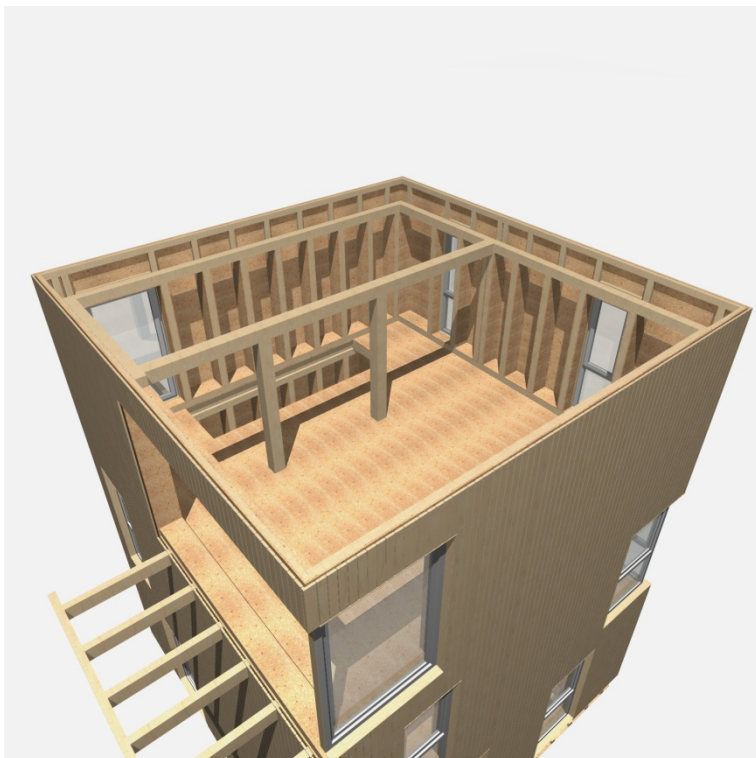
Montage der Außenwände im ersten Obergeschoss. Sämtliche Befestigungen werden vom Gebäudeinneren her angebracht. Es wird kein Gerüst benötigt.

Abbildung 43: Montageablauf (Doblhammer, 2009)



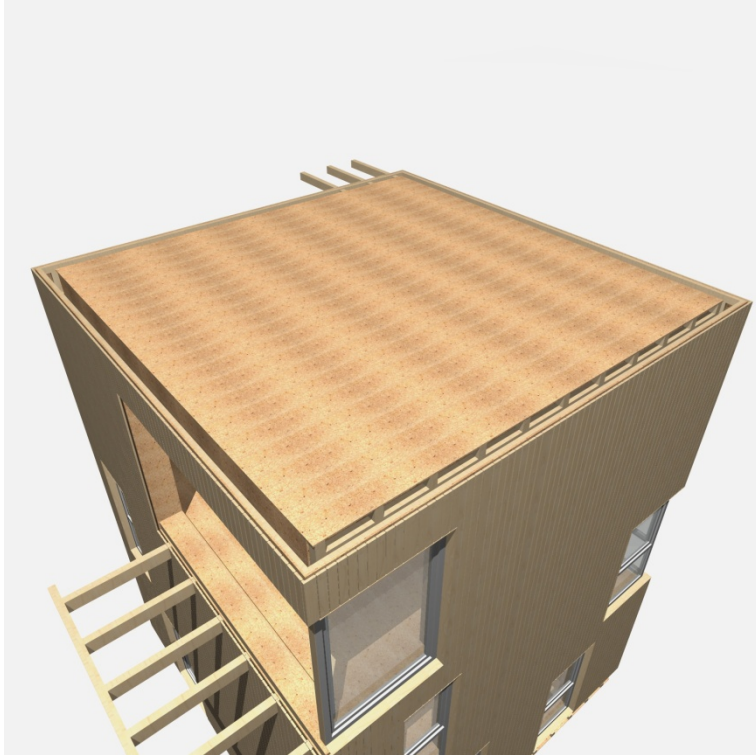
Versetzen der Decke über dem ersten Obergeschoss inklusiv der Auskragungen für den Balkon bzw. Wintergarten und den Treppenaufgang auf das Flachdach.

Abbildung 44: Montageablauf (Doblhammer, 2009)



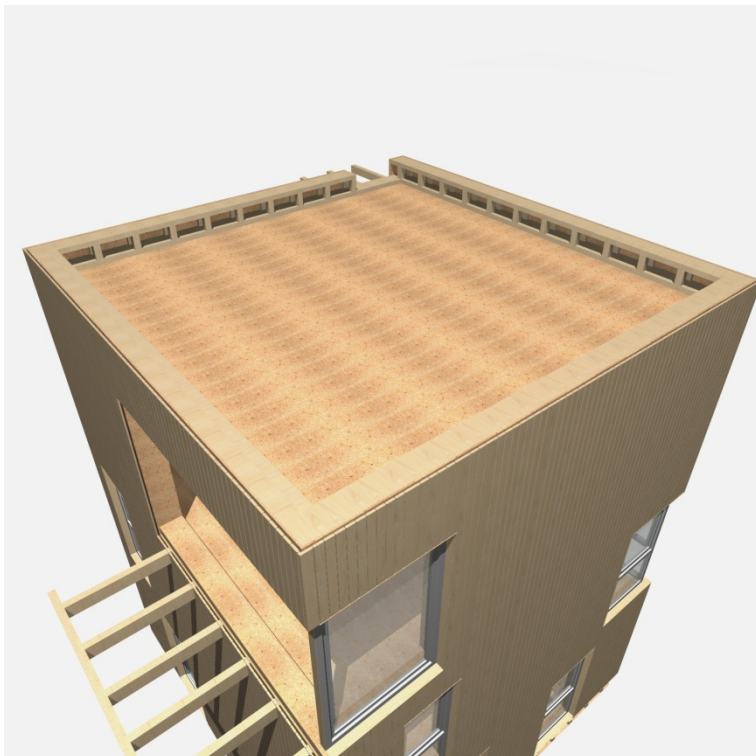
Montage der Außenwände des zweiten Obergeschosses.

