

**Gestaltung von temporären, nachhaltigen, ressourcenschonenden Unterkünften für humanitäre Krisensituationen im Mittelmeerraum.**

**Design of temporary, sustainable, resource-saving housing for humanitarian crisis situations in the Mediterranean region.**

**Bachelorarbeit**

Zur Erlangung des akademischen Grades

**Bachelor of Science in Engineering (BSc)**

der Fachhochschule FH Campus Wien

Bachelorstudiengang: Architektur - Green Building

**Vorgelegt von:**

Anna-Sophie Bubich

**Personenkennzeichen**

191073312

**Erstbegutachter:**

Dipl.-Ing. Dr. techn. Tobias Steiner

Eingereicht am:

13.07.2021

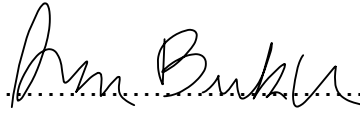


Erklärung:

Ich erkläre, dass die vorliegende Bachelorarbeit von mir selbst verfasst wurde und ich keine anderen als die angeführten Behelfe verwendet bzw. mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Ich versichere, dass ich dieses Bachelorarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Weiters versichere ich, dass die von mir eingereichten Exemplare (ausgedruckt und elektronisch) identisch sind.

Datum: 13.07.21 ..... Unterschrift:  .....



## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Bachelorarbeit unterstützt haben.

Zuerst möchte ich mich bei meinem Betreuer Dipl.-Ing. Dr. techn. Tobias Steiner bedanken, der bereit war diese Arbeit zu betreuen und mich bei allen Fragen unterstützt sowie in die richtige Richtung geleitet hat.

Ein weiterer Dank gilt meinem Freund Martin Pinter, MSc, der mich immer wieder motiviert und in meiner Vorgehensweise bestärkt hat.

Außerdem möchte ich mich bei meinen Korrekturlesern bedanken, die diese Arbeit zusätzlich aus einer anderen Perspektive durchleuchtet haben.

## **Kurzfassung**

Die Folgen des Klimawandels werden in den nächsten Jahren zu größeren Fluchtbewegungen führen, wofür die Ressourcen an den europäischen Grenzen nicht mehr ausreichen werden. Derzeit bestehen die Unterkünfte primär aus Zelten und alten Stoff- und Materialresten. Diese entsprechen meistens nicht den klimatischen Gegebenheiten und führen in weiterer Folge zu gesundheitlichen Problemen. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, mit welchen regional vorhandenen und nachhaltigen Ressourcen temporäre Unterkünfte in solchen Krisensituationen errichtet werden können. Hierfür wurde als Beispiel die griechische Insel Lesbos gewählt, denn dort leben die Menschen unter sehr schlechten Umständen. In dieser Arbeit wurden Parameter ausgearbeitet, die am Ende zu dem Entwurf eines möglichen Prototyps führen. Die Parameter beinhalten Analysen zu den klimatischen Gegebenheiten, Betrachtung anderer temporärer Systeme, wie Container, Zelte und mobile Architekturen, und es werden auch Materialeigenschaften von Baustoffen sowie deren Energieeffizienz näher überprüft. Zudem werden Aspekte zur nachhaltigen Planung näher untersucht und in den Prototypen eingearbeitet. Am Ende wird der Begriff der sozialen Nachhaltigkeit hinterfragt und im Zuge des Prototyps definiert.

## **Abstract**

The consequences of climate change will lead to greater refugee movements in the next few years, for which the resources at the European borders will no longer be sufficient. Currently, the accommodation consists primarily of tents and old fabric and material remnants. These usually do not correspond to the climatic conditions and subsequently lead to health problems. This thesis deals with the question of which regionally available and sustainable resources can be used to build temporary accommodation in such crisis situations. The Greek island of Lesbos was chosen as an example, because the people there live in very poor circumstances. In this work, parameters were worked out that ultimately lead to the design of a possible prototype. The parameters include analyzes of the climatic conditions, consideration of other temporary systems such as containers, tents and mobile architectures and the material properties of building materials and their energy efficiency are also checked in more detail. In addition, aspects of sustainable planning are examined in more detail and incorporated into the prototype. In the end, the concept of social sustainability is questioned and defined in the course of the prototype.

## Abkürzungsverzeichnis

BGF	Bruttogeschossfläche
EU	Europäische Union
PE	Polyethylen
PTFE	Polytetrafluorethylen
PV	Photovoltaik
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees
UNO	United Nations Organization
WF	Wood Fibre



## Schlüsselbegriffe

Flüchtlingsunterkunft	refugee accommodation
Graue Energie	gray energy
Humanitäre Krisensituation	humanitarian crisis situation
Mikroarchitektur	microarchitecture
Ressourcenverbrauch	resource consumption
Temporäre Architektur	temporary architecture

# Inhaltsverzeichnis

<b>DANKSAGUNG</b> .....	<b>I</b>
<b>KURZFASSUNG</b> .....	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>IV</b>
<b>SCHLÜSSELBEGRIFFE</b> .....	<b>V</b>
<b>1. EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1. <b>Motivation</b> .....	<b>1</b>
1.2. <b>Zielsetzung</b> .....	<b>2</b>
1.3. <b>Methodik</b> .....	<b>2</b>
<b>2. HUMANITÄRE KRISENSITUATION</b> .....	<b>4</b>
2.1. <b>Flüchtlingskrise rund um das Mittelmeer</b> .....	<b>5</b>
2.1.1. Griechenland.....	5
2.1.2. Italien .....	6
2.1.3. Libyen .....	6
2.1.4. Türkei.....	7
2.2. <b>Flüchtlingskrisensituation am Beispiel Griechenland Lesbos</b> .....	<b>8</b>
2.2.1. Aktuelle Unterkünfte.....	10
2.2.2. Probleme.....	11
2.3. <b>Analyse der Klimazone</b> .....	<b>11</b>
2.3.1. Temperatur.....	11
2.3.2. Sonnentage und Sonnenstand.....	12
2.3.3. Niederschläge und Luftfeuchtigkeit .....	15
2.3.4. Wind.....	16
<b>3. TEMPORÄRE UNTERKÜNFTE</b> .....	<b>17</b>
3.1. <b>Container</b> .....	<b>17</b>
3.1.1. Beispiel a: Old Lady House .....	22
3.1.2. Beispiel b: Wijn of Water .....	24
3.1.3. Beispiel c: Container Art.....	25
3.2. <b>Mobile Architektur</b> .....	<b>28</b>
3.2.1. Beispiel a: Kapelle in Lustenau .....	29
3.2.2. Beispiel b: Pavillon am Genfer See.....	32
3.2.3. Beispiel c: Rucksackhaus .....	34
3.3. <b>Zelte</b> .....	<b>36</b>

3.3.1.	Beispiel a: Wandelbarer Pavillon .....	39
3.3.2.	Beispiel b: Teehaus in Frankfurt am Main.....	40
3.3.3.	Beispiel c: Gewächshaus Orchidee Punta del Este .....	42
<b>4.</b>	<b>ENTWURF UND ANALYSE EINES PROTOTYPS.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1.</b>	<b>Bauwirtschaftliche Aspekte.....</b>	<b>45</b>
4.2.1.	Graue Energie.....	46
4.2.2.	Berechnung.....	47
4.2.3.	Einsparpotential grauer Energie in der Bauwirtschaft .....	48
<b>4.3.</b>	<b>Materialanalyse .....</b>	<b>49</b>
4.3.1.	Lehm.....	49
4.3.1.1.	Stampflehm .....	50
4.3.1.2.	Wellerlehm .....	50
4.3.1.3.	Lehmsteine.....	51
4.3.2.	Holz.....	52
4.3.2.1.	Brettschichtholz .....	53
4.3.2.2.	Kreuzbalken .....	53
4.3.2.3.	Massivholz.....	53
4.3.3.	Nachhaltige Dämmstoffe.....	54
4.3.3.1.	Holzfaserdämmstoffe .....	54
4.3.3.2.	Kork.....	55
4.3.3.3.	Stroh.....	56
<b>4.4.</b>	<b>Formgestaltung des Prototyps.....</b>	<b>58</b>
4.4.1.	Regionalität und Klima .....	58
4.4.2.	Passive und aktive Baumaßnahmen.....	61
4.4.3.	Ökologie der Baustoffe und Konstruktion.....	64
4.4.4.	Innenraumgestaltung .....	70
4.4.5.	Fertiger Prototyp .....	71
<b>4.5.</b>	<b>Soziale Nachhaltigkeit.....</b>	<b>73</b>
4.5.1.	Beteiligung der Nutzer .....	73
4.5.2.	Einbindung in das Bauvorhaben .....	74
4.5.3.	Individualität.....	74
<b>5.</b>	<b>RESÜMEE.....</b>	<b>76</b>
	<b>QUELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>77</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>80</b>
	<b>ANHANG .....</b>	<b>86</b>



# 1. Einleitung

Temporäre Notunterkünfte können in kurzer Zeit schnell errichtet werden und sind ursprünglich als Übergangslösung geplant. Im Mittelmeerraum leben tausende Menschen in Unterkünften, die zum einen nicht den klimatischen Gegebenheiten standhalten und zum anderen nicht aus wiederverwertbaren Materialien bestehen. Auf Grund der stark ansteigenden Anzahl der Flüchtlinge konnte der Bedarf an Ressourcen nicht mehr gedeckt werden und man begann eigenhändig Unterkünfte aus anderen Materialien zu errichten. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, mit welchen ressourcenschonenden, regionalen Materialien man temporäre Unterkünfte in solchen Krisengebieten errichten kann.

## 1.1. Motivation

Der Klimawandel und die damit verbundene Erderwärmung waren ausschlaggebend für diese Arbeit. Denn in Zukunft werden viele Gebiete auf Grund der Erwärmung unbewohnbar sein, und es wird in den nächsten Jahrzehnten vermehrt zu Flüchtlingsströmen kommen. Neben der Flucht vor dem Klimawandel, herrschen im Nahen Osten weiterhin Konflikte, wodurch die dort lebenden Menschen gezwungen sind vor dem Krieg zu flüchten. Somit flacht die Zahl der Flüchtlinge in den nächsten Jahren nicht weiter ab. Im Gegenteil, sie wird in den nächsten Jahrzehnten voraussichtlich stark ansteigen, und man sollte bereits jetzt nach Lösungen und Konzepten zur Unterstützung der Aufnahmeländer suchen. Die derzeitigen Notunterkünfte wie Zelte, diverse Planen oder andere belastete Materialien sind keine nachhaltige Lösung für das vorhandene und zukünftige Problem.

## **1.2. Zielsetzung**

Ziel dieser Arbeit ist es, aus ressourcenschonenden und vor allem regional verfügbaren Materialien eine temporäre Unterkunft zu gestalten. Diese sollen eine einfache Bauweise gewährleisten und zudem den Aufenthalt der dort ankommenden Flüchtlinge angenehm und menschengerecht gestalten. Die derzeitigen Unterkünfte können keine dauerhafte Lösung sein, weshalb der Prototyp eine massive und längerfristige Installation vorsieht.

## **1.3. Methodik**

Diese Arbeit gliedert sich in drei Hauptkapitel und basiert auf eingehender Medien- und Literaturrecherche.

Das erste Hauptkapitel beschäftigt sich mit der Thematik „Humanitäre Krisensituation“. Hier wird zunächst erläutert, wie sich die Fluchtbewegung entwickelt hat und welche möglichen Fluchtursachen es gibt. Zudem wird noch auf die aktuellen Flüchtlingszahlen im Mittelmeerraum verwiesen. Das Unterkapitel 2.1. beschäftigt sich mit den einzelnen Ländern rund um das Mittelmeer die laut United Nations Organization (UNO) am stärksten von der Fluchtbewegung betroffen sind. Für diese Arbeit wurde als Beispiel die griechische Insel Lesbos gewählt, da in den Jahren 2015/16 dort eine hohe Anzahl an Flüchtlingen verzeichnet wurde. Außerdem ist diese Insel überwiegend auf Grund des überfüllten Flüchtlingslagers und der dort herrschenden kritischen Umstände bekannt. Die Problematik des bestehenden Lagers wird anhand von Fotos und Berichten untersucht. Im letzten Unterkapitel wird eine Klimaanalyse der Insel Lesbos durchgeführt und anhand von Grafiken ausgewertet.

Das zweite Kapitel beschäftigt sich mit bereits bestehenden temporären Unterkunftsmöglichkeiten. Hierbei werden Systeme wie Container, mobile Architektur und Zelte näher analysiert. Zu jedem Bausystem wurden drei verschiedene Projekte als Beispiele angeführt.

Das letzte Kapitel vor dem Resümee beschäftigt sich mit dem Entwurf des Prototyps. Der Fokus liegt hier neben einem nachhaltigen Entwurf auf wiederverwendbaren Materialien. In dem Unterkapitel „Bauwirtschaftliche Aspekte“ wird die Thematik

graue Energie und deren Einfluss auf die Bauwirtschaft näher untersucht. In weiterer Folge wurden nachhaltige Materialien wie Holz, Lehm und Dämmstoffe betrachtet. Das Kapitel des Prototyps zeigt, wie anhand der vorherigen Kapitel die temporäre Unterkunft entstanden ist und welchen Einfluss die erarbeiteten Aspekte hinterlassen. Am Ende des Kapitels werden die Aspekte der sozialen Nachhaltigkeit hergeleitet und am Beispiel des Prototyps analysiert.

## 2. Humanitäre Krisensituation

Die Flüchtlingsbewegungen der letzten Jahre sind kein neues Phänomen. Blickt man auf das letzte Jahrhundert zurück, stellt man fest, dass es schon immer Flüchtlingsströme gab. Gründe für diese historische Entwicklung kann man vor allem zwei wesentlichen Aspekten zuordnen. Zum einen dem hinterbliebenen Nationalismus und dessen Gedankengut und zum anderen dem Prinzip eines Nationalstaates. Beide Faktoren begünstigten die Fluchtbewegung, da solche politischen Maßnahmen die eigenen Landsleute bevorzugte und andere Gruppen auf Grund von religiösen oder ethnischen Unterschieden ausgrenzte.<sup>1</sup> Weitere Ursachen für den ansteigenden Migranten- und Flüchtlingsstrom sind die bestehenden Konfliktherde im Nahen und Mittleren Osten sowie die Bürgerkriege in Afrika. Aber auch der Klimawandel und die damit verbundenen Probleme führen zu einem Anstieg der Zahlen.<sup>2</sup>

Laut der UNO waren die Zahlen der flüchtenden Menschen noch nie so hoch wie im vergangenen Jahrzehnt. Im Jahr 2019 flüchteten über 79,5 Millionen Menschen weltweit und im Jahr 2020 stieg die Zahl auf 80 Millionen an. Bei der Anzahl der Flüchtlinge ist wie folgt zu differenzieren. Die 79,5 Millionen (Stand: Ende 2019) gliedern sich in 26 Mio. Flüchtlinge, 45,7 Mio. Binnenvertriebene, 4,2 Mio. Asylsuchende und 3,6 Mio. Venezolaner\*innen.<sup>3</sup> Im Jahr 2020 kamen circa 95.800 Menschen über die Mittelmeerroute sowie Kanarische Route nach Europa. 17.478 Flüchtlinge kamen über die östliche Mittelmeerroute nach Griechenland und Zypern.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Opitz, Peter J.: Das Weltflüchtlingsproblem. Ursachen und Folgen. Orig.-Ausg. Beck'sche Reihe 367. München: Beck 1988. S. 15ff.

<sup>2</sup> Busch, Klaus: Das Versagen Europas. Die Euro- und die Flüchtlingskrise sowie die Brexit-Diskussion. Flugschrift. Hamburg: VSA Verlag 2016. S. 34ff.

<sup>3</sup> Flüchtlingszahlen. Zahlen & Fakten zu Menschen auf der Flucht. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/informieren/fluechtlingszahlen/> (letzter Zugriff: 01. April 2021)

<sup>4</sup> EUROPE SITUATIONS: DATA AND TRENDS - ARRIVALS AND DISPLACED POPULATIONS (December 2020). In: <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/84470> (letzter Zugriff: 18. April 2021)



## 2.1. Flüchtlingskrise rund um das Mittelmeer

Die Fluchtroute von den Krisengebieten über das Mittelmeer nach Europa ist keineswegs eine neue Route. Allerdings flüchteten in den letzten Jahren noch nie so viele Menschen wie im Jahr 2015, als rund eine Million Flüchtlinge die gefährliche Route über das Mittelmeer beschritten. Die Hauptgründe waren sowohl die sich zuspitzenden Kriege in Syrien als auch die Lebensmittelnotstände in den Flüchtlingslagern der benachbarten Länder. Aber auch weiterhin anhaltende Bürgerkriege in Iran und Pakistan sowie Menschenrechtsverletzungen in diversen Ländern führten zu einem derartigen Anstieg der Zahlen.<sup>5</sup> Solche Zustände veranlassen die Menschen, ihre Heimat zu verlassen und die gefährliche Route über das Mittelmeer zu wählen. Beim Überqueren des Meeres kamen und kommen auch heute noch mehrere hundert Menschen pro Jahr ums Leben. Allerdings verändern sich die Routen übers Mittelmeer jährlich, denn die flüchtenden Menschen beobachten die entsprechende Situation in den jeweiligen europäischen Ländern sowie die damit verbundenen Risiken.<sup>6</sup>

### 2.1.1. Griechenland

Griechenland ist am stärksten vom Flüchtlingsstrom der vergangenen Jahre betroffen. Vor allem die Ägäis-Inseln verzeichnen die höchste Anzahl an Flüchtlingen, da diese am schnellsten übers Mittelmeer von der türkischen Grenze zu erreichen sind.<sup>7</sup> Zudem zählt Griechenland zu den hoch verschuldeten Staaten der Europäischen Union.<sup>8</sup> Neben den wirtschaftlichen Problemen kommt ein überlastetes Asylsystem und der aufkommende Druck, die Asylstandards zu erfüllen, hinzu. Die Lage

---

<sup>5</sup> Busch, Klaus: Das Versagen Europas. Die Euro- und die Flüchtlingskrise sowie die Brexit-Diskussion. Flugschrift. Hamburg: VSA Verlag 2016. S. 32ff.

<sup>6</sup> Flüchtlingskrise Mittelmeer. Flucht nach Europa. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/mittelmeer/> (letzter Zugriff: 02. April 2021)

<sup>7</sup> Flüchtlinge in Griechenland. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/griechenland/> (letzter Zugriff: 03. April 2021)

<sup>8</sup> Busch, Klaus: Das Versagen Europas. Die Euro- und die Flüchtlingskrise sowie die Brexit-Diskussion. Flugschrift. Hamburg: VSA Verlag 2016. S. 27.

um die griechischen Inseln verschärfte sich weiter, nachdem es im März 2021 Berichte zu Abweisungen von Flüchtlingen und Migranten an der Landes- und Seegrenze gab. Diese Vorgehensweisen würden gegen die Genfer Flüchtlingskonvention verstoßen, denn diese besagt, dass ein Flüchtling nicht abgewiesen werden darf, wenn dieser sich vor Verfolgung im eigenen Land fürchten muss.

