

Diplomarbeit

Eine Strohbox

Selbstbau mit Stroh, Holz und anderen
nachwachsenden Rohstoffen (Baustoffen)

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung
des akademischen Grades einer
Diplom-Ingenieurin unter der Leitung
von

Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. phil
Andrea Rieger-Jandl

E 251/1 - Institut für Kunstgeschichte,
Bauforschung und Denkmalpflege /
Baugeschichte und Bauforschung

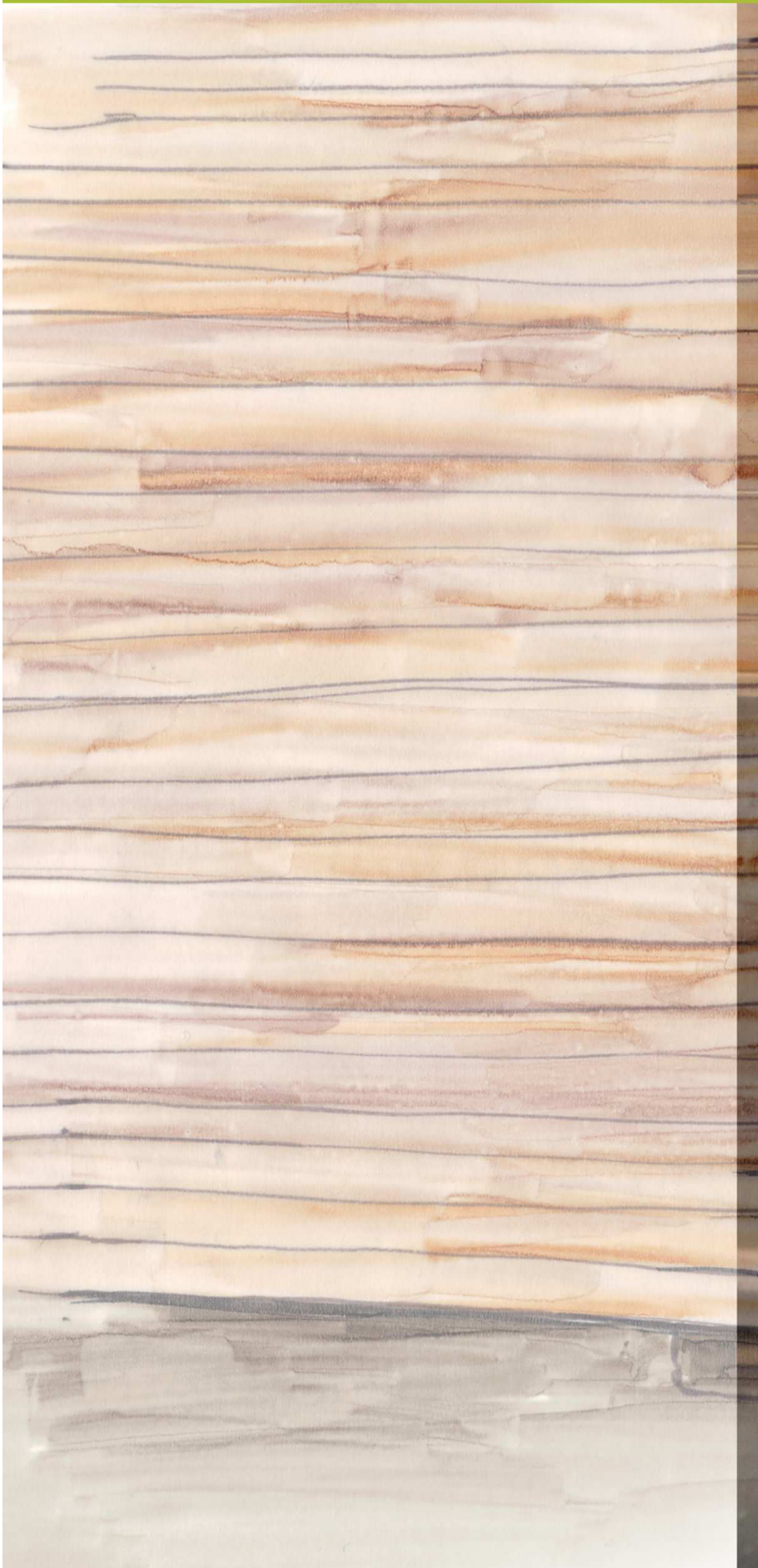
eingereicht an der
Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung
von

Manuela Tomitzi

0627619

Wien, 17.Mai 2017



Manuela Tomitzi



Eine Strohbox

Selbstbau mit Stroh, Holz und anderen nachwachsenden Rohstoffen (Baustoffen)



Abstract

Nachhaltige Rohstoffe wie Holz, Stroh und Lehm eignen sich sehr gut für den Selbstbau, weil der Umgang relativ leicht zu erlernen ist und keine gefährlichen oder toxischen Substanzen verwendet werden müssen. Trotzdem gibt es einige Punkte die sowohl bei der Planung, als auch bei der Ausführung unbedingt beachtet werden müssen, um ein den heutigen bautechnischen Anforderungen gerecht zu werden und Baumängel auszuschließen. Vorfertigung ist nur bedingt möglich und die Anzahl auf Stroh- und Lehmbau spezialisierter Firmen ist begrenzt, was zu erhöhten Kosten führt. Aus diesem Grund haben sich in den letzten Jahren Vereine wie „EGB - einfach gemeinsam bauen“ oder „Greenskills, eine Weiterbildungsreihe der United Creations -Academy“ darauf spezialisiert, den Selbstbau mit Stroh, Holz und Lehm zu lehren und Bauprojekte als technische Berater zu begleiten.

Inhalt dieser Arbeit ist eine Bauanleitung zum Selbstbau mit den Materialien Holz, Stroh und Lehm. Dabei ist das Kernstück eine transportable Holz- und Strohbox mit einer Grundfläche von rund 6m², die im Zuge des „Greenskill-Lehrgangs #5“ 2015 in Kooperation mit „EGB - einfach gemeinsam bauen“ gebaut wurde. Durch die Größe und Transportfähigkeit der Box ist eine behördliche Baueinreichung nach österreichischem Gesetz nicht notwendig. Ziel ist es, anhand dieser Box die einzelnen Arbeitsschritte vom Rohbau bis zum Verputz, sowie den materialgerechten Umgang mit Konstruktion und Details darzustellen. Zusätzlich werden alternative Ausführungsmethoden aufgezeigt, sowie die angepasste Herangehensweise für nicht transportable Gebäude erläutert. Abschließend gibt es eine Reihe von kleinen Entwürfen, wie diese Gebäude aussehen könnten.

Sustainable materials like wood, straw and mud are handy for do-it-yourself building projects because the techniques for working with them are fairly easy to learn and construction does not require using dangerous or toxic substances. To meet the requirements of today's building physics standards and prevent construction defects there are still a couple of obligatory rules to follow. Straw and mud have certain shortcomings concerning prefabrication. Furthermore building companies specialized on those materials are rare, which leads to higher costs. This is one of the reasons why incorporated associations like „EGB - einfach gemeinsam bauen“ and „Greenskills, eine Weiterbildungsreihe der United Creations -Academy“ specialized on instructing and teaching do-it-yourself building projects with sustainable materials.

The major topic of this thesis is a do-it-yourself manual to build with wood, straw and mud. The manual shows techniques on the example of a portable wooden-straw box at the area of approximately 6 m² which was built during the „Greenskill-Lehrgang #5“ in 2015 in cooperation with „EGB - einfach gemeinsam bauen“. Due to the size and non-permanent character of the box, Austrian legislation does not require a building permit. The example project is supposed to be a prototype showing the work step by step. Additional details, alternative configurations, constructions for permanent buildings and sketches for different uses and designs of structures are shown at this thesis.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Einleitung | 5 |
| 2. Strohballenbau - ein kurzer Überblick | 6 |
| 3. Die BOX | 9 |
| 3.1 Warum eine transportable Strohbox bauen? | 9 |
| 3.2 Anforderungen | 10 |
| a. eine Frage der Machbarkeit | 10 |
| b. eine Frage der Transportfähigkeit | 10 |
| c. Statische Grundlagen | 11 |
| d. Bildungsanspruch - was ist grundsätzlich bei einem Bau zu beachten | 11 |
| e. Bauphysikalischen Aspekte und ihre Umsetzung | 12 |
| 3.3 Planung und Entwurf | 13 |
| 3.4 Materialien und Kosten | 16 |
| a. Holz | 16 |
| b. Stroh als Dämmstoff | 18 |
| zertifizieren von Stroh | 19 |
| c. Bauphysik Stroh | 20 |
| Wärmedämmung und Wärmespeicherung | 20 |
| Feuerbeständigkeit von Stroh | 21 |
| Feuchtebeständigkeit von Stroh | 22 |
| statische Eigenschaften | 22 |
| Nagetiere und Insekten im Stroh | 23 |
| Schimmelbildung und Allergien im Strohballenhaus | 23 |
| d. Andere Materialien | 23 |
| Hanf als Dämmmaterial | 23 |
| Abdichtungsmaterialien, Winddichtbahn | 24 |
| Metallwinkelt, Schrauben und Nägel | 24 |
| Fenster | 25 |
| Lehmputz | 25 |
| Werkzeuge | 26 |
| Kostenübersicht | 26 |
| 3.5 Der Bau | 28 |
| a. Vorbereitung | 28 |
| b. Boden | 30 |
| Gebaute Bodenplatte - Dämmung Hanfwolle | 30 |
| Alternative Ausführung hinterlüftete Strohballendämmung | 37 |
| Fundamente | 37 |
| c. Wände | 38 |
| Wand I-III Holzständerkonstruktionen mit Strohballendämmung | 47 |

| | |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| Wand IV Holzständerkonstruktion mit Hanfwolle als Dämmung | 56 |
| d. Dach | 58 |
| Gebaute Dach- Dämmung Hanfwolle | 58 |
| Dachabdichtung Bitumenbahn | 62 |
| alternative Dachdämmung mit Strohballen | 68 |
| Dachüberstand (am Beispiel Payerbach) | 68 |
| alternative Dachabdichtung mit EPDM-Folie | 71 |
| Hinterlüftungsebene Dach - bei der Box | 73 |
| e. Fenster | 76 |
| Einbau vom gekauften Holzfenster (öffnbar) | 76 |
| Laibungsverkleidung aus Holz | 79 |
| Recyclingfenster (fix verglast) | 81 |
| Einbau 1-Scheiben Fenster | 81 |
| Einbau 2-Scheiben Fenster | 88 |
| f. Fassade | 90 |
| g. Putz | 94 |
| h. Innenausbau Trockentrenntoilette | 102 |
| i. Türbau | 103 |
| 6. Der Abtransport | 104 |
| 7. Exkurs Trockentrenntoilette | 106 |
| 8. Was wurde aus der Box, wie sieht sie nach 2 Jahren aus? | 107 |
| | |
| 4. Pläne - Trockentrenntoilette | 110 |
| | |
| 5. Entwürfe für weitere Nutzungsmöglichkeiten | 120 |
| Gartenhütte „Strohbox am Karlsplatz“ | 120 |
| Tiny working space/ Arbeitsplatz | 124 |
| | |
| 6. Conclusio | 135 |
| | |
| 7. Quellenverzeichnis | 138 |
| | |
| Danksagung | 141 |

1 Einleitung

Strohballenbau und Stroh als Dämmmaterial sind vor allem im nachhaltigen Hausbau keine Seltenheit mehr. Die Szene, die sich mit dem Baumaterial Stroh beschäftigt, ist noch klein, aber bereits gut vernetzt und wächst stetig an. Die Informationen sind leicht und teilweise kostenlos, zugänglich.

Bauen mit Stroh ist, im Vergleich zu allen anderen Baustoffen, einfach zu erlernen und selbst zu reproduzieren. Es eignet sich daher überaus gut für den Selbstbau von Kunstobjekten, Einfamilienhäusern, Nebengebäuden und zahlreichen weiteren Bauprojekten. Darüber hinaus wurde Stroh in den unterschiedlichen Ausführungs- und Anwendungsmethoden sowohl auf seine bauphysikalischen Aspekte, wie Wärmeleitfähigkeit, Wärmebrückenbildung und den Schallschutz, das Brandverhalten, als auch den Befall von Termiten, Ungeziefer und Schimmel analysiert.

Kernthema dieser Arbeit ist der Selbstbau mit Holz und Stroh, am Beispiel eines kleinen, gut überschaubaren Objektes. Gebaut wurde eine transportable Holzbox, die mit Stroh gedämmt ist und im Innenraum mit Lehm verputzt wird. In diesem speziellen Projekt steht neben dem Selbstbau dieses Nebengebäudes die Transportfähigkeit, oder zumindest Transportmöglichkeit des Objekts im Vordergrund.

Diese Box durfte ich gemeinsam mit den Kursleitern und den Teilnehmern des „Greenskill-Lehrgangs #5“ 2015 in Kooperation mit „EGB - einfach gemeinsam bauen“ bauen. Aus diesem Grund möchte ich in dieser Arbeit vor allem näher auf die für dieses Projekt maßgebliche Strohballenbauweise eingehen und einen Einblick in die für uns relevanten bauphysikalischen Vor- und Nachteile des Strohballenbaus geben.

Zusätzlich zu den persönlichen Erfahrungen des Kursleiters Gerhard Scherbaum, die er an uns weiter vermittelt hat, bieten die Bücher von Herbert und Astrid Grubers „Bauen mit Stroh“ und „Neues Bauen mit Stroh“, Gernot Minkes „Handbuch Strohballenbau“, Barbara Jones' „Building with straw bales“ und zahlreiche Homepages wie „baubiologie.at“ einen guten und breit gefächerten Überblick zu diesem Thema.

Neben anderen dienten mir diese Bücher in dieser Arbeit als Nachschlagewerke für technischen Erklärungen und Hintergrundinformation zu dem selbst erlernten Wissen. Zusätzlich finden sich in Österreich verschiedene Fachkräfte, die es sich zur Aufgabe gemacht haben, den Strohballenbau zu Lehren und Bauherren bei dem Bau ihres Traumhauses beratend, planend und teilweise ausführend zur Seite zu stehen wie „www.stroh2gether.at“, „greenskills.at“ und „www.strohnatur.at“.



2 Strohballenbau - ein kurzer Überblick

Stroh im Bauwesen ist ein traditionelles Baumaterial. Bekannt ist es als Dacheindeckung oder als Armierung von Lehm (Gruber et al. 2008). Der Strohballenbau mit ‚Strohziegeln‘ entwickelte sich allerdings erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in den USA nach der Erfindung der Strohballenpresse. Aufgrund ihrer Ziegelform war es nur naheliegend, die Ballen übereinander zu stapeln und mit einem Dach zu versehen. Es wurde damit begonnen temporäre Unterkünfte für Feldarbeiter zu schaffen. Diese Hütten hielten jedoch mehrere Jahre und boten einen überaus guten Schutz gegen die Kälte. Aufgrund dieser Eigenschaften wurden die Vorteile vom Stroh als Baumaterial schnell klar, es konnte ein hohes Wärmedämmvermögen aufweisen und hervorragende statische Eigenschaften aufweisen (Gruber et al. 2008). Was zu diesem Zeitpunkt noch nicht beachtet wurde, waren seine ausgezeichneten Schallschutzwerte.

Der heutige Strohballenbau entwickelte sich in den USA und Kanada in 70er Jahren des 20. Jahrhunderts. Vor allem die alternative Szene begann das Material Stroh als Baustoff wieder zu entdecken. Es entstanden verschiedenste vorwiegend lasttragende Strohballenhäuser (Gruber et al. 2008). Den endgültigen Durchbruch erlangte der Strohballenbau durch die Beschreibung eines Holzständer- Strohhauses des Architekten John Hammond im Fine Homebuilding Magazin im Dezember 1984. Es entwickelte sich ein solcher Bauboom, dass in mehreren US-Amerikanischen Staaten Vorschriften für den Strohballenbau entwickelt wurden. Darin waren unter anderem Angaben wie den erlaubten Feuchtegehalt der Ballen, eine Mindestwanddicke, die Maximallast einer Wand und die Oberflächenbehandlung festgelegt (Minke/ Krick 2014). 1993 wurde die erste offizielle Baugenehmigung für ein lasttragendes Strohballenhaus erteilt und es fand die erste große Konferenz zum Thema Strohballenbau (1st Straw Bale Building Conference) in Nebraska statt, (Gruber, Helmut und Astrid 2000) die

zur Gründung des National Straw Bale Research Advisory Network führte (Minke/ Krick 2014).

Es dauerte einige Zeit bis der Strohballenbau in Europa ankam. Im Juni 1998 fand dann das europäische Strohballenbautreffen in der Bretagne statt (Gruber et al. 2008).

Etwas zu selben Zeit wurde auch das ASBN- Austrian Strawbale Network gegründet und an das ESNB- European Straw Bale Network angeschlossen, aus dem 2016 die ESBA-European Straw Building Association hervor ging (19). Der erste Experimentalhaus aus Stroh in Österreich wurde 1997 in der Nähe von Gars am Kamp erbaut, es wurde jedoch nicht als Haus eingereicht, sondern als Kunstwerk.

Seitdem haben sich zahlreiche nationale und internationale Netzwerke, Vereine, Studien, Diplom- und Dissertationsarbeiten mit dem Thema Strohballenbau beschäftigt. Einer der wichtigsten österreichischen Strohballenbauer und ASBN-Mitglied der ersten Stunde ist Herbert Gruber, der Mitverfasser der Bücher „Bauen mit Stroh“ und der überarbeiteten Auflage „Neues Bauen mit Stroh“. Wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema Brandwiderstand, Feuchteverhalten und Wärmedämmvermögen verschiedener Strohsorten wurden in Kooperation des ASBN mit der Gruppe Angepasste Technologie (GrAT) an der TU Wien im Rahmen des Projekts Haus der Zukunft getätigt. Im Jahr 2002 wurde dazu noch das Brandverhalten von kalk- und lehmverputzten Strohballenwänden in Form einer Bauteil-Überprüfung untersucht. Die GrAT ist heute für die Zertifizierung von Baustrohballen zuständig.

Grundsätzlich wird zwischen lasttragendem und nicht lasttragendem Strohballenbau unterschieden. Im lasttragenden Strohballenbau gibt es die Variante des lasttragenden Baus mit oder ohne Vorspannung und dem Bau mit kleinen oder großen Strohballen, sowie die Ausformulierung von Rundungen, Nischen und Gewölben (Gruber et al. 2008).

Zu der Gruppe des nicht lasttragenden Strohballenbaus gehören die (Holz)-Rahmenbauweise „infill“, die tragende Holzbox oder die Holzständerkonstruktion mit außen vorgehängter Dämmebene und das thermische Sanieren von Gebäuden mittels außenliegender Strohdämmung. Zudem können Dächer und Bodenplatten mit Stroh gedämmt werden (Gruber et al. 2008).

Der lasttragende Strohballenbau ist in seiner Ausführung die kostengünstigere Form des Strohballenbaus und ermöglicht den Bau von Rundungen, organischen Formen und Gewölben (Gruber et al. 2008). Die Ballen werden einfach wie Mauerziegel übereinander gestapelt und mit Holz-, Eisen- oder auch Bambusstangen versteift. Nachdem sich das Gebäude gesetzt hat, kann das Stroh direkt verputzt werden. Bevor das Dach auf die Konstruktion gelegt wird, werden die Ballen mit einem Ringanker verbunden, damit das Gebäude nicht auseinander klappen kann.

Das Setzen des Gebäudes entsteht entweder durch das Eigengewicht der Ballen oder des Daches, oder kann mittels Vorspannung der Ballen mit dem Fundament herbeigeführt werden. Die Strohballen selbst übernehmen, wie der Name schon sagt, die tragende Funktion. Diese Variante hat allerdings viele Einschränkungen und ist fehleranfällig. Details wie die Leitungsführungen oder das Erreichen der Winddichtheit müssen genau überlegt sein (Gruber et al. 2008).

Zudem müssen die Wände, beispielsweise, eine Mindestwanddicke von $1/6$ der Wandhöhe auf-

weisen und die Abstände zwischen den Wandöffnungen sollten mindestens einer Ballenlänge entsprechen (Minke/ Krick 2014). Bereits bei der Produktion sollten die Ballen sehr stark verdichtet werden, daher kann nur sehr wenig vorgefertigt werden. Eine Lagerung der Ballen im Freien ist daher meistens unumgänglich, wodurch der Bau noch stärker von den Witterungseinflüssen abhängig ist (Gruber et al. 2008).

Weit mehr Flexibilität bietet der nicht lasttragende Strohballenbau. Bei dieser Bauweise gibt es zahlreiche Ausführungsweisen, entsprechend der unterschiedlichen Ansprüche der Bauherren. Vom kompletten Selbstbau bis hin zur fast ausschließlichen Vorfertigung der Bauteile ist hier alles möglich.

Bei den Holzrahmenkonstruktionen besteht einerseits die Möglichkeit, das vom Zimmermann aufgestellte Holzskelett vor Ort mit Stroh zu befüllen, oder die einzelnen Wandelemente in einer Zimmerei vorfertigen zu lassen. Im Fall der Vorfertigung werden die fertig befüllten und verschalteten Elemente auf der Baustelle mit Hilfe eines Krans zusammengebaut. Diese Variante bietet die Möglichkeit eines sehr raschen, wetterunabhängigen Baus (Gruber et al. 2008). Im Vergleich zum lasttragenden Strohballenbau übernehmen hier die Ballen keine tragende Funktion, sondern die Aufgabe der Wärmedämmung, die fest mit dem tragenden Skelett verbunden sein muss. Natürlich können hier die Strohballen auch direkt verputzt werden. Statische Einschränkungen der Gebäudehöhen oder bei den Wandöffnungen liegen hier nur bedingt vor. Somit ist der Bau von mehrgeschossigen Gebäuden und offenen Gebäudefronten möglich (Minke/ Krick 2014).

Werden im nicht lasttragenden Strohballenbau keine Holzrahmen ausgeführt, sondern das Holzskelett nur mittels Stützen gebaut, müssen diese zusätzlich gegen Horizontalkräfte ausgesteift, oder auf einer Wandseite vollflächig beplankt werden (Minke/ Krick 2014).



3 realisierte, nicht lasttragende Strohballenbauten, anhand denen ich diese Arbeit erklären möchte und an denen ich Erfahrungen sammeln konnte:



2.1 Das Haus von A bis Z



2.2 Werkstatt in Payerbach



2.3 Die Box in Bewegung

Natürlich gibt es auch Mischformen, zwischen den lasttragenden und dem nicht lasttragenden Strohballenbau, sogenannte (Einfach-Ständer-) Hybridsysteme bei denen die Strohballen zusätzlich durch Holzständer unterstützt werden. Die Strohballen übernehmen gemeinsam mit der Putzoberfläche die aussteifende Funktion, die Abtragung der statischen Lasten werden von den Ständern übernommen. Im Fall von Tom Rijvens CUT-System und Pascal Thepauts Kolotec-System werden die Ständer zusätzlich durch diagonale CUT-Leisten ausgesteift und am Knicken gehindert. Zusätzlich bilden die diagonalen Leisten den Wandabschluss und halten die Strohballen in der Konstruktion (Beispiel Haus von A bis Z) (baubiologie.at).

Das Wichtigste beim Strohballenbau ist allerdings in jedem Fall, dass das Stroh sowohl während des Baues, als auch nach der Fertigstellung keiner Feuchtigkeit ausgesetzt wird. Daher gilt vor allem im Selbstbau, dass entweder gutes Wetter oder ein ausreichend überdachter und regengeschützter Arbeitsplatz nötig ist.



2.4 Die Box - alias Trockentrenntoilette

3 Die Box

3.1 Warum eine transportable Strohbox bauen?

Die ursprüngliche Idee der transportablen Strohbox stammt von den Gründern des Vereines „Stroh2gether - einfach gemeinsam bauen“ Gerhard Scherbaum und Paul Adrian Schulz. Im Zuge des Baus eines Ihrer Projekte, dem „Haus von A bis Z“ welches sie für und mit dem „Garten der Generationen“ in Herzogenburg gebaut haben, bemerkten sie, dass es praktisch wäre, einen temporären, festen Schlaf- und Aufenthaltsraum direkt am Bauplatz zu haben. So könnte man auch verregnete Tage trocken am Bauplatz verbringen. Diesen Aufenthaltsraum für künftige Strohballen-Häuslebauer nannten sie „One Bedroom“. Ein weiterer Vorteil, eine solche Box vor Baubeginn des eigentlichen Gebäudes als Projekteinleitung oder Bauplatzeinrichtung zu bauen wäre, dass die künftigen Bauherren und Mitarbeiter die Bauweise des Strohballenbaus kennenlernen und sich mit dem Umgang der Materialien vertraut machen können.

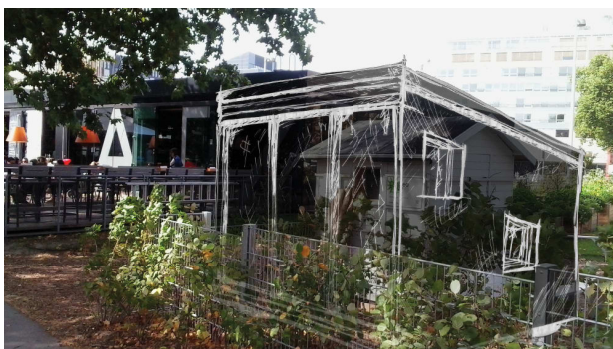
In weiterer Folge können Bauherren, die sich für ein eigenes Haus aus Stroh interessieren, vorab schon einmal ein paar Nächte in einer solchen Box verbringen. Damit die Box trotzdem Bauplatz unabhängig ist und nach dem Bau eines Projektes anderweitig verwendet werden kann, muss sie transportabel sein.

Da ein Bauprojekt, im Zuge dessen eine solche Box als Prototyp gebaut werden konnte, zu dem damaligen Zeitpunkt nicht vorhanden war, wurde die Suche nach einem Nutzer und Auftraggeber gestartet. Der erste Interessent

war der „Karlsgarten“, ein Schau- und Forschungsgarten für urbane Landwirtschaft am Karlsplatz in Wien, welcher eine multifunktionale Gartenhütte brauchte. Für die Realisierung einer solchen Box wurde ein Startkapital und viele helfende Hände benötigt. An diesem Punkt kam ich in Spiel. Meine Aufgaben waren den Bau planerisch zu unterstützen, bei Vorbereitungsarbeiten und ausführenden Tätigkeiten, die sich nicht für die Arbeit mit der ganzen Gruppe eigneten, zu erledigen, die Pläne gut verständlich aufzuarbeiten und den Bauprozess zu dokumentieren. In dieser Arbeit werde ich all unsere Erfahrungen auflisten und die einzelnen Arbeitsschritte und Abläufe des Baues zusammenfassen.

Die helfenden Hände fanden wir in den interessierten Kursteilnehmern des „Greenskills-Lehrganges #5“ für ressourcenschonendes Bauen, welchen Gerhard Scherbaum als Leiter der Praxiseinheiten betreut.

Das Grundkonzept und die Bauweise der Strohballen-Holzbox sind dafür gedacht, verschiedenste Nutzungen aufnehmen zu können, daher konnte der erste Entwurf leicht adaptiert werden. In unserem Entwurfsprozess und der Suche nach Investoren und Endnutzern wandelten sich die Nutzungsmöglichkeiten von einer Schlafstelle über eine multifunktionale Gartenhütte bis hin zu der letztendlich ausgeführten Trockentrenntoilette.



3.1 Schaubild Strohbox am Karlsplatz



3.2 die Box



3.2 Anforderungen

3.2.a eine Frage der Machbarkeit

Eine der wichtigsten Anforderungen an das Gebäude, ist die bauliche Machbarkeit und die Umsetzung mit den zur Verfügung stehenden Mitteln. In unserem Fall wurde die Box in der Arbeitshalle vom Werksalon Wien zusammen mit rund 15 Kursteilnehmern umgesetzt. Werkzeuge zur Bearbeitung von Holz waren vorhanden, beispielsweise eine Kappsäge, eine Tauchsäge, eine Stichsäge, ein Dickenhobel und eine Fräse waren nur einige davon. Ein Kran oder ein Gabelstapler um schwere Elemente anzuheben, waren nicht vorhanden. Zudem war der Zugang unserer Werkhalle nur über drei Stufen und eine 3m breite, 2,5m hohe Türe zu erreichen. Daher wurden nur einzelne Elemente in der Halle vorgefertigt und die Box dann im Freien aufgebaut. Von dort wurde sie an ihren endgültigen Standort transportiert. Erschwerend kam hinzu, dass der Workshop für Februar und März angesetzt war, wodurch wir nicht davon ausgehen konnten, dass immer im Freien gearbeitet werden konnte.

Die Fragen

- „was können wir bei schlechtem Wetter machen?“
- „ist genügend Platz vorhanden um die Box auf einen LKW zu heben?“
- „wie groß dürfen die Elemente sein, damit sie noch durch die Türe passen?“
- „wie schwer darf ein Element sein, damit es von Hand transportiert und angehoben werden kann?“

waren somit während der Planung immer essentiell.

Diese Anforderungen sind im allgemeinen natürlich abhängig von Bauplatz und Jahreszeit.

3.2.b eine Frage der Transportfähigkeit

Im Fall unserer Box muss das Holzskelett die komplette Tragfunktion für Druck- und Schubkräfte, die auf jedes Gebäude wirken und die Zugkräfte beim Anheben der Box übernehmen. Das ist bei anderen Ausführungen des Strohballenbaus nicht nötig.

Damit die Box überhaupt transportabel sein kann, wurde sie als nicht lasttragender Strohballenbau ausgeführt und die Stützen wurden an der Außenseite der Wand positioniert. Dadurch war es möglich, die Wände von außen mit OSB - Platten zu beplanken. Die OSB - Platten geben dem Skelett die nötige Aussteifung, damit jede einzelne Wand statisch wie eine Scheibe funktioniert. Nur an den Wandstellen, die an der Innenseite auch mit Platten beplankt werden sollten, wurden die Steher durchgehend ausgeführt. Kleine Öffnungen in den Wandscheiben sind laut Angaben des Statikers kein Problem und konnten auch relativ frei gewählt werden.



3.3 die Box beim Abtransport

3.2.c statische Grundlage

Das Statik Büro RWT Plus führte die Berechnung für unseren ersten Entwurf der „Strohbox am Karlsplatz“, die als multifunktionale Gartenhütte für den Karlsruhgarten geplant war, durch. Diese „Strohbox am Karlsplatz“ sollte eine Grundfläche von 2,50 x 3,60m und eine Höhe von 2,40m haben. Laut statischen Angaben benötigten wir Vollholz der Holzklasse C24, was einem guten, handelsüblichen Bauholz entspricht. Hierbei wäre eine Restfeuchte im Holz bis zu 20% kein Problem.

Überschlagsmäßig konnte uns der Statiker folgende Angaben für die Dimensionierung der Vollholzstaffeln und für das Gewicht der Bauteile geben.

Für die Fußpfetten wurde eine Dimension von 140 x 220mm gewählt, die Staffeln wurden auf 80 x 80mm dimensioniert (mit der Möglichkeit der Reduktion auf 50 x 80mm) und die Dachsparren auf 140 x 80mm. Dabei ergab sich ein Gewicht der Bodenplatte von rund 420kg mit Dämmung (270kg ungedämmt).

Jede Wand hat ein ungefähres Gewicht von rund 375kg mit Dämmung (170kg ungedämmt) und für das Dach ergab sich ein Gewicht von 216kg. Daraus resultiert ein Gesamtgewicht der Box von zirka 2140kg. Bei diesen Angaben hatte der Statiker einen Sicherheitsfaktor von 2,5 angenommen.

Sollten im Fall einer Umplanung Änderungen in der Dimensionierung der Bauteile, Stützen, Gewicht und Ähnlichem vorgenommen werden, sollte eine neuerliche statische Vorberechnung erfolgen.

3.2.d Bildungsanspruch - was ist grundsätzlich bei einem Bau zu beachten

Ziel war den Kursteilnehmern des Greenskills-Lehrgangs die Bauweise des Strohballenbaus in den einzelnen Arbeitsschritten vom Rohbau bis zum Verputz näher zu bringen, sowie den materialgerechten Umgang mit Konstruktion und Details darzustellen.

Aus diesem Grund wurde aus einem einfachen Gebäude wie einer Trockentrenntoilette für einen Selbstversorgergarten, bei dem normalerweise Ansprüche wie optimaler Wärmeschutz, Windschutz oder ähnliches eher vernachlässigt werden, zum Lehrprojekt, bei dem fast alle bauphysikalischen und bautechnischen Anforderungen an ein Wohnhaus eingehalten wurden.

Die Bauart und Arbeitsschritte sind so gewählt, dass sie, mit Ausnahme der Transportfähigkeit, einfach auf ein größeres Projekt skaliert werden könnten. Trotzdem mussten zugunsten der Transportfähigkeit und dem Einhalten der Bauhöhe eines bewilligungsfreien Objekts einige Abstriche gemacht werden.

Damit kein Arbeitsschritt vernachlässigt wird, wurde beispielsweise trotz der diffusionsundurchlässigen OSB-Platten an der Außenseite eine Winddichtbahn angebracht.



3.4 Detailbesprechung



3.2.e bauphysikalische Aspekte und ihre Umsetzung

Gemäß bauphysikalischen Anforderungen sollten die Schichten jedes Bauteils gegen Außen oder gegen ungedämmte Gebäudeteile von innen nach außen immer diffusionsoffener werden, damit im Falle einer Feuchtigkeitsbildung im Bauteil diese nach außen diffundieren kann. Aus diesem Grund sollten mit Stroh gedämmte Wände nur an der Innenseite mit den diffusiondichten OSB-Platten beplankt werden und außen mit Holzfaserplatten (zum Beispiel Agepan Platten) oder einer drei Zentimeter dicken Lehmschicht verschlossen werden.

Sollte nur Lehm verwendet werden, kann der Lehmputz an der Innenseite dicker ausgeführt werden, um das Diffusionsgefälle zu erhalten.

Leider können weder der Lehmputz, noch die Holzfaserplatte die nötige Zugfestigkeit aufweisen um die Box transportabel zu machen.

Da wir zudem in Teilbereichen der Innenwände das Stroh direkt mit Lehm verputzen wollten, musste die Außenhülle mit OSB-Platten verkleidet werden. Diese sollte bei unserem Projekt allerdings kein Problem darstellen, da bei der temporären Nutzung keine so große Dampfdiffusionsbelastung zu erwarten ist und das Objekt nicht konditioniert wird.

Sollte die Box als Dusche, Küche oder beheizter Arbeitsplatz genutzt werden, sollte die Ausführung dementsprechend angepasst werden. In diesem Fall müsste auf das direkte Verputzen von Stroh verzichtet werden und alle Innenwände mit OSB - Platten verkleidet werden. Diese OSB - Platten würden dann die aussteifende Funktion übernehmen und die Außenseite könnte somit mit Holzfaserplatten ausgeführt werden.

Eine ähnliche Situation besteht bei der Box im Bereich des Daches und der Bodenplatte. Bei der äußeren Beplankung der Decke wurde zum Einhalten der erlaubten Gebäudehöhe von 2,50m auf die Hinterlüftung der Dachdämmung verzichtet. Eine normgerechte Hinterlüftung eines Flachdaches muss mindestens 4,5cm aufweisen. (ÖNorm B 4119) Zudem sollte die

Attika laut Ö Norm mindestens 15cm über den höchsten Punkt des Daches ausgeführt werden, worauf wir zum einhalten der Bauhöhe verzichten mussten.

Geplant wurde nach der Wiener Bauordnung, die bei bewilligungsfreien Bauvorhaben eine Gebäudehöhe von maximal 2,50m erlaubt. Dafür hätte das Gebäude zudem ohne Fundamente auf dem Boden gesetzt werden müssen. Gemäß der Niederösterreichischen Bauordnung, die eine Gebäudehöhe von 3,00m erlaubt, wären Fundamente möglich gewesen. Es wird in dieser Arbeit allerdings ein alternativer Aufbau mit angeführt. Im Burgenland, wo die Box letztendlich aufgestellt wurde, dürfen Nebengebäude eine Bauhöhe von 3,00m (+45° Dachschräge) haben, sind aber in jedem Fall mit der Behörde abzusprechen.

Im Bereich der Bodenplatten wurde die untere Schalung zum Außenraum mit OSB-Platten, statt diffusionsoffener Holzfaserplatten ausgeführt, da die Holzfaserplatten die statischen Ansprüche nicht erfüllen konnte. Im Falle eines beheizten Innenraumes müsste unter dem Fußbodenbelag eine diffusionsdichten Ebene eingeführt werden.

Solange das Gebäude allerdings nicht konditioniert wird, können die bauphysikalischen Aspekte vernachlässigt werden.

Thermische Schwachstellen in der Gebäudehülle können als Wärmebrücken bezeichnet werden (Minke/ Krick 2014). An diesen Punkten kann es aufgrund geringer oder fehlender Wärmedämmung zu einem Wärmeverlust kommen. Bei niedrigen Außentemperaturen ist die Oberflächentemperatur an der Gebäudeinnenseite an dieser Stelle geringer, wodurch es dort zur Bildung von Tauwasser kommen kann. Dieses begünstigt Schimmelpilze und verschlechtert die Wärmedämmfähigkeit.

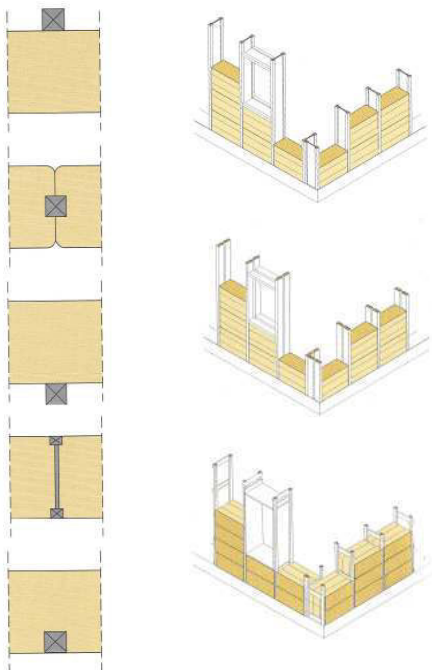
Bei Strohballenwänden können Wärmebrücken vor allem bei schlecht ausgestopften Fugen

3.3 Planung und Entwurf

zwischen den Ballen selbst oder zwischen Holzkonstruktion und Ballen vorkommen (Minke/ Krick 2014). Daher sollte beim Einfüllen der Strohballen immer darauf geachtet werden, dass keine Fugen oder Löcher frei bleiben. Bei den nicht lasttragenden Strohballenwänden, die nicht als biegesteife (feste) Rahmenkonstruktionen ausgeführt werden, können die Stützen an verschiedene Positionen vor, zwischen oder hinter den Strohballen liegen (Minke/ Krick 2014).

An dieser Stelle wird zur Vermeidung von unausgefüllten Zwischenräumen eine Nut aus dem Ballen herausgeschnitten.

Bei unserer Box haben wir uns dazu entschieden die Stützen außen in der Wand zu positionieren, damit die äußere Beplankung gut montiert werden kann. An den Wandabschnitten, bei welchen innen ebenfalls eine Beplankung geplant ist, werden die Stützen durchgehend ausgeführt. Sollten durchgehende Trägen ausgeführt werden, besteht die Möglichkeit diese als Steg- oder Leiterprofil auszubilden. In diesen Fällen müssten die Strohballen nicht durch zusätzliche Dreiecksleisten, oder gleichwertiges, in der Laibung stabilisiert werden.



3.5.1 + 3.5.2 möglich Lage der Stützen in Strohballenwänden; Ausführungsmöglichkeiten durchgehender Stützen

Der erste Entwurf der Planung bezog sich auf eine Box als Gartenhütte, die nicht realisiert wurde. Für die ausgeführte Box als Trockenrenntoilette wurden diese Pläne adaptiert.

Bei der Planung von transportablen Bauwerken mussten wir vorrangig die Dimensionen beachten. Ein normaler LKW hat eine Ladefläche von 2,50 m Breite und unser Objekt sollte diese nicht überschreiten. Anderenfalls wäre ein Sondertransport nötig gewesen, der mit erheblichen Mehrkosten verbunden wäre. Zusätzlich wollten wir die Form so wählen, dass das Aufladen auf den Transporter so einfach wie möglich geschehen konnte. Eine genauere statische Berechnung war daher unumgänglich. Die Berechnung des Statikbüro RWT Plus bezog sich auf den ersten Entwurf einer Box, eine Gartenhütte, mit den Abmessungen von 2,50m x 3,60m Grundfläche und 2,40m Höhe. Da unsere endgültige Box kleiner ist, als der ursprüngliche Entwurf, konnten wir diese Dimensionierung ohne Adaptierung als Grundlage für die weiteren Planungsschritte heranziehen.

Die Planung erfolgte in mehreren Etappen, wobei immer die Machbarkeit der Umsetzung ohne schwere Maschinen wie einem Traktor oder Kran im Vordergrund stand. Wir mussten also zusätzlich zu der Entwurfsplanung und der Statikplanung die genauen Bauabläufe beachten und festlegen in welcher Bauphase jedes einzelne Element transportiert und zusammengesetzt werden sollte. Zusätzlich, oder gerade deswegen, haben wir die Form des Quaders gewählt, die schnell erfassbar ist. Selbstverständlich war es uns ein Anliegen, dass die Box, neben dem ansprechenden Erscheinungsbild, schlicht und klar strukturiert blieb. Nur so war es möglich, die Pläne leicht zu verstehen und eine Vorstellung davon zu haben, welche Arbeitsschritte als nächstes zu folgen haben. Geplant wurde am Papier und anhand von Modellen. Die erste konkrete Planung, der Entwurf für die Gartenhütte des Karlsgarten, sah einen außenliegenden Gerätekasten vor, der für



den später realisierten Entwurf der Trockentrenntoilette nicht mehr benötigt wurde. Durch einen Zufall erfuhr ein ehemaliger Kursteilnehmer und Freund von Gerhard Scherbaum, Jürgen Lizzi, von dem Bau der Box, für die wir zu diesem Zeitpunkt keine Nutzung mehr hatten. Weil eine Einigung mit dem Karlsgarten nicht zustande gekommen war, wollte Jürgen die Box als Trockentrenntoilette für seinen Bau- platz im Südburgenland nutzen.

Unser Ziel war es, die Box nicht nur transportabel zu machen, sondern auch eine Größe einzuhalten, für die weder eine Baueinreichung, noch eine Bauanzeige nötig ist. Da unser erster Entwurf in Wien aufgestellt werden sollte, hielten wir die Anforderungen der Wiener Bauordnung ein, die besagten, dass Garten- oder Werkstatthäuschen mit einer Grundfläche von maximal 12m² und einer Gebäudehöhe von maximal 2,50m zu den bewilligungsfreien Bauvorhaben zählen (§62a BO für Wien).

In Niederösterreich sind Bauwerke mit einer überbaute Fläche von bis zu 10m² bei einer Gebäudehöhe bis zu 3m nur anzeigespflichtig und bedürfen keiner Baueinreichung. Bei temporären, transportablen Bauwerken ist keine Anzeige nötig, sofern sie nicht im Grünland stehen. (§17 BO für Nö)

Im Burgenland sind alle Bauwerke zumindest anzeigespflichtig Bauvorhaben und müssen mit da Behörde abgesprochen werden. (§16, §17 BO für Bgld)

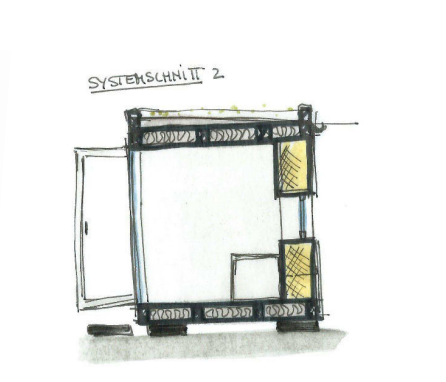
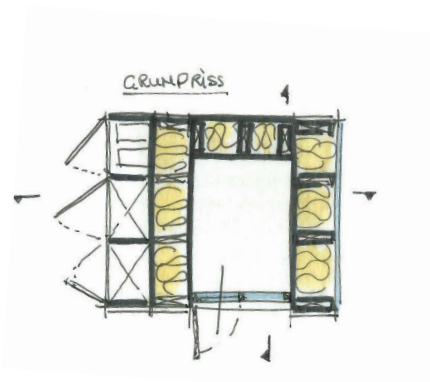
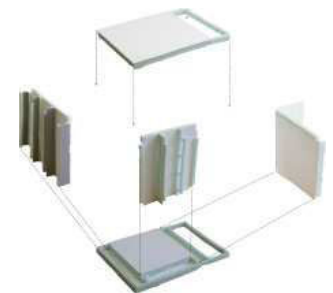
Mit den statisch berechneten und genauer formulierten Parametern fertigte der Eigentümer und Nutzer der Box Jürgen Lizzi, seinerseits selbst Baumeister, den endgültigen Entwurf für die Trockentrenntoilette nach seinen Vorstellungen an.



3.6.1 + 3.6.2 Arbeitsmodell



3.7.1 + 3.7.2 Arbeitsmodell



3.8.1 + 3.8.2 + 3.8.3 Systemskizzen des Entwurf für die Strohbox am Karlsplatz

Entwurfsbeschreibung

Die Strohbox hat eine Grundfläche von 2,44m x 2,51m mit einer Höhe von 2,52m, mit einem Innenraum von 1,58m x 1,24m und einer Raumhöhe von 2,02m. Vor dem Eingangsbereich ist eine Loggia vorgelagert, mit einer Grundfläche von 1m². Die Wände W1-3, die drei mit Strohballen gedämmten Außenwände, sind so angeordnet, dass sie den Kubus der Box definieren. Lediglich die Wand W4 ist nach innen versetzt, wodurch die Loggia entsteht. Um den Innenraum zwischen den massiven Strohballenwänden so groß wie möglich zu halten, ist die Wand W4 im Eingangsbereich lediglich 15cm breit.