Abbildung 45: Montageablauf (Doblhammer, 2009)



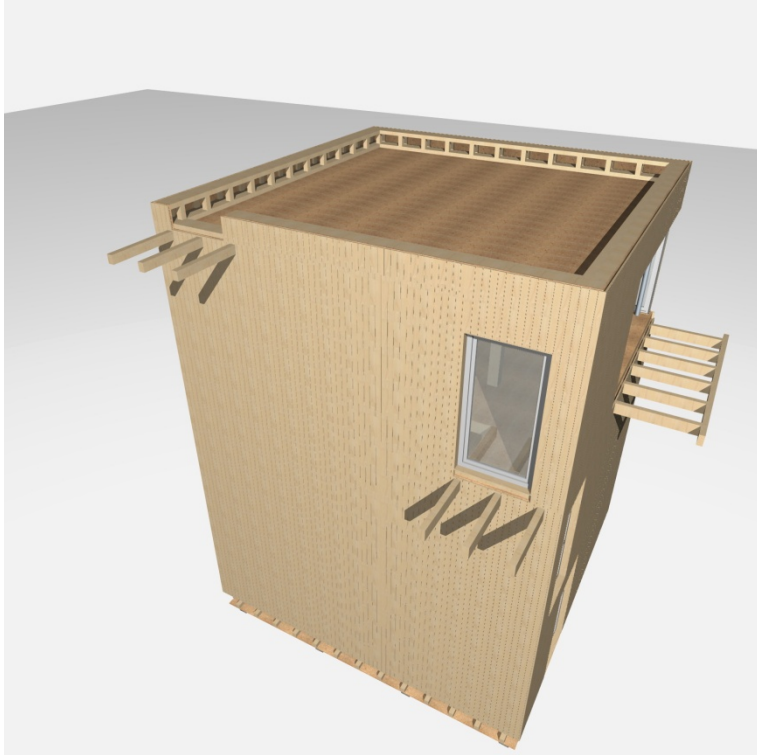
Versetzen der Decke über dem zweiten Obergeschoss inklusiv der Auskragung für den Treppenaufgang auf das Dach.

Abbildung 46: Montageablauf (Doblhammer, 2009)



Montage der Attika.

Abbildung 47: Montageablauf (Doblhammer, 2009)



Ansicht vor der Stiegenmontage.

Abbildung 48: Montageablauf (Doblhammer, 2009)



Montage der Stiege inklusiv sämtlicher Verkleidungen.

Abbildung 49: Montageablauf (Doblhammer, 2009)





Abbildung 50: Montageablauf (Doblhammer, 2009)

Einbringen der Strohdämmung.

Dies ist witterungsgeschützt von Innen her möglich. Die Stützen haben einen Abstand von 70cm, welcher der Länge der Strohballe entspricht.



Abbildung 51: Montageablauf (Doblhammer, 2009)

Montage der OSB Platten auf der Innenseite der Außenwände. Anschließend werden die Stöße verklebt. Somit wirken die OSB-Platten auch als Dampfsperre. Auf die OSB-Platten werden Heraklit Platten montiert. Diese dienen als Brandschutz, Installationsebene und auch als Putzträger.

## 4.2 Bauphysik

### 4.2.1 Heizsystem

Die Versorgung der gesamten Siedlung erfolgt über eine zentrale Hackschnitzelheizanlage. Eine solche Anlage versieht bereits seit 5 Jahren, in der Nachbargemeinde Alberndorf, ihren Dienst. Sie steht dort direkt im Ortszentrum und versorgt unter anderem die Volksschule mit Wärme. Es handelt sich hierbei um ein rein privates Projekt, welches von Landwirten aus der Umgebung getragen wird. Diese versorgen die Anlage auch mit Brennholz. Der Wärmetransport von der Anlage zu den Häusern erfolgt über Heißwasserleitungen, welche über einen Wärmetauscher im Haus die Energie auf das Heizsystem übertragen. Die Anlage benötigt wenig Platz und ist günstig in der Anschaffung. Des Weiteren bleibt die Wertschöpfung in der Umgebung und die Heizung arbeitet CO<sub>2</sub> neutral. Die Anlage kann auch ohne großen Aufwand mit einer Solaranlage und einem Pufferspeicher ergänzt werden.

### 4.2.2 Dämmeigenschaften

Das Hauptdämmmaterial ist Stroh. Es kommen aber an bestimmten Stellen auch andere Dämmmaterialien, wie Zellulose oder Glaswolle, vor. Vor allem in den vorgefertigten Stützen oder Trägern wird schon ab Werk die Dämmung eingebracht. Da es sich bei den Stützen und Trägern um Kastenprofile handelt, bilden lediglich die beiden 2cm starken Stege Kältebrücken aus. Dies führt zu einem sehr homogenen Dämmverhalten über die gesamte Wand. Wie in der Tabelle zu sehen ist, besitzt die gesamte Außenwand (Lärchenholzfassade, Eternitfassade, Fundermaxplatten) einen U-Wert von **0,122 W/(m<sup>2</sup>K)**. Dieser setzt sich aus den beiden U-Werten Wand-Stütze und Wand-Dämmung zusammen. Die Außenwand mit dem Dünnschichtputz als Oberfläche besitzt durch die darunterliegenden 4cm dicken EPS-Platten einen besseren U-Wert von **0,107 W/(m<sup>2</sup>K)**. Die U-Werte bewegen sich im Bereich eines Passivhauses. Die Bodenplatte besitzt einen U-Wert von **0,121 W/(m<sup>2</sup>K)**. Die oberste Decke (Dach) kommt auf einen U-Wert von **0,151 W/(m<sup>2</sup>K)**.

