Sustainable Building Design Studio
Prof. Dipl. Arch. ETH Hans Drexler
drexler@fh-muenster.de

Leonardo Campus 5
48149 Münster
Fon +49 (0) 251/83-65001
Fax +49 (0) 251/83-65002
prototype@fh-muenster.de

Ziel des Lehrprojektes war es, mit den Studierenden den Prototypen einer nachhaltigen Wohneinheit zu entwerfen, zu konstruieren und im Maßstab 1:1 zu bauen.
Für die Studierenden im Fach Architektur war es schwierig, neue und bessere Baukonstruktionen zu entwickeln, wenn ihnen der Zugang und die Erfahrung zum Bauen und der handwerklichen Dimension fehlen. Unter Anleitung und in Zusammenarbeit mit Industriepartnern haben die Studierenden den Prototypen nicht nur geplant, sondern auch selbst gebaut.

TIMBER PROTOTYPE | FORSCHUNGSPROJEKT

TIMBER PROTOTYPE

Forschungs- und Lehrprojekt zur Entwicklung einer hoch-dämmenden rückbaubaren Massivholz Konstruktion

Hans Drexler
Studierende der Münster School of Architecture

msa | münster school of architecture

Inhaltsverzeichnis

1. Sustainable Building Studio 6
1.1 Studierende 7
1.2 Bauhelfer und Praktikanten 8
1.3 Partner und Förderer 9
1.4 Münster School of Architecture 11

2. Themen und Gesamtziel des Projektes 12
2.1 Probleme und Aufgabenstellung 12
2.2 Neue Fertigungsmethoden 13
2.3 Holz als Schlüsseltechnologie des nachhaltigen Bauens 14
2.4 Wisschenschaftliche und technische Arbeitsziele des Projekts 15

3. Forschungsthemen 15
3.1 Baukonstruktion und Materialstrategien 15
3.2 Holz und nachwachsende Rohstoffe 15
3.3 Recycling und Design to Disassemble 16
3.4 Industrielle Vorfertigung 16
3.5 Architektonische und konstruktive Integration von Energieerzeugungssystemen 17
3.6 Größe und Skalierbarkeit 17

4. Stand der Technik: Andere Prototypen und Forschungsprojekte 18
4.1 Minimum Impact House - Forschungsprojekt zur Entwicklung eines Prototypen für nachhaltiges Bauen und urbanen Holzbau 18

5. Innovationspotential 19
5.1 „Nur-Holz“ 19
5.2 Fügung - Fertigung - Geometrie 19
5.3 Integrale Dämmung 20

6. Wettbewerb 22
6.1 2shelter 23
6.2 imHolz 25
6.3 Bau(m)schicht 27
6.4 Timber Tower 29
6.5 Verdeht- Ecken neu erleben 31
6.6 Black Box 33
6.7 Timber Prototype 35

7. Planungsphase 38
7.1 Entwicklungsansätze 39
7.2 Die Konstruktion 42

8. Ausführungsplanung 44
8.1 Grundriss 45
8.2 Dachaufsicht 46
8.3 Schnitt AA 47
8.4 Schnitt BB 48
8.5 Schnitt CC 49
8.6 Konstruktionsprinzip 50

9. Detailplanung 52
9.1 Detailschnitt 1 54
9.2 Dämmkassetten Dach 55
9.3 Dämmkassetten Boden 56
9.4 Detail 1 57
9.5 Detail 2 58
9.6 Detailschnitt 2 59
9.7 Badezimmer 60
9.8 Küche 63
9.9 Elektroplanung 65
9.10 Technik 68

10. Bachelorarbeiten 70
10.1 Dämmung von Massivholzwänden durch Lufteinschlüsse in der Wandkonstruktion 71
10.2 Vergleichende Untersuchungen zur konstruktiven Luftdichtheit 75
10.3 Untersuchung zu Bauprozessen und Baustelleneinrichtung am Beispiel des Prototypen zur Optimierung der Bauzeit 79
10.4 Potenzial nachhaltiger, modularer Wohneinheiten 83
10.5 Vergleichende Untersuchungen zu organischen Dampfsperren und Entwicklung einer alternative zu synthetischen Dampfsperren 87
10.6 Strategien zur Erhöhung der Eigennutzung von Strom aus Photovoltaik- Anlagen im Wohnungsbau am Beispiel des Timber Prototypen 91
10.7 Mehr als nur klein! - Anforderungen der sozialen Nachhaltigkeit an Kleinst-Wohnungen 95

11. Bauablauf 100
12. Timber Prototype 118
13. Bildnachweis 127
14. Quellennachweis 128

Kontaktdaten und Anfragen

Münster School of Architecture
Hans Drexler
drexler@fh-muenster.de
https://www.fh-muenster.de/fb5/departments/konstruktion/drexler/Prof-Hans-Drexler.php
Tel. +49 177 88 72 591

Sustainable Building Design Studio

V.-Prof. Hans Drexler, Dipl. Arch. ETH, M. Arch
Leonardo Campus 5
48149 Münster

Wie integriert man Nachhaltigkeit in die Entwurfs- und Planungsprozesse? Das ist die wichtigste Fragestellung in der Architekturausbildung. Die Architekten, die jetzt ausgebildet werden, müssen auf die Aufgabe vorbereitet werden, eine Lebensumwelt zu denken und zu planen, deren Errichtung und Betrieb im Einklang mit den Menschen, den Ressourcen und der Umwelt steht.
Im Sustainable Building Design Studio an der Münster School of Architecture (MSA) werden Methoden und Strategien erarbeitet und vermittelt, mit denen Aspekte des nachhaltigen Bauens in den Entwurfs- und Planungsprozess integriert werden können. Diese umfassen: Energie-effizientes Bauen, klima-gerechtes Bauen, Standort-Analysen, Verständnis von Stoff- und Energieströme, nachhaltige Materialwahl und Baukonstruktion. Nachhaltigkeit ist nicht nur ein ökologisches oder technisches Problem, sondern erfordert auch soziale und kulturelle Strategien. Nachhaltige Architektur wird noch immer zu stark auf das Erreichen von Anforderungen und Zielwerten ausgerichtet.
Hier werden die Nachhaltigkeitsziele auf den kleinsten gemeinsamen Nenner reduziert. Gleichzeitig geschieht eine thematische Verengung auf die Themen Energieeffizienz und CO2-Reduktion. Die Diskussion um nachhaltige Gebäude konzentriert sich derzeit auf technische Aspekte.
Der kulturelle Wert der architektonischen Vielfalt ist durch die Normierung (insbesondere in den Bereichen des Massenmarktes für Wohnungs- und Gewerbebauten) bestimmt. Gestalterische Qualität von Architektur, die Eignung der Gebäude für ihre Nutzung, aber auch die Bedeutung, die Räume für soziale und kulturelle Prozesse haben, werden im Sustainable Design Studio als integraler Bestandteil gedacht.

Prof Hans Drexler

B.A. Alexander Quiring

B.A. Svenja Bercht

Studierende

Jessica Riesmeyer
Baukonstruktion, Landschaft

Manuel Meyer
Baukonstruktion

Rene Stegemann
Baukonstruktion

Marion Wiese
Baukonstruktion

Irina Wuckert
Baukonstruktion

Luisa Matz
Innenausbau, Landschaftsplanung

Philipp Kotüm
Innenausbau

Maximilian Timmermann
Innenausbau

Mona Stegemann
Elektroplanung, TGA

Patrick Suhre
TGA

Petar Petrov
TGA

Fernanda Baños
Landschaftsplanung

Bauhelfer und Praktikanten:

Marco Blecher
Christian Eckert
Tim Hornung
Diego Kaiser
Philipp König
Kyra Manegold
Anastasia MIkhaylova
Wiebke Elisa Oppel
Nick Padberg
Johanna Parlasca
Janina Reckmeyer
Miriam Scholz
Jaqueline Spitthoff
Viktoria ZIkovanova

Münster school of architecture

Die Münster School of Architecture – MSA – ist Teil der Fachhochschule Münster und bildet derzeit ca. 900 Studierende in einem dreijährigen Bachelor und zweijährigen Master-Programm aus. Im aktuellen CHE Hochschulranking 2012/13 hält die MSA den Spitzenplatz (Architektur / Bachelor (FH). Das neue BA-MA-Programm, das sich mittlerweile seit 2001 bewährt hat, sichert den international hohen Standard über ein Netzwerk mit bedeutenden Europäischen Architekturfakultäten, den Universitäten Barcelona, Delft, Krakau, Prag und Venedig. Ausländische Gastprofessoren und -dozenten sind regelmäßig in die Lehre in Münster sowohl im Bachelor- als auch im Masterstudium involviert.

Thema und Gesamtziel des Projekts

Problem und Aufgabenstellung

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsprojektes war es, neue Baukonstruktionen aus Holz zu entwickeln, die einen höheren Anteil an Holz und nachwachsenden Rohstoffen beinhalten und zudem leichter zu trennen und zu recyceln sind.
Die Entwicklung neuer Holzbauweisen in den letzten Jahren hat sich vor allem auf die Hybridisierung von Holzprodukten mit anderen Baustoffen konzentriert, um die Tragfähigkeit (Holz-Stahl und Holz-Stahl-Beton) und den Brandschutz zu verbessern. Auch wenn durch diese Verbundbauweisen ganz neue Bauaufgaben für den Holzbau erschlossen werden konnten, wie zum Beispiel der mehrgeschossige Wohnungsbau, so gehen durch die innige Verbindung sehr unterschiedlicher Baustoffe auch viele der Vorteile des Baustoffes Holz verloren: Die sortenreine Trennung, die wichtige Voraussetzung für ein stoffliches Recycling oder eine Kompostierung wäre, ist in der Praxis nicht mehr möglich. Die niedrigen Emissionen und Reduktion der CO2- Emissionen des Holzes werden durch die hohen Emissionen der Sekundärstoffe Großteils kompensiert.

Mit dem Forschungsprojekt wurde untersucht, wie aus dem Baustoff Holz Baukonstruktionen entwickelt werden können, die durch die Form und Fügung der einzelnen Elemente die wichtigen Funktionen an moderne Baukonstruktionen insbesondere Tragfähigkeit und Wärmeschutz erfüllen.

Um diese Ziele zu erreichen wurden traditionelle oder historische Fügungen und Bauweisen analysiert. Seit der industriellen Revolution wurden die historischen Zimmermannsverbindungen, die als reine Holzkonstruktion ausgeführt wurden, von Metallverbindungsmitteln und in jüngster Zeit Klebstoffen verdrängt. Hauptgrund dafür waren die zunehmenden Lohnkosten und der dramatische Preisverfall für Metallprodukte. Mit zeitgenössischer Technologie, insbesondere CNC-Fräsen, ließen sich auch traditionelle Zimmermannsknoten zu vertretbaren Kosten herstellen.
Am Beispiel eines kleinen Prototypengebäudes wurden neue Bauweisen für Massivholzkonstruktionen entwickelt. Durch die Übersetzung von traditionellen Zim-

mermannsverbindungen in moderne dreidimensionale Formgebungsmethoden wurde ein Bausystem entwickelt, bei dem die konstruktiven und bauphysikalischen Anforderungen an die Holzkonstruktion durch die Form und Fügung der Bauteile erfüllt werden. Ziel des Forschungs- und Entwicklungsprojektes war es, mit den Studierenden Konzepte und Strategien zu entwickeln, Wohnraum mit einfachen Mitteln kostengünstig und umweltfreundlich zu gestalten. Durch den Bau des Prototypen haben die Studierenden zum einen Grundlagen und Methoden des nachhaltigen Bauens erlernt, zum anderen ihr Verständnis für Baukonstruktionen erweitert.

Neue Fertigungsmethoden

Die in den letzten Jahren entwickelten digitalen Fertigungsmethoden erlauben einen sehr viel höheren Grad der Individualisierung und Spezifizierung von Bauteilen und Konstruktionen. Im vorliegenden Projekt sollen traditionelle Bauformen des Holzbaus in moderne Fertigungsmethoden übersetzt werden.
Dafür bedarf es der Zusammenarbeit mit einem kompetenten Technologiepartner, der gerade in den Bereichen Vorfertigung und CNC Bearbeitung sein Wissen einbringen kann und für Materialbeschaffung und Maschinennutzung Sorge trägt. Durch diese Zusammenarbeit in Forschung, Entwicklung und Fertigung sollen neue Konstruktions- und Fertigungsmethoden entwickelt und für die für die Planung nachhaltiger Bauweisen nutzbar gemacht werden.
Dabei soll untersucht werden, ob durch den Einsatz dieser dreidimensionalen und automatisierten Fertigungssysteme die traditionellen Techniken in zeitgenössische Bauformen übersetzt werden können. Forschungsziel ist es, eine grundlegende Systemlösung mit Holz und Holzwerkstoffen zu entwickeln, die nicht nur auf Nischenmärkte zugeschnitten ist, sondern eine breite Nutzung von Holz ermöglicht.

Holz als Schlüsseltechnologie des nachhaltigen Bauens

Holz ist im Sinne der Nachhaltigkeit ein idealer Baustoff. Als nachwachsender Rohstoff aus nachhaltiger Forstwirtschaft ist er auf lange Sicht verfügbar. Viele Holzsorten werden von der lokalen Forstwirtschaft produziert, wodurch lange Transportwege vermieden werden und die lokale Wirtschaft gestärkt wird. Im Vergleich zu den meisten Baustoffen hat Holz einen sehr geringen Primärenergieinhalt und speichert CO2 für die Phase seiner Nutzung, was in dieser Zeit die Atmosphäre entlastet.
Er hat ein besonders günstiges Verhältnis von Eigengewicht zu Tragfähigkeit und Zugfestigkeit. Baukonstruktiv richtig eingesetzt, ist es ein sehr dauerhafter Baustoff.
Für die Bearbeitung durch die Studierenden ist Holz ideal geeignet, weil es verhältnismäßig einfach zu bearbeiten und leichter zu transportieren ist.

Der Innovationsgehalt des vorgeschlagenen Forschungsprojektes besteht in der Verbindung von traditionellen Holzbautechniken, insbesondere Zimmermannsverbindungen und modernen Fertigungsmethoden (CNC-Fräsen, CAD, CAM). Ziel ist es dabei Konstruktionen zu entwickeln, die ganz oder zumindest überwiegend aus Holz und nachwachsenden Rohstoffen bestehen. Dieses Ziel soll erreicht werden, in dem das Holz so ausformt wird, dass der statische Verbund aus der Fügung des Materials entsteht. Genauso können in die Bauteile Hohlräume und Kammern gefräst werden, die die Wärmeleitfähigkeit senken und den Wärmeschutz der Bauteile verbessern.

Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele des Projekts

In dem Forschungs- und Entwicklungsprojekt sollen folgende wissenschaftliche und technische Arbeitsziele im Vordergrund stehen:

- Entwicklung von Konstruktionen mit einem besonders hohen Anteil an Holz und anderen nachwachsenden Rohstoffen
- Verbindung von modernen Fertigungsmethoden (CAD, CAM, CNC) mit traditionellen Bauweisen
- rückbaubare und sortenrein trennbare Konstruktionen
- Recycling von Baukonstruktionen (design to disassemble)
- Integration von Wärmeschutz Energieerzeugung in die Gebäudehülle
- Planungs- und Umsetzungsstrategien für einfaches und kostengünstiges Bauen

Forschungsthemen

Baukonstruktion und Materialstrategien

Die Baukonstruktion wird als Faktor für die Umweltverträglichkeit eines Gebäudes weitgehend unterschätzt. Der Energieverbrauch, der die öffentliche Debatte der letzten Jahre stark dominierte, besteht bei älteren Gebäuden überwiegend aus dem Betrieb der Gebäude. Deswegen haben sich gesetzliche Vorgaben und planerische Verfahren darauf konzentriert. Ohne die Wichtigkeit dieses Themas in Abrede zu stellen, lässt sich jedoch erkennen, dass diese Entwicklung bald an einer Grenze angelangt ist. So erließ die EU eine Richtlinie, die festlegt, dass neue Gebäude ab dem Jahr 2019 alle Energie, die sie verbrauchen auch selbst produzieren, also Netto-Null-Energie-Gebäude sind. Aber schon heute ist in der Baukonstruktion der meisten Passivhauses mehr Energie enthalten, als sein Betrieb über den gesamten Lebenszyklus verbraucht. Betrachtet man außer den Energieverbräuchen andere Nachhaltigkeitsaspekte, wie Abfallproduktion oder Verknüpfungen in die lokale Wirtschaft, so wird deutlich, dass die Baukonstruktion das wichtigste Entwicklungsfeld für das nachhaltige Bauen der Zukunft ist.

Bei der Entwicklung des Prototypen soll die Baukonstruktion die zentrale Rolle spielen. Zudem kommen verschiedene Strategien zum Einsatz, die zu einer ressourcen-schonenden Bauweise führen sollen.

Holz und nachwachsende Rohstoffe

Holz kann als nachwachsender Rohstoff lokal produziert werden und wird in Deutschland seit 1713 in nachhaltiger Forstwirtschaft produziert. In jeder Hinsicht sind nachwachsende Rohstoffe im Allgemeinen und Holz im Besonderen sind besonders geeignet für nachhaltige Baukonstruktionen: Ökologisch betrachtet ist Holz der Baustoff mit den niedrigsten Primärenergie-Inhalten und Schadstoff-Emissionen (insb. CO2). Ökonomisch betrachtet trägt Holz zur lokalen Wertschöpfung und dem wirtschaftlichen Erfolg der heimischen Forstwirtschaft bei. Der große Erfolg vorgefertigter Holzkonstruktionen in bestimmten Marktsegmenten, wie z.B. dem Einfamilienhaus-Bau, zeigt, dass aus Holz auch sehr wirtschaftliche Konstruktionen realisiert werden können. Holzkonstruktionen bieten dem Nutzer ein besonders angenehmes Innenraumklima und haben besonders bei sichtbaren Holzkonstruktionen einen hohen ästhetischen Reiz und Identifikationsgrad.

Recycling und Design to Disassemble

Gebäude tragen ungefähr 60% zum allgemeinen Abfallaufkommen bei. Die derzeitige Entwicklung im Bauwesen lässt befürchten, dass sich die Abfallmengen in Zukunft sogar noch vergrößern werden. Zum einen verringert sich die Lebenserwartung der Gebäude stetig, zum anderen werden immer unterschiedlichere Materialien immer inniger konstruktiv gefügt. Diese sogenannten Komposite-Baustoffe bestehen aus einer Vielzahl von Ausgangsstoffen, die mit nicht lösbaren Verbindungen zu riesigen Mengen zukünftigen Sondermülls verklebt werden. Durch diese Müllproduktion werden Gesellschaft und Umwelt ebenso belastet wie durch die gleichzeitig notwendige Produktion von neuem Baumaterial, was wiederum zu Energie- und Rohstoffverbrauch führt.
Nachhaltige Gebäude müssen anders konstruiert werden: Die einzelnen Bauteile müssen mit lösbaren Verbindungen gefügt werden. Konstruktive Schichten müssen so aufgebaut sein, dass sie sich einzeln warten und austauschen lassen, weil die Beanspruchung und Lebensdauer unterschiedlich ist. Insbesondere die Haustechnik muss austauschbar und nachrüstbar sein, weil sich die Technik schnell verbessert und an veränderte Rahmenbedingungen (Verfügbarkeiten von Ressourcen, Klimawandel) angepasst werden muss.
Der Prototyp soll nicht nur nach diesen Kriterien konstruiert werden, sondern auch zerstörungsfrei zu ändern, zurückzubauen und wiederzuverwenden sein. Design to Disassemble beschreibt diese Strategie, weil bei Entwurf und Konstruktion die Demontage immer mitgedacht werden muss. Dadurch entsteht eine Bauwirtschaft, in der Bauteile und Materialien nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip in geschlossene Stoffkreisläufe geführt werden und die Gebäude sich dynamisch an die sich schneller ändernden Nutzeranforderungen anpassen.

Industrielle Vorfertigung

Der Einsatz von Massenfabrikation wie er von Architekten wie Stephen Kieran und James Timberlake demonstriert wurde, könnte das Verhältnis zwischen Qualität und Quantität bzw. Kosten und Zeit neu definieren. Paradoxerweise wurden diese Ansätze weitgehend von der Bauindustrie ignoriert.
In dem Forschungs- und Entwicklungsprojekt sollen neue Strategien für die industrielle Vorfertigung gesucht werden. Die erste Generation der industriellen Bauprodukte basierte auf Vereinheitlichung, Modularisierung und serieller Vorfertigung. Dies führte zu monotonen und strukturellen Architekturen, die häufig nicht in der Lage waren geeignet auf den städtebaulichen Kontext, die klimatischen Randbedingungen und spezifischen Nutzungsanforderungen zu reagieren.
Die in den letzten Jahren entwickelten digitalen Fertigungsmethoden erlauben einen sehr viel höheren Grad der Individualisierung und Spezifizierung von Bauteilen und Konstruktionen. Auch wenn es schon zahlreiche gebaute Beispiele für solche Bauweisen gibt, so ist das volle Potential dieser Techniken noch lange nicht ausgeschöpft. Im vorliegenden Projekt sollen traditionelle Bauformen für Holz in moderne Fertigungsmethoden übersetzt werden.

Architektonische und konstruktive Integration von Energieerzeugungssystemen
Ein weiterer Schwerpunkt innerhalb der Arbeit bildet das Thema Energieeffizienz. Nach dem Willen der EU-Kommission sollen alle Neubauten ab dem Jahr 2019 die Energie, die sie verbrauchen, selbst produzieren (Netto-Null-Energie-Standard). Dieses Konzept soll in dem Prototypen umgesetzt werden.
Für die Architektur ergibt sich daraus die Herausforderung, die Systeme zur Energieerzeugung (vor allem Photovoltaik und Solarthermie) in die Gebäude und insbesondere die Gebäudehülle zu integrieren.
Im Sinne der ganzheitlich nachhaltigen Gebäudekonzeption muss auch die Energieversorgung aus erneuerbaren Energien gesichert sein. So ist der Einsatz von Holz als Energieträger dem Verbrauch fossiler Energien vorzuziehen. Holz als heimischer, nachwachsender Rohstoff kann schon heute den Heizwärmebedarf der Gebäude decken und damit einen entscheidenden Beitrag zur Energieversorgung und Klimaentlastung leisten. Der Einsatz eines Heizsystems, das auf Holz basiert, unterstreicht die Vielseitigkeit von Holz als Baustoff und Energieträger.