Da die Endnutzung eine Trockentrenntoilette ist, befindet sich neben der Türe ein offenes Fenster, um eine natürliche Lüftung zu gewährleisten, ohne die Türe dabei offen zu lassen. Zudem ist das Fenster in der Höhe und in der Breite so positioniert, dass man auf der Toilette sitzend den Ausblick genießen kann. Die Toilette befindet sich in der rechten hinteren Ecke der Box. Links davon befindet sich eine Ablage, die für ein Handwaschbecken genutzt werden kann. Während unterhalb der Toilette der Fäkalienbehälter angeordnet ist, befindet sich unterhalb des Waschbeckens der Auffangkanister für den Urin und der Ablauf des Handwaschbeckens. Diesen Kanister kann man über einen Wasserhahn an der Rückseite der Box entleeren. Der Fäkalienbehälter wird die Entleerung über eine Klappe an der Hinterseite der Box erreicht. An der linken Außenseite ist das schwarze Abzugsrohr der Lüftung angebracht, das beim Aufstellen der Box wenn möglich nach Süden ausgerichtet sein sollte.

Die Box selber ist bauplatzunabhängig aufstellbar, wobei es nur eine Fassade mit Fenstern gibt. Da sie transportabel bleiben soll und daher auch keinen Dachüberstand hat, wurde auf einen Lehmputz im Außenbereich verzichtet und stattdessen eine horizontale offene Fassadenlattung aus sägerauen Brettern angebracht. Diese können bei Beschädigung leicht einzeln ausgetauscht werden. Die drei durchgehenden Außenwände sind mit Strohballen gedämmt und im Innenraum teilweise mit OSB-Platten verplankt. Die Wand hinter dem Waschtisch ist beidseitig beplankt, damit dort ein Spiegel aufgehängt werden kann. Der gesamte Innenraum wird mit Lehm verputzt. Dabei wird bei den restlichen Wänden der Lehm direkt auf das Stroh aufgetragen. Nur bei der mit Hanfwolle gedämmten Wand W4 und der Wand W3 hinter dem Waschbecken wird das Holz mittels Putzträger verputzt.

Das Flachdach entwässert an die Rückseite des Gebäudes, damit der Eingangsbereich einen klaren, schlichten Dachabschluss hat und trocken begangen werden kann. Das Flachdach selbst erhält eine Kiesschüttung und ist nicht begehbar. Aus diesem Grund ist auch keine Absturzsicherung vorgesehen. Allerdings bleibt bei der geringen Bauhöhe immer die Möglichkeit das Dach mittels einer nicht fix verbundenen Leiter zu begehen.



3.4 Materialien

Die von uns verwendeten Materialien wurden teilweise aus Altbeständen zusammengesucht und teilweise neu dazu gekauft. Obwohl bei dieser Bauweise der Gedanke der Nachhaltigkeit im Vordergrund steht, sind nicht alle Materialien recycelbar oder nachhaltig produziert worden. Dabei war es uns wichtig diese Materialien nicht leichtfertig zu benutzen, sondern sie dort zum Einsatz zu bringen, wo sie einen erheblichen Mehrwert für das Projekt aufweisen, wie zum Beispiel bei der Dachabdichtung oder der Loggiaabdichtung. Alle Mengenangaben beziehen sich ausschließlich auf die gebaute Box. Andere, als Ausführungsbeispiel heran gezogene Bauprojekte werden bei diesen Angaben nicht beachtet

3.4.a Holz

Das Hauptbaumaterial unserer Box besteht aus Holz. Je nach Anwendungsgebiet werden unterschiedliche Holzstaffeln und Holzwerkstoffplatten verwendet. Für das tragende Skelett werden laut den Angaben des Statikers Staffeln aus handelsüblichen Fichtenholz verwendet. Anzahl und ungefähre Kosten der benötigten Staffeln (Tabelle 1).

Für die Gebäudehülle und zur Aussteifung des Skeletts haben wir uns für OSB-Platten (oriented strand boards) entschieden. OSB-Platten, auf Deutsch Grobspanplatten, gehören zu der Gruppe der Spanplatten, bestehen aus unter Druck verleimten Holzspänen. Herkömmlich Spanplatten sind feuchtigkeitsempfindlich, aber stabil. Grobspanplatten, auch Mehrschichtplatten genannt, werden aus langen, schlanken Spänen hergestellt, die richtungsorientiert verleimt werden (Simpson 2010). Diese Platten sind sehr stabil und haben im Vergleich zu den Standardspanplatten eine höhere Zugfestigkeit. (Jackson 2009).

Bei den von uns eingesetzten OSB-Platten handelt es sich um OSB 3 - Platten. Diese werden mit einem wasserfesten Bindemittel angeboten und sind daher wesentlich feuchtigkeitsbeständiger als Standardspanplatten. Zudem weisen sie einen sehr hohen Wasserdampfdiffusionswiderstand auf. Zur leichteren Verlegung werden sie mit Nut und Feder ausgeführt (sonaearau-co.at).

Abmessungen und ungefähre Kosten der benötigten Platten (Tabelle 2).

Die bauphysikalisch besser geeignete Platte zur äußeren Verkleidung ist eine Agepan UDP - Platte, der Firma Agepan System. Diese Platte ist eine Holzfaserdämmplatte, mit umlaufender Nut und Feder und diffusionsoffen (sonaearau-co.at). Diese Platten wurde bei der Box nicht verwendet, da sie nicht über die nötige Zugfestigkeit verfügten.

Die Deckenuntersicht wird mit 2cm Dreischichtplatten verkleidet, da uns die Untersicht der Platte besser gefiel, als die der OSB-Platten. Dreischichtplatten sind Vollholzplatten, bei denen drei Brettlagen aus Holz kreuzweise, flächig miteinander verleimt sind (Simpson 2010). Eine Dreischichtplatte im Baumarkt mit den Abmessungen von 19 x 1250 x 2500mm kostet 70€, benötigt werden 2 Platten.

Die Attikaabdeckung wurde aus Siebdruckplatten hergestellt. Sie werden auch Multiplex-Platten genannt und gehören zu den Sperrholzplatten. Sperrholzplatten bestehen aus dünnen, abwechselnd längs und quer verleimt Furnierschichten. Bei der Multiplex-Platte handelt es sich um eine mehrlagige Sperrholzplatten und einer Stärke von mehr als zwölf Millimetern (Simpson 2010). Sie sind extrem stabil. Sie sind mit Phenol-Formaldehyd-Harz verleimt und daher wasserfest. Den Namen Siebdruckplatte erhält die Multiplex-Platte aufgrund ihrer Prägung an der einen Oberseite. Diese Platten werden häufig als Böden für Anhänger und Transporter oder im Gerüstbau verwendet. Der

Nachteil dieser Platten ist, dass sie sehr teuer und schwer sind. Aufgrund ihres hohen Gewichts und haben wir die Siebdruckplatte nur für die Attikaabdichtung verwendet. Beim Kauf einer Siebdruckplatte im Baumarkt mit den Abmessungen 18 x 1250 x 2500 mm liegt der Preis bei 78€.

Für die Fassade haben wir uns für sägeraue Lärchenbretter entschieden.

Die Angaben zu den Fassadenlatten umfassen eine sehr grobe Schätzung, da diese sowohl für die Fassadenlattung als auch die Traglattung eingesetzt wurden (Tabelle 3)



3.10 Schnittkante und Oberflächen einer Siebdruckplatte



3.11 OSB - Platte



3.12 sägeraue Lärchenblätter

Fichtenholz - Staffeln

| Querschnitt [cm] | Länge [cm] | Stk | m3 | Kosten/ lfm |
|------------------|------------|-----|---------|----------------|
| 4x15 | 450 | 22 | | 2,59€ |
| 4x20 | 450 | 6 | | 3,23€ |
| 4x25 | 450 | 2 | | 3,23€ |
| 6x14 | 450 | 2 | | 3,23€ |
| 6x25 | 450 | 2 | | 5,05€ |
| 8x15 | 450 | 6 | | 7,92€ |
| m3 Kosten | 404€/ m3 | | 1,50 m3 | 606,00€ |

Tab.1 Lärchholzstaffeln

OSB 3 -Platten

| Dicke [cm] | Breite [cm] | Länge [cm] | Stk | m2 | Kosten/ lmf |
|------------|-------------|------------|-----|-------|-----------------|
| 1,5 | 67,5 | 250 | 4 | 6,75 | 5,49€ |
| 1,8 | 67,5 | 250 | 25 | 42,19 | 6,66€ |
| 2,2 | 67,5 | 250 | 4 | 6,75 | 8,00€ |
| 2,5 | 67,5 | 250 | 4 | 6,75 | 7,30€ |
| | | | | | 421,34 € |

Tab.2 OSB 3 - Platten

sägeraue Lärchenbretter

| Dicke [cm] | Breite | Länge [cm] | Stück | Kosten/ lfm |
|------------|--------|------------|-------|--------------|
| 1,8 | schmal | 300 | 100 | 4€ |
| 1,8 | mittel | 300 | 60 | 4€ |
| 1,8 | breit | 300 | 40 | 4€ |
| | = 40m2 | | | 160 € |

Tab.3 Fassadenlattung



3.13 Fichtenstaffel



3.14 Agepan - Platte



3.4.b Stroh als Dämmmaterial

Stroh ist ein lignozellulosisches Nebenprodukt im Pflanzenbau und kann aus beinahe allen Getreide und Faserpflanzen hergestellt werden. Nach dem Dreschen von Getreide oder Faserpflanzen bleiben die trockenen Stängel der Pflanzen ohne Ähre und ohne Wurzeln übrig (Gruber et. al 2008). Es besteht hauptsächlich aus Zellulose, Lignin und Kieselerde und hat eine wachsartige, wasserabweisende Außenschicht. Aufgrund seines hohen Silikatgehalts verrottet es nur sehr langsam, ist aber durch die röhrenförmige Struktur der Halme sehr reißfest und zugleich elastisch. Durch die Lufträume im gepressten Stroh erhält es sein gutes Wärmedämmvermögen.

Für den Bau mit Strohballen eignen sich vor allem die Getreidesorten Weizen, Dinkel, und Roggen, da sie am stabilsten sind. Strohballen gibt es in verschiedenen Formen als Klein- oder Quaderballen und die heute häufigste Variante, die Rundballen. Vor allem wenn Stroh als Dämmmaterial verwendet wird, werden Kleinballen benötigt, welche auch wir bei der Box verwendet haben.

Da für unsere Box ein ausreichend Baustrohballen am Greenskillslagerplatz übrig waren, mussten wir uns nicht auf die Suche nach Kleinballen machen. Während des Jahres, besser gesagt, nicht zur Erntezeit, sind Kleinstrohballen eher sehr schwer zu bekommen.

Auf der Seite „baubiologie.at“ werden daher die Bauern, die sich auf Baustrohballen spezialisiert haben, angeführt. Weiters wir dazu geraten bei Landwirten mit Pferdehaltung nachzufragen oder besser noch Suchanzeigen im nächsten Raiffeisen-Lagerhaus auf das Schwarze Brett zu hängen. Mit dieser Suchvariante ist es möglich, die Ballen aus der Nähe zu bekommen und nicht von weit weg zu ‚Importieren‘. Ein angemessener Preis für Ballen von dem Bauern aus der Nähe liegt in etwa bei 4€ pro Ballen inklusive dem Transport auf die Baustelle. Eine weitere Anmerkung der Experten ist, dass lagerhaus-

eigene Ballen meist nicht für den Bau geeignet sind, da sie oft aus gehäckseltem Stroh hergestellt werden (baubiologie.at). Werden die Ballen von einem Bauern aus der Nähe bezogen, müssen diese bei bewilligungspflichtigen Bauverfahren zertifiziert werden. Das bedeutet, dass der Bauer eine Kleinballenpresse zur Verfügung haben muss. Sollten gerade keine Kleinballen vorhanden sein, können Rundballen geöffnet und umgepresst werden.

Eigenschaften für Baustrohballen sind laut Ger not Minke (Minke/ Krick, 2014)

- Eine Bindung aus Kunststoffgarn
- geradeste mögliche Rundung der Ballenden
- nach Möglichkeit intakte Halmstruktur
- goldgelbe Farbe
- feste Struktur, Bindung unter Spannung
- eine relative Luftfeuchte im Ballen < 75%r.F. (entspricht einem massebezogenem Feuchtegehalt von unter 15%)
- Dichte mindestens 90 kg/m²

Zusätzlich beeinflussen laut dem Dokument der GrAT folgende Kriterien die Qualität der Strohballen (Studie Haus der Zukunft)

- Verunkrautungsgrad des Getreideackers
- Ausdruschgrad des geernteten Getreides
- Zeitpunkt der Ernte bzw. der Tageszeit des Pressens
- Technischer Zustand des Dreschers und der Presse

Es gibt allerdings einige Bauern und Baufirmen die bereits zertifizierte Strohballen verkaufen, oder anbieten das gesamte Gebäude (inklusive zertifizierter Strohballen) zu planen und auszuführen:

unserstrohhaus.at
kreativerholzbau.at
baustrohballen.at

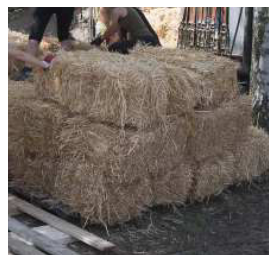
Zudem ist die korrekte Lagerung der im Bau eingesetzten Strohballen extrem wichtig. Diese sollten in keinem Fall nass werden. Für die kurzzeitige Lagerung vor dem Einbau können die Ballen auf Paletten in Pyramidenform aufgestapelt und mit einer regensicheren Plane gut abgedeckt werden. (Gruber et. al 2008).

Sollte allerdings geplant sein, das Projekt nicht während der Erntezeit umzusetzen, muss eine dauerhaft trockene Lagermöglichkeit gesucht werden. Viele Bauern sind gerne bereit, die Ballen den Anforderungen entsprechend zu pressen, haben jedoch nicht die Möglichkeit diese über einen längeren Zeitraum aufzubewahren. Bei unserem Projekt konnten wir auf den Strohballenbestand und den Lagerplatz von Greenskills zurückgreifen und transportierten die Ballen erst unmittelbar vor dem Einbau zu unserem Arbeitsplatz. Nachdem zu diesem Zeitpunkt die Box schon dicht war konnten die Ballen während der Nacht im trockenen Innenraum bleiben.

Für den Bau der Box wurden zirka 35 Ballen benötigt. Damit wir kaputte oder schlecht gepresste Ballen aussortieren konnten, hatten wir rund 45 Ballen vor Ort.

Ungefähre Kosten:

Laut „www.baubiologie.at“ ab 2,50€ pro Ballen ab Hof Preis, oder 4,00€ inklusive Transport. Bei knapp 40 Ballen ist es allerdings naheliegend, dass der Bauer, sofern nicht ein anderweitiger Transport von Strohballen ansteht, diese nicht liefern wird. Insofern müssten wir mit Kosten für unsere Strohballen von etwa 100€ rechnen.



3.15.1 + 3.15.3 Lagerung von Strohballen

zertifizieren von Stroh

Mit der EU-weiten vereinheitlichten Bauordnung wurde der Einsatz von nicht zertifizierten Baumaterialien untersagt (Gruber et. al 2008). Somit müssen alle Strohballen, die in bewilligungspflichtigen Bauvorhaben als Dämmstoff zum Einsatz kommen, offiziell zertifiziert sein. Da es nur einige wenige bereits Zertifizierte Ballen gibt, können die Ballen von dem Bauern aus der Nähe von der GrAT (= Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien) vor Ort zertifiziert werden.

Da es sich bei unserem Projekt aufgrund seiner Dimensionierung um ein bewilligungsfreies und anzeigefreies Bauvorhaben handelte, war eine Zertifizierung unserer Ballen nicht nötig. Aus diesem Grund kann zum Thema der Zertifizierung kein persönlicher Erfahrungswert herangezogen werden, sondern nur auf Beispiele aus der Literatur zurückgegriffen werden.

In der Diplomarbeit von Christine Rollernitz „Von einem, der auszog, ein Haus zu bauen - Begleitung der Planung und des Baues eines Strohballenhauses im Selbstbau“ 2015, wird die Planung, Baueinreichung und Ausführung eines Strohballen-Einfamilienhaus beschrieben. Ihre Erfahrungen berichten über die Abläufe und Schwierigkeiten, die Zertifizierung mit sich bringt.

Vor der tatsächlichen Zertifizierung wurden einige Ballen zu der GrAT-Prüfungsstelle gebracht um festzustellen, ob sie die nötigen Parameter einhielte, was nicht der Fall war. Die Rohdichte war zu gering. Deshalb wurde die Kleinpresse des Bauern in der Nähe der Baustelle nachjustiert bis schlussendlich die nötige Dichte erreicht werden konnte. Zusätzlich musste entschieden werden, ob frisch gepresstes Stroh oder Stroh aus dem Vorjahr für die Ballen verwendet wird, wobei die Entscheidung auf das Vorjahresstroh viel. Dafür mussten die gelagerten Rundballen auf ein Feld gebracht, zerlegt und das Stroh nach Brauchbarkeit und nass gewordenem sortiert werden. Da die



Pressung dieses Stroh nicht die nötige Dichte ergab, wurde weiterhin optimiert. Für den Hausbau wurden 500 Ballen innerhalb von 7 Stunden mit unzähligen Helfern zerlegt, sortiert und gepresst.

Die Zertifizierung durch die GrAT wurde bei dem Landwirten durchgeführt und dauerte etwa eine Stunde. Bei der Zertifizierung werden einzelne Ballen geöffnet und das Stroh auf Aussehen, Sorte, Restkorngehalt und grünes Beikraut untersucht, dies wird bei einem aus 400 Ballen geprüft. Vier von 200 geschlossenen Ballen werden auf ihre mechanische Bindung (durch eine optische Kontrolle), das Gewicht (die Masse zur Rohdichteberechnung mittels Hängewaage), die Abmessungen (Länge, Breite, Höhe) die Rohdichte (wurde mittels der Formel $Dichte = Masse / Volumen$ berechnet) und den Feuchtegehalt (mittels Feuchtemessgerät) gemessen.

Sind die Messergebnisse vergleichbar wie bereits zertifizierte Strohballen laut Österreichischer Technischer Zulassung fällt die Zertifizierung positiv aus. (Rollenitz, 2015)



3.16 Lieferung von Strohballen

3.4.c Bauphysik Stroh

Wärmedämmung und Wärmespeicherung

Der allgemein bekannte Wert zur Angabe von dem Dämmvermögen eines Bauteiles ist der U-Wert, das ist der Wärmedurchgangskoeffizient. Dieser bezieht sich auf einen Bauteil und gibt an wie viel Wärmeenergie pro Grad Kelvin Temperaturunterschied durch die Fläche von $1m^2$ dieses Bauteils transportiert wird. Je niedriger der U-Wert ist, desto weniger Energie gelangt durch den Bauteil, desto besser geringer ist der HWB (Heizwärmebedarf) des Gebäudes (Minke/ Krick, 2014).

Um genauere Angaben zu den Dämmeigenschaften eines Dämmmaterials zu bekommen, wird die spezifische Wärmeleitfähigkeit dieses Materials herangezogen, der Lambda-Wert (λ). Dieser „gibt den Wärmestrom (in Watt) an, der $1 m^2$ Fläche eines $1m$ dicken Werkstoffes bei einem Temperaturgefälle von 1 Kelvin hindurchströmt.“ (Gruber et. al 2008)

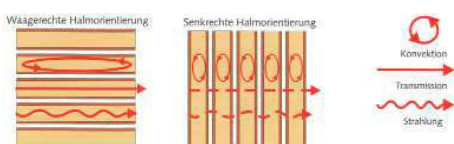
Aufgrund der ungleichmäßigen Materialverteilung, Pressung und Halmlage der einzelnen Ballen kann für Stroh kein einheitlicher Dämmwert angegeben werden. Verantwortlich für die gute Dämmwerte von Stroh sind die Luftkammern in den Halmen. Aus diesem Grund weisen stehende Strohballen, in denen die Halme hochgestellt sind, einen weit höher Wärmedämmwert auf, als liegende Ballen mit liegenden Halmen. Bei den hochgestellten Halmen sind die Luftkammern in sich geschlossen und haben keinen direkten Kontakt zur Umgebung. Dadurch kann die Wärme im Ballen länger gespeichert werden. Zusätzlich haben der Feuchtegehalt, die Dicke, sowie die Dichte der Pressung eine erhebliche Rolle auf den Wärmedämmwert von Strohballen. Der optimale Feuchtegehalt von Baustrohballen liegt bei einer relativen Feuchte von $8 - 14\%$. Dieser Wert wird auch bei der Zertifizierung geprüft, da Ballen, die durch unsachgemäßer Lagerung nass geworden sind, einen höheren Feuchtigkeitswert aufweisen. (Gruber, Herbert/ Astrid, 2000)

Feuerbeständigkeit von Stroh

Der Wärmetransport durch den Ballen setzt sich aus der Wärmeleitung (= Transmission), der Konvektion und der Strahlung zusammen. Während die Wärmeleitung über den Mantel der Halme erfolgt, finden Konvektion und Strahlung zwischen den Luftschichten der Halme statt. Dies bedeutet, dass bei einer geringen Anzahl an Halmen, mit vielen Luftzwischenräumen die Konvektion und Strahlung sehr hoch sind, dafür bei wenig Lufteinschlüssen die Wärmeleitung höher ist. Daher darf der Ballen weder zu wenig, noch zu stark gepresst werden. (Krick, 2008) Die optimale Rohdichte liegt zwischen 112kg/m^3 und 130kg/m^3 .

Bei einer Zertifizierung von Strohballen durch die GrAT muss ein Ballen eine Mindestrohddichte von 100kg/m^3 aufweisen. (Rollenitz, 2015) Zusammenfassend kann allerdings gesagt werden, dass laut Prüfergebnissen verschiedener Testreihen bei einer Dichte von 133kg/m^3 , sich die λ -Werte von stehenden Ballen zwischen $0,045 - 0,048$ [W/mK] mit einem Feuchtezuschlag bei $0,054 - 0,057$ [W/mK] befinden und bei liegenden Ballen zwischen $0,054 - 0,060$ [W/mK] mit einem Feuchtezuschlag bei $0,065 - 0,072$ [W/mK] liegen. (Gruber, Herbert/ Astrid, 2000) Zum Vergleich, eine handelsüblich EPS-F Plus Fassadendämmplatte weist einen λ -Wert von $0,031$ [W/mK] auf.

Gemäß OIB Richtlinie 6, 2015, Abs 4.4. haben Außenwände von konditionierten Gebäudeteilen (beheizten Gebäudeteilen) einen U-Wert von $0,35$ [$\text{W/m}^2\text{K}$], Decken und Dachschrägen gegen Außenluft sowie Decken über Außenluft von konditionierten Gebäudeteilen einen U-Wert von $0,20$ [$\text{W/m}^2\text{K}$] zu erfüllen. Dies gilt laut OIB 6,2015, Abs. 1.2.2 nicht für provisorische Gebäude mit einer Nutzungsdauer von höchstens zwei Jahren, Werkstätten und einige weiter, worunter unsere Box fällt.



3.17 Wärmetransport durch den Strohballen

Eine der ersten Fragen, die gestellt werden, wenn das Thema Stroh als Baumaterial zur Sprach kommt, lautet „brennt das nicht sofort ab?“ Dies ist bei losem Stroh korrekt, gepresstes Stroh brennt jedoch sehr schlecht. Der Grund dafür ist, dass durch die feste Pressung nur mehr wenig Luft im Stroh vorhanden ist, wodurch das Feuer sich nur schlecht, bis gar nicht ausbreiten kann. Zusätzlich bildet die äußer verkohlte Schicht, wie auch bei einem Holz, eine zusätzliche Brandschutzschicht, weil sie die Sauerstoffzufuhr zum Brandherd verhindert. Von der Idee her wie das Brandverhaltens eines Blatt Papiers im Vergleich zu einem Telefonbuch. (Gruber et. al 2008)

In der OIB Richtlinie 2, 2015 sind in Form von zwei Tabellen die Brandverhalten und Feuerwiderstandsklassen von Bauprodukten und Konstruktionen ausgewiesen. (OIB 2) Baustoffe werden in Brennbarkeitsklassen, Bauteile in Brandwiderstandsklassen ausgewiesen. (Studie Haus der Zukunft)

| Brandwiderstandsklassen | |
|-------------------------|--------------------|
| F30 | Brandhemmend |
| F60 | Hochbrandhemmend |
| F90 | Brandbeständig |
| F180 | hochbrandbeständig |
| Brennbarkeitsklassen | |
| A | Brandhemmend |
| B1 | Schwerbrennbar |
| B2 | Normalbrennbar |
| B3 | Leichtbrennbar |

Der OIB2 Richtlinie entsprechend müssen Fassadendämmungen und Außenwanddämmsysteme mindestens der Baustoffklasse E (normal entflammbar) nach EN 13501-1 entsprechen. Außenwände bei einem Einfamilienhaus müssen die der Brandwiderstandsklasse F30 erfüllen (Gruber et. al, 2008).



Im Zuge der „Haus der Zukunft“ Forschungreihe der GrAT in Kooperation mit dem ASBN wurde das Brandverhalten von Strohballenwänden getestet mit dem Ergebnis, dass Strohballen in die Baustoffklasse B2 eingestuft werden konnte und eine beidseitig verputzte Wand einen Brandwiderstand von F90 (bedeutet 90 Minuten Brandwiderstand) hat. (Gruber et. al, 2008)

Unser Projekt fällt aufgrund seiner Größe allerdings nicht unter die Brandschutzbedingungen den Gemäß OIB Richtlinien 2, 2015, 0 Vorbemerkungen „Für Gebäude mit höchstens 15 m² Brutto-Grundfläche, die auf eigenem Grund oder von Verkehrsflächen für die Brandbekämpfung zugänglich sind, werden keine Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes gestellt.“

Feuchtebeständigkeit von Stroh

Grundsätzlich müssen alle Bauteile vor einem Feuchtigkeitseintritt in das Bauteilinnere geschützt werden. Wie bereits erwähnt liegt der ideale Feuchtegehalt eines Strohballens zwischen 8-14%. Es ist daher wichtig, dass die Strohballen vor, während und nach dem Einbau möglichst keiner Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Daher sollten nasse Ballen erst gar nicht eingebaut werden.

Wenn einige Ballen trotzdem leicht nass geworden sind, können diese vor dem Einbau in der Sonne getrocknet werden. Dabei werden sie einzeln in Reihen aufgestellt. Zur Überprüfung eignet sich ein in der Landwirtschaft übliches Strohballen - Feuchtemessgerät, welches den genauen Feuchtegehalt im Balleninneren misst. Sollten die Ballen über einen längeren Zeitraum Nässe ausgesetzt worden sein, ist es sehr wahrscheinlich, dass der natürliche Abbauprozess bereits begonnen hat. Diese Ballen eignen sich für den Einbau nicht mehr.

Während der Bauphase können die Ballen auch temporär mit regensicheren Folien vor Feuchte geschützt werden, allerdings muss zusätzlich darauf geachtet werden, dass die Ballen unter der Plane nicht zu schwitzen beginnen. (Gruber et. al, 2008)

Aber auch im verbauten Zustand sollten die Ballen vor Schlagregen, aufsteigender Feuchtigkeit aus dem Erdreich oder Kondensation aus dem Gebäudeinneren geschützt werden.

Die Taupunkttemperatur ist die Temperatur auf die Luft abgekühlt werden muss, damit sich Kondensat bildet, am Taupunkt kondensiert der Wasserdampf durch Abkühlung. (Riccabona, Bednar, 2013)

Bei einem für Österreich typischen Wandaufbau liegt der Taupunkt von außen gemessen zirka 6cm in der Strohballenwand. (Gruber et. al, 2008) Das bedeutet, dass sich Kondensat im Bauteil bildet. Laut einer Berechnung und Simulation des Österreichischen Instituts für Baubiologie ist dies allerdings kein Problem, solange die Außenseite des Bauteils diffusionsoffen mit Kalk-,Lehm- oder Silikatputz verputzt, oder die Holzfassade hinterlüftet ist.

Im Falle einer äußeren diffusionsdichten Schicht, sollte zum Schutz des Bauteils vor Kondensat aus dem Innenraum ein luftdichte Folien an der Innenseite des Wandaufbaus angebracht werden. Vor allem im Strohballenbau sollten diffusionsundurchlässige Außenputze oder Fassadenplatten immer hinterlüftet werden. Dies ist auch bei mit Stroh gedämmten Bodenplatten und Dächern zu beachten, wobei die diffusionsoffene Schicht der Bodenplatte unten liegen muss. (Gruber et. al, 2008)

statische Eigenschaften

Da bei der Holzständerkonstruktion mit Strohdämmung die statischen Aufgaben von der Holzkonstruktion übernommen werden, werden an das Stroh keine statischen Anforderungen gestellt.

Nagetiere und Insekten im Stroh

Die Angst, dass Nagetiere und Insekten sich im Stroh einnisten, ist weit verbreitet, allerdings unbegründet. Die Nischen und Zwischenräume im gepressten Stroh sind kleiner als die konventionell gedämmten Gebäude (Gruber et. al, 2008). Ein Schutz von nistenden Mitbewohnern sollte, wie auch bei konventionellen Dämmstoffen, mechanisch, über die Konstruktion, die Verschalung, Putze, Gitter und Lochbleche durchgeführt werden. (Minke/ Krick, 2014) Zudem ist Stroh ein reiner Ballaststoff, den Nagetiere, sowie auch Pferde und Kühe nicht verdauen können. Termiten wären in der Lage Stroh zu verdauen, diese bevorzugen jedoch Holz (Gruber et. al, 2008).

Schimmelbildung und Allergien im Strohballehaus

Die Schimmelbelastung in hellem, sauberem Stroh ist sehr gering. Auf trockenem Stroh können sich keine Schimmelpilze entwickeln. Schimmelsporen auf dem Stroh sind mit freiem Auge deutlich erkennbar, dies ist der Fall wenn das Stroh graue oder schwarze Flecken aufweist (Gruber et. al, 2008). Beim Verputzen sollte der Putz möglichst schnell trocknen und besonders bei dicken Putzschichten sollten die unteren Lagen trocken sein, bevor weiter gearbeitet wird. Wird eine Wand beidseitig verputzt, sollte zuerst der Innenputz angebracht werden, damit das Stroh gut abtrocknen kann. (Minke/ Krick, 2014)

Eine hohe Staubbelastung entsteht beim Befüllen der Wände. Ist das Stroh einmal verputzt und der Putz gut abgetrocknet, besteht kein Allergierisiko mehr. (Gruber et. al, 2008)

Schallschutz

Schallschutz hängt prinzipiell von der Elastizität und der Masse eines Bauteils ab. Je elastischer bzw. je höher die Masse eines Bauteils ist, desto besser ist der Schallschutz. Aber auch durch die Trennung von Bauteilen kann eine Schalldämmung erreicht werden.

Strohballen verfügen über eine hohe Elastizität und über eine Federwirkung, somit wird Schall im Ballen absorbiert. In zweischaliger Bauweise kann eine Strohballewand eine gute Schalldämmwirkung erreichen, die mitunter höher ist, als die von gleich schweren einschaligen Bauteilen. Die mindesterforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen gesamt ($R'_{res,w}$) für Wohngebäude beträgt laut ÖNORM B 8115-2 je nach maßgeblicher Außenlärmpegel-Stufe zwischen 33 und 53 dB.

Eine Untersuchung an der Technischen Universität Eindhoven in den Niederlanden ermittelte für eine 45 cm dicke Strohballewand im Frequenzspektrum von 500 - 4000 Hz Schalldämmmaße von 45 bis 67 dB. Diese Ergebnisse decken sich mit einer von GrAT (2001) beschriebenen Schalldämmmessung einer ebenfalls 45 cm dicken Strohballewand, die für ein Frequenzspektrum zwischen 500 und 10000 Hz Schalldämmmaße von 43 bis 55 dB ermittelt hat. Diese Zahlen verdeutlichen, dass eine typische Strohballewand in zweischaliger Bauweise die Normen, den Schallschutz betreffend, erfüllen kann. (Minke/ Krick, 2014)



3.4.d Andere Materialien

Hanf als Dämmmaterial

Hanfdämmplatten werden aus dem Stroh der Hanfpflanze hergestellt. Oft werden die Hanffasern zur Herstellung der Platten mit einem geringen Anteil von Kunststofffasern verbunden. Es gibt allerdings eine bioverträgliche Ausführung mit kompostierbaren Stützfasern aus Maisstärke. Die Dämmwerte von Hanfdämmplatten bewegen sich um $\lambda = 0,040$ [W/mK]. (Haefele et. al, 2010)

Winddichtbahn

Winddichtbahnen werden auch Unterspannbahnen genannt und bestehen aus einem gewebeverstärktem Polyethylen, sind wasserdicht und zugleich dampfdurchlässig. (Riccabona/Mezera, 2008)

Die von uns gekaufte Winddichtbahn, hieß im Fachhandel „Unterdachbahn Isover Ecran Integra“ und hatte die Abmessungen von 1,5x50m und konnte in Form einer Rolle mit 75m² zu 1,73€/m² = 129,75€ gekauft werden. Für unsere Box wurden mit Verschnitt rund 30m² benötigt.



3.18 Hanfdämmplatten



3.19 Winddichtbahn

Abdichtungsmaterialien

Zur Gebäudeabdichtung wurden unterschiedliche Dichtungsmethoden verwendet:

Bitumen

Für die Dachabdichtung wurde eine selbklebende Bitumenbahn und ein Bitumvoranstrich verwendet.

EPDM-Folie

Als alternative Dachabdichtung wird das Verlegen einer EPDM-Folie beschrieben. EPDM steht für Ethylen-Propylen-Dien-(Monomer)-Kautschuk. Die Planen werden in verschiedenen Dicken angeboten, sind sehr elastisch (bis zu 300% dehnbar), UV-stabil, ozon- und wurzelbeständig und eignen sich somit für Dachbegrünungen. Sie werden auf der Dachoberfläche verklebt. (gartenhaus.at)

Loggia-Abdichtungsmaterial:

Kemperol 2K-Pur

Kemperol 2K-Pur ist laut Angaben des Herstellers eine lösungsmittelfreie und geruchsneutrale Abdichtung für innen und außen.

Es ist im Innen- und Außenraum einsetzbar, geeignet für Anschlüsse, Detailausbildungen und Flächen. Es ist ein lösungsmittelfreies, zweikomponentiges, flüssig zu verarbeitendes Abdichtungssystem auf der Basis von Polyurethanharz und wird über eine einzulegende Vlies armiert. Kemperol ist UV-beständig und farbecht. Zudem bietet der Hersteller auf seiner Homepage diverse Technische Datenblätter und eine Gebrauchsanweisung an. (kemperol 2k-pur)

Für die Fläche unserer Loggia von 1m² haben wir eine Einheit verwendet. Der Packungsinhalt beträgt zirka 2,50 - 3,00 kg, was bei unserer Fläche absolut ausreichend war. Eine Packung mit zwei Mal 2,5kg kostet in etwa 124€. Davon wurde eine Packung verwendet. Das Vlies musste extra gekauft werden und die Kosten betragen sich auf rund 50€ wobei eine Rolle eine Laufmeterlänge von 50m aufweist.

Metallwinkel

Für die Tropfkante des Dachabschlusses wurden zwei Aluminium Tropfbleche mit einer Schenkellänge von 15cm, einer gefalzten mit 5cm, und einer Lauflänge von 2m gekauft. Zum Verkleiden der Anschlusspunkte verwendeten wir ein 3mm Alublech mit den Abmessungen

von 1x1m. Für die Tropfkante der Loggia wurden zusätzlich ein Aluminium Winkelblech mit einer Schenkellänge von 3 x 3cm und ein 3 x 4cm U-Profil als Übertrittsleiste für die Eingangstüre gekauft.

Die Gesamtkosten hierfür betragen in etwa 140€ im Metallgroßhandel.

Schrauben und Nägel

Bei den Schrauben, die für unser Projekt verwendet wurden, handelte es sich fast ausschließlich um selbstbohrende Schrauben mit einem Senkschraubkopf und Torxantrieb. In der Literatur werden zur besseren Verarbeitung ebenfalls Torx-Schraubköpfe empfohlen. Der Vorteil von Torx-Köpfen ist, dass die Schraubspitze, besser bekannt als Bit, nicht so leicht durchdreht, wenn beim Schrauben ein Astloch oder andere unvorhergesehenen Untergründänderungen getroffen werden. Zudem kann durch den Torxantrieb mehr Kraft auf die Schraube gebracht werden.

In der Literatur wird als Beispiel die selbstbohrende Schraube mit Drillschaft und Fräskopf von der Firma Spax empfohlen. Der Drillschaft säubert während dem Bohren das Bohrloch, somit kann sich das Brett im oberen Teil frei bewegen, der Fräskopf verhindert das Spalten des Holzes beim Anziehen der Schrauben. (Gabriel, 2017)

Die verwendeten Schrauben reichten von einer Länge von 3cm, um leichte, dünne Elemente zu montieren, über 5-8cm für Fassadenarbeiten, bis hin zu 12cm zum Befestigen der Decke oder zum Verbinden von Holzstaffeln. Für die Fenstermontage werden eigene Fensterschrauben verwendet.

Pro Stückpackung Schrauben können zirka 20€ gerechnet werden.

Zum Montieren der Blechprofile bei Dach und Loggia verwenden wir zudem Dachpappennägel.

Die Metallwinkel, Schrauben, Nägel und das Abzugsrohr für die Trockentrenntoilette wurden im Metallgroßhandel gekauft. Von dort hätten wir ebenso die Regenrinne und die Kiesleiste gekauft, diese wurden bis dato allerdings noch nicht ausgeführt.

Fenster

Da bei unserer Box nur ein offenbares Fenster eingebaut wurde, benötigten wir neben dem Fenster selbst lediglich ein Paar Fensterkeile, die aus Holzverschnitte von Massivholzwerkstoffen zurecht geschnitten wurden, ein Winddichtes Klebeband, und etwas Hanf-, Flax-, oder Schafwolle zum ausdämmen der Fugen. Für die Laibungsverkleidung wurden einige Latten der Fassadenlattung verwendet.

Die Kosten für ein Holzfenster im Baumarkt in der Größe, die wir verbaut haben, 780 x 980mm betragen 159€.

Für den Einbau von Recyclingfenstern wurde zuerst ein altes Fenster benötigt. Zusätzlich dazu benötigte man einige Streifen EPDM-Folie, einige Meter (abhängig von Fenstergröße) 3x4cm Staffeln, zirka 2m 5x8 Staffeln, etwas Hanfwolle oder ein Kompriband, ein Dichtband und einige Latten der Fassadenlattung.

Lehmputz

Als Putzträger auf dem Holz wurden Schilfrohrmatten verwendet. Sie werden in 2 bis 10cm dicken Platten gepresst und mit Drähten gebunden. (Haefele et. al, 2010)

Für den Lehmputz in Payerbach verwendeten wir Lehm, welcher verarbeitungsfertig aus ein Lehmgrube kam, Sand und Kies im Verhältnis 1,5 : 3 : 1



Werkzeuge

Anbei eine Auflistung aller Werkzeuge und Arbeitsgeräte, die wir während des Baues verwendet haben:

Werkzeuge

- Bleistift
- Akkubohrer
- Stichsäge
- Cutter
- Maßband, Zollstab
- Wasserwaage
- Dickenhobel
- Kappsäge
- Tauchsäge
- Tischkreissäge
- Handfräse
- ‚Alligator‘
- = Elektrofuchsschwanz
- Hammer und Gummihammer
- Schlagschnur
- Stemmeisen
- Handsäge
- Flex
- Flachdübelfräse
- = Fischermaschine
- Schraubstock
- Schraubzwingen
- Führungsschienen für Tauchsäge

Nicht alle dieser Werkzeuge sind für die Ausführung eines solchen Projektes zwingend nötig. Dies wird anhand der unterschiedlichen Ausführungsvarianten zum Beispiel bei den Verbindungen der Staffeln (mittels Überblattung - einfache Schraubverbindung) oder der Ausbildung des Dachgefälles (Gefälleausbildung über Stützen - Gefälleausbildung in der Dachkonstruktion selbst) aufgezeigt. Trotzdem gehören Maschinen, wie die Kappsäge und der Dickenhobel, die nicht jeder Handwerker besitzt, zur notwendigen Grundausrüstung und müssen bei der Kalkulation eines solchen Projekts mit einberechnet werden.



3.20 Alligator



3.21 Tauchsäge



3.22 Kappsäge



3.23 Dickenhobel



3.24 Gerüst Marke Eigenbau

Kostenübersicht

Überschlagsmäßig betragen die reinen Materialkosten 2.160€ ohne das Material für den Lehmputz und den endgültigen Innenausbau. Was bei dieser Kostenkalkulation nicht vergessen werden darf, sind die Werkzeugkosten, entweder in Form von einer Werkzeugmiete, die Nutzung einer mit den entsprechenden Werkzeugen ausgestatteten Werkstatt oder sogar der Kaufpreis der Maschinen.

Viele der benötigten Maschinen sind sehr teuer in der Anschaffung. Zudem muss ein Lagerplatz für das Holz und die Strohballen zur Verfügung stehen, oder angemietet werden. Die Werkstattnutzung im „Werksalon, co-making space“, in dem der Greenskills-Lehrgang stattgefunden hat, kostet für Privatpersonen 99€ monatlich, oder 280€ für ein Monat wenn ein bestimmtes Projekt umgesetzt wird. (werksalon.net)

Wird Stroh und auch Holz im freien gelagert, sollte dies zusätzlich mit einer regensicheren Plane abgedeckt werden. Weitere regensichere Planen werden während der Bauphase benötigt, wenn im freien gebaut wird, damit nicht fertiggestellte Bauteile nicht angegriffen werden.

Weiter Kosten entstehen zusätzlich bei der Anschaffung von Schutzausrüstungen und weiteren Gebrauchsartikeln, wie Cutter, Maßbänder, Wasserwaage und ähnliches.

| Material | Stück | Kosten € |
|-------------------------|-------|------------------|
| Holzstaffeln | | 606,00 |
| OSB-Platten | | 421,34 |
| Lärchenbretter | 40 m2 | 160,00 |
| 3 Schicht-Platte | 2 | 140,00 |
| Siebdruckplatte | 1 | 78,00 |
| Kemperol 2k pur | 1 | 124,00 |
| Vlies (Kemperol) | 1 | 49,00 |
| Metallwinkel und Bleche | | 140,00 |
| Fenster | 1 | 159,00 |
| Dominodübel | 1 Pk | 50,83 |
| Strohballen | 40 | 100,00 |
| Diverses Baumarkt | | 480,61 |
| diverse Schrauben | 7 Pk | 83,18 |
| | | |
| Summe | | 2.160,00€ |



3.25 Abdeckplane



3.26 Transport der Strohballen



3.5 Der Bau

3.5.a Vorbereitung

Der wichtigste Teil der Vorbereitung besteht, neben der Planung darin, auszurechnen und aufzulisten wie viele und welche Materialien benötigt werden. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll einen Bauzeitplan und eine Materialliste zu erstellen. Bauzeitpläne können in Form von Tabellen, oder vereinfacht in einer Auflistung der Arbeitsschritte und Abfolgen ausgeführt werden. Diese werden in zeitliche Abläufe gegliedert. Die Materialien werden den Arbeitsschritten zugeordnet. Anhand dieser Angaben wird deutlich wann welche Materialien, Werkzeuge und helfende Personen vor Ort sein müssen und welche Arbeiten abhängig von anderen sind. Beispielsweise muss das Holzskelett der Fassade zuerst beplankt werden, bevor mit dem Einbau der Strohballen begonnen werden kann.

Bei dem Bau der Box konnten wir einige Materialien von vorherigen Bauprojekten weiter, beziehungsweise wiederverwenden. Daher mussten wir eruieren, welche Materialien, die wir bereits hatten, für den Bau geeignet und wo sie gelagert waren und wie wir diesen zum Bauplatz transportieren konnten. Danach war es einigermaßen klar, welche Werkstoffe oder auch fertigen Elemente wir noch kaufen mussten.

An diesem Punkt muss gesagt werden, dass vor allem beim ersten Bau eines Projekts, trotz

der besten Planung immer wieder Dinge vergessen werden und weitere Besuche bei den Fachhändlern oft unvermeidlich sind. Die Werkhalle, in der wir arbeiteten, lag direkt neben einem Baumarkt, wodurch wir zusätzlich verleitet waren, „noch einmal schnell etwas zu kaufen“.

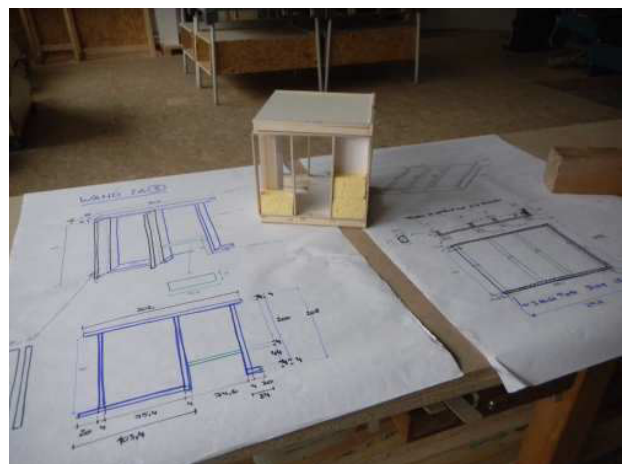
In unserem Fall war zusätzlich festzulegen, welche Tätigkeiten gemeinsam mit den Workshop-Teilnehmern ausgeführt werden konnten und was wir vorher schon vorbereiten mussten, beziehungsweise für welche Arbeiten zu viele helfende Hände störend wären.

Die Pläne sollten vorab weitgehend fertig sein, um den Überblick über die benötigten Werkstoffe zu behalten und Vorort auf der Baustelle aufliegen. Für unseren Kurs wurden zusätzlich einzelne Planungsabschnitte mit Hilfe von Perspektiven und Schaubildern übersichtlicher aufbereitet. Zu diesem Zweck habe ich ein 1:10 Modell des Rohbauskelettes angefertigt und die einzelnen Wände analog zu den Planskizzen beschriftet.

Die Ausführungsdetails sollten zumindest im Groben bei der Erstellung des Bauzeitenplans festgelegt sein, wobei vor allem Gerhard und Jürgen stets bemüht waren, die Details zu verbessern und anhand von bereits gewonnenen Erfahrungen weiter zu entwickeln. Das letztgültige Detail wurde vor dem Bau leicht



3.27 1:10 Modell



3.28 1:10 Modell und Pläne

verständlich auf Plakate skizziert und anhand deren den Kursteilnehmern erklärt.