### Außenwand (Dämmung)

Material	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Dicke/Lambda
Putz	0,015	0,350	0,043
Heraklit	0,050	0,090	0,556
OSB Platte	0,020	0,130	0,154
Stroh	0,350	0,045	7,778
OSB Platte	0,020	0,130	0,154

Summe Dicke/Lambda	8,684
Ein- & Austrittswiderstand	0,210
Wärmedurchgangswiderstand	8,894 (Km <sup>2</sup> )/W
U-Wert	0,112 W/(m <sup>2</sup> K)

### Außenwand (Stütze)

Material	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Dicke/Lambda
Putz	0,015	0,350	0,043
Heraklit	0,050	0,090	0,556
OSB Platte	0,020	0,130	0,154
Holz (Fichte)	0,150	0,130	1,154
Zellulose	0,150	0,045	3,333
Holz (Fichte)	0,050	0,130	0,385
OSB Platte	0,020	0,130	0,154

Summe Dicke/Lambda	5,778
Ein- & Austrittswiderstand	0,210
Wärmedurchgangswiderstand	5,988 (Km <sup>2</sup> )/W
U-Wert	0,167 W/(m <sup>2</sup> K)

Anteil U-Wert Dämmung 82,60 %

Anteil U-Wert Stütze 17,40 %

**U-Wert Außenwand gesamt 0,122 W/(m<sup>2</sup>K)**

### Flachdach (Dämmung)

Material	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Dicke/Lambda
Gipskarton	0,025	0,350	0,071
Schalung	0,020	0,130	0,154
Stroh	0,350	0,045	7,778
OSB-Platte	0,020	0,130	0,154

Summe Dicke/Lambda	8,157
Ein- & Austrittswiderstand	0,170
Wärmedurchgangswiderstand	8,327 (Km <sup>2</sup> )/W
U-Wert	0,120 W/(m <sup>2</sup> K)

### Flachdach (Träger)

Material	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Dicke/Lambda
Gipskarton	0,025	0,350	0,071
Schalung	0,020	0,130	0,154
Holz (Fichte)	0,150	0,130	1,154
Zellulose	0,050	0,045	1,111
Holz (Fichte)	0,150	0,130	1,154
OSB-Platte	0,020	0,130	0,154

Summe Dicke/Lambda	3,798
Ein- & Austrittswiderstand	0,170
Wärmedurchgangswiderstand	3,968 (Km <sup>2</sup> )/W
U-Wert	0,252 W/(m <sup>2</sup> K)

Anteil U-Wert Dämmung 76,64 %

Anteil U-Wert Träger 23,36 %

**U-Wert Dach gesamt 0,151 W/(m<sup>2</sup>K)**

### Bodenplatte (Dämmung)

Material	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Dicke/Lambda
Fußboden	0,010	0,130	0,077
Estrich	0,060	1,400	0,043
Trittschalldämmung	0,030	0,040	0,750
OSB-Platte	0,020	0,130	0,154
Stroh	0,350	0,045	7,778
OSB-Platte	0,020	0,130	0,154
Summe Dicke/Lambda			8,955
Ein- & Austrittswiderstand			0,220
Wärmedurchgangswiderstand			9,175 (Km <sup>2</sup> )/W
U-Wert			0,109 W/(m <sup>2</sup> K)

### Bodenplatte (Träger)

Material	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Dicke/Lambda
Fußboden	0,010	0,130	0,077
Estrich	0,060	1,400	0,043
Trittschalldämmung	0,030	0,040	0,750
OSB-Platte	0,020	0,130	0,154
Holz (Fichte)	0,100	0,130	0,769
Zellulose	0,150	0,045	3,333
Holz (Fichte)	0,100	0,130	0,769
OSB-Platte	0,020	0,130	0,154
Summe Dicke/Lambda			6,049
Ein- & Austrittswiderstand			0,220
Wärmedurchgangswiderstand			6,269 (Km <sup>2</sup> )/W
U-Wert			0,160 W/(m <sup>2</sup> K)
Anteil U-Wert Dämmung			76,64 %
Anteil U-Wert Stütze			23,36 %
<b>U-Wert Bodenplatte gesamt</b>			<b>0,121 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

### Außenwand (Dämmung)

Material	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Dicke/Lambda
Putz	0,015	0,350	0,043
Heraklit	0,050	0,090	0,556
OSB Platte	0,020	0,130	0,154
Stroh	0,350	0,045	7,778
OSB Platte	0,020	0,130	0,154
Wärmedämmung EPS	0,040	0,035	1,143
Summe Dicke/Lambda			9,827
Ein- & Austrittswiderstand			0,170
Wärmedurchgangswiderstand			9,997 (Km <sup>2</sup> )/W
U-Wert			0,100 W/(m <sup>2</sup> K)

### Außenwand (Stütze)

Material	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Dicke/Lambda
Putz	0,015	0,350	0,043
Heraklit	0,050	0,090	0,556
OSB Platte	0,020	0,130	0,154
Holz (Fichte)	0,150	0,130	1,154
Zellulose	0,150	0,045	3,333
Holz (Fichte)	0,050	0,130	0,385
OSB Platte	0,020	0,130	0,154
Wärmedämmung EPS	0,040	0,035	1,143
Summe Dicke/Lambda			6,921
Ein- & Austrittswiderstand			0,170
Wärmedurchgangswiderstand			7,091 (Km <sup>2</sup> )/W
U-Wert			0,141 W/(m <sup>2</sup> K)
Anteil U-Wert Dämmung			82,60 %
Anteil U-Wert Stütze			17,40 %
<b>U-Wert Außenwand (EPS)gesamt</b>			<b>0,107 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Lambdawerte (<http://www.bau-igel.de/>, 2009)  
 (Krapfenbauer, 1998)  
 (<http://www.heraklith.com/>, 2009)

### 4.2.3 Brandschutz

Die Außenwände werden an der Innenseite mit einer 50mm dicken magnesitgebundenen Holzwolleplatte (Heraklit BM) verkleidet. Daraus ergibt sich eine Brandwiderstandsdauer von 60 Minuten (F60 hochbrandhemmend). Laut Oberösterreichischem Bautechnikgesetz §2 ist das für Gebäude mit nicht mehr als 3 Geschossen über der Erde ausreichend.