Größe und Skalierbarkeit
Da der Prototyp mit beschränkten Mittel von den Studierenden selbst gebaut wird, kann er eine bestimmte Größe nicht überschreiten. Der Prototyp sollte eine Größe von ca. 12qm bis 25qm haben, sodass er zum einen eine Idee des Wohnkonzepts vermittelt, zum anderen aber noch auf einem Tieflader transportierbar ist. Angesichts der Beschränkungen von Zeit und Budget, soll der Prototyp eine kleine Basis-Wohneinheit für 1-2 Personen darstellen. In Abhängigkeit der Verfügbarkeit von Material (Recycling oder Sponsoring) und Technologie, kann der Prototyp entweder als eine Micro-Wohneinheit oder als Ausschnitt-Modell im Maßstab 1:1 konzipiert werden. Die Einschränkungen führen zu einer Reihe ebenso anspruchsvoller wie auch interessanter Design-Parametern.
Der Prototyp kann als Teil einer größeren Struktur gedacht werden. Höhere Bebauungsdichten sind Voraussetzung für eine Reduktion der Flächenverbräuche, eine gute Auslastung der Infrastruktur und ein funktionierendes soziales Stadtleben. Nicht sinnvoll sind Strukturen mit geringer Bebauungsdichte, die nur auf unbebauten Grundstücken eingesetzt werden können. Deswegen soll der Prototyp zu mehreren Einheiten kombiniert, erweitert oder auch an- oder auf bestehende Gebäude aufgebaut werden können. Der Prototyp soll als Basis-Einheit eines wachsenden Hauses entwickelt werden, die sich an unterschiedliche Bedürfnisse und Kontexte anpassen kann. Parallel zu der Entwicklung des Prototypen im Maßstab 1:1, wird die Anpassung der Grundeinheit in größere vertikale und laterale Strukturen untersucht. Hierzu werden Systeme für Gebäudehülle und Raumtrennung, Solar-Nutzung, Freiraumgestaltung und urbane Landwirtschaft entwickelt.
Die Studierenden werden außerdem mögliche Standorte, wie die nicht oder nur unzureichend genutzte Bereiche der Stadt, Anbauten und Aufstockungen, auf das Nachverdichtungspotential mit den zu entwickelnden Strukturen hin untersuchen.
Die Größenbeschränkung ist ein Anlass, das Verhältnis von Qualität und Quantität in der Architektur kritisch zu hinterfragen. Ein Großteil der Effizienzsteigerungen der Baukonstruktionen in den letzten Jahren wurde durch die gleichzeitige Vergrößerung der Wohnflächen pro Kopf kompensiert.
Durch die Reduktion der Flächenverbräuche bei gleichzeitiger Steigerung von Nutzbarkeit und architektonischer Qualität könnten Gebäude geschaffen werden, die weniger Ressourcen verbrauchen (Suffizienz-Strategie).
Die Größenbeschränkung hat, neben dem Kostenrahmen, die Mobilität des Prototypen und damit eine breitere Öffentlichkeitsarbeit zum Ziel. So sollte der Prototyp nicht nur an der Hochschule gezeigt, sondern mit vertretbarem Aufwand auch an andere Orte (Messen, Konferenzen, Sponsoreneinsatz, etc.) gebracht werden können, um dort Grundsätze des nachhaltigen und ressourcenschonenden Bauens zu demonstrieren.

Stand der Technik: Andere Prototypen und Forschungsprojekte

Folgende Projekte dienen als Referenz für das beantragte Projekt. Die Projektpartner verfügen über zahlreiche Referenzen, die sie für die erfolgreiche Durchführung eines solchen Lehr- und Forschungsprojekts qualifizieren.

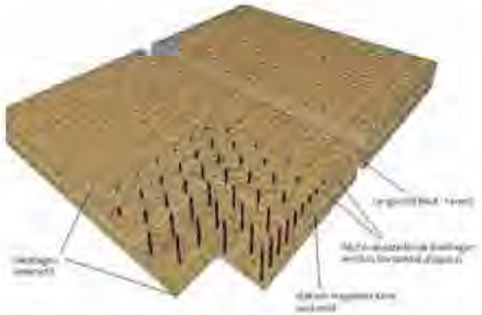
Minimum Impact House - Forschungsprojekt zur Entwicklung eines Prototypen für nachhaltiges Bauen und urbanen Holzbau
Drexler Guinand Jauslin Architekten GmbH
Im Verbund mit dem Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Manfred Hegger der Technischen Universität Darmstadt
Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU

Das Minimum Impact House ist ein Forschungsprojekt bei dem ein Prototyp entwickelt und gebaut wurde, der neue Lösungswege des innerstädtischen Wohnungsbaus in Holzbauweise aufzeigt. Ziel des Projekts ist eine ganzheitliche Optimierung des Bauens im Sinne der Nachhaltigkeit. Eine weitgehende Konstruktion des Gebäudes in Holz – der urbane Holzbau - ist hierfür eine Schlüsseltechnologie.
Der dabei entwickelte Prototyp für urbanen Holzbau ist ein fünfgeschossiges Wohngebäude, bei dem die oberen vier Geschosse als reine Holzkonstruktionen gebaut sind. Durch das entwickelte Brandschutzkonzept konnte der konstruktive und organisatorische Aufwand so weit gesenkt werden, dass die Holzbauweise mit Massivkonstruktionen konkurrenzfähig wird. Das Gebäude wurde im Passivhaus-Standard konzipiert, um den Energieverbrauch während des Betriebs zu minimieren.

Innovationspotential
„Nur-Holz“

Bei zeitgenössischen Holzgebäuden wird Holz fast zu einem zweitrangigen Baustoff, der die Leistungsfähigkeit des Materials nicht ausschöpft. Einen erheblichen Anteil am verbauten Volumens macht nicht das sogenannte Konstruktionsvollholz aus, sondern Brettschichtholz und Plattenware (insb. OSB), die nur zu einem geringeren Anteil aus Holz bestehen und deren Festigkeit aus dem hohen Volumenanteil von Bindemitteln entsteht.

Zudem hat sich die Entwicklung neuer Holzbauweisen in den letzten Jahren vor allem auf die Hybridisierung von Holzprodukten mit anderen Baustoffen konzentriert, um die Tragfähigkeit (Holz-Stahl und Holz-Stahl-Beton) und den Brandschutz zu verbessern.
Auch wenn durch diese Verbundbauweisen ganz neue Bauaufgaben für den Holzbau erschlossen werden konnten, wie zum Beispiel der mehrgeschossige Wohnungsbau, so gehen durch die innige Verbindung sehr unterschiedlicher Baustoffe auch viele der Vorteile des Baustoffes Holz verloren: Die sortenreine Trennung, die wichtige Voraussetzung für ein stoffliches Recycling oder eine Kompostierung wäre, ist in der Praxis nicht mehr möglich. Die niedrigen Emissionen und Reduktion der CO2- Emissionen des Holzes werden durch die hohen Emissionen der Sekundärstoffe Großteils kompensiert.
Ziel ist es also auf diese Hybridbauweisen zu verzichten und ganz auf die vielfältige Leistungsfähigkeit des Baustoffes Holz zu bauen. Ein Baustoff, der zu 100% natürlich und CO2 neutral, sicher, langlebig und belastbar ist.



Fügung – Fertigung – Geometrie

In dem Forschungs- und Entwicklungsprojekt sollen traditionelle (oder historische) Fügungen und Bauweisen analysiert werden. Der aktuelle Stand der Technik zeigt, dass „Nur-Holz-Konstruktionen“ sich auf dem Markt bewähren können und zudem viele Vorteile des Baustoffes mit sich bringen, die durch Hybridbauweisen verloren gehen.
Ein hervorragendes Beispiel dafür ist das Produkt Holz100 der Firma Thoma Holz GmbH aus Österreich.

Dabei werden stehende und liegende Pfosten werden vollmassiv ohne Zwischenräume zu kompakten Bauelementen geschichtet. Staubtrockene Holzdübel durchdringen diese Schichten in der vollen Stärke des Wandelementes. Die Dübel nehmen an ihrem neuen Ort Restfeuchtigkeit auf und quellen unlösbar wie gut verwachsene Äste in die umgebenden Hölzer hinein. Kraftvoll verbinden sie die Einzelteile zu einem massiven Ganzen.
Das Besondere am Holz100 Patent ist die leim- und metallfreie Verbindung zu einem einstofflichen, beständigen Element – zu hundert Prozent aus Holz. Skelettbauten aus verschiedenen Materialien erhöhen das Risiko für Bauschäden: Beschädigung, Schimmelbildung, Kondensation, Anschlussfehler, undichte Verbindungen. Einstoffliche Bau-weise bietet dagegen große Vorteile: Holz100-Elemente sind hundertprozentig kondenswassersicher, winddicht, wärme- und schalldämmend. Leimschichten im Holz würden die natürliche Atmung bremsen oder sperren. Verdübelte Holz100 Wände bleiben ungehindert atmungs- und diffusionsfähig.
Allein durch das Nutzen des Wissens um traditionelle Fügungsmethoden und durch eine verbesserte Geometrie der Bauteile (durch die Bearbeitung mit CNC-Maschinen) können neue und innovative Konstruktionen entstehen.

Integrale Dämmung

Massive Holzwände, wie der bereits erwähnte Baustoff Holz100, können tragen und gleichzeitig ohne zusätzliche Dämmstoffschichten, also auf einstoffliche Art, die Dämmwerte eines Niedrigenergiehauses (U´Wert ca. 0,20) erreichen.

Dies ist durch die leimfreie Verbindung von Vollholzelementen möglich. Feinste Luftbläschen zwischen den einzelnen Holzlagen unterbrechen die Wärmeleitung und führen zu der hohen Dämmfähigkeit der voll-massiven Wand.
Um die Dämmleistung des Bauteiles zusätzlich zu optimieren ermöglicht die Bearbeitung durch neue Fertigungsmethoden (CNC) die Herstellung besonderer Geometrien, so dass Hohlräume in den Bauteilen geschaffen werden und für eine Dämmschicht genutzt werden können. Ein Beispiel dafür sind die Produkte der Firma Dendrolight Latvija aus Lettland, die sich mit solchen Verfahren beschäftigen.

Durch die Integrale Dämmung oder die Bildung interner Luftschichten in den Bauteilen lässt sich das Gewicht dieser Bauteile um ein erhebliches Maß reduzieren, was Vorteile für die Mobilität des Prototypen mit sich bringt.

Wettbewerb

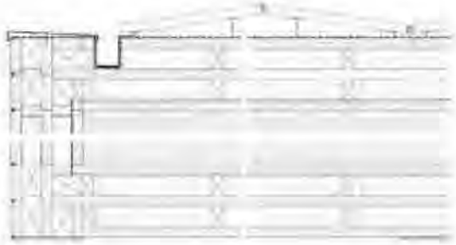
Vorstellung der studentischen Entwürfe zur Realisierung des Timber Prototype

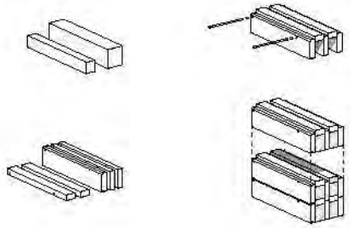
Mit den vorher beschriebenen vorraussetzungen arbeiteten die Studenten in Gruppen von jeweils zwei Personen Entwürfe aus. Diese wurden in wöchentlichen Korrekturen besprochen und verbessert. Nach einigen Wochen Ausarbeitungszeit fand ein Wettbewerb vor einer Jury statt. Diese bestand aus Professoren, Industriepartnern und Studenten, die schließlich das beste Projekt auswählten.

2shelter

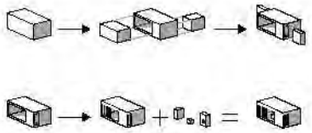
Luisa Matz, Jessica Riesmeyer

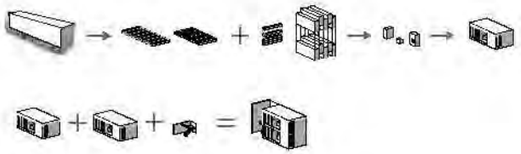
Bei einem kleinen Raumprogramm, wie es in diesem Projekt der Fall ist, haben wir uns zunächst einmal vor Augen geführt, welches die Gegenstände des täglichen Bedarf sind - und wie die gesamten Abläufe im Alltag zusammenhängen und zusammen fungieren. Da dies ein Realisierungsprojekt ist, ist aus der Logik heraus die Vorgabe entstanden, dass es in einem Tieflader bzw. LKW transportable sein sollte. Auf dieser Grundlage haben wir die Tagesabläufe in drei Bereiche geteilt in privat, halböffentlich und öffentlich. Um diese Teilbereiche bewegen sich die Funktionen Schlafen, Essen, Arbeiten, Wohnen und Ankommen. In unseren weiteren Entwicklungsphase haben sich die drei Begriffe Kommunikation, Konzentration und Entspannung als Leitfaden unseres Projekt hervorgehoben.





Durch die Verwendung von Holz war es uns wichtig, die Konstruktion möglichst natürlich zu belassen. Durch diesen Standpunkt haben wir uns für eine Vollholzkonstruktion entschieden, die ohne Verklebung und Fremdmaterialien funktioniert. Des Weiteren wollten wir natürliche Dämmmaterialien verwenden. Studien der traditionellen Blockbauweise haben uns gezeigt, dass diese Bauweise gut geeignet ist für unser Projekt.- Da der Leitgedanke der Blockbaues sich auf zusammensetze, transportable Bauelemente,die durch einfache traditionelle Steckverbindungen zusammen gefügt sind, befasst. Auf unseren Entwurf angewendet erwies sich die Blockbauweise sinnvoll, jedoch treten Problematiken hinsichtlich der Wärmedämmung und Luftdichtigkeit auf. Eine massiver Holzbohle erzielt zum einen nicht den benötigten Dämmwert, zum anderen ist ein Vollholzbohle aus konstruktiver und wirtschaftlicher Sicht ehr unvorteilhaft. Auf Grund dieser Erkenntnis haben wir uns mit neuen Technologie und Entwicklung in der Holzbaubranche beschäftigt.





Entwicklungsansätze
Die Projektgruppe entwickelte verschiedene Wandaufmöglichkeiten. Um ein besseres Verständnis der Konstruktionen zu bekommen wurden die Ideen mit dem Industriepartner in 1:1 Modellen umgesetzt.

Die erste Ansatz war Holzlatten im 45°-Winkel versetz übereinander zu schichten. Die Zwischenräume wurden mit Wellpappe oder Dämmstreifen ausgefüllt. Die Holzlatten bildeten die statische und die Dämmstreifen die dämmende Komponente. Anfangs wurde mit Kleister gearbeitet. Es stellte sich jedoch heraus, dass dieser die Konstruktion nicht zusammenhielt. Deshalb wurden die weiteren Versuche mit Leim ausgeführt.

Ein weiterer Versuch bestand auch aus den kreuzweise verleimten Holzlatten mit Papiereinlagen. Zwischen den Holzlattenschichten lag jeweils eine Papierschicht. Diese diente dazu in den Zwischenräumen stehende Luftschichten zu schaffen.
Beim bauen der Module stellte sich jedoch heruas, dass das Papier eine Schwachstelle zwischen den Holzschichten darstellt. Auch der Herstellungsaufwand bei diesen Varianten war sehr hoch.

Bei diesem Modell wurden vier Hölzer versetzt zueinander verdübelt und bildeten somit ein Stecksytem. Die Luftkammern wurden durch horizontale Einschnitte in das Holz gebracht. Da die Holzer versetzt zueinander sitzen vermeidet man Wärmebrücken. Durch den vertikal durchgehenden Vollholzquerschnitt wurde die Lastabtragung ermöglicht. Jedoch zeigte sich an dem Modell eine starke Verformung der Hölzer durch die einseitigen Einschnitte und somit wurde diese Variente weiter ausgearbeitet.

Eine weitere Möglichkeit war es die Einschnitte Vertikal zu setzen und die Hölzer übereinander zu legen. In diesem Versuch entwickelte sich die Idee die Fassade in die Konstruktion mit einzuarbeiten. Durch die angeschrägte Seite und eine Tropfnase wurde die Fassade gleich mit eingearbeitet. Jedoch sah man hier das Problem der Wärmebrücke, die durch den durchgehenden Holzquerschitt an der Oberseite der Hölzer entstand. Zudem hatte man die Befürchtung, dass durch die intergrierte Fassade die Konstruktion mit der Zeit geschwächt werden könnte.

Aus den Erkennissen der Modelle ist die Gruppe schließlich zu dem gewählten Modul gekommen. Die Konstruktinsvollhölzer in den Maßen von 100x200 cm wurden von beiden Seiten versetzt zueinander eingeschnitten, sodass eine Mäanderform entstand. Damit erhielt man ein fleibles und Wärmebrückenfreies Modul. An den äußeren Rändern blieb noch ein Vollholzquerschnitt stehen, wo dann die Verbindung zu den anderen Modulen eingearbeitet werden konnte und die Lastabtragung möglich war.

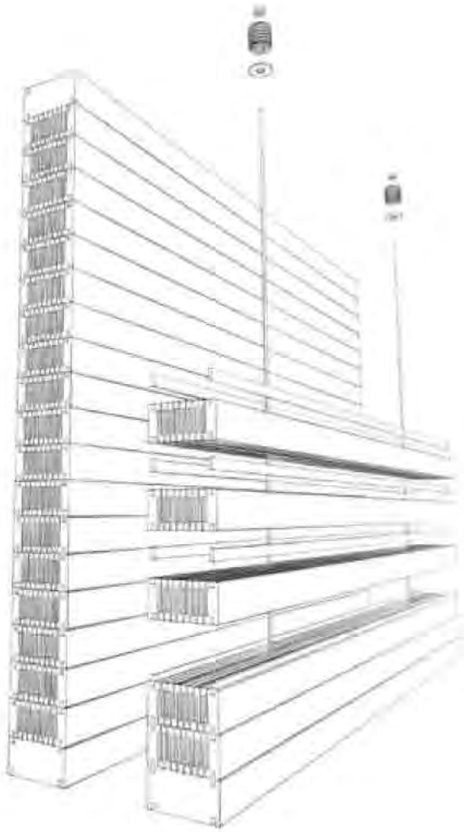
Die Konstruktion

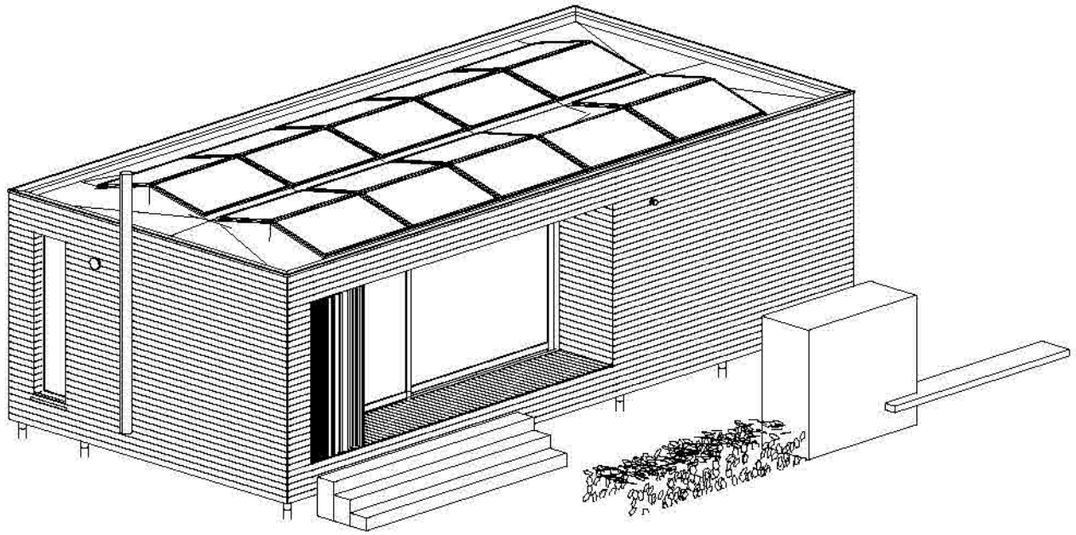
Aus dem Entwurf ergab sich in der Konstruktion die Anlehnung an den Blockbau, anstelle der heute oft eigesetzen Holzrahmenbauweise. die Herausforderung war es mit nur zwei Komponenten, Holz und ruhende Luft, eine Konstruktion zu entwickeln, die die heutigen Standarts der Wärmedämmung erfüllen. Zudem sollte die gesamte Konstruktion rückbaubar entwickelt werden.

Der Prototyp ist aufgebaut aus vorgefertigten Vollholzelementen, die erts auf der Baustelle zusammengesetzt werden. Der Boden und die Decke bestehen aus jeweils 10 Vollhölzern, die zu einem Element von einem Meter zusammengesetzt werden. Die Wandelemente sind aus 28 übereinandergesetzten Vollhölzern zusammengesetzt, die durch Lamellen gefügt und durch Gewindestangen zusammengehalten werden. Die Wände sind doppelt ausgeführt mit einer Dampfsperre dazwischen. Außenseitig sitzt die Fassade in Form einer Stülpschalung aus Lärchenholzbrettern mit einer Hinterlüftung. Um sich zusätzliches Material und Lasten auf dem Dach und im Boden zu ersparren sind hier zusätzliche Dämmkassetten zum Einsatz gekommen. Diese bestehen aus OSB-Platten und sind mit Zellulosedämmung gefüllt. Dadurch gleich man nicht nur den Wärmedämmwert der Decke und des Bodens an den der Wand an, sondern schafft zusätzlichen Raum für Installationen. Zwischen den Kassetten sind Lufträume gelassen worden. Im Boden breitere Schächte für Leitungen wie Wasser, Fußbodenheizung und Elektro. Auf dem Dach nur schmale Kanäle für die Elektroleitungen. Gleichzeitig bilden die Dachdämmkassetten das Gefälle für die Entwässerung.

Die gesamte Konstruktion ist gegründet auf 15 Schraubfundamenten von jeweils 2,10 m länge. Die Hauptlasten im Boden werden von 11 m langen KVH-Randbalken getragen, die über die lange Seite des Gebäudes Spannen.