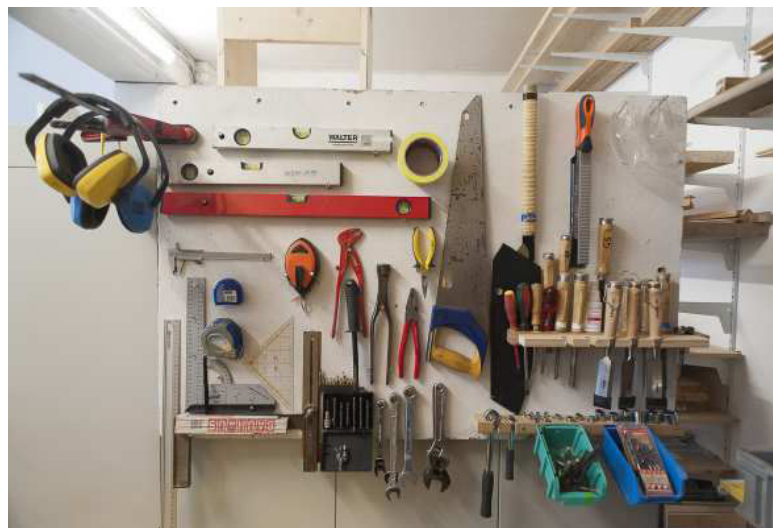
Der Arbeitsbereich und das Werkzeuglager wurden übersichtlich sortiert und aufgeräumt. Dazu gehören das nötigen Werkzeug, angemessene Schutzausrüstungen und Verbrauchsmaterial wie Bleistifte, Maßbänder oder Cutter. Gerade solche Arbeitsgeräte werden oft verlegt oder von Kollegen gehortet. Schutzbrillen, Ohrenschützer und Handschuhe sollten für alle Beteiligten vorhanden sein und einen fixen Platz haben, an dem sie nach einem langen Arbeitstag zurückgebracht werden konnten. Weiters wird ein Lagerplatz für die ersten Materialien und später bereits angefertigte Elemente benötigt. Solange das Gebäude nicht dicht ist, sollten die Materialien, allen voran das Stroh, vor Nässe und Feuchtigkeit geschützt werden, da es im Stroh später sonst zu Schimmelbildung kommt. Ebenso müssen alle Holzwerkstoffe, die verbaut werden, vor dem Einbau trocken sein, damit sich in den Bauteilen keine Restfeuchte befindet, die durch schlechte oder gar keine Trocknung in späterer Folge zu Schimmel in den Bauteilen führt.

Gemäß der Sicherheitsvorschriften des Werkсалon sollte jeder Arbeiter in der Werkhalle Ohrenschützer tragen, während die Geräte in Betrieb waren. Zusätzlich sind in der Werkhalle und auf der Baustelle feste Schuhe und entsprechende Kleidung vorgeschrieben.

Vor Beginn der Arbeiten, mussten alle Beteiligten eine Maschinen- und Sicherheitseinweisung unterzogen werden. Dies ist auf privaten Baustellen natürlich nicht verpflichtend, aber vor allem bei unerfahrenen Arbeitskräften oft ratsam und kann die Lebensdauer der Geräte erheblich verlängern.



3.29 im Werkсалon



3.30 Ordnung in der Werkstatt



3.31 Lager und Werkzeuglager



3.32 im Werkсалon



3.5.b Bodenplatte

gebaute Bodenplatte - Dämmung Hanfwolle

Benötigte Werkzeuge und Material:

- 9x Holzstaffeln 12 x 15cm (148mm); Länge 2,5m
- 7x OSB-Platten 2,5cm Dick (Unterseite)
- 3x OSB-Platten 1,5cm Dick (Fußboden)
- Akkubohrer
- selbstbohrende Holzschrauben mit Drillschaft und Fräskopf, (Torx Schrauben)
- Tauchsäge
- Stemmeisen
- Hanfwolle
- Staffeln 4 x 15cm für Wände (zum Einmessen, Details siehe Wände), Holzleim
- Holzfeile, Schleifpapier
- Cutter, Maßband...

Begonnen haben wir bei der Bodenplatte mit dem tragenden Gerüst aus den Holzstaffeln. Diese wurden in der benötigten Länge abgeschnitten und die Schnittpunkte eingemessen. Bei der Verbindung der Holzstaffeln haben wir uns für die Zimmermannsverbinding Überblattung entschieden. Die Überblattung ist die einfachste Verbindung im Rahmenbau.

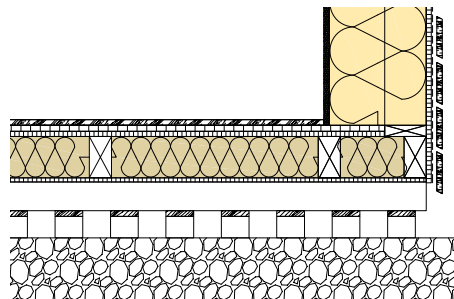
Da unsere Bodenplatte beim Heben der Box primär das gesamte Gewicht tragen muss, sollte sie statisch als Scheibe funktionieren. Dies ist über eine kraftschlüssige Verbindung der Hölzer möglich. Die einfachste Form, welche auch in unserem Projekt angewendet wurde, ist die gerade Überblattung.

Dabei werden die überlappenden Bereiche mit dem Stemmeisen ausgeklinkt, sodass die Staffeln eine gerade Ebene ergeben. Weil diese einfache Form der Überblattung am wenigsten belastbar ist, müssen die Stöße geleimt und zusätzlich mit Schrauben verbunden werden.

In diesem Projekt wurden bei den Staffeln II-15 die in der Breite der kreuzenden Staffeln IA-IE 4 cm weggestemmt. Bei den Trägern IA-IE wurde der negative Bereich ausgestemmt, sodass die Staffeln zu einem kraftschlüssigen Rahmen verbunden werden konnten.

Bodenaufbau

Parkett
2x OSB-Platten
Hanfwolle zwischen
Holzstaffeln 12/15
OSB-Platte
Fundament:
Holzstaffel auf
Palette
Erdrreich



3.33 Bodenplatte



3.34 einschneiden des Staffels per Hand



3.35 Einschneiden mit der Tauchsäge



3.36 ausstemmen

Überplattung ausstemmen

Um händisch saubere Überblattungen zu erzielen, müssen zuerst die auszustemmenden Bereiche eindeutig eingemessen und markiert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass der ausgeschnittene Teil nicht zu breit ist, weil die Elemente sich dann auch im verkeilten Zustand bewegen können und die Verbindung nicht genug Kraft aufnehmen kann. Ist der Bereich zu eng kann einfach mit der Säge oder erst einmal mit Feile oder Schleifpapier nachgearbeitet werden.

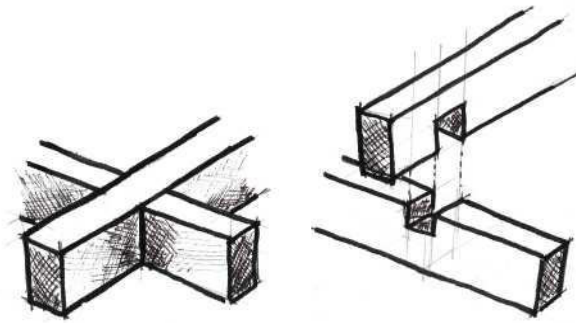
Der auszustemmende Bereich wird mit einer Handsäge, oder einer Tauchsäge mehrmals eingeschnitten und mittels Stemmeisen und Hammer ausgeklinkt.

Zum Ausstemmen von Holzverbindungen wird ein sogenanntes Tischler-Stechbeil verwendet. Dieses ist in unterschiedlichen Größen erhältlich. Zum Entfernen des Material wird das Stemmeisen im zirka 90° Winkel am oberen Rand der Öffnung angesetzt und mit dem Holzhammer in das Material geschlagen, bis diese ausbricht. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis die Tiefe der Verbindung erreicht ist. (Simpson, 2010)

Danach werden alle Innenkanten geputzt und geschliffen. Schlussendlich werden die Staffeln aufeinander gesetzt. Um die nötige Stabilität zu erhalten, müssen die Staffeln danach noch an den Stößen verleimt und mit Schrauben verbunden werden.

Es ist darauf zu achten, dass bevor die Flächen mit Leim bestrichen werden, alle Öffnungen noch einmal genau geprüft werden. Es ist wichtig, dass die Staffeln gut zusammen passen und alles richtig eingemessen wurde. Wir mussten einige Öffnungen nachstemmen, beziehungsweise mit einer Feile nachschleifen.

Um Fehler beim Zusammenbauen zu vermeiden, sollten die Balken vorab deutlich gekennzeichnet werden. Sowohl ihre Position, als auch die Orientierung im System, wie sie zu einander gesetzt werden sollen, kann leicht verwechselt werden.



3.37 Überplattung



3.38 markieren der Ecküberblattung



3.39 ausstemmen der Ecküberblattung



3.40 teilweise ausgestemmter Bereich



3.40 messen



3.41 ausgestemte Bereiche



3.42 überprüfen ob richtig gearbeitet wurde



3.43 überprüfen ob richtig gearbeitet wurde



3.44 festschrauben der Verbindungen



3.45 die Bodenplatte wird herum gedreht

Nachdem alle Staffeln miteinander verbunden waren und der Leim ausreichend Zeit zum Antrocknen hatte, drehten wir das Skelett um 180 Grad, um die Unterseite der Bodenplatte mit OSB Platten zu verschließen. Die OSB-Platten wurden auf das Skelett geschraubt, beginnend an einer Seite, sodass die Längskante bündig mit den Holzstaffeln war. Die überstehenden Enden der Platten konnten zum Schluss ganz leicht mit der Führungsschiene und der Tauchsäge bündig abgeschnitten werden.



3.46 festschrauben der OSB-Platten

Bei der Montage der OSB-Platten sollte die markierte Seite immer die nach außen gerichtete Seite sein. Die Platten wurden nacheinander montiert und dabei immer nur bis zur Hälfte fest angeschraubt. Um die Platten gut mit Nut und Feder verbinden zu können, wurde die erste Platte nur zu 1/3 fixiert, danach die folgende Platte vorsichtig mit der Feder in die Nut der bereits fixierten Platte geklopft und dann erst vollflächig festgeschraubt.



3.47 zusammen klopfen der nächsten von Nut und Feder

Bei dem Festklopfen mit dem Hammer durfte die Feder dieser Platte nicht beschädigt werden, da die Platten sonst nicht mehr ordentlich miteinander verbunden werden können. Betrachtet man den Spalt zwischen zwei OSB-Platten, sollte dieser nicht größer als 3mm sein. Da unsere Box einen Auslass für den Fäkaleneinsatz der Trockentrenntoilette im Boden benötigte, wurde auch dieser Bereich mit der Tauchsäge ausgeschnitten.



3.48 Bodenplatte

Nachdem die Unterseite fertig war, konnten wir die Bodenplatte wieder herumdrehen und mit der Dämmung befüllen.

Die Hanfwollmatten waren zirka 20cm dick und wurden lose verlegt. Um die Matten auf die richtige Größe der Hohlräume zurechtzuschneiden, verwendeten wir zuerst eine Stich- und eine Handsäge, welche beide nicht wirklich geeignet waren. Schlussendlich stellte sich heraus, dass ein grob gezacktes Messer Brotmesser aus der Werkstattküche das geeignete Schneidmittel für diese Aufgabe war.



3.49 schneiden der Hanfwolle mit dem Küchenmesser



3.50 ausstopfen der Bodenplatte mit Hanfwolle



3.51 + 3.52 überstehende OSB-Platten werden nachträglich abgeschnitten

Damit die Bodenplatte und die Wände kraftschlüssig miteinander verbunden werden konnten, wurden die Bereiche der Wandstiefeln beim Verlegen der OSB-Platten im Innenraum ausgespart. Dadurch konnten die Fußstiefeln der Wandkonstruktionen direkt auf das Traggerüst der Bodenplatte geschraubt werden. Die Stiefelhölzer der Wandkonstruktionen hatten eine Dicke von 4cm und eine Breite von 15cm. Zur leichteren Handhabung ließen wir die Stiefelhölzer während des Einpassens der OSB Platten auf die Oberseite der Bodenplatte liegen.



Um einen Höhenunterschied von 2 cm vom Innen- zum Außenbereich zu erreichen, verlegten wir im Innenraum zwei OSB-Platten, die erste mit einer Dicke von 25mm, die darüber liegende mit einer Dicke von 15mm. Im Außenbereich der Box wurde mit Holzkeilen ein Gefälle ausgebildet, damit Regenwasser nicht in den Innenraum der Box fließen kann. Zu diesem Zweck wurden 2cm dicke Vollholzplatten, die an der unteren Kante gerade und an der oberen Kante im Gefälle von 2% abgeschnitten waren links und rechts an die Stiefeln der Bodenplatte geschraubt.

3.53 OSB-Platten im Gefälle, für Loggia



3.54 Bodenplatte

An der Stelle, wo die Wände W1 und W2 mit Strohballen ausgedämmt wurden, durfte kein Gefälle sein. Die im Gefälle ausgeführte OSB-Platte musste auch 2cm über die Außenkante der Bodenplatte stehen, damit das Wasser später nicht an der Fassade herunter rinnen konnte. Eine Tropfnase wurde hier mittels eines Blech ausgeführt. Diese Ausführung wird unter dem Kapitel Fassade genauer beschrieben.

Da wir die fertige Box aufgrund ihres Gewichts und der Größe nicht durch die Türe des Werk-salon gebracht hätten, wurde die Bodenplatte in diesem Zustand trocken gelagert. Erst nach-dem alle Teile der Außenhülle (die Bodenplatte, die Wände W1, W2,W3 und die Decke) für die weitere Verarbeitung fertig waren, konnten wir die Elemente zusammenbauen. Dies erfolgte an einem Tag, damit die komplette Box danach wetterfest verpackt werden konnte. Bevor mit dem Aufbau begonnen wurde, mussten 4 ungefähr gleich hohe Holzstapel als Auflager für die Bodenplatte an dem neuen Bauplatz aufgelegt werden. Damit verhinderten wir, dass diese schräg auf dem unebenen Boden auflag und von Regenwasser durchnässt wurde. Im Außenbereich angekommen wurde die Platte mittels Wasserwaage eingerichtet um weiterhin das Arbeiten im rechten Winkel zu ermöglichen.

Weitere Arbeiten an der Bodenplatte erfolgten erst nachdem die Wände und das Dach fixiert und bis auf den Putz und den Innenausbau fertiggestellt worden waren. In den nächsten Schritten musste die Loggia abgedichtet und der Fußbodenbelag verlegt werden. Der Bodenbelag wurde erst nach dem Verputzen der Wände verlegt.



3.55 fixieren der OSB-Platten



3.56 umdrehend der Bodenplatte



3.57 Bodenplatte wird ins Freie getragen..



3.58 ..aufgelegt..



3.59 ..und in Waage gebracht

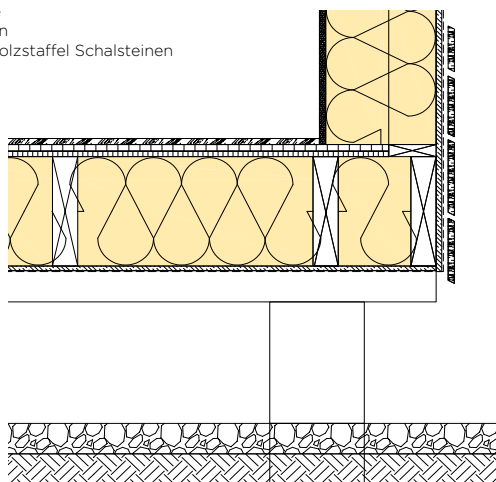
Alternative Ausführungen - strohgedämmte Bodenplatte

Sollte die Bodenplatte mit Strohballen gedämmt werden, sollten die Sparren in der Dicke der Strohballen ausgeführt werden, weil die Strohballen wie bei der Rahmenbauweise dazwischen eingefüllt werden. Damit auch in diesem Bereich eine ausreichende Hinterlüftung garantiert werden kann, sollte die Bodenplatte mindestens 50 cm vom Erdboden entfernt sein. Im Idealfall werden Punktfundament, ansonsten Streifenfundamente ausgebildet, die mit der Windrichtung ausgerichtet sein sollten. Um den Kellereffekt unter dem Gebäude zu vermeiden, wird der Boden mit einer 10cm Kiesschicht beschüttet, damit wird die Feuchte im Zwischenraum reduziert.

Wie bereits im Kapitel Bauphysik erwähnt, ist bei der Bodenplatte die diffusionsoffene Schicht an der Unterseite der Platte, OSB-Platten sollten innen angebracht sein. Sollte der Innenboden mit diffusionsdichten Materialien wie Fliesen oder Estrich belegt werden, kann an der Unterseite ebenfalls eine OSB-Platte angebracht werden. Um trotzdem ein Dampfgefälle von innen nach außen zu erreichen, sollte die untere (außen liegende) OSB-Platte dünner (16mm) sein als die innenliegende (22mm). (baubiologie.at)

Bodenaufbau

Parkett
2x OSB-Platten
Strohballen
zwischen Holzstaffeln 12/36
Agepan-Platte
Winddichtbahn
Fundament: Holzstaffel Schalsteinen
Kieslage
Erdreich



3.60 strohgedämmte Bodenplatte

Fundament

Da die Box durchgehend als temporäres Objekt geplant wurde, wären permanente Fundamente nicht zweckdienlich. Trotzdem würde es der Bodenplatte der Box erheblich schaden vollflächig auf der Erde aufzustehen, da die OSB-Platten zwar wasserabweisend sind, die Holzkonstruktion allerdings bei ständiger Feuchte vom Boden durchnässt und teilweise dauerhaft beschädigt werden würde. Aus diesem Grund sollte die Box an ihrem Aufstellungsort auf temporäre Fundamente gesetzt werden. In unserer Planung für die „Strohbox am Karlsgarten“ waren dafür zwei übereinander gestapelte, mit Kies gefüllte Autoreifen vorgesehen. Es eignen sich aber auch Paletten, mit Kies gefüllte Schalstein, oder ähnliches. Um dem Kellereffekt unterhalb des Gebäudes entgegen zu wirken wäre Kies ein optimaler Untergrund, unterhalb der Box, wobei dabei darauf geachtet werden muss, dass die Fundamentblöcke nicht versinken.

Kellereffekt bedeutet, dass sich ein unterirdischer Raum, oder erdnaheer Raum, trotz warmer Außentemperaturen nicht aufwärmt und dadurch warme, einströmende Luft schnell abkühlt und sich Kondenswasser bildet.



3.61 Paletten als Fundament



3.5.c Wände

Benötigte Werkzeuge und Material:

- 22x Holzstaffeln 4 x 15cm, Länge ca. 250cm
- 6x Holzstaffeln 4 x 20cm (für die Aufdoppelung einiger Steher) Länge ca. 250cm
- 5x OSB-Platten 2,5cm Dick (Unterseite) Länge ca. 250cm
- 4x OSB-Platten 2,5cm Dick (Fußboden) Länge ca. 250cm
- Strohballen zirka 40 Stück (32 wurden verbaut)
- Akkubohrer
- selbstbohrende Holzschrauben mit Drillschaft und Fräskopf, (Torx Schrauben)
- Tauchsäge
- Stemmeisen
- Hanfwole
- Staffeln 4 x 15cm für Wände (zum Einmessen, Details siehe Wände),
- Holzleim
- Holzfeile, Schleifpapier
- Cutter, Maßband...
- Tischkreissäge
- Persuader = Überzeuger = Holzhammer
- Flachdübelfräse oder Fischerlmaschine
- Alligator (=Elektrofuchsschwanz, oder Elektrosäge)

Das Holzskelett unserer Wände war unabhängig von deren Dämmung gleich. Das Grundgerüst bestand aus Holzstaffeln mit einer Abmessung von 4 x 15cm, die miteinander verschraubt wurden. An den Wandabschnitten, die im Innenraum mit OSB-Platten verkleidet sind, wurden Aufdopplungen in Form von 4 x 20cm dicken die Pfosten angebracht. Diese Wände waren jene, an denen später Bilder, Regale, Spiegel oder andere schwere Gegenstände aufgehängt werden sollten. Die Montage direkt in den Strohballen ist nur bei sehr leichten Dingen mittels Strohancker möglich und für das System nicht ratsam. Durch die Durchdringung des Putzes kann leichter Feuchtigkeit in das Stroh gelangen und zu Schimmelbildung führen.

Begonnen haben wir mit den Wänden W1 und W2, die als durchgehende Rahmen auszuführen waren. Die zwei Wände sind zu einander spiegelverkehrt, mit denselben Abmessungen. Daher konnten wir vorab gleich alle acht 4 x 15cm Stützen und alle vier 4 x 15cm Riegel mit der Kappsäge auf die richtige Länge kürzen. Damit die Wand W4 gut verankert und die Fassade der Loggia angebracht werden konnte, benötigten die jeweils ersten beiden Steher der Wände W1 und W2 eine Aufdopplung.



3.62 Kappsäge



3.63 oben: abmessen



3.64 re. oben: Richtung markieren



3.65 re. unten: Markierung

Diese vier 4 x 20cm Staffeln konnten ebenfalls zurecht geschnitten werden. Damit diese Staffeln ebenso raumhoch waren, muss darauf geachtet werden, dass sie um 4cm länger als die Stützen der Rahmenkonstruktion waren. An diesem Punkt wurden die einzelnen Steher der mit einer Nummer und der Wandbezeichnung versehen, um nachvollziehen zu können, welche Stützen an welcher Position die Aufdopplung erhalten mussten. Die zwei ersten Steher und die Staffeln für die Aufdopplung wurden markiert und gefräst. Danach positionierten wir alle Staffeln an Ihrer Position auf dem Boden und verbanden die Riegel und die Steher mittels Schrauben miteinander.

Bei den Wänden verzichteten wir auf eine Zimmermannsverbinding, da diese aus statische Sicht nicht nötig waren. Zum Schluss wurden mit zwei Maßbändern die Diagonalen der Rahmen gemessen um zu prüfen, ob die Staffeln ordentlich, im rechten Winkel zu einander befestigt waren. Nachdem alle Teile des Skeletts miteinander verbunden waren, konnten wir die vorbereiteten Pfosten für die Aufdopplungen mit Hilfe von den Flachholzdübeln und Holzleim an den Wänden befestigen.

Als letzte vorgefertigte Wand wurde W3 zusammengebaut. Diese Wand hatte eine andere Geometrie als die beiden ersten Wände, die Arbeitsschritte waren prinzipiell gleich. Da im rechten hinteren Eck der Wand eine Öffnung für den Auffangbehälter der Trockentrenntoilette bleiben musste, wurde der Riegel am unteren Teil der Wand ausgelassen und stattdessen ein Querbalken etwas höher angesetzt. Diesen mussten wir mit der Wasserwaage einmessen um ihn nicht schief zu befestigen.

Nachdem alle Steher und Riegel einer Wand miteinander verbunden waren, wurde das Skelett temporär mit zwei Holzbrettern an der Innenseite diagonal ausgekreuzt, damit der rechte Winkel während des Aufbaus erhalten blieb.



3.66 ausmessen der Diagonalen



3.67 + 3.68 verschrauben der Wandskelette



3.69 Wand W2



3.70 Skizze W3



3.71 Aufbau der Wände



3.72 Flachdübelfräse



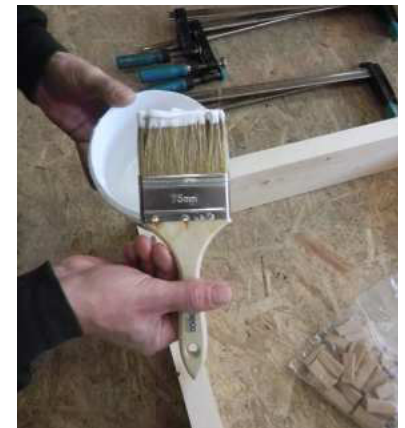
3.73 + 3.74 Fräsloch und Flachdübelfräse



3.75 + 3.76 verleimen der Aufdopplung..

Wandaufdopplung

Für die Aufdopplung werden auf beiden Holzstaffeln im Abstand von zirka 50 cm mit der Flachdübelfräse Löcher gefräst. Für unseren Fall wurden Domino-Dübel verwendet (Dey/ Blos, 2010). Dabei ist es wichtig die Position der Löcher an den Staffelaußenseiten deutlich zu kennzeichnen und darauf zu achten, dass auch die Ober- und Unterseite der Staffeln markiert werden, da es sonst leicht vorkommen kann, dass sie nicht zusammen passen. Die Holzdübel werden in die Löcher an dem Staffel des Wandskeletts festgeleimt und zusätzlich mit dem Holzhammer fest in das Fräsloch gedrückt. Es empfiehlt sich, dass auch vorab schon geprüft wird, ob die Lochtiefe an beiden Staffeln tief genug gefräst wurden, damit kein Spalt zwischen den Staffeln bestehen bleibt. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass die Maschine immer mittig auf dem jeweiligen Staffel angesetzt wurde, da sonst die Position des Loches neben dem des anderen ist und die Staffeln zueinander versetzt sind. Die Löcher des später auf gesetzten Staffels können etwas größer (länglicher) ausgeführt werden, damit beide Staffeln gut eingerichtet werden können. Bevor die beiden Staffeln endgültig miteinander verleimt werden, sollte noch einmal überprüft werden, ob die beiden gut und bündig zusammengesetzt werden können. Dazu wird sowohl die Auflagefläche des Staffels mit den Dübeln vollflächig mit Holzleim bestrichen, wie auch die Dübellöcher des anderen Staffels. Danach werden die Staffeln aufeinander gesetzt und mit Schraubzwingen verbunden, bis der Leim trocken ist.



3.77 - 3.79 verleimen der Aufdopplung

Leitungen in Strowänden

Es ist naheliegend das wasserführende Leitungen und Elektroleitung nicht direkt in Kontakt mit dem Stroh kommen sollten. Daher ist die sicherste und aus technischer Sicht einfachste Form der Leitungsführung in einer Installationsebene, in Installationschächten oder -kanälen oder in Wandabschnitten, die nicht mit Stroh gedämmt wurden (Jones, 2007). Dies lässt sich allerdings nicht immer umsetzen, daher können die Leitungen je nach Funktion geschützt und ummantelt werden. Die Gefahr bei Kaltwasser führenden Leitungen besteht durch Tauwasserbildung. Um dies zu verhindern muss die Leitung wärmegeklämt und dampfdicht verkleidet werden. Bei allen Leitungen gibt es leider immer das Risiko eines möglichen Lecks, wodurch das Stroh über einen längeren Zeitraum durchnässt, und dadurch beinahe irreparabel beschädigt wird. (Minke/ Krick, 2014)

Elektroleitungen können innerhalb der Strohballen in nicht brennbaren Kabelkanälen geführt werden, allerdings sollten Steckdosen, Schalter oder Wandauslässe an Holzstehern befestigt werden. Sollte an dieser Stelle kein Holzsteher vorhanden sein, kann ein Holzstaffel in das Stroh geschlagen werden, an dem die Dosen befestigt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Dosen mit Gipsmörtel im Strohballen zu fixieren. In diesem Fall muss die Nische allerdings mit einigen Zentimetern Mörtel oder Lehmputz zur Brandsicherheit verschmiert werden. Diese Schutzschicht sollte vorab allerdings gut ausgetrocknet sein.



3.83 Wand W2



3.80 - 3.82 verleimen der Aufdopplung



3.84 Montage der Wände - W3



3.85 Montage der Wände - W3



3.86 Montage der Wände - W3

→ Es sollte immer überprüft werden, ob die Staffeln wirklich im rechten Winkel zu einander stehen, minimale Abweichungen können schnell passieren und werden dann als Fehler über das ganze Projekt mitgenommen!

Bei den Wänden W1 und W2, ist es uns passiert, dass diese verwechselt und an der falschen Position angebracht wurden. Daher sollte die Position und die Aufstellrichtung bereits beim Bau genau angeschrieben werden.

Die Wände W1-W3 bilden gemeinsam mit dem Boden und der Decke die primäre Tragstruktur der Box und wurden daher in der Werkhalle vorgefertigt und im Freien zusammengebaut. Die Wand W4 konnten problemlos erst nachträglich einbauen. Mittels Wasserwaage wurden die Wände auf der Bodenplatte lotrecht ausgerichtet und mit dieser verschraubt. Bevor nun die Decke auf die Wände gehoben werden konnte, mussten die Außenseiten mit OSB-Platten verplankt werden, da ihnen sonst die Aussteifung in Querrichtung fehlte und sie auseinandergeklappt wären.

An der Unterkante der Bodenplatte wurde mit der Beplankung begonnen, da die OSB Platten neben ihrer Funktion als Wandabschluss auch die biegesteife Verbindung zwischen Boden und Wänden verstärkten. Wie bereits in einem vorherigen Kapitel erwähnt, musste bei der Verarbeitung der Platten darauf geachtet werden, dass diese fest miteinander verbunden wurden.

Zu diesem Zweck wurden die Platten so montiert, dass die Feder nach oben gerichtet war und die nächste Platte einfach darauf geschoben werden konnte. Um Nut und Feder gut verbinden zu können, wurden die unteren Platten nicht vollflächig, sondern nur die untere Hälfte verschraubt. Die obere Hälfte wurde lediglich fixiert, bis die nächste an der vorgesehenen Position saß. Die benötigte Länge der Platten hatten wir zuvor an den Wänden abgemessen und die Platten entsprechend zurechtgeschnitten.

Es wäre ebenfalls möglich gewesen, die überstehenden Plattenteile nach der Montage mit der Stichsäge abzuschneiden.



3.87 Montage der Wände



3.88 Korrektur der Wände



3.90 Montage der Wände



3.89 Korrektur der Wände



3.91 Korrektur der Wände



3.92 Korrektur der Auspraungen in der Bodenplatte



3.93 teilweise verplankte Wände



3.94 befestigen der Deckenplatte



3.95 befestigen der Deckenplatte



3.96 beplanken der Wände



3.97 beplanken der Wände

Die Position der Steher wurde während der Beplankung deutlich mittels Schlagschnur gekennzeichnet, damit es eindeutig war, wo die Platten mit den Holzskeletten verschraubt werden konnten, um Fehlbohrungen zu vermeiden.

Die Öffnungen in den Außenwänden wurden nachträglich mit der Stichsäge ausgeschnitten. Um alle Elemente, also Boden, Wände und Decke mit einander zu verbinden, wurde die letzte Reihe der OSB-Platten bis unter den Attikaabschluss der Decke geführt. Aus diesem Grund konnte die Fassadenbeplankung erst nach Aufsetzen der Decke fertiggestellt werden. An der Stirnseite der Box, bei der Loggia wurden, keine OSB Platten benötigt, da alle Fronten mittels Vollholzstehern verschlossen waren. Nachdem die Beplankung abgeschlossen war, folgte die dampfdiffusionsoffene



3.98 Position der Steher mittels Schlagschnur markieren



3.99 nachträgliches Ausschneiden der Öffnungen



3.100 aufsetzen der Decke



3.101 aufsetzen der Decke

Die Gleiche wurde erreicht



3.102 wir hatten sogar ein Gleichenbäumchen



Montage der Winddichtbahn



3.103



3.104



3.105



3.106



3.107



3.108 nachträgliches ausschneiden der Öffnungen

Winddichtbahn, oder auch Unterspannbahn genannt. Ihre Aufgabe ist die Feuchtigkeit im Inneren der Wand, zum Beispiel Baurestfeuchte, oder Kondensat, nach außen diffundieren, umgangssprachlich gesagt verdampfen, zu lassen und zugleich die Außenhülle winddicht zu verschließen.

Mit der Montage der Bahn wird 2 cm oberhalb der Bodenunterkante begonnen. Wichtig beim Anbringen der Bahn ist, darauf zu achten, dass die winddichte Seite (meist die schwarze Seite) nach außen zeigt. Für die Montage sollten zumindest drei Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, da die Bahn umlaufend gerade und faltenfrei angebracht werden sollte. Zum Befestigen wird sie mit dem Tacker am Holz der Fassade fixiert und die Klammern und Übergänge anschließend mit dem dazugehörigen, winddichten Klebeband überklebt. Das Gebäude wird zuerst rundherum eingepackt, Fassadenöffnungen wie Fenster, oder in unserem Projekt der Bereich für den Toilettenbehälter, können nachträglich sehr leicht mit dem Cutter ausgeschnitten werden. Dabei sollte allerdings immer ein zirka 15cm breiter Rahmen bestehen bleiben, welcher zu den Ecken hin eingeschnitten wird und danach in die Öffnung geklappt und fixiert wird. Dies ermöglicht einen optimalen Windschutz auch im Bereich der Kanten und Plattenstöße. Stöße oder gefährdete Ecken können zusätzlich mit einem Klebeband verschlossen werden.

→ Aufsetzen der Deckenplatte

Nachdem die Deckenplatte fix mit den Wänden verbunden war, wurde die äußere Verschalung fertiggestellt.

Von diesem Zeitpunkt an konnte mit dem Befüllen der Wände begonnen werden. Bei unserer Box sind zwei Wandsysteme zum Einsatz gekommen:

Wand W1-W3 Holzständerkonstruktion mit Strohdämmung

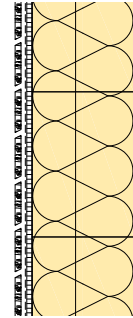
Bevor mit dem Einfüllen der Strohballen begonnen werden konnte, musste der Bauplatz vorbereitet werden. Wichtig bei den Arbeiten mit Stroh ist vorallem gutes Wetter oder ein guter Regenschutz. Das bedeutet, dass die Ballen zu keinem Zeitpunkt im Regen liegen oder vom Boden her nass werden dürfen.

Sollte, so wie in unserem Fall, das Dach bereits aufgesetzt worden sein, ist es natürlich möglich, die Arbeit auch bei Regen im Gebäude fortzuführen. Bei nicht verplankten Außenwänden muss allerdings auf Schlagregen geachtet werden. In unserem speziellen Fall war der Innenraum allerdings zu klein, um die Vorbereitung der Strohballen im Innenraum vorzunehmen.

Zwei weitere Punkte dürfen bei den Arbeiten mit Stroh keinesfalls unterschätzt werden. Zum einen muss auf den Brandschutz geachtet werden. Allen voran darf in der Nähe der Ballen und der teilweise befüllten Wände weder geraucht werden, noch dürfen Arbeiten, bei denen es zu einem Funkenflug kommen kann, durchgeführt werden. Zum zweiten macht loses Stroh den Boden extrem rutschig und sollte daher regelmäßig aufgesammelt und in Säcken verstaut werden. Dieses lose Stroh eignet sich im weiteren Verlauf sehr gut als Bewehrung für den Lehmputz.

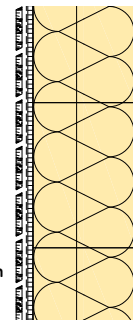
Im nächsten Schritt müssen die Strohballen auf ihre Qualität geprüft werden und ob sie für den Einbau überhaupt geeignet sind. Die Ballen dürfen an keinen Stellen schwarz sein, oder graue, schimmelige oder verrottete Bereiche aufweisen (Minke/ Krick, 2014). Zusätzlich müssen die Ballen fest gebunden sein und dürfen beim Anheben nicht aus der Schnur fallen. In der Fachliteratur wird zudem darauf hingewiesen, dass der Feuchtegehalt nicht höher als 15% betragen darf und die Ballen im nicht lasttragenden Strohballenbau eine Mindestrohdichte im trockenen Zustand von 90kg/m³ haben sollten. Die Mindestrohdichte ist mittels einer Waage festzustellen und

Wandaufbau direkt verputzt:
 Lärchenbretter
 Grundlattung
 Winddichtbahn
 OSB-Platten
 Strohballen
 zwischen Holzstaffeln 12/36
 Lehmputz



3.109 Wand direkt verputzt

Wandaufbau Putz auf Holz:
 Lärchenbretter
 Grundlattung
 Winddichtbahn
 OSB-Platten
 Strohballen
 zwischen Holzstaffeln 12/36
 OSB-Platten
 Putzträger - Schilfrohrmatten
 Lehmputz



3.110 Wand beidseitig beplankt



3.111 Stroh am Bauplatz



3.112 die Box



3.113 Strohballen herrichten - Rundungen begradigen



3.114 Strohballen herrichten - Nut ausschneiden



3.115 Strohballen herrichten - Nut ausschneiden

sollte erst nach dem Vorbereiten des Ballens erfolgen. Zur Orientierung ein Ballen mit den Abmessungen 36 x 48 x 80cm, braucht eine Rohdichte von $100 \text{ kg/m}^3 = 13,82\text{kg}$. Hat ein Ballen nicht die entsprechende Rohdichte, muss dieser nachverdichtet werden. Nachverdichten kann beispielsweise durch Krafteinwirkung und das Straffen der Bindegarne mit Hilfe von Stöcken, mit denen die Garne eingedreht werden, passieren (Minke/ Krick, 2014). Im ungünstigsten Fall müssen die Ballen mit der Kleinballenpresse neu gepresst werden. Die Restfeuchte kann mittels Strohfeuchtemesser gemessen werden, oder anhand des Gewichtes der Ballen abgeleitet werden. Bei unserem Projekt haben wir auf das Wiegen und die Nachverdichtung verzichtet, da es sich bei der Box um kein Wohngebäude handelt.

In unserem Entwurf betrug der Abstand zwischen den Stehern maximal 80 cm, bei den meisten Zwischenräumen nur 70-76cm. Da die Ballen in Ihrer Größe, vor allem aber in der Länge oft variieren können, war die erste Aufgabe, sie etwas zu sortieren. Bei größeren Projekten ist es durchaus zeitsparender, die Ballen gleich bei der Anlieferung zu sortieren und getrennt und gekennzeichnet zu lagern, bei unserem Projekt wurden allerdings nur rund 35 Ballen benötigt. Um Hohlräume zwischen Stehern und Ballen und zwischen den Ballen zu vermeiden, sollten die Ballen immer etwas länger sein als der vorhandene Stützabstand, damit sie fest zwischen die Stützen gepresst werden und nicht von alleine wieder hinaus fallen konnten.

Nachdem die geeignetsten Ballen ausgewählt worden waren, wurde damit begonnen, diese für den Einbau herzurichten. Dies bedeutet bei den Aufwölbungen zwischen den Schnüren, an den Stirnseiten der Ballen, etwas Stroh heraus zu holen. Viele Ballen sind an den Kanten abgerundet, ist das der Fall sollte das Stroh aus der Aufwölbung zwischen den Garnen nach außen gezogen werden. Verformte Ballen müssen entweder aussortiert oder gerade gemacht

werden. Dies ist gut möglich, wenn die Garne der Strohballen etwas weggehalten werden. An den Stellen, wo ein Strohballen um oder nur zu einem Teil zwischen den Holzstehern positioniert ist, muss an dem Ballen, eine Nut herausgeschnitten werden. Das ist nötig, damit der Strohballen gerade und ohne Zwischenräume in der Wand sitzen kann. Eine Nut wird am besten mit einem Elektrofuchsschwanz, von uns liebevoll auch „Alligator“ genannt, ausgeschnitten.

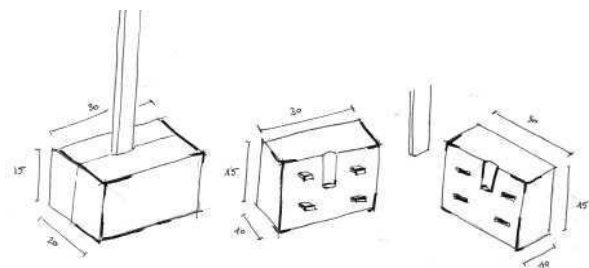
Dabei sollten die Garne nicht durchtrennt werden, sondern lediglich auf einer Seite verrutscht werden. Wird ein Ballengarn ungewollt geöffnet, ist der Einbau fast nicht mehr möglich, außer zum Ausstopfen von kleinen Löchern oder Zwischenräumen. Die gepressten Strohballen sind im Kern extrem stark verdichtet. Aus diesem Grund haben sie auch so gute Dämmwerte und machen es Nagetieren und Ungeziefer nahezu unmöglich, darin zu nisten. Wird der Ballen geöffnet, expandiert er um zirka ein Drittel. Bei Fensterlaibungen bleiben allerdings oft Restwandflächen übrig, die schmaler als eine ganz Ballenlänge sind. Daher wird daher empfohlen, die Ballen mittels Strohballennadel zu teilen und diese Teile mit einem neuen Bindegarn wieder zusammen zu schnüren (Minke/Krick, 2014).

Für unser Projekt haben wir darauf verzichtet, da wir keine nennenswerten Restwandflächen hatten.

Bevor wir nun endgültig mit dem Einbau beginnen konnten, war es nötig eines der für den Strohballeneinbau wichtigsten Werkzeuge anzufertigen, den Persuader. Der Persuader, wie er von Gerhard Scherbaum genannt wird, ist ein überdimensionaler Hammer aus Holz mit einer Auflagefläche von rund 20 x 50cm und einem zirka 1m langem Stiel. Ob dieser Name tatsächlich der Fachausdruck für diesen Hammer ist, sei dahingestellt, passt aber.

Persuader Bauen

Der Persuader, oder Überzeuger ist ein überdimensionaler Holzhammer mit einem Stiel von zirka 80cm bis 1m. Die Grundfläche des Hammers beträgt in etwa 20 x 40cm. Um die erwünschte Krafteinwirkung zu erhalten, sollte der er nicht zu leicht sein. Aus diesem Grund werden zwei Massivholzbretter (dicke zirka 10 cm) zusammengeleimt. Bevor sie verleimt werden, muss auf beiden Seiten des mit der Oberfräse oder dem Stemmeisen ein Schlitz für den Griff ausgestemmt werden und die beiden Seiten mit zwei bis vier Domino-Dübeln versehen werden. Danach werden die zwei Hälften und der Griff miteinander verleimt und mit Schraubzwingen verbunden, bis der Leim getrocknet ist.



3.116 Bau Persuader



3.117 + 3.118 Persuader



3.119 links „Schuhlöffel“, Leiste zum Fixieren



3.120 teilweise befüllte Wände



3.121 teilweise befüllte Wände



3.122 + 3.123 verdichten und füllen einer Wand

Wie anfänglich schon beschrieben wurden, gibt es verschiedene Positionierungsmöglichkeiten der Stützen innerhalb einer Strohballenwand. Weil wir in diesem Projekt durchgehende Holzstützen hatten und nicht alle Wände beidseitig verplankt wurden, mussten wir die Ballen der einseitig beplankten Wände daran hindern aus der Wand heraus zu fallen. Aus diesem Grund wurden an der Stützeninnenseite ein bis zwei Holzstaffel mit zirka 3 x 3cm angeschraubt, die dem Stroh die Möglichkeit gaben, die zu verkeilen und weniger leicht aus der Wand zu fallen. Statt den Staffeln könnten außen- und innen-seitig auch Dreiecksleisten angebracht werden. Sind die Stützen als Stegprofile, oder TJI-Träger ausgebildet, würden keine Leisten gebraucht werden. (Minke/ Krick, 2014)

Da wir die Strohballen dann zwischen die Holzsteher bekommen mussten, benötigten wir zusätzlich noch zwei „Schuhlöffel“, wieder ein Name, der bei dem ich nicht mich Sicherheit sagen kann, ob er nicht für unsere Zwecke angepasst wurde. Diese „Schuhlöffel“ waren zwei sehr dünne, 5-12mm dicke Holzbretter, die zwischen die Stützen und Strohballen gesteckt wurden und als Rutsche oder „Schuhlöffel“ dienen um die Ballen fest an ihrem vorgesehen Platz zu positionieren. Nachdem der Ballen fest steckte, wurden sie wieder herausgezogen. Im nächsten Schritt wurde an der Ballenoberseite ein Querholz als Fixierung eingelegt.

Damit es zu keinen Unebenheiten zwischen den Ballen kam, wurde mit dem Alligator eine leichte Einkerbung in den Ballen geschnitten. Das Einschneiden von Strohballen ist deswegen möglich, da sie aufgrund ihrer festen Pressung und den Garnen als ein Würfel angesehen werden können. Erst beim Entfernen der Garne verliert der Ballen diese Eigenschaft.

Beim Einbau von Strohballen sind drei Lagen der Strohballen in der Wand möglich: die bauphysikalisch ungünstigste Form ist flach liegend, die üblichste Variante hochkant liegend oder stehend. Für unsere Wand haben wir

uns für hochkant liegend entschieden, wonach schon bei der Planung der Abstand zwischen den Stützen gewählt wurde.

Um mehr Kraft auf den Ballen zu bekommen und ihn fester auf den darunter liegenden zu drücken, kommt als nächstes der Persuader zum Einsatz. Es ist wichtig, dass die Ballen nach Positionierung an ihrer Position verdichtet werden, damit abermals keine Lufträume bestehen bleiben. In dieser Art und Weise wurde die Holzkonstruktion mit den Strohballen befüllt. Die Ballen sollten auch immer wieder an den Fronten in die Wand geklopft werden. Dabei muss nur darauf geachtet werden, dass es bei den Wänden sowohl innen als auch außen nicht zu Aufwölbungen kommt. Das kann passieren, wenn zu lange Ballen eingebaut wurden, und das Stroh beim Nachverdichten mittels Persuader auszuweichen versucht.

Um die Ballen an ihre gewünschte Position zu bekommen, ist oft eine kreative Einsetzung des eigenen Körpergewichtes (oder das von schwereren Arbeitskollegen) sehr hilfreich.