Die Decken werden an der Unterseite mit zwei Lagen Gipskartonplatten verkleidet, was ebenfalls F60 entspricht.

Der Brandschutz spielte eine wichtige Rolle bei der Festlegung auf maximal drei Geschosse. Ein weiteres Geschoss wäre nur mit erheblichem Mehraufwand und damit verbundenen höheren Kosten möglich.

(Oberösterreich, 1999)

### 4.2.4 Schallschutz

Es existieren bis zum jetzigen Zeitpunkt keine wissenschaftlichen Untersuchungen bezüglich des Schallschutzes von Stroh. Es wurden jedoch bereits zwei Pilotprojekte realisiert in bei denen Lärmschutzwände aus Strohballen errichtet wurden. Eine dieser Lärmschutzwände steht in Wallern (Oberösterreich). Die Strohballen bilden hier in Kombination mit einem Erdwall die Lärmschutzwand. (<http://www.hallo-zeitung.at/>, 2009)

(Feketitsch, 2009)

Stroh weist eine höhere Dichte auf als andere vergleichbare Dämmstoffe. Hier kann davon ausgegangen werden das es sich in Punkto Luftschallschutz besser als diese verhält. Stroh sollte also mindestens die Werte einer vergleichbaren Holzständerwand mit Glaswollgedämmung erreichen.

# Literaturverzeichnis

amazonails. (01. 10 2009). <http://www.amazonails.org.uk>. Abgerufen am 01. 10 2009 von <http://www.amazonails.org.uk>: <http://www.amazonails.org.uk/index.php?contentId=79>

Baubteilung Gemeindeamt, G. (2009). *DKM*.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien; Leitung: Dipl.Ing. M. Paula. (01. 10 2009). <http://www.s-house.at/>. Abgerufen am 01. 10 2009 von [http://www.s-house.at/FF3-05\\_deutsch.pdf](http://www.s-house.at/FF3-05_deutsch.pdf)

DIPL-ING HORACEK, P., DIPL-ING STÖGLEHNER, G., & DIPL-ING BIRNGRUBER, H. (2001). *Örtliches Entwicklungskonzept*. Gallneukirchen.

Doblhammer, F. (2009). Eigene Daten. Wien.

Feketitsch, D. H. (06. 10 2009). <http://www.feketitsch.at/>. Abgerufen am 06. 10 2009 von <http://www.feketitsch.at/>: <http://www.feketitsch.at/projekt06.html>

Gruber, H., Gruber, A., & Santler, H. (2008). *Neues Bauen mit Stroh*. Staufen bei Freiburg: Ökobuch Verlag.

Gruppe Angepasste Technologie (GrAT). (01. 10 2009). <http://www.s-house.at>. Abgerufen am 01. 10 2009 von <http://www.s-house.at>: <http://www.s-house.at>

Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien (GrAT). (01. 10 2009). <http://www.s-house.at>. Abgerufen am 01. 10 2009 von <http://www.s-house.at>: [http://www.s-house.at/S-House\\_Broschuere.pdf](http://www.s-house.at/S-House_Broschuere.pdf)

<http://www.bau-igel.de/>. (06. 10 2009). <http://www.bau-igel.de/>. Abgerufen am 06. 10 2009 von <http://www.bau-igel.de/>: [http://www.bau-igel.de/bautab\\_2.php3](http://www.bau-igel.de/bautab_2.php3)

<http://www.hallo-zeitung.at/>. (06. 10 2009). <http://www.hallo-zeitung.at/>. Abgerufen am 06. 10 2009 von <http://www.hallo-zeitung.at/>: [http://www.hallo-zeitung.at/ausgaben/137/46\\_laermschutz\\_aus\\_stroh/](http://www.hallo-zeitung.at/ausgaben/137/46_laermschutz_aus_stroh/)

<http://www.heraklith.com/>. (06. 10 2009). <http://www.heraklith.com/>. Abgerufen am 06. 10 2009 von <http://www.heraklith.com/>: <http://www.heraklith.com/>

Krapfenbauer, P. D. (1998). *Bautabellen*. Wolfsberg: Jugend & Volk Ges.m.b.H.

Microsoft-Maps. (2009). <http://www.microsoft.com/maps/>. Von <http://www.microsoft.com/maps/>: <http://www.microsoft.com/maps/> abgerufen

Oberösterreich, L. (1999). *Öberösterreichische Bautechnikverordnung*.