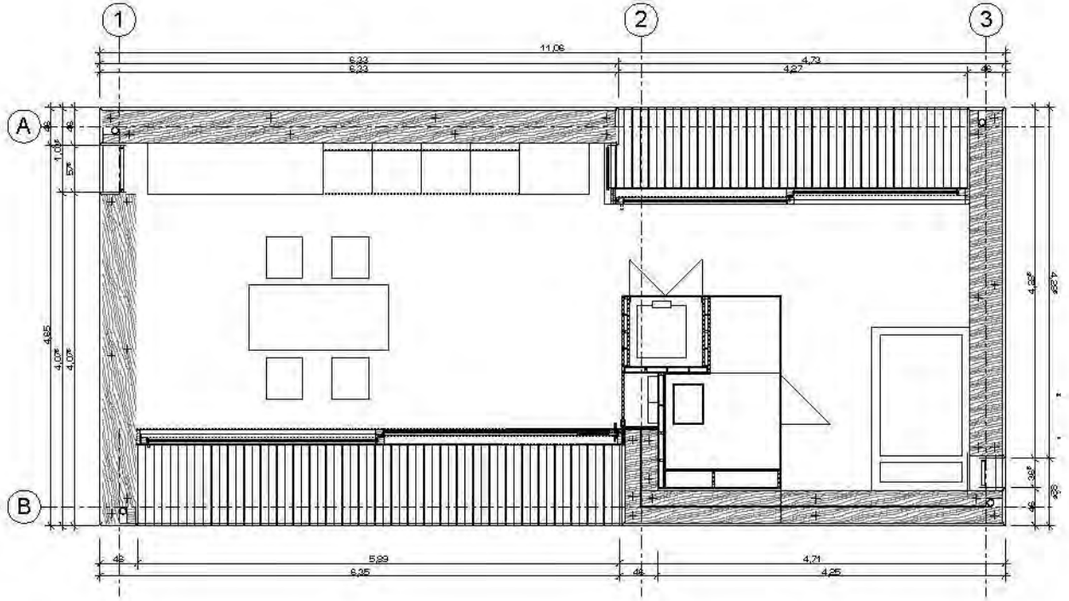
Die dachlasten werden ebenfalls von 11 m langen Randbalken getragen, die jedoch über den Fenstern noch von ca. 6 m langen Balken mit Obergurt unterstützt werden.



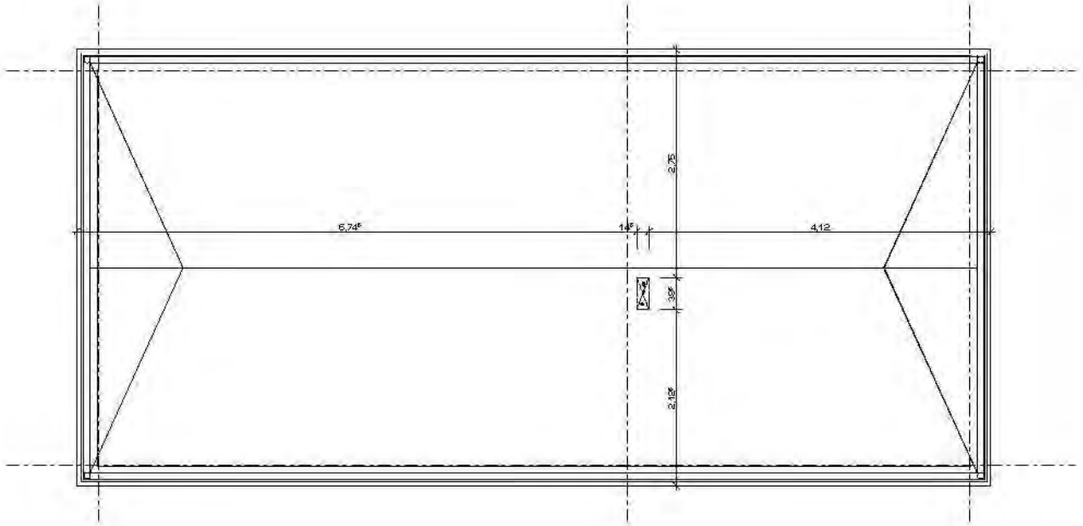


Grundriss

Das Wohnkonzept vom Prototypen besteht aus einem großzügigem Einraum-Wohnen: Der größere Teil beinhaltet mehrere Funktionen, wie Wohnund Arbeitsbereich, als auch Eingangsbereich, Küche und Entspannungsort, der mit einem Kaminofen die Wohlfühlatmosphäre vollendet. Auf der, dem Fenster gegenüberliegenden, Seite erstreckt sich ein Element, das auf der linken Seite eine Sitzbank mitsamt Bücherregal formt und dann in eine kleine Küchenzeile übergeht, bei der die Geräte bei Nichtgebrauch unter Klappen verstecken lassen. Rechts davon endet das Element wiederrum in einer Bank, die als Bereich des Ankommens dient. Der Tisch kann wiederrum durch Klappen von einem Arbeitstisch zu einem Esstisch verwandelt werden, ohne dass man seine Sachen abräumen muss. Der kleinere Teil besteht aus einem Schlafbereich und einem Badmodul, das als Möbelstück im Raum steht und ebenfalls als Raumtrenner dient. Das Modul beinhaltet sowohl die technischen Anlagen, als auch ein komprimierten, aber dennoch komfortablen Badbereich. Vorhänge an allen Fenstern runden das Konzept ab und ermöglichen sehr große Privatsphäre, als auch Freiräume.



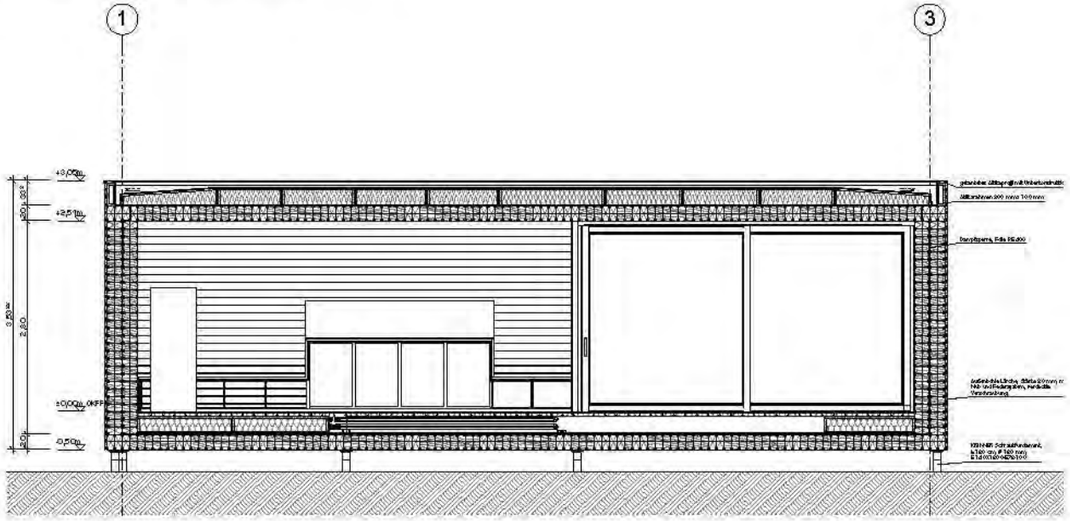
Dachaufsicht



Schnitt AA

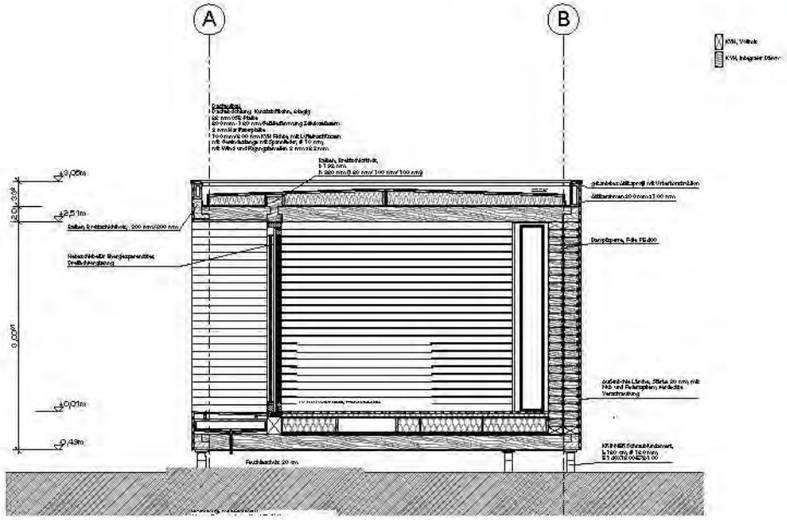
Dachaufbau
Dachabdichtung Wolfin Dachbahn
Trennschicht Bitumenbahn
22 mm OSB-Platte
200-120 mm Gefälledämmung Zellulosefasern
8 mm MDF-Platte
100/200 mm KVH Fichte, mit Lufteinschlüssen
ø 10 mm Gewindestange mit Spannfeder
8/28 mm Wind- und Fügungslamellen

Bodenaufbau
20mm Massivholzdielen
44mm Fußbodenheizung
22mm OSB-Platte
184mm Zellulosedämmung
8mm Sperrholzplatte
22mm OSB-Platte, lastverteilende Schicht
100/200mm KVH-Fichte, mit Lufteinschlüssen
10mm OSB-Platte, Feuchteschutz

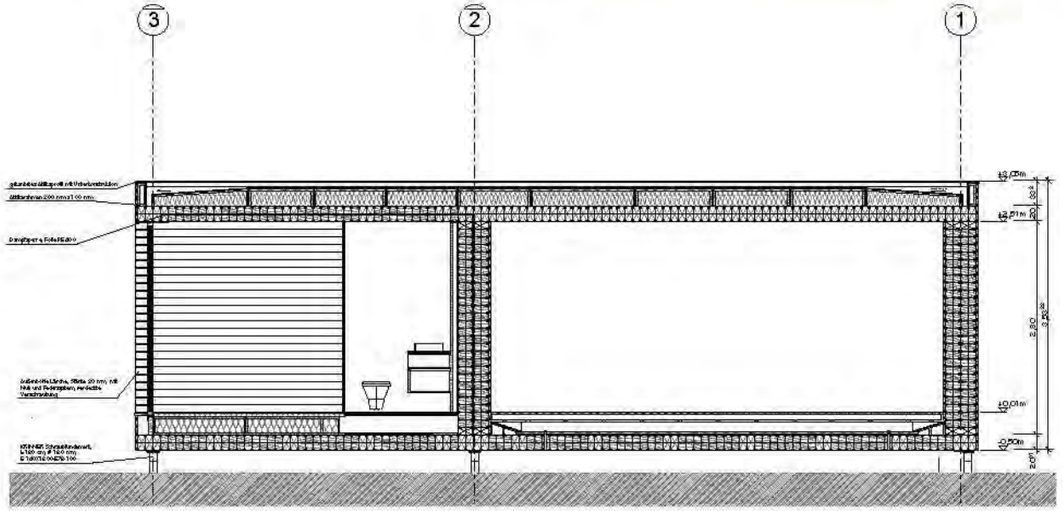


Schnitt BB

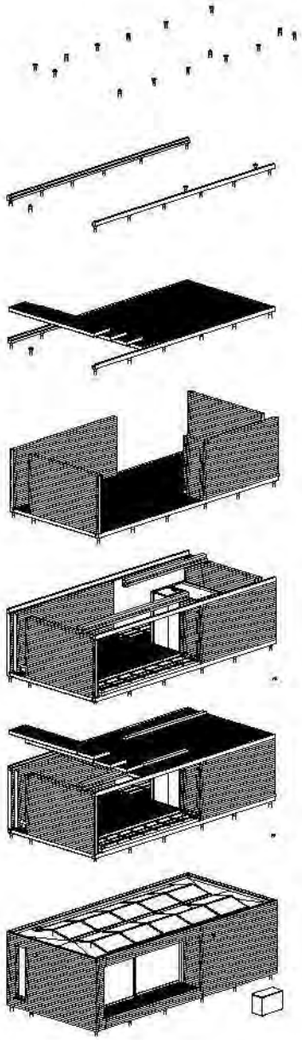
Terrassenaufbau
28 mm Außenbohle Lärche
60/40mm Dachlatte, als Unterkonstruktion
60/80mm Dachlatte, als Unterkonstruktion
22 mm Terrassenkassette, OSB-Platte
50 mm Terrassenschwerter, OSB-Platte
Terrassenentwässerung, Fangsieb
ø 70 mm Edelstahlrohr, Entwässerung
100/200 mm KVH Fichte
8 mm OSB, Feuchteschutz

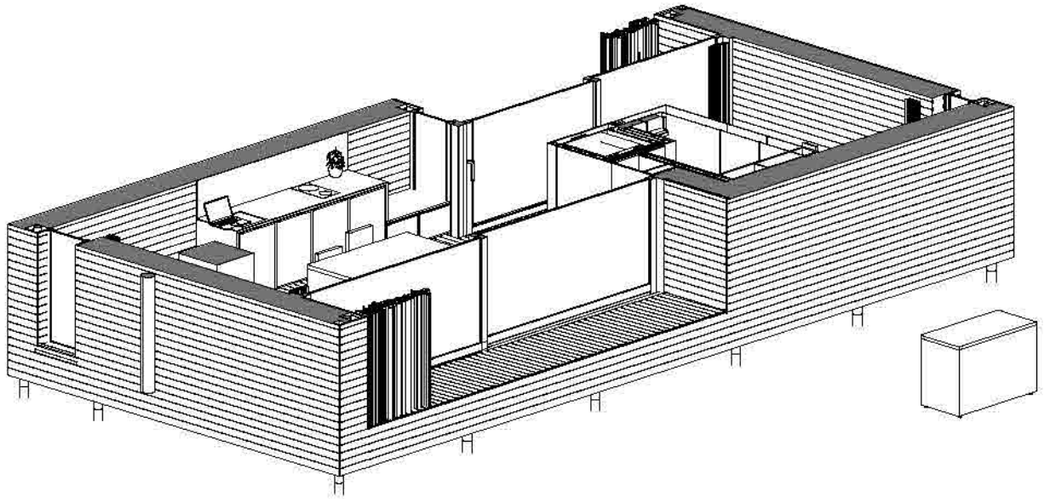


Schnitt CC
Längsschnitt durch den Wohnbereich und das Badezimmer

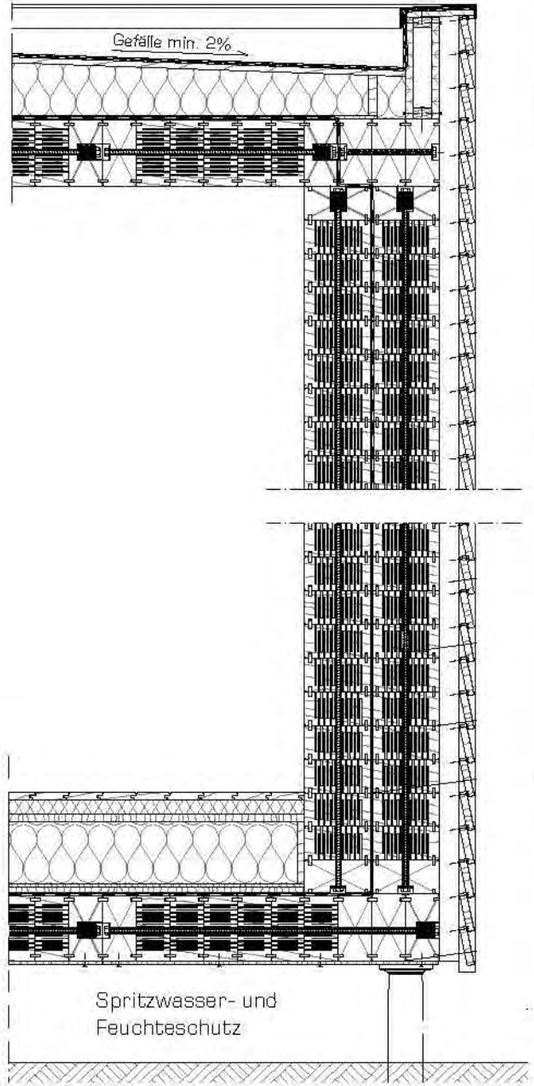


Konstruktionsprinzip





Detailschnitt 1
Detailschnitt Dach- und Bodenanschluss



Attikaaufbau
gekanntetes Attikablech auf Unterkonstruktion
Wolfin Dachbahn
22 mm OSB Gefällebrett
Rahmenkonstruktion aus Dachlatten, 22 mm OSB

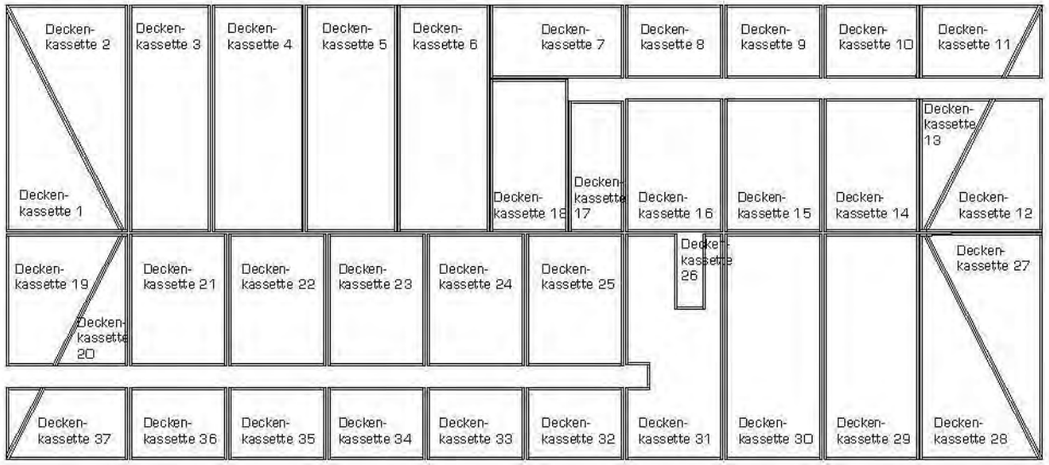
Dachaufbau
Dachabdichtung Wolfin Dachbahn
Trennschicht Bitumenbahn
22 mm OSB-Platte
200-120 mm Gefälledämmung Zellulosefasern
8 mm MDF-Platte
100/200 mm KVH Fichte, mit Lufteinschlüssen
ø 10 mm Gewindestange mit Spannfeder
8/28 mm Wind- und Fügungslamellen

Fassadenaufbau
40/60 mm Konterlattung
Hinterlüftung
Holzschrauben L 9065, A2, 4 x 50/30 mm, selbstschneidend
21 mm Lärche Außenbohle, Stülpschalung, verdeckte Verschalung

Fundamente
KRINNER Schraubfundamente, l= 210 cm
ø 160 mm, E 140x2100- E76-100

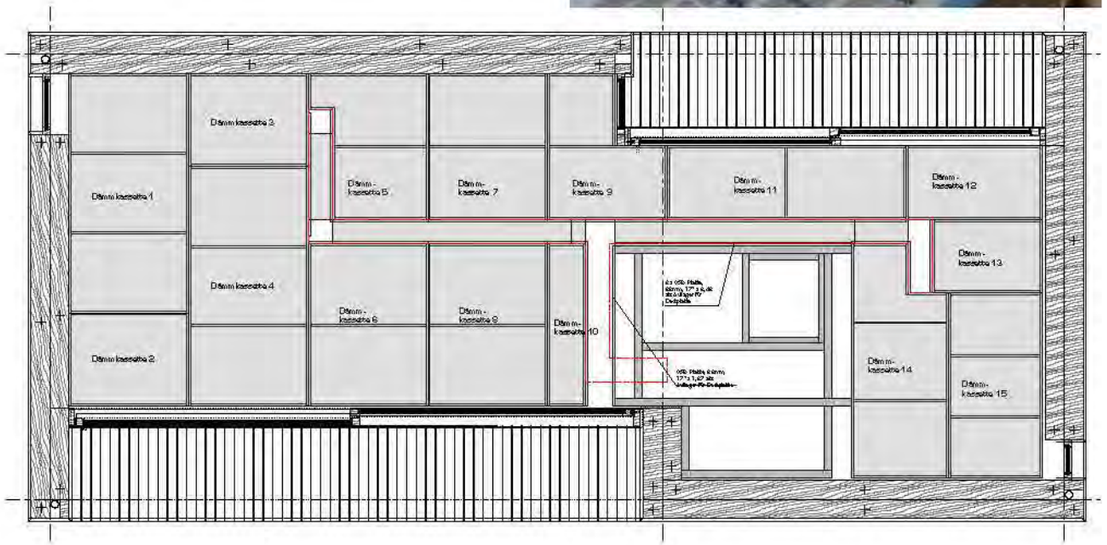
Dämmkassetten Dach

Aufbau
22 mm OSB-Platte
200-120mm OSB-Platte,
gefüllt mit Zellulosedämmung
8 mm MDF



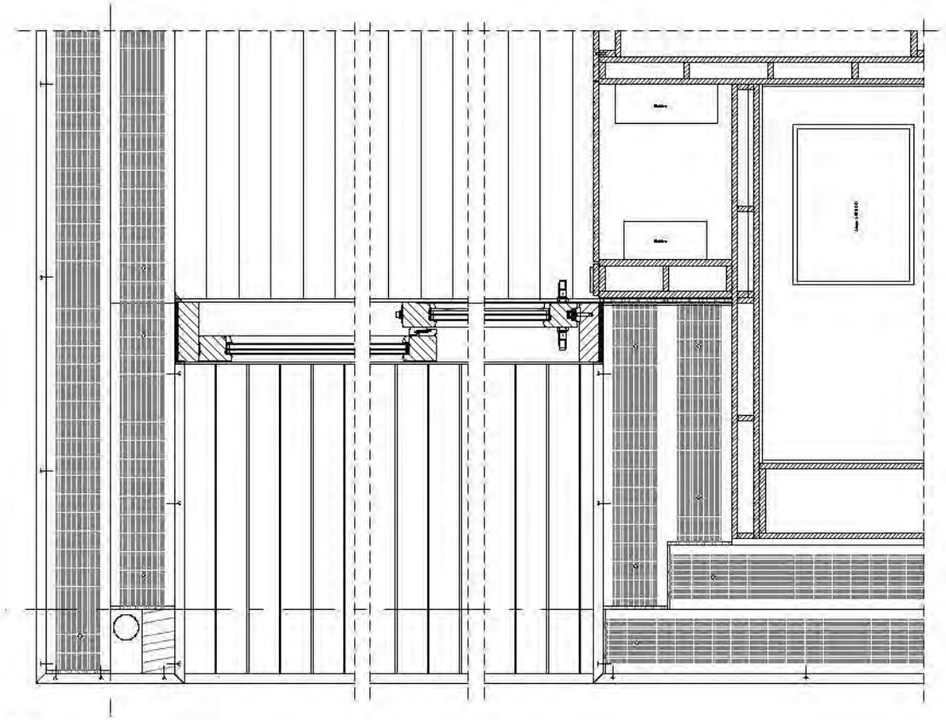
Dämmkassetten Boden

Aufbau
22mm OSB-Platte
175 mm OSB-Platte, gefüllt mit Zellulosedämmug
8 mm MDF

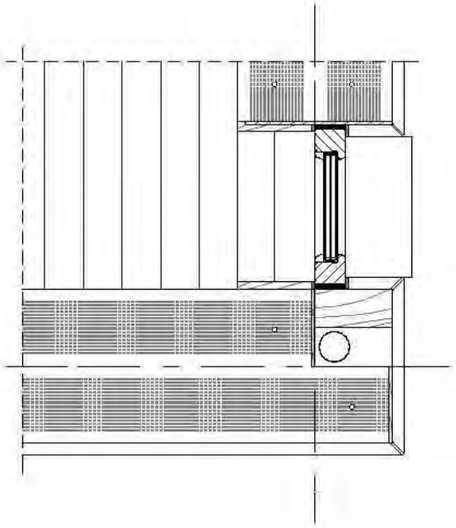


Detail 1
Fensteranschluss Südterrasse

Fenster, Hebeschiebetür
Festverglasung Energiesparendster,
Dreifachverglasung, Blendrahmen 78/78 mm