Bei nicht lasttragenden Strohballen-Wandkonstruktionen ist es ratsam, dass die Ballen abge-spannt werden, bevor die letzte Reihe eingebracht wird. Dieses Abspannen kann bei außen nicht verplankten Wänden mittels Spanngurten vorgenommen werden, oder mit der Hilfe von hydraulischen Wagenhebern geschehen. Bei der Verwendung von Wagenhebern muss ein starkes, den Druck gut verteilendes Holz Brett auf den Strohballen der vorletzten Reihe gelegt werden, als Unterlage für die Wagenheber. Dieser wird dann zwischen dem Ringbalken, also der Holzkonstruktion des oberen Wandabschlusses positioniert und verdichtet so die Ballen. Dies ist nur möglich, wenn dieser Wandabschluss fest ausgeführt worden ist. Sollte der Abstand zwischen der letzten Ballenreihe und dem Dach zu klein sein um weiter Ballen in den Spalt zu bekommen, kann dieser Bereich auch mit Schaf- oder Hanfwolle ausgestopft



3.124 verdichten der Strohballen mittels Körpergewicht



3.125 verdichten der Strohballen mittels Persuader



3.126 Einbaurichtungen von Strohballen



Beidseitiges verplanken und Wandnischen

Sollten schwere Gegenstände an den Wänden befestigt werden, wie zum Beispiel Küchenkästen oder ähnliches, können diese nicht direkt an den Strohballen fixiert werden. Zu diesem Zweck kann die Montage entweder an den Holzstehern erfolgen, oder diese Teile der Wand werden an der Innenseite ebenfalls verplankt.

Sollte an der Außenseite zum Abschluss der Strohballen statt der diffusionsoffenen Schalung ein Lehmputz verwendet werden, muss die Grundlattung der Fassade an dem Putz und den Strohballen montiert werden. Zu diesem Zwecke wurde im Zuge des „S-House „- Projekts der GrAT eine Strohschraube entwickelt (Minke/ Krick, 2014). Diese besteht aus einem Holzspritzguss. Im Gegensatz zu Metallschrauben bildet sich an dieser Schraube im Stroh kein Kondenswasser. (Gruber et. al, 2008)

Diese Schraube dürfte auch für andere Montagezwecke geeignet sein. Kleine Nischen für Regale können in das nicht beplankte Stroh hineingearbeitet werden. Dazu wird das Stroh mit einer Brechstange, oder der Rückseite eines Dachdeckerhammers herausgeholt und danach entsprechend verputzt werden. (Jones, 2007) Es sollte nur darauf geachtet werden, dass das übrige Dämmmaterial in der Wand nicht zu dünn, beziehungsweise zu wenig wird, sodass Wärmebrücken entstehen können. (Minke/ Krick, 2014)

werden. Diese Variante haben wir auch bei der Box angewandt.

Bei anderen Konstruktionen kann es passieren, dass sich diese Ringbalken, oder Fußpfetten verformen oder abheben, was unter keinen Umständen passieren sollte.

Bei dem nicht lasttragendem Strohballenbau werden Fensteröffnungen mittels eines Holzrahmens, zumindest die unteren Fensterpfette und der Überlagerbalken zwischen die Stützen gesetzt. Als Überlager kann natürlich auch der Ringbalken verwendet werden, was allerdings bedeutet, dass die Fenster sehr hoch oben sitzen, oder sehr groß sein müssen. Wird ein Holzbalken als Überlager verwendet, so sollte dieser vor dem Einbau der Strohballen an seiner vorgesehenen Position sitzen. Der untere Holzbalken kann auch erst nach der Befüllung des Wandabschnittes mit Strohballen erfolgen und so zur stärkeren Verdichtung, oder Verpressung herangezogen werden. Wichtig dabei ist nur, dass die Position des Balken vor Einbau der Strohballen angezeichnet sein muss, da sonst eventuell nicht genügend Platz für das vorgesehene Fenster übrig bleiben könnte. Zudem ist es von Vorteil diese Bereiche zwischen zwei Stehern, wo Fenster eingebaut werden sollen, zuerst zu befüllen, damit die Holzbalken durch die Stützen hindurch angeschraubt werden können.



3.127 + 3.128 Strohballenschrauben

Obwohl im Innenraum der Box nicht viel Platz zum Arbeiten war, musste beim Einbauen der Ballen immer möglichst korrekt gearbeitet werden, um thermische Schwachstellen im Wandsystem zu vermeiden. Nach dem Einbau der Ballen sollten Löcher und Hohlräume mit Strohbüscheln, oder auch Teilen von Strohlagen gefüllt und ausgestopft werden. Sollte die Wand ohnehin direkt mit Lehm verputzt werden, kann das lose Stroh vorher in eine „dünne, stark tonhaltige Lehmschlämme getaucht“ werden (Minke/ Krick, 2014).

Zum Abschluss werden die Schnüre der

Strohballen aufgeschnitten und herausgezogen. Um bei dem Entfernen der Schnüre die Ballen nicht wieder aus der Wand zu ziehen, sollte beim Einbau darauf geachtet werden, dass die Knoten der Garne immer in die Richtung zeigen, von wo aus der Ballen eingebaut wurde, in unserem Fall den Innenraum der Box. Durch das Aufschneiden der Schnüre expandiert der Ballen zwischen den Stehern und verkeilt sich zwischen diesen.

Bei den Wänden, welche auch innen mit OSB-Platten verkleidet wurden, wurde die Beplankung abwechselnd zum Einbau der Ballen vorgenommen, so wurde ein Herausfallen gleich verhindert und die Wände konnten leichter verdichtet werden. Um nicht zu viel Druck aufzubauen blieben wir mit den der OSB-Verplankung zirka eine halbe Ballenbreite unter der letzt eingebrachten Strohballenreihe. Beim Zusammenstecken der OSB-Platten, mit einer korrekten Nut und Feder-Verbindung, musste darauf geachtet werden, dass keine, oder möglichst wenige Strohhalm zwischen zwei Platten eingeklemmt wurden.

Nachdem die Strohballen fertig angebracht worden waren, mussten vor allem jene Wände, die später direkt verputzt wurden, abgescho-ren werden. Beim Scheren der Wände werden die losen und herausstehende Strohhalm abgeschnitten, damit eine gerade, kurzhal-mige Putzoberfläche übrig bleibt. Dieses Scheren kann mit einer Heckenschere, einer Motorsense oder wie in unserem Fall mit dem Alligator ausgeführt werden. Die Arbeiten entsprechen dem Schneiden oder Trimmen einer Hecke.

Bevor wir allerdings die gesamte Box mit Stroh befüllen konnten, mussten wir zuerst das Grundgerüst der Wand W4 einbauen, damit wir diese auch entsprechend festschrauben konnten. Aus diesem Grund wurden zuerst nur die beiden Loggienwände befüllt und beplankt und danach die Wand W4 eingebaut. Was an dieser Stelle nicht vergessen werden



3.129 Strohballenwand



3.130 letzte Reihe von Strohballen



3.131 - 3.132. Stopfen mit Schafwollen



3.133 + 3.134 verplanken der Strohballenwände

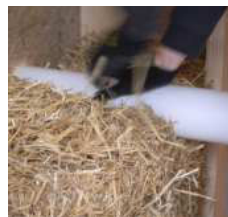


3.135 abscheren der fertigen Wand

darf ist, dass alle Durchdringungen der Außenwände, in unserem Fall die Lüftung für die Trockentrenntoilette und die Öffnung für den Fäkalienbehälter vor Einbau der Strohballen schon gebohrt und beachtet werden müssen. Das bedeutet der Einbau der Rohre und Ähnlichem muss zeitgleich mit dem Einbau der Strohballen passieren. Nachträglich Löcher durch die Strohballen zu bohren, wäre nur zur Not möglich, aber nicht unbedingt ratsam. Weiteres müssen Übergänge der durchdringenden Rohre durch die Außenhülle und die Winddichtbahn mit einem Klebeband abgedichtet werden.

Durchdringungen

Wie bereits im Kapitel des Wandbaues erwähnt, müssen Wanddurchdringungen durch Strohballenwände berücksichtigt werden, bevor die Strohballen eingebaut werden. Während dem Einfüllen des Strohs, werden die Querschnitte der Öffnungen mit dem Alligator aus dem Strohballen geschnitten. Zu diesem Zweck muss der Öffnungsquerschnitt zuerst aus der Holzverschalung der Wände geschnitten werden, je nach Größe lässt sich dies einfach mit der Stichsäge, einem großen Bohrer oder mit dem Topfbohrer bewerkstelligen. Dafür musste die Winddichtbahn der Fassade mit einem Cutter vorsichtig aufgeschnitten, danach die Öffnung ausgeschnitten werden. Bei unserer Box handelte es sich, neben der Öffnung für den Behälter, für die Löcher der Zu- und Abluftrohre der Toilette. Nachdem das Rohr in der erforderlichen Länge abgeschnitten und an seiner endgültigen Position befestigt worden war, konnten die Fugen zwischen den Materialien mit der Winddichtbahn und dem Klebeband verschlossen werden. Im Innenraum wurden nach dem Platzieren des Rohres die Strohballen weiter eingefüllt werden. Wäre die Wand innen ebenfalls beplankt gewesen, hätte die Öffnungen zuerst in der inneren und der äußeren Platte erfolgen müssen.



3.136.1 + 3.136.2 Durchdringungen durch Strohballenwände



3.136.3 + 3.136.4 Durchdringungen durch Strohballenwände



3.136.5 Durchdringungen durch Strohballenwände



3.136.6 Durchdringungen durch Strohballenwände



Wand W4 Holzständerkonstruktion mit Hanfwolle als Dämmung

Bevor wir mit der Dämmung der Wand W4 beginnen konnten, musste diese zuerst einmal eingebaut werden. Die benötigten Holzsteher, 3 Stück 4 x 15cm mit einer Höhe von 2m und der untere und obere Riemen, mit jeweils 4 x 15cm und eine Länger von 1,58m, konnten wir vorab mit den Staffeln der anderen Wände zuschneiden.



3.137 Teilen von Strohballen mittels Strohballennadel

Begonnen wurde mit dem Befestigen der beiden Riegel mittels Schrauben. Danach wurden die drei Steher eingebaut. Dies erwies sich in unserem Fall als äußerst kompliziert, da alle Riegel und Stützen lotrecht und gerade eingebaut werden mussten und dies unseren Kursmitgliedern bei der mittleren Stütze einfach nicht gelingen wollte. Erschwerend kam hinzu, dass aufgrund der bereits eingebauten und geschlossenen Decke die Stützen von außen schräg durch die Riegel geschraubt werden mussten.



3.138.1 Strohballenwand

Die Position der mittleren Stütze wurde so gewählt, dass unser fertig gekauftes Holzfenster gut eingebaut werden konnte. Die Türe wurde nachträglich gebaut und an die Restmaße der Öffnung angepasst. Bei dieser Wand war die Fensteröffnung so gewählt, dass der obere Riegel zugleich der Fenstersturz war, wodurch nur ein Querbalken, gerade im rechten Winkel bei zirka der Hälfte der Wand eingebaut werden musste. Zudem wollten wir diese Staffel bereits als Türrahmen verwenden, welcher aufgrund

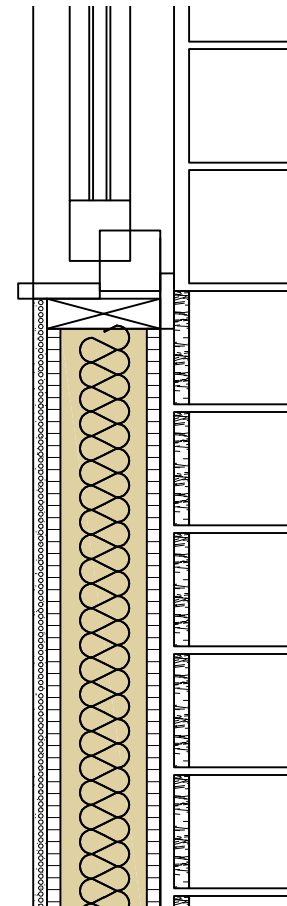


3.138.2 Strohrefte

zahlreicher Fehlbohrungen bei der Montage des Balken unter dem Fenster nicht mehr wirklich ansehnlich war. Gearbeitet wurde unter ständiger Kontrolle mit der Wasserwaage, um den Balken dann schlussendlich doch horizontal und gerade zu bekommen.

Nachdem das Traggerüst der Wand W4 fertiggestellt war, begannen wir mit der Dämmung mittels Hanfwole. Um diese Wand so schmal wie möglich zu erhalten, wurden die OSB-Platten nicht außen an die Steher geschraubt, wie es bei den Strohballenwänden der Fall war, sondern in den Zwischenraum zwischen den Stehern eingepasst. Zum Befestigen der Platten wurden innen Holzklötze angeschraubt, die als Unterkonstruktion genutzt wurden. Nachdem die Platten an der Außenseite befestigt worden waren, konnte von außen die Hanfwole eingelegt werden. Dabei sollte die Wolle ebenfalls etwas größer als die tatsächliche Öffnung sein und dann hineingedrückt werden, sodass sie innen etwas expandiert und alle Hohlräume ausfüllt. Danach wurden die Platten an der Innenseite angebracht und fixiert.

Der Umgang mit Hanfwole ist wesentlich kräfteschonender als der Einbau von Strohballen, macht aber meiner Meinung nach nicht ganz so viel Spaß.



Wandaufbau W4
 Lärchenbretter
 Grundlattung
 Winddichtbahn
 OSB-Platten
 Hanfwole
 zwischen Holzstaffeln 4/15
 OSB-Platten
 Putzträger Schilfrohr
 Lehmputz

3.139 Wandaufbau Wand W4



3.138.3



3.138.4 Montage Wand W4



3.5.d Dach

gebaute Decke - Dämmung Hanfwohle

Benötigte Werkzeuge und Material:

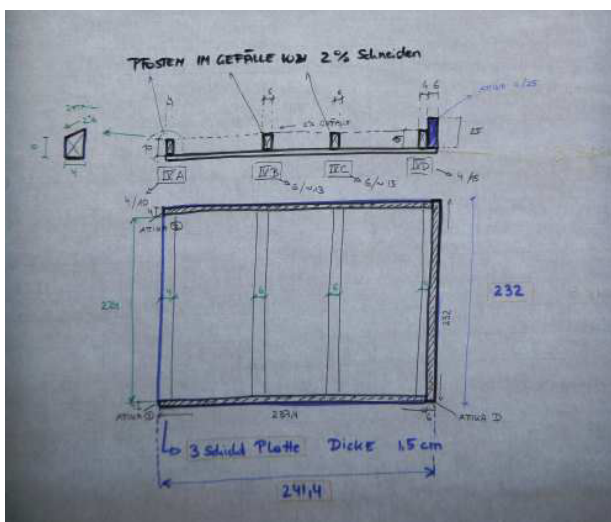
- 2x Holzstaffeln 40x150mm, Länge ca 2,40m
- 2x Holzstaffeln 40x250mm , Länge ca 2,40m
- 2x Holzstaffeln 60x 250mm, Länge ca 2,40m
- Dreischichtplatte 15mm dick, Länge 2,50m, Stück je nach Breite, Gesamtbreite 2,40m (Unterseite)
- OSB-Platten 25mm dick, Länge 2,50m, Stück je nach Breite, Gesamtbreite 2,24m (Dach)
- Akkubohrer
- selbstbohrende Holzschrauben mit Drillschaft und Fräskopf, (Torx Schrauben)
- Tauchsäge
- Tischkreissäge
- Stichsäge
- Hanfwohle
- Holzleim
- Cutter, Maßband...
- Küchenmesser
- .. Abdichtung!!! Zeck Hölzer, Bitumenvoranstrich, Bitumen zum anflecken, Bunsenbrenner,.... RAR Kieseleiste..

Wir haben uns bei dem Dachaufbau für einen nicht hinterlüfteten, mit Hanfwohle gedämmten Dachaufbau entschieden, da mit einer Strohballendämmung der Aufbau zu hoch geworden wäre und unsere Box eine viel zu große Gesamthöhe gehabt hätte. Auf die Hinterlüftungsebene zu verzichten war aus bauphysikalischer Sicht etwas riskant, da die Feuchte aus dem Innenraum nicht nach außen gelangen konnte. Wir sind dieses Risiko bewusst eingegangen, weil diese Variante ebenfalls wesentlich platzsparender war und da wir davon ausgehen konnten, dass die Feuchtigkeitsentwicklung bei einem nicht konditioniertem Gebäude nicht so groß ist.

Zum Bau der Decke benötigten wir drei umlaufende Holzbalken, mit einer Balkenhöhe von 25cm, welche das Grundgerüst der Attika waren und vier Balken, auf denen die Deckenplatte auflag. Am untersten Punkt des Gefälles, in unserem Fall die Rückseite des Gebäudes, wurde keine Attika ausgebildet, damit das Regenwasser gut abrinnen konnte. Die zwei Attikastaffeln an den Seiten hatten eine Abmessung von 4 x 25 cm und eine Länge von 2,35m, der Frontattika- Staffel war 6 x 25cm mit einer Länge von 2,32m. Der Grund warum die zwei seitlichen Staffeln schmaler waren ist, dass an der Front des Gebäudes keine OSB-Platten angebracht wurden. Nur so konnte die Attika umlaufend annähernd gleich dick ausgeführt werden.

Damit die Decke im Gefälle ausgebildet werden konnte, mussten die Querbalken, die die Decke trugen, auch im Gefälle abgeschnitten werden. Den Neigungswinkel konnten wir uns vorab anhand der Pläne ausrechnen. Das Gefälle sollte der Ö-Norm entsprechend 2% betragen, also 1,15° haben. Um die Höhe der Staffeln bestimmen zu können, hatten wir eine Mindesthöhe der Dämmstärke von 10cm definiert, von der aus wir die 1,15° nach oben gemessen haben.

Zudem sollte die Attika mindestens 5cm über den Höchsten Punkt des fertigen Daches ragen.



3.140 Skizze Decke

(Laut Ö-Norm wären das 15cm)

Weil die mittleren beiden Balken am meisten Dachlast aufnehmen mussten, wurden diese mit einer Breite von 6cm gewählt, bei den zwei Randträgern reichten 4cm Balkenbreite aus. Die Länge aller Querbalken betrug 2,24m und den Neigungswinkel konnten wir mit Hilfe der Tischkreissäge leicht herausschneiden. Unsere Berechnungen ergaben, dass der erste Balken IVA eine Höhe an der niedrigsten Stelle 10cm, IVB 11,6cm, IVC 13,2cm und IVD 14,6cm haben mussten.

Beim Zusammensetzen der Deckenplatten haben wir mit den Attikahölzern begonnen und die Querbalken dazwischen positioniert. Zur Kontrolle des rechten Winkels wurden wiederum die Diagonalen gemessen, bevor die drei 25cm hohen Staffeln (IV 1,2 und 3) und IVA miteinander verbunden wurden.

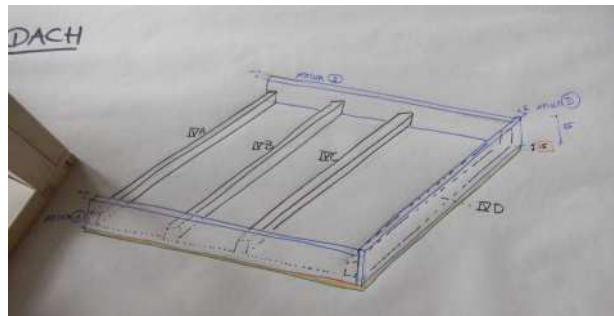
Bei der Deckenplatte hatten wir wieder eine Schraubverbindung gewählt. Als nächstes wurde IVD befestigt und die Höhe der zwei Träger IVB und IVC mittels Anhalten der Schlagschnur an den beiden äußeren Trägern überprüft.

Als schlussendlich alle Staffeln miteinander verbunden waren, wurde die Deckenplatte ebenfalls herumgedreht, um die Unterseite zu befestigen. Weil die Deckenunterseite holzsichtig bleiben sollte, wurde für den unteren Deckenabschluss eine Drei-Schicht-Platte gewählt.

Eine Dreischicht-Platte besteht, wie der Name schon sagt, aus 3 unterschiedlichen Vollholzschnitten, die zusammengeleimt werden. Der Vorteil dieser Platte ist, dass sie sehr tragfähig ist und dabei das klassische Holzmuster aufweist. Leider sind diese Platten sehr schwer, weshalb wir sie nicht so oft in unserem Projekt verwenden konnten.

→ Aufsetzen der Deckenplatte

Da wir, wie bereits früher erwähnt, keinen Kran oder Ähnliches zur Verfügung hatten, wurde



3.141 Perspektiver Decke



3.142 Bau Deckenskelett



3.143 Dreischichtplatte als Deckenunterseite



3.144 Montage der Dreischichtplatte als Deckenunterseite



die fertig verschraubte Decke ungedämmt auf das Gebäude gesetzt, da wir diese sonst nicht heben hätten können. Mit vereinten Kräften von acht starken Kursteilnehmern konnte die Decke dann relativ einfach auf der Box in Position gebracht werden. Oben angekommen wurden die Wände innen und außen mit der Deckenplatte von unten verschraubt. Die Schrauben wurden teilweise gerade und etwas längere auch schräg montiert. Zusätzlich wurden einige Steher mittels Stahlwinkel mit der Deckenplatte verbunden.

Als nächster Schritt folgte die Dämmung des Daches mit der Hanfwolle. Bei dieser Arbeit

mussten die Kursteilnehmer darauf achten, dass sie nicht direkt auf die Hanfwolle stiegen um diese nicht zu stark zusammen zu drücken und ihre Dämmleistung dadurch zu verringern. Gleichzeitig während der Dämmung des Daches wurden die 22mm dicken OSB-Platten zurechtgeschnitten und befestigt. Die Platten mussten eine Länge von 2,45m aufweisen, damit es am hinteren Ende einen Dachüberstand gab, und dadurch verhindert werden konnte, dass später Wasser hinter die Fassadenlattung rinnen konnte. Von diesem Zeitpunkt an, war das Dach zwar geschlossen, allerdings noch nicht wasserdicht und musste daher mit einer Plane vor Regen geschützt werden.



3.145 dämmen der Decke



3.146 beplanken der Decke



3.147 beplanken der Decke



3.148 Regenschutz der Box



3.149 Regenschutz der Box



3.150 dämmen der Decke



3.151 die OSB-Platten ragen auf der Rückseite 2cm vor die fertige Fassade, damit das Wasser gut abgeleitet wird



3.152 das Dach ist dicht und belastbar



Dachabdichtung Bitumenbahn



3.153 Keilholz der Attika



3.154 + 3.155 Keilholz und Dreiecksleisten der Attika



3.156 Abschlussblech für Tropfkante



3.157 Montage des Abschlussblech für Tropfkante

Als Dachabdichtung haben wir uns für eine selbstklebende Bitumenabdichtung entschieden, da diese eine effiziente Abdichtungsform von Flachdächern ist. Obwohl die Abdichtung selbstklebend war, musste sie aufgrund der geringen Temperaturen und zur besseren Haftung an den Stößen angeflämmt werden.

Eine andere Abdichtungsmöglichkeit wäre das Abdichten mittels EPDM- Folie gewesen, welches etwas später in dieser Arbeit ebenfalls beschrieben wird.

Gerade bei Flachdächern ist eine effiziente und sichere Lösung sehr wichtig, weil man im Fall eines Schadens immer das gesamte Dach öffnen muss, um den Schaden zu finden und beheben zu können. Bei Wassereintritt sucht sich das Wasser im inneren des Bauteils die größte Schwachstelle und es ist sehr wahrscheinlich, dass der Schaden am anderen Ende des Bauwerks sichtbar wird.

Damit das Regenwasser nicht an der Fassade herunter rinnt, sondern vom Dach abgeleitet werden kann, wird eine Regenrinne benötigt. Die bituminöse Abdichtung sollte allerdings an keinem Punkt durchbohrt oder perforiert werden. Aus diesem Grund wurde zum Abschluss des Daches ein Blech mit einer Tropfkante angebracht, an welchem später die Regenrinne und die Kiesleiste befestigt werden. Zur Herstellung dieser Tropfkante hatten wir zwei Aluminium Tropfbleche mit einer Schenkellänge von 15cm und eine gefalzte mit 5cm, und einer Lauflänge von 2m gekauft. Diese wurden jeweils an einem Ende mit einer Metallschere 15cm eingeschnitten. Danach wurde der gefalzte Schenkel in 90° Winkel eingebogen, sodass er mit der Fassade abschloss. Der andere Schenkel wurde 90° aufgebogen, damit ein dichter Abschluss zwischen Fassade und Attika vorhanden war. Danach wurde der aufgebogene Schenkel auf die Länge der Attika gekürzt, damit das Blech später nicht mehr sichtbar war. Da ein Blech nur 2m lang war, musste das

zweite auf die Restlänge von 65cm (= 40cm Restlänge + 10cm Überlappung + 15cm Hochzug) gekürzt und eingepasst werden. Danach wurden die Bleche an der OSB-Platte festgenagelt, teilweise auch geschraubt.

Weil Bitumenbahnen in 90° Ecken leicht reißen, werden die Ecken zwischen den OSB-Platten und den Attikahölzern mit Dreieckshölzern ausgelegt. Bevor nun am Dach weiter gearbeitet werden konnte, mussten die OSB-Platten der Fassadenverkleidung bis Höhe Attikaabschluss fertiggestellt werden. Der obere Rand der OSB-Platten wurde noch mittels Holbe zurechtgestutzt. Die Winddichtbahn der Fassade musste über die Attika gestülpt und oben fest getackert werden, beziehungsweise die Ecken mit Klebeband fixiert werden. Erst danach konnte das Keilholz der Attikaunterkonstruktion festgeschraubt werden.

Danach konnte mit dem Abdichten des Daches weiter fortgefahren werden. Zunächst musste das gesamte Dach, inklusive dem Keilholz der Attika mit einem Bitumenvoranstrich bestrichen werden. An dieser Stelle ist zu beachten, dass bei den Arbeiten mit bituminösen Materialien höhere Sicherheitsvorkehrungen und Schutz nötig sind, als bei den restlichen Arbeiten mit Holz, Stroh, Hanfwolle und Lehm!

Erst nachdem der Voranstrich getrocknet war, konnte mit dem Kleben und teilweise Flämmen der Bitumenbahn begonnen werden. Dies sollte nicht durchgeführt werden, solange loses Stroh auf der Baustelle herumliegt. Die Bahn musste bis über das Keilholz der Attika und 5-10cm über das Tropfblech am Ende des Flachdachs geführt werden. Die zusätzliche Abdichtung der Attika war nötig, damit Schnee, der auf dem Dach zum Liegen kommt, nicht unterhalb der Attika-Deckplatte in die Wand gelangen kann.



3.158 Abschlussblech für Tropfkante



3.159 Bitumenvoranstrich



3.160 Bitumenvoranstrich



3.161+ 3.162 Dachabdichtung mittels Bitumenbahn



3.163 Dachabdichtung mittels Bitumenbahn



3.165 „der fliegende Schwarzdecker“

Die Ecken wurden ebenfalls genauer nachgedichtet, damit es zu keinen Rissen oder Löchern im Material kam. Zum Abschluss der Attika wurde darüber die Siebdruckplatte angebracht. Da bituminöse Abdichtungen nicht UV-Strahlung beständig sind, sollten sie vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden. Aus diesem Grund muss später eine zirka 5cm starke Kiesschicht auf das Dach aufgebracht werden. Diese wollten wir vor dem Transport über so eine weite Strecke nicht anbringen. Bevor der Kies aufgetragen werden kann, muss an der Seite des Daches, an dem sich keine Attika befindet, die Kiesfangleiste und die Regenrinne auf dem Abschlussblech montiert werden.

Die Regenrinne sollte, wenn sie nachträglich montiert wird, seitlich unten an dem Tropfblech befestigt werden, damit die Abdichtung nicht mehr durchlöchert wird. Die Kiesfangleiste wird danach oben aufgesetzt und punktuell verklebt, damit das Regenwasser gut abrinnen kann. Zum Schluss wird die Kiesbeschüttung aufgebracht.

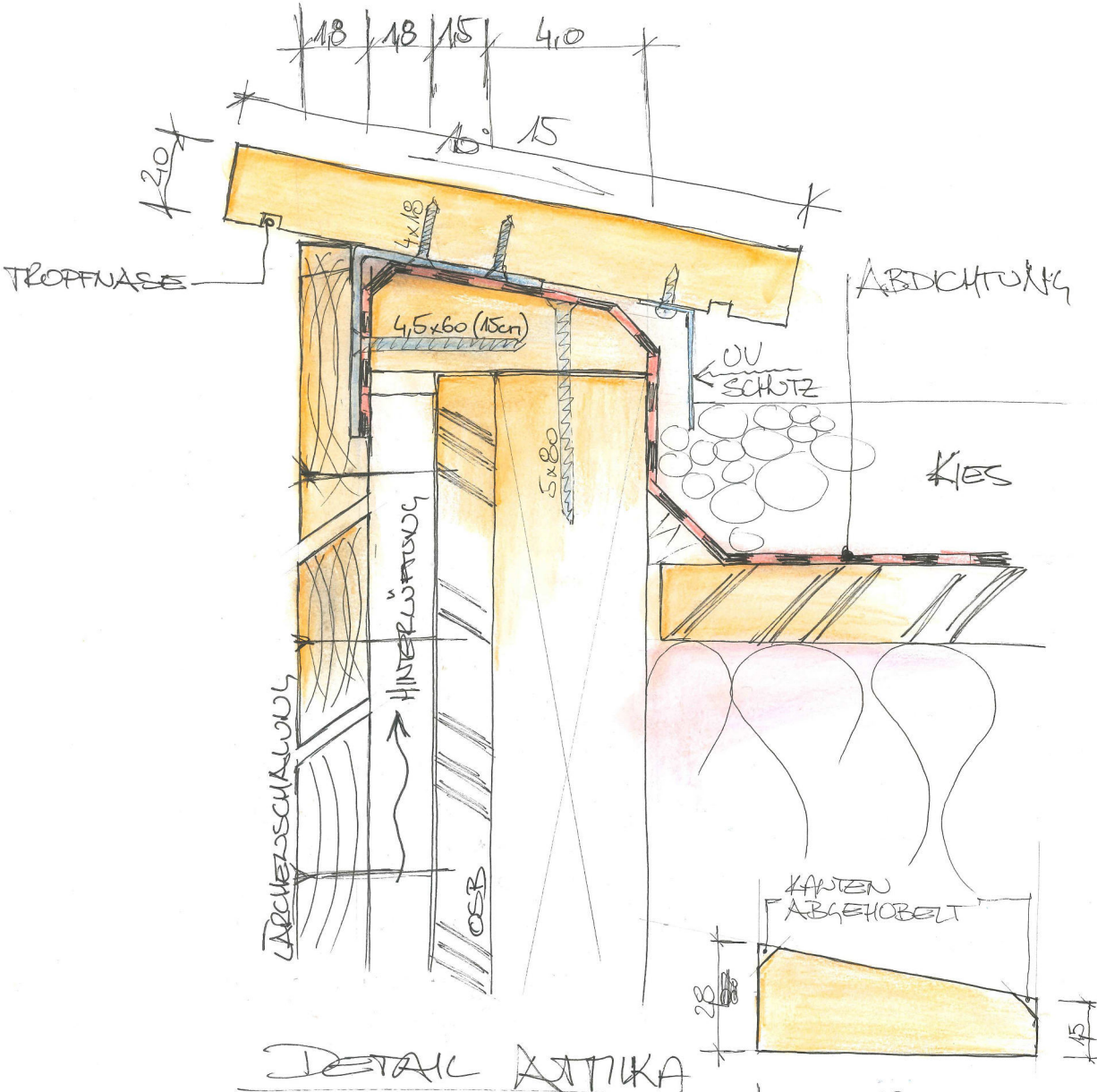


3.164 Skizze zur Montage der Kiesfangleiste und Regenrinne



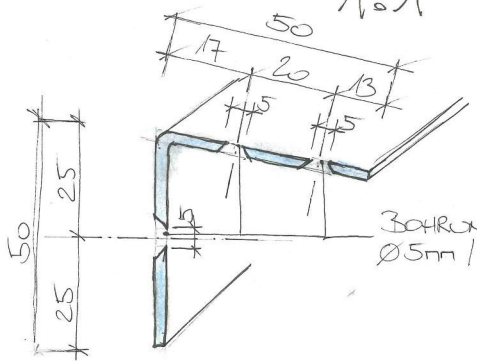
3.166 Bitumenbahn

Attikadetail von Jürgen Lizzi



DETAIL ATTIKA

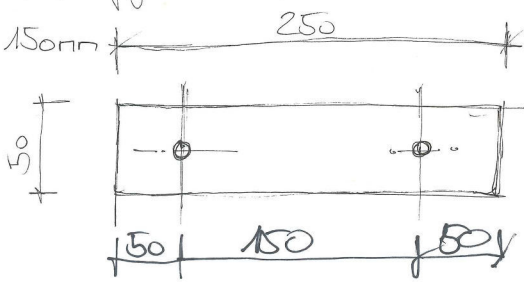
1:1



BLECHWINKEL 1:1

12.03.15

KESTLHOLZ 1:1



3.167 Attikadetail



3.168 Keilholz Attika



3.169 Keilholz Attika



3.170 Montage Attika-Siebdruckplatte



3.171 Wassernase Attika-Siebdruckplatte

Attika

In unserem Projekt haben wir uns für die Ausführung einer Attika entschieden, da ansonsten Spenglerbleche nötig gewesen wären, welche wesentlich mehr gekostet hätten. Die Attika hingegen konnten wir selber ausführen.

Das tragende Grundgerüst der Attika wurde bereits beim Bau der Decke mit gebaut. Danach wurde die Außenseite der Staffeln mit OSB-Platten verkleidet und mit einer Winddichtbahn umhüllt. Diese wurde oberhalb über die OSB-Platte und den Holzstaffel gezogen und festgeheftet. Die Ecken wurden zusätzlich mit einem Klebeband winddicht verschlossen. Als nächstes musste das Keilholz als Unterkonstruktion für den Attikaabschluss angefertigt werden. Dieses hatte eine Breite von 7,3cm und eine Höhe von 2,8cm an der höchsten Stelle. Da die Attika ein Gefälle von 10° erhalten sollte, musste das Keilholz entlang der Längsseite mit der Tischkreissäge im Winkel von 10° abgeschnitten werden. Danach wurden die Kanten mittels Elektrohobel als Fase ausgeführt. Dies war nötig, damit die Bitumenbahn an den Kanten nicht reißen konnte. Das Keilholz wurde an den Ecken auf Gehrung im 45° Winkel geschnitten, damit die Attika eine umlaufende durchgehende Ebene bilden konnte. Die Fugen zwischen den Holzstaffeln und der Decken-OSB-Platte wurden dann zuerst mit einem Klebeband winddicht verschlossen. Danach hatten wir Dreieckshölzer eingelegt, dessen Ecken ebenfalls auf Gehrung im 45° Winkel abgeschnitten wurden. Diese Dreieckshölzer waren nötig, damit die Bitumbahn in den Ecken nicht brach. Im nächsten Schritt musste die gesamte Deckenplatte, die inneren Seiten der Attika und das Keilholz mit einem Bitumenvoranstrich bestrichen werden. Erst nachdem dieser vollständig getrocknet war, konnte die Bitumabdichtung aufgebracht werden. Diese wurde, wie bereits erwähnt, über das Keilholz der Attika gezogen. Das war nötig, damit Schnee, der auf dem Dach liegen bleibt, nicht von oben in die Abdichtung gelangen kann. Aus diesem Grund

sollten an der Oberseite und der Innenseite der Attika, auch unter der Deckplatte, keine Löcher in die Abdichtung gemacht werden. Für unsere Attika - Deckplatte hatten wir eine Siebdruckplatte verwendet, welche sehr wasser- und feuchtebeständig ist. Eine Siebdruckplatte ist eine mit dunkelbraunem Phenolharzfilm beschichtete Sperrholzplatte mit einer rutschfeste Siebprägung. Durch die Phenol-Beschichtung an der Ober- und Unterseite sind diese Platten sehr beständig gegen Wasser und Feuchtigkeit (zoechling-holz.at). Damit das Wasser gut abtropfen konnte, wurden an der Innen- und Außenseite Tropf- oder Wassernasen, etwa 1cm von den Außenkanten entfernt, mit einer Tiefe und Breite von zirka 5 x 5mm. Um die Siebdruckplatte an der Attika zu befestigen, hatten wir einen 5 x 5cm Blechwinkel zwölf 25cm lange Stücke geschnitten und jedes mit zwei Löchern im Abstand von 5cm vom Rand versehen und jeweils 4 Löcher an der anderen Seite des Winkels. Pro Attika-Siebdruckplatte wurden vier Blechwinkel montiert. Durch vier Löcher wurde der Winkel an der Platte festgeschraubt. Wichtig dabei war, dass die Schrauben kurz genug waren um die Platte nicht zu durchstoßen, da ansonsten Feuchtigkeit in die Platte eindringen und diese kaputt machen würde. Bevor nur die Siebdruckplatten endgültig an der Attika festgeschraubt werden konnten, musste der Blechwinkel noch in den richtigen Winkel gebogen werden. Die war nur mit Hilfe einer Schraubzwinde möglich, da wir den Winkel zuvor schon an der Platte befestigt hatten. Auf der Innenseite zugewandten Seite der Siebdruckplatte wurde ebenfalls ein Blechwinkel angeschraubt, dessen Aufgabe war es, den Bereich der Bitumenabdichtung zwischen dem Kies und der Siebdruckplatte vor der UV-Strahlung zu schützen. An den Ecken wurden auch die Siebdruckplatten auf Gehrung geschnitten. Die Fugen zwischen den Attikaabschlussplatten wurden bei unserem Projekt offen gelassen.



3.172 Attika-Siebdruckplatte



3.173 Attika-Siebdruckplatte



3.174 Attika-Detail gebaut



alternative Dachdämmung mit Strohballen

Da diese Arbeit aber das Thema Strohballenbau hat, möchte ich an dieser Stelle ebenfalls den Bau eines mit Strohballen gedämmten Dach beschreiben. Wie bereits mehrfach erwähnt durfte ich bei dem Bau eines weiteren Strohballenhaus in Payerbach teilnehmen.

Da diese Projekt in seiner Dimensionierung nicht so eingeschränkt war und es sich um eine nicht transportabel Werkstatt handelte, konnte das Dach als hinterlüftetes Strohballendach ausgeführt werden. Um hinter dem Haus eine zusätzliche Lagerfläche zu erhalten und den Eingangsbereich zu überdachen, wurde das Gebäude mit dem im Strohballenbau üblichen umlaufenden Dachüberstand ausgeführt. Dies erforderte eine etwas andere Ausführung des Dachabschlusses, als jene bei unserer Box. Zum besseren Verständnis möchte ich beide Abschlussmöglichkeit hier beschreiben.

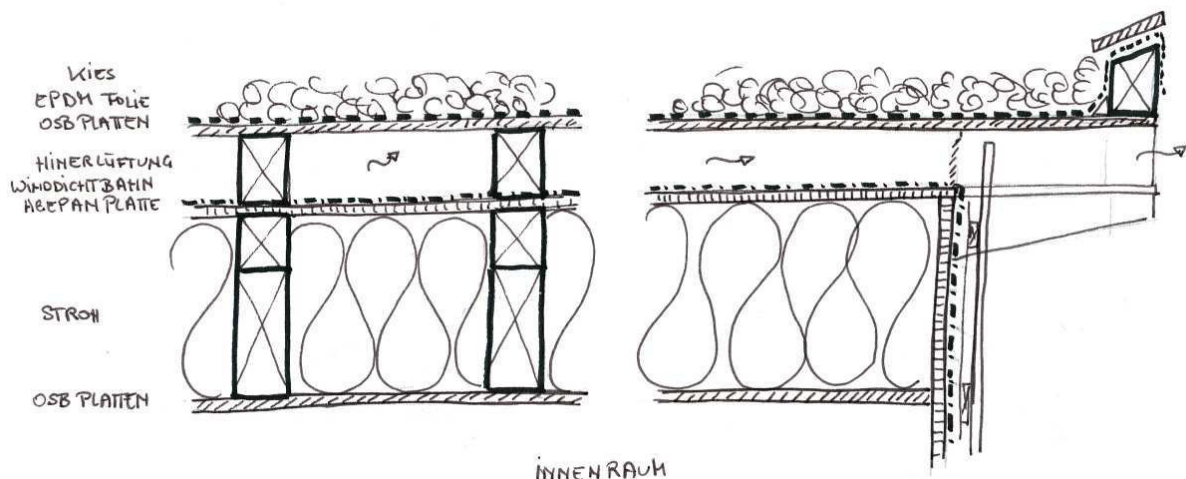


3.175 Werkstatt in Payerbach

Dachüberstand (am Beispiel Payerbach)

Das Grundkonzept beider Ausführungsmethoden ist gleich, wobei das Dach der Werkstatt nicht als Ganzes aufgesetzt, sondern direkt auf der Baustelle zusammengebaut wurde. Dabei wurden die Wandstützen vorab schon mit den Dachsparren zu einem tragenden Rahmen verbunden. Der Abstand zwischen den Rahmen war im regelmäßigen Raster von 100cm, damit zwischen jedem Rahmen eine Strohballenreihe Platz war. Das notwendige Gefälle des Daches wurde in diesem Projekt bereits über die Rahmen ausgebildet, weshalb alle weiteren Ebenen gerade aufgesetzt werden konnten und keine Tischkreissäge zum millimetergenauen zurechtschneiden der Staffelseiten nötig war. Die kurzen Schnitte am Stützabschluss konnten mit der Kappsäge ausgeführt werden. Die Funktion des Ringankers, damit die einzelnen Rahmen nicht umfallen konnten, übernahmen zwei quer liegende Staffeln, mit denen alle Rahmen verbunden wurden.

Nachdem die Fassaden mit den Holzfasertafeln, in diesem Fall der Marke „Agepan“ verplankt und somit zusätzlich zu den Querstaffeln, ausgesteift worden waren, konnte die Unterseite mit OSB-Platten, mit der Dicke von 2,5cm, verschlossen werden. Damit zwischen dem Wandabschluss und der Decke keine Kältebrücken entstehen konnten, wurde das Dach bis zum äußeren Abschluss der Wand, mit Strohballen gedämmt. Dies war möglich,



3.176 Dachaufbau strohballengedämmtes Dach in Payerbach

weil die äußersten Punkte der Dachrahmenkonstruktion jeweils mit den Stehern der Wände abschlossen.

So konnte die Fassadenbeplankung, wie auch bei unserer Box, über die Dachsparren gezogen werden. Bei einer Strohdämmung im Dachbereich übernehmen die Holzsparren die tragende Funktion. Dies bedeutet, dass die Sparren der Dicke von Strohballen entsprechen müssen.

Aus diesem Grund, wurden über die ausstehenden Sparren der Dachkonstruktion, die eine Höhe von 26cm hatten, mit 10cm hohen, gleich breiten (6cm) Staffeln aufgedoppelt werden. In diesem Projekt erfolgte die Aufdopplung lediglich durch Zusammenleimen der Staffeln und anschließendem Verschrauben dieser. Da die aufgedoppelten Sparren nur mehr die Dachhaut tragen mussten, wurden sie so zugeschnitten, dass sie sich zum Abschluss hin auf einen Querschnitt von 6 x 6cm verjüngten.

Als die primäre Tragstruktur fertig war, wurden die Strohballen von oben liegend in die Decke eingelegt, oder besser gesagt gepresst. Der Einbau der Strohballen im Dach ist gleich dem der Wände, mit dem einzigen Unterschied, dass es leichter war das eigene Körpergewicht zu verwenden und somit der Persuader nicht zum Einsatz kam.

Danach wurde das Dach ebenfalls mit Agepan - Platten verschlossen. Da die Fläche hier so groß war, gab es zusätzlich zu den Stößen der Platten an der Längsseite, die bei Agepan Platten gleich wie bei OSB-Platten mit Nut und Feder versehen waren, auch Stöße an den Breitseiten der Platten. Diese wurden mit einem Holzleim mit einander verklebt und nachträglich mittels Klebenband noch einmal winddicht verschlossen.

An dieser Stelle ist zu sagen, dass zum Einbau der Strohballen gutes Wetter unumgänglich war. Daher erfolgte der Bau auch während der Sommermonate.



3.177 Rahmenkonstruktion der Wände



3.178 Agapanplatten Wände



3.179 Dachdämmung mit Strohballen



3.180 + 3.181 Dachdämmung mit Strohballen



3.182 Agepan-Platten oberhalb der Ballen



3.183 Insektenschutzgitter bei der Hinterlüftungsebene



3.184 Insektenschutzgitter an trackern



3.185 Hinterlüftungsebene

Der Einbau der Strohballen im Dach und die anschließende Beplankung erfolgte innerhalb von einem Arbeitstag, damit keine Gefahr bestand, dass das Stroh nass werden könnte. Über die Nacht wurde das zur Sicherheit Gebäude mit einer wasserfesten Plane abgedeckt.

Im nächsten Schritt mussten die auskragenden Staffeln ebenfalls mit einem Agepan - Streifen versehen werden, damit das Dach und die Staffeln auf einer Ebene abschlossen. Dies war nötig, da im nächsten Schritt das Tragegerüst der Hinterlüftungsebene angebracht wurde. Dazu wurden wiederum Staffeln mit dem Querschnitt von 6 x 8 cm über die tragende Konstruktion des Daches geschraubt und am jeweiligen Ende mit einem Querstaffel verbunden. Abschließend mit den Agepan Platten wurden zwischen den Staffeln mit dem Luftdrucktacker ein Insektenschutzgitter montiert, damit die Querlüftung möglich war, aber keine Tiere darin nisten konnten.

Danach wurde das gesamte Dach mit OSB-Platten verkleidet und die Längsstöße wiederum mit Leim verbunden. Da es sich ebenfalls um ein Flachdach handelte, wurde eine Attika ausgeführt. Dafür wurden außen umlaufend 16 x 6cm Staffeln angebracht und die Längskanten mit Dreieckswinkeln verschlossen. Eine winddichte Abdichtung war in diesem Fall nicht mehr nötig, da die Winddichte Ebene die der Agepan Platten war.

Für die Abdichtung des Daches wurde in diesem Projekt ebenfalls eine unterschiedliche Variante gewählt, welche ich im Punkt Alternative Dachabdichtung mit EPDM-Folie näher beschreiben werde.

Zum Schluss sollte das Dach mit einer Substratschicht für eine extensive Begrünung beschüttet werden, diese wurde aber bis dato noch nicht fertiggestellt, deshalb kann zu diesem Punkt in dieser Arbeit leider keine Aussage getroffen werden.

alternative Dachabdichtung mit EPDM - Folie

Die Dachabdichtung mittels EPDM-Folie ist für den Strohballenbau die sicherste Variante, da die Arbeit mit direktem Feuer nicht nötig ist. Zudem konnte bei der Größe des Daches eine Folie verwendet werden, und eine Stoßausbildung war nicht nötig.