Saint Gobain ISOVER Austria GmbH. (01. 10 2009). <http://www.isover.at>. Abgerufen am 01. 10 2009 von <http://www.isover.at>: [http://www.isover.at/index.php?id=241&call=231&prod\\_id=72&no\\_cache=1](http://www.isover.at/index.php?id=241&call=231&prod_id=72&no_cache=1)



Statistik-Austria. (06. 10 2009). <http://sdb.statistik.at/>. Abgerufen am 06. 10 2009 von <http://sdb.statistik.at/>: <http://sdb.statistik.at/superwebguest/login.do?guest=guest&db=dbbestand>

Wikipedia. (06. 10 2009). <http://de.wikipedia.org/wiki/>. Abgerufen am 06. 10 2009 von <http://de.wikipedia.org/wiki/>: <http://de.wikipedia.org/wiki/Gallneukirchen>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Burrit Mansion (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)	7
Abbildung 2: Strohballen (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)	9
Abbildung 3: S-House (Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien (GrAT), 2009)	17
Abbildung 4: S-House Montageschritte (Gruppe Angepasste Technologie (GrAT), 2009)	18
Abbildung 5: S-House Montageschritte (Gruppe Angepasste Technologie (GrAT), 2009)	19
Abbildung 6: Maison Feuillet (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)	20
Abbildung 7: Auktionshaus Stansted (amazonails, 2009)	21
Abbildung 8: Strohpolis (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)	21
Abbildung 9: Turnsaal Allensteig (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)	22
Abbildung 10: Wohnhaus Kislinger (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)	22
Abbildung 11: Wohnhaus in Amsterdam (Gruber, Gruber, & Santler, 2008)	23
Abbildung 12: Entwurfsprozess (Doblhammer, 2009)	27
Abbildung 13: Schaubild (Doblhammer, 2009)	38
Abbildung 14: Schaubild (Doblhammer, 2009)	39
Abbildung 15: Schaubild (Doblhammer, 2009)	39
Abbildung 16: Schaubild (Doblhammer, 2009)	40
Abbildung 17: Schaubild (Doblhammer, 2009)	40
Abbildung 18: Addon Technikraum (Doblhammer, 2009)	41
Abbildung 19: Addon Terrasse (Doblhammer, 2009)	42
Abbildung 20: Addon Wintergarten (Doblhammer, 2009)	43
Abbildung 21: Addon Balkon (Doblhammer, 2009)	43
Abbildung 22: Addon Erker (Doblhammer, 2009)	44
Abbildung 23: Addon Dachbox mit Sonnenschutz (Doblhammer, 2009)	44
Abbildung 24: Flachdach (Doblhammer, 2009)	45
Abbildung 25: Zeltdach (Doblhammer, 2009)	45
Abbildung 26: Einwohnerstatistik (Wikipedia, 2009)	47
Abbildung 27: Karte (Wikipedia, 2009)	47
Abbildung 28: Bebauungsgebiet (Doblhammer, 2009)	52
Abbildung 29: Bauplatz (Doblhammer, 2009)	52
Abbildung 30: Bauplatz (Doblhammer, 2009)	53
Abbildung 31: Flächenwidmungsplan (Bauabteilung Gemeindeamt, 2009)	54
Abbildung 32: Umgebungsplan (Doblhammer, 2009) (Microsoft-Maps, 2009)	61
Abbildung 33: Visualisierung Städtebau (Doblhammer, 2009)	62
Abbildung 34: Visualisierung Städtebau (Doblhammer, 2009)	62
Abbildung 35: Visualisierung Städtebau (Doblhammer, 2009)	63
Abbildung 36: Visualisierung Städtebau (Doblhammer, 2009)	63
Abbildung 37: Stütze (Doblhammer, 2009)	66
Abbildung 38: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	83
Abbildung 39: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	83
Abbildung 40: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	84
Abbildung 41: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	84
Abbildung 42: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	85

Abbildung 43: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	85
Abbildung 44: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	86
Abbildung 45: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	86
Abbildung 46: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	87
Abbildung 47: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	87
Abbildung 48: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	88
Abbildung 49: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	88
Abbildung 50: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	89
Abbildung 51: Montageablauf (Doblhammer, 2009)	89

# Anhang **Katalog**



**STROHHÄUSER**

Individualität und Gemeinschaft

...ein nachwachsender Rohstoff



## Bauen mit Stroh bietet viele Vorteile



Bei Stroh handelt es sich um einen nachwachsenden Rohstoff, welcher in großen Mengen und zu günstigen Preisen auch in ihrer Nähe verfügbar ist.

Die Herstellung von Stroh verursacht nicht nur weniger CO<sub>2</sub> als die Herstellung anderer Baustoffe, darüberhinaus speichert Stroh sogar CO<sub>2</sub>.

Stroh ist einfach zu verarbeiten. Somit haben sie die Möglichkeit einen erheblichen Teil ihres Hauses in Eigenleistung zu bauen.

Leisten auch sie einen Beitrag für eine bessere Welt,

bauen sie mit Stroh!

...ökologisch

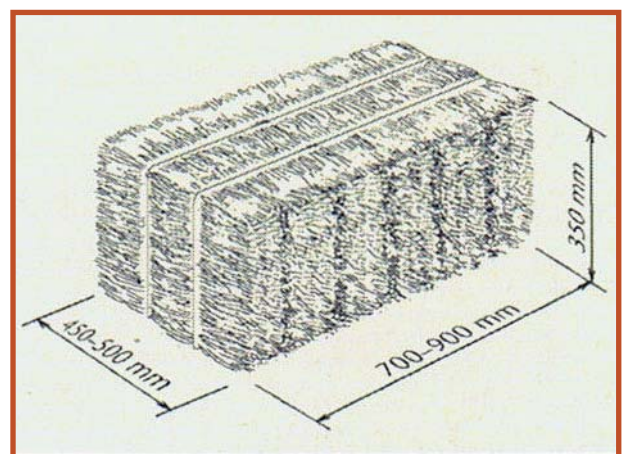
...lokal verfügbar



## Der Strohballen:

Ein Strohballen mit den Abmessungen  
Breite 35cm, Länge 70cm, Höhe 50cm  
wiegt etwa 12,5kg.

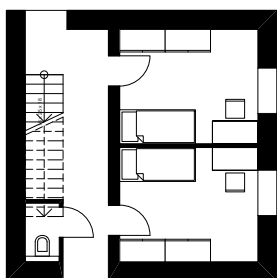
Der Strohballen kann einfach und ohne Vorkenntnisse  
auf der Baustelle verbaut werden.