Die Situation auf den griechischen Inseln ist bis heute noch katastrophal. Die Flüchtlingslager wurden ursprünglich für 5400 Menschen ausgelegt, wuchsen aber in den vergangenen Jahren auf das Zehnfache an. Mehrere tausend Menschen leben ohne ausreichende Sanitär- und Hygieneanlagen.<sup>9</sup>

### **2.1.2. Italien**

Italien zählt neben Griechenland und der Türkei ebenfalls zu den Ländern mit den meisten Asylanträgen. Nach dem starken Andrang im Jahr 2015 verschärfte Italiens Regierung das Asylrecht. Diese legte vor allem den Fokus auf eine Antimigrationspolitik und machte es Flüchtlingen schwer, einen Asylantrag zu stellen. Das führte sogar dazu, dass Schiffe mit flüchtenden Menschen nicht in den italienischen Häfen halten durften und die Geflüchteten unbestimmte Zeit am Schiff ohne jegliche Lebensmittel- und Wasserversorgung ausharren mussten. 2020 wurde ein Dekret veranlasst, das besagt, dass Flüchtlinge und Migrant\*innen, die sich in Seenot befinden, sehr wohl zu retten sind.<sup>10</sup>

### **2.1.3. Libyen**

Das nordafrikanische Land ist seit 2011 von wirtschaftlichen und politischen Problemen sowie gewaltsamen Auseinandersetzungen geprägt. Viele der dort lebenden Menschen benötigen humanitäre Hilfe. Aber auch viele Flüchtlinge und Migrant\*innen nutzen Libyen als Transitland, um weiter nach Europa fliehen zu können. In den Konfliktregionen fehlt es besonders stark an Grundnahrungsmittel-, Gesundheits-

---

<sup>9</sup> Flüchtlinge in Griechenland. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/griechenland/> (letzter Zugriff: 03. April 2021)

<sup>10</sup> Flüchtlinge in Italien. Italien steht weiterhin vor großen Herausforderungen. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/italien/> (letzter Zugriff: 03. April 2021)

und Trinkwasserversorgung. Die meisten Krankenhäuser werden geplündert, angegriffen oder sogar zerstört. Flüchtlinge, die weiter nach Europa reisen wollen, werden bei ihrer Flucht meistens von der libyschen Küstenwache aufgehalten. Diese bringen die Flüchtlinge in Internierungslager, wo sie unter menschenunwürdigen Bedingungen leben müssen. Zudem werden sie im Lager mit Vergewaltigungen, Folter und Misshandlungen konfrontiert.<sup>11</sup>

#### **2.1.4. Türkei**

Die Türkei ist jenes Land, das Europa und den Nahen Osten verbindet. Zudem ist es auch seit mehreren Jahren das größte Aufnahmeland weltweit. 4,1 Millionen Flüchtlinge konnten dort Ende 2019 Schutz finden.<sup>12</sup> Im Zuge der weiterhin steigenden Anzahl der Flüchtlinge und aufgrund des schlechten Verteilsystem innerhalb der Europäischen Union gab es im Jahr 2015 Verhandlungen zwischen der Türkei und der EU. Es wurde vereinbart, dass die Türkei die Grenzen stärker bewachen sollte und dadurch verhindert, dass die Flüchtlinge unkontrolliert nach Europa gelangen. Im Gegenzug sollte die EU regelmäßig ein Kontingent an Flüchtlingen aufnehmen und dieses gleichmäßig auf die Mitgliedsstaaten aufteilen. Zudem wurde der Türkei eine Unterstützung in der Höhe von drei Milliarden Euro zugesichert sowie vereinfachte Einreise in die Europäische Union. Diese Verhandlungen kamen vorerst nicht zustande, da Italien sich an der finanziellen Unterstützung nicht beteiligen wollte und die Türkei sehr zügig auf einer weiteren Nachzahlung bestand.<sup>13</sup> 2016 nahm die EU die Verhandlungen mit der Türkei wieder auf und konnte sich auf ein Flüchtlingsabkommen einigen. Die Vereinbarung sieht vor, dass die Grenzen der Türkei stärker kontrolliert werden und Flüchtlinge, die in Griechenland kein Asyl bekommen, wieder zurück in die Türkei geschickt werden. Im Gegenzug verspricht die EU, dass sie für jeden abgewiesenen Flüchtling einen syrischen Flüchtling der

---

<sup>11</sup> Flüchtlinge in Libyen. (Über-)Leben im „failed state“. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/libyen/> (letzter Zugriff: 03. April 2021)

<sup>12</sup> Flüchtlinge in der Türkei. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/tuerkei/> (letzter Zugriff: 03. April 2021)

<sup>13</sup> Busch, Klaus: Das Versagen Europas. Die Euro- und die Flüchtlingskrise sowie die Brexit-Diskussion. Flugschrift. Hamburg: VSA Verlag 2016. S. 43f.

Türkei aufnimmt. Zusätzlich erhält die Türkei eine Finanzierung von sechs Milliarden Euro. Ziel dieses Abkommens war es, die stark überfüllten Flüchtlingslager der griechischen Ägäis-Inseln zu entlasten. Anfang März 2020 öffnete die Türkei die Grenzen nach Europa. Grund dafür war ein erneutes Aufflammen des syrischen Bürgerkriegs.<sup>14</sup>

## **2.2. Flüchtlingskrisensituation am Beispiel Griechenland Lesbos**

Die Situation auf den griechischen Ägäis-Inseln spitzt sich seit 2015 immer weiter zu. Die fünf Flüchtlingslager der Inseln sind komplett überfüllt und können die Hygienestandards kaum aufrechterhalten. Besonders stark betroffen ist die Insel Lesbos, mit dem aktuellen Notfalllager Kara Tepe, denn im September 2020 brannte das ursprüngliche Flüchtlingscamp Moria ab und von einem Tag auf den anderen waren mehrere tausend Menschen obdachlos.<sup>15</sup>

Das Flüchtlingslager Moria entstand im Jahr 2014 auf einem ehemaligen Militärgelände, unweit des griechischen Dorfes und somit Namensgebers, Moria. Vereinzelt kamen seit den neunziger Jahren Flüchtlinge von der türkischen Grenze nach Griechenland, um in Europa einen Asylantrag zu stellen. Allerdings häuften sich 2014 die Ankünfte der Boote mit Migrant\*innen zunehmend. Ein Jahr später stieg die Anzahl der ankommenden Flüchtlinge rasant an. Obwohl viele von ihnen weiter aufs Festland fahren, begann die Situation auf der Insel zu kippen. Ursprünglich konnte Moria nur 700 Personen aufnehmen. Durch die stetig wachsende Anzahl entstand in den umliegenden Olivenhainen ein wildes Camp. Nachdem die Inselgruppe immer stärker von Flüchtlingen frequentiert wurde, versuchte die griechische Regierung eine Lösung zu finden. Das Festland nahm regelmäßig ein bestimmtes Kontingent an Flüchtlingen und Migrant\*innen auf. Wegen der steigenden Anzahl entstanden lange Wartezeiten bei den Asylverfahren, und es kam zu gewalttätigen

---

<sup>14</sup> Flüchtlinge in der Türkei. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/tuerkei/> (letzter Zugriff: 03. April 2021)

<sup>15</sup> Flüchtlinge in Griechenland. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/griechenland/> (letzter Zugriff: 04. April 2021)

Auseinandersetzungen innerhalb des Camps.<sup>16</sup> Insgesamt kamen im Jahr 2015 rund 500.000 flüchtende Menschen auf der Insel Lesbos an.<sup>17</sup> 2016 einigte sich die EU mit der Türkei auf ein Flüchtlingsabkommen. Dieses sollte die Situation ein wenig entschärfen und die Anzahl der ankommenden Flüchtlinge senken. Tatsächlich kam es zu einer Senkung der Zahl, allerdings beklagte die griechische Regierung, dass immer noch zu wenige Ressourcen auf der Insel vorhanden sind, um die weiterhin große Menge an Asylanträgen zu bearbeiten. Die Lage auf Lesbos spitzte sich weiter zu, denn niemand wusste, wie lange man auf der Insel bleiben musste, bis die Asylanträge von der zuständigen Behörde bewerkstelligt werden konnten. In den letzten Jahren kam es zu vermehrten Ausschreitungen und kleinen Bränden innerhalb des Camps. Das Lager war zunehmend überfüllt, und es fehlten weiterhin die Ressourcen, um die Asylanträge rasch abzufertigen.<sup>18</sup> Moria war das größte Flüchtlingslager der griechischen Inseln. Im Februar 2020 befanden sich rund 18.000 Flüchtlinge, in einem Lager, das ursprünglich für 2500 Personen geplant war. Es herrschten menschenunwürdige Verhältnisse mit unzureichenden Sanitär- und Hygieneanlagen, sowie Wasserversorgungsstellen.

Im September 2020 kam es zu einem großflächigen Brand, der das gesamte Flüchtlingslager Moria zerstörte. Tausende Menschen waren obdachlos und die Hilfsorganisationen mussten so schnell wie möglich ein Notfalllager errichten. Heute leben 7400 Flüchtlinge im neuen Lager Kara Tepe. Es sollte nur eine Überbrückung sein, denn die Zelte sind laut UNHCR keine langfristige Lösung.<sup>19</sup>

---

<sup>16</sup> Martens, Michael: Flüchtlingslager Moria. Die Chronik einer Katastrophe. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung. 2020.

<sup>17</sup> Lesbos data snapshot 31 Dec 2015. In: <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/46649> (letzter Zugriff: 06. April 2021)

<sup>18</sup> Martens, Michael: Flüchtlingslager Moria. Die Chronik einer Katastrophe. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung. 2020.

<sup>19</sup> Flüchtlinge in Griechenland. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/griechenland/> (letzter Zugriff: 08. April 2021)

### 2.2.1. Aktuelle Unterkünfte

Seitdem das Flüchtlingslager Moria im September 2020 abgebrannt war, musste in kurzer Zeit ein neues Notfalllager errichtet werden. Das neu errichtete Zeltlager „Kara Tepe“ wurde für maximal 10.000 Menschen konzipiert. Alle Migrant\*innen wurden vor dem Bezug des neuen Lagers noch einmal registriert und auf Grund der noch immer herrschenden Corona-Pandemie auf das Virus getestet.<sup>20</sup>

Die Familien leben dort in einfachen Zelten, meist mit ein bis zwei anderen Familien zusammen. Die Unterkünfte bestehen aus einer dünnen Außenhaut und einem Innenzelt aus Stoff.<sup>21</sup>



Abb. 1: Notfalllager Kara Tepe auf der griechischen Insel Lesbos.

---

<sup>20</sup> 9.000 Flüchtlinge ziehen in Zeltlager auf Lesbos um. In: <https://www.zeit.de/politik/ausland/2020-09/griechenland-lesbos-fluechtlingslager-neu-kapazitaetsgrenze-moria-brand-migration> (letzter Zugriff: 08. April 2021)

<sup>21</sup> Puchner, Johannes/ Völker, Michael: Nass, kalt und hoffnungslos: Druck auf türkis-grüne Koalition wegen Flüchtlingen auf Lesbos wächst. In: <https://www.derstandard.at/story/2000122759776/nass-kalt-und-hoffnungslos-druck-auf-tuerkis-gruene-koalition-wegen> (letzter Zugriff: 08. April 2021)

### **2.2.2. Probleme**

Die Zustände im neuen Lager sind problematischer als im alten Camp Moria. Mehrere Familien leben gemeinsam in einem Zelt und jede hat nur einen kleinen Bereich mit rund fünf Quadratmeter zur Verfügung. Die dünne Stoffhaut des Zelts schützt kaum vor dem Wetter. Das Lager liegt direkt am Meer auf einem ehemaligen Militärgelände und die Flüchtlinge klagen über den nächtlichen starken Wind. An Regentagen rinnt das Wasser zwischen den Zelten vorbei, wobei die Zelte teilweise überschwemmt werden. Neben den schlecht ausgestatteten Unterkünften gibt es zu wenige Sanitäreanlagen und eine kaum bis gar nicht funktionierende Stromversorgung. Eine Infrastruktur im neuen Lager ist nicht vorhanden. Kinder bekommen keine Möglichkeit eine Ausbildungsstätte oder einen Kindergarten zu besuchen.<sup>22</sup>

## **2.3. Analyse der Klimazone**

Lesbos gehört zu den fünf griechischen Ägäis-Inseln und ist die drittgrößte Insel im Mittelmeerraum. Sie liegt in der nördlichen Region der Ägäis und hat eine Gesamtfläche von 1633 km<sup>2</sup>. Das Klima auf der Insel variiert stark, denn Lesbos liegt direkt an der Grenze zwischen zwei Klimazonen. Im westlichen Teil der Insel herrscht ein mediterranes Klima, wohingegen der Osten zunehmend von einem kontinentalen Klima geprägt ist.<sup>23</sup>

### **2.3.1. Temperatur**

Bei den Temperaturen muss man zwischen den sommerlichen und winterlichen Höchstwerten unterscheiden. In den Sommermonaten Juli und August kommt es zu Tageshöchstwerten von 34°C und zu Tagestiefstwerten von 17°C. In den Wintermonaten Januar und Februar erreichen die Tageshöchstwerte eine Temperatur von 11°C und die Tagestiefstwerte von 3°C.

---

<sup>22</sup> Puchner, Johannes/ Völker, Michael: Nass, kalt und hoffnungslos: Druck auf türkis-grüne Koalition wegen Flüchtlingen auf Lesbos wächst. In: <https://www.derstandard.at/story/2000122759776/nass-kalt-und-hoffnungslos-druck-auf-tuerkis-gruene-koalition-wegen> (letzter Zugriff: 08. April 2021)

<sup>23</sup> Klimatabelle Lesbos. In: <https://www.klimatabelle.info/europa/griechenland/lesbos> (letzter Zugriff: 14. April 2021)

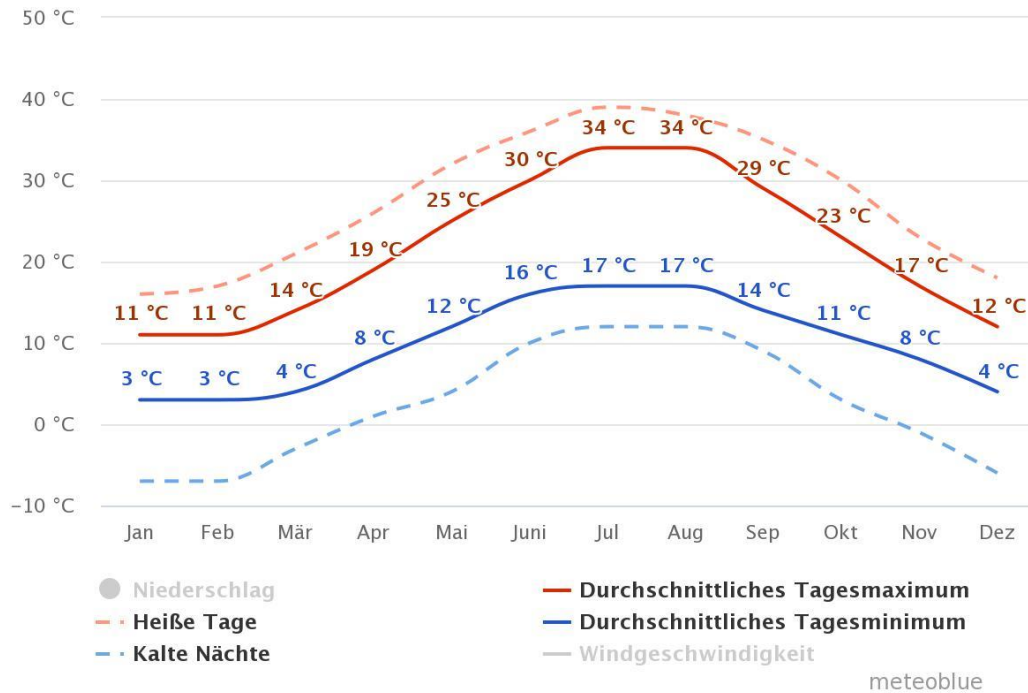


Abb. 2: Temperaturdiagramm Lesbos

### 2.3.2. Sonnentage und Sonnenstand

Die längsten Sonnentage sind in den Sommermonaten Juli und August zu verzeichnen. Zudem ist der Himmel in diesen Monaten kaum von Wolken bedeckt. Die wenigsten Sonnentage treten in den Wintermonaten Dezember und Januar auf. Hier kann man vorwiegend einen bedeckten Himmel vorfinden.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Klima Lesbos. In: [https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos\\_griechenland\\_258466](https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466) (letzter Zugriff: 14. April 2021)



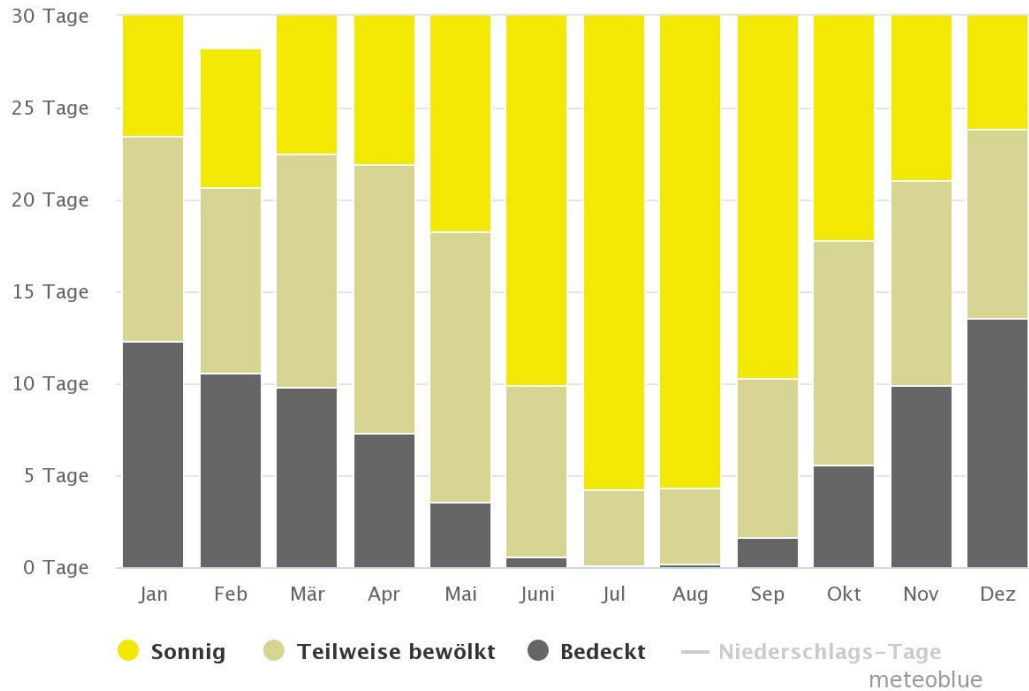


Abb. 3: Sonnentagediagramm Lesbos

Der höchste Sonnenstand beträgt im Sommermonat Juni circa 75° im Süden. Im Winter hingegen steht die Sonne im Süden bei circa 28°. Bei einer Planung muss man besonders auf die Ausrichtung des Gebäudes achten und den entsprechenden Sonnenstand sowie die damit verbundenen Probleme berücksichtigen.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Sonnenstände. In: [https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php?lang=de](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=de) (letzter Zugriff: 14. April 2021)