Beim Verlegen hielten wir uns an die genauen Angaben des Herstellers. Bevor die Folie verlegt werden konnte, musste das Dach gründlich gereinigt und von Staub, Schrauben und sonstig liegen gebliebenen Materialien befreit werden. Danach konnte die Folie bereits auf das Dach gebracht werden. Es wäre optimal, wenn die Folie bereits vorher schon zurecht geschnitten wird. Da unser Dach aber rund 7,50m breit und 11,50m lang war, konnte die 9,14m breite Folie einfach direkt aufgelegt werden, da für die Attikaüberdeckung noch ein Material nötig war.

Flach auf dem Dach aufliegend sollte sie dann 30 Minuten rasten, damit das Material sich wieder entspannen konnte. Danach wurde die EPDM-Folie zur Hälfte zur Seite geklappt und die freie Dachhälfte mit dem dazugehörigen Flächenkleber bestrichen. Zum Bestreichen eignete sich ein Farbroller. Der Flächenkleber sollte allerdings nicht bis zu Rand aufgetragen werden, da es für die Randabschlüsse einen eigenen Kontaktkleber gab.

Nach Auftragen des Kleber wurde die Folie mit einem Besen vorsichtig zurückgeklappt und etwaige Falten zu den Rändern hin ausgestrichen. Nachdem die erste Hälfte erledigt war, wurde die zweite Hälfte bestrichen und festgeklebt. Zum Schluss wurden die Randbereiche noch einmal zurück geklappt, mit dem Randkleber, oder Kontaktkleber, bestrichen und festgeklebt. Dabei wurde die Folie über die Attika bis hin zur Unterkante der Holzkonstruktion gezogen und dort bündig abgeschnitten.



3.186 EPDM - Folie zurückschlagen



3.187 Kleber mit dem Malerroller auftragen



3.188 die Folie muss noch gekürzt werden



3.189 Kleben von den Seiten



3.189 Eckenausbildung der EPDM-Folie

An der Außenseite wurde sie noch mit einem Hefter fixiert. Bevor dies allerdings geschehen konnte, mussten die Ecken noch gründlich ausgebildet werden.

An der Hinterseite des Hauses, am tiefsten Punkt des Gefälles, wurde keine Attika angebracht, da sonst eine Dachentwässerung unmöglich gewesen wäre. An dieser Seite ließen wir die Folie überhängen, da dort später eine Regenrinne angebracht werden sollte.



3.190 kelben der EPDM-Folie



3.191 kelben der EPDM-Folie



3.192 Folie fertig verklebt

Hinterlüftungsebene Dach - bei der Box

Das Ausbilden einer Hinterlüftungsebene bei unserem Objekt natürlich möglich gewesen, allerdings wäre der Dachaufbau um mindestens 10cm höher geworden. Zudem wäre durch das zusätzlich Gewicht eine neuerliche statische Prüfung ratsam gewesen.

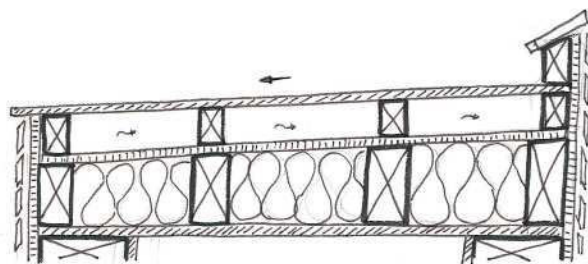
Ausgehend von dem gebauten Dach, hätte die hinterlüftete Variante folgendermaßen ausgeführt werden können:

Anstatt der drei umlaufenden Attikastaffeln, mit einem Querschnitt von 4 x 25cm und 6 x 25cm, werden die zwei 4 x 25ger Staffeln im nötigen Gefälle ausgebildet und der 6 x 25cm Attikastaffel entfällt. Der Staffel IVD wird bündig auf die Vorderkante der Loggiafront gesetzt und diese vier Staffeln werden zum Rahmen des Daches, der mit den Staffeln IVB und IVC ausgesteift wird und nach Befestigen der Dreischichtplatte auf die Box aufgesetzt wird. Danach erfolgt die Dämmung mit Hanfwolle, ebenso wie bei der nicht hinterlüfteten Dachvariante.

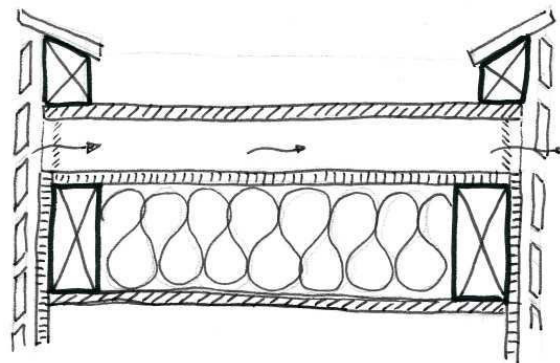
Nachdem die Hohlräume gedämmt sind, werden die Staffeln mittels Agepan-Platten verschlossen. Danach muss die Winddichtbahn von der Fassade bis über die Dachkante gezogen werden. Stöße, die nicht mittels Nut und Feder miteinander verbunden sind, werden verleimt und nachträglich mit dem Klebeband abgedichtet. Als nächstes werden vier 4 x 8cm Staffeln über den Staffeln IVA-IVD angeschraubt. Die beiden äußeren (über IVA und IVD) sitzen dabei mit der Außenkante bündig, die beiden mittleren, werden mittig auf IVB und IVC gesetzt. Die Länge der Staffeln sollte 2,36m betragen, damit sie bündig mit den OSB-Platten der Fassade abschließen.

In die Zwischenräume, zwischen den Staffeln, werden Insektenschutzgitter eingepasst und festgetackert.

Danach werden diese Staffeln mit OSB-Platten beplankt. Zum Schluss werden an den zwei Seiten und der Loggiafront drei umlaufende 6 x 6cm Staffeln als Attika aufgesetzt. Anschließend wird die Attika wie bereits im Kapitel (Attika) beschrieben ausgeführt. Die Grund- beziehungsweise Traglattung und die Fassadenlattung werden ebenfalls bis zum Attikaabschluss geführt. Damit sind die Hinterlüftungsgitter nicht mehr sichtbar.



3.193 Dachaufbau strohballedämmtes Dach



3.194 Dachaufbau strohballedämmtes Dach



3.195 + 3.196 Insektenschutzgitter frei und verdeckt



3.197 Blechanschluss



3.198 + 3.199 Blechanschluss



3.200 Vlies für Kemperol



3.201 Vlies für Kemperol



3.202 abkleben der Spalten

Abdichtung Loggia

Für die Abdichtung der Loggia hatte sich Jürgen Lizzi eine weitere Abdichtungsmöglichkeit entschieden, eine Flüssigabdichtung mit Kemperol 2K-Pur, die er ohne das Beisein der Kursteilnehmer aufbrachte.

Da es sich um eine flüssige Substanz handelte, musste die Loggia entsprechend vorbereitet werden, bevor Jürgen mit dem Abdichten beginnen konnten. Zu aller erst wurde als Anschlag für die Eingangstüre und damit sowohl Regenwasser, als auch das Kemperol nicht in den Innenraum rinnen konnten eine Schwelle ausgebildet. Dafür wurde ein 3cm tiefer, 4cm hoher Staffel in der Länger der Laibungsöffnung 67,2cm an die äußere Kante der Laibung geschraubt. Damit das Material nicht durch die kleinen Spalten zwischen dem Boden und den Wänden hindurch sickern konnte, wurden die heikleren Anschlusspunkte mit einem 3mm Blech verkleidet. Es wurde der Übergang zwischen dem Türstock und der Schwelle, sowie die Übergänge zwischen dem Tropfblech, der Bodenplatte und der Seitenwände mit dem Blech verkleidet. An dem vorderen Abschluss der Loggia wurde zusätzlich eine Tropfkante angebracht und die Türschwelle selbst wurde nach dem Abdichten mit einem Übertrittsprofil verkleidet.

Für die Tropfkante wurde ein Aluminium Winkelblech mit einer Schenkellänge von 3 x 3cm mit Dachpappe-Nägeln auf der OSB-Platten festgenagelt. Danach wurden die Bleche, die aus den Resten der Tropfbleche des Daches bestanden für die Ecken zurechtgebogen und geschnitten, teilweise geschraubt, teilweise vernagelt. Die restlichen Ecke zwischen Boden und Wänden und die Ränder der Bleche wurden danach mit einem Gaffaband abgeklebt.

Laut den Angaben von Kemperol kann bei nicht saugfähigen Untergründen die Grundierung entfallen. Da OSB-Platten nicht saugfähig sind, ließen wir diese entfallen. Im nächsten Schritt konnte mit der Verarbeitung des Kemperol begonnen werden. Da wir selber diese Abdichtung noch nie angebracht hatten, und die Gebrauchsanweisung alleine nicht ganz ausreichend war,

¹ näher Infos unter: <https://www.youtube.com/watch?v=eY48M9aRzOU>, Wien 23.05.2017, 16:33

haben ein Herstellungsverfahren¹ mit einer detaillierten Gebrauchsanweisung zur Unterstützung herangezogen.

Im ersten Arbeitsschritt haben wir das dazugehörige Vlies zurechtgeschnitten und die abzudichtende Fläche gereinigt. Die Größe des Vlies entsprach der Loggiafläche. Zusätzlich wurde ein extra Steifen für die Eckenverstärkung und den 15cm Hochzug bei allen angrenzenden Wänden zurechtgeschnitten. Lediglich im Bereich der Türe betrug der Hochzug nur wenige Zentimeter. Zum Schutz des normalen Arbeitsgewandes trug Jürgen zusätzlich einen Arbeits-Einteiler und Handschuhe.

Für das richtige Mischen sollten die Angaben des Herstellers genau beachtet werden, da es unterschiedliche Verpackungen gibt. Da das Abdichten unserer Loggia Mitte März erfolgte, und die Temperaturen unter 10° betragen, mussten wir einen Zusatz mit dem Namen „KEMPEROL® 2K-PUR Speedshot“ (kemper-system.de) hinzugeben. Danach wurden alle Substanzen zusammengelehrt und mit einem Quirlaufsatz für Bohrmaschinen gründlich vermischt. Der Hersteller empfiehlt die Mischung zusätzlich noch einmal in einen anderen Behälter zu schütten, damit kein schlecht durchmischter Bodensatz übrig bleibt. Zuerst wurden die Ecken und Wände im Bereich des Hochzuges mit Material bestrichen und das dafür zurecht geschnittene Vlies eingelegt. Danach wurden knapp zwei Drittel des Materials auf die Fläche aufgetragen und das restliche Vlies eingelegt. Mit einem kleinen Malerfarbroller und viel Fingerspitzengefühl konnte das Vlies glatt gerollt werden. Nachdem dieses glatt auf der Loggia aufgebracht war, wurde das restliche Material darüber gelehrt und mit dem Roller noch einmal verteilt. Da geplant war die Loggia in späterer Folge zu verfliesen, wurde das ange-trocknete Kemperol abgesandet, das heißt mit Quarzsand bestreut, damit eine bessere Oberflächenhaftung für die Fliesen möglich war.



3.203 abdichten mit Kemperol 2k Pur



3.204 Schutzkleidung



3.205 mischen der Komponenten von Kemperol 2k Pur



3.206 fertige abgedichtet und abgesandet



3.5.e Fenster



3.207

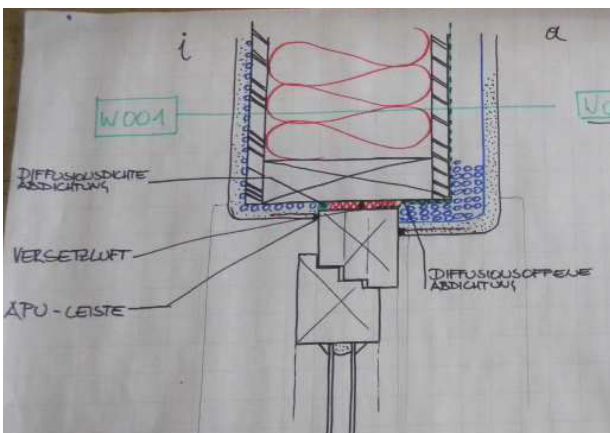
Fenster können schnell sehr teuer werden, daher haben Gerhard Scherbaum und Paul Adrian Schulz die Methode des Recyclingfenster erarbeitet und Einbaudetails entwickelt. Der einzige Nachteil an diesen Recyclingfenstern ist, dass diese nur als Fixverglasung ausgeführt werden können und somit nicht öffnbar ist. Da wir bei unserem Projekt nur ein Fenster geplant hatten, sollte dieses öffnbar sein. Ich möchte allerdings trotzdem auch näher auf den Einbau der Recyclingfenster eingehen, da diese Methode sehr schön ist, um leistbare und große Glasflächen zu erhalten.

Einbau von gekauftem Holzfenster

Benötigte Werkzeuge und Material:

- ein Holzfenster
- mind. 2 Akkubohrer mit passenden Bits
- Holzschrauben
- Vollgewindeschrauben =
- Fensterrahmenschrauben
- Keilhölzer, verschiedene Größen, Holzklötzchen
- Komprimband
- Klebeband Winddichtbahn
- Hanf, Flax oder Schafwolle
- Wasserwaage
- Hammer und Nagel
- Holzverkleidung, Lärchenholzbretter
- Konstruktionsholz, zB OSB Platte

Wie bereits oben erwähnt, haben wir uns für den Einbau eines gekauften Holzfensters entschieden, damit der Innenraum unserer Box belüftet werden kann, ohne die Türe dabei offen stehen zu lassen. Aus diesem Grund haben wir uns für den Kauf des günstigsten Holzfenster aus Fichtenholz mit einem U-Wert von 1,3 entschieden. Da das Holz dieses Fensters nur imprägniert, das heißt die Oberfläche nur grundiert war, wies der Hersteller darauf hin, dass vor dem Einbau zwingend eine geeignete, witterungsbeständige Oberflächenbehandlung nötig wäre. Weil unser Fenster allerdings nur in der Loggia saß, haben wir uns dazu entschieden, darauf zu verzichten, weil anzunehmen war, dass das Fenster nie direktem Regen ausgesetzt sein würde. Natürlich gibt es auch Fenster mit bereits behandeltem Holz, wenn es benötigt wird.



3.208 Anschlussdetail Fenster

Bevor das Fenster allerdings eingebaut werden kann, muss der Fensterflügel ausgebaut werden. Dazu eignet sich der Nagel und der Hammer um den Flügel vorsichtig aus dem Scharnier zu klopfen. Die Rohbaumaße der Fensterlaibung werden vorab schon so gewählt, dass 1,5cm bis maximal 2cm Abstand auf jeder Seite des Fensterrahmens frei bleiben, damit das Fenster gut eingebaut werden kann.

Zu Beginn musste die Winddichtbahn ordentlich in die Laibung umgeklappt und mit dem Klebeband festgeklebt werden. Zusätzlich mussten vor dem Fenstereinbau alle Stöße zwischen zwei Holzplatten ebenfalls mittels Klebeband abgedichtet werden.

Je nachdem welches Klebeband zum Abdichten verwendet wird, kann dieses vor oder nach Einbau des Fensters angebracht werden. Bei einem normalen Winddichtklebeband wird der Klebestreifen an die äußere Unterseite des Fensterrahmens geklebt. Für den Fenstereinbau sollten unbedingt eine weitere, bei größeren Fenstern auch zwei Personen assistieren, da der Einbau alleine etwas schwierig ist. Bevor nun das Fenster in die Laibung gesetzt wird, ist es nötig, dass die Löcher für die Fensterrahmenschrauben im Rahmen vorgebohrt wird.

Danach wird das Fenster in die Laibung gesetzt. Damit der Abstand um den Rahmen annähernd gleich ist, werden zuerst unterhalb ausreichend Holzklötzchen hingesezt, auf denen der Rahmen aufsitzen sollte. Da diese Klötzchen nicht unbedingt wieder entfernt werden, sollten sie nicht unter dem Rahmen hervorragen. Dann wird das Fenster in alle Richtungen eingerichtet. Mit Hilfe der Wasserwaage wird überprüft, ob und wann das Fenster gerade sitzt. Dabei darf nicht nur der Rahmen an sich beachtet werden, sondern auch ob die Konstruktion nach innen oder außen kippt. Zur Fixierung werden die Keilhölzer zwischen den Rahmen und die Laibung gedrückt. Für minimale Korrekturen der Lage kann ein Keilholz mit dem Hammer leicht hinein geschlagen, oder herausgezogen werden.

Wenn die Lage in allen Richtungen lotrecht ist, wird der Rahmen mit Hilfe der Fensterrahmenschrauben in die Laibung festgeschraubt. Bei kleinen Fenstern reichen meist vier Schrauben aus, bei größeren sollte vorher überprüft werden, wie viel Kraft jede Schraube aufnehmen kann und entsprechend dem Gewicht des Fensters die Anzahl gewählt werden. Wenn der



3.209 Fenster



3.210



3.211 Laibungen winddicht verklebt



3.212 Laibungen winddicht verklebt



3.213 Fensterkeil



3.214 Winddicht-Klebeband



3.215 Fensterkeil und Klebebahn



3.216



3.217 vorbohren der Schraublöcher



3.218



3.219



3.220 Fuge mittels Dämmmaterial ausstopfen

Rahmen fixiert ist und sich nicht mehr bewegen lässt, können die Keile entfernt werden. Sollten sich Keile oder Klötzchen nicht entfernen lassen, muss darauf geachtet werden, dass sie nicht unter dem Rahmen hervorschaun.

Als nächstes wird an der Außenseite der Spalt zwischen Fensterlaibung und Rahmen mittels winddichtem Klebeband abgeklebt, beziehungsweise die Winddichtbahn an die Fensterlaibung geklebt. Weder das Klebeband, noch die Winddichtbahn sollten hierbei gespannt werden, sondern nur locker, trotzdem dicht, fixiert werden. Zudem sollte das Klebeband nicht zu viel Rahmenfläche überdecken, da es sonst auch nach Verkleidung der Laibung sichtbar wäre.

In dem nächsten Arbeitsschritt wird nun der Bereich zwischen Rahmen und Laibung vom inneren des Gebäudes mit Flaxwolle (es kann auch Hanf-, Schaf- oder Kokoswolle verwendet werden) ausgestopft. Das Dämmmaterial soll fest verdichtet werden, außen allerdings keine Wölbung im Klebeband verursachen. Abschließend wird auch an der Innenseite ein winddichtes Klebeband angebracht, bei welchem ebenfalls beachtet werden muss, dass das Band im nachhinein nicht mehr zu sehen ist.

An diesem Punkt kann mit der Verkleidung des Fensters begonnen werden. Es besteht die Möglichkeit den Lehmputz bis direkt an die Fensterlaibung zu führen oder mit Holz zu verkleiden. Obwohl bei der Box die Innen- und Außenlaibung mit Lehm verputzt werden sollte, möchte ich an dieser Stelle erklären, wie eine schöne Fensterverkleidung passend zu den äußeren Fassadenlattung auszuführen ist.



3.221 Fensterschrauben 3.222



Laibungsverkleidung aus Holz

Die Beschreibung der Fensterverkleidung erfolgt anhand dem Bau eines folgendem Objekts, einer Werkstatt in Payerbach an der Rax, bei welchem ich im Zuge eines weiteren Workshop unter Leitung von Gerhard Scherbaum, „EGB-einfach gemeinsam bauen“ teilgenommen habe.

Damit das Fenster gut zu der Lärchenholzfasade passt, wurde die Laibung aus Fassadenbrettern gefertigt. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Fassadenlattung in diesem Projekt vertikal ausgeführt wurde, daher bezieht sich die Beschreibung auf diese Variante. Im Unterschied zu der Fassade wurden die Laibungsbretter durch den Dickenhobel geschickt, um eine glatte Oberfläche zu erhalten. Zusätzlich dazu wurden die außen liegenden Kanten mit dem Elektrohobel als Fasse ausgebildet. Dies lässt die Oberfläche nicht nur wertiger und eleganter aussehen, sondern verhindert auch, dass man sich an den Kanten verletzen kann, oder dass die Kanten ausbrechen.

Begonnen haben wir damit, in den unteren Teil der Laibung ein Konstruktionsholz, in unserem Fall einen Teil einer übrig gebliebenen Holzfasertafel mit einer Dicke von 2cm, einzupassen und zu montieren. Zwei weitere Konstruktionshölzer wurden oberhalb, bündig mit der Fensterlaibung und unterhalb, bündig mit dem Konstruktionsholz aus 5 x 8cm Staffeln angebracht. Die Dicke dieser beiden Hölzer entsprach genau der gemeinsamen Dicke der Grund- und Traglattung der Fassade. Ihre Funktion lag in erster Linie darin, dass die Fassadenlattung im Bereich des Fensters ordentlich befestigt werden konnte.

Der untere Staffel wurde zudem in einem Winkel von 5° Neigung abgeschnitten, damit das Fensterbrett ebenfalls im Gefälle montiert werden konnte. Als erster mussten das Fensterbrett und das obere Brett der Laibung zugeschnitten werden. Die Breite des oberen Brettes war so zu wählen, dass es bündig mit den



3.223 Konstruktionsholz aus einer Agepan-Platte



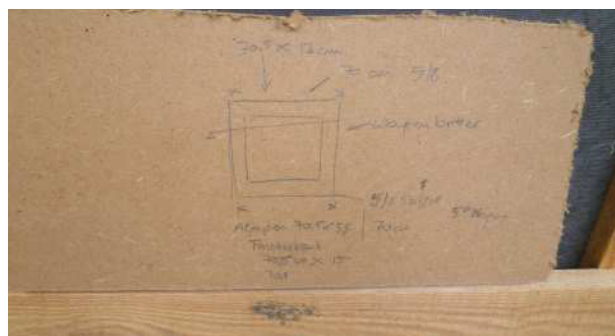
3.224 Konstruktionsholz



3.225 Staffel unterhalb



3.226 Laibungsverkleidung oben



3.227



3.228 + 3.229 EPDM-Folie unterhalb dem Fensterbrett



3.230 Laibungsverkleidung



3.231 Laibungsverkleidung



3.232 Fenster verkleidet in fertiger Fassade

Latten der Fassade abschloss.

Das Fensterbrett sollte noch 3cm über die Fassadenlattung stehen, damit der Regen optimal von der Wand weggeleitet werden konnte und nicht hinter die Fassadenlattung rinne konnte. Die Länge der beiden Bretter entsprach der Länge der Laibungsöffnung.

Zudem bekam das Fensterbrett eine Wassernase, damit das Wasser nicht an dem Holz wieder zurück an die Fassade rinne konnte. Obwohl das Brett im Gefälle verlegt wurde, wäre dies aufgrund der Oberflächenspannung möglich. Die Wassernase war eine Einkerbung an der Unterseite 1cm von der Stirnseite des Brettes entfernt. Sie wurde mit der Tauchsäge eingeschritten, mit einer Tiefe von 5 - 7mm und einer Breite von 4 - 6mm.

Unterhalb des Fensterbrettes wurde vor der Montage ein Streifen von der EPDM - Folie eingelegt und an den Wänden zirka 7cm nach oben gezogen, damit Regenwasser das seitlich vom Fensterbrett in die Fuge gelangen könnte, trotzdem abrinne würde. Als nächstes wurde das obere Brett der Laibung mit drei Schrauben festgeschraubt.

Zuletzt wurden die Wangenbretter der Fensterlaibung zurechtgeschnitten. Bei diesen Brettern mussten wir vorallem zum Fensterbrett hin aufpassen, dass ein Spalt von 5mm bestehen blieb, damit das nasse Holz immer abtrocknen konnte. An den Berührungspunkten der Holzbohlen kommt es leichter zu Schäden. In dem Fall der Wangenbretter musste die untere Seite analog zum Gefälle des Fensterbretts schräg abgeschnitten werden. Aus diesem Grund wurde auch bei der Montage der Fassadenlattung darauf geachtet, dass ein Spalt zwischen den Laibungsbrettern und den Latten bestehen blieb.

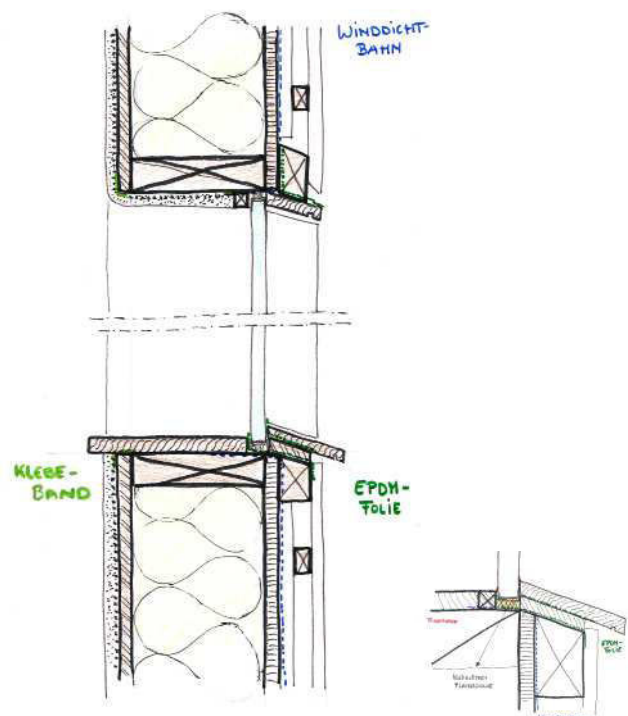
Recyclingfenster (fix verglast)

Bevor ich mit der Beschreibung des Einbau von Recyclingfenstern beginne, sollte einmal die Frage beantwortet werden „was ist ein Recyclingfenster und was wird überhaupt recycelt?“ Bei den hier beschriebenen Recyclingfenstern wird das noch intakte Glas wiederverwendet. Bei vielen Fenstern die heutzutage ausgebaut und entsorgt werden, handelt es sich um Fenster die nicht älter als 20 - 30 Jahre sind. Zu dieser Zeit gab es bereits Zweifach- oder Dreifachverglasung, genau wie Isolierglas und noch vieles mehr. Die Schwachstelle bei allen Fenstern ist aber nicht das Glas, sondern der Kunststoffrahmen. Daher erfolgt der größte Wärmeverlust über den Rahmen, während die Gläser als Kollateralschaden mit entsorgt werden. Genau diese Gläser verwenden wir für unserer Recyclingfenster. Sie werden aus dem Rahmen herausgelöst und von dem gesamten Silikon und Plastik befreit und von uns als Fixverglasung weiter verwendet. Dabei ist es möglich diese Gläser als einfach oder als zweifach Verglasung, also mit einer oder mit zwei Fensterscheiben auszuführen. Der einzige Nachteil dieser Methode ist, dass die Fenster nur als fixe Verglasung ausgeführt werden können, weshalb zum Lüften trotzdem offenbare Fenster benötigt werden.



3.233

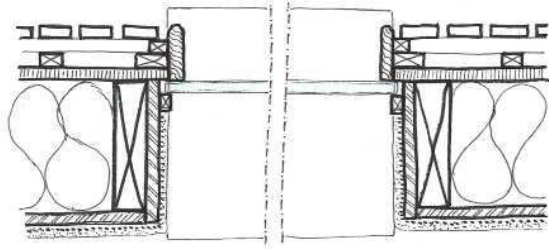
Detail-Recyclingfenster Gerhard Scherbaum



3.234 Schnitt, Detail Recyclingfenster

Einbau 1-Scheiben Fenster

Für die Montage der einfach verglasten Recyclingfenster mussten wir zuerst mit der Laibungsverkleidung der Fenster beginnen, da das Fenster austauschbar bleiben sollte. Weil der Innenraum mit Lehm verputzt wurde und ein Fenstertausch ohne Beschädigung des Putzes möglich sein sollte, hat Gerhard Scherbaum eine Methode entwickelt, wie die Scheibe von außen getauscht werden konnte. Diese Methode wird ebenfalls anhand der Werkstatt in Payerbach beschrieben, da diese Art von Fenstern bei diesem Projekt ausgeführt wurde.



3.235 Grundriss Recyclingfenster



3.236



3.237 Konstruktionsrahmen

Bevor die Fenster eingebaut werden konnten, mussten die Recyclingfenster vorbereitet werden. Wie bereits vorhin schon erwähnt, mussten die Fenster zuerst einmal aus dem Plastikrahmen herausgelöst werden. Danach wurde die übrigen Fugenmassen vom Glas gelöst, damit die Scheibe eben eingebaut werden können. Zum Schluss wurde die Scheibe noch ordentlich geputzt und gereinigt. Im nächsten Schritt wurde mit der Verkleidung begonnen. Wenn die Abstände zwischen den Wandstapeln zu breit sind, muss für das Fenster ein zusätzlicher Rahmen eingebaut werden.

Die Lichte zwischen den Fensterstaffeln sollte links und rechts 3,5cm breiter als die Länge des Fensterglases, damit die Öffnung in den Agepan-Platten von außen mit der Stichsäge gut ausgeschnitten werden konnte. Diese wurde mit den Abmessungen: der Länge des Glases + jeweils 5-7 mm an den Seiten, herausgeschnitten. Schiefe oder ungenaue Schnitte konnten innen mit OSB-Platten ausgeglichen werden, mit denen die Laibungsseiten verkleidet wurden. Wichtig war vor allem, dass die Scheibe später nach außen hinaus gehoben werden könnte. Die fertige Rohbaulichte innen war nun knapp 3cm breiter als das Fensterglas selbst, damit die Scheibe gut in die Laibung gesetzt werden kann.

Wie bereits im Punkt Laibungsverkleidung aus Holz beschrieben, wurden außen zuerst die 5 x 8cm Staffeln für die obere und untere Laibungskante zurecht geschnitten. Weil die Laibungsverkleidung, also die Wangenbretter, die obere Laibungsverkleidung und das Fensterbrett bei den Recyclingfenstern die Scheibe halten müssen, wurden an den Seiten jeweils ein vertikaler 2,5 x 5cm Staffel (in der Dicke der Traglattung) angebracht. Dies war der tragende Konstruktionsrahmen für die Laibungsverkleidung. Anderenfalls wäre die Montagefläche für die Wangenbretter zu schmal gewesen. Da

diese Fenster weiter außen in der Konstruktion saßen und das Glas nicht zusätzlich durch den Rahmen von Schlagregen geschützt wird, wurden bei dieser Ausführung mehr Wasser abweisende Ebenen vorgesehen. Aus diesem Grund wurde hier nicht nur das Fensterbrett im Gefälle montiert, sondern auch das obere Laibungsbrett.

Zu Beginn wurden die Bretter zur Laibungsverkleidung wieder durch den Dickenhobel geschickt, um eine glatte Oberfläche zu erhalten. Die Kanten aller sichtbaren Hölzer wurden als Fase ausgeführt und sowohl das Fensterbrett, als auch das obere Laibungsbrett erhielten einen Wassernase. Die Breite des oberen Laibungsbretts und die der Wangenbretter wurden so bemessen, dass diese bündig mit der Außenkante der Fassadenlatten abschlossen. Dies ist davon abhängig wo in der Laibung die Glasscheibe sitzen sollte. In unserem Fall waren die Bretter 9cm breit.

Das obere Konstruktionsholz (5 x 8cm) wurde bei dieser Fensterausführung ebenfalls im Gefälle von 5% abgeschnitten. Bevor das Brett an die Wand geschraubt wurde, wurde unterhalb ein Streifen der EPDM-Folie eingelegt und mit dem Brett an die Wand geschraubt. Darunter konnten wir das obere Laibungsbrett montieren. Die EPDM-Folie wurde zwischen der Unterseite des Staffels und dem oberen Laibungsbrett eingeklemmt. Die Länge der Folie war gleich wie die des Staffels. Unterhalb der Fensterlaibung wurde ebenfalls ein im Gefälle geschnittenes Staffelholz angebracht. Darüber positionierten wir als erste Abdichtungsebene eine EPDM-Folie mit einer Breite von ungefähr 15 - 20cm, welche in den Ecken jeweils einen 8cm Hochzug hatte. Darüber wurde ein 2cm dickes Konstruktionsholz als Unterkonstruktion für das Fensterbrett montiert, welches zugleich auch die Folie befestigte. Diese sollte nach dem Einbau der Glasscheibe zwischen der inneren Fensterbank und der Scheibe eingeklemmt werden. Die Länge dieses Konstruktionsholz



3.238 Konstruktionsholz als Unterkonstruktion für das Fensterbrett



3.239 + 3.240 EPDM-Folie unterm Fensterbrett



3.241 + 3.242 EPDM-Folie und Wangenbretter



3.243 EPDM-Folie und Wassernase



3.244 + 3.245 Fensterlaibung



war, genau wie die des oberen Laibungsbrettes und des Fensterbrettes, gleich lange wie die Laibungsöffnung selbst.

Im nächsten Schritt hatten wir noch eine EPDM-Folie mit 15cm Breite und jeweils einen 4 - 10cm Hochzug an der linken und rechten Seite unter dem Fensterbrett montiert. Auf der Innenseite sollte die Dachabdichtung 2cm unter dem Fensterbrett hervorschauen und später zwischen Glasscheibe und Fensterbrett eingeklemmt werden. Von außen konnte die EPDM-Folie sichtbar bleiben, da diese später mit einem Cutter problemlos gekürzt werden konnte.



3.246 Fensterlaibung

Nun wurden die Wangenbretter der Laibung montiert. Sie sollten an der Ober- und Unterseite wieder im Gefälle abgeschnitten werden und zu den oberen und unterem Laibungsbrett einen Spalt von 5mm einhalten. Die exakte Länge wurde nach der Montage der vorigen Bretter ausgemessen.



3.247 fertige Laibungsverkleidung

Nun konnte mit dem Einbau der Glasscheibe begonnen werden. Dabei wurde vorab an der Außenseite des Glases, ganz am Rand ein selbstklebendes Dichtband angebracht. Damit die Fensterscheibe beim Einbau nicht auf der Laibung aufsitzt wurden unterhalb 0,5 - 1cm dicke Holzklötzchen eingelegt und auf diese dann die Scheibe aufgesetzt. Zum leichteren Heben und Positionieren hatten wir Glassauer Tragegriffe verwendet. Auf diese Weise war es leichter möglich, die Scheibe schön mittig in



3.248 + 3.249 Dichtbänder für Fenster





3.250 Dichtbänder für Fenster



3.251 Fugenband rund zwischen zwei Glasscheiben



3.252



3.253



3.254



3.256



3.255



der Öffnung zu platzieren. Zum temporären Fixieren des Glases wurden rundherum zirka 3cm dicke Holzstück mit einer Länge von ungefähr 10-15cm in die Laibung geschraubt. Diese wurden später bei den Fenstern, entweder durch umlaufende Holzleisten, mit einem Querschnitt von 2,5 x 4,5cm oder durch eine Laibungsverkleidung im Innenraum ersetzt.

Bevor diese montiert werden konnten, musste der Zwischenraum zwischen der Scheibe und der Laibung entweder mit einem Komtriband, oder eine Flax- oder Hanfwolle ausgedämmt werden. Komtribänder sind Quellenfugenbänder, genauer gesagt auf „Acrylbasis imprägnierte offenzellige Schaumstoffbänder“ (komtriband.at), welche vorkomprimiert sind und nach Reduktion des Drucks der Verpackung aufquellen. Dieser Vorgang dauert einige Zeit, wird allerdings das Band vor dem Einbau der Scheibe aufgeklebt, sollte zügig weiter gearbeitet werden. Die weit ökologisch nachhaltigere Variante ist das Ausstopfen mit Flaxwolle.

Für eine größere Fensteröffnung können auch zwei Glasscheiben übereinander gesetzt werden. In diesem Fall wird zwischen den Scheiben ein rundes Dichtband eingelegt. Nachdem die Fugen ausgedämmt waren, wurden die umlaufenden Holzleisten montiert. Sollte innenseitig ein Fensterbrett vorgesehen sein, kann dieses zur unteren Fixierung der Scheibe verwendet werden. Zum Abschluss wurden die Fugen zwischen dem Glas und den umlaufenden Hölzern innen und außen mit einer geeigneten Fugenmasse verfugt, um den Wassereintritt von Kondens- und Regenwasser zu verhindern.

Sollte nun die Scheibe getauscht werden müssen, kann die äußere Laibungsverkleidung abgeschraubt und die Scheibe herausgenommen werden.



3.257 Laibungsverkleidung innen



3.258 Fenstersaugknopf



3.259



3.260



Einbau 2-Scheiben Fenster



3.261 Glasfassade „Haus von A bis Z“



3.262 Glasfassade „Haus von A bis Z“ Innenansicht

Die Montage eines doppelt verglasten Recyclingfensters wurde leider in keinem der beiden Projekte umgesetzt. Ich finde diese Variante allerdings eine schöne Lösung für eine große, offene und preiswerte Glasfassaden, daher möchte ich den ungefähren Einbau anhand der Glasfassade von „Haus von A bis Z“ erklären. Diese Details wurden von Paul Adrian Schulz und Gerhard Scherbaum entwickelt.

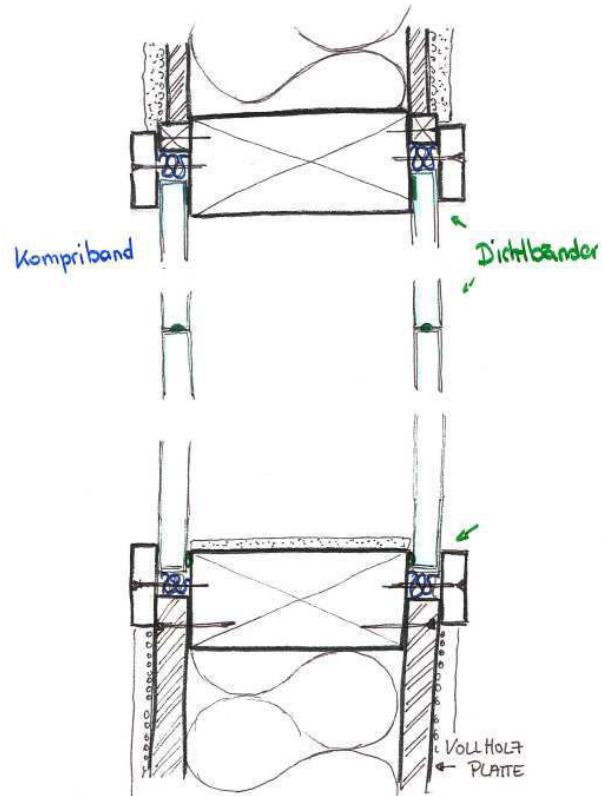
Für die zweifache Verglasung von Recyclingfenstern ist es am wichtigsten alle Scheiben doppelt zu haben, da die Fassade sonst innen und außen unterschiedliche Teilungen hat. Die Fenster werden an eine Holzstock, wie bei einer Curtainwall Fassade, außen und innen vorgehängt. Deshalb müssen die Fenster, die in einer Reihe hängen, alle die gleiche Breite haben.

Die Fenster werden, wie bei der 1-Scheiben Verglasung zu allererst gesäubert und erhalten an der anliegenden Seite, ganz außen, umlaufend ein Dichtband, damit keine Zwischenräume zwischen dem Glas und dem Holz frei bleiben. Da es bei dieser Variante keine Laibung gibt, auf der die Scheiben aufliegen können, sollte 2cm unterhalb der Position der untersten Scheibe ein Vollholz mit der Breite des Fensterglases montiert werden. Dieses trägt alle darüber liegenden Scheiben.

Begonnen wird mit der Montage der äußeren Fensterfront. Auf das Trägerholz werden zwei 1,5cm hohe Holzklötzchen gesetzt, auf denen die Scheibe dann punktuell aufsitzt. Die Klötzchen haben eine Länge von 3cm und sollten so breit wie die Glasscheibe sein. Dazwischen wird ein Komprimband angebracht, damit die Fugen auch dicht sind. Sitzt das Fenster gut auf der

Konstruktion auf, wird es wie beim einfach verglasten Fenster temporär mit Holzstaffeln fixiert. Danach kann die nächste Scheibe direkt auf diese aufgesetzt werden. Wichtig ist, dass der Zwischenraum zwischen den Scheiben mit einem runden Dichtband, oder einem Fugenkleber für Fensterfugen verschlossen werden muss. Wenn mehrere Fensterreihen nebeneinander sind, werden alle montiert. Sitzen alle Fenster an ihrer Position, werden die Fenster mit schönen, stabilen Vollholzstreifen, am besten in der Breite und dem Holz der Staffeln, fixiert. Dieser Rahmen bleibt sichtbar. Er sollte allerdings wirklich gut befestigt werden, da dieser das Gewicht der Scheiben in Position halten muss. Der Schraubenabstand sollte nicht größer als 20cm sein. Werden zwei Fensterreihen nebeneinander montiert, muss zwischen den Gläsern genug Abstand zum Festschrauben der Deckleisten gelassen werden. Trotzdem sollte dieser Bereich mit einem Kompriband abgedichtet werden.

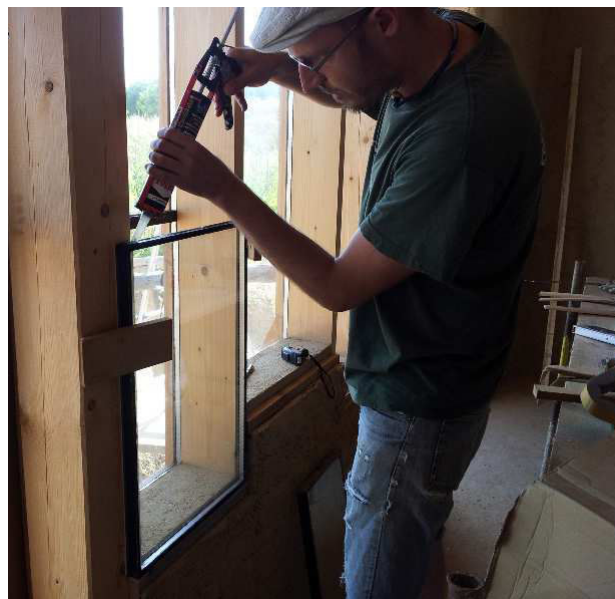
Damit die Gläser zwischen den Pfosten im fertigen Zustand nicht anlaufen oder sich Kondenswasser bildet, wurde im „Haus von A bis Z“ zusätzlich, im unteren Bereich eine dünne Lehmputzschicht angebracht, welche die Feuchtigkeitsregulierung zwischen den Scheiben übernimmt. Erst nachdem dieser Lehmputz trocken ist, kann mit der Montage der innen liegenden Fensterscheiben begonnen werden.



3.263 Anschlussdetail 2-Scheiben Recyclingfenster



3.264 Holzklötzchen zwischen Kompriband



3.265 Fugenmasse zwischen zwei Scheiben



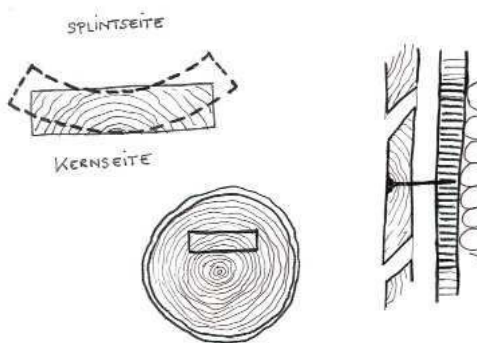
3.5.f Fassade

Benötigte Werkzeuge und Material:

- selbstbohrende Holzschrauben mit Drillschaft und Fräskopf, Torx Schrauben sind am geeignetsten, Länge ist so zu wählen, dass die Inneren Platten nicht den Schrauben durchbohrt werden
- mind. 2 Akkubohrer mit passenden Bits
- mind. 2 Leitern oder 1 gut stehendes Gerüst
- Zollstab oder Maßband
- Bleistift, Schlagschnur
- Kappsäge
- Stichsäge
- ausreichend Fassadenlatten, in unserem Fall 15-25 mm dick
- zirka 30x50 mm dicke Latten als Grundlattung
- (bei horizontaler Fassadenlattung ist noch eine zusätzliche Traglattung nötig)
- Tischkreissäge

Für die Holzfassade haben wir uns für eine horizontale, hinterlüftete, offene Bekleidung mit Rhombusleisten (Gabriel, 2017) aus sägerauen Lärchenbrettern entschieden.

Der Vorteil einer offenen Schalung besteht darin, dass die Latten an keinem Punkt mit den benachbarten Brettern zusammenstoßen und dadurch immer abtrocknen können. Außerdem können einzelne Latten jederzeit ausgetauscht werden. Die sägerauen Bretter verwittern vorwiegend an der Außenseite und müssen nicht behandelt werden. Nach einem halben bis einem Jahr erhalten sie den für unbehandeltes Holz typischen Grauschleier. Wichtig ist, dass der Schlagregen immer abtropfen kann und das Wasser nicht auf dem Holz stehen bleibt. Daher ist es bei der horizontalen Lattung wichtig, dass jedes einzelne Brett an der oberen und unteren Kante mit zirka 30° abgeschrägt ist, damit das Wasser immer vom Gebäude weg abgeleitet wird.



Die korrekte Ausführung einer offenen Fassade besteht aus einer Grundlattung, auf die die Traglattung montiert wird. Bei unserer Fassade war aus Gründen der Platzeinsparung und der Objektgröße die Grundlattung gleichzeitig auch die Traglattung. Dies ist möglich, da die einzelnen Holzbretter nie Länger als 2,50m sind und die gesamte Fassade kein so hohes Gewicht hat. Da unsere Lattung horizontal verläuft, wird die Traglattung vertikal an das Gebäude geschraubt.