# GRUNDRISS

## Erdgeschoss

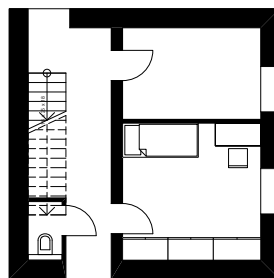
Wählen sie einen Grundriss für das Erdgeschoss



Zimmer	11,0m <sup>2</sup>
Zimmer	11,0m <sup>2</sup>
WC	1,4m <sup>2</sup>
Vorraum	9,7m <sup>2</sup>



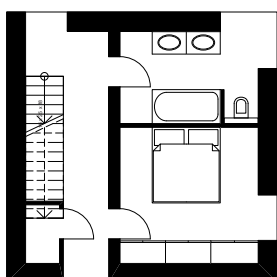
33,1m<sup>2</sup>



Zimmer	13,2m <sup>2</sup>
Zimmer	8,8m <sup>2</sup>
WC	1,4m <sup>2</sup>
Vorraum	9,7m <sup>2</sup>



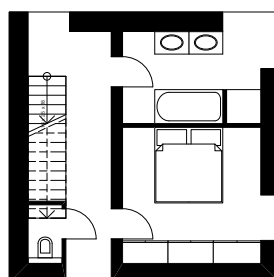
33,1m<sup>2</sup>



Zimmer	13,1m <sup>2</sup>
Bad	10,2m <sup>2</sup>
Abstellraum	1,4m <sup>2</sup>
Vorraum	9,7m <sup>2</sup>



34,4m<sup>2</sup>



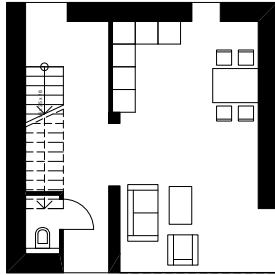
Zimmer	13,1m <sup>2</sup>
Bad	10,2m <sup>2</sup>
WC	1,4m <sup>2</sup>
Vorraum	9,7m <sup>2</sup>



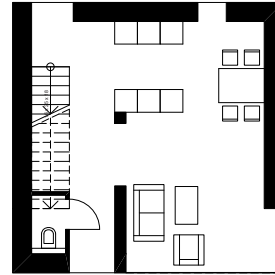
34,4m<sup>2</sup>







Wohnen & Essen 25,5m<sup>2</sup>  
WC 1,4m<sup>2</sup>  
Vorraum 9,7m<sup>2</sup>



Wohnen & Essen 25,7m<sup>2</sup>  
WC 1,4m<sup>2</sup>  
Vorraum 9,7m<sup>2</sup>



36,6m<sup>2</sup>



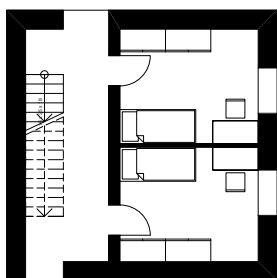
36,8m<sup>2</sup>



# GRUNDRISS

## 1. Obergeschoss

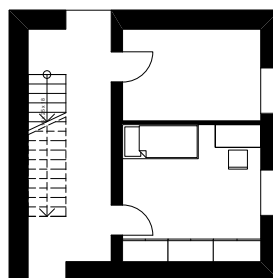
Wählen sie einen Grundriss für das 1. Obergeschoss



Zimmer	11,0m <sup>2</sup>
Zimmer	11,0m <sup>2</sup>
Vorraum	10,9m <sup>2</sup>



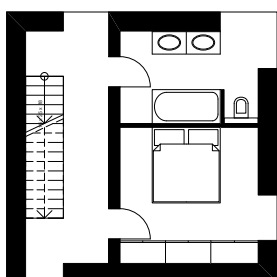
32,9m<sup>2</sup>



Zimmer	13,2m <sup>2</sup>
Zimmer	8,8m <sup>2</sup>
Vorraum	10,9m <sup>2</sup>



32,9m<sup>2</sup>

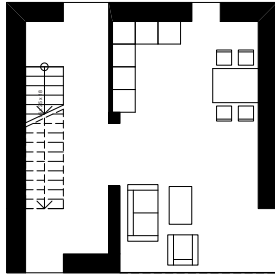


Zimmer	13,1m <sup>2</sup>
Bad	10,2m <sup>2</sup>
Vorraum	10,9m <sup>2</sup>

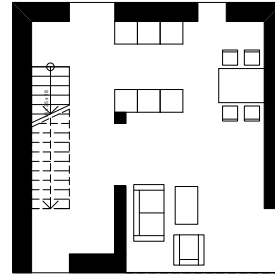


34,2m<sup>2</sup>





Wohnen & Essen 25,5m<sup>2</sup>  
Vorraum 10,9m<sup>2</sup>



Wohnen & Essen 25,7m<sup>2</sup>  
Vorraum 10,9m<sup>2</sup>



36,4m<sup>2</sup>



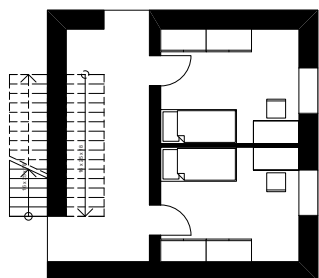
36,6m<sup>2</sup>



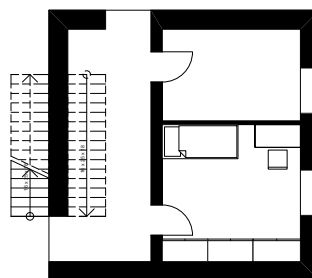
# GRUNDRISS

## 2. Obergeschoss

Wählen sie einen Grundriss für das 2. Obergeschoss



Zimmer	11,0m <sup>2</sup>
Zimmer	11,0m <sup>2</sup>
Vorraum	10,9m <sup>2</sup>



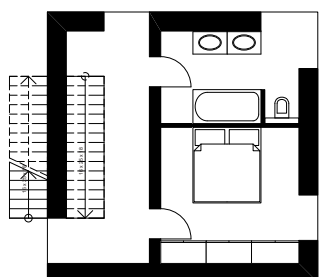
Zimmer	13,2m <sup>2</sup>
Zimmer	8,8m <sup>2</sup>
Vorraum	10,9m <sup>2</sup>