2. Humanitäre Krisensituation

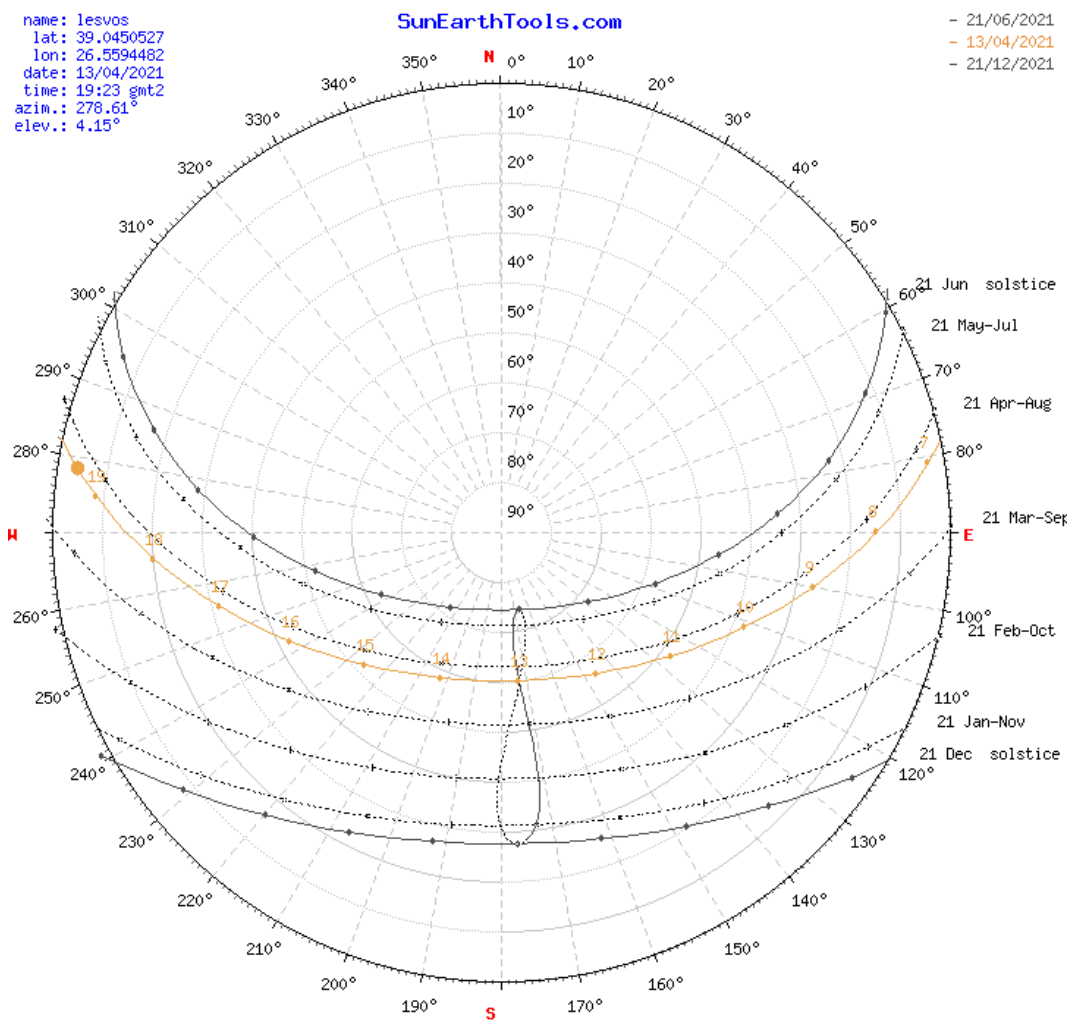


Abb. 4: Sonnenverlauf Lesbos

### 2.3.3. Niederschläge und Luftfeuchtigkeit

Die Niederschlagsmengen variieren das gesamte Jahr über sehr stark. Die größten und meisten Niederschlagsmengen kann man in den Wintermonaten verzeichnen. Vor allem im November und Dezember weisen die meisten Tage eine durchschnittliche Regenmenge von 20-50 mm auf. Zu den trockenen Monaten gehören die Sommermonate Juli und August.<sup>26</sup>

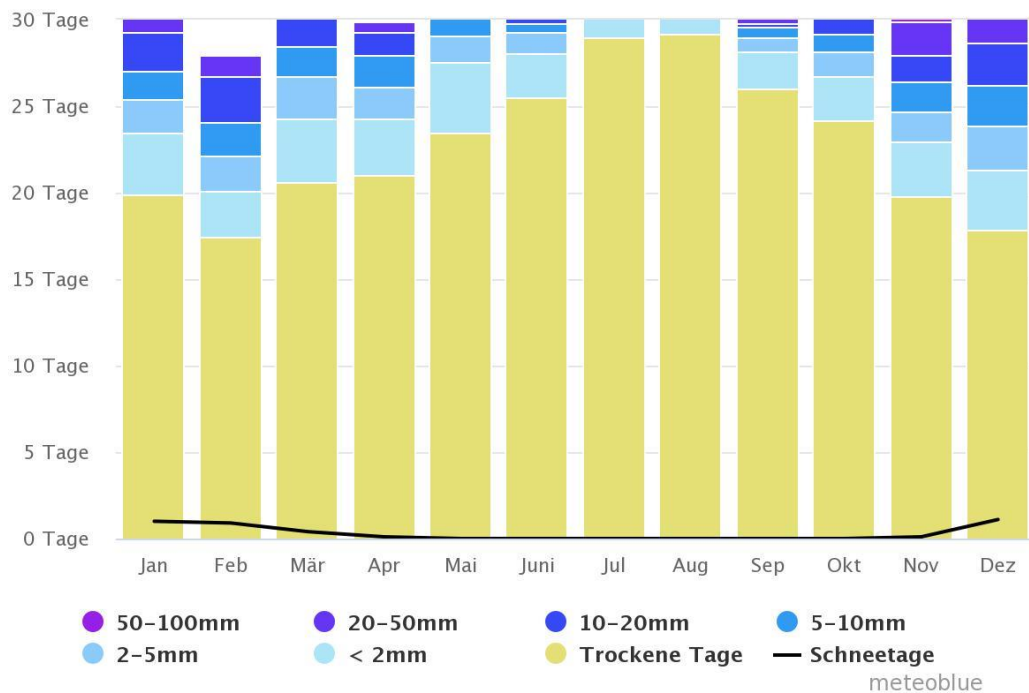


Abb. 5: Niederschlagsdiagramm Lesbos

Die relative Luftfeuchtigkeit hingegen, hält sich über das gesamte Jahr konstant zwischen 60%-70%.<sup>27</sup>

<sup>26</sup> Klima Lesbos. In: [https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos\\_griechenland\\_258466](https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466) (letzter Zugriff: 14. April 2021)

<sup>27</sup> Klimatabelle Lesbos. In: <https://www.klimatabelle.info/europa/griechenland/lesbos> (letzter Zugriff: 14. April 2021)

### 2.3.4. Wind

Der stärkste Wind kommt aus nordnordöstlicher Richtung mit vereinzelt Spitzenwerten über 50 km/h Windgeschwindigkeit. Dem Diagramm zufolge kann man feststellen, dass der Wind aus nordnordöstlicher Richtung, die meisten Stunden über das gesamte Jahr, verzeichnet. Hingegen Winde aus nördlicher und südlicher Richtung weniger Stunden aufweisen.<sup>28</sup>

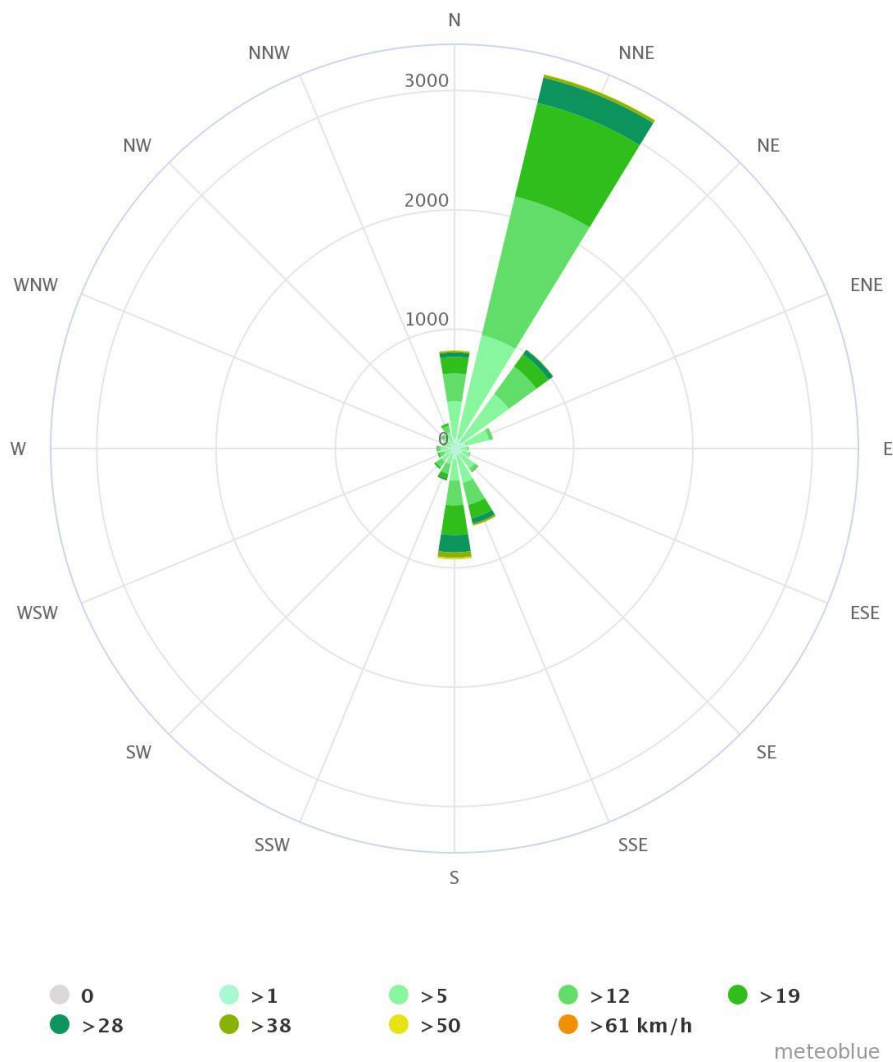


Abb. 6: Windrose Lesbos

<sup>28</sup> Klima Lesbos. In: [https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos\\_griechenland\\_258466](https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466) (letzter Zugriff: 14. April 2021)

### 3. Temporäre Unterkünfte

Temporäre Unterkünfte haben schon eine lange Tradition in der Architektur. Der Begriff temporär kann in Bezug auf die Dauer unterschiedliche Zeitspannen umfassen. Im Grunde sind aber temporäre Unterkünfte für kurzfristige Nutzungen vorgesehen.<sup>29</sup> Für diese Arbeit ist eine langfristige Nutzung vorgesehen, da man nicht sagen kann, wie lange die Zustände im Flüchtlingscamp Moria weiter bestehen bleiben bzw. bei allfälligem Auszug von Flüchtlingen neue ankommen könnten.

#### 3.1. Container

Container haben vor allem im Transportwesen, insbesondere beim Schiffverkehr, einen essenziellen Stellenwert eingenommen. Nach der Erfindung und der weitgehenden Verbreitung wurde in den 1970er Jahren eine einheitliche ISO-Norm festgelegt. In der Normierung wurden wichtige Parameter festgelegt, wie zum Beispiel die Belastbarkeit, Dichtheit, aber auch die maximalen Maße der Container. Die Abmessungen, vor allem die Breite, ergaben sich auf Grund der Verkehrsordnungen zu Lande. Die Länge kann je nach Containertyp variieren. Ein durchschnittlicher Container hat eine Abmessung von 2,5 m x 6,0 m. In der Architektur unterscheidet man zwischen drei wesentlichen Containertypen: dem Frachtcontainer, dem Baucontainer und dem Containerrahmen.<sup>30</sup>

Frachtcontainer finden schon seit mehreren Jahren Anwendung in der Architektur. Denn der Container weist wesentliche Eigenschaften auf, die in der Architektur von Vorteil sind. Diese Vorteile sind zum einen die Wiederverwertung des Containers als raumgebenden Baustein und zum anderen die Mobilität, als auch die weltweite Verfügbarkeit. Im Grunde wäre der Frachtcontainer ein geeignetes Raummodul, nur erfüllt dieser die bauphysikalischen Ansprüche einer Gebäudehülle und die genormte Raumhöhe nicht. Mit einem geeigneten Um- und Ausbau kann man diese

---

<sup>29</sup> Kirchengast, Ines: Feli. Ein Flexibles Modul. Darstellen, Präsentieren, Zurschaustellen. Wien: Technische Universität Wien. Diplomarbeit 2018. S. 22f.

<sup>30</sup> Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 8.

Nachteile beheben und einen architektonischen Raum schaffen. Jedoch sind größere Änderungen ebenfalls mit Nachteilen verbunden. Bei größeren Umbaumaßnahmen muss man vor allem das statische System beachten, denn dieses ist, sobald man Öffnungen geplant hat, nicht mehr gewährleistet. Zudem sind Um- und Ausbaumaßnahmen auch kostenintensiv, da man die bauphysikalischen Eigenschaften erst ergänzen muss. Neue Container werden überwiegend in Asien hergestellt und haben meistens einen Transportweg hinter sich, sobald sie nach Europa kommen. Ein „neuer“ Container kostet rund 2500 €. Gebrauchte Container sind ab etwa 1300 € erhältlich. Frachtcontainer sind sehr stabil und können je nach Typ enorm hohe Lasten aufnehmen. Auf Grund ihres Einsatzes als Transportmittel, sind die Container extremen Wetterbedingungen ausgesetzt. Demnach wurde besonders auf das Material geachtet, um diesen Bedingungen stand zu halten. Herkömmliche Frachtcontainer werden deshalb aus COR-TEN Stahl hergestellt, dessen Legierung zwei Materialaspekte aufweist. Sie ist zum einen korrosionsbeständig und zum anderen zugfest. Allerdings gibt es auch Container aus anderen Materialien, nur werden diese weniger eingesetzt, auf Grund ihrer Materialeigenschaften.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 21ff.



Abb. 7: Schematische Darstellung eines Frachtcontainers

Der Baucontainer hat sich aus dem Frachtcontainer entwickelt. Er weist im Vergleich zum Frachtcontainer schon raumgebende Eigenschaften auf. Denn ein Baucontainer besitzt bereits Öffnungen, bauphysikalische und -technische Eigenschaften und kann als fertiges Raummodul für Wohneinheiten dienen. Vor allem auf Baustellen wird diese Art von Container verwendet. Aber auch als Ersatzquartier während Umbauarbeiten beispielsweise von Schulen oder bei humanitären Krisensituationen greift man oft auf dieses Raummodul zurück. Grund dafür ist der hohe Vorfertigungsgrad, denn die Container sind, sobald sie das Werk verlassen, sofort einsatzbereit. Zudem lassen sich die Module in verschiedenen Varianten kombinieren. Die zellenartige Struktur ermöglicht es, mehrere Module zusammenzuhängen. So ergeben sich Bautypen wie „Einraum-Module“ und „Mehrzellenräume“. Für die Erschließung gibt es einen eigenen Containertyp, nämlich den Treppencontainer. Der Baucontainer lässt sich nicht nur horizontal erweitern. Man hat auch die Möglichkeit drei bis vier Geschosse übereinander zu setzen. Die Konstruktion besteht beim Standardtyp aus einer einfachen Stahlrahmenkonstruktion, welche gegen Korrosion geschützt wird. Danach erfolgt der Ausbau des Tragwerks, indem die Wände, die

Decke und der Fußboden gedämmt und mit Platten verschlossen werden. Die Außenhülle bildet ein Profilblech und alle Gebäudeteile werden mit einer Folie abgedichtet, um Nässe zu verhindern. Der Preis eines neuen Baucontainers liegt zwischen 550 und 750 €/m<sup>2</sup>. Allerdings können die Preise je nach Ausstattung und Containertyp stark variieren.<sup>32</sup>

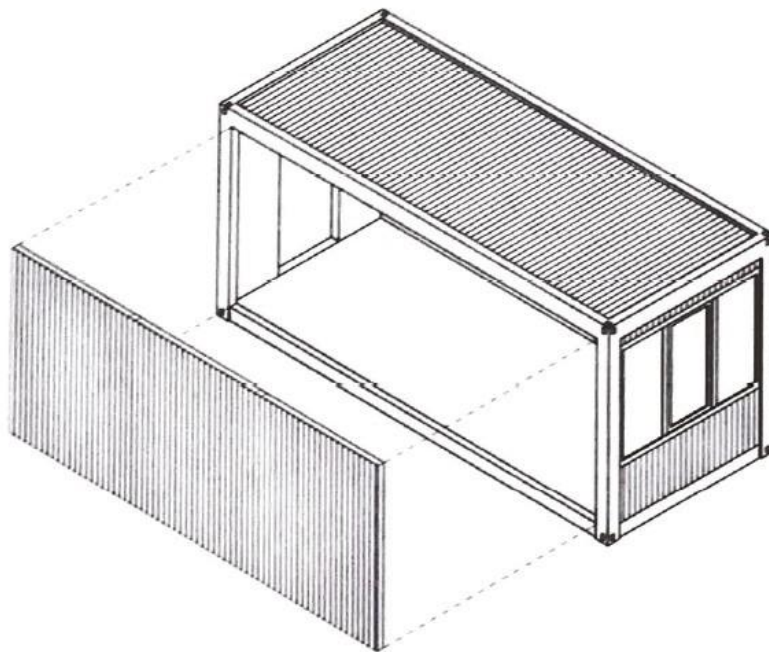


Abb. 8: Schematische Darstellung eines Baucontainers

Zu den Containerrahmen zählen unter anderem Modulrahmenbausysteme, die ein ähnliches Prinzip wie die Baucontainer verfolgen. Die Grundkonstruktion bildet ein Stahlrahmensystem, nur die Gebäudehülle kann wie bei konventionellen Gebäuden aus vorgefertigten, individuell gestalteten Modulen hergestellt werden. Das gesamte Bauwerk kann vom Nutzer individuell gestaltet werden und demnach sind auch die Maße wählbar. Die einzelnen Wand-, Decken-, und Dachmodule werden erst auf

---

<sup>32</sup> Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 30ff.



der Baustelle an die Stahlkonstruktion montiert. Diese Bausysteme werden vor allem für Gebäudekomplexe, wie Bürobauwerke, verwendet. Vorteil der Modulrahmenbauweise ist, dass man das Gebäude auch nachträglich erweitern kann. Dieses System eignet sich im Vergleich zu den anderen Systemen für ein dauerhaftes Wohnen. Denn ein wesentlicher Punkt bei der Erstellung dieses Systems war es, die bauphysikalischen Eigenschaften eines Containers dem eines konventionellen Gebäude anzugleichen. Die Kosten eines Modulrahmenbausystems betragen zwischen 600-700 €/m<sup>2</sup> und können je nach den Wünschen des Nutzers schwanken. Jedoch sind bei diesem Preis die Kosten für die Gründung nicht enthalten.<sup>33</sup>

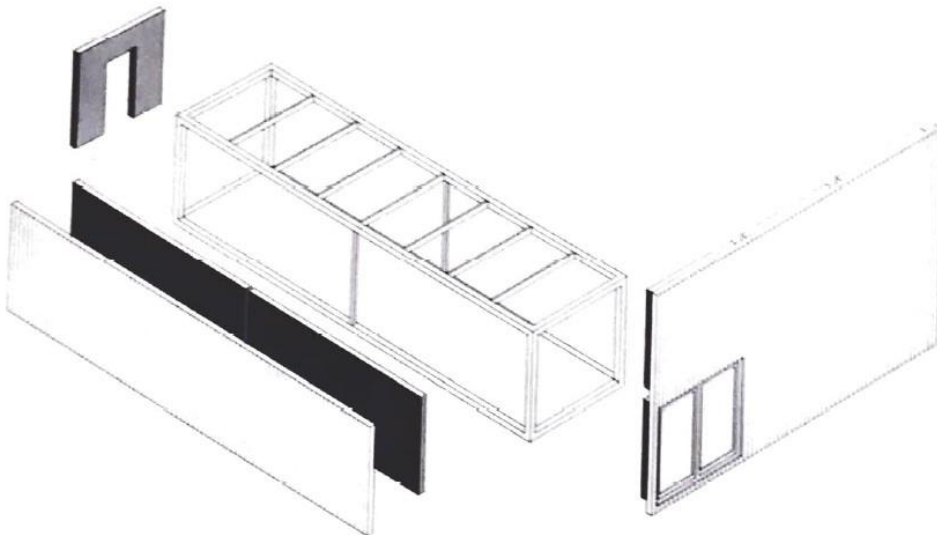


Abb. 9: Schematische Darstellung eines Containerrahmens

Alle Varianten eignen sich als Raummodul in der Architektur. Vor allem bei temporären Gebäuden findet man Containerarchitektur immer häufiger, da Container flexibel und schnell einsetzbar sind.<sup>34</sup>

---

<sup>33</sup> Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 38ff.