3.266 Montagerichtung der Lärchenbretter



3.267 Vorbereitung Fassade

Traditionell ausgeführte Holzfassaden werden genagelt, allerdings hat sich in den letzten Jahren die sichtbar geschraubte Befestigung der Bretter durchgesetzt. (Gabriel, 2017) Das ist auch die Befestigungsform, für die wir uns entschieden haben. Für die geschraubte Befestigung sollten selbstbohrende und -versenkende Edelstahlschrauben verwendet werden, wenn man auf den Arbeitsschritt des Vorbohrens verzichten will. Abhängig von der Brettbreite werden die Holzbretter mit einer oder zwei nebeneinander liegenden Schrauben pro

Traglattung fixiert. Bevor wir allerdings mit dem Befestigen der Latten beginnen konnten, mussten wir die Traglattung im Abstand von zirka 80cm an die Fassade schrauben. Dabei war es wichtig, die optimale Länge der Schrauben zu wählen. Befand sich die Traglattung über einer Wandstütze konnten längere und somit kräftigere Schrauben verwendet werden. Wurde die Traglattung allerdings nur mit der OSB-Platte verschraubt, sollte die Schraube die Platten nicht zu Gänze durchstoßen, da das Metall der Schraube Feuchtigkeit in das Stroh leiten könnte. Zusätzlich kann es passieren, dass das Gewinde sich nicht mehr in festem Material befindet und daher keine Kraft mehr aufnehmen kann. In diesem Fall dreht die Schraube durch und lässt sich in keine Richtung mehr bewegen. Aus diesem Grund sollte die Position der Stützen bei jeder neu angebrachten Ebene der Fassade markiert werden.

Weil die Box eine umlaufende einheitliche Fassade erhalten sollte, mussten jeweils 4 gleich breite Bretter vorhanden sein. Nachdem wir jedes Brett mit der Tischkreissäge zu einem Rhombus schneiden mussten, konnten wir auch gleichzeitig die Bretter in vier verschiedene Breiten zurechtschneiden. Bei dem Schneiden der Winkel musste zusätzlich die Anschraubrichtung der Holzbretter an die Fassade beachtet werden. Die Fassadenlatten sollte immer mit der Splintseite an die Unterkonstruktion geschraubt werden, damit sich das Brett wenn es schüsselt nicht von der Fassade wegwölbt. Nachdem wir alle Bretter geschnitten und nach Größen sortiert hatten, entwickelte eine Gruppe von Kursteilnehmer mit voller Hingabe ein Fassadenmuster, welches an allen vier Fassadenseiten angebracht werden konnte. Zu guter Letzt musste jedes Brett an beiden Enden auf Gehrung (= 45° Winkel) geschnitten werden, da die Latten der jeweilig benachbarten Fassaden an den Ecken einander nicht berühren sollten, trotzdem einen regelmäßigen Abstand einzuhalten hatten. (Gabriel, 2017 Zeichnungen)



3.268 erste Fassadenlatte oberhalb der Loggia



3.269 Fassadenmontage



3.270 Fassadenmontage



3.271 Fassadenmontage

Im nachhinein waren wir uns einig, dass eine vertikale Fassadenlattung wesentlich weniger aufwändig gewesen wäre und trotzdem sehr gut ausgesehen hätte, auch wenn wir mit dem Ergebnis sehr zufrieden sind.

Bei der vertikalen Lattung mussten die Bretter zum Schluss der Fassadenmontage mittels Führungsschiene und Tauchsäge ganz leicht im gewünschten Winkel abgeschnitten werden. Lediglich die Ecklatten müssen auf Gehrung geschnitten werden.

Als alle Bretter entsprechend vorbereitet waren, konnte mit der Montage der Latten begonnen werden. Die Länge der jeweiligen Bretter mit dem Gehrungsschnitt wurde während der Montage geschnitten, da man so die Abstände besser einhalten konnte.

Mit der Montage begonnen wurde mit dem ersten Brett über der Loggia, da dieses nicht ausgeschnitten werden sollte. Vorsicht nur bei dem unteren Winkel dieses Brettes, da die Untersicht der Loggia auch verkleidet wurde, musste



3.272 Fassadenmontage

diese Winkel auch auf Gehrung geschnitten werden. Um auch bei den Fassadenbrettern eine schöne Horizontale zu erhalten, wurde mit Hilfe einer Wasserwaage und auch einer Schlauchwaage gearbeitet. Zum Einhalten der Abstände zwischen den Brettern dienten Baubleistifte, die bis zu fertigen Montage zwischen die Bretter gesteckt wurden. Die Schlauchwaage wurde zur Kontrolle verwendet, ob die Bretter an den gegenüber liegenden Ecken auf der gleichen Höhe waren.

Da es sich bei den sägerauen Brettern um ein Nebenprodukt der Sägewerke handelt, hatten einige Bretter Schäden aufgrund von Astlöchern oder waren verzogen. Die Latten mit erheblichen Schäden mussten aussortiert werden und wurden beispielsweise als Teile der Grundlattung verwendet. Im Falle eines Verzuges in Längsrichtung konnten die Latten mit Hilfe der Schrauben etwas in Position gebracht werden, allerdings war es das Ziel diese so spannungsfrei wie möglich zu montieren. Weitere Kriterien bei der Montage der Lärchenbretter waren ebenfalls die Wahl der richtigen Schraubenlänge, eine gleichmäßige und einheitliche Positionierung der Schrauben und das Einhalten der richtigen Schraubtiefe. Da bei der Verwendung von Senkkopfschrauben, das bedeutet, dass der Schraubenschaft kein Gewinde hat, sich das Brett leicht an die Unterkonstruktion ziehen lässt, muss beim Festziehen der Schrauben genau darauf geachtet werden, wie tief

die Schraube in das Holz gezogen wird. Bei zu starkem Anschrauben kommt es zu einer Oberflächenverletzung des Holzes, wodurch es an dieser Stelle leichter anfällig für Schäden ist. Der Schraubendurchmesser bei dieser Anwendung bei 5mm liegen, die Länge ist, wie schon bei der Grundlattung, abhängig von der möglichen Bohrtiefe. Sind die Schrauben zu lang, kann die OSB-Platte wiederum durchbohrt werden.

Bei einigen Anschlusspunkten wurden die Fassadenbretter speziell angepasst. Da die Unterseite der Loggia ebenfalls mit Lärchenbrettern verkleidet wurde, mussten die beiden Latten an der vorderen Ecke im 45° Winkel ausgeführt werden. Zudem wurde die abschließende Latte unterhalb der Attika schmaler ausgeführt, da aufgrund der Unterkonstruktion weniger Platz zur Verfügung stand. Zudem wurden die Bretter rund um die Tropfblech angepasst und Details konstruiert.

Nach etwas mehr als zwei Arbeitstagen war unsere Fassade dann fertig.



3.274 - 3.276 Anschlussdetail Fassade



3.273 Fassadenmontage



3.277 fertige Fassade



3.5.g Putz

Benötigte Werkzeuge und Material

- Schilfrohmatten und Tacker
- mind. 2 Leitern oder 1 gut stehendes Gerüst
- Flachnetz oder Jutenetz
- im Idealfall einen Betonmischmaschine, oder einen Baustellenmischer
- Malerpinsel, Wassersprühflasche
- Diverse Kübel und Schaffeln
- Diverse Dreieck- oder Vierecks-Mauererkellen
- Kleine Kellen für Details und Ecken
- Glättkellen
- Flächenspachteln
- Reibbretter aus Plastik
- Schwambretter oder Schwämme
- Wasser, am besten einen Anschluss mit Gartenschlauch
- Lehm, Sand und Kies für die Putzmischung
- Strohhäcksel

Strohballenwände mit, aber vor allem ohne Beplankung eignen sich hervorragend für das direkte Verputzen. Dabei kommen neben Lehmputz auch Gips-, Kalk-, und Kalkzementputze in Frage. Zementputze sind aufgrund ihrer geringen Elastizität wenig, bis gar nicht geeignet. (Minke/ Krick, 2014)

Für den Innenraum ist der Lehmputz in Kombination mit Stroh der am besten geeignete, da dieser dank seiner Fähigkeit Feuchtigkeit zu regulieren für ein besonders gutes Raumklima sorgt. Der Putz nimmt die überschüssige Feuchtigkeit im Raum auf und gibt sie wieder ab, wenn der Raum zu trocken wird. Zudem bietet Lehmputz eine gute Speichermasse, die für eine angenehme Raumtemperatur sehr wichtig ist. Je mehr Speichermasse vorhanden ist, desto länger kann Wärme, beziehungsweise Kälte gespeichert und langsam abgegeben werden. Wird der Putz direkt auf Stroh aufgetragen, sorgt Lehm zusätzlich für den Brandschutz, sofern er dick genug aufgetragen wurde. Hierzu sind in etwa drei Schichten nötig. (Minke/ Krick, 2014)



3.278 - 3.281 Lehmproben



3.282 Putzproben

Lehm ist eine Mischung aus Steinen, Kies, Sand, Schluff und Ton, wobei Ton und Schluff die Hauptbindemittel sind. (Rollenitz, 2015) Der Anteil des Tons kann Schwankungen von zwischen 5% bis 12% aufweisen. Je mehr Ton der Lehm enthält, desto fettiger ist dieser. Die Hauptbestandteile von Lehmputz sind Sand und Lehm. Der Lehm sorgt für die Haftfähigkeit des Putzes. Um herauszufinden welches das optimale Mischungsverhältnis für den vorhandenen Lehm ist, sollten vorab einige Materialproben und Putzproben durchgeführt werden, vor allem wenn der Lehm aus dem Aushub der eigenen Baugrube gewonnen wurde.

Dabei wird der vorhandene Lehm auf seine Konsistenz bewertet.² Anhand dessen werden verschiedene Mischungen mit unterschiedlichen Mischverhältnis von Lehm, Sand, Kies und Wasser angerührt und auf Testflächen

² eine detaillierte Beschreibung dieser Tests werden im Buch „Lehm- und Kalkputze“ von Fromme/ Herz, 2016, Seite 37f dargestellt

aufgetragen. Die Mischung, die keine Risse bildet ist dabei die geeignetste.

Zudem können dem Lehm einige Zusätze beigemischt werden um seine Eigenschaften zu verändern. Dadurch kann die Festigkeit gestärkt oder das Quell- und Schwindverhalten reduziert werden. (TU Berlin) Je nach Anforderung an die fertige Oberfläche und dem Untergrund werden verschieden viel Putzlagen aufgetragen. Zudem können dem Putz verschiedene Zuschlagstoffe beigemischt werden. Unterputzen werden beispielsweise zur Armierung mit Faserstoffanteilen wie Strohhäcksel versehen. Strohhäcksel lassen sich sehr leicht aus den Überresten der abgeschorenen Strohballenwänden herstellen. (Scharf, 2014) Die Länge der Fasern sollte zwischen 1-3cm betragen. Sie können entweder durch händisches Zerkleinern mit einer Gartenschere oder einem Gartenhäcksler hergestellt werden.

Lehm für Lehmputz muss steinfrei sein. Je nachdem wie der Lehm beschaffen ist, gibt es verschiedene Aufbereitungsmethoden. Harte, trockene Lehmklumpen werden eingesumpft, einem Wasserbad angesetzt wird. (Scharf, 2014) Wird eine fertige Putzmischung gekauft, ist dies nicht mehr in nötig. Je nach Putzart und Lehm werden die Bestandteile Lehm, Sand, Kies (fein), etwas Wasser und eventuell Strohhäcksel gemischt. Lehmputz mit Strohhäcksel sollten für eine optimale Durchfeuchtung gemaukt werden, das heißt 12-48 Stunden gut angefeuchtet ruhen. (TU Berlin)

Putzmaterial sollte idealerweise nur in der Menge angemischt werden, die an einem Tag verarbeitet werden kann. Zur Not kann diese allerdings 2-3 Tag weiter verarbeitet werden. (Scharf, 2014) Zum Mischen eignet sich ein Zwangsmischer. Damit lassen sich außerdem zu fettiger Lehm durch beimengen von Sand und Kies abmagern, oder krümeliger, erdfechter Lehm durch Zugabe von Wasser aufschlemmen. (TU Berlin)



3.283 Lehm



3.284 Lehm mit Strohhäcksel



3.285 mischen mit Baustellenmischer



3.286 Strohhäcksel selber machen



3.287 DIY Anputzleiste



3.288 DIY Anputzleiste



3.289 - 3.292 DIY Anputzleisten

Anputzleisten

Bei Übergängen zwischen den Strohballen und ‚glatter‘ Holzoberflächen, die später nicht verputzt werden, sollten zur besseren Haftung des Putzes am Übergang Anputzleisten angebracht werden. Dabei handelt es sich um Winkelprofile, die mit einem Armierungsgewebe für Putze verbunden sind und dadurch dem Putz mehr Möglichkeiten zur Haftung gibt. Diese Leisten aus Plastik können sehr günstig im Baumarkt erworben werden, da allerdings genügend Material übrig war und wir ohnehin den Kursteilnehmer zeigen wollten, welche Dinge auf der Baustelle produziert werden können, haben wir die Anputzleisten selbst angefertigt. Statt dem Winkelprofil wurden 3 x 5cm Holzlatten genommen, die als Verschnitt von anderen Bauteilen übrig waren. Ein weitere Vorteil unserer Anputzleisten war, dass der Übergang zwischen den Strohballen und der Decke an der Innenseite winddicht verschlossen werden konnte. Daher wurden in der Länge des jeweiligen Holzstaffels ein 10 - 15cm breiter Streifen der Winddichtbahn der Fassade zurecht geschnitten. Weiters wurde von dem Armierungsgitter für den Putz ein 30cm breiter Streifen zurechtgeschnitten. Beide Streifen wurden auf eine Breitseite der Holzlatte mit einem Tacker fixiert und danach mit einem Winddichtklebeband überklebt. Dabei musste die Winddichtbahn hinter dem Gitter angebracht werden. Auf der anderen Breitseite wurde mit der Tauchsäge, oder auch mit dem Cutter (das ist abhängig von dem verwendeten Holz) Rillen eingeschnitten, damit der Putz besser an den Hölzern haften bleiben konnte.

Bei der Montage musste darauf geachtet werden, dass die Oberfläche der Strohballen und die Anputzleisten trotzdem noch eine gerade Oberfläche ergaben, damit die verputzte Wand später keine Wölbungen im Sockel und Deckenbereich hat. Dies war allerdings nicht so schwer, da die Strohballen an den Außenkanten weniger stark gepresst sind und die Leisten in das Stroh eingebettet werden konnten. An der Oberseite wurden die Leisten mit einem Fugenkleber bestrichen und danach in der Decke, beziehungsweise dem Boden verschraubt.

Ein Vorteil von Lehm ist, dass er nur an der Luft härtet, daher kann älterer Lehm, oder sogar zu Boden gefallener Putz, wenn dieser nicht zu stark verunreinigt wurde, durch mischen mit Wasser wieder verwendet werde.
(RollenitzS67)

Nachdem für die Box zwei verschiedene Innenwandsysteme haben, muss jeder der Putzuntergrund anders vorbereitet werden. (Fromme/Herz, 2016)

Vorbereitung beim direktem Putzen auf Stroh

Bevor Strowände direkt verputzt werden können, müssen offene Fugen verschlossen, die Wände ausgebeult und vor allem abgeschoren werden. Dies ist nötig, damit lange und lose Halme entfernt werden und der Lehm sich gut mit dem Stroh verbinden kann. Danach sollten bei Übergängen von Stroh zu Holz Anputzleisten angebracht werden, damit der Lehm sich auch an den Kanten und Ecken gut festhalten kann.

Bevor mit dem Lehm verputzen angefangen werden kann, muss eine Lehmschlämme angesetzt werden, dazu wird der Lehm 3-4 Tage vor dem tatsächlichen Putzarbeiten in Wasser eingemaukt. Die Schlemme wird als erste Putzschicht mit einer Düse auf dem Stroh aufgebracht. Stattdessen kann allerdings auch eine sehr fettige erste Putzlage verwendet werden. Diese Schlemme, beziehungsweise der Putz, aus sehr fettigem Lehm, wird mit den Händen in die Strohballen eingerieben oder mit einer Putzspritze aufgebracht. Die Schicht dient dazu, dass der Lehm sich gut mit dem Stroh verbindet. Erst wenn diese erste Putzlage vollständig getrocknet ist, kann mit dem Grundputz begonnen werden.



3.293 Lehm sieben



3.294



3.295 direkt verputzen von Strohballen



3.296 Strohballen mit Lehmschlemme



3.297 Schilfrohmatten



3.298 Schilfrohmatten



3.299



3.300



3.301 + 3.302 aufbringen des Putzes



3.303

Vorbereitung beim Putzgrund Holz

Handelt es sich bei dem Untergrund für den Putz um eine der beidseitig mit Holz beplankten Wände, müssen alle Fugen und Ecken mit einem Winddichten Klebeband abgeklebt werden um einen Feuchteintritt in die Wand zu verhindern. Danach wird Putzträger aufgebracht, damit der Lehm überhaupt an der Wand hält. Einer der üblichsten Putzträger für Lehmputz sind Schilfmatten, die mit einem Draht verbunden sind. Diese Schilfmatten, können mit der Gartenschere geschnitten und mit einem Tacker vollflächig an der Wand fixiert werden. Bei der Befestigung sollte die Matte so gedreht sein, dass der straffe Draht in den Raum schaut, während der herumgewickelte Draht zu Putzgrund schaut. Dadurch wird die Matte an den Putzgrund gedrückt. Sollten Holzsteher zwischen Strohballen sichtbar sein, müssen diese ebenfalls mit einem Putzgrund bewehrt werden.

Der weitere Vorgang beim Verputzen ist nach Vorbehandlung des Putzgrunds gleich. Der Grund- oder Unterputz ist ein grobkörniger Putz und sollte weniger Ton, dafür mehr Grobsand oder Kies enthalten. Der Unterputz sollte in jedem Fall fetter sein, als der Oberputz und eine Mindestdicke von 10mm aufweisen. (Dachverband Lehm) Zusätzlich werden dieser Schicht Strohhäcksel zur Bewehrung beigegeben. Sollte der Putzuntergrund saugfähig sein, muss dieser vor dem Verputzen angehässelt werden. Der Grobputz dient dazu, eine gerade und ebene Putzoberfläche für den Feinputz vorzubereiten.

In dieser Putzschicht werden Netze aus Flachs, Jute oder Glasfasern zur Armierung von Ecke, Rundungen und Übergängen des Untergrunds eingelegt und mit verputzt. In manchen Fällen wird auch die gesamte Wandfläche mit einer Armierung versehen. Diese kann auch statt im Grundputz in einer weiteren Putzschicht eingelegt werden. Dazu darf die darunter liegende Schicht keine zu glatte Oberfläche haben. Wenn der Grundputz getrocknet ist, kann mit

der nächsten, weniger grobkörnigen Putzschicht begonnen werden. Der Oberputz wird auch als Lehmfeinputz bezeichnet und unterscheidet sich vom Unterputz durch die Korngröße der Kieszusätze von 2mm, die wesentlich feiner als die der Grobputz. (Dachverband Lehm)

Ausführung Unterputz (Fromme/ Herz, 2016)

Beim händischen Verputzen direkt auf Stroh wird von dem Unterputz normalerweise der fettige Grobputz, oder die Lehmschlemme mit der Hand in das Stroh gerieben, oder der Unterputz direkt maschinell mit der Spritze auf das Stroh gespritzt. Saugende Putzgründe werden mit einem Malerpinsel angefeuchtet. Ansonsten wird die erste Putzschicht mit der Kelle oder der Hand an die Wand angeworfen und danach mit dem Flächenspachtel waagrecht und senkrecht abgezogen. Mit einer lange Latte oder einer Wasserwaage wird geprüft, ob die Wand wirklich eben ist. Danach wird das Gewebe eingelegt und mit dem Reibebrett eingerieben. Sollte kein Gewebe benötigt werden, muss die erste Putzschicht mit einem rauen Besen, einer Kralle oder einer gerillten Spachtel aufgeraut werden, damit die nächste Putzschicht gut halten kann.



3.304 Wand nass machen



3.305 Netz einlegen



3.306 Netz einlegen



3.308 erste Putzschicht, eingeritzt



3.309 genetzte Ecke



3.307 Netz einlegen



3.310



3.311



3.312

Ausführung Oberputz (Fromme/ Herz, 2016)

Bevor die nächste Schicht angebracht werden kann, muss der bereits getrocknete Putz an der Oberfläche mit einer Wasserspritze angefeuchtet werden. Dabei ist es wichtig, dass nur die Oberfläche der Putzschicht feucht ist, der Putz selber sollte trocken sein. Dieser Putz wird mit der Spachtel oder Kelle an die Wand gedrückt und von unten nach oben abgezogen, bis eine glatte Oberfläche entsteht. Ecken, Nischen, Spalten und Fensterlaibungen werden mit einer kleinen Spachtel sorgfältig verschlossen und geglättet. Danach wird er ebenfalls mit dem Flächenspachtel waagrecht und senkrecht abgezogen und mit der Wasserwaage geprüft, ob die Wand eben ist. Wenn erforderlich, kann danach noch eine letzte, dünne Schicht Putz aufgetragen werden. Dafür sollte die unteren Putzschicht wieder trocken sein und nur an der Oberfläche angehätselt werden. Zum Schluss wird die Oberfläche der letzten Putzschicht bereits während des Trocknens mit einer Kelle unter konstantem Druck abgezogen und somit nachverdichtet. Sollten nach dem Trocknen noch kleine Risse vorhanden sein, wird die Oberfläche noch einmal mit einem nassen Schwammbrett ebenfalls unter Druck in kreisförmigen Bewegungen abmassiert. Dadurch wird auch die Oberflächenstruktur feiner.



3.313 Glättkelle, Flächenspachtel, Schwammbretter



3.314 bearbeiten der Ecken

Obwohl Lehmputz wasserlöslich ist, sollten am Ende eines Arbeitstages alle Hilfsmittel gründlich mit Wasser abgewaschen werden. Sollte doch Lehmputz übrig sein, wird dieser zugedeckt. Der Lehm, der Sand und der Kies werden ebenfalls zugedeckt, damit sie nicht nass werden können. Wenn der Lehm vollständig getrocknet ist, kann der Fußboden zum Beispiel mit Parkettboden ausgelegt werden.



3.315 Glättkelle, Flächenspachtel, Schwammbretter, Spachtel



3.316 abreiben mit dem Schwammbrett



3.317 trocknen der gereinigten Werkzeuge

3.5.h Innenausbau Trockentrenntoilette

Um aus der Box eine Trockentrenntoilette zu machen, wurde im Innenraum ein ‚Klositz‘ geschaffen, der unterhalb zum Innenraum hin dreiseitig geschlossen ist. Dieser hat die Höhe von 48cm, vom Rohfußboden weg und eine Breite von 77cm und wurde rundherum mit Hölzern verkleidet. Der Bereich hinter und unterhalb der Box wurde beim Rohbau in Boden und Wand bereits ausgespart, da dort der Fäkalienbehälter hineinkommen sollte und ansonsten die Höhe des Stauraumes zu wenig gewesen wäre.

Für eine Trockentrenntoilette wird ein Fäkalienbehälter und ein separater Urinbehälter benötigt. Die Trennung erfolgt mittels eines Trichters in der Klomuschel, wodurch Urin und Fäkalien in die verschiedenen Gefäße gleitet werden. Da für den Urinbehälter ein verschlossener Kanister vorgesehen war, muss vor allem der Fäkalienbehälter gut belüftet werden, damit es zu keiner Geruchsbildung kommt. Dazu wurde in die Wand W2 ein Zuluftrohr mit einer Rückstauklappe eingebaut. Von der gegenüber liegenden Wand des Klositzes wurde das Abluftrohr durch die Wand W1 ins Freie gelegt und draußen mit einem schwarzen Rohr über das Dach geführt. Das schwarze Rohr ist eigentlich ein Regenabfallrohr, das für unsere Zwecke umfunktioniert wurde. Die dunkle Farbe ist nötig, damit das Rohr sich unter Sonneneinstrahlung aufheizt, die warme Luft aufsteigt und dadurch einen Sog entwickelt, der den Fäkalienbehälter gut durchlüftet.

Links neben dem Klositz wird ein weiteres Holzregal gebaut, auf dem das Handwaschbecken mit einem Ablauf in den Urinbehälter geplant ist. Direkt unterhalb ist das Abluftrohr angebracht. Ein Wasseranschluss ist nicht vorgesehen, wäre aber möglich gewesen. Um eine Zuleitung zu dem Wasserbeckens zu bekommen, müsste ein weiter Loch nachträglich in die Strohballenwand gebohrt werden.

Die Idee des Wasserbeckens entstand allerdings erst gegen Ende der Bauphase und wurde daher nie realisiert. Ein Abwasserhahn zum Entleeren des Urinbehälters wurde in der Planung ebenfalls noch nicht berücksichtigt, da der genaue Behälter nicht definiert war und an der Box während des Baus diesbezüglich noch Änderungen vorgenommen wurden. Zum Entleeren der Fäkalienbox wurde an der Hinterseite der Box eine eigene Lade gebaut, mit welcher der Behälter herausgezogen werden sollte. Die Sitzfläche der Toilette wurde mit einer OSB-Platte verkleidet. Die Innenwände und die Front der Klobox werden mit einem Lehmputz versehen und der Boden, sowie die Sitzfläche sollten mit demselben Parkettboden ausgekleidet werden.



3.317

3.5.i Türbau

Im Zuge der Planung wurde entschieden, dass bei der Wahl des Fensters ein Standardfenster, welches leicht geöffnet werden kann, eingebaut werden soll. Die Türe wollten wir, angepasst an das Rohbaurestmaß, selber bauen. Leider konnte der Bau der Türe im Zuge des Lehrgangs nicht mehr umgesetzt werden. Daher wird an dieser Stelle die Ausführung nur theoretisch beschrieben.

Zuerst wird eine Türrahmen für die beiden Seiten der Laibung und den oberen Abschluss benötigt. Dieser dient als Anschlag für das Türblatt und wird aus 4 x 4cm Staffeln in die Laibung eingepasst. Unsere Türe erhält ein volles, gedämmtes Türblatt, das an der Außenseite mit Fassadenlatten verkleidet wird.

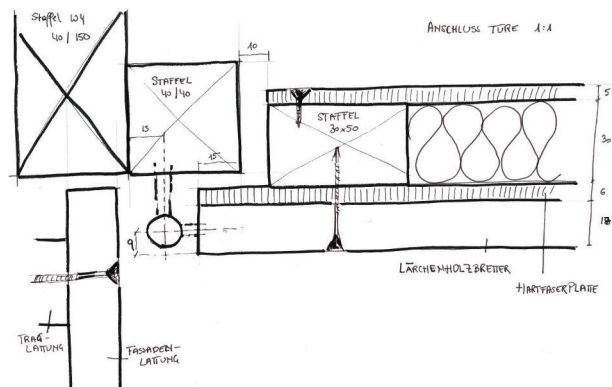
Begonnen wird mit dem Rahmen der Türe, der aus 3 x 5cm Staffeln zusammengesetzt wird. Dieser Rahmen sollte auf jeder Seite 1cm schmaler sein als die Lichte des Türrahmens (der Laibung). Die Staffeln des Rahmens werden durch Überplattungen verbunden oder einfach im rechten Winkel verschraubt. Auf die Außenseite des Rahmens wird eine 6mm Hartfaserplatte geschraubt, die an den Seiten und der Oberseite 2,5cm breiter als der Rahmen ist und an der Unterseite 2cm über den Rahmen hinausragt. Der Bereich im Inneren des Rahmens wird danach mit Hanf- oder Schafwolle ausgestopft. Danach wird der fertig verschraubte und gedämmte Rahmen an der Innenseite mit einer 5mm dicken Sperrholzplatte verkleidet. Sie sollte bündig mit dem Staffel abschließen und wird von außen an den Rahmen geschraubt. Diese Platte wird in unserem Projekt nicht weiter verkleidet und bleibt daher sichtbar. Daher kann auch jede andere Platte verwendet werden, solange sie nicht zu schwer ist.

Auf die äußere Platte werden im nächsten Schritt Lärchenholzbretter entsprechend der Fassadenlattung montiert. Um ein einheitliches Bild zu schaffen, werden die Ober- und Unterkante ebenfalls im 30° Winkel abgeschnitten. Nur im Bereich des Türgriffs, müssen die Latten anders ausgeführt werden.

Zur Befestigung der Türe an der, von außen

gesehen, linken Seite der Lärchenlatten, werden Einbohrbänder, auch bekannt als Anuba-Bänder, verwendet. Diese sind im Abstand von zirka 20cm von der Ober- und Unterkante der Türe zu montieren. Danach wird das Türblatt im Stock positioniert festgehalten, damit die Position der Bänder exakt auf den Stock übertragen und befestigt werden kann.

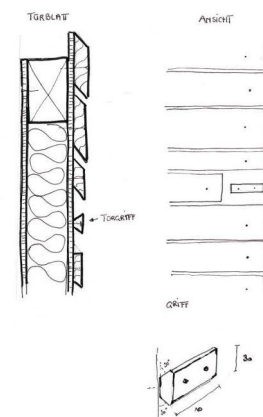
Der Türgriff wird in die äußere Verkleidung der Türe integriert. Dabei wird eine der mittleren Latte um 15cm kürzer ausgeführt als der Rest. Der Rest der Latte wird auf 10cm gekürzt, und erhält auf der Front einen 3cm Bereich von dem aus nach hinten ein 30° Winkel abgeschnitten wird. Der ganze Griff wird abgeschliffen und die Kanten werden als Fasse ausgebildet. Danach wird der Griff mittig in die Öffnung gesetzt.



3.318 Anschlussdetail Türe



3.319 Schaubild



3.320 Türblatt



3.6 Der Abtransport

Benötigte Werkzeuge und Material:

- 2 Stück U-Profile aus Eisen, Länge 2,60m
- 8 Stück 5x8cm Holzstaffeln Länge 3,00m
- mind. 2 Akkubohrer mit passenden Bits
- mind. 1 Leiter
- LWK mit Kran
- Span- bzw. Tragegurte
- 4 - 6 Paletten (gleich hoch)



3.321



3.322 H - Schutzkonstruktion

Nachdem wir dem Statiker und den statischen Kenntnissen von Jürgen Lizzi und Gerhard Scherbaum vertrauten, gingen wir davon aus, dass die Box das Aufheben mit Hilfe des Kranes auf den gemieteten Transport-LKW an sich kein Risiko darstellen würde.

Die Hauptprobleme lagen darin, ob zu starke Scherkräfte auf die Kanten der Box drücken könnten und dabei die Fassadenlattung oder sogar die tragende Unterkonstruktion beschädigt wurden könnte. Um dies zu vermeiden durften die Traggurte oder Ketten, mit an denen unsere Box aufgehoben wurde, nicht direkt an der Konstruktion ankommen.

Nachdem die Box hauptsächlich aus Holz besteht, war es leicht die nötigen Konstruktionen an dem Objekt zu befestigen, ohne einen großen Schaden zu verursachen. An dieser Stelle ist zu sagen, dass die Fassadenlattung leider einige unerwünschte Bohrlöcher erhielt, aber der Schaden an der Konstruktion erheblich gravierender gewesen wäre. Um den die Kräfte beim Anheben des Quaders gleichmäßig über die Bodenplatte zu verteilen und die Traggurte zu fixieren, wurden zwei U-Profile aus Eisen, mit einer Länge von 2,60m unter der Bodenplatte durch geschoben und die Traggurte darin positioniert. Damit die Profile nicht zu sehr in die Mitte der Box rutschen konnten, wurden an der Bodenplatte zwei Kanthölzer mit gleicher Länge angebracht, die den Abstand fixierten. Weil Bohrlöcher in der Bodenplatte nicht optimal gewesen wären, wurden die Hölzer mit einem Metallwinkel seitlich an den Wänden festgeschraubt.

Damit die Attika an der Oberseite der Box zu schützen, wurde eine H-Leiter aus 5x8 cm Staffeln gebaut, dessen Querstreben genau an den Außenkanten der Attikas lagen und ein zusammen rutschen der Ketten im oberen Bereich verhinderten. Zum Schluss wurden noch jeweils zwei 5x8cm Hölzer an die Fassaden außerhalb der Leiter angeschraubt, welche die Ketten von der Kante zwischen Attika und Fassade

weghielten. Als die Konstruktion fertig war, dauerte es nur wenige Sekunden und die Box schwebte über unseren Köpfen in der Luft. Auf den LKW wurden vier Paletten gelegt, auf denen die Box stehen sollten, damit U-Profile leicht entfernt werden konnten und der Boden der Box nicht beschädigt wurde. In Präzisionsarbeit wurde sie mittels Kran auf den LKW gehoben. Lediglich durch ein Holzstafel wurde sie vom verdrehen gehindert. Oben angekommen wurden die Traggerüste entfernt und verpackt. Nach knapp drei Stunden war die Box am LKW verschnallt, mit einer Plane bedeckt und fertig für die Abfahrt, zu Ihrem momentanen Standort im Südburgenland.



3.323



3.324



3.325



3.326



3.327 die Box auf der Autobahn



3.7 Trockentrenntoilette

Die Strohbox soll in der von uns gebauten Ausführung als Trockentrenntoilette genutzt werden. Prinzipiell ist eine Trockentrenntoilette eine Komposttoilette. Bei dieser werden menschlichen Ausscheidungen wie Urin und Fäzes zusammen mit dem Toilettenpapier in einem Behälter gesammelt, anstatt über eine Abwasserleitung in das Kanalnetz geleitet zu werden. Ziel dieses Systems ist es, Abwasser zu reduzieren und Pflanzennährstoffe wie Stickstoff und Phosphor in menschlichen Ausscheidungen für eine Kreislaufwirtschaft nutzbar zu machen. Dies geschieht über Kompostierung. Bei der Kompostierung wird organisches Material von Mikroorganismen mit Luftsauerstoff abgebaut. Dabei werden organische Verbindungen als Humus umgesetzt und Kohlendioxid und mineralische Nährstoffe (Ammoniumsalze, Phosphate, Magnesium- und Kaliumverbindungen) freigesetzt. Dieser entstandene Kompost kann als hochwertiger Pflanzendünger im Garten und in der Landwirtschaft eingesetzt werden.

Bei einer Komposttoilette geschehen die Sammlung und die Kompostierung in einem Behälter im Gebäude der Toilette. Der Behälter muss dementsprechend groß dimensioniert werden und eignet sich vor allem für den ganzjährigen Betrieb. Im Gegensatz dazu werden bei einer Trockentrenntoilette der Urin und die Fäzes separat in einem Behälter gesammelt. In diesen Behältern geschehen nur die Zwischenlagerung und die Verwertung erfolgt extern. Dieses System hat einen geringeren Platzbedarf und eignet sich für einen saisonalen Betrieb.

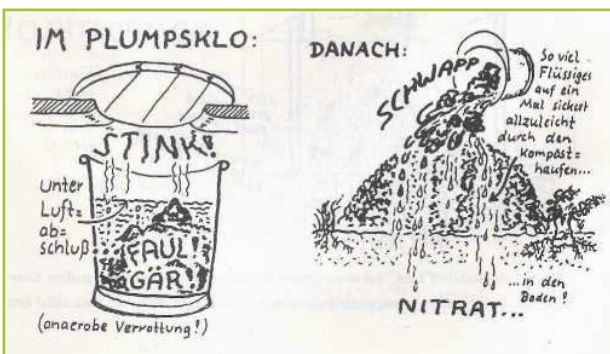
Die Komposttoilette ist nicht mit einem Plumpsklo zu verwechseln, da bei diesem keine Kompostierung erfolgt. (Berger et. al, 2008), (Kutzt, 2007)



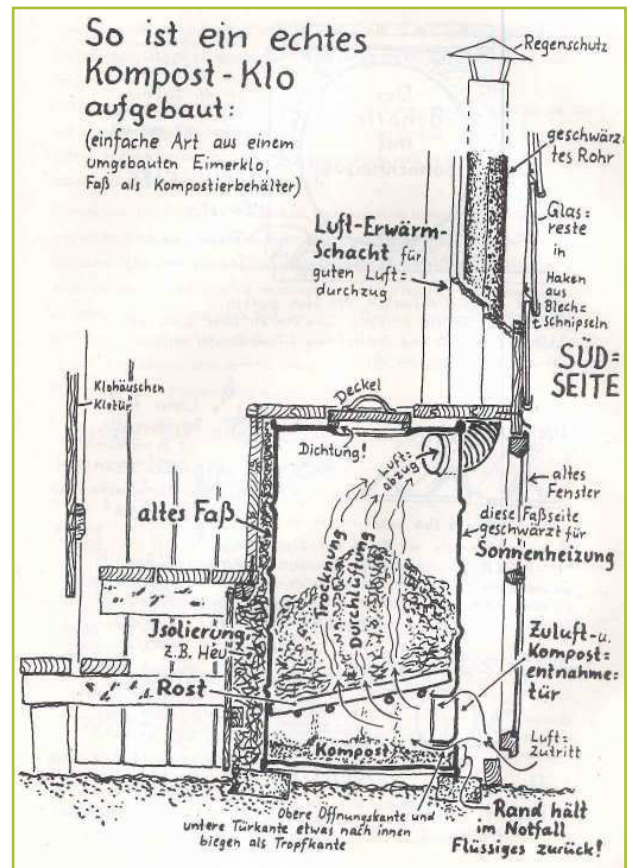
3.328 Trenneinsatz



3.329 Trennbehälter



3.330.1



3.330.2

³ Berger et. al, 2008, Komposttoiletten, Seite 72



3.8 Was wurde aus der Box, wie sieht sie nach 2 Jahren aus?

Zu meiner großen Freude hatte ich kurz vor der Fertigstellung dieser Arbeit noch einmal die Möglichkeit ‚meine‘ Box zu besuchen und zu sehen wie sie funktioniert. Nun hatte ich die Gelegenheit die Nutzer zu fragen, wie sie ihnen gefällt und was wir besser machen hätten können. Es hat nach unserem Lehrgang knapp zwei Jahre gedauert, bis die Trockentrenntoilette als solche benutzt wurde. Daher ist die Verschlussklappe für den Fäkalienbehälter erst zwei Monate vor meinem Besuch eingebaut worden, wodurch die Verwitterung der Lärchenfassade noch deutlich erkennbar ist. Die Regenrinne, die Kiesleiste und die Kiesschicht auf dem Dach sind bis dato noch nicht ausgeführt worden, was keinerlei weitere Probleme verursacht. Zu meiner großen Verwunderung haben einige der Fassadenbretter begonnen sich von der Fassade weg zu wölben, obwohl sie bei genauerer Betrachtung meiner Meinung nach korrekt angebracht wurden. Aufgrund der nicht eingehaltenen Normmaße wurde auf den Bau der Türe bis zu diesem Zeitpunkt verzichtet. Ein Vorhang wird stattdessen als einfacher Sichtschutz benutzt.

Im Innenraum und auf der Außenseite der Wand W4 ist bereits ein Grobputz aufgebracht worden. Dieser wurde aus dem Lehm vor Ort angefertigt und mit Strohhäcksel versehen. Das Material dürfte allerdings zu fettig gewesen sein, oder auch zu dick aufgetragen worden sein, da starke Risse erkennbar sind.

Auf den weiteren Innenausbau mit dem Handwaschbecken wurde verzichtet. Das geplanten Trockentrenntoilettensystem wurde nicht als Komposttoilette umgesetzt, sondern als reine Trenntoilette. Das bedeutet, dass die Fäkalien nicht in einem zweiwandigen Behälter aufgefangen werden, in dem sie gleich trocknen können, sondern in einen einfachen Auffangbehälter. Dazu wird sie mit vielen Spänen und Sägemehl bedeckt. Die Behälter für Fäkalien und Urin sind beide unterhalb des Toilettensitzes positioniert.

Obwohl die Toilette von den rund 10 Anrainern mehrmals täglich benutzt wird, kommt es zu keiner Geruchsbelästigung.

Das Feedback zur der Box selbst war durchgehend positiv. Sie bleibt an heißen Tagen kühl und bietet ein kalten Tagen ein angenehmes Klima und das obwohl noch keine Türe vorhanden ist. Dies ist allerdings auch gleich der erste Kritikpunkt, die Türleibung hätte Normmaße gebraucht. Nachdem vor Ort nur sehr wenige Holzbearbeitungswerkzeuge zur Verfügung stehen, ist der Bau der Türe nicht möglich. Zusätzlich hätten sich die Benutzer gewünscht, dass die Box auch ohne Kran transportabel ist und beispielsweise auf Rädern stehen könnte. Zu guter Letzt erweist sich die Dimensionierung der Fäkalien- und Urinbehälter als zu klein und muss daher extrem oft entleert werden. Alles in allem war das Feedback für das Gebäude sehr gut, nur die der Umsetzung als Trockentrenntoilette ist schwierig durchzuführen, da sie etwas unterdimensioniert wurde und somit noch nicht ganz ausgereift ist.