Detail 2
Fensteranschluss Schlafbereich



Fenster, festverglast
Dämmstreifen, mit Dichtstoff
Blendrahmen, innen

Festverglasung Energiesparendster,
Dreifachverglasung, Blendrahmen 78/78 mm
Fensterbank, 30 mm, mind. 2% Gefälle

Wandaufbau, Ecke
Dampfsperre, Folie PE 400
Eckständer, Kantholz 200/100 mm
Regenfallrohr, Stahl, DN 80
Gewindestange mit Spannfeder, ø 10 mm

Außenbohle Lärche, 28 mm, Stülpschalung
KVH Fichte 100/200 mm, mit Lufteinschlüssen
Sperrholzplatte, 8 mm, mit Kautschukkleber

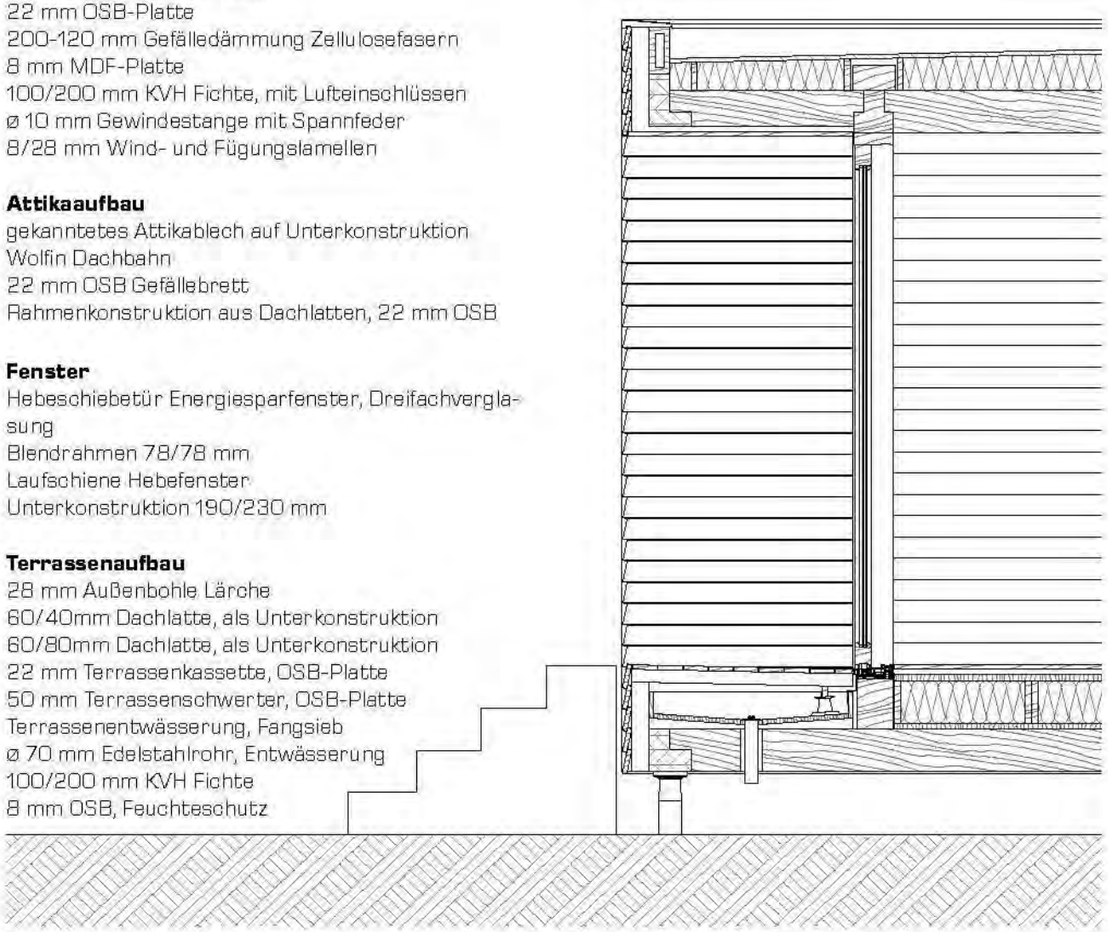
Detailschnitt 2
Dach- und Terrassenkonstruktion mit Fenster

Dachaufbau
Dachabdichtung Wolfin Dachbahn
Trennschicht Bitumenbahn
22 mm OSB-Platte
200-120 mm Gefälledämmung Zellulosefasern
8 mm MDF-Platte
100/200 mm KVH Fichte, mit Lufteinschlüssen
ø 10 mm Gewindestange mit Spannfeder
8/28 mm Wind- und Fügungslamellen

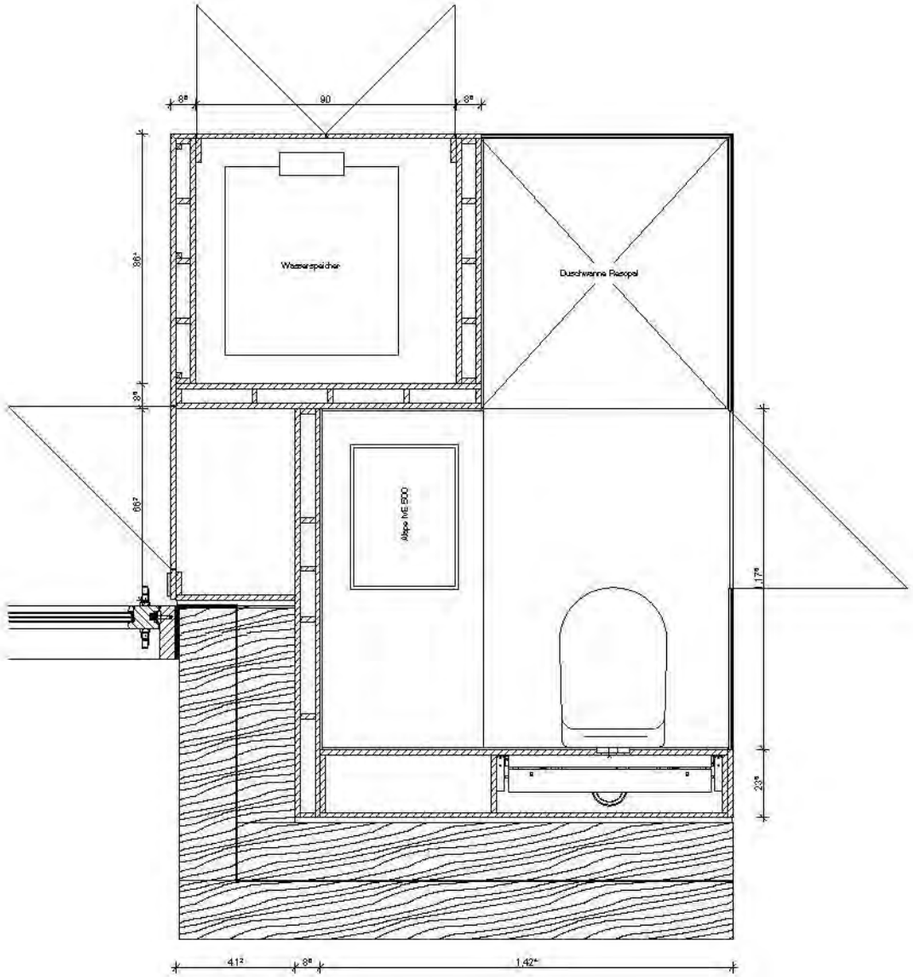
Attikaaufbau
gekanntetes Attikablech auf Unterkonstruktion
Wolfin Dachbahn
22 mm OSB Gefällebrett
Rahmenkonstruktion aus Dachlatten, 22 mm OSB

Fenster
Hebeschiebetür Energiesparfenster, Dreifachverglasung
Blendrahmen 78/78 mm
Laufschiene Hebefenster
Unterkonstruktion 190/230 mm

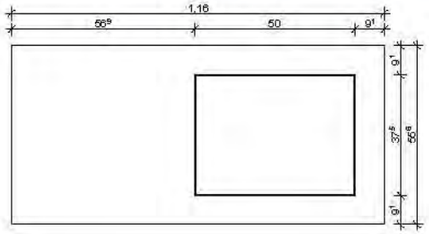
Terrassenaufbau
28 mm Außenbohle Lärche
60/40mm Dachlatte, als Unterkonstruktion
60/80mm Dachlatte, als Unterkonstruktion
22 mm Terrassenkassette, OSB-Platte
50 mm Terrassenschwerter, OSB-Platte
Terrassenentwässerung, Fangsieb
ø 70 mm Edelstahlrohr, Entwässerung
100/200 mm KVH Fichte
8 mm OSB, Feuchteschutz

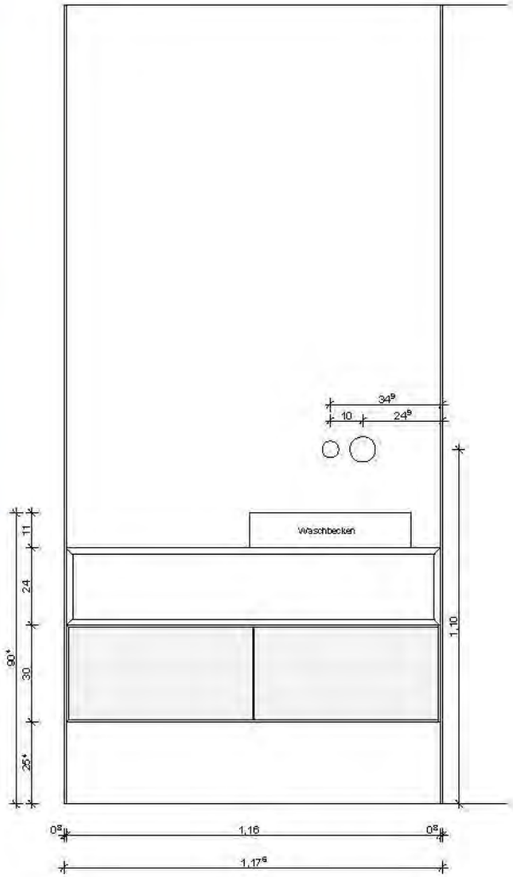


Badezimmer
Detailierter Grundriss

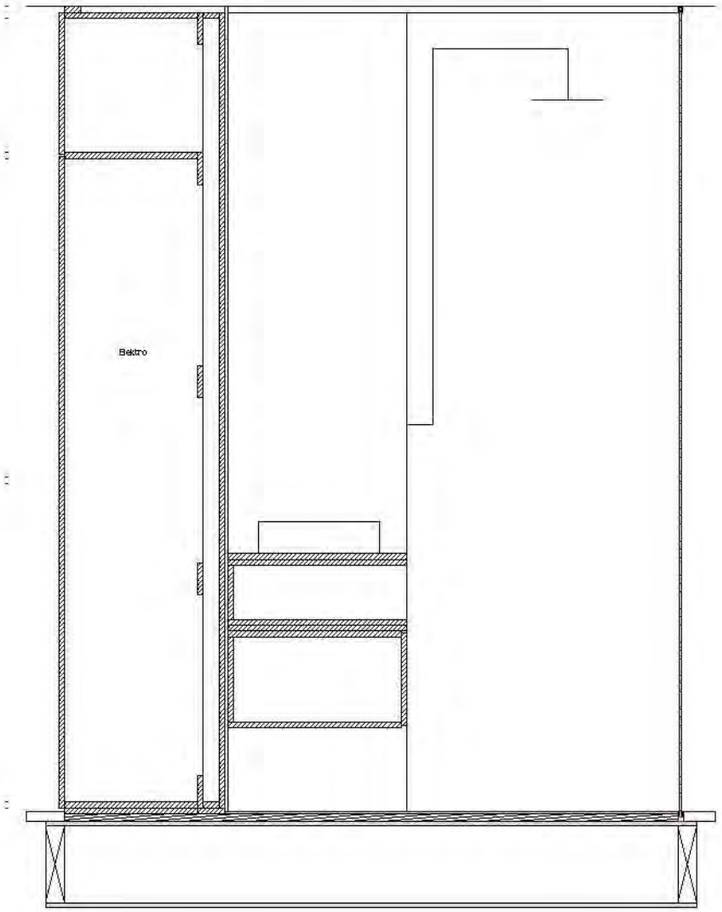


Badezimmer
Waschtisch Detail

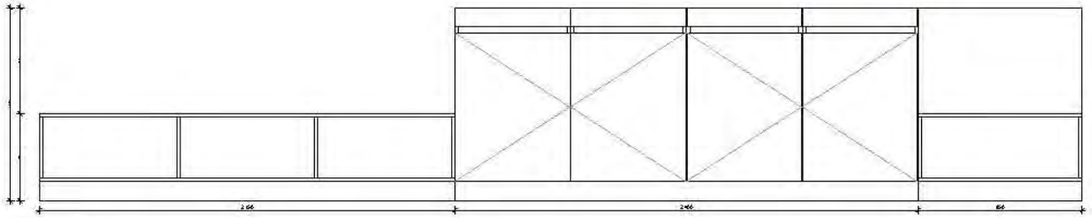




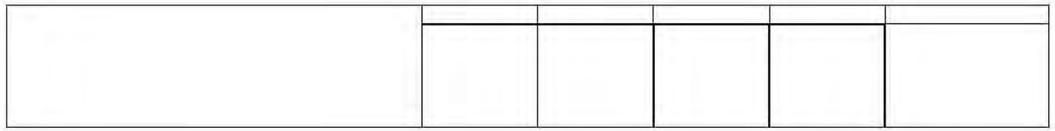
Badezimmer
Schnitt



Küche
Detailansicht

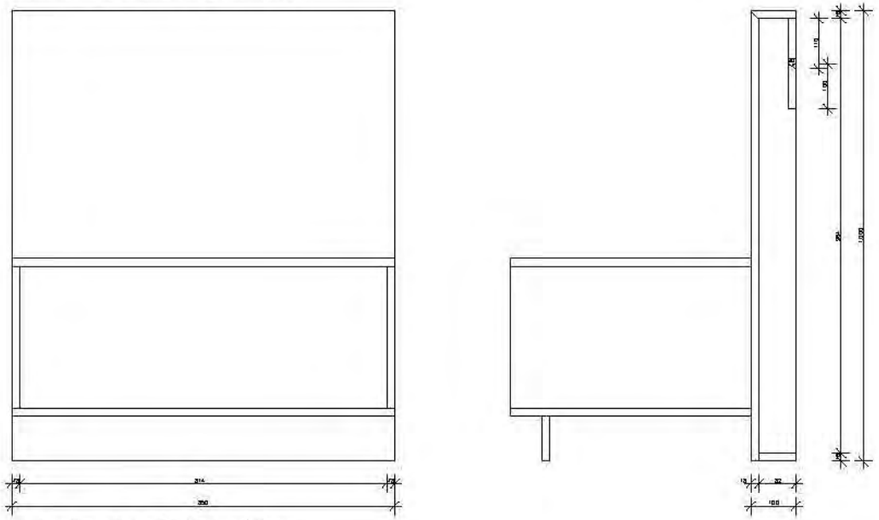


Ansicht

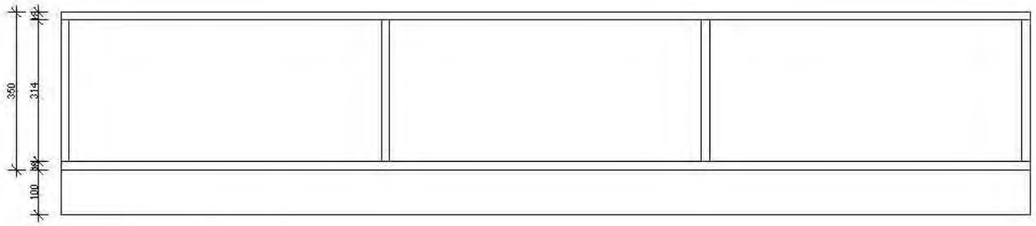


Aufsicht

Küche
Sitz- und Verstaumöglichkeiten

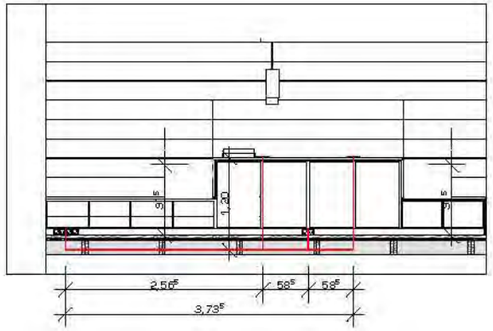


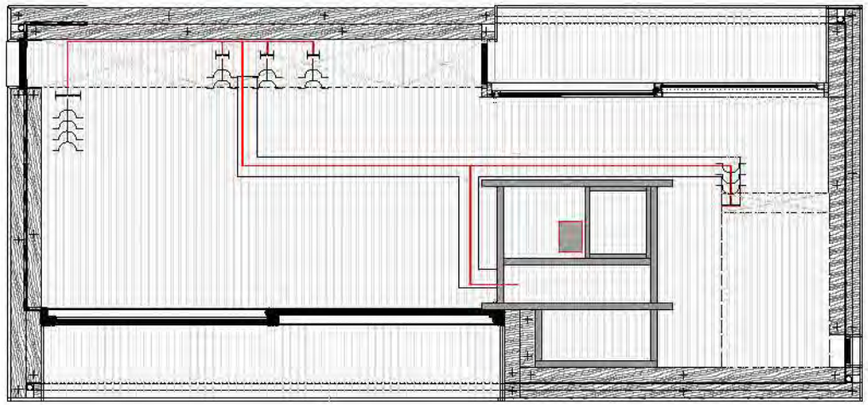
Sitzbank, recht, mit Rückenlehne



Sitzbank, links, ohne Rückenlehne

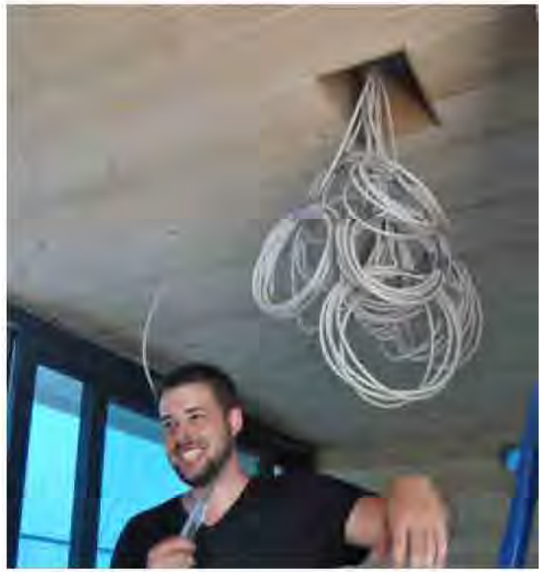
Elektroplanung
Kabelführung in Bodenschächten und Steckdosenverteilung

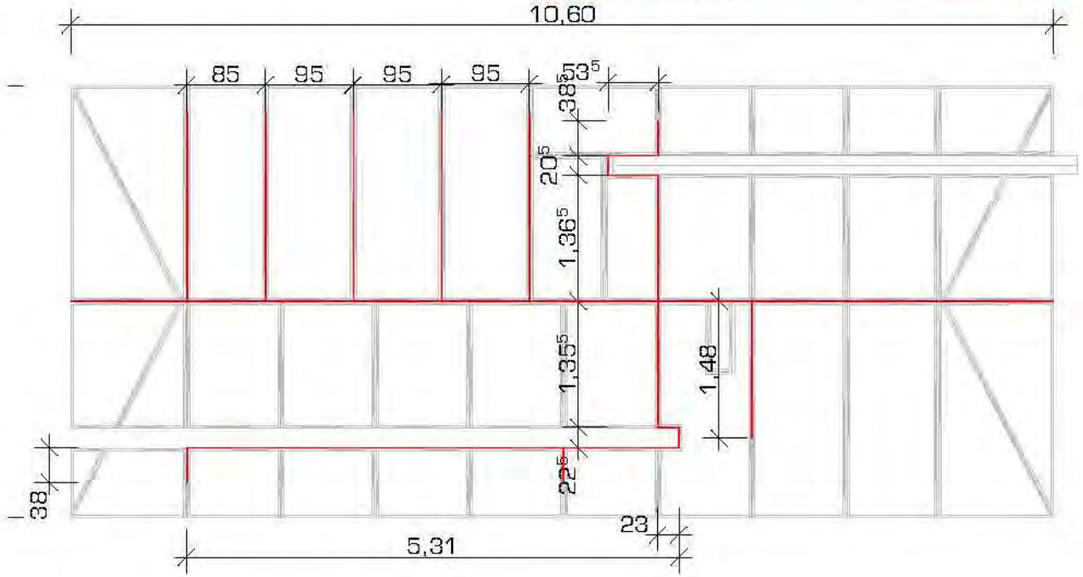




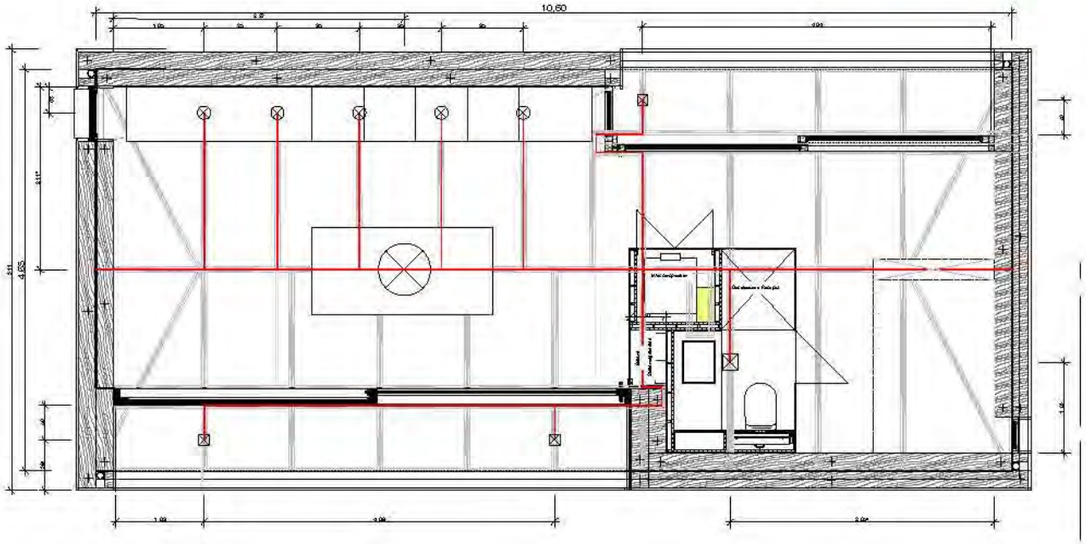
Steckdose mit Abdeckung

Elektroplanung
Kabelführung- und Durchbruch für Lampen und Bewegungsmelder in der Decke