<sup>34</sup> Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 11.

### 3.1.1. Beispiel a: Old Lady House

Das erste Beispiel wurde von dem Architekten Adam Kalkin entworfen. Kalkin zählt zu den Architekten, die sich schon sehr lange mit Containerarchitektur beschäftigen. 2004 entwickelte er das Quik House, ein Fertighaus-Bausatz, das aus fünf recycelten Frachtcontainern besteht.<sup>35</sup>



Abb. 10: Ansicht Old Lady House

Das ausgewählte Beispiel steht in Califon, New Jersey und wurde 2008 für eine ältere Dame errichtet. Bei dem rund 93 m<sup>2</sup> großen, energieeffizienten Haus, stand vor allem die einfache Bedienbarkeit vor allem für ältere Personen im Fokus. Die beiden Hauptcontainer, nämlich der Wohn- und Essbereich haben seitlich Schiebetüren, welche die zentral gelegene Terrasse erschließen.<sup>36</sup> Zusätzlich besitzt dieses Projekt drei Schlafzimmer, sowie zweieinhalb Badezimmer. Innerhalb des ersten Tages steht der komplette Rohbau und innerhalb von drei Monaten wird das gesamte Haus fertiggestellt. Der Nutzer kann die Anzahl der Frachtcontainer wählen, und es sind bis zu fünf gestapelte Container möglich. Auch die Farbe kann man wählen, denn diese ist zum einen in orange oder in Rost-Optik möglich. Jedoch ändert sich die Bauzeit je nach den individuellen Wünschen des Nutzers. Die Kosten

---

<sup>35</sup> Jodidio, Philip: Temporary Architecture Now! = Temporäre Architektur Heute! = L'architecture éphémère D'aujourd'hui! Köln: Taschen 2011. S. 224.

<sup>36</sup> Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 145.

betragen im Durchschnitt 76.000 €, können aber je nach Projekt und bestimmten Wünschen variieren.<sup>37</sup>



Abb. 11: Innenliegende Terrasse Old Lady House

---

<sup>37</sup> Jodidio, Philip: Temporary Architecture Now! = Temporäre Architektur Heute! = L'architecture éphémère D'aujourd'hui! Köln: Taschen 2011. S. 224ff.

### 3.1.2. Beispiel b: Wijn of Water

Dieses Projekt wurde 2005 von den niederländischen Architekten Bijvoet Architectuur & Stadsontwerp in der Nähe vom Rotterdamer Hafen entworfen. Es ist ein temporäres Restaurant bestehend aus neun alten Frachtcontainern, das für 50 Personen konzipiert wurde. Acht von neun Containern bilden das Restaurant und der neunte Frachtcontainer ragt vertikal im Innenhof empor. Ein wesentlicher Punkt bei der Planung war das knappe Budget und die kurze Bauzeit, weshalb sich die alten Frachtcontainer ideal eigneten. Bei der Ausrichtung des Gebäudes wurde zum einen auf den Ausblick Richtung Meer wertgelegt und zum anderen war auch der starke Westwind ausschlaggebend für die L-Form. Um ausreichend Platz im Innenraum zu haben, wurden alle Leitungen in Metallrohren nach außen verlegt. Zusätzlich wurden die Frachtcontainer mit großen Fensterfronten versehen, damit genügend Licht ins Restaurantinnere gelangt.<sup>38</sup>



Abb. 12: Blick zur Terrasse

---

<sup>38</sup> Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 108f.

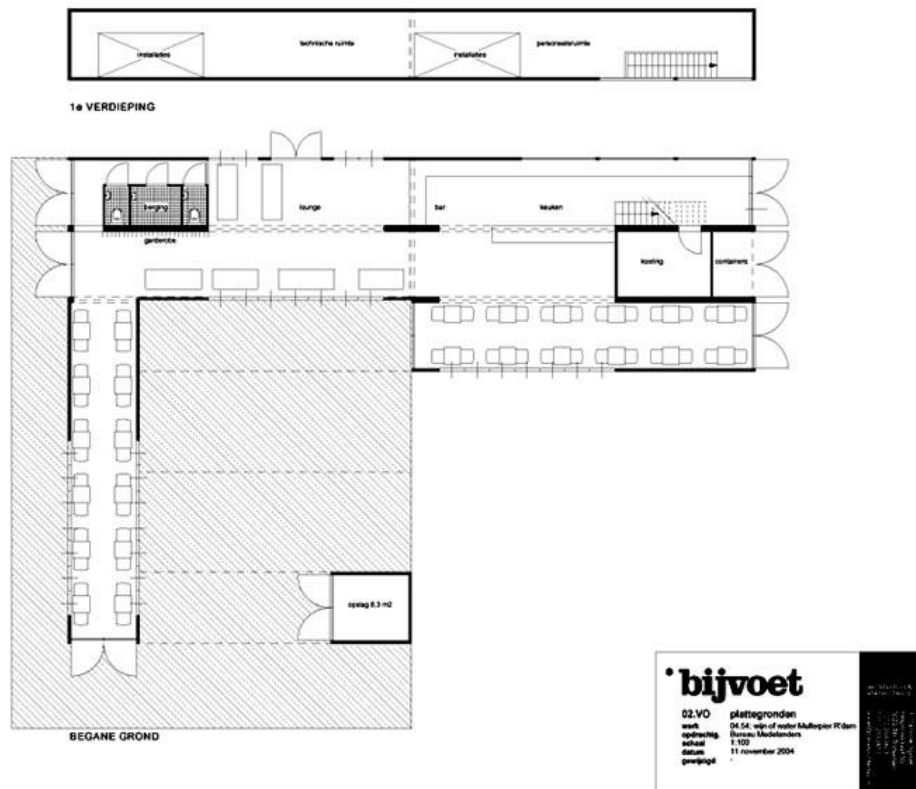


Abb. 13: Grundriss von Wijn of Water

### 3.1.3. Beispiel c: Container Art

Das letzte Beispiel zur Containerarchitektur befindet sich in Sao Paulo und wurde von den Architekten Artur Lescher und Bernardes+Jacobsen konzipiert. Das Projekt Container Art ist eine temporäre Ausstellungsfläche mitten im Villa-Lobos Park. Die Ausstellung widmete sich vor allem Videokunst und war zehn Tage lang öffentlich zugänglich.<sup>39</sup> Vor allem die Modulhaftigkeit und die Flexibilität der Beweglichkeit, waren ausschlaggebend für den Entwurf mit den Frachtcontainern. Da es sich hierbei um eine temporäre Ausstellung handelte und die Container deshalb angemietet wurden, konnten keine Änderungen an der Hülle unternommen werden. Für den

<sup>39</sup> Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 136.

Entwurf wurden 20- und 40-Fuß Container verwendet. Besonders maßgebend waren die bestehenden Sichtachsen der Umgebung, weshalb bei der Anordnung der Frachtcontainer ein spezifischer Rhythmus eingehalten wurde.<sup>40</sup>



Abb. 14: Container Art in Sao Paulo

---

<sup>40</sup> Jodidio, Philip: Temporary Architecture Now! = Temporäre Architektur Heute! = L'architecture éphémère D'aujourd'hui! Köln: Taschen 2011. S. 88.



Abb. 15: Temporäre Videoausstellung in Containern

### 3.2. Mobile Architektur

Unter mobiler Architektur versteht man Behausungen, die ganz leicht transportabel sind und nicht zwingend an einem Ort gebunden sind. Aber auch ortsfeste Architektur kann durch Flexibilität und diverser Nutzung zu dieser Art zählen. Bei beiden Möglichkeiten steht die Mobilität im Vordergrund und ist entwurfsgebend. Hierbei gibt es unterschiedliche Varianten, die bei einem Ortswechsel eine aktive oder passive Rolle haben können. Die aktive Komponente beinhaltet Objekte, die entweder auf Rädern stehen und gezogen werden können oder durch einen Motor betrieben werden. Hingegen wird die passive Komponente mithilfe von Anderen in Bewegung gebracht. Die Schwierigkeit beim Transport von mobiler Architektur ist im Wesentlichen die Größe und das Gewicht. Sobald das Objekt zu groß ist, ist es, um ein Vielfaches schwieriger, dieses zu transportieren. Dasselbe gilt für das Gewicht, je schwerer das Objekt, desto schwieriger ist der Transport. In der Europäischen Union orientiert man sich an den EU-Lastzugmaßen, die einem für den jeweiligen Transport die maximalen Maße vorgeben. Ein weiterer Aspekt ist die Funktionalität, denn kleine Räumlichkeiten erfordern eine präzise Planung. Der Planer muss alle Schrittabläufe und Eigenschaften der Nutzung überdenken, sodass er diese dann gezielt in die Planung einfließen lassen kann. Mobile Architektur wird sowohl im öffentlichen als auch im privaten Bereich eingesetzt. Beispiele für den öffentlichen Raum wären Marktstände, Kioske oder temporäre Popup-Stores. Allerdings erweist sich das Genehmigungsverfahren im öffentlichen Bereich etwas schwieriger als im privaten, denn die Sicherheitsauflagen sind hier um vieles höher. Bei den privaten Bauten handelt es sich größtenteils um Wohnmodule, die durch den Nutzer individuell gestaltet werden können.<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> Schittich, Christian: Mikroarchitektur. Kleine Bauten. Temporäre Strukturen. Raumzellen. München: Detail Business Information GmbH. The 2010. S. 39ff.



### 3.2.1. Beispiel a: Kapelle in Lustenau

Das erste ausgewählte Beispiel für mobile Architektur ist eine mobile Kapelle, die von dem Architekten Hugo Dworzak in Lustenau entworfen wurde. Die Kapelle wurde für den heimischen Fußballclub kreiert, denn nach jedem Heimspiel versammeln sich die Zuschauer im sogenannten „Austriadorf“. Das Austriadorf ähnelt einem Marktplatz, bei dem überwiegend Fanartikel, sowie Essen und Trinken verkauft werden. Alle zwei Wochen haben die Fußballfans die Möglichkeit, den Markt zu besuchen. Die Kapelle ist eine zusätzliche Erweiterung und kann neben dem Fußball auch für Hochzeiten oder ähnliche Zeremonien genutzt werden. Das kleine Gotteshaus steht auf vier Rädern und besitzt die Maße eines normalen Parkplatzes (5,00 x 2,50 m). Das gleichschenkelige Satteldach soll die Dreifaltigkeit symbolisieren. Die Konstruktion besteht überwiegend aus einem Holzrahmenbau. An dem Holzrahmen sind Leuchtstoffröhren befestigt, die wiederum von einem textilen Material abgedeckt sind. Bei Nacht kommt die leichte Bauweise auf Grund der Beleuchtung gut zur Geltung. Der Innenraum der Kapelle ist ebenfalls mit Holzlatten verkleidet und stellt drei Bänke sowie die verkleideten Räder als Sitzmöglichkeit bereit. Die zwei Längsseiten können bei größeren Veranstaltungen geöffnet werden und stellen dann in der Ansicht ein Kreuz dar. Das Projekt kostete insgesamt 40.000 € und konnte innerhalb von zwei Monaten realisiert werden.<sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> Schittich, Christian: Mikroarchitektur. Kleine Bauten. Temporäre Strukturen. Raumzellen. München: Detail Business Information GmbH. The 2010. S. 108f.



Abb. 16: Kapelle bei Nacht



Abb. 17: Transport der Kapelle



Abb. 18: Innenansicht der Kapelle

### 3.2.2. Beispiel b: Pavillon am Genfer See

Die Seeuferpromenade in Genf lädt viele Leute zum Verweilen ein und im Laufe der Zeit entstanden dort vermehrt Freizeiteinrichtungen. Jedoch stieg der Verkehrsfluss stark an und auch das willkürliche, individuell gestaltete Erscheinungsbild sorgte für Probleme innerhalb der Gemeinde. Deshalb entschloss man sich, die Serviceleistungen in einer einheitlichen Gestalt zu bündeln und rief einen Wettbewerb aus. Ein wesentliches Ziel der Ausschreibung war es, ein System zu entwickeln, welches man problemlos im Winter mit Lastkraftfahrzeugen wegbringen kann, um es dann im Frühjahr wieder aufzustellen. Denn im Winter soll am Ufer genügend Platz für die Boote geschaffen werden. Die Architekten Bakker & Blanc Architects hatten den Wettbewerb gewonnen und schlugen als Lösung ein modulares System vor, dessen Parameter man individuell, je nach Nutzung, ändern kann. Die Grundform ist ein Rechteck mit leicht geneigtem Satteldach ohne jegliche Überstände. Das kleinste Raummodul hat eine Abmessung von 2,00 x 2,80 m. Die Konstruktion der Module ist im Wesentlichen eine Stahlrahmenkonstruktion, deren Öffnungen sich mit Gasdruckzylinder öffnen lassen. Der Innenraum kann von dem jeweiligen Nutzer individuell gestaltet werden. Die Außenhülle besteht aus Bronzeblech, das auf Sandwichpaneele angebracht wird. Die Raummodule stehen senkrecht zum Genfer See und bilden somit einen Kontrast zu den anliegenden Wohnbausiedlungen. Zwischen den einzelnen Einheiten werden Flächen freigehalten, um einen Blick auf den See zu gewährleisten. Derzeit gibt es nur einen Prototyp, der sowohl als Restaurant als auch als Kiosk genutzt wird und 2006 erbaut wurde. Die Länge des Lokals beträgt 10m und stellt auch somit die größtmögliche Version dar. Man kann das Raummodul mit einer textilen Überdachung ergänzen. Die Kosten betragen 258.393 € für den Prototypen und innerhalb von eineinhalb Monaten stand der Prototyp auf der Promenade.<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> Schittich, Christian: Mikroarchitektur. Kleine Bauten. Temporäre Strukturen. Raumzellen. München: Detail Business Information GmbH. The 2010. S. 85ff.



Abb. 19: Pavillon am Genfer See

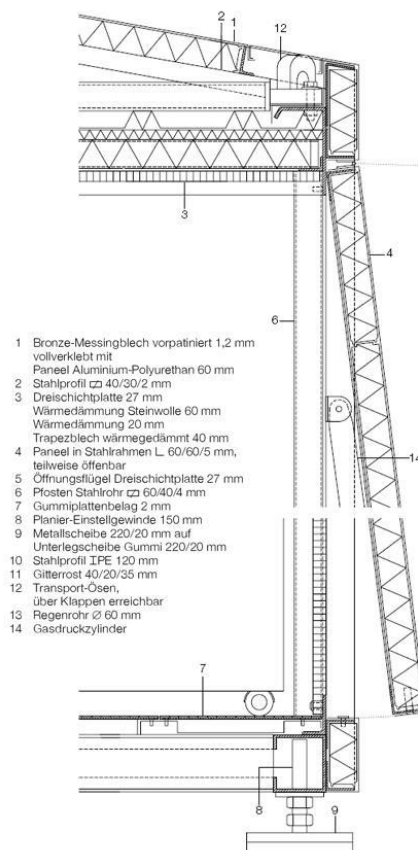


Abb. 20: Fassadenschnitt Pavillon

### 3.2.3. Beispiel c: Rucksackhaus

Das Rucksackhaus wurde von dem Künstler Stefan Eberstadt entwickelt und soll einen Kontrast zur herkömmlichen Wohnbauarchitektur bilden. Das Projekt entstand in München und soll dem Nutzer einen erweiterbaren Wohnraum bieten. Das Objekt hat eine Abmessung von 2,50 x 3,60 x 2,50 m. Das Rucksackhaus besteht aus einer Stahlkonstruktion, die mit Holzplatten verkleidet wird. Die Konstruktion wird mittels eines Krans auf die gewünschte Fensterposition gehoben und mit zwei Stahlseilen am Gebäude befestigt. Die Öffnungen wurden willkürlich an der Hülle angebracht und die Grenzen zwischen öffentlichem und privatem Raum verschwinden. Die Innenausstattung ist eher minimalistisch ausgestattet und kann vom Nutzer entsprechend verändert werden. Der 2004 entwickelte Prototyp kostet 25.000 € ohne Installationen. Die Bauzeit beträgt zwei Monate; man benötigt 4-5 Stunden, um das Objekt aufzuhängen.<sup>44</sup>

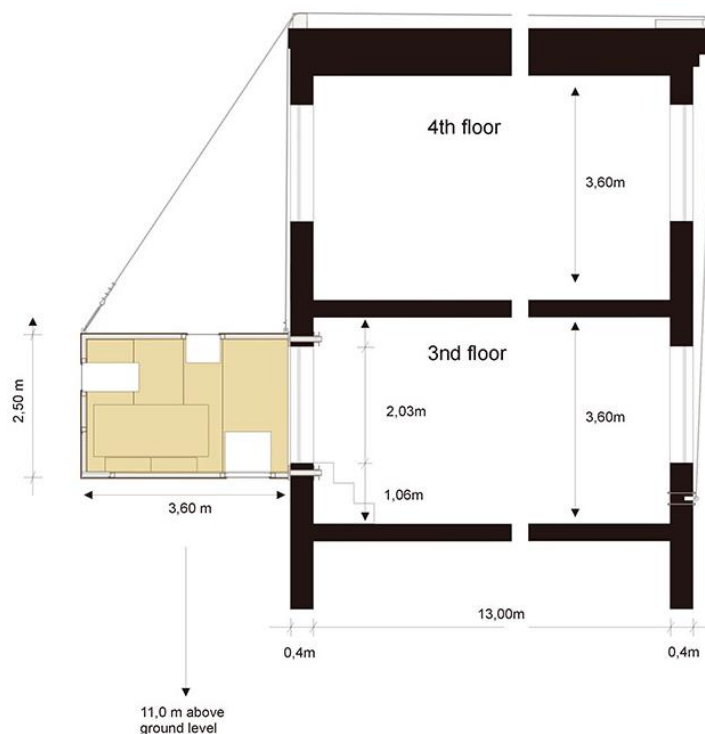


Abb. 21: Schnitt Rucksackhaus

<sup>44</sup> Schittich, Christian: Mikroarchitektur. Kleine Bauten. Temporäre Strukturen. Raumzellen. München: Detail Business Information GmbH. The 2010. S. 133.