3.331



3.332 vorher (2015)



3.333 nachher (2017)



3.334 das Dach zwei Jahre danach



3.335 innen, nachher



3.336 Klappe zum Wechseln der Behälter



3.337 + 3.338 Trockentrenntoilette



3.339 + 3.340 Fassadenbretter schüsseln



3.341



3.342



3.343 2015



3.344 2017



3.345 2015



3.346 2017



3.347 2015



3.348 2017



3.349 2015

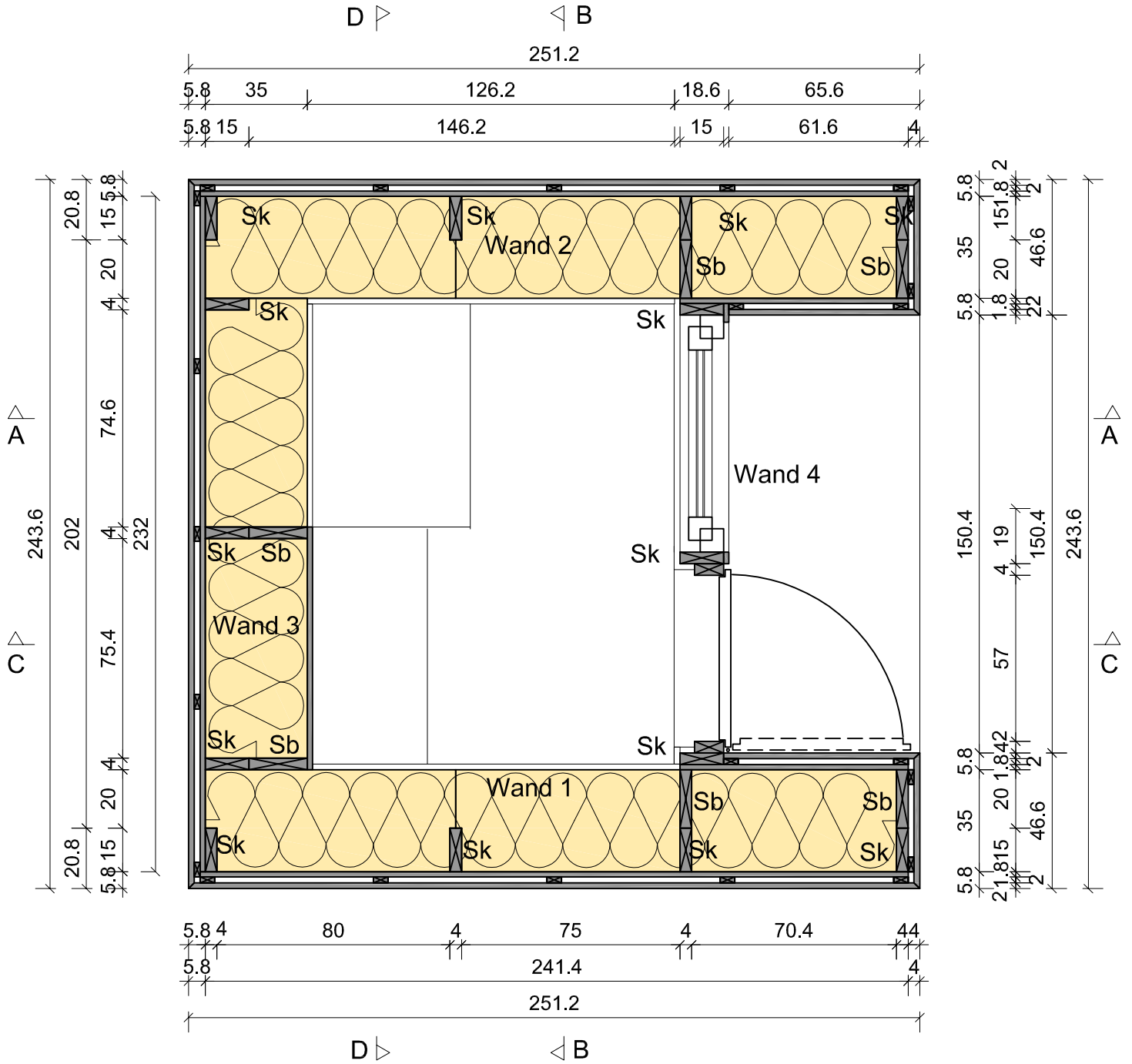


3.350 2017



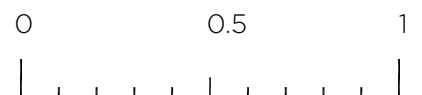
4 Pläne Trockentrenntoilette

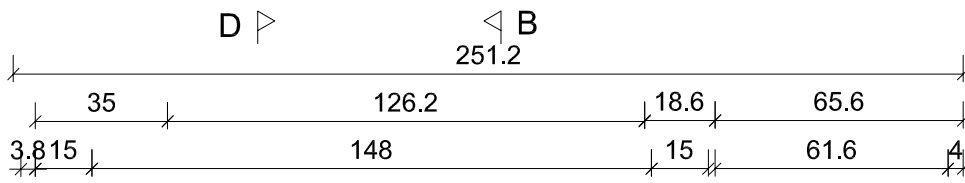
4.1 Grundrisse



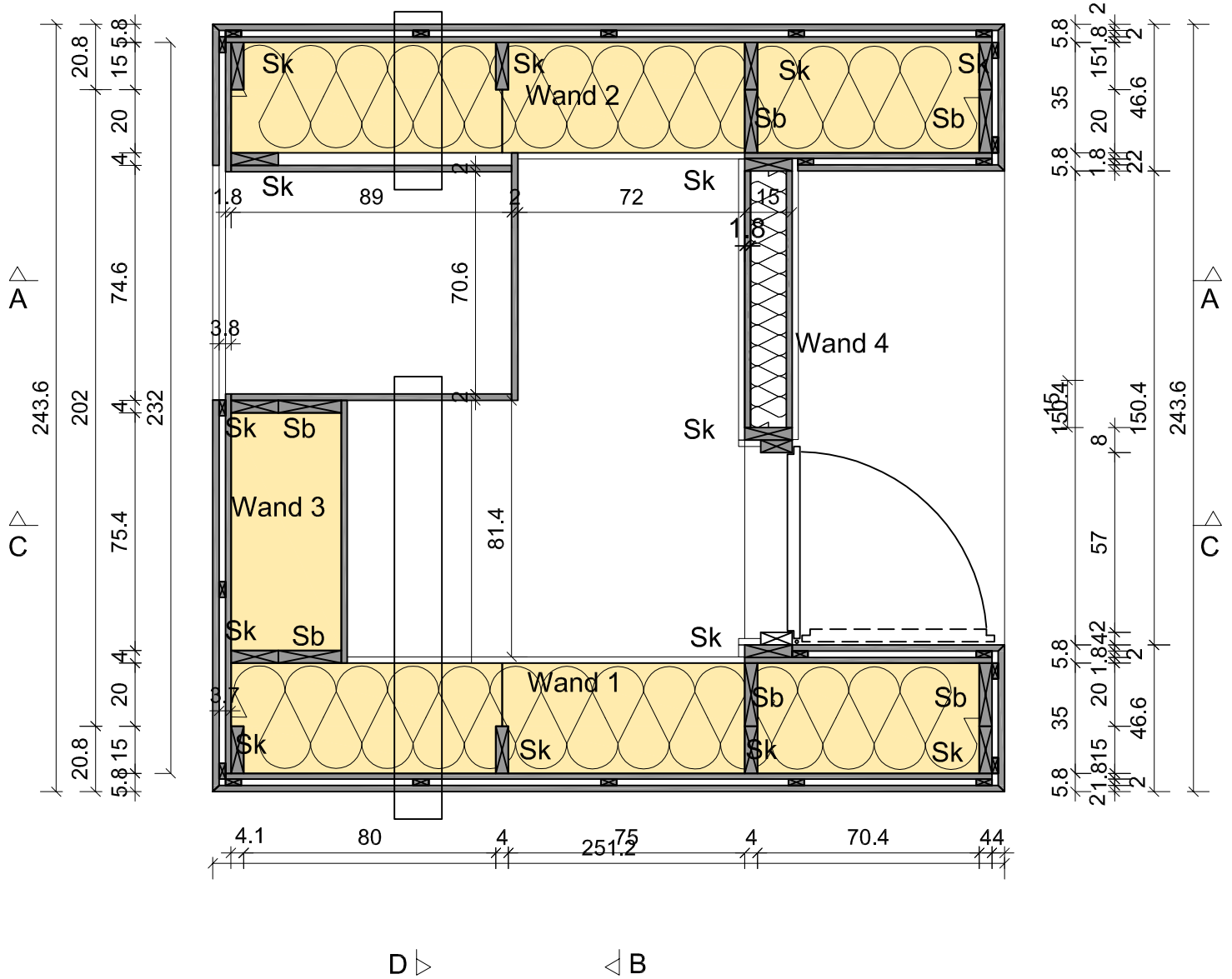
Grundriss 1

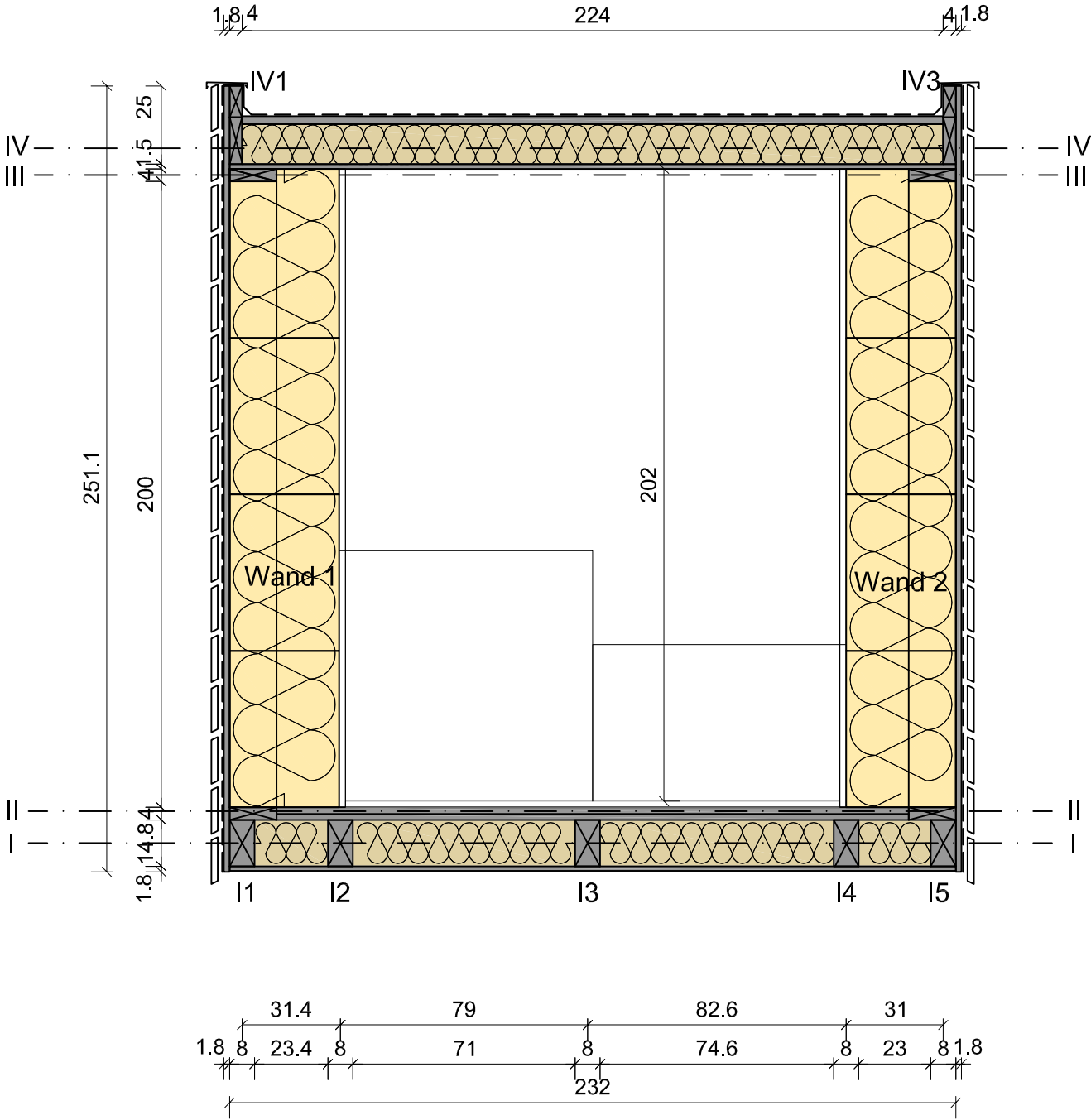
Maßstab 1:20



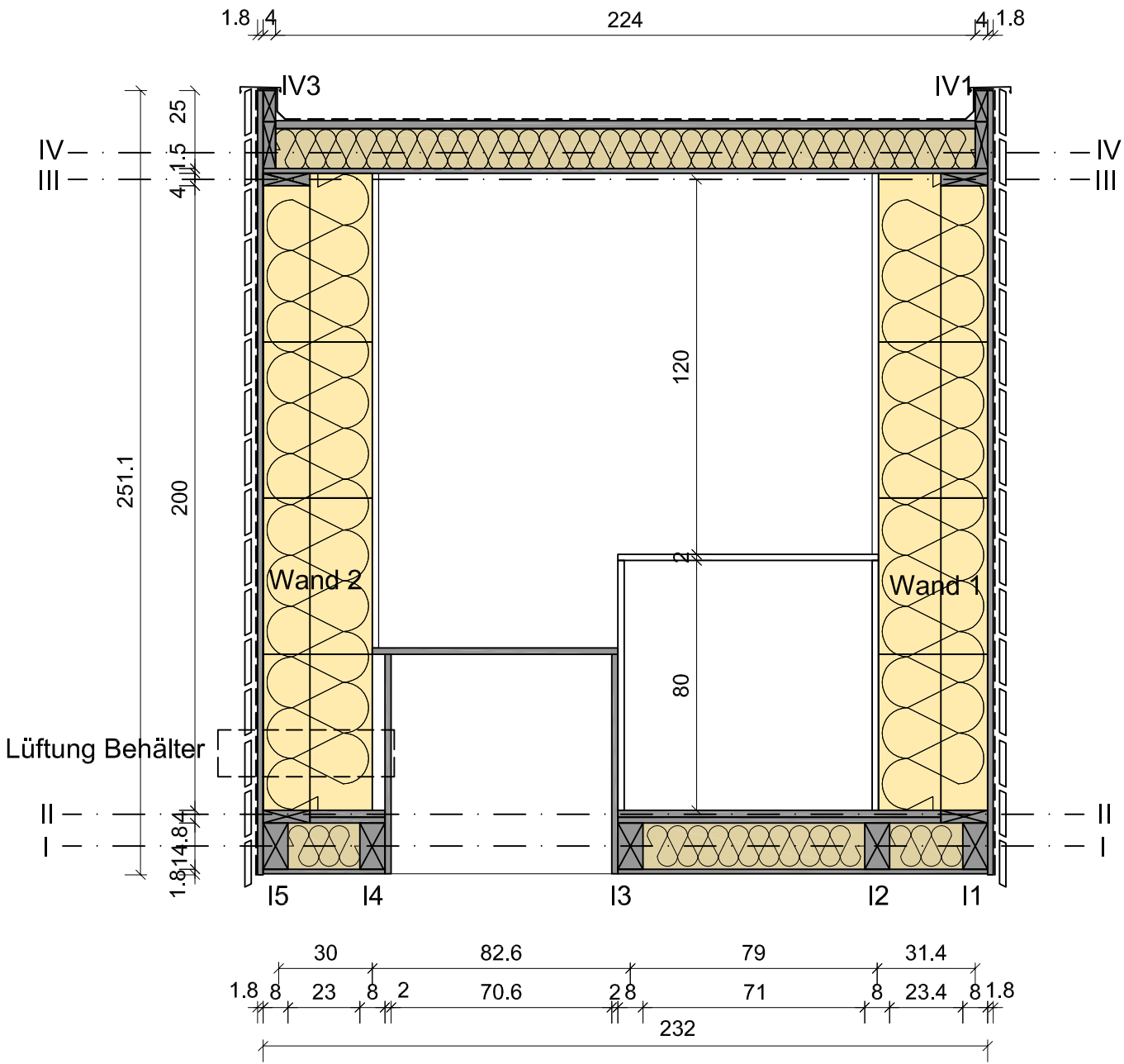


Lüftung Behälter





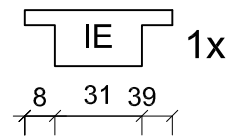
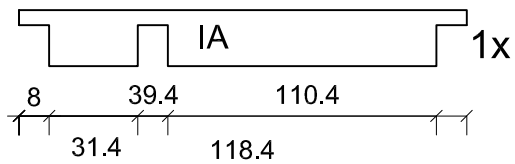
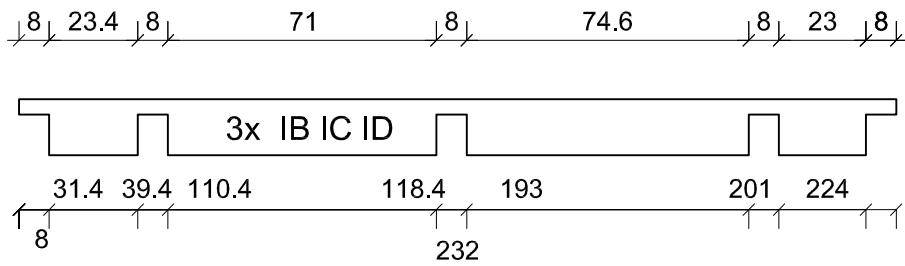
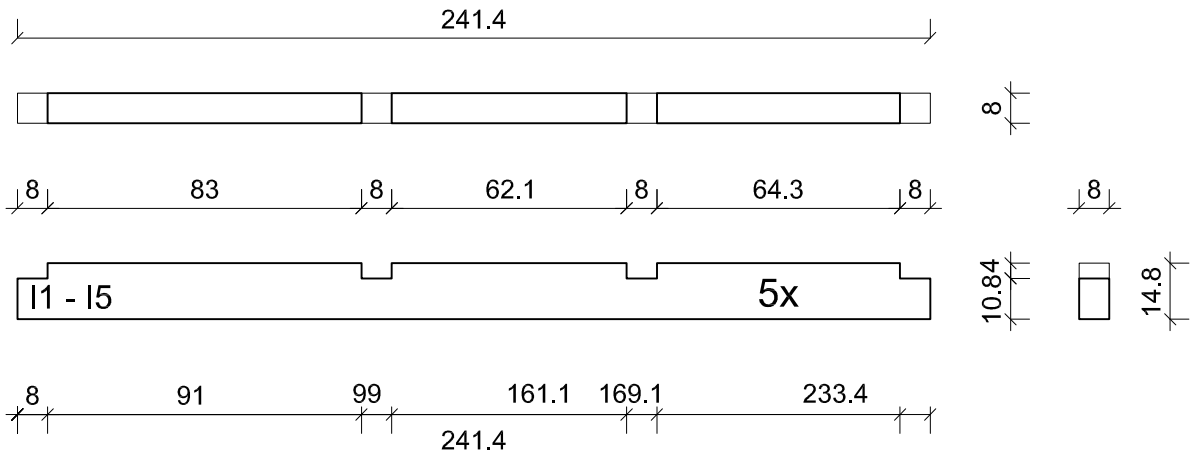
SCHNITT B



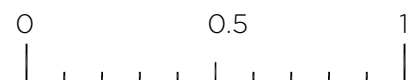
SCHNITT D

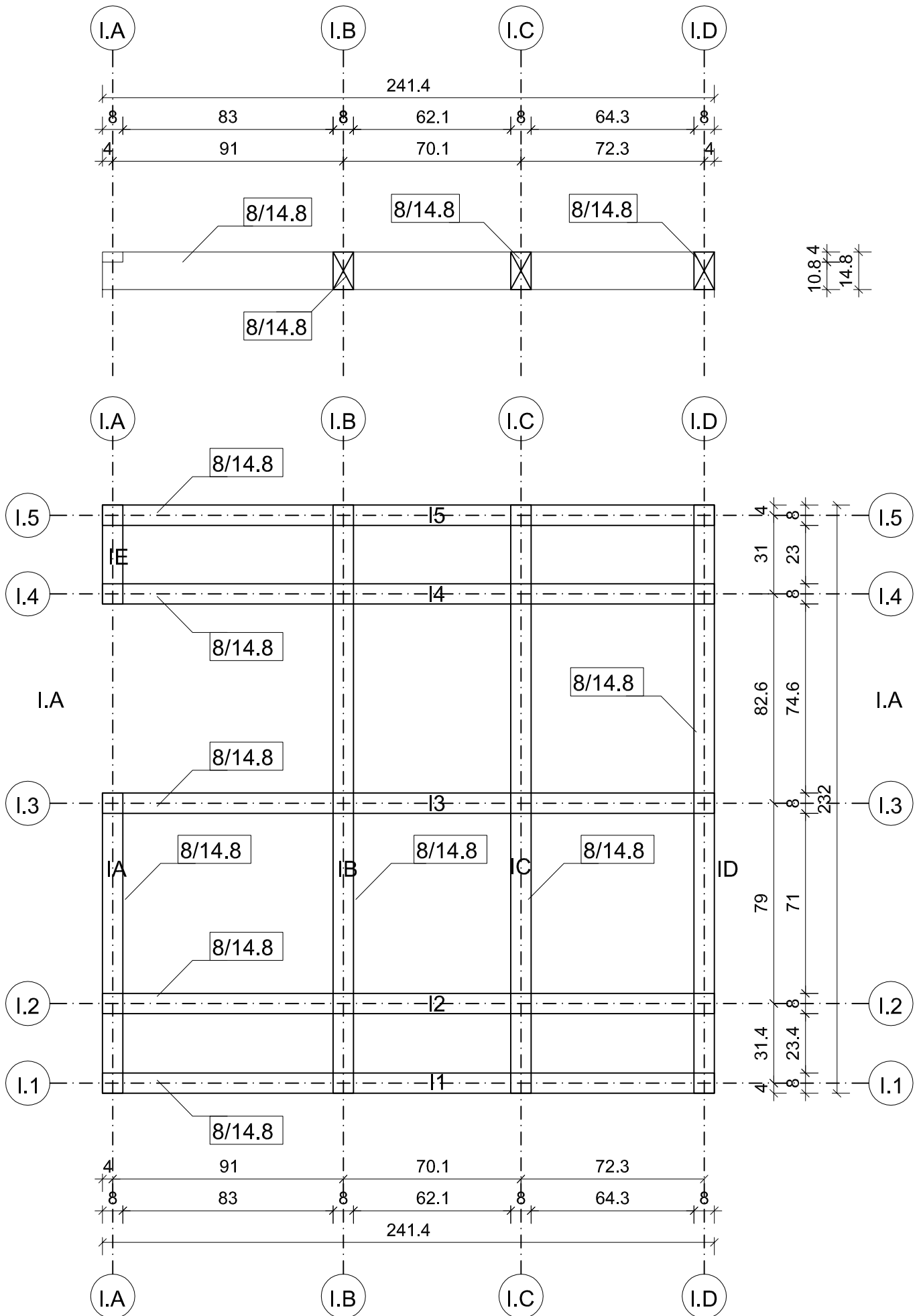


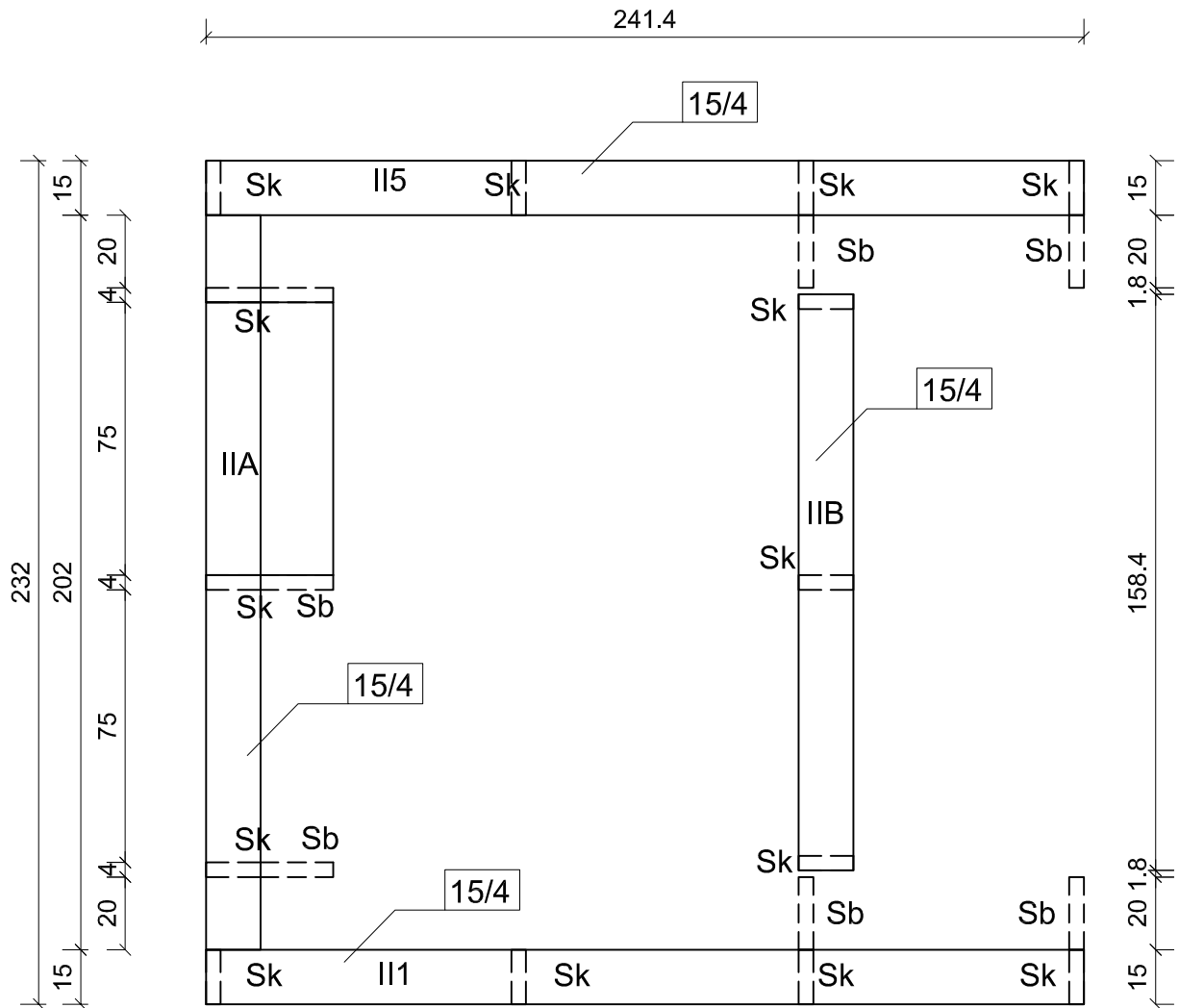
4.3 BODENPLATTE



Maßstab 1:20

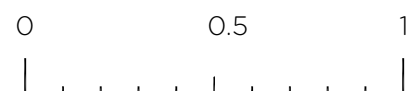


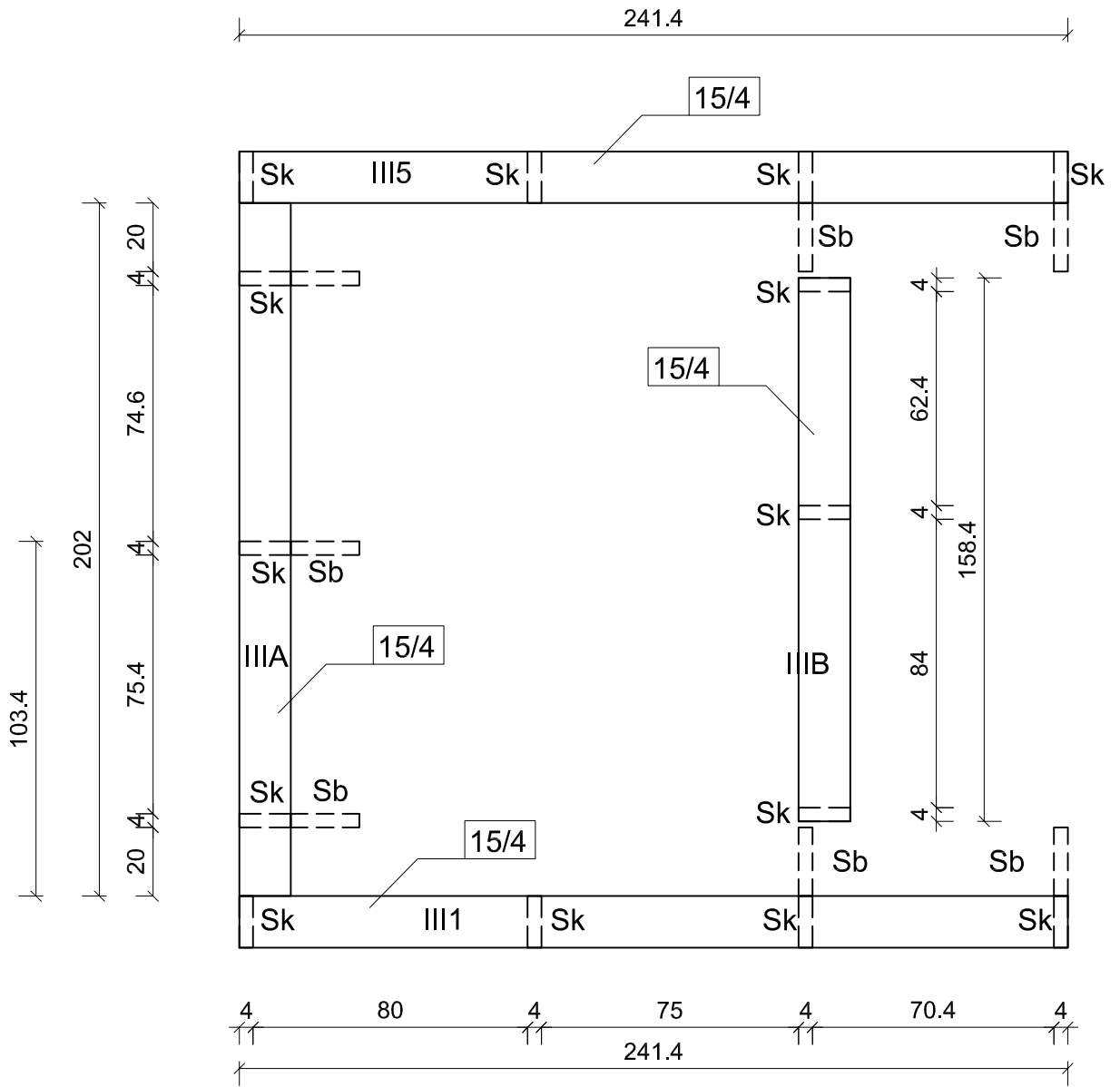




II - RAHMEN UNTEN

Maßstab 1:20

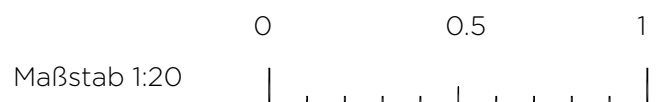
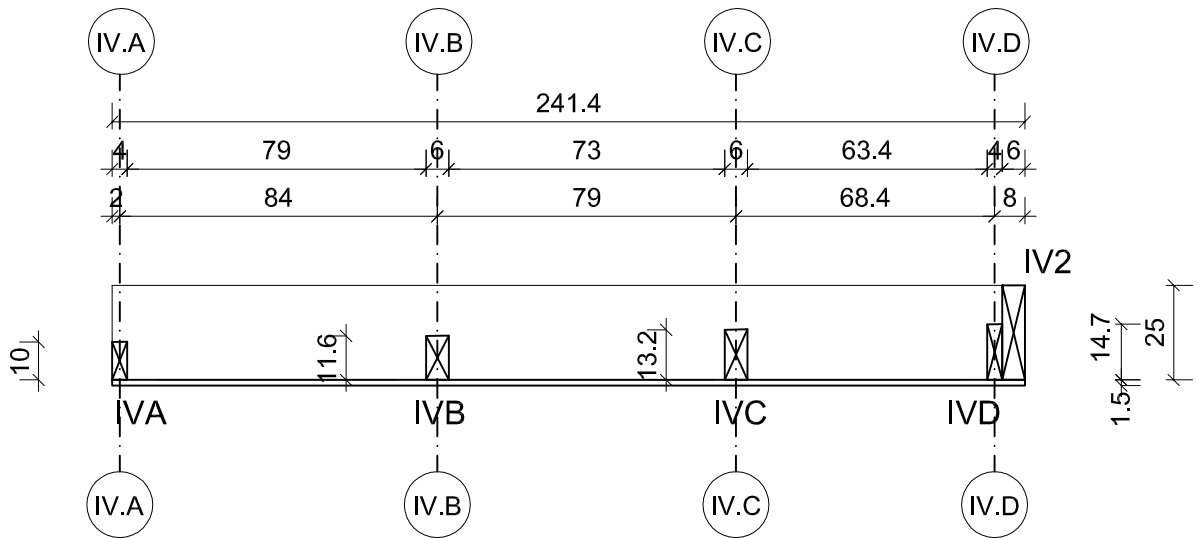


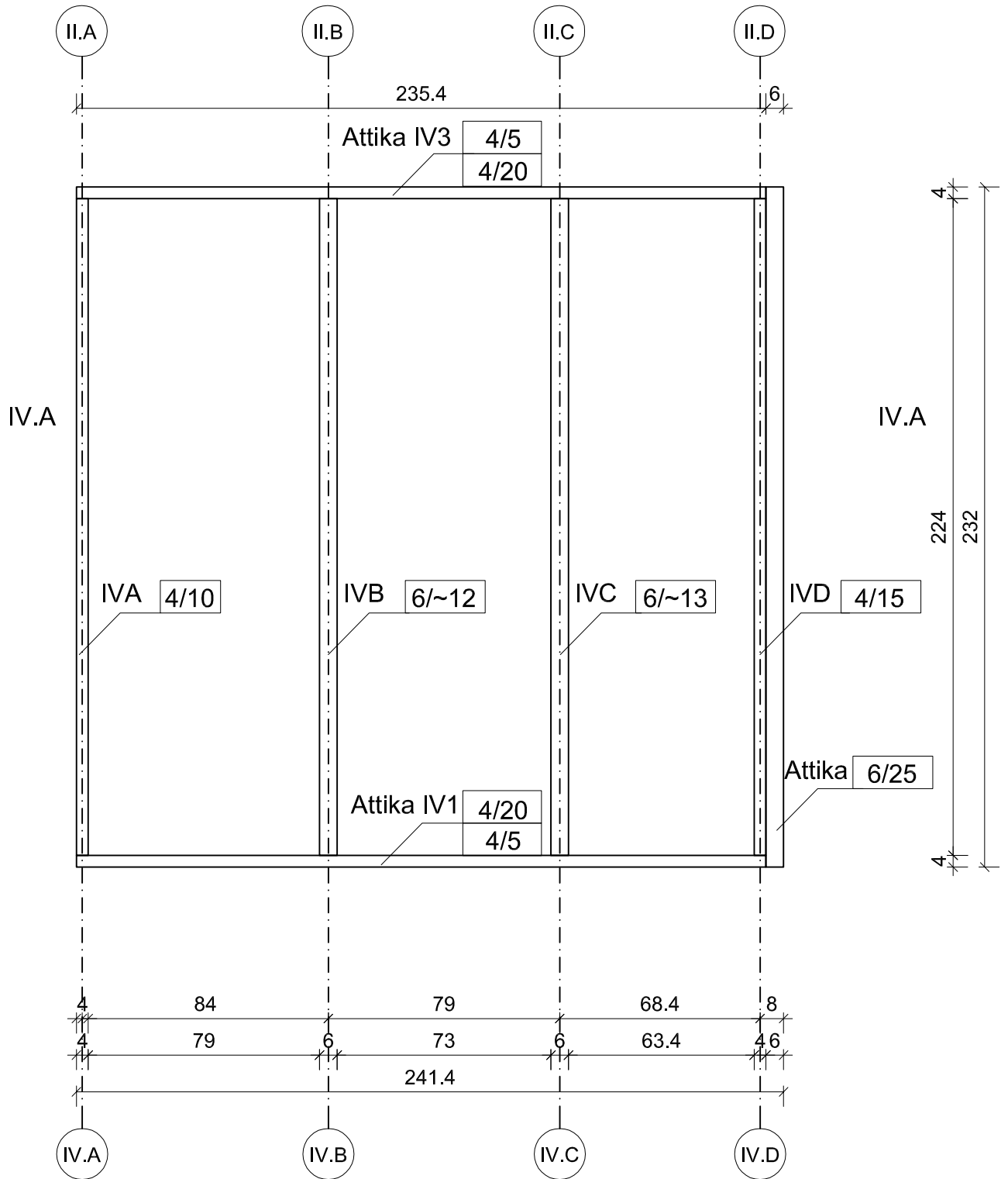


III RAHMEN OBEN



4.4 DECKE

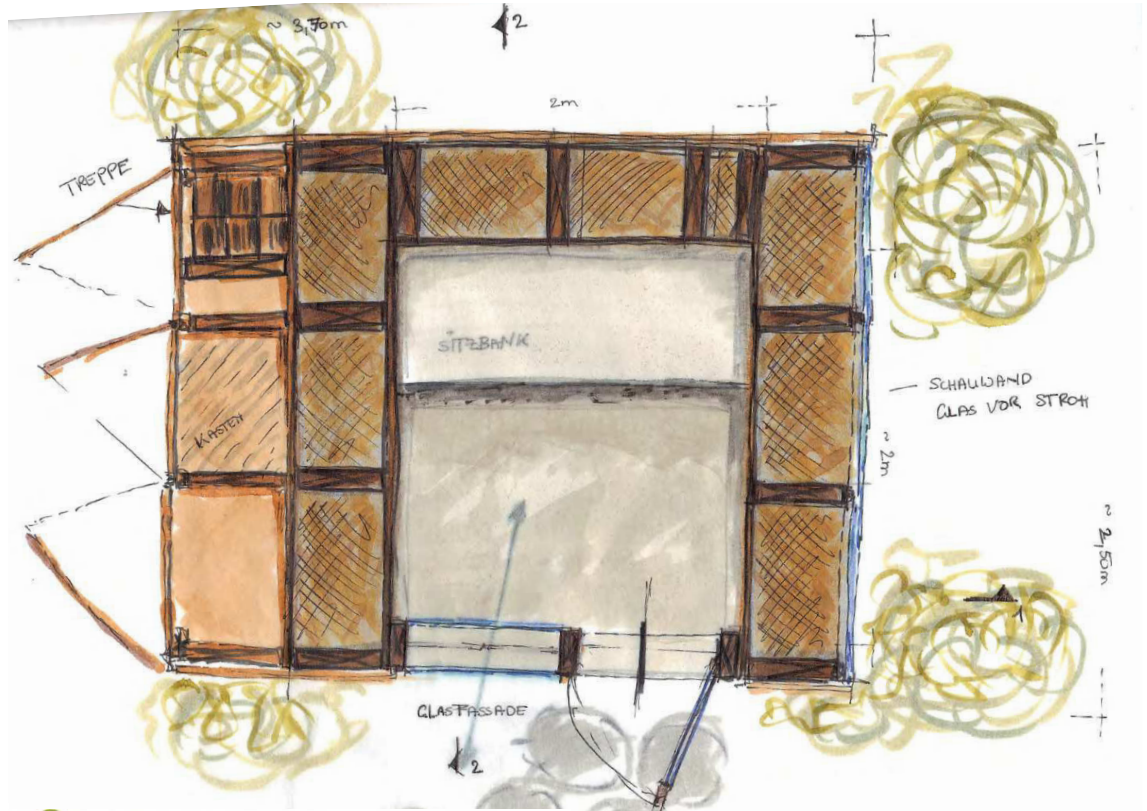




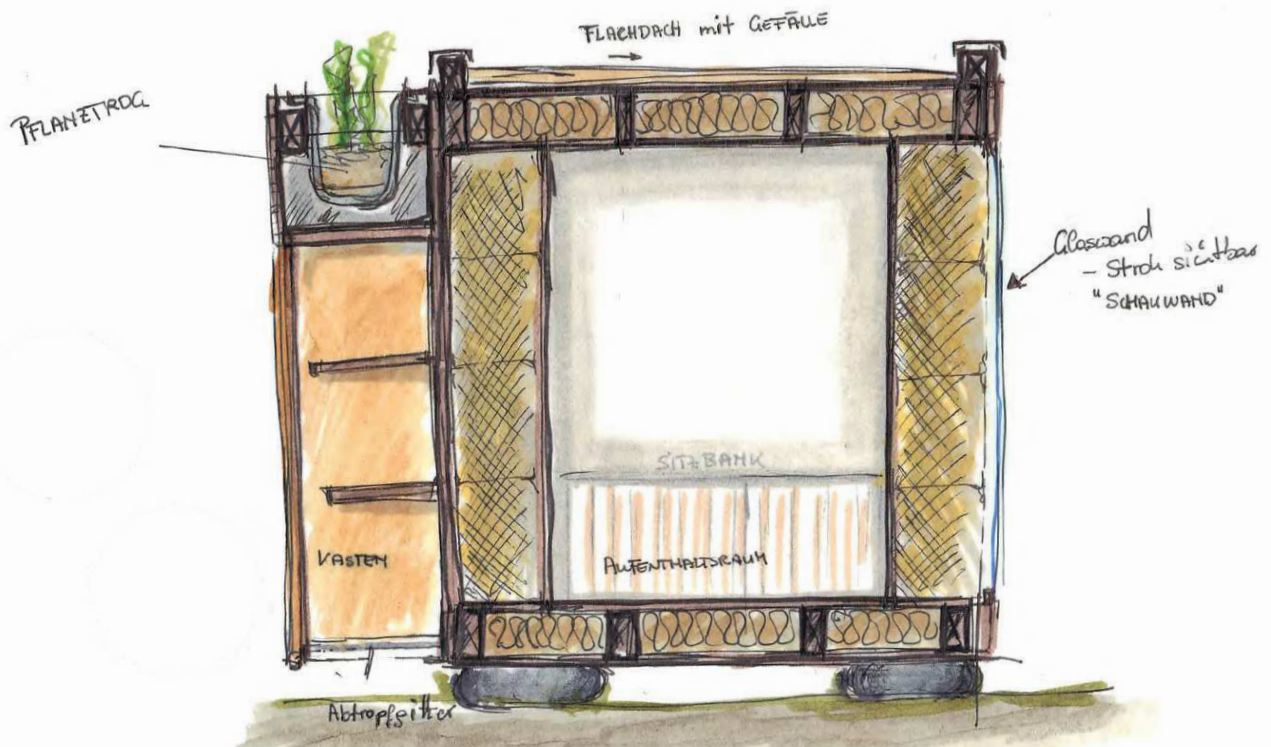


5 Entwürfe

5.1 Strobox am Karlsplatz



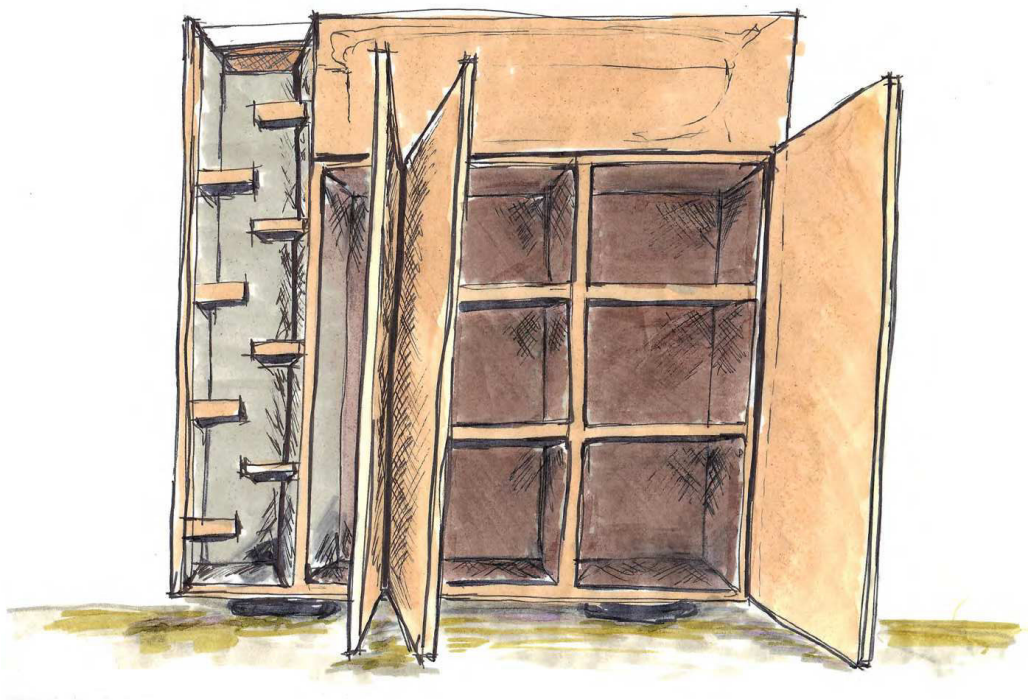
Grundriss



Systemschnitt 1



Systemschnitt 2



Gerätekasten



Ansicht 1



Schaubild1



Ansicht 2



Schaubild 2



5.2 Tiny Office

Der Entwurf zeigt nur eine von vielen verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der Box auf. In diesem Fall habe ich mich für ein Tiny-Office entschieden, das beispielsweise als Baubüro, für Gärtnereien oder als Arbeitsplatz auf dem Gartengrundstück dienen soll. Zusätzlich zu dem Arbeitsplatz gibt es eine Schlafmöglichkeit. Diese Box soll ebenfalls für Menschen sein, die das Objekt im Selbstbau verwirklichen wollen. Das Tiny-Office kann autark Strom generieren und heizen. Ein Wasseranschluss ist bei diesem Entwurf nicht vorgesehen.

Die Außenmaße sind etwas größer als die der Trockentrenntoilette mit 3,60 x 2,60m und eine Höhe von 2,70m unterschreitet sie die 10m² trotzdem. Aufgrund der Gebäudehöhe dürfte diese Box nicht ohne Bauanzeige in Wien aufgestellt werden. In Niederösterreich wäre das kein Problem. Bei der Dimensionierung wurden die Größe berücksichtigt und die Staffeln der Bodenplatte mit 16 x 8cm angenommen. Vor der Eingangstüre befindet sich ebenfalls eine Loggia, mit einer Tiefe von 50cm. Dieser Bereich kann als Gartenbank genutzt werden und wird ebenfalls mit Holz ausgekleidet. Die zwei Wandstücke der Loggia sind nicht gedämmt und können als Stauraum genutzt werden.

Zur Energieversorgung kann die Box entweder an einen Haushaltsstrom angeschlossen werden, oder es besteht die Möglichkeit ein Photovoltaik-Paneel mit einer dazugehörigen Batterie anzubringen. Diese können beispielsweise über die Homepage des Wohnwagons gekauft werden und eignen sich optimal für kleine Aufenthaltsräume, Wohnwägen und somit für diese Box. Sie können ebenfalls im Selbstbau montiert werden.

Links neben der Eingangstüre befindet sich ein Recyclingfenster mit 2 Glasscheiben und im Innenraum ein Sitzplatz unter dem die Batterie leicht Platz findet. Um heizen zu können, kann in der rechten hinteren Raumecke eine Miniholzofen angebracht werden. Dieser wurde mit

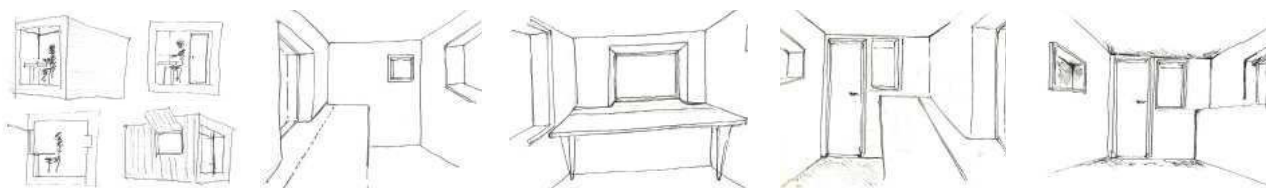
seinen 35kg und den Abmessungen 32,5 x 32,5 x 46,5cm für Zirkuswagen entworfen und kann im Sommer leicht weggeräumt werden. Dafür ist der Platz in der Rechten Loggiawand vorgesehen.

In der linken Raumhälfte ist der Schreibtisch, der weggeklappt werden kann und in einer Ebene mit dem Fensterbrett des zweiten Recyclingfensters liegt. An dieser Wand ist eine Vorsatzschale angebracht, in der die Elektroleitungen geführt werden und an der Steckdosen und Schalter angebracht sind. Am Ende des Schreibtisches befindet sich das zusammengeklappte Bett, das in einem Holzverbau an der rückseitigen Wand verstaut ist. Dieses kann leicht auseinander gefaltet werden, wenn der Schreibtisch weggeklappt ist.

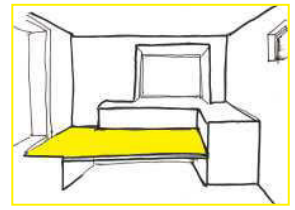
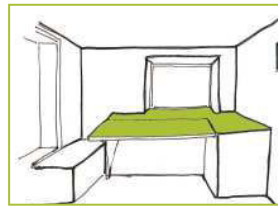
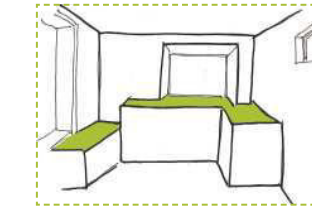
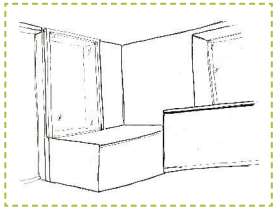
In der rechten Strohballenwand ist ein Kasten oder Regal eingebaut, um ausreichend Stauraum zu schaffen. Im Bodenaufbau gibt es eine 2cm hohe Installationsebene, damit Elektroleitungen überallhin im Raum verlegt werden können.

Da dieses Gebäude konditioniert wird, wurden die Außenwände außen mit Agepanplatten verplankt. Somit übernehmen OSB-Platten an den Innenwänden die aussteifenden Funktionen und der Lehmputz wird nicht direkt auf das Stroh aufgebracht, sondern mit einem Putzträger auf die Platten. Ebenso ist das Dach hinterlüftet und die Bodenplatte erhält im Gebäudeinneren eine Dampfsperre.

An der Rückwand der Box befindet sich ein drittes Fenster, das offenbar ist, damit problemlos gelüftet werden kann. Vor dem großen Recyclingfenster wird ein Sonnenschutzpaneel in der Form der Fassadenlatung angebracht.