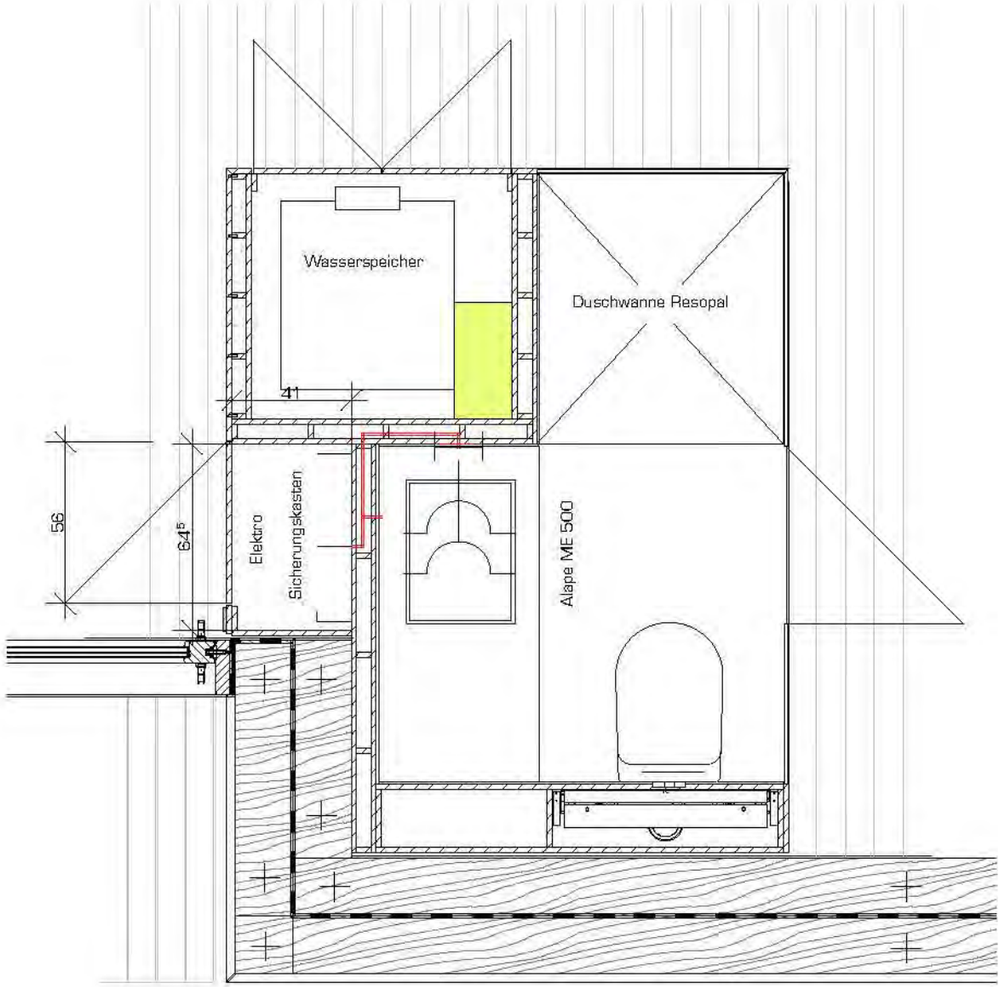


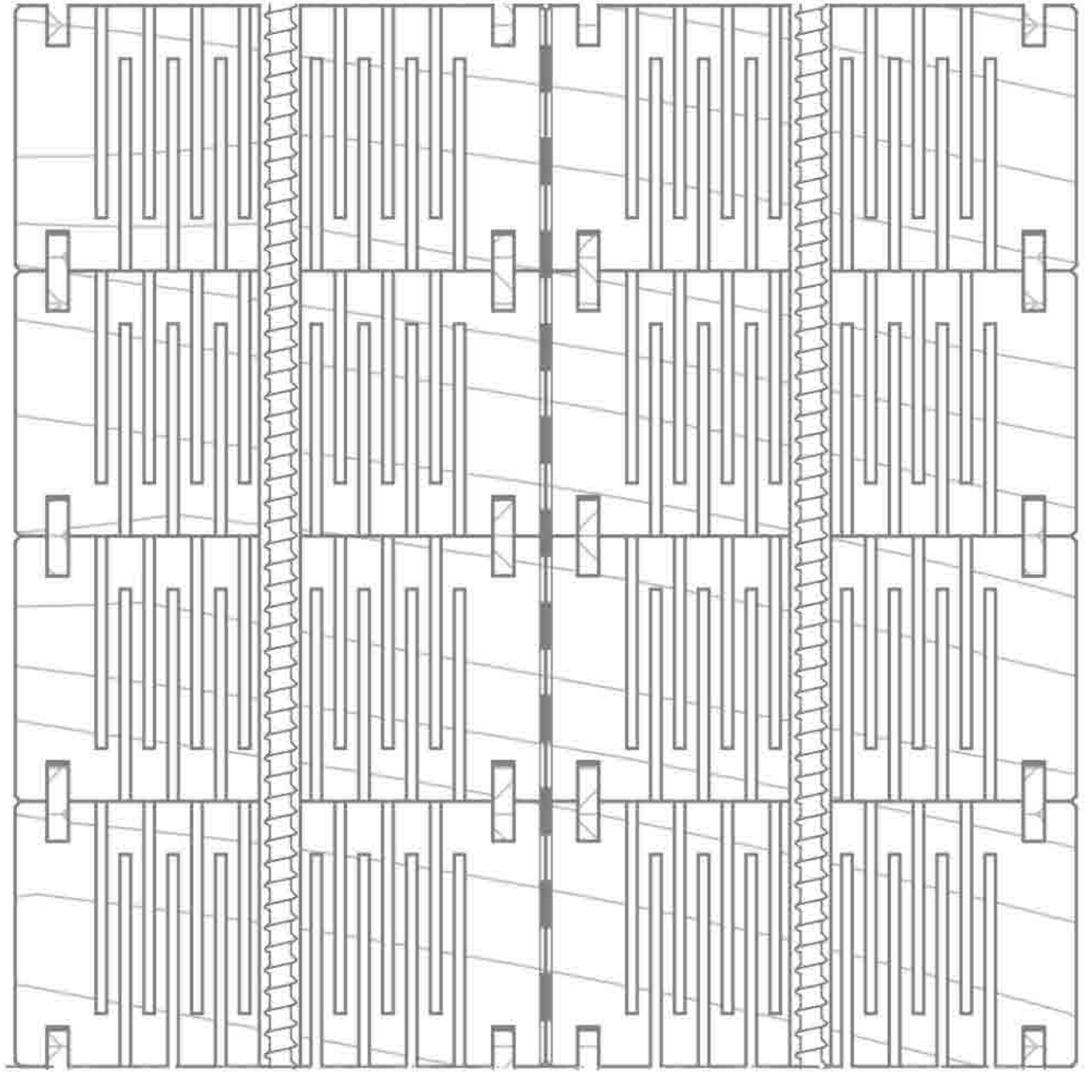


Elektroplanung
Position der Lampen



Technik
Technischer Ausbau im Badmodul





Dämmung von Massivholzwänden durch Lufteinschlüsse in der Wandkonstruktion

Rene Stegemann

Die Untersuchung dieser Arbeit bezieht sich auf die Erreichung eines effizienten Wärmedämmwertes durch integrale Luftdämmung in Massivholzwänden. Kriterien der Ausarbeitung sind der Materialeinsatz durch Vollhölzer, der Luftanteil im Dämmsystem, die Verbindungsmittel der Wandsysteme, sowie der Produktionsaufwand hinsichtlich der Herstellung und Fügung der Wandelemente.
Im Zentrum der Untersuchung stehen die dämmtechnischen und konstruktiven Eigenschaften, sowie der Herstellungsaufwand des entwickelten Dämmmoduls. Zur Auswertung der Effizenz des Dämmmoduls werden drei Vergleichswände nach den oben genannten Kriterien untersucht und anschließend mit den Ergebnissen des neu entwickelten Dämmsystems verglichen. Die Vergleichsobjekte sind Thoma Holz100 und Dendro-Light, die ebenfalls mit einer integralen Luftdämmung arbeiten, sowie eine Holzrahmenwand mit höherwärtigem Dämmwert, um die Ergebnisse der integralen Luftdämmsysteme einordnen zu können.
In einem Fazit werden die Herstellung, die Konstruktion, die Dämmwirkung und die Wirtschaftlichkeit in Bezug auf das Dämmsystem des Timber Prototyps und die Dämmsysteme der Vergleichsobjekte bewertet. Dabei werden die positiven, negativen, sowie die verbesserungswürdigen Eigenschaften der verschiedenen Dämmsysteme erläutert.

Wärmebrückenfreies Dämmmodul

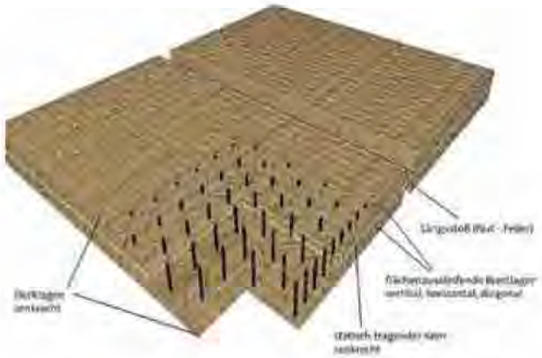
Das im Fokus des Forschungsprojektes stehende Dämmmodul ist ein Konstruktionsvollholz aus Fichte. Die gute Dämmwirkung des Moduls entsteht durch die integrierten Luftkammern und dessen mäanderförmige Anordnung. Dieses System bewirkt, dass im Querschnitt des einzelnen Moduls keine Wärmebrücken vorhanden sind. Der Weg im Holz, der als Wärmebrücke dienen könnte, wird durch die gegenläufigen Einschnitte um ein vielfaches verlängert. Auch das natürliche Arbeiten des Holzes wird durch die Einschnitte verringert. Durch den stark reduzierten Querschnitt, kann sich das Holz kaum noch verdrehen bzw. schüsseln. Mit dieser neuen Eigenschaft können, anders als bei herkömmlichen Blockbauten, die Wandmodule flach und ohne zusätzliche Abdichtungsmittel zwischen den Lagen, übereinander gestapelt werden. Durch das Eigengewicht der Wand und durch den schwachen Querschnitt sind die Module aufeinander gepresst und somit die Luftkammer abgeschlossen.
Folgende Massivholzmengen in Form von Konstruktionsvollhölzern mit den Abmaßungen 10/20 cm sind im Timber Prototype verarbeitet:

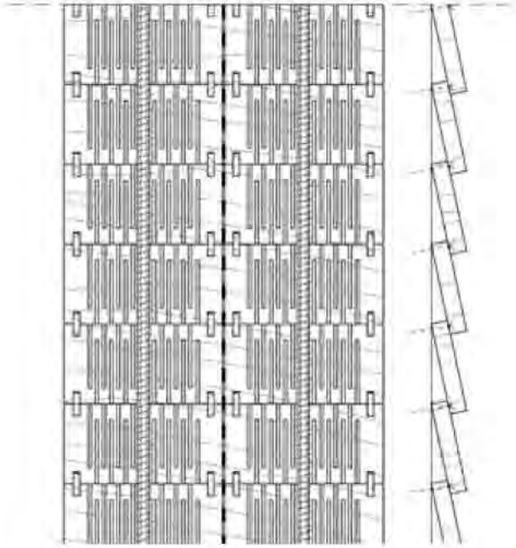
Volumen 43 m^3 mit
Dämmeinschnitten 1680,5 lfm
ohne Dämmeinschnitte 467,2 lfm
Lfm insgesamt 2148,2 lfm

Die Produktion des Dämmmoduls ist aufwändiger und langwieriger als geplant. Aus der Blockbaukonstruktion resultiert eine hohe Zahl an laufenden Metern, die für die Dämmmodule eingeschnitten werden muss. Um diese Mengen effektiv zu verarbeiten, ist es notwendig, dass möglichst viele Einschnitte in einem Arbeitsgang durchlaufen werden. Die Herausforderung ist dabei die Tiefe und die Anzahl der Einschnitte. Pro Seite des Moduls sind acht Einschnitte mit einer Tiefe von jeweils acht Zentimetern vorzunehmen. Um einen Eindruck davon zu bekommen wie hoch die Leistungsanforderung an die Maschine ist, hilft eine einfache

Umrechnung: Anzahl Schnitte × Schnitttiefe = 64 cm Einschnitttiefe, also ein Sägeblatt mit ca. 1,30 m Durchmesser. Nach langer Recherche konnten Produzenten mit entsprechenden Hobelmaschinen ausgemacht werden. Jedoch scheiterte es an der Herstellungszeit der speziellen Maschinenköpfen, mit der hohen Anzahl an Sägeblättern und dessen Schnitttiefen. Diese Tatsache machte es nötig, herkömmliche Maschinen zu nutzen. Die Wahl fiel auf eine Leistungsstarke Tischfräse in der Schreinerei des Industriepartners. Durch diverse Probestücke konnte die Leistungsgrenze der Maschine ermittelt werden. Durch vier Z4 Nuter mit jeweils 8 cm Schnitttiefe und einer Vorschubgeschindigkeit von ca. 2,5-3,0 m/min, wurde die Maschine an ihre Leistungsgrenze gebracht. Die Rahmenbedingungen erforderten, dass jedes Dämmmodule acht mal an der Fräse genutet werden musste. Vier Arbeitsgänge für die Nutungen der Fügungslamellen von 15/8 mm und vier Arbeitsgänge für die Dämmeinschitte mit jeweils vier Nuten von 4/80 mm

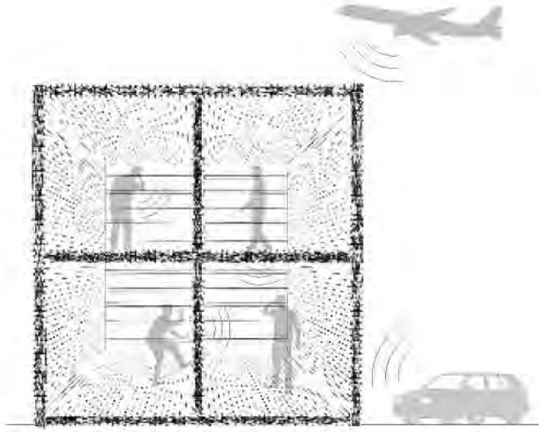
Vergleich drei bekannter Syteme mit dem Timber Prototypen





Auswertung der U-Wert Berechnungen

Die Ergebnisse der U-Wert Berechnung zeigen deutlich, dass die Holzrahmenbauwand mit der Holzfaserdämmung den besten Dämmwert hat. Durch den feinfaserigen Aufbau und die vielen kleinen Lufteinschlüsse zwischen den Holzfasern, hat diese Dämmung eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit. Die Dämmsysteme des Timber Prototyps, von Thoma Holz100 und von DendroLight haben konstruktiv integrierte Luftkammern. Diese Kammergrößen sind abhängig von den maschinellen Randbedingungen und der Größe der einzelnen Bauteile des Systems. Je kleiner das einzelne Bauteil ist, desto weniger Material kann für die Luftkammern ausgefräst werden, da die Eigenstabilität des Bauteils stark eingeschränkt wird. Ebenfalls ist die Anordnung der Luftkammern entscheidend für die Dämmwirkung. Diese technischen Grenzen sind ausschlaggebend für den U-Wert einer integralen Luftdämmung in einer Massivholzwandkonstruktion. Da die Dämmtechniken der drei Massivholzwände sich ähneln, ist auch eine Ähnlichkeit in den Ergebnissen ablesbar. Die Unterschiede der U-Werte sind nur gering. Thoma Holz100 hat im Vergleich den geringsten Dämmwert. Dies ist optisch am Luftanteil im Wandquerschnitt zu erahnen. Die Aussparrungen für die Lufteinschlüsse sind in diesem System geringer als in den Wandaufbauten des Timber Prototyps und von DendroLight.



Die Wandkonstruktion des Timber Prototyps hat neben der wärmedämmenden Wirkung noch einen weiteren positiven Aspekt. Durch die Einschnitte in den Profilen ist die Masse des Holzes so destabilisiert, dass auftretender Körperschall nur schlecht durch das Bauteil transportiert wird. In herkömmlichen Holzhäusern sind die Geräusche von Schritten oder durch Klopfen gut hörbar, da die Vollholzbalken und Bretter wie Klangkörper wirken. Auch die akustischen Eigenschaften sinddurch die weichen Holzwände in den Räumen geändert. Der Luftschall und somit ein Nachhallen wird noch effektiver als im herkömmlichen Holzbau absorbiert. Diese Eigenschaften machen die Wandkonstruktion für den Einsatz im Wohnungsbau als Raumtrennwände denkbar.

Vergleichende Untersuchungen zur konstruktiven Luftdichtheit

Marion Wiese

Die Luftdichtheit von Gebäuden gewinnt immer mehr an Bedeutung. Insbesondere auf Grund der steigenden Anforderungen an den Wärmeschutz. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014 bezieht sich in Abschnitt 2 § 6 auf die Luftdichtheit von Neubauten. „Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist."
Durch die richtige Ausführung einer Luftdichtheitsebene kann unter anderem der Heizwärmebedarf im Winter reduziert, der sommerliche Wärmeschutz verbessert, Tauwasserausfall vermieden der Schallschutz optimiert und die Behaglichkeit im Gebäude gewährleistet werden.

Diese Arbeit befasst sich mit den Grundlagen der Luftdichtheit von Gebäuden und dem Vergleich von ausgeführten Beispielen zur Sicherung der Luftdichtheit. Untersucht wird an verschiedene Konstruktionsarten die Materialität und die Art der Ausführung der Luftdichtheitsebene, sowie die erzielte Luftdichtheit anhand von Messergebnissen. Die Winddichtheit wird zunächst nicht betrachtet.

Unterschied luftdicht – winddicht – dampfdiffusionsdicht

Auf der kalten Außenseite der Wärmedämmung befindet sich die winddichte Ebene. Sie verhindert, dass die Dämmung von Wind durchströmt wird und somit ihre Dämmwirkung enorm verschlechtern würde. Die luftdichte Ebene an einem Gebäude wird an der warmen Innenseite der Wärmedämmung angebracht. Die genaue Lage soll in einem Luftdichtheitskonzept festgelegt werden. Die luftdichte Ebene entspricht häufig gleichzeitig der dampfdiffusionshemmenden Ebene. Diese soll unterbinden, dass raumseitig entstehender Wasserdampf in die Konstruktion gelangen kann. Die nebenstehende Abbildung verdeutlicht den Unterschied zwischen winddicht, luftdicht und dampfdiffusionsdicht im Bezug auf Gebäude.

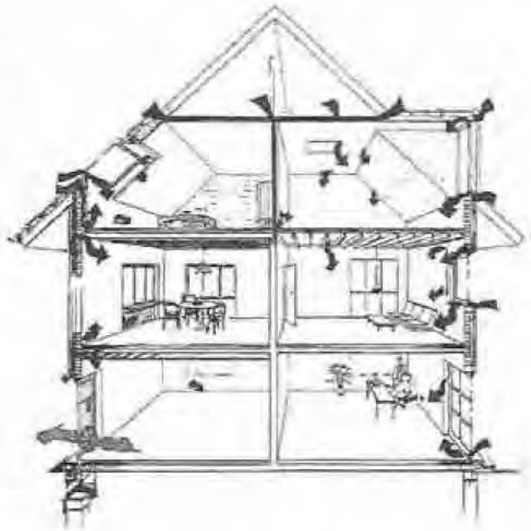
Materialien der Luftdichtheitsebene

Bahnen
Bahnen die der Luftdichtheit dienen können aus Kunststoff, Elastomeren, Bitumen oder Papier bestehen. Die Bahnen werden auf der warmen Innenseite der Dämmung ausgeführt. Dabei ist darauf zu achten, dass sie keine dauerhaften Spannungen oder Lasten aufnehmen müssen. Dies könnte zu Schäden führen. Besteht die Möglichkeit, dass sich Bauteile nach gewisser Zeit ausdehnen, ist dies frühzeitig mit einzuplanen. Die Stöße der Bahnen werden mit einem Klebeband verklebt. Bahnen müssen an andere luftdichte Bauteile angearbeitet werden. Zum Beispiel mit Hilfe von Klebeband. Ist der Untergrund für Klebebänder ungeeignet (Beton, Mauerwerk, etc.) muss dieser vorbehandelt werden. Dazu dienen so genannte „Primer". Diese sind Anstriche, welche auf die ungeeignete Oberfläche aufgetragen werden, trocknen und dann als ausreichend haftend für Klebebänder gelten. Klammern zum befestigen einer Luftdichtheitsbahn stellen keine Gefährdung der Luftdichtung dar. Durch den Anpressdruck ist die Luftdichtheit gegeben. Dient die Luftdichtheitsebene allerdings gleichzeitig als Dampfsperre, müssen Unterbrechungen aufgrund von Klammern zusätzlich abgeklebt werden. Werden Nägel oder Schrauben durch die Folie geführt, ist diese Stelle nur dicht, wenn sie mit einer Abdeckleiste befestigt werden.