Abb. 22: Rucksackhaus

### 3.3. Zelte

Zelte finden ihre ersten Ursprünge in der vorchristlichen Zeit und waren die ersten von Menschen gebauten Behausungen.<sup>45</sup> Denn die textile Konstruktion verhalf den Menschen, die zunächst weitgehend in Höhlen hausten, zu einer unabhängigen Wohnsituation. Man konnte von nun an, an jedem beliebigen Ort wohnen und hatte die Möglichkeit auf Grund der Flexibilität den Wohnort zu ändern.<sup>46</sup> Die Typisierung von Zelten erweist sich als schwierig, denn es gibt keine einheitliche Einteilung sowie Abgrenzung. Deshalb wird in diesem Kapitel das Zelt anhand seiner Formtypen, der dazugehörigen Konstruktion und nach der zeitlichen Entwicklung unterschieden.

Die Formen basieren auf einfachen Grundformen wie Kegel, Kugel und Prisma. Daraus ergab sich die Einteilung der Zelttypen Kuppel, Kegel, Reihen und Rahmen. Alle Formtypen weisen eine andere Konstruktion und Tragwirkung auf. Die Kuppelzelte werden hauptsächlich über gebogene Einzelelemente getragen. Diese Tragkonstruktion kann dabei starr, mittels Gelenken oder elastisch ausgeführt werden. Kegelzelte wiederum bestehen aus geraden Einzelelementen, meist Maste oder Stangen und haben öfters Probleme mit der Spitze, hinsichtlich der konstruktiven Eigenschaften. Rahmen- und Reihenzelte haben im Vergleich zu den Kuppel- und Kegelzelten einen längsförmigen Grundriss. Hierbei wird die Tragwerkskonstruktion in eine Haupt- und Nebentragrichtung unterschieden. Vergleicht man die beiden Längstypen miteinander, fällt einem auf, dass die statischen Gegebenheiten ungleich sind. Die Tragkonstruktion von Reihenzelten bilden Stützenreihen, also gerade, vertikale Einzelelemente, hingegen werden die Rahmenezelte von linearen Konstruktionselementen getragen. Die Formtypen und deren Konstruktionen können auch miteinander kombiniert werden.

Die zeitliche Komponente wurde in grobe Kategorien gegliedert. Hierbei hat man versucht, den historischen Verlauf der Zelte in drei Komponenten aufzuteilen. Die

---

<sup>45</sup> Starke, Hartmut H./Ondra, Roland: Handbuch Fliegende Bauten: Temporäre Architektur im Spannungsfeld technischer Regeln. 1. Aufl. Berlin: xEMP 2010. S.10.

<sup>46</sup> Hoppe, Diether S.: Freigespannte Textile Membrankonstruktionen: Geschichtliche, materialtechnische, konstruktive und gegenwärtige Entwicklungen. Wien: Böhlau 2007. S. 16.



Kategorien beginnen bei den Nomadenzelten, gehen in die Kleinzelte über und enden bei den Großzelten. (siehe Abbildung 23.)

Obwohl das Zelt die erste Behausung des Menschen war, wird diese Unterkunft bis heute in der Architektur kaum anerkannt. Denn, sobald man an Zelte denkt, entsteht bei Vielen ein einheitliches Bild im Kopf: ein Gerüst, das von einer Membran umhüllt ist. Oft werden diese Unterkünfte nur als eine Art Provisorium oder als Notunterkünfte für Krisensituationen gesehen. Aber Zelte können weitaus mehr als eine Schutzhülle zu bilden. Man kann auch so wie in der herkömmlichen Architektur prunkvolle, kreative und anspruchsvolle Bautypen schaffen.<sup>47</sup> Die nachfolgenden Beispiele bestätigen diese These.

---

<sup>47</sup> Hoppe, Diether S.: Freigespannte Textile Membrankonstruktionen: Geschichtliche, materialtechnische, konstruktive und gegenwärtige Entwicklungen. Wien: Böhlau 2007. S. 233ff.

Zelte – Typologie und Entwicklung




















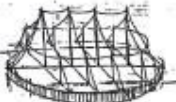








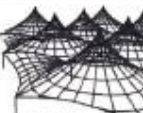


ZEIT	TYP	KUPPEL	KEGEL	REIHEN	RAHMEN
von - bis 4 000 v. Chr.	NOMADEN ZELTE				
HEUTE	Konstruktion	Yurts gedrörrte Stangen	Tipi 3-4 schräge Stangen	Schwarze Zelte Stangen in Reihen	Heizzelt der Tuareg gerade oder gebogene Rahmen
1 000 v. Chr.	KLASSISCHE KLEINZELTE				
	Konstruktion		Felle- und Mäbierzelte Zentralmast mit abgehängtem Ring	Felle- und Mäbierzelte Stangenzelle	Mäbier- oder Fellezelle Gestellzelle
1 000 n. Chr.	MODERNE KLEINZELTE				
	Konstruktion	"Tipi"-Camping- und Abenteuerzelle Kuppel aus elastischen Stangen	Menschenzelle zentrale zerlegbare Stange	traditionale Campingzelle zerlegbare Stangen	"New"-Campingzelle zusammenklappbare Rahmen
HEUTE	NEUE KLEINZELTE				
	Konstruktion	Schirmkonstruktionen Gelenkgestänge	Hoopzelttyp nach Frel Otto antistatisch vorgespannt	Grattyp nach Frel Otto antistatisch vorgespannt	Rahmenstyp nach Frel Otto antistatisch vorgespannt
1 000 n. Chr.	KLASSISCHE GROSSZELTE				
	Konstruktion		rundes Zirkuszelt ein Zentralmast	verlängertes Zirkus- oder Festzelt einzelnes Mastenzelt	Festzelt Rahmen aller Art
1 000 n. Chr.	KLASSISCHE GROSSZELTE				
	Konstruktion		Chapiteau 4-6 zentrale Masten	verlängertes Zirkuszelt und Zeltstalle dreihängiges Mastenzelt	Zeltstalle (Fachwerke)-Rahmen aller Art
1 000 n. Chr.	KLASSISCHE GROSSZELTE				
	Konstruktion		"Austral. Zirkuszelt" verspannte Zentralmasten	verläng. "Aust." Zirkus und Zeltstalle diagonal verspannte Masten	Zeltstalle ver- und unterspannte Rahmen
1 070 n. Chr.	KLASSISCHE GROSSZELTE				
	Konstruktion		beständiges Chapiteau zerlegbare Gittermasten	verlängerter Zirkus oder Zeltstalle zerlegbare Gittermasten	verlängerter Zirkus oder Zeltstalle zerlegbare Gittermasten
1 070 n. Chr.	NEUE GROSSZELTE				
HEUTE	Konstruktion	Tropfzeltstalle antistatisch vorgespannt	"eddierte" Kegeltypen antistatisch vorgespannt	"eddierte" Wellentypen antistatisch vorgespannt	"eddierte" Rahmentypen antistatisch vorgespannt

Abb. 23: Typologie und Entwicklung der Zelte

### 3.3.1. Beispiel a: Wandelbarer Pavillon

Ausgangspunkt dieses künstlerisch geprägten Entwurfs war die Urhütte. Daraus entwickelte sich in der Stadtgärtnerei in Bonn ein wandelbarer Pavillon. Entworfen wurde dieses Projekt von dem Architekten Kalhöfer-Korschildgen im Jahr 2005. Der Pavillon wurde unter dem Motto Grenzenlosigkeit entworfen, denn man hat die Möglichkeit alle Seitenwände nach oben hin zu öffnen. Ein weiteres Merkmal dieses Projekts ist der Kontrast zur unmittelbaren Umgebung. Neben den wilden Bäumen und der verfallenden Architektur bildet dieser Kubus eine Kompaktheit. Das Prinzip der Urhütte lässt sich hier in Bezug auf Schutz, Komfort und einer gewissen Intimität wiederfinden. Die Konstruktion besteht primär aus industriell gefertigten Materialien. L-Förmige Stahlstützen auf Fußplatten bilden die Tragstruktur, die eine biegesteife Dachkonstruktion aus Stahlrechteckrohren trägt. Die Wände sind einfache Garagentore in Schwingtorrahmen, die sich allerdings nur nach außen öffnen lassen. Die weiße Außenhaut ist eine wasserfeste PE-Folie und darunter befindet sich die rote markante Innenhaut aus Gerüstschutznetz. Im Inneren des Pavillons befindet sich ein zentrales Möbelstück, das vielfältig eingesetzt werden kann. Die Kosten betragen 19.000 € und man konnte das gesamte Pavillon innerhalb von zwei Wochen aufstellen.<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Schittich, Christian: Mikroarchitektur. Kleine Bauten. Temporäre Strukturen. Raumzellen. München: Detail Business Information GmbH. The 2010. S. 118ff.



Abb. 24: Wandelbarer Pavillon mit drei geöffneten Seiten

#### 3.3.2. Beispiel b: Teehaus in Frankfurt am Main

Ein Teehaus, welches nicht der traditionellen Bauweise entspricht, findet man im Garten des Museums für Angewandte Kunst in Frankfurt. Der aufblasbare Raum wurde von den Architekten Kengo Kuma & Associates, Tokio, mit formTI und Radolfzell entworfen. Das Projekt weist eine organische Form auf und wird oft mit einer Erdnuss oder zwei miteinander verschmolzenen Golfbällen verglichen. Die innere rechteckige Fläche beträgt 20 m<sup>2</sup> und wird bei jeder Veranstaltung mit Tamati-Matten ausgelegt. Mit einer Faltschleuse kann man den Vorbereitungsraum vom Zeremonienraum trennen. Die doppelte Membran wird auf einem umlaufenden Metallrahmen am Boden befestigt. Dann wird die Luft zugeführt und das Teehaus steht in wenigen Minuten, sobald 1000 Pa Innendruck herrschen. Die Membran besteht aus einem Hightech-Gewebe aus PTFE und wird zusätzlich von innen beleuchtet. Die Kosten betragen 300.000 € und für die Konstruktion benötigte man zwei Monate Bauzeit.<sup>49</sup>

---

<sup>49</sup> Schittich, Christian: Mikroarchitektur. Kleine Bauten. Temporäre Strukturen. Raumzellen. München: Detail Business Information GmbH. The 2010. S. 122f.



Abb. 25: aufgeblasenes Teehaus

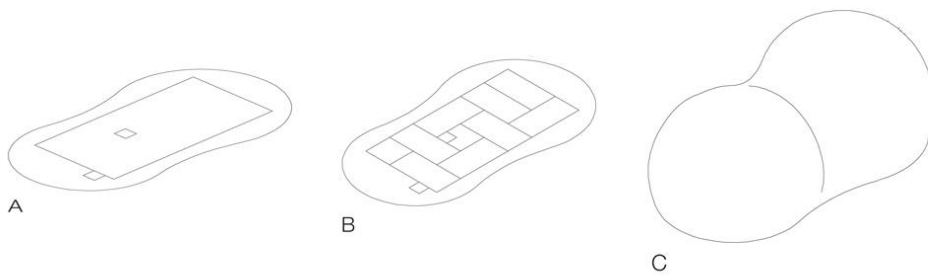


Abb. 26: Schematische Skizze des Aufbaus



Abb. 27: Innenraumausführung

### 3.3.3. Beispiel c: Gewächshaus Orchidee Punta del Este

Inmitten der weltweiten Pandemie 2021 gestalteten die Architekten Mateo Nunes Da Rosa für eine Botanikerin ein mobiles Gewächshaus und ein Ausstellungsraum für ihre gezüchteten Orchideen. Wichtig bei dem Entwurf war, dass der Pavillon ein geeignetes Klima für die Orchideen aufweist. Die Pflanzen brauchen nämlich ein bestimmtes Mikroklima, um gut wachsen zu können. Dies ist auf Grund einer doppelten Außenhülle möglich. Die Außenhülle schützt die Pflanzen vor der Kälte und leitet den Wind, in die dazwischenliegende Kammer zum Lufteinlass weiter. Die innenliegende Membran schützt die Pflanzen vor direkter Sonneneinstrahlung. Durch ihre Farbe sorgt sie für genügend Helligkeit und die Orchideen werden gut mit Licht versorgt. An den kürzeren Seiten des Pavillons sind zwei große Türen angebracht, die zusätzlich für eine natürliche Querlüftung sorgen. Die Maße des Projekts können je nach Volumen variieren. Es wurden vorwiegend Verbundaluminium und Polycarbonatplatten verwendet.<sup>50</sup>



Abb. 28: Gewächshaus Orchidee

<sup>50</sup> Gewächshaus Orchidee Punta del Este / Mateo Nunes Da Rosa. In: [https://www.archdaily.com/959485/greenhouse-orchid-punta-del-este-mateo-nunes-da-rosa?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_projects](https://www.archdaily.com/959485/greenhouse-orchid-punta-del-este-mateo-nunes-da-rosa?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects) (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)

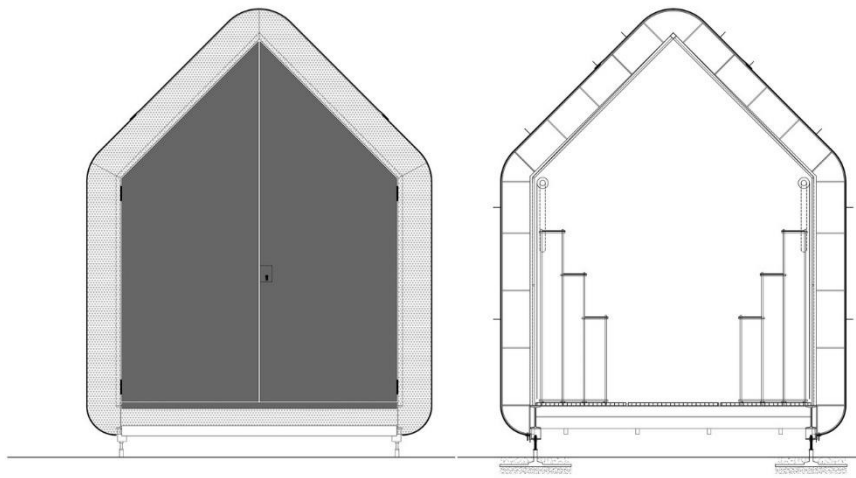


Abb. 29: Schnitt durch den Pavillon

## 4. Entwurf und Analyse eines Prototyps

In diesem Kapitel wird ein kompakter, kleiner und nachhaltiger Prototyp mit den vor Ort vorhandenen Ressourcen für die humanitäre Krisensituation auf der griechischen Insel Lesbos entwickelt. Hierbei wird vor allem auf die regionalen Materialien sowie auf eine einfache Bauweise Wert gelegt. Bevor diese Aspekte näher untersucht werden, wird zuerst das Prinzip der Mikroarchitektur und die damit verbundenen Komponenten erläutert. Denn diese Parameter bilden die Basis der kleinen, kompakten Bauten.

Mikroarchitektur gewann in den letzten Jahrzehnten immer mehr an Beliebtheit. Im Vergleich zu größeren Projekten, hat der Planer hier die Möglichkeit, das gesamte Projekt von Anfang bis zum Ende zu überblicken und selbst durchzuführen. Aber nicht nur das ist der Grund für die Beliebtheit der Mikroarchitektur. In den letzten Jahrzehnten wurde das Thema Nachhaltigkeit in Bezug auf die Verfügbarkeit unserer natürlichen Ressourcen immer bedeutender und Mikroarchitektur setzt diesen wichtigen Beitrag um. Allerdings bedeutet Mikroarchitektur nicht, dass man herkömmliche Architektur ausschließlich minimiert. Man muss auf wesentlich mehr Punkte achten, denn je kleiner der Raum, desto wichtiger werden die funktionellen Abläufe darin. Funktion spielt demnach eine große Rolle bei kleinen Bauwerken und ist eng mit dem Nutzer verbunden. Bei der Planung von Mikroarchitektur muss man sich mit dem Nutzer und seinen Gewohnheiten, Bedürfnissen sowie Bewegungsabläufen vertraut machen. Es ist also wichtig, Nutzerbereiche und somit eine gezielte Zonierung im Entwurf anzustreben. Der Innenraum richtet sich folge dessen an die Nutzer\*innen, die damit verbundene Funktionalität und an das gewünschte Raumprogramm. Die Zonierung orientiert sich aber auch an der Außenhülle, die auch andere wichtige Parameter übernimmt. Die Öffnungen eines Bauwerks sollten sich immer nach den Himmelsrichtungen richten, um einerseits die Räume in Abhängigkeit der Tageslichtverhältnisse zu positionieren und andererseits klimatische Gegebenheiten gut auszunutzen. Neben der Zonierung hat die Außenhülle auch andere



wichtige Aufgaben zu bewerkstelligen. Der thermische Komfort ist eine der wichtigsten Aufgaben der Gebäudehülle. Mit geeigneten Materialien und entsprechender Wandstärke sowie Dämmung erzielt man einen guten thermischen Komfort.<sup>51</sup>

#### **4.1. Bauwirtschaftliche Aspekte**

Im Bauwesen ist eine weite Bandbreite an bauwirtschaftlichen Aspekten zu beachten. In dieser Arbeit liegt der Fokus auf der grauen Energie von Baustoffen und es wird untersucht, wie sich die Wirtschaftlichkeit in Bezug auf Einsparungen von Energie sowie sparsamem Umgang mit Ressourcen ändert.