32,9m<sup>2</sup>



32,9m<sup>2</sup>

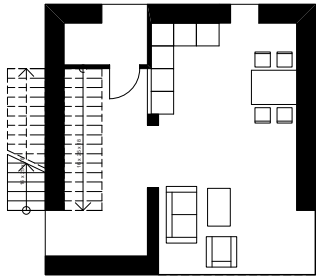


Zimmer	13,1m <sup>2</sup>
Bad	10,2m <sup>2</sup>
Vorraum	10,9m <sup>2</sup>



34,2m<sup>2</sup>

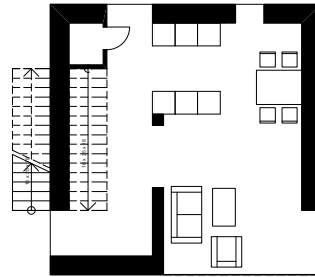




Wohnen & Essen 26,0m<sup>2</sup>  
Vorraum 8,0m<sup>2</sup>  
Abstellraum 3,0m<sup>2</sup>



37,0m<sup>2</sup>



Wohnen & Essen 30,0m<sup>2</sup>  
Vorraum 6,3m<sup>2</sup>  
Abstellraum 1,0m<sup>2</sup>



37,3m<sup>2</sup>



# ANBAUTEN

## Dach

Wählen sie zwischen, einem als Terrasse nutzbarem Flachdach, oder zusätzlichem Stauraum unter einem Zeltdach.



Flachdach



Zusatzoption für Flachdach



Zeltdach



Wenn sie sich für das Flachdach entschieden haben können sie zusätzlich die multifunktionale Dachbox wählen.

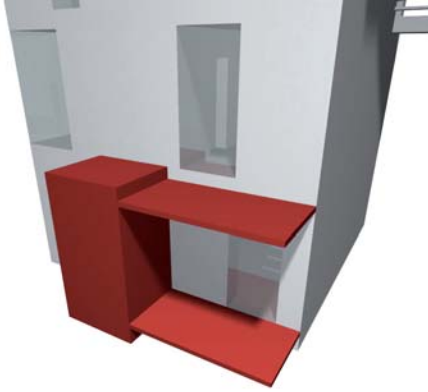


Dachbox inkl. Sonnenschutz

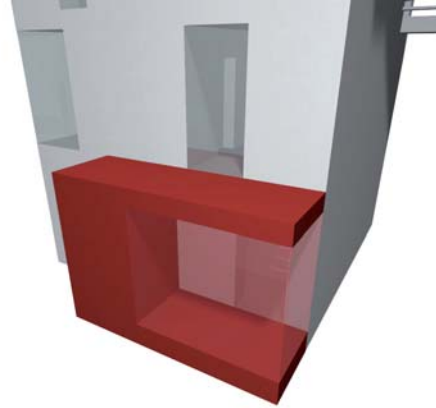


## Technikraum & Eingang

Wählen sie zwischen einem Technikraum mit Vordach und einem Technikraum mit Windfang.



Technikraum mit Vordach

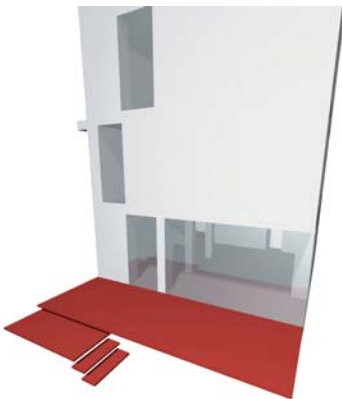


Technikraum mit Windfang

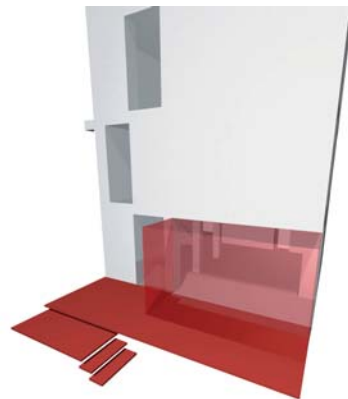


## Terrasse/Wintergarten

Optional können sie sich für eine Terrasse oder einer Terrasse mit Wintergarten entscheiden.  
Diese Option steht nur dann zur Verfügung wenn sich der Wohnbereich und die Küche im Erdgeschoss befinden



Terrasse



Terrasse & Wintergarten

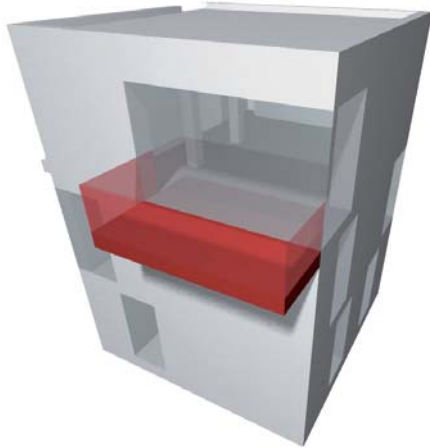


# ANBAUTEN

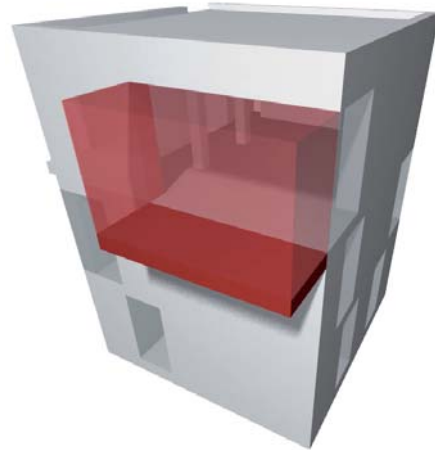
## Balkon/Erker

Optional können sie sich für eine Balkon oder einem Erker entscheiden.