Platten
Um eine luftdichte Ebene mit Plattenmaterial herzustellen eignen sich beispielsweise Gipsfaserplatten, Gipsplatten, Faserzementplatten, Bleche oder Holzwerkstoffplatten. Die Plattenstöße müssen zusätzlich abgeklebt werden. Bei einer Durchdringung durch die Platte muss diese abgedichtet werden. Hierzu eignen sich Manschetten, welche an der Durchdringung befestigt werden und anschließend an die Platte angeklebt werden.

Beton
Die DIN 4108 formuliert in Teil 7, „Betonbauteile, die nach der DIN 1045-2 hergestellt werden, gelten als luftdicht."

Messung der Luftdichtheit einer Gebäudehülle
Blower-Door-Test
Um zu messen wie luftdicht ein Gebäude ist, wird ein Blower-Door-Test gemacht. Dabei wird in eine Türöffnung ein Gebläse dicht eingebaut, welches im Gebäude einen Über- oder Unterdruck von 50 Pascal erzeugt. Alle Außentüren und Fenster müssen geschlossen, alle Innentüren geöffnet werden. Zu- und Abluftauslässe im Gebäude werden abgedichtet. Ebenfalls ist darauf zu achten, dass Siphons mit Wasser gefüllt sind, falls diese noch nicht vorhanden sind müssen die Abwasserleitungen abgedichtet werden. Ein Volumenstrommessgerät misst den geförderten Luftvolumenstrom, dieser entspricht dem Volumenstrom, welcher durch Undichtheiten des Gebäudes nach draußen strömt. Er wird auch Leckagenstrom genannt. Um die Luftwechselrate bei 50 Pascal zu errechnen, wird der Leckagenstrom durch das Gebäudevolumen dividiert. Dividiert man den Leckagenstrom durch die Hüllfläche des Gebäudes erhält man die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle.



Typische Leckagen in der Gebäudehülle

Auf Grund nicht ordnungsgemäßer Ausführung der Luftdichtheitsebene entstehen Leckagen. Folgenden Leckagen treten häufig auf:

- Anschluss an Fenster und Türen
- Durchdringungen durch die Dachhaut
- Durchdringungen der Wand (Installationen, Rohre, Kabel)
- Dachfenster
- Dachanschluss

Die nebenstehende Grafik zeigt typische Leckagen bei Gebäuden.

Timber Prototype

Luftdichtung und Dampfdiffusionsdichtung
Die Dampfsperre ist in Form von Bahnen, als PE-Folie ausgeführt. Einzelne Bahnen sind mit Klebeband verklebt. Die PE-Folie befindet sich zwischen den beiden Wandscheiben und ist gleichzeitig die luftdichte Ebene. Im Dach und im Boden liegt sie zwischen den Decken- bzw. Bodenmodulen und den Dämmkassetten. Die vorhandene Folie am Fenster ist mit Klebeband an die Dampfsperre angeklebt. Das Holz unter dem Fenster ist zusätzlich mit Klebeband an den Holzmodulen befestigt. Diese Verbindung dient der Luftdichtung. An Durchbrüchen muss die PE-Folie ebenfalls an die durchgeführten Elemente luftdicht angeschlossen werden.

Untersuchung zu Bauprozessen und Baustelleneinrichtung am Beispiel des Prototypen zur Optimierung der Bauzeit

Manuel Meyer

Bis zur Industrialisierung war das (Material) Holz eines der gängigsten Materialien der Bauwirtschaft, doch dann wurden neue Materialen entdeckt, die angeblich bessere Eigenschaften besaßen, wodurch man größer, schneller und flexibler bauen konnte. Die Idee da hinter war preisgünstiger bauen zu können, damit auch der einfache Arbeiter sich eine Wohnung oder Haus leisten könne. Allerdings stellte man seit den 70er Jahren des 20. Jahrhundert fest, das dies nicht so war, weil die neu entdeckten Materialien zum einen gesundheitsschädlich waren oder der Umwelt einen großen Schaden verursachten (Klimawandel). Daher begann man nach natürlichen Materialien zu suchen, die für die Natur, der Tierwelt und uns Menschen nicht schädlich sind, wie zum Beispiel das Holz. Mittlerweile ist dieser Gedanke auch in der Bauwelt angekommen, das heißt man möchte Ressourcen schonend und ökologisch bauen, jedoch trotzdem kostengünstig und schnell. Daher möchte ich mit meiner Thesis die Bauprozesse und Baustelleneinrichtung zur Optimierung der Bauzeit untersuchen, an Hand eines realen Beispiels: dem studentischem Projekt „Timber Prototype".

Die zu untersuchenden Bauprozesse der Holzbauteile

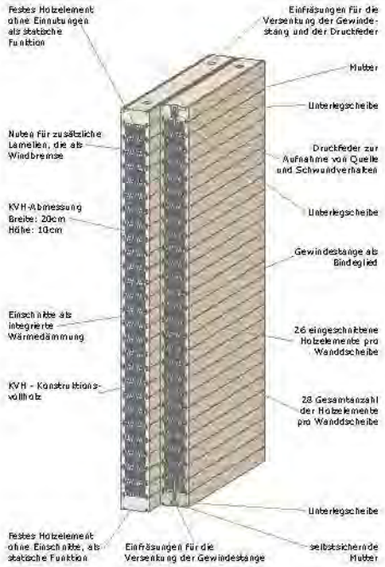
Die Wand

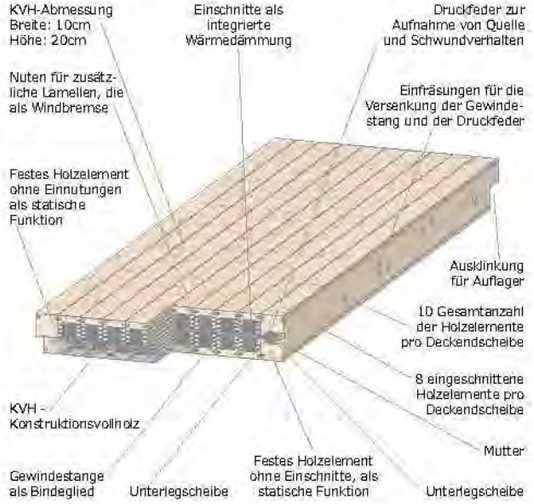
Die Wandkonstruktion besteht aus 28 Fichte-Kiefer-Holzelementen, die ein Maß von 20 cm breit und 10 cm hoch haben, wobei die Länge variabel ist. Oben und unten sind jeweils ein Vollholzquerschnitt für die Stabilität und für die Verankerung der Gewindestangen vorhanden. Dazwischen sind im gleichen Format 26 eingeschnittene Holzelemente, die durch das Einschlitzen einen guten Dämmwert bekommen. Verbunden wird diese Konstruktion mit zwei Methoden. Zum einen gibt es die Gewindestange mit Metallfeder für das Quell und Schwindverhalten des Holzes und zum anderen die Sperrholzlamellen die zwischen jeden Element gesteckt werden. Die Lamellen dienen zum einen für die Winddichtigkeit und zum anderen zur Lagesicherung, da die eingeschnittenen Holzelemente in sich nicht mehr formstabil sind. Der Wandaufbau besteht bei dem Gebäude aus zwei Wandscheiben, die erst beim Verbau verschraubt werden. Zwischen diesen beiden Scheiben wird während des Einbauens im Gebäude

eine Dampfbremse angebracht, die im Nachhinein mit den anderen Bauteilen (Boden, Decke & Fenster etc.) verbunden wird. Außen wird eine Stülpschalung aus Lärche ohne Nut & Feder, aber mit verdeckter Verschraubung angebracht.

Der Boden / Die Decke

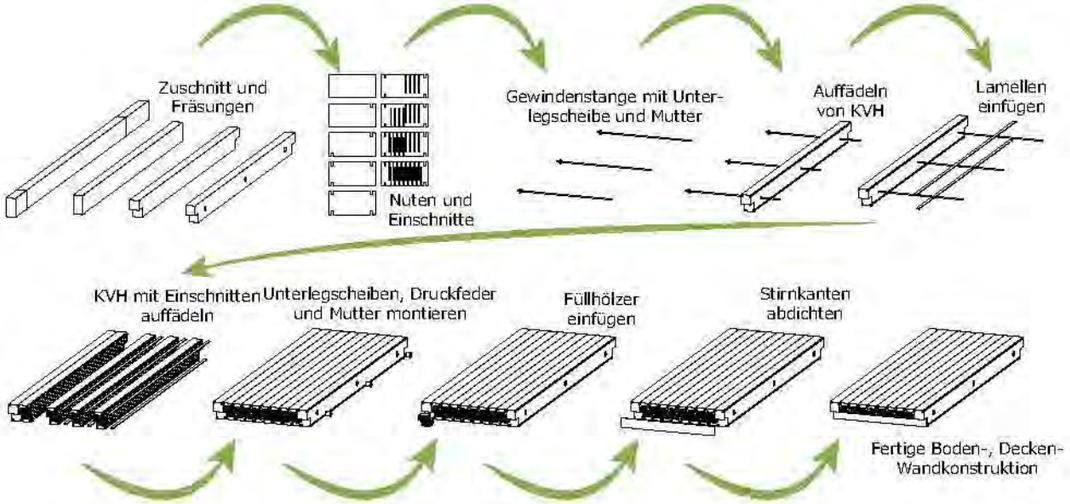
Die Boden- und Deckenkonstruktion besteht in der Regel aus 10 Fichte-Kiefer-Holzelementen. Wie auch bei der Wand besteht diese aus 2 Vollholzelementen, die am Anfang und am Ende zur Stabilisierung und zur Verankerung der Gewindestange dienen. Deren Maß ist ebenfalls 20 cm hoch, 10 cm breit und die länge variabel. Dazwischen liegen 8 eingeschnittene Holzelemente, die den Nutzen als integrierte Wärmedämmung haben. Damit die Elemente auf den Balken gelagert werden können, werden diese ausgeklinkt. Aus statischen Gründen werden anstelle der eingeschnittenen Elemente Vollholzelemente eingesetzt, damit die Kraftverteilung im Bauteil gewährleistet wird. Der Fußbodenaufbau, besteht von unten nach oben aus einer 10 mm starken OSB-Platte als Feuchteschutz. Dann liegt die entwickelte Holzkonstruktion aus den eingeschnitten Holzelementen, die mit einer Dampfbremse abgedeckt und die Stoßkanten mit Klebeband abgedichtet werden. Darauf kommt eine 22 mm starke OSB-Platte als lastverteilende Platte. Hiernach kommen unsere Dämmkassetten, die ich später noch genauer erklären werde. In der gleichen Lage werden Trassen eingebaut die als Leitungsführung für Strom und Wasser dienen sollen. Daraufhin folgt dann ein Fußbodenheizungssystem und zum Schluss wird obendrauf ein Echtholz-Parkett verlegt. Der Dachaufbau sieht da etwas anders aus. Dieser wird auch von unten beschrieben und als erstes ist dort dann das eingeschnittene Holzelement zu finden. Hierdrauf wird dann die Dampfsperre verlegt und die Stoßkanten verklebt. Hier wird keine lastverteilende Schicht benötigt, deswegen folgen schon die Dämmkassetten, die dann zum Abschluss mit eine Dachpappe und einer Abdichtungsbahn verklebt werden.



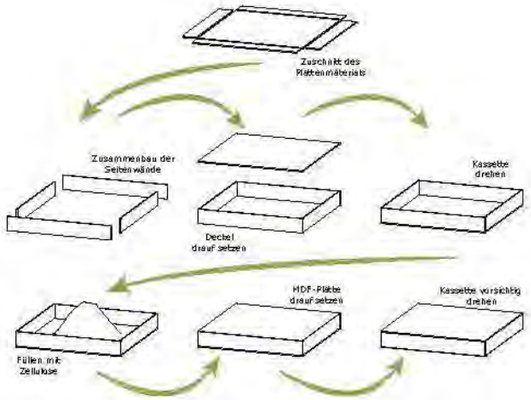


Produktionsverfahren

Die Produktion der Vollholz- und der eingeschnittenen Holzelemente von Boden, Decke und Wand sind gleich und sollten so einfach und schnell wie möglich produziert werden. Daher musste zuerst das Holz in die passende Länge und danach, mit Hilfe der Abbundanlage, die Ausklinkung für das Auflager, Löcher und Einfräßungen der Gewindesstange in das Holz gefräst werden. Das Problem war, dass durch die Tiefe von 8 cm pro Einschnitt im Holz und dann auch noch in Faserrichtung eine Maschine benötigt wurde, die diese Leistung auch erreichen kann. Nach längerer Recherche und mehreren Telefonaten hatte man eine Idee. Es gab es eine Maschine, die einseitig alle 8 Einschnitte und 2 Nuten einfräßen konnte, doch das hätte bedeutet, dass man pro Balken 2 bismaximal 4 Arbeitsschritte gehabt hätte [Zchg. 09]. Doch aus Kosten und Zeitgründen konnte man das leider nicht machen, daher hat man sich zu der konventionellen Herstellung mit einer Tischfräse entschieden. Das heißt aber gleichzeitig, dass sich die Herstellungszeit verlängern würde. Nach dem Herstellen eines Musterstückes wusste man dann auch wie viele Arbeitsschritte es werden sollten. Durch drehen und wenden der Konstruktionsvollhölzer konnte man diese Herstellung in 8 Arbeitsschritten schaffen. Der Zusammenbau der Wandscheiben unterschied sich leicht von den der Boden- und Deckenscheiben, durch ihre Anzahl von Holzelementen und durch ihre Ausklinkungen für das Auflager. Die Überlegung dabei war, dass man die Wand im Liegen herstellt, indem man erst ein Vollholzelement auf einen Montagetisch hinlegt und dann die Gewindestangen durch die vorgesehenen Löcher schiebt. Nach und nach sollten dann die Lamellen und die eingeschnittene Holzelemente auf die Stange gefädelt werden. Zum Abschluss wird dann wieder ein Vollholz auf die Gewindestange geschoben und mit einer Unterlegscheibe, einer Druckfeder, einer Unterlegscheibe und einer Mutter befestigt. Da man feststellte, dass durch das Einschneiden der Holzelemente diese zusammensackten, entschloss man sich, die Konstruktion mit Füllhölzern wieder in ihre ursprüngliche Form zu drücken. Anschließend wurde vor die Stirnkanten



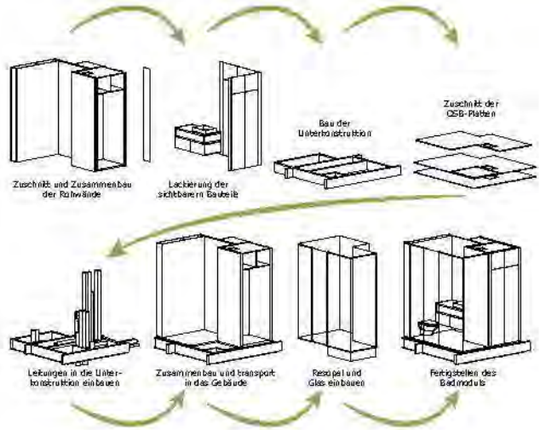
eine 8mm starke MDF-Platte mit Kautschukkleber geklebt, damit der Luftraum der einzelnen Module nicht mit der Außenluft zirkulieren kann. Nach der Fertigstellung wurde dann die Wand mit Hilfe eines Kranes aufgerichtet und auf dem Auflieger eines LKW's gelagert. Die Boden- und Deckenkonstruktion wurden ähnlich wie die Wand zusammengebaut, nur dass sie nicht im Liegen sondern im Stehen zusammengesetzt worden sind. Auch hier wurden anschließend Füllhölzer in die Einschnitte gesteckt, damit die Konstruktion wieder ihr ursprüngliche Form kommt. Eine Besonderheit bei der Bodenkonstruktion gab es noch. Da das Gebäude aufgeständert wird, wurde auf der Unterseite eine 10 mm OSB-Platte als Feuchteschutz befestigt. Zum Schluss wurden auch hier die Stirnkanten mit MDF-Platten und Kautschukkleber abgedichtet und mit Hilfe des Krans auf den Auflieger gelegt.



Die Boden- & Dachkassette

Die Dämmkassetten bestehen aus der Bodenplatte, die 8 mm stark und aus MDF ist, den Seitenwänden und der Deckplatte die aus 22 mm dicken OSB besteht. Verfüllt ist die Kassette mit leicht festgedrückten Zellulosefasern. Im Fußboden erfüllen sie die Aufgabe des Fußbodenaufbaus, da sie sich durch die individuelle Herstellung jeder Gegebenheit anpassen können. Bei den Prototypen war das ein Vorteil, da wir dadurch die Leitungsführung im Fußbodenbereich positionieren konnten. Durch Trassen werden Wasser- und Stromleitung im Bodenaufbau geführt und zusätzlich werden die Steckdosen durch Revisionsklappen im Boden erreichbar, wodurch wir Leitungen an und in der Wand vermeiden konnten. Im Dachaufbau dienen sie als eine Art der Gefälledämmung, da diese direkt bei der Produktion mit einem Gefälle gebaut worden sind und des Weiteren wurden zwischen diesen Kassetten die Kabel für die Beleuchtung geführt.

Herstellung des Sanitärbereichs



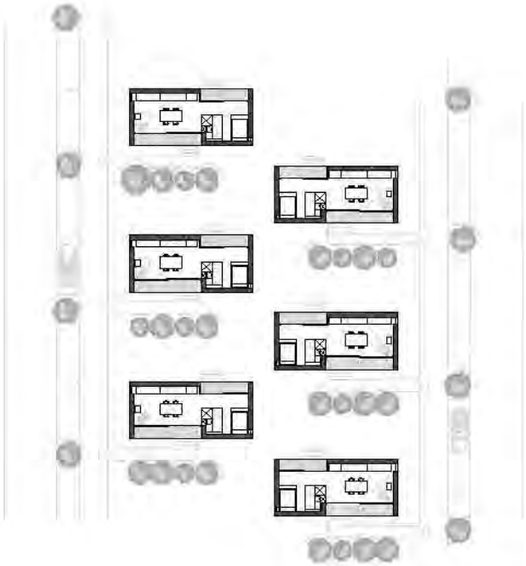
Potenzial nachhaltiger, modularer Wohneinheiten

Maximilian Timmermann

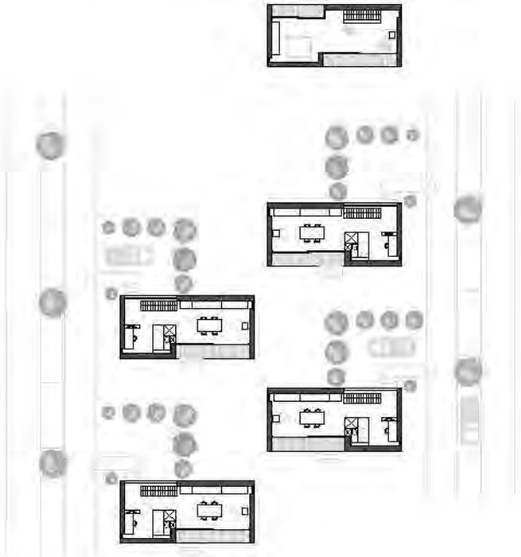
Thesis
Ist es möglich, nachhaltige modulare Holzbausysteme, bezogen auf den „Timber Prototype", sowohl architektonisch als auch städtebaulich auf bekannte Typologien wie beispielsweise Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser oder Reihenhäuser anzuwenden?

Vorgehensweise
Nachhaltige modulare Holzbausysteme bekommen in den letzten Jahren eine immer stärkere Bedeutung. Sowohl in der Forschung als auch in der Industrie steigt die Nachfrage, da durch modulare Holzbausysteme die Möglichkeit besteht, die Vorfertigung in die Hallenproduktion zu verlegen und somit die Qualität wesentlich zu steigern. Zudem lassen sich Bauzeiten verkürzen und auch bauphysikalisch ist das relativ leichte Material massiven Baustoffen überlegen.
Daher möchte ich anhand des Timber Prototype, der auf einer Forschungs- und Entwicklungsarbeit beruht, das dort angewandte modulare Holzbausystem als Wohneinheit daraufhin analysieren, ob es möglich ist, dieses nicht nur als Solitär zu betrachten, sondern vielmehr als Element der Wohneinheit eines Quartiers oder Gebäudes. Um beispielsweise bekannte Typologien wie Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser oder Reihenhäuser aus nachhaltigen modularen Holzbausystemen zu fertigen.
Ziel ist daher, festgelegte Parameter und bekannte Kennwerte von den oben aufgelisteten Typologien mit den entwickelten Gebäuden, die aus modularen Wohneinheiten bestehen, zu vergleichen. Um somit festzustellen, ob mögliche nachhaltige modulare Holzbausysteme Potenzial haben, in Zukunft bekannte Typologien zu ersetzen.