Die Baubranche ist für einen Großteil der verschwendeten Ressourcen verantwortlich. In den letzten Jahrzehnten hat man sich vermehrt mit der Optimierung der Energieeffizienz von Gebäuden auseinandergesetzt und versucht, diese in ökonomischer Hinsicht zu verbessern. Man hat jedoch die Ökologie der verwendeten Baustoffe und die damit verbundene Ressourcenverschwendung außer Acht gelassen. Im Jahr 2000 betrug der Ressourcenverbrauch in der Baubranche rund 18%, also rund ein Fünftel des Gesamtverbrauchs. Der Verbrauch wurde allerdings in den letzten Jahren nicht weniger. Demnach spielen neben einem energieeffizienten Gebäude auch die Nachhaltigkeit von Baustoffen eine wichtige Rolle für den gesamten Lebenszyklus. Aber was macht einen guten Baustoff aus? Was muss man bei der Materialwahl beachten? Bei der Baustoffwahl sollte man unbedingt auf die Transportwege sowie die Produktionsbedingungen achten.<sup>52</sup> Denn in der Herstellung und Verarbeitung eines Rohmaterials in einen Baustoff steckt ein hoher Energieaufwand. Ein Beispiel hierzu wären Zementwerke, denn diese verursachen 5% des weltweiten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes pro Jahr. Umgerechnet wären das zwei Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>. Aber auch der Transport des Materials ist entscheidend, denn weite Wege sind mit einem hohen CO<sub>2</sub>-Aufwand verbunden.

---

<sup>51</sup> Schittich, Christian: Mikroarchitektur. Kleine Bauten. Temporäre Strukturen. Raumzellen. München: Detail Business Information GmbH. The 2010. S. 9ff.

<sup>52</sup> Püschel, Danny/Teller, Matthias: Umweltgerechte Baustoffe: Graue Energie und Nachhaltigkeit von Gebäuden. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verl. 2013. S. 5f.

#### 4.2.1. Graue Energie

Lange Zeit wurde die Herstellung und der Transport eines Baustoffs ignoriert und überwiegend die Nutzungsphase eines Gebäudes beachtet. Betrachtet man aber die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes spielen auch die Produktion und die Transportwege eines Baumaterials eine wichtige Rolle. Man spricht hier von der grauen Energie eines Materials, die vor und nach der Nutzungsdauer auftritt.<sup>53</sup> Diese Energie ist im ersten Moment nicht ersichtlich, weswegen sie auch als „grau“ bezeichnet wird, da man sie in keiner Abrechnung finden kann. Jedes Material hat einen eigenen Lebenszyklus, der bei der Gewinnung der Rohstoffe beginnt und bei der Entsorgung endet. Es gibt aber auch Materialien, die wiederverwendet werden können und deren Lebenszyklus somit nicht endet.<sup>54</sup> Graue Energie steckt hauptsächlich in Herstellung, Transport und nach Ablauf der Nutzungsdauer auch im Abbruch und in der Wiederverwertung. Der durchschnittliche Energieaufwand grauer Energie liegt bei einem normalen Gebäude bei circa 15-45 kWh/m<sup>2</sup>a. Das entspricht der Betriebsenergie eines Niedrigenergiehauses. Somit ist der Energieaufwand der Betriebsenergie und die graue Energie eines energieeffizienten Gebäudes gleich hoch. Bei der grauen Energie geht man davon aus, dass die Zahl in Zukunft noch weiter ansteigen wird und die Betriebsenergie überholt. Interessant ist auch, wo sich die meiste graue Energie im Gebäude befindet. Am meisten befindet sie sich im Rohbau, dann folgt der Ausbau und am wenigsten ist sie in der Haustechnik und in der Fassade vertreten.<sup>55</sup>

---

<sup>53</sup> Duzia, Thomas/Mucha, Rainer: Energetisch Optimiertes Bauen. Technische Vereinfachung, Nachhaltige Materialien, Wirtschaftliche Bauweisen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016. S. 95ff.

<sup>54</sup> Graue Energie: Berechnungsmethoden und Folgen für Bau & Sanierung. In: <https://www.energie-experten.org/energie-sparen/energie-berechnen/energieformen/graue-energie#c42779> (letzter Zugriff: 15. Juni 2021)

<sup>55</sup> Püschel, Danny/Teller, Matthias: Umweltgerechte Baustoffe: Graue Energie und Nachhaltigkeit von Gebäuden. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verl. 2013. S. 9ff.

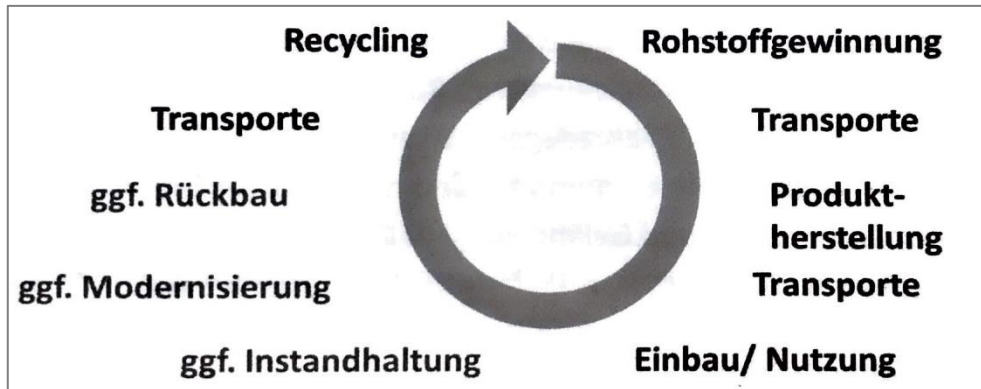


Abb. 30: Lebenszyklus eines Baustoffs

#### 4.2.2. Berechnung

Die Berechnung von grauer Energie setzt sich aus der Multiplikation der Abmessungen der gesamten Bauteile und deren spezifischem Anteil an grauer Energie zusammen. Die daraus resultierende Summe wird durch die Lebensdauer des Baumaterials dividiert. Man findet die spezifischen Werte der grauen Energie in diversen Datenbanken oder Baustofflisten. Damit man die Energiewerte unterschiedlicher Gebäude vergleichen kann, wurde eine Normierung der Bruttogeschossfläche (BGF) durchgeführt. Zusätzlich ist eine Normierung auf Zeit erforderlich, da es bei den Gebäuden zu einer unterschiedlichen Lebensdauer kommen kann. Sollte die Lebensdauer eines Materials während der gesamten Nutzungsdauer schon frühzeitig enden, so ist die Instandhaltung dieses Materials ebenfalls in der Bilanzierung zu berücksichtigen. Am Ende bildet sich ein Kennwert der gesamten grauen Energie des Gebäudes pro  $\text{m}^2$  BGF und Jahr.<sup>56</sup>

<sup>56</sup> Püschel, Danny/Teller, Matthias: Umweltgerechte Baustoffe: Graue Energie und Nachhaltigkeit von Gebäuden. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verl. 2013. S. 14.

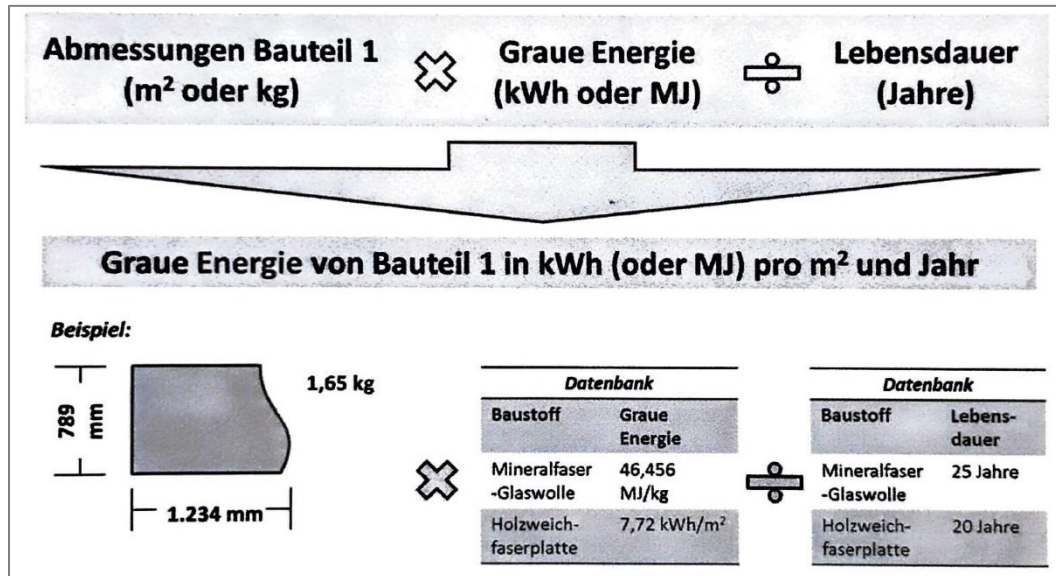


Abb. 31: Berechnungsformel grauer Energie

#### 4.2.3. Einsparpotential grauer Energie in der Bauwirtschaft

Knapp 40% des weltweiten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes macht die Errichtung und Nutzung eines Gebäudes aus. Würde man allein nur in Deutschland circa 10% der grauen Energie einsparen, so würde man rund 230.000 GWh Energie sparen. Man könnte sogar 30% an grauer Energie einsparen, wenn man den konventionellen Baustoff gegen einen, der bauphysikalisch gleich ist aber dafür eine geringere graue Energie hat, eintauschen würde. Damit könnte man jährlich bis zu 20 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> reduzieren.

Damit man die graue Energie erfolgreich reduziert, muss man bereits bei der Planung eines Projekts einige Punkte beachten. Wichtig hierbei ist die konstruktive Gestaltung, die Werkstoffwahl, die Ausführung und der Rückbau. Gerade bei der konstruktiven Gestaltung muss man wichtige Entscheidungen treffen, um möglichst viel graue Energie einzusparen. Schon am Anfang der Planung muss man sich entscheiden, ob man in Leichtbauweise oder Massivbauweise bauen möchte. Aber auch die Kompaktheit eines Gebäudes ist ausschlaggebend für die graue Energiemenge. Man kann die Hälfte der grauen Energiemenge reduzieren, indem man ein kompaktes, verdichtetes und konstruktiv hocheffizientes Gebäude entwirft. 14% der Energiemenge befindet sich in der Fassade und verursacht dadurch hohe Kostenbeiträge. Vor allem transparente Flächen wie große Verglasungen besitzen eine

große Menge an grauer Energie, da die Herstellung aufwändig ist. Durch einen konstruktiven Schutz der Fassade und unter Verwendung von nachhaltigen Materialien kann man eine längere Lebensdauer der Außenhülle erzielen. Denn diese ist von einer Erneuerung, auf Grund der ständigen Aussetzung der Witterung, besonders stark betroffen. Bei der Planung sollte man sich auch gut überlegen, ob man einen Keller benötigt. Bei unterkellerten Gebäuden mit einer Lebensdauer von sechzig Jahren beträgt der Energieeinsatz rund 25%. Somit gehört dieser Bestandteil der Planung zu den größten Einsparfaktoren, auch auf finanzieller Ebene. Aber auch die Materialwahl hat einen großen Einfluss auf die graue Energie des Gebäudes. Man sollte darauf achten, dass man Baustoffe wählt, die ersetzbar sind und nach Ablauf ihres Lebenszyklus recyclefähig sind. Weiters sollte man darauf Wert legen, dass die Baumaterialien neben einen geringen grauen Energieaufwand eine lange Lebensdauer besitzen, da jeder Austausch mehr graue Energie bedeutet.<sup>57</sup>

### **4.3. Materialanalyse**

Materialien bilden die Basis jedes Baustoffs und das Gerüst jedes Gebäudes. Allerdings weist jedes Material unterschiedliche, spezifische Eigenschaften auf, die je nach Planung ihren Einsatz finden. Jedoch sollte man nicht nur die technischen Eigenschaften betrachten, sondern auch die Transportwege, sowie den anfallenden grauen Energieaufwand sorgfältig überprüfen.<sup>58</sup>

#### **4.3.1. Lehm**

Lehme befinden sich im Bereich der obersten Bodenschicht und sind weltweit fast überall vorzufinden. In der Baubranche wird überwiegend Baulehm verwendet. Dieser wird entweder direkt aus dem Boden entnommen oder kann nach einem Recyclingverfahren wiederverwendet werden. Es gibt unterschiedliche Arten von Baulehm

---

<sup>57</sup> Püschel, Danny/Teller, Matthias: Umweltgerechte Baustoffe: Graue Energie und Nachhaltigkeit von Gebäuden. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verl. 2013. S. 15ff.

<sup>58</sup> Duzia, Thomas/Mucha, Rainer: Energetisch Optimierte Bauen. Technische Vereinfachung, Nachhaltige Materialien, Wirtschaftliche Bauweisen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016. S. 61.

und im Zuge dieser Arbeit werden drei Verwendungsmöglichkeiten näher untersucht.<sup>59</sup>

#### **4.3.1.1. Stampflehm**

Stampflehm besteht aus Naturlehm, Wasser und je nach Einsatzort auch aus Zusatzstoffen. Die durchschnittliche Trockenrohdichte beträgt zwischen 1700 bis 2400 kg/m<sup>3</sup>. Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  beträgt bei Stampflehm 0,91 - 1,40 W/mK. Wenn man bei einem Projekt eine tragende Wand aus Stampflehm plant, dann sollte man darauf achten, dass ein gemischter Grobkornanteil vorhanden ist. Falls der entsprechende Körnungsgrad nicht im Naturlehm vorzufinden ist, kann man mit der Beigabe von Kies, Grobsand oder Splittkorn die gewünschte Körnung erreichen. Man kann den Lehm entweder in der Mischmaschine mischen oder per Hand. Am Ende sollte eine homogene Masse mit einer gleichmäßigen Feuchte entstehen. Stampflehm wird für tragende Wände Schicht für Schicht in einer Schalung aufgetragen und gepresst. Dasselbe Prinzip gilt auch für Lehmsteine, die in einer kleinen Schalung gepresst oder gestampft werden. Der Baustoff kann auch zur Herstellung von Fußböden verwendet werden.

#### **4.3.1.2. Wellerlehm**

Wellerlehm wird aus Naturlehm, Stroh und Wasser erzeugt. Die Trockenrohdichte ist vom Faseranteil abhängig, beträgt aber durchschnittlich 1400 bis 1700 kg/m<sup>3</sup>. Die Wärmeleitfähigkeit von Wellerlehm beträgt zwischen 0,59 – 0,73 W/mK. Diese Lehmart wird oft für Reparaturarbeiten verwendet. Er wird in einem manuellen, langen Verfahren hergestellt, weshalb diese Art der Herstellung kaum mehr durchgeführt wird. Allerdings kann man mit dieser Mischung Lehmsteine herstellen, die nicht aufwändig in der Herstellung sind.<sup>60</sup>

---

<sup>59</sup> Schroeder, Horst: Lehmbau: Mit Lehm ökologisch planen und bauen. 3., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg 2019. S. 62ff.

<sup>60</sup> Schroeder, Horst: Lehmbau: Mit Lehm ökologisch planen und bauen. 3., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg 2019. S. 176ff.

#### 4.3.1.3. Lehmsteine

Lehmsteine haben eine Form eines Quaders und werden hauptsächlich aus Naturlehm hergestellt. Prinzipiell kann man Lehmsteine in drei unterschiedlichen Verfahren aufbereiten. Man kann es zum einen durch händisches oder maschinelles rütteln in einer Schalung füllen und ohne es nachträglich zu pressen trocknen lassen. Zum anderen kann man Lehmsteine durch Stampfen oder Pressen herstellen oder es kann auch durch einen Strang abgeschnitten werden. Je nach gewählter Variante kann die mechanische Festigkeit variieren. Lehmsteine gibt es in verschiedenen Größen und Formaten. Maßgebend ist die quaderartige Form, die unter bestimmten Umständen von der Norm abweichen kann. Das Normalformat hat Abmessungen von 240 x 115 x 71 mm. Die Trockenrohichte von Lehmsteinen beginnt bei 500 kg/m<sup>3</sup>. Bei tragenden Konstruktionen benötigt man allerdings eine Rohichte von 1400 kg/m<sup>3</sup> und die Dichte kann einen maximalen Wert von 2200 kg/m<sup>3</sup> erreichen. Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  beträgt bei Lehmsteinen zwischen 0,17 – 0,73 W/mK.<sup>61</sup>

Alle Lehmbaumstoffe sind nach der Formgebung nicht sofort einsetzbar, da diese zuerst trocknen müssen, um dann ihre spezifischen Eigenschaften vollständig zu erreichen. Der Trocknungsverlauf kann in drei Phasen unterteilt werden. Im ersten Schritt fließt das überschüssige Porenwasser an die Bauteiloberfläche und durch Konvektion wird das Wasser an die Luft abgegeben. In der zweiten Phase befindet sich im Inneren der Verdunstungsspiegel. Der im Mittelpunkt entstehende Wasserdampf beginnt zu diffundieren und wird von der umliegenden Luft abgeführt. Bei diesem Schritt setzt ein enormer Massenverlust ein und man muss besonders auf Risse achten. Im letzten Schritt ist der Lehm ausgetrocknet und er bezieht seinen Feuchtigkeitsgehalt aus der umliegenden Luft. Der Feuchtigkeitsgehalt ist somit abhängig von der Luftfeuchte und Temperatur. Wie lange Lehm braucht, bis er vollständig getrocknet ist, hängt von vielen Parametern ab. Wesentliche Eingangsgrößen sind der Anfangswassergehalt, Bauteildicke und die klimatische Umgebung.

---

<sup>61</sup> Schroeder, Horst: Lehm bau: Mit Lehm ökologisch planen und bauen. 3., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg 2019. S. 204ff.

Die Eigenschaften von Lehm werden noch bis heute untersucht, da in den 1950er bis 1980er Jahre kaum wissenschaftliche Forschung dazu betrieben wurde. Das Prüfverfahren wurde in den letzten Jahrzehnten weitgehend optimiert.<sup>62</sup>

#### 4.3.2. Holz

Holz zählt zu den nachwachsenden Rohstoffen und lässt sich in vielen Gebieten einsetzen. Zudem ist es leicht von Maschinen und Werkzeugen bearbeitbar. Man unterscheidet zwischen zwei Holzarten, Laubhölzern und Nadelhölzern. Zu den Laubhölzern zählen unter anderem Eiche und Buche. Bei den Nadelhölzern unterscheidet man zwischen Lärche, Kiefer, Tanne, Fichte und Douglasie. Allerdings eignen sich Laubhölzer nicht in allen Fällen für den Einsatz in Gebäuden, da sie eine hohe Eigenlast besitzen und zudem nicht immer geradlinig wachsen. Außerdem ist Laubholz meist teurer als Nadelholz.