Entwurfsskizzen



SITZPLATZ UND ABLAGEFLÄCHE

ARBEITSPLATZ

SCHALFPLATZ

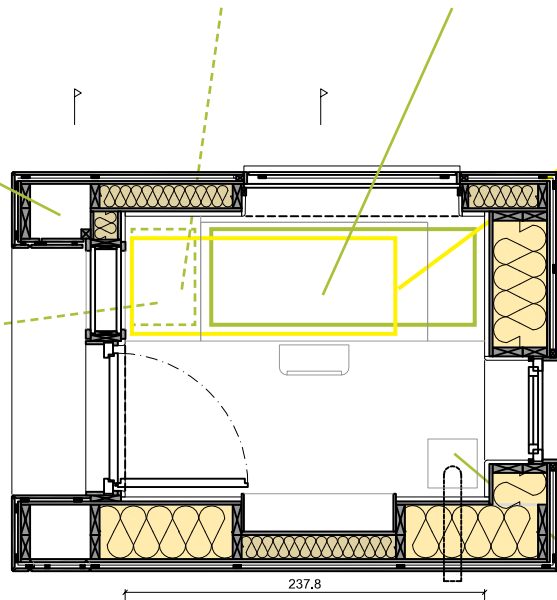
Stauraum und Technik,
Anschluss an Hausstrom



5.1 Batterie
Batterie
52,2 x 24,0 x 22,4cm
Stromerzeugung erfolgt
mittels
Photovoltaikpaneel auf
dem Dach



5.2 Photovoltaikpaneele und Batterie

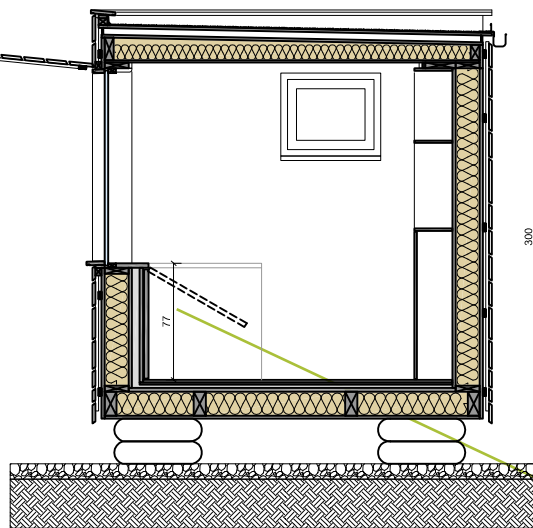


GRUNDRISS 1:50

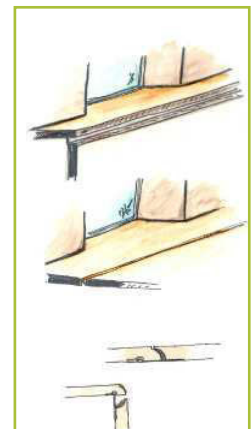
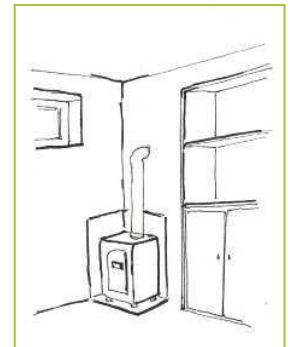


5.3 Mini-Holzofen

Holzofen (2-4 KW)
32,5 x 32,5 x 46,5cm
Gewicht 35 kg
lässt sich im Sommer
leicht wegräumen



SCHNITT 1:50



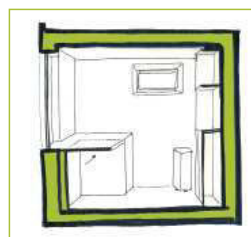
Schreibtisch wegklappbar

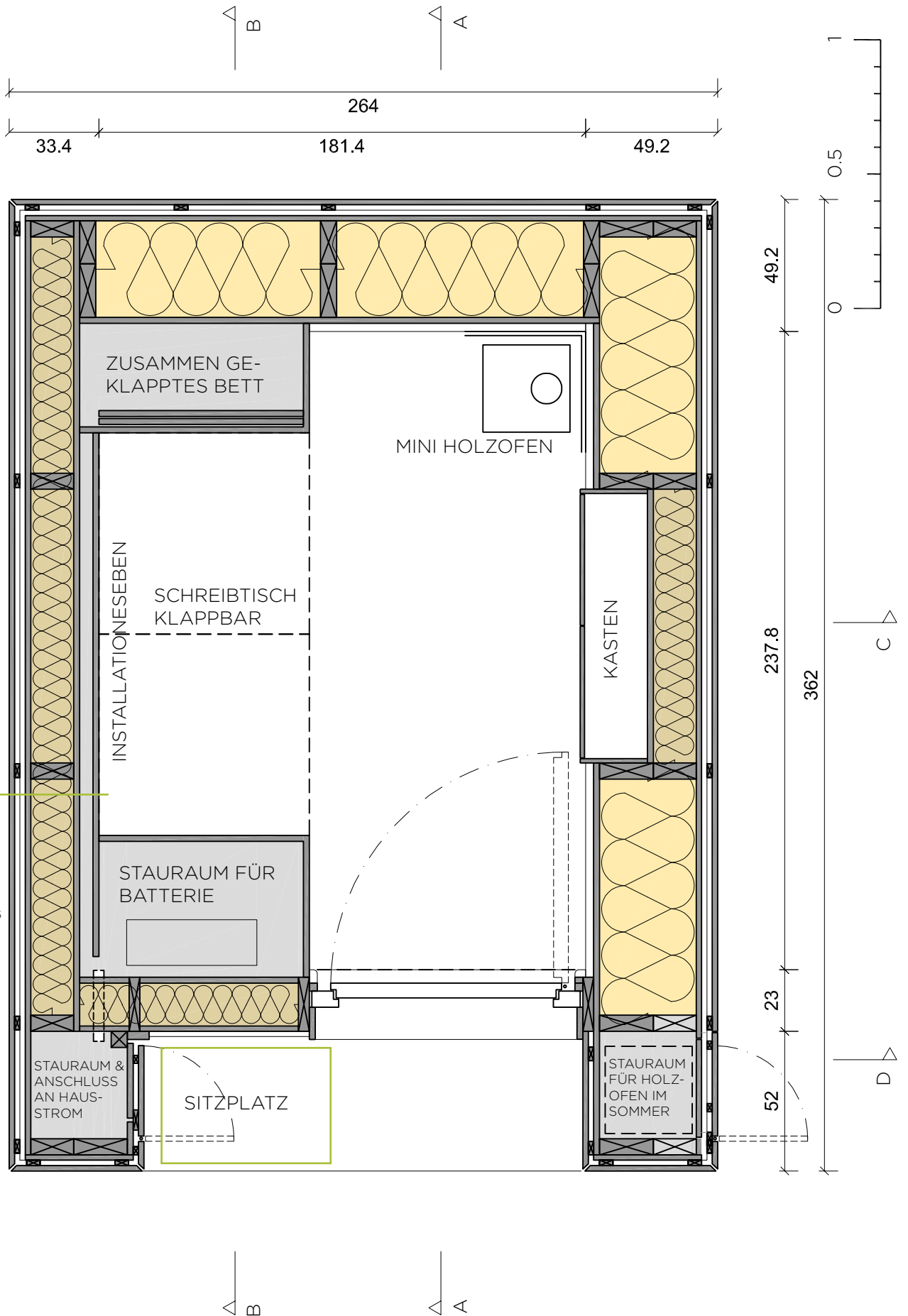


Fassadenpaneel als Sonnenschutz



Relaxbereich als Loggia

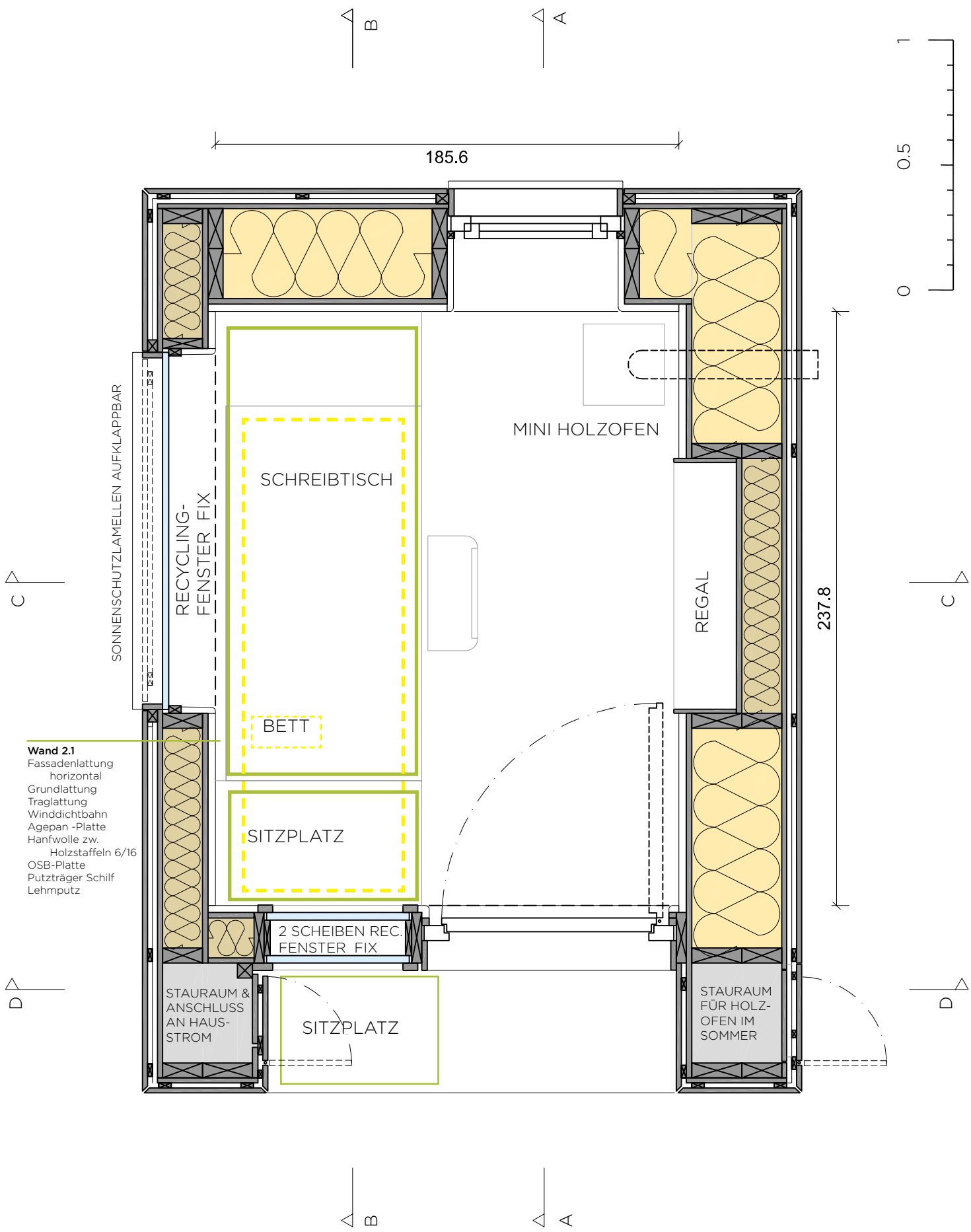




Wand 2.2
 Fassadenlattung horizontal
 Grundlattung
 Traglattung
 Winddichtbahn
 Agepan -Platte
 Hanfwolle zw.
 Holzstaffeln 6/16
 OSB-Platte
 Installationsebene
 OSB-Platte

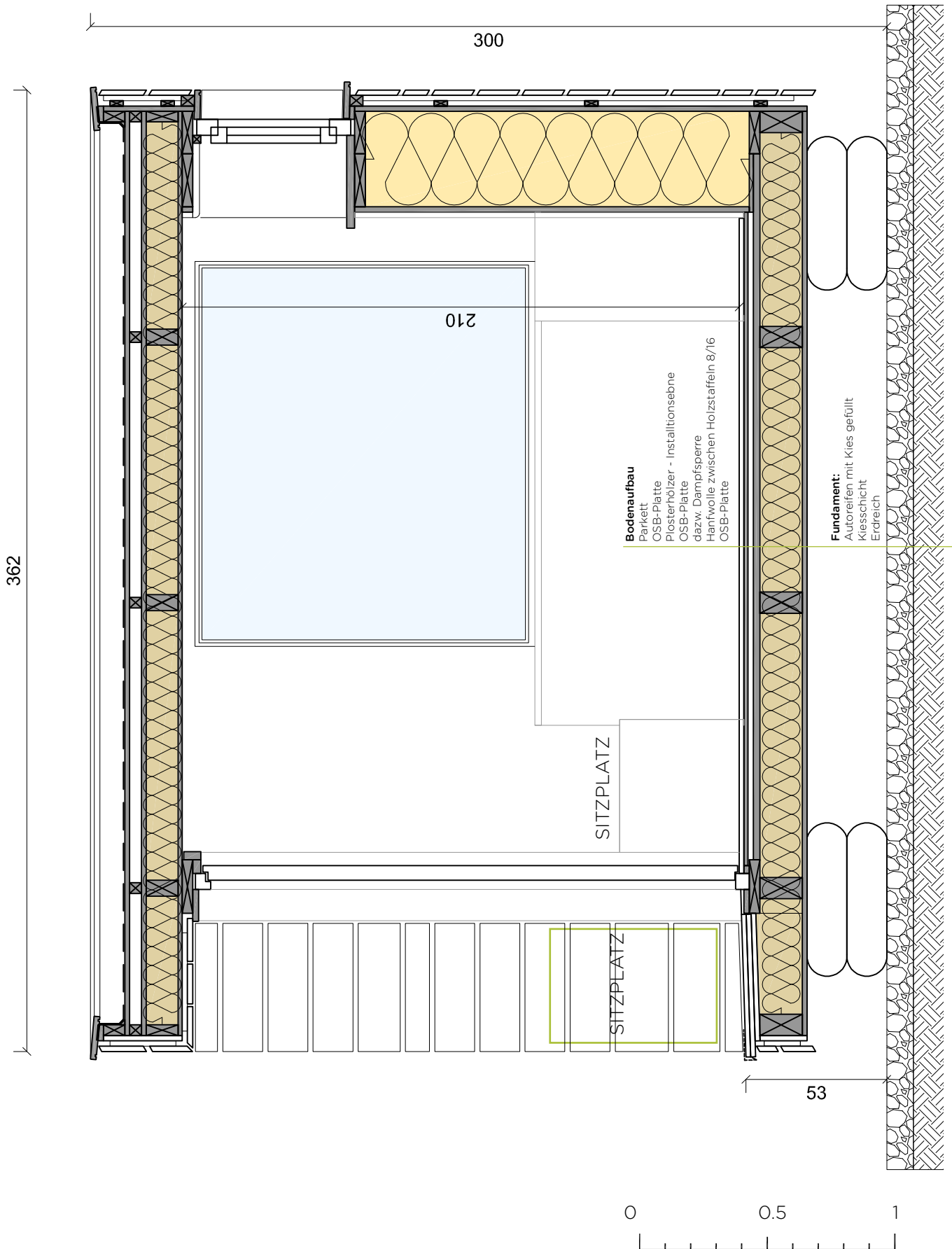
GRUNDRISS 1

Maßstab 1:20



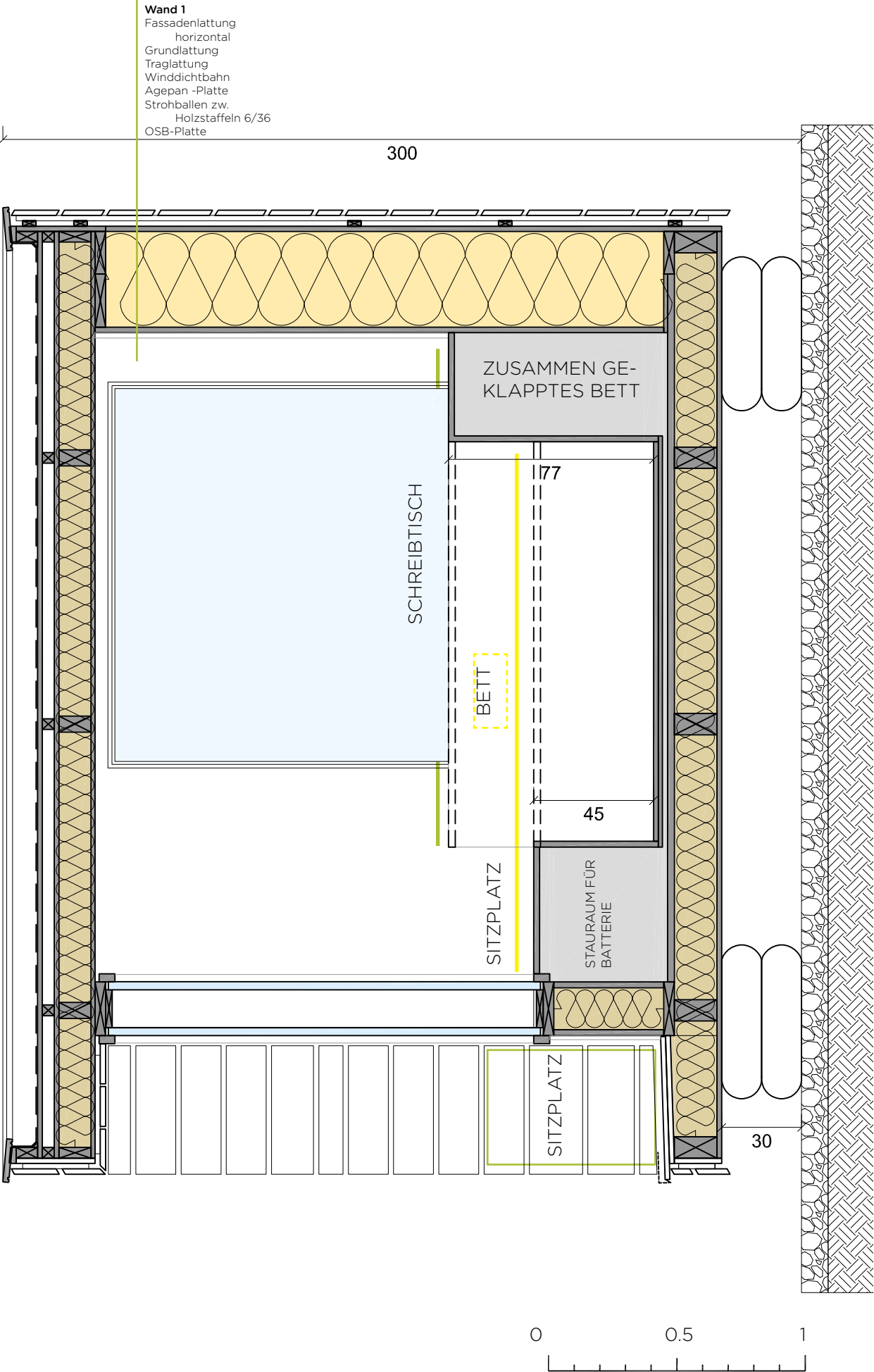
GRUNDRISS 2

Maßstab 1:20

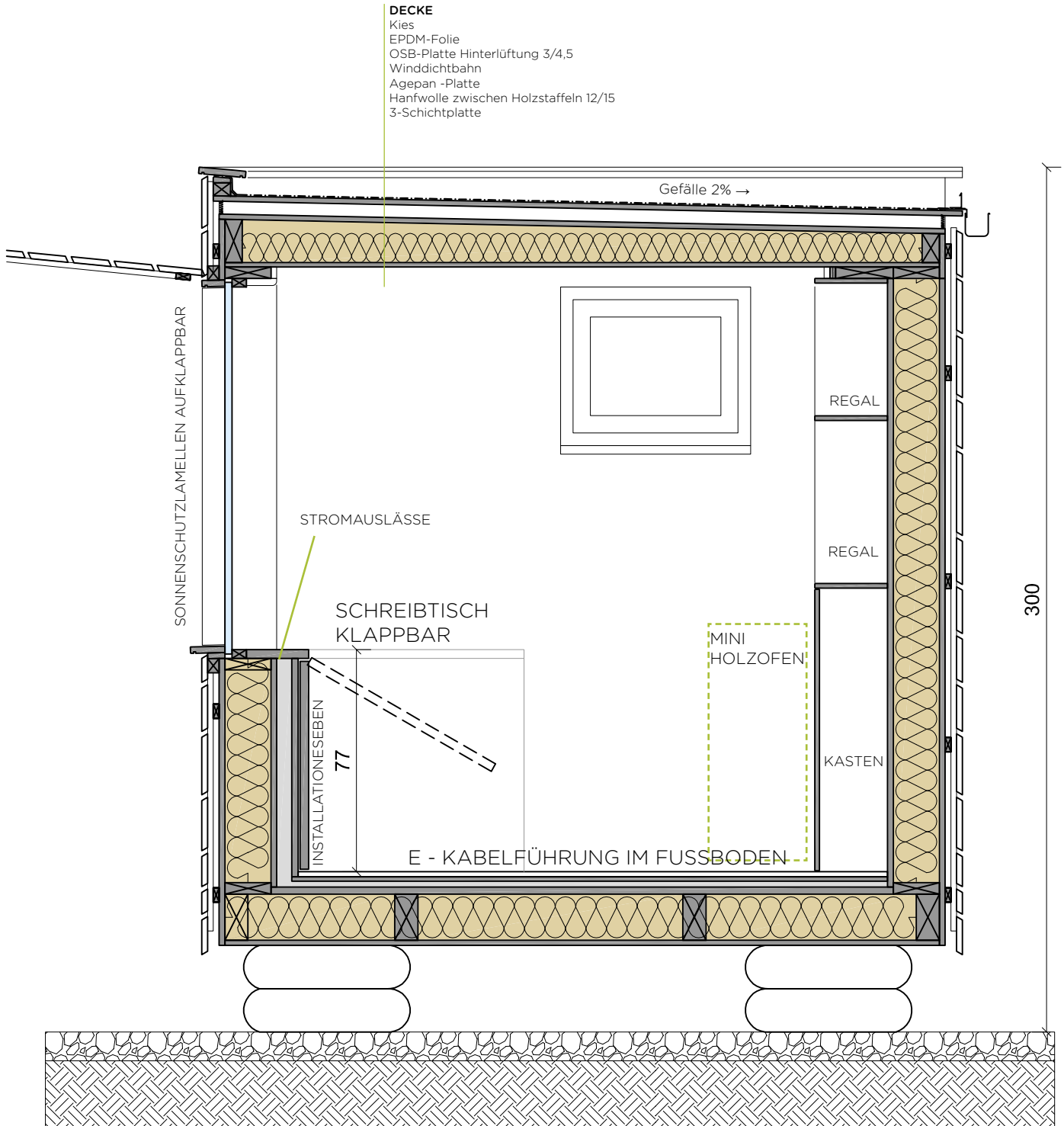


SCHNITT A

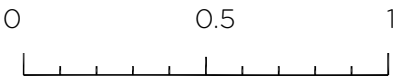
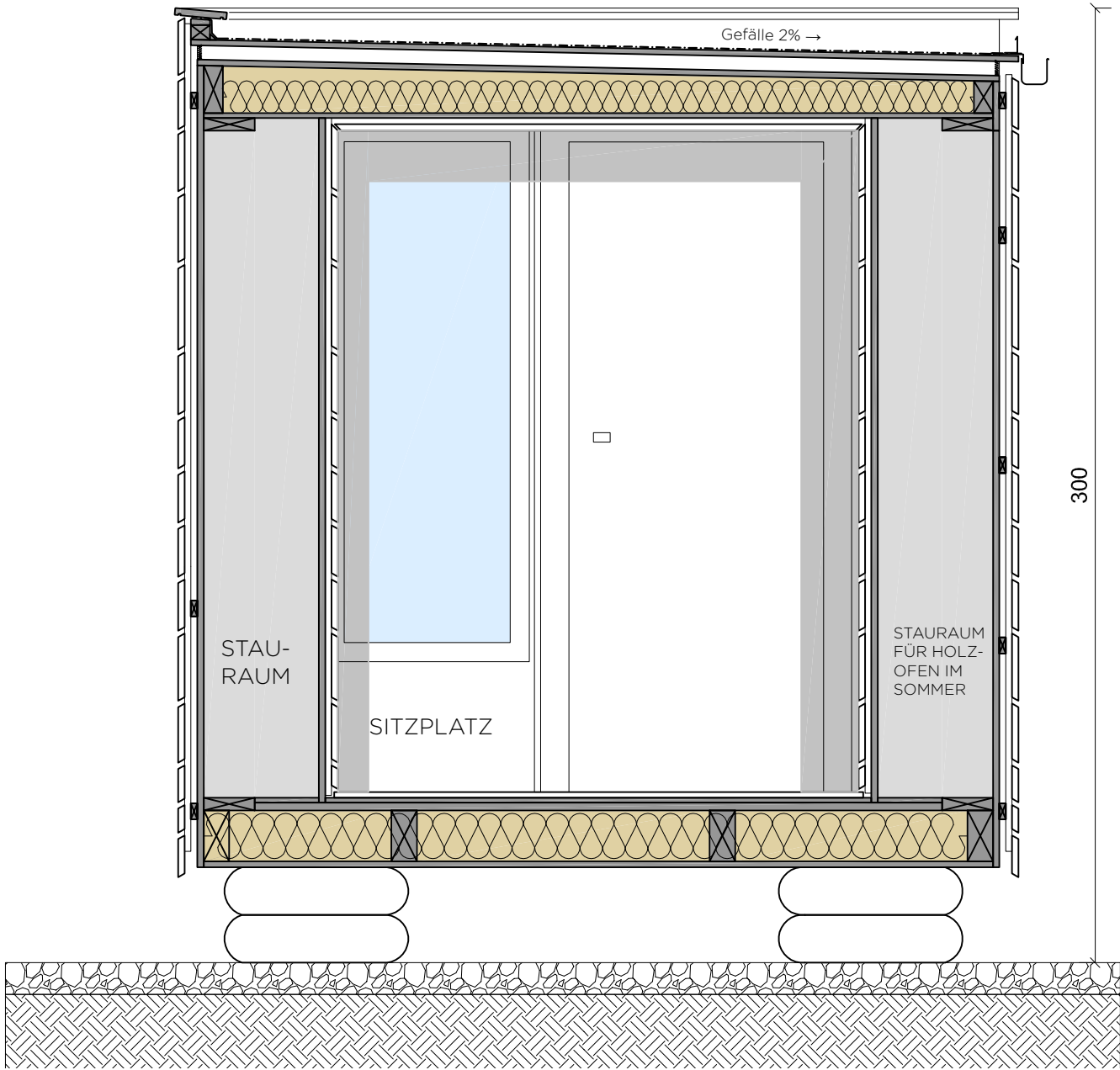
Maßstab 1:20



SCHNITT B

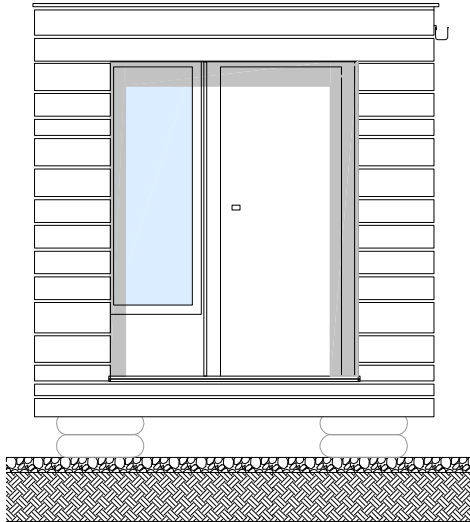


SCHNITT C

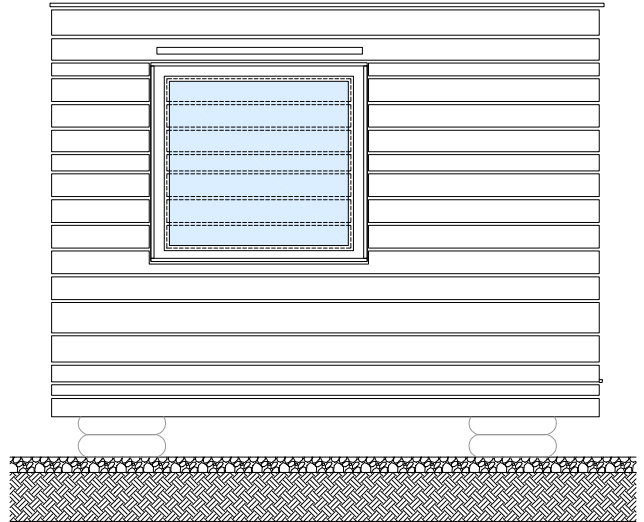


Maßstab 1:20

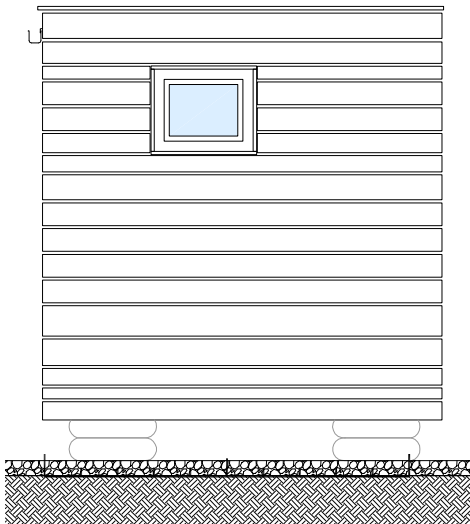
SCHNITT D



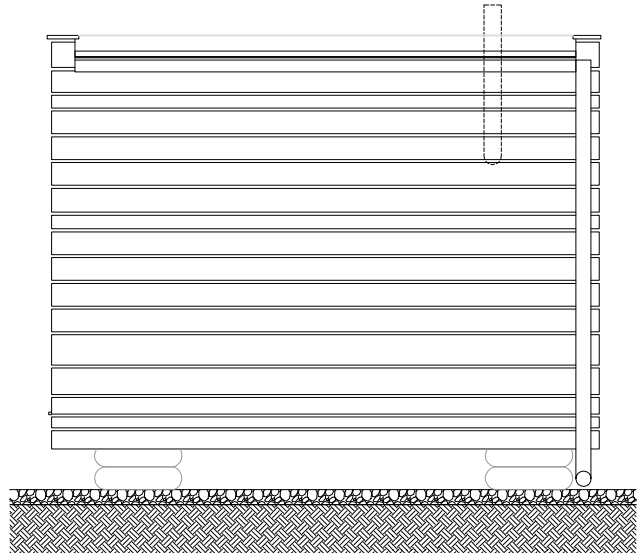
Ansicht 1



Ansicht 2



Ansicht 3



Ansicht 4



ANSICHTEN

6 Conclusio

Die gesamte Planung und der Projektaufbau war sehr facetten- und abwechslungsreich für mich. Die Suche nach dem geeigneten Projekt, einem Bauplatz, einem Auftraggeber, der passenden Finanzierung und die Schaffung eines umsetzbaren Entwurfs war ein sehr spannender Prozess und ich bin sehr froh, dass ich diesen zumindestens teilweise miterleben durfte. Als persönliches Highlight wurde schlussendlich ein fertiges Objekt geschaffen, welches mittlerweile benutzt wird.

Das Arbeiten mit Stroh ist wirklich sehr kommunikativ und in großen Gruppen schnell umzusetzen. Allerdings dauert es trotzdem einen halben Arbeitstag, bis eine Gruppe wirklich eingespielt ist und der Bau zügig voran geht. Das bedeutet, gerade wenn schlechtes Wetter angesagt ist, muss stets darauf geachtet werden, dass das Stroh und das Gebäude gut abgedeckt werden können.

Nachdem somit sehr oft an heißen Sommertagen mit dem Stroh gearbeitet wird, ist die Gefahr der Überhitzung und Dehydratation der Arbeitskräfte immer vorhanden. Die Kombination aus Hitze, stickige Luft und Anstrengung sorgt dafür, dass man schnell müde wird. Es sollten unbedingt regelmäßige Pausen eingelegt werden.

Zum Befüllen der Wände mit Stroh werden viele Helfer benötigt, da die Arbeit alleine fast nicht ausgeführt werden kann. Vorallem beim Einfüllen der obere Strohballenreihen sollte zu zweit gearbeitet werden. Das Festklopfen über Kopf ist extrem anstrengend und der benötigte Kraftaufwand wird leicht unterschätzt. Daher ist eine Strohballendämmung sehr zeitintensiv. Für die Werkstatt in Payerbach waren immer zwischen 6 und 10 Beteiligte, somit war ein rasches Vorankommen möglich. Wird das Gebäude nicht im Selbstbau errichtet, sind Strohdämmung und Lehmputz teuer, da viel Arbeitszeit aufgewendet werden muss.

Der Vorteil von Strohballen ist, dass sie sich im unverbauten Zustand leicht zu einem Gerüst stapeln lassen. Allerdings bilden die kleine Zwischenräume zwischen den Ballen oft fatale Stolperfallen. Feste, knöchelhohe Schuhe sind daher wichtig.

Trotzdem kann ich sagen, dass bei keiner Baustelle der Spaß an der Arbeit verloren gegangen ist.

Es ist schön zu sehen, was in doch so kurzer Zeit alles möglich ist. Der Lehrgang selbst dauerte 7 Wochen. Dabei stand eine umfangreiche theoretische Ausbildung im Vordergrund. Zusätzlich wurde wöchentlich zwischen drei und vier Halbtagen eine geodätische Kuppel angefertigt, der Umgang mit den Werkzeugen erlernt, mit Lehm verputzt und die Box gebaut. Natürlich nahmen die Arbeiten im Hintergrund wie die Vorbereitungen, die Organisation, in die ich selbst nicht involviert war und das Fertigstellen vieler Arbeiten zusätzlich sehr viel Zeit in Anspruch. Und trotzdem konnte genau zwei Monate nach Beginn des Lehrgangs die Box zu ihrem jetzigen Standort transportiert werden.

Es war spannend zu beobachten, was in jener Zeit fertig gestellt wurde und was offen geblieben war. Leider konnten nicht alle Punkte und Details des Projektes vollendet werden. Dies lag mit Sicherheit auch daran, dass halbe Arbeitstage meist zu kurz waren um sich gut in die Materie einzuarbeiten. Zusätzlich waren für die Größe des Objekts fast zu viele Arbeitskräfte vorhanden. So erwies sich die Vorbereitung und Montage der Fassade als überraschend schwierig und langwierig. Wir hatten angenommen, dass dies bei doch sehr vielen Teilnehmern sehr schnell voran gehen würde. Was wir unterschätzt haben war, dass bei einer horizontalen Lattung jedes Brett 4 mal geschnitten werden musste, in einigen Fällen noch öfter. Dies hatte sich als sehr unwirtschaftlich herausgestellt. Zudem war die Umsetzung sehr kompliziert, da eine Fassade fertiggestellt

ten gearbeitet werden.

Das Ergebnis kann sich allerdings sehen lassen, auch zwei Jahre nach dem Bau.

Leider konnten in keinen der von mir begleiteten Projekte Regenrinnen und Dachbeschüttungen fertiggestellt werden, da es bei jedem Projekt unterschiedliche vorherige Arbeitsschritte länger gedauert haben und die Umsetzung des Dachabschlusses nicht mehr in dem Arbeitszeitraum gefallen ist.

Es war toll zusehen, was eine Gruppe von Leuten gemeinsam schaffen kann. Der händische Transport der einzelnen Bauteile und das Heben der Deckenplatte auf die Box waren Arbeitsschritte, welchen wir mit Zweifel entgegen geschaut haben, die aber ohne Probleme funktionierten. Eine wirklich große Überraschung war, dass beim Zusammenbauen und Aufstellen der Wände ein Fehler unterlaufen ist, weshalb wir das Rohbauskelett noch einmal auseinander nehmen mussten.

Ich für mich muss sagen, dass der Bau eines einzelnen Objektes bei weitem nicht ausreicht um sagen zu können, dass ich weiß wie ein Strohhaus gebaut wird. Zudem gibt zahlreiche, verschiedene Ausführungsvarianten, die sich alle ähneln aber unterschiedlicher nicht sein könnten. Für diese Arbeit hat es mir sehr geholfen, dass ich bei dem zweiten Projekt von Gerhard Scherbaum mitarbeiten konnte, um die Inhalte eines Gebäudes annähernd komplett abzudecken. Trotzdem fehlen einige Detailpunkte, die wir leider nicht behandeln konnten. Gerade deshalb würde ich jederzeit wieder ein Strohballenhaus bauen und am liebsten eine Strohbox nach meinen eigenen Entwürfen umsetzen.



6.3 Greenskills #5, 2015



6.1 Jürgen Lizzi



6.4 Greenskills #5, 2015



6.2 Gerhard Scherbaum



6.5 Greenskills #5, 2015



6.6 Greenskills #5, 2015

Quellenverzeichnis

Bibliographie

Berger, Wolfgang und Claudia Lorenz-Ladener Hrsg. (2008), Komposttoiletten - Sanitärtechnik ohne Wasser, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg 2008

Dachverband Lehm, Hrsg. 2002, Lehm-bau Regeln - Begriffe, Baustoffe Bauteile, 2. Auflage Mai 2002, Braunschweig/ Wiesbaden, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH

Dey, Caroline und Michael Bloss (2010), Heimwerken mit der Oberfräse, Kreissäge & Co., Franzis Verlag GmbH 2010, 85586 Poing

Fromme, Irmela und Uta Herz (2016), Lehm- und Kalkputze, Mörtel herstellen, Wände verputzen, Oberflächen gestalten; Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag 2016

Gabriel, Ingo (2017), Praxis: Holzfassaden, Material, Planung, Ausführung; Staufen bei Freiburg: Ökobuch Verlag 2017

Gruber, Herbert und Astrid und Helmuth Santler (2008), Neues Bauen mit Stroh; Staufen bei Freiburg; Ökobuch Verlag 2008

Gruber, Herbert und Astrid (2000), Bauen mit Stroh; Staufen bei Freiburg; Ökobuch Verlag 2000

Haefele, Gottfried und Wolfgang Oed, Ludwig Sabel (2010), Haus Erneuerung, bei Freiburg; Ökobuch Verlag 2010

Jackson, Albert und David Day (2009), Handbuch der Holzbearbeitung, Urania Verlag 2009 (1998), 70506 Stuttgart

Jones, Barbara (2002-2007), Building with straw bales - A practical guide for the UK and Ireland, Greenbooks Ltd, 2002-2007, www.strawbalefutures.org.uk

Krick, Benjamin (2008), Untersuchung von Strohballen und Strohballenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für ein energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der lasttragenden Bauweise, Dissertation Universität Kassel 2008

Kuhtz, Christian (2007), Einfälle statt Abfälle: Das Kompost-Klo, Selbstverlag „Einfälle statt Abfälle“ Hansadruck, HansasträÙe 48, D-24118 Kiel, 2007 (ISBN 3-924038-64-3)

Minke, Gernot und Benjamin Krick (2014), Handbuch Strohballenbau, Grundlagen, Konstruktionen, Beispiele; Staufen bei Freiburg: Ökobuch Verlag 2014

Riccabona Christof und Karl Mezera (2008), Baukonstruktionslehre 1, Rohbauarbeiten, Manz Verlag, Wien 2008

Riccabona, Christof und Tomas Bednar (2013), Baukonstruktionslehre 4, Bauphysik, Manz Verlag, Wien 2013

Rollenitz, Christine (2015), „Von einem, der auszog, ein Haus zu bauen - Begleitung der Planung und des Baues eines Strohballenhauses im Selbstbau.“ Diplomarbeit TU Wien 2015

Scharf, Thomas (2014), Lehm-bau-Bilderbuch, Frauenhofer IRB Verlag, 2014

Simpson, Chris (2010), Das große Buch der Holzarbeiten, Tandem Verlag GmbH 2010, Potsdam

Technische Universität Berlin, Hrsg. (1998), Lehm-bau in Theorie und Praxis, Unterlagen zum Seminar am 25./ 26. September 1998, Berlin: Institut für Entwerfen, Konstruktion, Bauwirtschaft und Baurecht

Referenzierte Normen und Gesetzestexte

BO für Bgld,

Burgenländisches Baugesetz 1997
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrBgld&Gesetzesnummer=10000504&ShowPrintPreview=True>
23.05.2017, 10:32
(und Burgenländische Bauverordnung 2008)

BO für Nö,

Niederösterreichische Bauordnung
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrNO&Gesetzesnummer=20001079>
20.05.2017, 17:49

BO für Wien,

Wiener Bauordnung
[https://www.jusline.at/Wiener_Bauordnung_\(Bauordnung_fuer_Wien_-_BO_fuer_Wien\).html](https://www.jusline.at/Wiener_Bauordnung_(Bauordnung_fuer_Wien_-_BO_fuer_Wien).html),
20.05.2017, 15:32

OIB 1-6 2015,

OIB Richtlinien 2015
<https://www.oib.or.at/oib-richtlinien/richtlinien/2015>
Wien 20.05.2017, 19:20

ÖNORM B 4119 (2010), Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen, Ausgabe 15. Dezember 2010

ÖNORM B 8115-2, Schallschutz und Raumakustik im Hochbau Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz, Ausgabe 01. Dezember 2006

Internetquellen

baubiologie.at

<http://baubiologie.at/strohballenbau/asbn/> Wien
14.05.2017, 10:31

baustrohballen.at

<http://www.baustrohballen.at> Wien, 13.5.2017, 13:22

biobaustoffe.at

<http://www.biobaustoffe.at/>, 26.05.2017, 19:27

compriband.at

<http://www.compriband.at/products/> Wien
08.05.2017, 16:09

einfach gemeinsam bauen

<http://www.stroh2gether.at/> Wien 14.05.2017,
14.05.2017, 11:04

EPDM - Dachfolie

<https://www.gartenhaus.at/magazin/epdm-dachfolie-fuer-gartenhaeuser/> Wien 17.05.2017, 18:16

GrAT (2001),

Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen
http://www.grat.at/Publikationen/Wandaufbau_aus_NWR.pdf Wien 27.05.2017, 19:02

kemperol 2k-pur

<http://kemper-system.de/DE/deu/produkte-kemperol/abdichtungen/kemperol-2k-pur/kemperol-2k-pur-abdichtung.html>, Wien 11.05.2017, 18:40

kreativerholzbau.at

<http://www.kreativerholzbau.at> Wien 13.5.2017, 13:21

Studie Haus der Zukunft

<http://baubiologie.at/strohballenbau/downloads-studien-zum-strohballenbau/> > Studie Haus der Zukunft, Wien 14.05.2017, 15:38

sonaearauco.com

<https://www.sonaearauco.com/> Wien, 10.05.2017, 12:05

unserstrohhaus.at

<http://www.unserstrohhaus.at> Wien 13.5.2017, 13:19

werksalon.at

<http://werksalon.net/> Wien 05.05.2017, 13:22

wohnwagon.at

<https://www.wohnwagon.at/> Wien 10.05.2017, 17:38

Internetquellen

zoechling-holz.at

<http://www.zoechling-holz.at/holz-fuer-den-wohnraum/plattenwerkstoffe/> Wien 08.05.2017, 20:38

zirkuswagenbau.info

<https://www.zirkuswagenbau.info/zirkuswagenbau/zirkuswagen-holzofen/> Wien 28.05.2017, 12:37

Abbildungsverzeichnis

Bilder des Verfassers:

2.1-2.4; 3.1-3.3; 3.6-3.11; 3.20-3.22; 3.24; 3.27; 3.33-3.39; 3.45; 3.57; 3.58; 3.60-3.62; 3.87; 3.90; 3.92-3.101; 3.109-3.111; 3.113; 3.115; 3.116; 3.119-3.121; 3.126; 3.129; 3.129; 3.143-3.147; 3.149; 3.153-3.162; 3.164; 3.169-3.174; 3.176; 3.193; 3.194; 3.196-3.207; 3.211-3.215; 3.219; 3.223-3.242; 3.244-3.246; 3.250-3.258; 3.260; 3.263; 3.266; 3.270; 3.274-3.277; 3.288-3.292; 3.297; 3.314; 3.315; 3.317-3.327; 3.330-3.350

Kursteilnehmer Greenskills #5 2015:

3.4; 3.18; 3.19; 3.25; 3.26; 3.48-3.50; 3.53-3.56; 3.89; 3.91; 3.102; 3.112; 3.118; 3.122; 3.123; 3.127; 3.131-3.134; 3.136-3.141; 3.148; 3.149; 3.267-3.270; 3.272; 3.278-3.281; 3.283-3.286; 3.293; 3.294; 3.296; 3.298; 3.308; 3.309; 3.328; 3.329;

Minke, Gernot und Benjamin Krick, „Handbuch Strohballenbau“ 2014:

3.5, 3.17; 3.137

Gerhard Scherbaum:

3.12-3.16; 3.29; 3.30; 3.114; 3.135; 3.137; 3.138.1; 3.163; 3.165-3.166; 3.175; 3.177-3.180; 3.183-3.185; 3.195; 3.259; 3.271; 3.305-3.307; 3.310-3.312

Jürgen Lizzi

3.167

einfach gemeinsam bauen

3.124; 3.262; 3.264; 3.265; 3.295

werksalon.at

3.23

Kursteilnehmer Greenskills Markus:

3.28, 3.31-3.32; 3.40-3.44; 3.46; 3.47; 3.51; 3.52; 3.59; 3.63-3.86; 3.103-3.108; 3.117; 3.125; 3.128; 3.136; 3.138.2-3.138.4; 3.140-3.142; 3.151; 3.152; 3.208-3.210; 3.222; 3.248; 3.261; 3.299-3.304; 3.313; 3.316

Sebastian Schmid:

3.182; 3.186-3.192; 3.243; 3.247; 3.282

Scharf, Thomas „Lehmbau - Bilderbuch“ 2014:

3.216-3.221; 3.249

Kuhtz, Christian, Einfälle statt Abfälle:

Das Kompost-Klo 2007:

3.330

wohnwagon.at

5.1; 5.2

zirkuswagenbau.info

5.3

Danksagung

Nach Vervollständigung meiner Arbeit, gibt es sehr viele Leute, bei denen ich mich bedanken möchte, dass ich diese Erfahrungen überhaupt sammeln durfte.

Zu allererst muss ich mich bei Gerhard bedanken, der all diese Projekte entwickelt hat und von dem ich so viel lernen durfte. Nach nunmehr drei Workshops mit ihm konnte ich alle Punkte dieses Projekts aus eigenem Wissen abhandeln.

In weiterer Folge geht mein Dank natürlich an die Bauherren, die diese spannenden Projekte erst ermöglicht haben. Allen voran Jürgen und Heinz, mit denen ich gemeinsam bauen und von denen ich lernen durfte und das Greenskillsteam mit Constance, die mich bei ihrem Workshop mitarbeiten ließen und mich immer mit organisatorischen Infos versorgt haben.

Natürlich darf ich meine guten Freunde Christian, Meli, Andrea, Karli, Denise und Gorana nicht vergessen, die mich mit ihrem Fachwissen, beim Layouten, im Umgang mit den Programmen und vielem mehr unterstützt haben.

Mein aller größter Dank gilt meinem Freund, Mario, der mir immer zur Seite gestanden ist und immer an mich geglaubt hat. Und danke an meine Eltern, die so viel Geduld für mich aufgebracht haben.

Des Weiteren möchte ich mich bedanken, dass ich so viele großartige Menschen kennenlernen durfte, von denen einige gute Freunde geworden sind.

Zum Schluss gilt mein Dank meiner Betreuerin Andrea, dass sie sich die Zeit genommen hat mich durch diese Arbeit zu begleiten.

Danke.