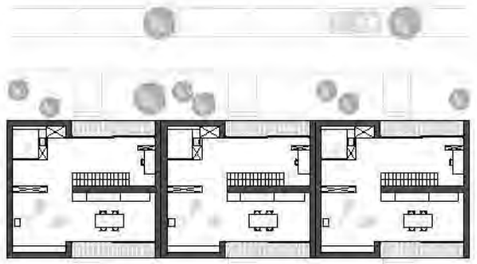
Modulares, eingeschossiges Einfamilienhaus
Durch die diagonale Anordnung der Wohneinheiten entstehen geschickt kleine Freiflächen zwischen den Gebäuden, die als Gärten genutzt werden können. Dies ermöglicht die Verbindung zwischen Wohnen und Leben in der Natur auf geringen Raum. So haben die Wohneinheiten eine Wohnfläche von 44 Quadratmetern auf einem Grundstück von etwa 180 Quadratmetern. Der Wohnraum bietet Platz für ein bis zwei Personen. Die Wohneinheiten sind in Nord-Süd-Richtung angeordnet; sie grenzen jeweils an einer der kurzen Seiten an der Straße an. An dieser sind Parkplätze geplant, die für Bewohner und Gäste genutzt werden sollen. Ein kleiner Weg hinter Sträuchern führt zur Südterrasse, wo sich der Eingang des Apartments befindet. Die Sträucher dienen nicht nur als Sichtschutz untereinander, sondern auch als Grundstücksgrenze. Um zusätzlich Privatsphäre untereinander zu ermöglichen, sind die Fenster jeweils diagonal angeordnet, um den direkten Blickkontakt zwischen den Wohneinheiten zu brechen. Bemerkenswert sind auch die Schraubfundamente der Einheiten, die es möglich machen, die Erde nur punktuell zu berühren und somit der Wohneinheit keinen festen Platz mehr zuweisen. Durch diese Verbindung zur Erde steigt der Wunsch, Masse zu reduzieren, um Volumen und Energie einzusparen. Dies hilft auch beim Aufstellen und Demontieren der Wohneinheiten, um sie schnell und einfach zu transportieren. Jedoch können die Terrassen nur über Treppenstufen oder eine Rampe erreicht werden, um in die Wohnung zu gelangen. Durch Photovoltaik auf dem Dach und eine Wärmepumpe außerhalb der Wohneinheit können sich die Einheiten zum größten Teil selbst versorgen, es müssen lediglich Anschlüsse für Wasser und Abwasser gegeben sein, um Tanks im Boden zu vermeiden.



Modulares, zweigeschossiges Einfamilienhaus
Die zweigeschossigen Wohneinheiten besitzen eine Wohnfläche von rund 66 Quadratmetern auf einem Grundstück von etwa 195 Quadratmetern und bieten Platz für zwei bis drei Personen. Die Wohneinheiten sind ebenfalls in Nord-Süd-Richtung angeordnet, wobei auch sie jeweils mit einer der kurzen Seiten an die Straße grenzen. Somit besteht die Möglichkeit, die eingeschossige Bauweise mit der zweigeschossigen Bauweise zu kombinieren, um eine Abwechslung an Wohneinheitsmöglichkeiten anzubieten. Darüber hinaus würde es die gleichmäßige Bebauung durch Höhenunterschiede auflockern und abwechslungsreicher erscheinen lassen. Die zweigeschossigen Einheiten lassen sich über die Nordseite des Hauses entlang eines kleinen Weges von der Straße durch den Vorgarten erschließen. Der Vorgarten kann entweder als Stellfläche für Autos oder Erweiterung des Gartens genutzt werden. Der Eingang des Hauses befindet sich anders als bei der eingeschossigen Bauweise nicht auf der Terrasse, sondern direkt am Ende des Treppenaufstiegs, wohingegen hinter der großen Glasfront nun eine schmale Treppe ins Obergeschoss führt. Ebenfalls befinden sich neben dem Eingangsbereich noch ein kleiner Arbeitsbereich und das kompakte Badezimmer. Im linken Teil des Erdgeschosses befindet sich der Koch- und Essbereich. Der beeindruckende Ausblick durch das etwa sechs Meter große Hebeschiebefenster über die Terrasse in den Garten ist sehenswert. Die Privatsphäre ist trotz der großen Glasfront kaum beeinträchtigt, da durch den Rücksprung der Terrasse ein Einblick von der Straße kaum möglich ist. Der L-förmige Garten lässt sich über die Terrasse auf der Südseite erreichen. Im Obergeschoss der Wohneinheit befindet sich im rechten Teil der Wohnbereich mit einem großen Balkon, der nach Süden ausgerichtet ist, im linken Teil befindet sich hingegen der Schlafbereich, der an einen kleinen Balkon Richtung Norden grenzt. So schafft man zwei unterschiedliche Bereiche, die durch Licht, Qualität und Größe bestimmte Eigenschaften erfüllen.



Modulares Reihenhaus
Die entwickelten Wohneinheiten sind nicht nur stapelbar, um den Wohnraum für mehr Bewohner zu vergrößern, sondern sie lassen sich durch Spiegeln der langen Seite auch miteinander verbinden, um somit eine größere Geschossfläche zum Wohnen zu erhalten. So lassen sich zwei- bis dreigeschossige Reihenhäuser mit etwa 75 Quadratmetern Wohnfläche pro Etage entwickeln. Für die unterschiedlichen Familiengrößen besteht also die Option, Reihenhäuser auch zwei- oder dreigeschossig zu bauen. Durch die Spiegelung der Wohneinheiten verändert sich jedoch das äußere Erscheinungsbild der Fenster, da die großen Fenster somit nicht mehr diagonal, sondern parallel zueinander stehen. Die kleinen Fenster auf den kurzen Seiten entfallen, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, mit Nachbargebäuden Wand an Wand zu bauen. Die einstige Außenwand beider Wohneinheiten dient nun als Raumteiler des Wohnraums, wodurch drei unterschiedliche Raumbereiche gebildet werden, die je nach Lage, Größe und die natürliche Beleuchtung unterschiedliche Qualitäten aufweisen können. Über den ersten Wohnbereich im Norden lässt sich das Gebäude über eine Terrassen erschließen. Im Wohnbereich selber befindet sich neben der Garderobe und einem hellem Arbeitsplatz, der als „home office" genutzt werden kann, die Treppe für die darüberliegenden Geschosse, in denen sich die privateren Bereiche wie beispielsweise Schlafzimmer und Kinderzimmer befinden. Der erste Bereich geht nahtlos in den nächsten Bereich über, der sich durch wenige Öffnungen von der Außenwelt abschottet. Dies ermöglicht es, Bereiche wie Bad und Technik dort unterzubringen. Im südlichen Teil befindet sich ein kleiner gemütlicher Gemeinschaftsbereich, der sich durch eine Bücherwand vom Bad abschottet. Eine Besonderheit des Gemeinschaftsbereichs ist der Kamin, der auch im letzten Bereich, dem Koch- und Essbereich für eine wohnliche Atmosphäre sorgt, da auch diese Bereiche ineinander übergehen. Vom Essbereich hat man einen wunderbaren Ausblick über die Terrasse hinweg in seinen eigenen Garten, in dem man die Möglichkeit hat, Gemüse und Obst anzubauen oder einen eigenen Erholungsort für die Familie zu schaffen.



Vergleichende Untersuchungen zu organischen Dampfsperren und Entwicklung einer alternative zu synthetischen Dampfsperren

Irina Wuckert

In den letzten Jahren ist die Frage nach nachhaltigem Bauen immer wichtiger geworden. Die Menschen werden sich bewusst, dass nicht alle Rohstoffe unendlich vorhanden sind und man Möglichkeiten finden muss, diese Rohstoffe zu ersetzen. Hinzu kommt der Aspekt der Entsorgung. Die wachsenden Müllberge geben Anlass, darüber nachzudenken, welche Rohstoffe und Materialien eingesetzt werden können, um einen möglichst ´sauberen´ Rückbau zu ermöglichen. Dabei wird Recycling in Zukunft eine immer größere Rolle spielen. In dem Studienprojekt Timber Prototype sollen all diese Aspekte im Vordergrund stehen. Traditionelle Bauweisen sollen aufgegriffen, überarbeitet und an die heutigen Anforderungen angepasst werden. So wurde eine spezielle Wandkonstruktion Entwickelt, die auf dem Blockbau basiert. Durch Einschnitte in die massiven Konstruktionshölzer wurde eine Dämmung direkt in die Wandkonstruktion integriert und erfüllt Wärmedämmtechnisch die neusten Anforderungen. Zur Verbindung der ganzen Konstruktion dienen traditionelle Holzverbindungen wie Schraubverbindungen und Nut und Feder. Die Wandschichten werden durch Gewindestangen mit einer Feder zusammengehalten. Zusätzliche Dämmung auf dem Dach und im Boden besteht aus den Sägespännen die bei den Ausfräsungen der Luftkammern entstanden sind. Damit besteht das Wohnhaus aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz, ist auf- und abbaubar und kann leicht recycelt werden.

Um den ökologischen Aspekt des Projektes zu vervollständigen, soll basierend auf den vorrausgehenden Untersuchungen eine organische Dampfsperre entwickelt werden, die den Anforderungen einer synthetischen Dampfsperrfolie entspricht.

Dampfsperre

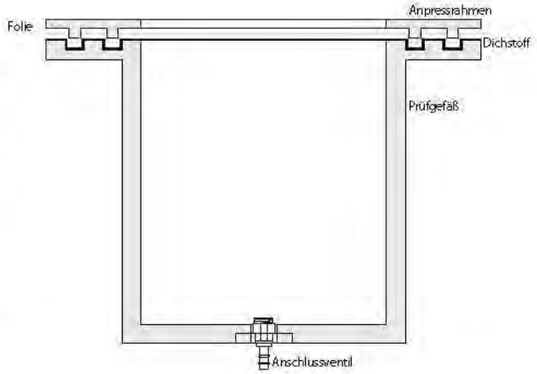
Eine Dampfsperre ist eine Kunststofffolie oder ein Bauteil, welches eingesetzt wird um die Luftdichtigkeit und den damit verbundenen Feuchteschutz eines Gebäudes zu gewährleisten. Feuchtigkeit hat einen negativen Einfluss auf die Funktion und die Eigenschaft von Baustoffen, Bauteilen sowie auf die Konstruktion und die Nutzung von Gebäuden. Zudem hat Feuchtigkeit einen negativen Einfluss auf die Hygienischen Umstände und kann zu Gesundheitlichen Risiken der Nutzer führen. Feuchtigkeit kann auf unterschiedlichen wegen in die Bauteile bzw. Baustoffe gelangen. Zum einen von Außen durch Schlagregen, Schnee oder Eis. Zum anderen von innen durch zu hohe Raumluftfeuchtigkeit. Einige Baustoffe enthalten noch eine gewisse Restfeucht beim Einbau wie zum Beispiel Holz oder Beton, die beim Einbau noch nicht durchgetrocknet sind. Außerdem bringt der Mensch durch die Nutzung Feuchtigkeit ins Haus. Beim duschen oder kochen wird durch den abgegebenen Wasserdampf die Luftfeuchtigkeit erhöht. Selbst Körperausdünstungen wie Schweiß oder Atem können die Luftfeuchtigkeit erhöht. Wird dann nicht fachgemäß gelüftet und es ist keine ausreichende Abdichtung vorhanden, zieht die Feuchtigkeit in die Konstruktion und es kommt zu Tauwasserbildung. Diese Abdichtung kann über bestimmte Baustoffe erfüllt werden, zum Beispiel durch Beton, Putz oder Kunststofffolien. Dabei muss drauf geachtet werden, dass auch alle Durchdringungen, ob konstruktiv oder für Installationen, luftdicht abgeschlossen werden. Dringt Feuchtigkeit dennoch in die Konstruktion ein, beeinträchtigt das den Wärmeschutz und gefährdet „die Standsicherheit der Konstruktion" Dampfsperren- oder Dampfbremsen werden meistens in Form von Folien verbaut. Dabei sagt nicht die dicke der Folie etwas über ihre Dichtigkeit gegenüber Wasserdampf aus, sondern ihre Zusammensetzung. Es gibt Kunststoffe die diffusionsoffen und welche, die Diffusionsgeschlossener sind. Die Dichtigkeit wird über den sd-Wert definiert. Je höher der Wert ist, desto dichter ist ein Material. Gänzlich dichte Folien aus Kunststoff können ausschließlich in Kombination mit Metallen oder Glas hergestellt werden. Dampfsperren mit Metalleinlagen oder Glasvlies erreichen einen sd-Wert von mindestens 1500 m. Reine Kunststofffolien liegen deutlich unter diesem Wert. Für den Prototypen wurde eine Dampfsperrfolie der Firma Franke gewählt mit einem sd-Wert von 241m.

Entwicklung einer alternativen Dampfsperre
Um das Projekt Timber Prototype ganzheitlich ökologisch auszuführen, war die Idee eine organische Dampfsperre zu entwickeln. Ein natürlicher Faserstoff beschichtet mit einem natürlichen Imprägniermittel soll die Funktion einer Dampfsperre imitieren. Die Faserstoffe Leinen, Nessel und Baumwolle wurden mit Karnaubawachs, Wollwachs und Stearin beschichtet und bei einem Dichtigkeitstest mit einer herkömmlichen Dampfsperre in Form einer PE-Folie verglichen.

Natürliche Faserstoffe
Die textilen Faserstoffe werden in natürliche und synthetische Fasern, Chemiefasern, eingeteilt. Chemiefasern bestehen aus natürlichen oder synthetischen Polymeren oder aus nicht Polymeren. In dieser Untersuchung werden jedoch nur die Naturfasern berücksichtigt. Naturfasern sind Faserwerkstoffe aus pflanzlichem oder tierischem Material, die nicht chemisch behandelt wurden. Die Naturfasern bestehen aus organischen oder anorganischen Fasern. Anorganische Fasern sind zum Beispiel Asbestfasern. Die organischen Naturfasern werden dann nochmal in tierische Fasern wie Wolle, Seide oder Kaschmir und in pflanzliche Fasern wie Baumwolle, Leinen oder Nessel unterteilt.

Beschichtungsstoffe
Pflanzliches Wachs
Pflanzliche Wachse, Fette und Öle bestehen aus Wachssäure bzw. Fettsäuren und Alkoholen. Die Fette und Öle unterscheidet man in trocknende, halbtrocknende und nicht trocknende. Der Unterschied zwischen Ölen und Fetten ist nicht in der Zusammensetzung, sondern in der Konsistenz bei Raumtemperatur. Fette sind fest und Öle sind flüssig bei 20° C. Wachse hingegen sollten bei diese Temperatur knetbar sein und ab Temperaturen von 40° C schmelzen, ohne sich zu zersetzen.
Tierisches Wachs
Tierische Wachse Bestehen wie auch pflanzliche aus Wachssäuren und Alkoholen. Zu den tierischen Wachsen gehören Bienenwachs, Wollwachs und Schallack.

Untersuchung der selbstentwickelten Folien
Bei den Versuchen mit den selbstentwickelten Folien ging es erstmals darum herauszufinden, ob diese Luftdicht sind, bevor man sie aufwändig auf Wasserdampfdurchlässigkeit untersucht. Für die Luftdichtigkeitsversuche wurden die Probestücke in ein Prüfgefäß aus mitteldichten Holzfaserplatten(MDF) eingespannt. Das Prüfgefäß hat einen profilierten Rahmen mit einer Gummidichtung, in die das Probestück eingeklemmt und mit Schraubzwingen angepresst werden kann. Auf der Rückseite befindet sich ein Anschlussventil an einen Kompressor und auf der Oberseite ein Manometer. Der Luftdruck beträgt auf Meeresniveau 1,013 bar. Da Münster nur 60 m ü. NN liegt, wurde bei den Versuchen der Außenluftdruck von 1,013 bar angenommen. Um einen Druckunterschied herzustellen, wurde im Prüfgefäß ein Druck von 2 bar aufgebaut. Anhand des Manometers konnte somit der Druckabfall abgelesen werden.



Wie man an den Untersuchungen sehen kann sind alle neun organischen Folien undicht. Der Druck in dem Prüfgefäß konnte nur in zwei Fällen aufgebaut, jedoch nicht gehalten werden. Baumwolle und Leinen beschichtet mit Wollwachs konnten dem Luftwiderstand nur wenige Sekunden standhalten und die Diffusion durch die Folie nur leicht verzögern. Bei den restlichen Folien war die Diffusion der Luft so hoch, dass der Druck von 2 bar im Prüfgefäß nicht aufgebaut werden konnte. Der Luftstrom war deutlich zu hören. Bei den Folien, die mit Stearin beschichtet sind, konnte man erkennen, dass durch den Anpressdruck des Rahmens das Wachs weggedrückt wurde. Dadurch sind zusätzlich undichte Stellen entstanden. Das Karnaubawachs ist für die Beschichtung der Stoffe nicht geeignet, da es schon bei Zimmertemperatur sehr hart wird. Bewegt man die Folie, bilden sich gleich Risse, sodass schon vor den Versuchen Leckage stellen entstehen. Außerdem wird der Stoff durch das Wachs sehr steif, was es schwierig macht, die Folie in den Rahmen des Prüfgefäßes einzuspannen. Einzig die Folien mit dem Wollwachs waren zum Teil luftdicht.

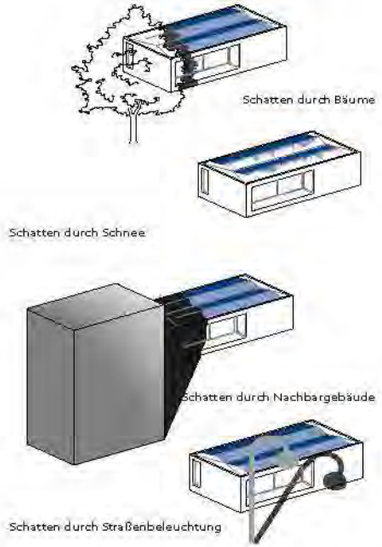
Zu beginn der Planung hatten wir in der Gruppe die Idee die Folie durch eine organische, Selbstentwickelte Folie zu ersetzen. Ich habe mit den mir zur Verfügung stehenden Mitteln Stoffe mit natürlichen Wachsen beschichtet und diese in einem selbstgebauten Prüfgefäß auf Luftdichtigkeit getestet. Da alle Probestücke die Erwartung nicht erfüllt haben und undicht waren, waren weitere von der DIN EN ISO 7738 beschriebenen Versuche zur Wasserdampfdichtheit nicht nötig. Die Folien waren deutlich undicht und für den Einsatz als Dampfsperre nicht geeignet. Aus diesem Grund habe ich weitere Untersuchungen unternommen, wie man die Kunststofffolie ersetzten kann. Dabei bin ich auf Biokunststoffe gestoßen. Auf dem Markt gibt es eine große Anzahl an Biokunststoffen, die ein breites Band an Eigenschaften abdecken. Es gibt Kunststoffe auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen und welche, die nicht auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, jedoch biologisch Abbaubar sind. Biokunststoffe kommen ihren petrochemischen Vorbildern was die Eigenschaften betrifft sehr nahe und können sie in Zukunft ablösen. Einige Biokunststoffe können in bestimmten Bereichen wie der Lebensmittelindustrie schon eingesetzt werden, in anderen Bereichen bedarf es jedoch noch an Forschung. Um die Biofolien im Bau als Dampfsperre einsetzen zu können, muss die Dampfdiffusionsdichtheit erst noch verbessert werden. Aus dem Grund haben wir uns bei dem Prototypen dazu entschieden keine Kunststoffe zu mischen, sondern in einem Material zu bleiben. Die im Prototypen verbaute Dampfsperre ist eine Polyethylen-Folie, die sortenrein wieder abgebaut und recycelt werden kann.

Strategien zur Erhöhung der Eigennutzung von Strom aus Photovoltaik-Anlagen im Wohnungsbau am Beispiel des Timber Prototypen

Mona Stegemannt

Aus der Notwendigkeit heraus, dass die dem Menschen zur Verfügung stehenden fossilen Energieträger immer knapper werden und die Strompreise als Resultat jährlich immer weiter steigen, ist es zunehmend wichtig, nachhaltige und ressourcenschonende Alternativen effizient nutzen zu lernen. Einer dieser Energieträger ist die Sonne. In den vergangenen Jahren hat die Sonne als Energieträger immer mehr an Geltung gewonnen hat.
Nachdem Photovoltaikanlagen zunächst im privaten Bereich nur durch hohe Fördersätze wirtschaftlich zu betreiben waren, ist mittlerweile auch das Thema der Eigennutzung dezentral erzeugter Energie aus einer Photovoltaikanlage im Zuge des nachhaltigen Bauens eine immer interessantere und zunehmend wirtschaftliche Option. Durch das Wegfallen von Verbrennungsvorgängen im Betrieb werden weder Emissionen noch Lärm produziert. Doch wird bei der Herstellung der Module, wie auch beim Recycling ein CO2-Footprint hinterlassen, der ökologisch betrachtet negative Auswirkungen auf das Klima mitsichbringt. Dadurch und aufgund der langen Lebensdauer hat die Photovoltaik heute schon einen großen Anteil der Stromerzeugung übernommen. Das Gesetz für den Ausbau erneuerbaren Energien [kurz EEG] fördert den Ausbau von Photovoltaikanlagen, sodass Privatpersonen einen Anreiz für die Investition haben.
Die Schwankungen der Sonneneinstrahlung im Tages- und Jahresverlauf, der Einfluss verschiedener Witterungsbedingungen sowie der des Nutzerverhaltens stellt den Verbraucher vor eine enorme Herausforderung bei der effizienten Nutzung der Sonnenernergie.
Im Zuge eines Forschungsprojektes des Fachbereichs Architektur, mit dem Schwerpunkt Konstruktiver Entwurf, an der Fachhochschule Münster wird diese Problemstellung in Form der vorliegenden Bachelorarbeit behandelt werden. Ziel innerhalb des Forschungsprojektes ist es, ein primär aus Holz gefertigten und modular zusammengebauten Prototypen zu entwerfen und im Maßstab 1:1 baulich umzusetzen. Der sogenannte Timber Prototyp ermöglicht den Studierenden sowohl eine neue Technik der Holzkonstruktion zu entwickeln, als auch gleichzeitig den Umgang mit nachwachsenden Rohstoffen und somit des nachhaltigen und energieeffizienten Bauens zu erlernen. Der ökologische Gedanke wird unter anderem durch die Installation einer photovoltaischen Anlage, auf dem Dach des Gebäudes unterstützt.
Ziel dieser Arbeit ist es, dem Leser anhand eines praktischen Beispiels im ersten Schritt ein Grundverständnis für die Motivation zur Realisierung einer Photovoltaikanlage zur Eigenversorgung zu vermitteln. Im weiteren Verlauf werden Voraussetzungen und Abhängigkeiten für den Betrieb einer effizienten Anlage beleuchtet. Anschließend werden die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlage des Forschungsprojektes und damit verbundene Strategien und Methoden zur Steigerung des Eigenverbrauchs beleuchtet und verschiedene Speichermethoden aufgezeigt. Darauf folgend wird in einer Vergleichsstudie das Forschungsprojekt mit einem Energieeffizienzhaus gemessen, bevor abschließend der Einfluss von Verhaltensweisen kritisch hinterfragt wird.