Alle Holzarten besitzen ohne deren Zellhohlräume eine Dichte von circa  $1,50 \text{ g/cm}^3$ . Hingegen kann die Rohdichte  $\rho$  inklusive Zellhohlräume von Holz je nach Holzart variieren. Denn die Rohdichte wird auf Grund ihrer Abhängigkeit bezüglich der Holzfeuchte bei einer normalen relativen Luftfeuchtigkeit (65%) mit 12% Holzfeuchte angegeben. Es ist auch möglich sie als Darr-Rohdichte anzugeben, dann beträgt die Holzfeuchte 0%. Denn Holz ist ein hygroskopischer Baustoff, dessen Hohlräume Wasser aufnehmen und wieder abgeben können. Hierbei kommt es zum Quell- beziehungsweise Schwindverhalten von Holz. Jedes Holz weist eine andere Fasersättigungsfeuchte auf und diese kann je nach Holzart zwischen 24 und 35% betragen. Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  von Holz ist abhängig von der Rohdichte und der Holzfeuchte. Je höher dieser Wert ist, desto mehr steigt die Wärmeleitfähigkeit des Materials. Bei den Nadelhölzern wird mit dem Wert  $0,13 \text{ W/mK}$  gerechnet und bei den Laubhölzern mit  $0,20 \text{ W/mK}$ . Die spezifische Wärmekapazität  $c_p$  ist ebenfalls von der Holzfeuchte abhängig und für den Wärmeschutz ausschlaggebend. Bei einer Holzfeuchte von circa 15% beträgt die spezifische Wärmekapazität  $1,3 \text{ kJ/kgK}$ . Un-

---

<sup>62</sup> Schroeder, Horst: Lehm bau: Mit Lehm ökologisch planen und bauen. 3., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg 2019. S. 163f.



geschütztes Holz ist ein leicht brennbarer Stoff, weswegen die brandschutztechnischen Eigenschaften hier besonders wichtig sind. Das Material wird je nach Bauteil in unterschiedlichen Feuerwiderstandsklassen geteilt, dessen Einteilung von der Nutzung und Verwendung abhängig ist. Die Abbrandgeschwindigkeit ist jedoch auf Grund der geringen Wärmeleitfähigkeit gering.<sup>63</sup>

#### **4.3.2.1. Brettschichtholz**

Brettschichtholz ist ein häufig eingesetzter Baustoff im Holzbau und kann in fast allen Bereichen eingesetzt werden. Es ist auch möglich neben einer geraden Ausführung eine gekrümmte Form zu verwenden. Der Baustoff besteht aus zehn faserparallel miteinander verklebten, bereits getrockneten Brettlamellen, die häufig aus Nadelholz hergestellt werden. Die Herstellung beginnt mit einer Trocknung und dann folgt eine Sortierung nach den Festigkeiten. Die Holzbretter werden am Ende keilgezinkt und miteinander verbunden. Dann werden die Bretter einseitig verleimt und im Werk zusammengepresst. Es sind beliebige Formen und Längen möglich, jedoch kann der Transport die Holzlänge begrenzen.

#### **4.3.2.2. Kreuzbalken**

Die Balken bestehen aus vier Rundviertelhölzern, die faserparallel mit einem PUR-Klebstoff verklebt sind. Kreuzbalken werden aus Nadelholz hergestellt. Die Außenseiten des Rundholzes werden nach innen gewendet und somit entsteht in der Mitte des Querschnitts eine durchlaufende Röhre.

#### **4.3.2.3. Massivholz**

Massivholz hat einen niedrigen Feuchtegehalt meist  $\leq 15\%$  und zählt zu den veredelten Bauschnitthölzern. Zudem weist es zu einer geringen Rissbildung und

---

<sup>63</sup> Scholz, Wilhelm/Knoblauch, Harald/Hiese, Wolfram/Möhrling Rolf: Baustoffkenntnis. 18., Neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Köln: Bundesanzeiger Verlag 2016. S. 17.10ff.

zu einer hohen Formstabilität. Es gibt unterschiedliche Oberflächeneigenschaften. Von vierseitig gehobelt und gefast bis egalisiert und sägerau.<sup>64</sup>

### **4.3.3. Nachhaltige Dämmstoffe**

Materialien können erst dann als Dämmstoffe bezeichnet werden, sobald ihre Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  kleiner als 0,1 W/mK ist. Dämmstoffe dienen zum einen, um Bauschäden wie Feuchte, Wärmebrücken und Kondensat zu verhindern und zum anderen, um Wärme- und Kälteverluste zu reduzieren. In der Regel dämmt man ein Gebäude höchstens einmal. In Ausnahmefällen, zum Beispiel bei einem möglichen Bauschaden, kann man die Dämmung im Nachhinein sanieren. Aber je langanhaltender die Lebensdauer der Dämmung, desto besser für den Gesamtlebenszyklus des Gebäudes. Bei der Auswahl des geeigneten Dämmstoffs sollte man noch zusätzlich auf die Parameter Brandschutz und Schallschutz achten. Es gibt heutzutage eine große Auswahl an nachhaltigen Dämmstoffen.<sup>65</sup> In dieser Arbeit werden drei unterschiedliche Arten näher betrachtet.

#### **4.3.3.1. Holzfaserdämmstoffe**

Holzfaserdämmstoffe bestehen aus Holzfasern, die im Nassverfahren gegebenenfalls mit Binde- oder Zusatzmittel gebunden werden. Sie können profilierte Kanten haben oder eine Beschichtung aufweisen. Man unterscheidet zwischen drei unterschiedlichen Arten. Zum einen gibt es die Holzfaserdämmplatten (WF-P), in ebener Form und mit der Option, ob man sie beschichtet oder unbeschichtet haben möchte. Zum anderen gibt es die Holzfaserdämmmatten (WF-M) in gerollter Form, hier kann man sich ebenfalls die Beschichtung aussuchen. Zuletzt gibt es die Holzfaserlamellenmatten (WF-L), die zu Streifen zugeschnitten werden und auf biegesamen Trägermaterialien befestigt werden. Holzfaserdämmplatten haben eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  von 0,040 bis 0,070 W/mK.

---

<sup>64</sup> Scholz, Wilhelm/Knoblauch, Harald/Hiese, Wolfram/Möhring Rolf: Baustoffkenntnis. 18., Neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Köln: Bundesanzeiger Verlag 2016. S. 17.30ff.

<sup>65</sup> Scholz, Wilhelm/Knoblauch, Harald/Hiese, Wolfram/Möhring Rolf: Baustoffkenntnis. 18., Neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Köln: Bundesanzeiger Verlag 2016. S. 16.1.



Abb. 32: Holzfaserdämmplatte

#### 4.3.3.2. Kork

Kork gewinnt man aus der Rinde der Korkeiche. Diese wächst vor allem entlang des westlichen Mittelmeers. Zum Dämmen verwendet man vor allem Naturkork oder Blähkork. Ersterer wird auf Grund der guten Federeigenschaften zum Dämmen gegen Erschütterungen unter Maschinenfundamenten genommen. Man kann Naturkork als Platten oder als Streifen verwenden. Blähkork besteht hingegen aus gemahlenem Naturkork und wird bei 300 bis 400 °C, unter Luftabschluss, expandiert. Es gibt zum einen Platten, die eine Beschichtung aus Papier, Metallfolie oder Pappe aufweisen können. Des Weiteren gibt es Matten für die Trittschalldämmung und lose Schüttungen. Korkdämmplatten besitzen eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  von 0,045 bis 0,055 W/mK.<sup>66</sup>

---

<sup>66</sup> Scholz, Wilhelm/Knoblauch, Harald/Hiese, Wolfram/Möhrling Rolf: Baustoffkenntnis. 18., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Köln: Bundesanzeiger Verlag 2016. S. 16.34ff.



Abb. 33: Kork Dämmplatten

#### 4.3.3.3. Stroh

Stroh zählt ebenfalls zu den nachwachsenden Ressourcen dieser Erde und kann nach seiner Lebensdauer als Dämmstoff wieder recycelt werden. Er ist nahezu überall verfügbar und kann leicht angebaut werden. Stroh besitzt eine Dichte von  $90 - 110 \text{ kg/m}^3$  und eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  von  $0,080 \text{ W/mK}$  (in Halmrichtung). Zudem hat das Material einen PEI von  $3 \text{ kWh/m}^2$ . Der Baustoff hat im Bauwesen schon eine lange historische Tradition und wurde bereits früh als Dämmstoff eingesetzt. Nach einigen brandschutztechnischen Untersuchungen konnten sich Strohbällen als nachhaltiger Dämmstoff etablieren.<sup>67</sup>

---

<sup>67</sup> Minke, Gernot/Krick, Benjamin: Handbuch Strohballebau: Grundlagen, Konstruktionen, Beispiele. 3., Erw. und aktualisierte Aufl. Staufen Bei Freiburg: Ökobuch-Verl. 2014. S. 6.



Abb. 34: Stroh als Dämmstoff

## 4.4. Formgestaltung des Prototyps

Für die Formfindung des Prototyps waren vorab einige Analysen notwendig, die in diesem Kapitel bezugnehmend zur Form, erläutert werden. Es wurde für die Unterkunft festgelegt, dass so wie bisher, die Sanitarräume separat erschlossen werden.

### 4.4.1. Regionalität und Klima

Betrachtet man die Bauweise von historischen Gebäuden, fällt einem auf, dass in den meisten Fällen auf die Umgebung und auf die klimatischen Verhältnisse geachtet wurde. Damals baute man auch überwiegend mit Materialien, die in der unmittelbaren Nähe vorzufinden waren. Erst im Zuge der Industrialisierung bzw. Globalisierung und der Entdeckung neuer Baustoffe, entwickelte sich ein Trend, nicht mehr auf Regionalität zu achten.<sup>68</sup>

Der Prototyp reagiert mit seiner Bauweise auf die klimatische Umgebung und verwendet Materialien aus der Region. Eine einfache Bauweise soll den Menschen vor Ort den Aufbau erleichtern. Die Wohnfläche beträgt 18 m<sup>2</sup> und bildet eine Wohneinheit für eine vierköpfige Familie.

---

<sup>68</sup> Duzia, Thomas/Mucha, Rainer: Energetisch Optimierte Bauen. Technische Vereinfachung, Nachhaltige Materialien, Wirtschaftliche Bauweisen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016. S. 19f.

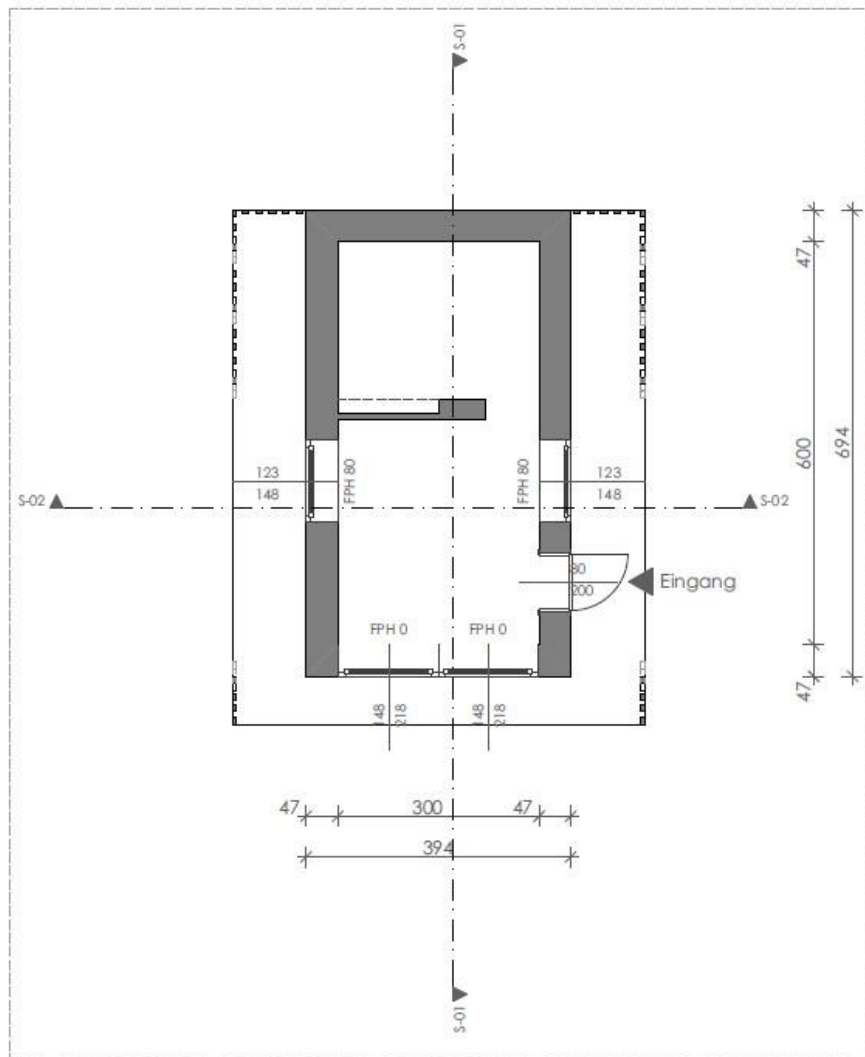


Abb. 35: Grundriss Prototyp

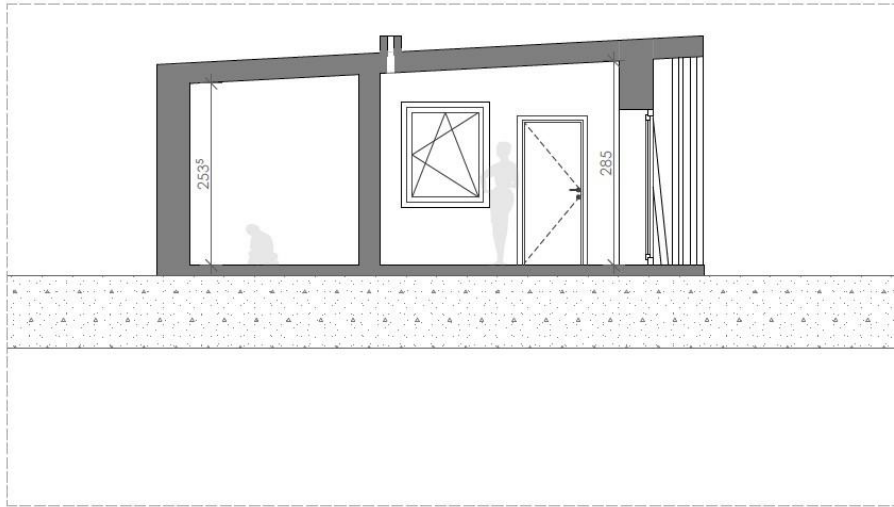


Abb. 36: Schnitt 01



Abb. 37: Schnitt 02



#### 4.4.2. Passive und aktive Baumaßnahmen

Sommerlicher und winterlicher Wärmeschutz spielen bei der Planung von energieeffizienten Gebäuden eine wichtige Rolle. Gerade bei großflächigen Fenstern ist es empfehlenswert eine Überhitzung des Innenraumes zu vermeiden, indem man mit baulichen Maßnahmen für ausreichende Verschattung sorgt. Denn, sobald die Temperatur im Inneren des Gebäudes steigt, wirkt sich das negativ auf das Behaglichkeitsgefühl des Menschen aus. Deshalb ist die Planung von sommerlichen Wärmeschutzmaßnahmen wichtig, vor allem, um den Einbau von energieintensiven Geräten, wie Klimaanlage zu vermeiden. Der winterliche Wärmeschutz besteht primär aus einer Wärmedämmung, um das Gebäude auch in der kalten Saison warm zu halten.<sup>69</sup> Zudem sollte man auf die Raumausrichtung und auf die dementsprechende Raumaufteilung achten. Im Osten wärmen sich Bauteile kaum in der Morgensonne auf, da sie noch die Kühle der Nacht gespeichert haben. Im Süden sollte man hingegen eine passende Verschattung andenken, denn hier hat man die längste Sonnenstrahlzeit und Bauteile erwärmen sich rasch ohne entsprechende Maßnahmen. Zusätzlich sollte man bei der Südfassade auf eine Belüftungsmöglichkeit achten, um die mögliche Hitze aus dem Gebäudeinneren zu lassen. Im Westen muss man sich ebenfalls um eine Verschattung kümmern, denn die Sonne heizt das Gebäude auf dieser Seite vor allem im Sommer den ganzen Tag auf. Die nördliche Fassade bekommt keine Sonneneinstrahlung und ist somit die kühlfeste Seite des Gebäudes.<sup>70</sup>

Bei dem Prototyp wurde in erster Linie auf die passive Solarnutzung geachtet. Der Dachüberstand hat sich anhand des Sonnenstands auf der Insel Lesbos ergeben. Die Sommersonne hat einen Winkel von circa 75° und die Wintersonne einen von circa 23°. Die Überdachung verhindert, dass im Süden, die Sommersonne in den Innenraum strahlt und den Raum überhitzt. Im Winter hingegen, kann die Sonne weit in den Raum hineinstrahlen und diesen zusätzlich erwärmen.

---

<sup>69</sup> Duzia, Thomas/Mucha, Rainer: Energetisch Optimierte Bauen. Technische Vereinfachung, Nachhaltige Materialien, Wirtschaftliche Bauweisen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016. S. 107ff.

<sup>70</sup> Duzia, Thomas/Mucha, Rainer: Energetisch Optimierte Bauen. Technische Vereinfachung, Nachhaltige Materialien, Wirtschaftliche Bauweisen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016. S. 40f.

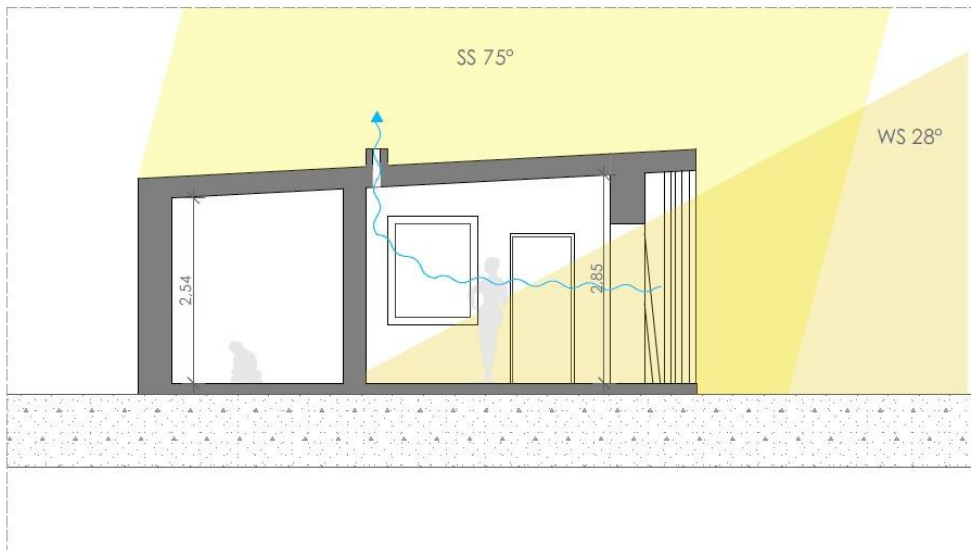


Abb. 38: Passive Solareinwirkung

Eine weitere kühlende Maßnahme bildet eine natürliche Querlüftung. Die Öffnungen befinden sich auf der Ost- und Westseite des Prototyps. Auf der Südseite befindet sich eine größere Fensterfront, die ebenfalls zum Lüften geöffnet werden kann. Mittels des Kamineffekts kann über den Kaminschacht die heiße Luft entweichen und der Raum bleibt weiterhin kühl.