Diese Option steht nur dann zur Verfügung wenn sich der Wohnbereich und die Küche im Obergeschoss 1 oder 2 befinden.



Balkon



Balkon/Wintergarten





# FASSADE

## Lärchenholzfassade

Entscheiden sie sich für das natürliche aussehen einer Lärchenholzfassade.  
Sie haben die Wahl zwischen einer horizontalen oder vertikalen Lattenanordnung.



Lärchenholz - horizontal

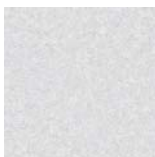


Lärchenholz - vertikal

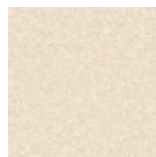


## Putz

Wählen sie die DünnSchichtputzfassade. Es steht eine breite Palette an Farben zur Auswahl.  
Zusätzlich verbessert sich der U-Wert ihrer Wand von 0,122 W/m<sup>2</sup>K auf 0,107 W/m<sup>2</sup>K



weiß



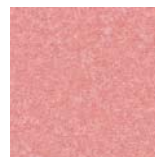
beige



braun



limette



rot



orange



blau



grün



gelb



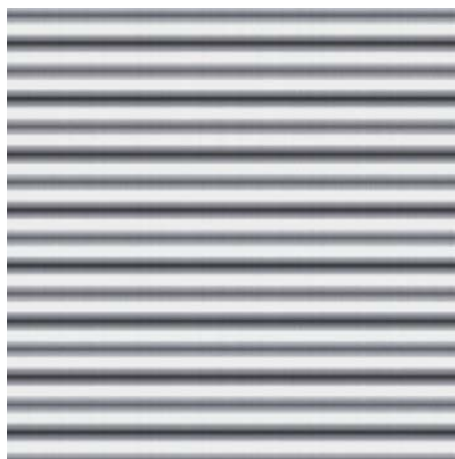
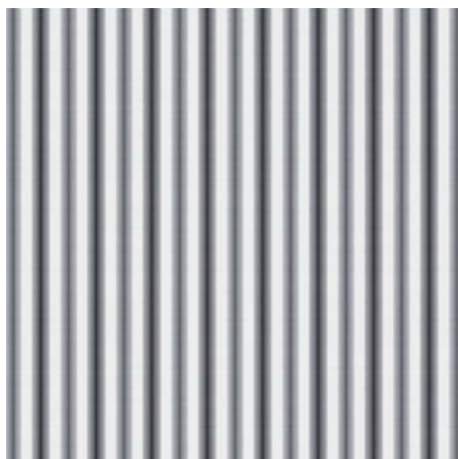
eisblau



# FASSADE

## Welleternit

Sie lieben das außergewöhnliche, dann ist diese Fassade das Richtige für Sie.  
Sie haben die Wahl zwischen einer horizontalen oder einer vertikalen Montage. Weiters steht eine große Palette an Farben zur Auswahl.



Welleternit - vertikal

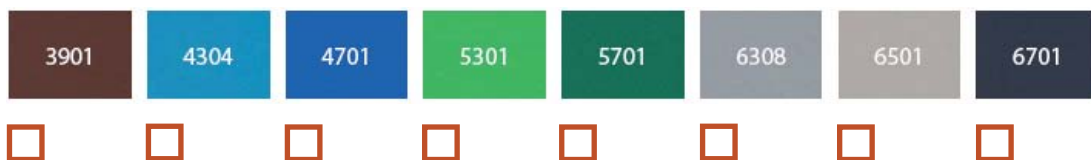
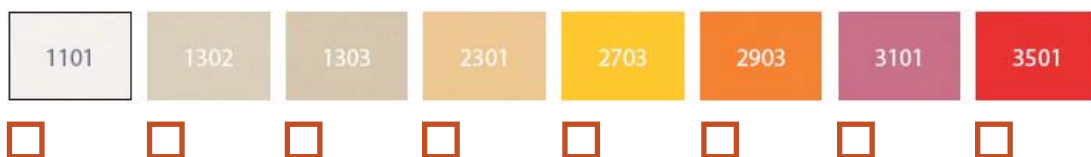


↓ Farbe wählen

Welleternit - horizontal



↓ Farbe wählen



# Fundermax Platten

Die zurückhaltende Eleganz.

Die in Erdtönen gehaltenen Platten verleihen ihrem Haus ein stilvolles Aussehen.



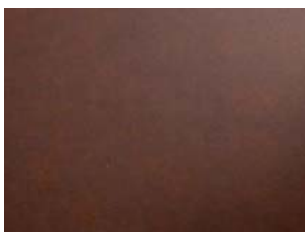
Authentic Odra



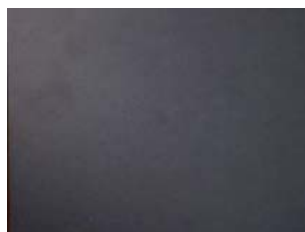
Authentic Bruno



Authentic Rosso



Authentic Natura



Authentic Carbone



# BAUPLATZ



# Auswahl des Grundstückes

Wählen sie ein Grundstück aus der ersten Bauphase.

Im Plan sehen sie die jeweiligen Grundstücksgrößen und die Baufluchtlinien.

Innerhalb dieser können sie ihr Gebäude frei platzieren und in 90 Grad Schritten drehen..