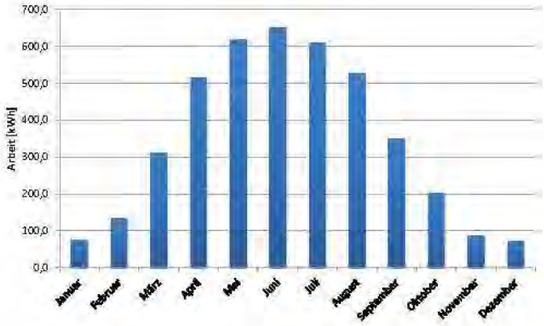
Die solare Strahlung die auf eine Solarplatte trifft, hat in der Regel schon durch einige Umwelteinflüsse an Strahlungsleistung verloren. Die Globalstrahlung setzt sich aus der direkten, diffusen und reflektierenden Teilen zusammen. Durch Bewölkung, Nebelbildung oder starke Verschmutzung in der Luft wird die Strahlungsintensität gehemmt. Solarzellen sind jedoch in der Lage alle drei verschiedenen Arten umzuwandeln, wobei die direkte Strahlung den weitaus höchsten Ertrag bringt. Der direkte Strahlungsanteil kommt gradewegs aus Richtung der Sonne, wohingegen die diffuse Strahlung in der Atmosphäre durch Staub oder Wolkenbildung an Intensität verliert. Die nutzbare solare Einstrahlung wird durch Verschattungen reduziert. Bei der Aufstellung von Photovoltaikanlagen spielt die mögliche Verschmutzung der Module ebenfalls eine wichtige Rolle für einen effizienten Betrieb. Durch herabfallendes Laub umstehender Bäume, flachem Aufstellwinkel oder Staub kann der Ertrag der Module verringert werden. Häufig wäscht der nächste Regen jedoch die Verschmutzung wieder fort und verhindert somit Einbußen. [Frauenhofer, Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland]. Weitere Schattenwerfer wie Nachbargebäude, Bepflanzung, Gebäudevorsprünge, Dachaufbauten, Straßenlaternen und Schnee sollten ebenfalls beachtet werden. Auch wenn nur ein Modul des Generatorfeldes verschattet wird, so überträgt sich diese negative Bilanz, durch die fortlaufenden Strings, auf die übrigen Module. Die Anlage ist immer nur so effizient wie das schlechteste Modul im Generatorfeld.



Lüftungstechnik
Der Timber Prototyp ist mit einer dezentralen Lüftung mit integrierter Wärmerückgewinnung ausgestattet. Durch das Prinzip des sogenannten regenerativen Wärmetausches, wird der aus einem Keramikverbundwerkstoffe kompakter Wärmespeicher, im Inneren des Lüftungsgerätes, durch die vom Ventilator angesaugte Abluft erwärmt. Beim Richtungswechsel des Ventilators wird die in der Keramik gespeicherte Wärmeenergie an die einströmende Außenluft abgegeben. Bis zu 90 % der Wärme können dadurch effizient zurückgewonnen werden. Die in den Außenwänden eingelassenen Lüftungsgeräte wechseln in einem in der Steuereinheit vorinstallierten Intervall die Richtung und arbeiten hierbei mit einem Luftvolumenstrom von 15 – 30 m^3/ h. Anders als die im Badezimmer, welche im Dach montiert ist und über einen Fühler die Richtung des Luftstroms verändert. Sie transportiert unangenehme Gerüche nach Außen und wirkt der sich im Winter häufig bildenden hohen Luftfeuchtigkeit entgegen. Somit beugt sie folglich Bauschäden und Schwarzschimmel vor. Ihr Volumenstrom beträgt 30 – 60 m^3/ h.

Warmwasserbereitung
Beim Timber Prototyp übernimmt eine Luft|Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit einem 200-Liter-Trinkwasserspeicher mit integrierten Wärmeübertrager und einer Fußbodenheizung die Warmwasserbereitung und die Wärmeerzeugung. Zusätzlich soll ein Kamin für die Beheizung im Winter sorgen. Die Wärmepumpe entzieht dafür der Umgebung unabhängig von ihrer Temperatur Wärme. Im Sommer kann die Wärmepumpe allerding auch für angenehme Kühlung sorgen.

Energiebedarf
Einen Teil der Energieversorgung des Prototypen übernimmt eine auf dem Flachdach installierte Photovoltaikanlage. Nicht gedeckter Bedarf wird über den örtlichen Stromlieferanten gedeckt. Aufgrund der Ausrichtung des Gebäudes sind neun Module nach Norden ausgerichtet und erwirtschaften nach Simulation circa 1900 kWh/ a. Die zehn in Richtung Süden ausgerichteten Module leisten näherungsweise 2200 kWh/ a.



Da sich im Rahmen eines solchen Projektes der Nutzer mit den anfallenden Kosten befassen muss, werden anhand einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Ergebnisse für den Einsatz von Investitionen herausgearbeitet. Mit dem Resultat, dass eine Anlage in der Größenordnung der auf dem Timber Prototypen installierten nicht wirtschaftlich betrieben werden kann. Investitionskosten und anfallende Betriebskosten, wie den Austausch des Wechselrichters oder eine jährliche Reinigung lassen die Gesamtkosten ansteigen, sodass im Zeitraum der EEG Förderung von 20 Jahre keine Amortisation erfolgen kann.
Für den Betrieb der Anlage des Timber Prototypen gilt dies, aufgrund der gesponsorten Photovoltaikanlage, nicht. Sie erzielt jährlich ein Plus, jedoch hätte dieses höher ausfallen können. Doch durch ein Unwetter zu Beginn der Bauphase ist der Baubetrieb gestört worden und die Installation der Photovotaikanlage nach hinten verschoben worden, sodass durch die Degression im September ein geringerer Fördersatz ausgezahlt wird als noch im August.
Letztendlich ist zu sagen, dass die Investition in eine Photovoltaikanlage mit dem Ziel der Energieeigennutzung sinnvoll, zukunftsorientiert und abhängig von der Anlagengröße rentabel sein kann und verschiedene Strategien und Methoden zur Erhöhung des Ertrags realisierbar sind. Doch der Mensch erhält in diesem Fall die entscheidende Verantwortung und muss sich auf die Veränderung einlassen.
Aufgezeigte Strategien und Methoden und die damit verbundene Erhöhung der Eigennutzung sind mit der Identifizierung des Nutzers mit dem Vorhaben und durch angepasstes alltägliches Verhalten seinerseits umsetzbar.

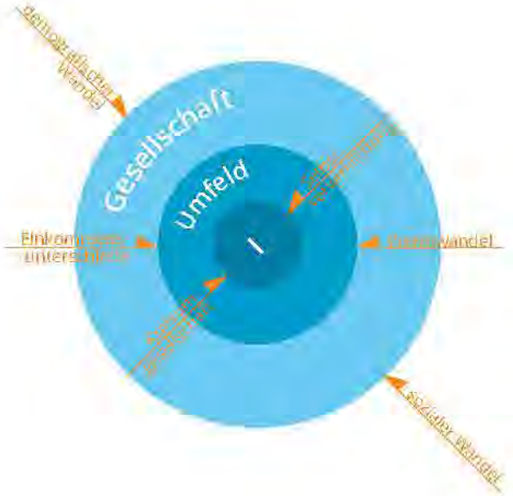
Mehr als nur klein!
- Anforderungen der sozialen Nachhaltigkeit an Kleinst-Wohnungen

Philipp Kortüm

In unserer Zeit ziehen viele Leute von dem Land in die Stadt, obwohl die Mietpreise in den Städten stetig in die Höhe steigen. Gleichzeitig werden ganze Viertel gentrifiziert, während die Bestandsgebäude revitalisiert und teilweise umgenutzt werden. Die Nutzung von Restflächen und Baulücken wird dabei immer wichtiger, denn Bauland ist teuer. Nun liegt die Herausforderung bei den Architekten, das Land so gut wie möglich zu nutzen und auf engstem Raum effiziente Wohnflächen zu schaffen. Aus sozialem Gesichtspunkt liegt das Bedürfnis vor allem darin, Wohnraum zu schaffen, der möglichst lange effizient und zu einem dauerhaft angemessenen Preis genutzt werden kann, um somit nachhaltig auf den Markt zu reagieren. „Less is more!" Ludwig Mies van der Rohe
Eines der berühmtesten Leitthemen in der Architektur, das den Minimalismus im 20. Jahrhundert einläutete, bietet unter diesen Aspekten einen wichtigen Ansatzpunkt und einen Einstieg in die Problematik. Damals prägte es die Konzeption vor allem durch die äußere Formsprache. Heutzutage bietet das Zitat weitere Entwurfsansätze für die innere Raumgestaltung. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einem von diesen – mit der Reduktion des Wohnraumes auf ein Minimum als Chance für die architektonischen Bauaufgaben der Zukunft. Sie überprüft das Potential von sozialer Nachhaltigkeit im Entwurfs- und Planungsprozess unter den Anforderungen der Gesellschaft in Deutschland im Jahr 2014. Dabei berücksichtigt sie den kontinuierlichen, gesellschaftlichen Wandel der vorangegangenen Jahre, der sich während der letzten sechs Jahrzehnte scheinbar immer rasanter zu entwickeln schien. Im Rahmen dieser Arbeit beinhaltet der Begriff gesellschaftlicher Wandel alle, sich auf die Gesellschaft auswirkenden, Formen von Wandel. Dies sind sowohl der demografische Wandel als auch der soziale oder der Wertewandel. Die anschließende Bewertung eines Projektes wird dabei weitestgehend auf die soziale Nachhaltigkeit beschränkt, da dieser Bereich am stärksten von den Entwicklungen der Gesellschaft beeinflusst wird und somit das größte Potential aufweist. Doch welche Anforderungen werden an das Wohnen gestellt und wodurch werden diese bestimmt? Reagiert Architektur nur auf die Anforderungen und Werte oder kann sie diese auch lenken? Ziel der Arbeit ist es, Ansätze und Denkanstöße, die aus der Reflexion aktueller Tendenzen hervorgehen, zu skizzieren. Allerdings werden sich Antworten darauf erst in der Zukunft zeigen.

Um die komplexen Gesellschaftsstrukturen auf die wesentlichen Einflüsse für die spätere Bewertung zu konzentrieren, dient ein vereinfachtes Gesellschaftsmodell, in dem das Individuum die zentrale Rolle einnimmt.

Aufbau und erste Ebene – der Bezugsrahmen
Es handelt sich um einen dreiteiligen Aufbau, der vom Großen ins Kleine geht. Jede Modellebene bezieht sich auf einen Teil der Gesellschaft. Die jeweils folgende Ebene beschränkt die vorangegangene auf einen kleineren Kreis bis zum Individuum, das die kleinste Größe bildet. Jede Ebene beschäftigt sich mit gesellschaftlichen Themen, die jeweils Problemstellungen mit sich bringen. Im späteren Verlauf resultieren aus diesen wiederum die Anforderungen der Nutzer an die Architektur, welche daraufhin die Grundlage für die Bewertung bieten. Auf den ersten Blick wirkt das Modell statisch. Die Dynamik ergibt sich jedoch aus den Beziehungen zwischen den einzelnen Ebenen, da diese aufeinander aufbauen und im ständigen Austausch, sowohl durch Aktion als auch durch Reaktion, stehen und sich somit gegenseitig beeinflussen. Es gilt dabei, dass die gesellschaftlichen Impulse größtenteils von der Masse ausgehen, deren Einflussfaktor den der Einzelpersonen weitaus übersteigt. Den äußersten Bezugsrahmen für diese Arbeit, und deshalb auch die erste Ebene im Modell, bildet die Gesellschaft in Deutschland im Jahr 2014, nachfolgend nur noch die Gesellschaft genannt. Dabei handelt es sich um eine Post-Klassengesellschaft, deren Volkswirtschaft die größte in Europa ist und die viertgrößte der Welt.

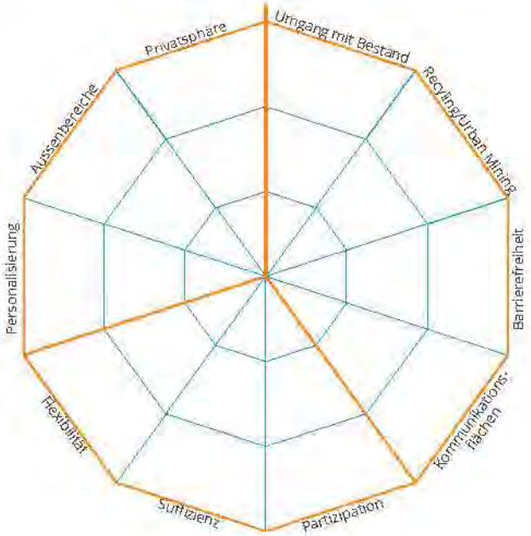


Zweite Ebene – das Umfeld

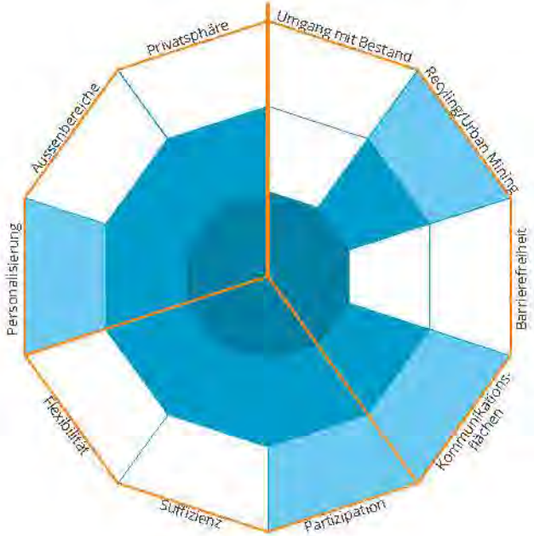
Anstelle des Klassenbegriffs werden in der Soziologie verschiedene Begriffe kontrovers diskutiert, welche die heutige Gesellschaftsstruktur am besten beschreiben. Die zweite Ebene, folgend nur noch das Umfeld genannt, des hier verwendeten Gesellschaftsmodells bezieht sich auf die Einteilung in soziale Milieus, genauer auf die „Sinus-Milieus®". Dies bedeutet nicht, dass das Individuum als Nutzer der Architektur sein Umfeld nur aus einem sozialen Milieu bezieht. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass man den Großteil seines Umfeldes aus Personen mit ungefähr den selben Einstellungen, Interessen und Werten aus dem räumlichen Umfeld bildet, die demnach in der Nähe des eigenen Milieus verortet sein sollten.

Dritte Ebene – das Individuum

Die letzte Ebene im vereinfachten Gesellschaftsmodell wird durch das Individuum, also der Einzelperson, gebildet. Diese wird in diesem Zusammenhang in erster Linie durch den Nutzer der Architektur dargestellt. Ergänzend dazu nimmt der Architekt, der ebenfalls ein Individuum in dem Modell ist, Einfluss auf die Architektur. Er sollte jedoch seine individuellen Bedürfnisse hinter den architektonischen Anforderungen anstellen. Im Bezug auf die vorangegangene Ebene bringt das Individuum einen weiteren Detaillierungsgrad mit sich, obwohl durch das soziale Milieu schon die Grundposition verortet werden konnte. Hingegen sind die Lebenssituationen für jedes Individuum unterschiedlich, wobei man nicht mehr nach Art der Situation kategorisieren kann, da es sich um ein Geflecht aus verschiedenen Faktoren handelt. Hinzu kommt, dass in einer individualisierten Gesellschaft jedes Individuum seine eigenen Bedürfnisse und seine eigene Vorstellung von Selbstverwirklichung hat. Diese muss nicht eine Form der Selbstdarstellung sein, sondern kann auch im Zeichen der Gesamtgesellschaft stehen.

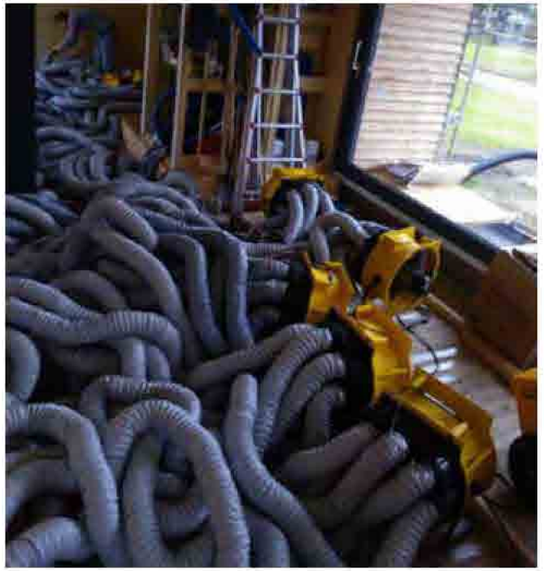


In diesem Fall wird das Bewertungsschema als Leitfaden für die Überprüfung der sozialen Nachhaltigkeit des Konzepts genutzt, indem man bei dem Umgang mit Bestand anfängt und dann die Matrix im Uhrzeigersinn abfährt. Dabei werden die architektonischen Themen vom großen Maßstab zu einem kleinen durchgegangen. Wenn man die Matrix nun unter den baulichen Gegebenheiten des Timber Prototype übersetzt, steht in der Matrix Folgendes: Beim Timber Prototype handelt es sich um einen Neubau, der durch seine modulare Bauweise keine Beziehung zu seiner gebauten Umgebung eingeht. Das Gebäude wurde zwar nicht aus rezyklierten Materialien gebaut, allerdings wurde darauf geachtet, dass die Konstruktion aus wiederlösbaren Verbindungen besteht und nahezu sortenrein zu trennen ist, sodass beim Rückbau ein hoher Anteil wiederverwertet werden kann. In seiner aktuellen Ausführung ist der Prototyp nicht barrierefrei. Seine Terrassen und die offene Bauweise sorgen jedoch zusammen mit der Infotafel neben dem Gebäude für ein hohes Kommunikationspotential mit dem Umfeld.



Bei der Planung wurden Vertreter der Nutzergruppe durchgehend mit einbezogen, sodass die Voraussetzungen auf die zukünftigen Bewohner optimiert wurden. Die Nettowohnfläche richtet sich annähernd an die Wohnflächenuntergrenze nach den Wohnförderungsbestimmungen, allerdings ist die Barrierefreiheit nicht gegeben, weswegen man hier Abstriche machen muss. Der Grundriss ist in der Hinsicht optimiert, dass die Lastabtragung ausschließlich über die Außenwände erfolgt und somit der Innenraum alle Freiheiten mit sich bringt. Dabei ist zu beachten, dass weder die Decke, noch der Boden auf die Maximalbelastung von 5 kN/m2 ausgelegt sind. Trotz der Abzüge in der Flexibilität, bietet sowohl der Außenraum als auch der Innenraum für ausreichend Wand und Bodenflächen, um den Wohnraum nach eigenem Belieben zu gestalten. Wobei die Außenbereiche in verschiedene Richtungen orientiert Sind. Die Terrassen bieten ebenfalls Schutz vor dem Wetter, allerdings sind diese auf oder hinter einer großen Freifläche gelegen, sodass sie keine Privatsphäre bieten. Der Innenraum hingegen wirkt eigentlich sehr offen und damit für die Öffentlichkeit Einsehbar. Allerdings sind die großen Fensterfronten komplett schließbar durch Vorhänge, wodurch der Innenraum ein großes Maß an Privatsphäre bietet. Dies ergibt ein spannendes Spiel aus Privatsphäre und Öffentlichkeit. Abschließend kann man nun die Stärken und Schwächen mithilfe des Schemas analysieren und dadurch Potential für weitere Optimierungsansätze ausfindig machen. So wäre es zum Beispiel eine Überlegung Wert den Prototypen barrierefrei aufzubauen, um somit gleich an mehreren Stellen der Matrix anzusetzen und ein nachhaltigeres Konzept zu schaffen.

Boden
Boden



M.Kegelmann
Dachdeckermeister
Bedachung
Blechlempnerei
Solartechnik
Fassadenarbeiten
Zimmermannsarbeiten
WOLFIN
BAUTECHNIK

Bildnachweis

Seite 10	https://www.fh-muenster.de/fb5/ueber_uns/index.php?p=0
Seite 14	CNC Abbundanlage_Holz Hüttemann: http://www.huettemann-holz.de/c5/files
Seite 15	http-//www.archdaily.com/7638/final-wooden-house-sou-fujimoto/1245680113_12/
	http-//www.cicero.de/kapital/der-neue-investmenthype-ums-holz/43052/seite/3
Seite 19	http://www.minihouse.info
Seite 20-21	http://www.thoma.at/wp-content/uploads/2014/03/Holz100_Bauteilkatalog_Mrz_2014.pdf
	http://www.thoma.at/wp-content/uploads/2014/03/Holz100_Bauteilkatalog_Mrz_2014.pdf
Seite 23	Projektteam Timber Prototype
Seite 24-25	Projektteam Timber Prototype, Jessica Riesmeyer, Luisa Matz
Seite 26-27	Projektteam Timber Prototype, Marion Wiese, Irina Wuckert
Seite 28-29	Projektteam Timber Prototype, Manuel Meyer, Rene Stegemann
Seite 30-31	Projektteam Timber Prototype, Mona Stegemann, Angelina Ziegler
Seite 32-33	Projektteam Timber Prototype, Maximilian Timmermann, Philipp Kortüm
Seite 34-35	Projektteam Timber Prototype, Patrick Suhre, Petar Petrov
Seite 36-37	Projektteam Timber Prototype, Fernanda Baños
Seite 3	Projektteam Timber Prototype
Seite 40-41	Projektteam Timber Prototype
Seite 41-71	Projektteam Timber Prototype
Seite 73-75	Bachelorarbeit Rene Stegemann
Seite 77-79	Bachelorarbeit Marion Wiese
Seite 81-83	Bachelorarbeit Manuel Meyer
Seite 85-87	Bachelorarbeit Maximilian Timmermann
Seite 89-91	Bachelorarbeit Irina Wuckert
Seite 93-95	Bachelorarbeit Mona Stegemann
Seite 97-99	Bachelorarbeit Philipp Kortüm
Seite 101-117	Projektteam Timber Prototype
Seite 119-127	Projektteam Timber Prototype

Quellennachweis

Prof. Dipl. Arch. ETH Hans Drexler
Projektteam Timber Prototype

Bachelorarbeit Rene Stegemann
Bachelorarbeit Marion Wiese
Bachelorarbeit Manuel Meyer
Bachelorarbeit Maximilian Timmermann
Bachelorarbeit Irina Wuckert
Bachelorarbeit Mona Stegemann
Bachelorarbeit Philipp Kortüm