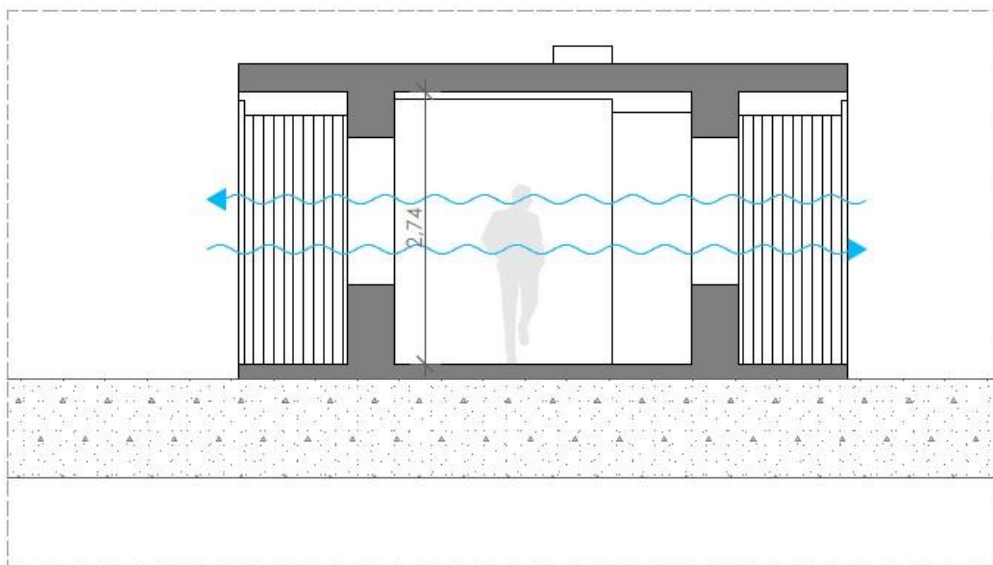


Abb. 39: Natürliche Querlüftung

Die Umweltwärme und -kälte ist vom Standort abhängig und kann je nachdem stärker oder schwächer vorhanden sein. Es wurden für die Nutzung dieser Energie mehrere Systeme entwickelt und Photovoltaik ist eine Möglichkeit, um aus der Sonnenstrahlung Strom zu gewinnen.<sup>71</sup>

Bei dem Prototyp kann man zusätzlich eine Photovoltaikanlage mit Stromspeicher ergänzen, falls kein Stromnetz vorhanden ist. Die Anlage würde primär für das Laden von elektronischen Kleingeräten, einem Kühlschrank und für das Licht genutzt werden. Diese Geräte verbrauchen zusammen circa 2 kWh pro Tag. Pro kWp erzeugt eine Photovoltaik-Anlage etwa 2,7 kWh pro Tag.<sup>72</sup> Um Umwandlungsverluste zu berücksichtigen, sollte auch in etwa so viel Peak Leistung (1 kWp) installiert werden. Das entspricht bei einer durchschnittlichen Leistung von 350 Wp pro Photovoltaikmodul der Installation von 3 Modulen. Genauere Berechnungen kann man mit dem Programm PV-Sol durchführen.

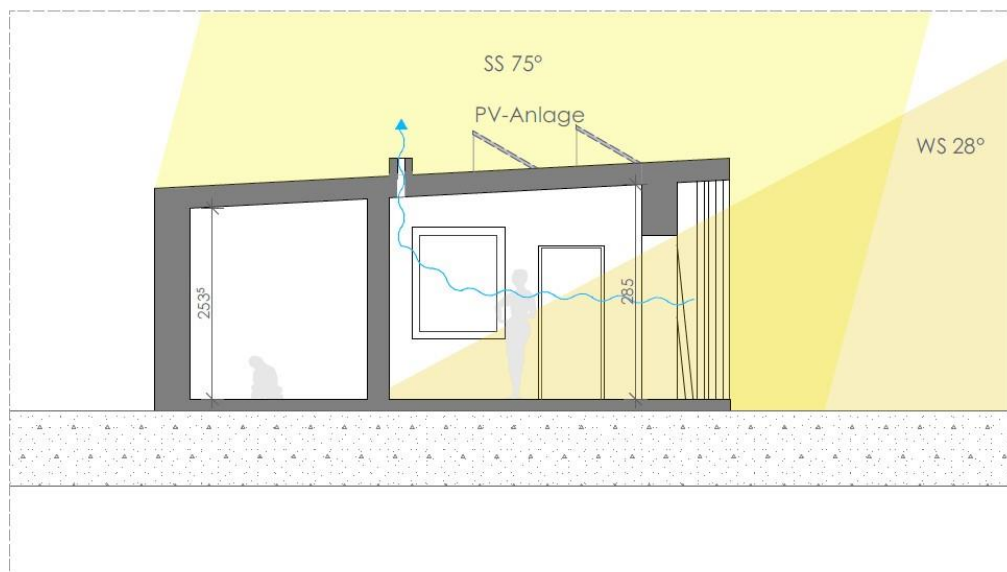


Abb. 40: Aktive Solarstrahlung

<sup>71</sup> Duzia, Thomas/Mucha, Rainer: Energetisch Optimiertes Bauen. Technische Vereinfachung, Nachhaltige Materialien, Wirtschaftliche Bauweisen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016. S. 31.

<sup>72</sup> Hartl, Lorenz: Wie viel Strom produziert eine 1 kWp Photovoltaikanlage pro Tag? In: <https://www.dachgold.at/pv-lexikon/wie-viel-strom-produziert-eine-1-kwp-photovoltaikanlage-pro-tag-2/> (letzter Zugriff: 21. Juni 2021)

#### 4.4.3. Ökologie der Baustoffe und Konstruktion

Schon zu Beginn der Planung ist entscheidend, welches Material und welche Konstruktion man auswählt. Denn einerseits ist es eine Kostenfrage und andererseits ist es eine Frage der Nachhaltigkeit. Zudem beeinflusst das Material auch das Behaglichkeitsgefühl und die Energieeffizienz eines Gebäudes. Außerdem hat jedes Material spezifische bauphysikalische Eigenschaften, die ebenfalls einen Einfluss auf die Effizienz des Gebäudes haben. Neben all diesen Kriterien darf man nicht die Ressourceneffizienz außer Acht lassen, denn man sollte ebenfalls entscheiden, woher das Material kommt und welchen Energieaufwand es hat.<sup>73</sup>

Bei der Materialauswahl des Prototyps wurden regionalvorhandene und nachhaltige Materialien ausgewählt. Die primären Baustoffe sind Lehm, Holz und Dämmung aus Schafwolle.

---

<sup>73</sup> Duzia, Thomas/Mucha, Rainer: Energetisch Optimierte Bauen. Technische Vereinfachung, Nachhaltige Materialien, Wirtschaftliche Bauweisen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016. S. 75.

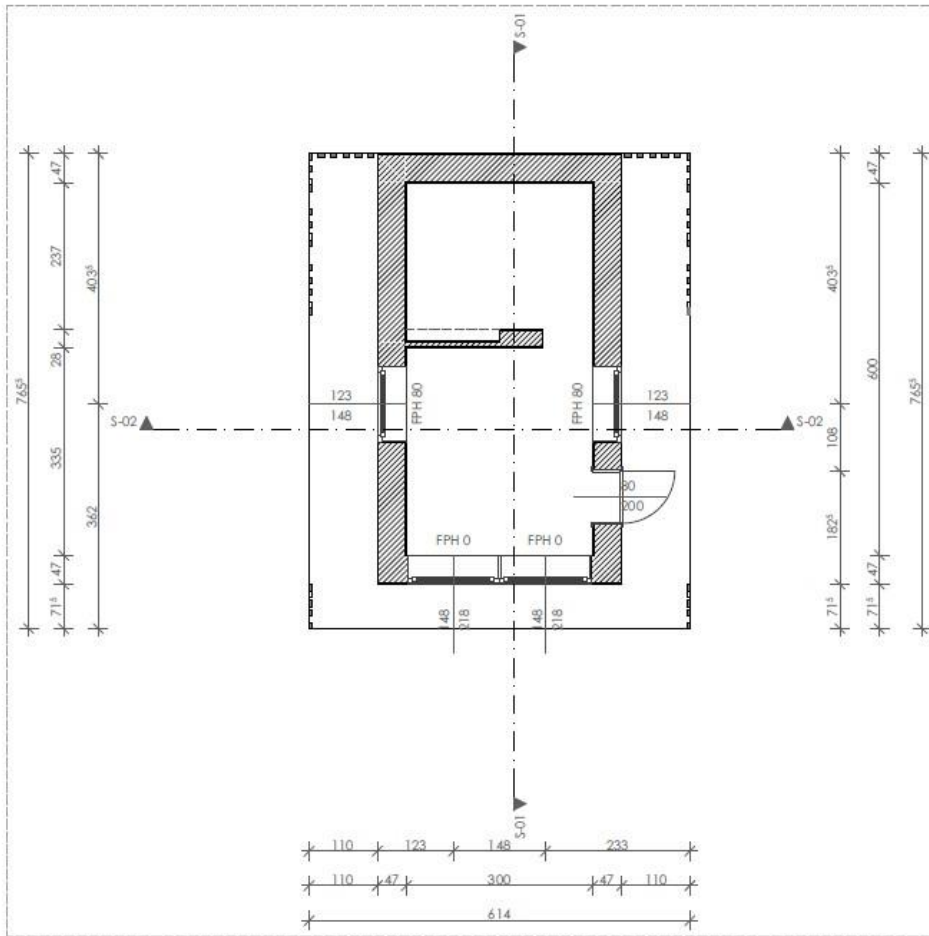


Abb. 41: Baukonstruktiver Grundriss, M 1:100

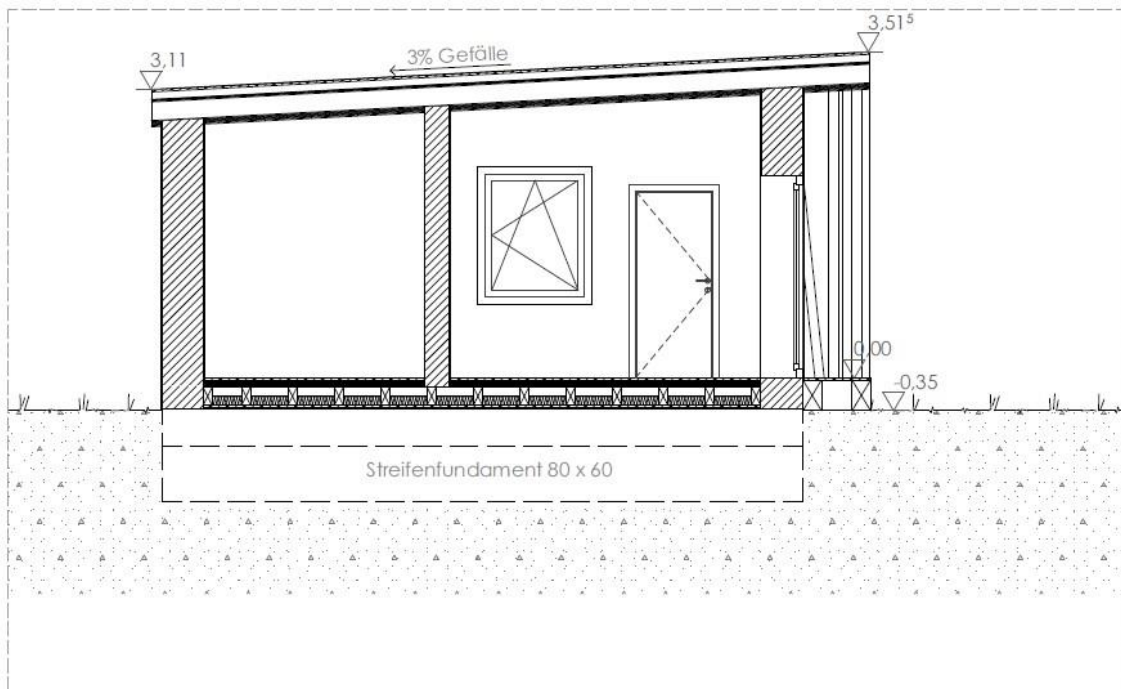


Abb. 42: Baukonstruktiver Schnitt S01, M 1:100

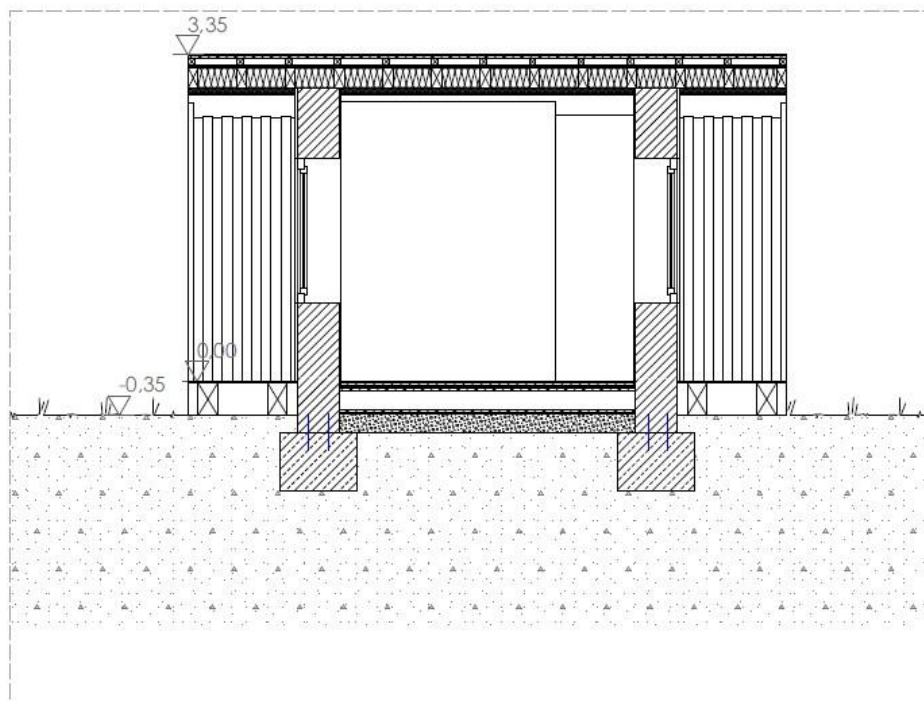


Abb. 43: Baukonstruktiver Schnitt 02, M 1:100

Die Unterkunft steht auf einem Streifenfundament bestehend aus einer Mischung von Lehm, Zement und Kies. Darauf befindet sich zum einen der Fußbodenaufbau und der Terrassenfußbodenaufbau. Der Fußboden im Inneren des Gebäudes besteht aus einem Holzriegelbau. In den Abbildungen 41 und 42 sieht man den genauen Aufbau des Bauteils. Der U-Wert des Fußbodens beträgt 0,28 W/m<sup>2</sup>K. Der Terrassenaufbau besteht aus Konstruktionshölzern auf denen Holzbretter verschraubt werden.

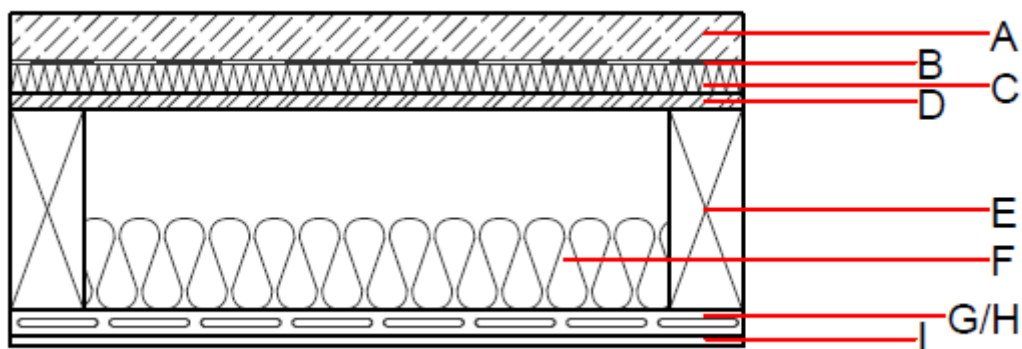


Abb. 44: Fußbodenaufbau des Prototyps

	Dicke	Baustoff	Wärmeschutz				Brandverhaltensklasse EN
			$\lambda$	$\mu$ min - max	$\rho$	c	
A	50,0	Anhydritestrich od. Zementestrich	0,700	10	2200	1,300	A1
B		Trennschicht Kunststoff	0,200	100000	1400	1,400	E
C	30,0	Trittschalldämmung MW-T	0,035	1	68	1,030	A1
D	18,0	OSB	0,130	200	600	1,700	D
E	200,0	Konstruktionsholz (80/..; e=*)	0,120	50	450	1,600	D
F	100,0	Mineralwolle [040; $\geq 16$ ; <1000°C]	0,040	1	16	1,030	A1
G	24,0	Holz Fichte Sparschalung (24/100; a=400)	0,120	50	450	1,600	D
H	27,0	Federschiene (zw. Sparschalung angeordnet)	0,156				
I	12,5	Gipsplatte Typ DF (GKF)	0,250	10	800	1,050	A2
I	12,5	Gipsfaserplatte	0,320	21	1000	1,100	A2

Abb. 45: Genaue Aufgliederung des Fußbodenaufbaus

Die Wandkonstruktion besteht aus einer 47 cm dicken Stampflehmwand, die jeweils außen und innen einen 1,5 cm dicken Lehmputz hat. Der Aufbau hat einen U-Wert von 1,47 W/m<sup>2</sup>K.

Die Stampflehmwand kann vor Ort hergestellt werden und hat einen geringen Energieverbrauch. Lehm hat zudem die Eigenschaft, das Raumklima und die Luftfeuchtigkeit zu regulieren. Die Masse ist ein guter Wärmespeicher und eine Schalldämmung.<sup>74</sup>

Ein monolithischer Bauteil hat den Vorteil, dass es weniger Probleme mit den Zusätzen von Dämmstoffen gibt, da der Bauteil aus einem Material besteht. Denn bei diversen Dämmstoffen kommt es zu Verfärbungen und Unreinheiten des Baustoffs, die wiederum für das Recyceln schlecht sind.<sup>75</sup>

Die Fenster besitzen ein Standardmaß von 1,23 m x 1,48 m und ein größeres Maß von 1,48 m x 2,18 m. Solche Maße werden häufig als Standard in Häusern eingebaut und eignen sich gut als Wiederverwertung beim Prototyp.<sup>76</sup>

Die hinterlüftete Dachkonstruktion ist ebenfalls eine Holzrahmenkonstruktion und hat einen U-Wert von 0,19 W/m<sup>2</sup>K. In den Abbildungen 46 und 47 sieht man den genauen konstruktiven Aufbau.

---

<sup>74</sup> Der Stoff auf den wir bauen. In: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/> (letzter Zugriff: 20. Juni 2021)

<sup>75</sup> Duzia, Thomas/Mucha, Rainer: Energetisch Optimierte Bauen. Technische Vereinfachung, Nachhaltige Materialien, Wirtschaftliche Bauweisen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016. S. 137f.

<sup>76</sup> Individuelle Fenstermasse. In: <https://www.neuffer.at/fenstermasse.php> (letzter Zugriff: 17. Juni 2021)



#### 4. Entwurf und Analyse eines Prototyps

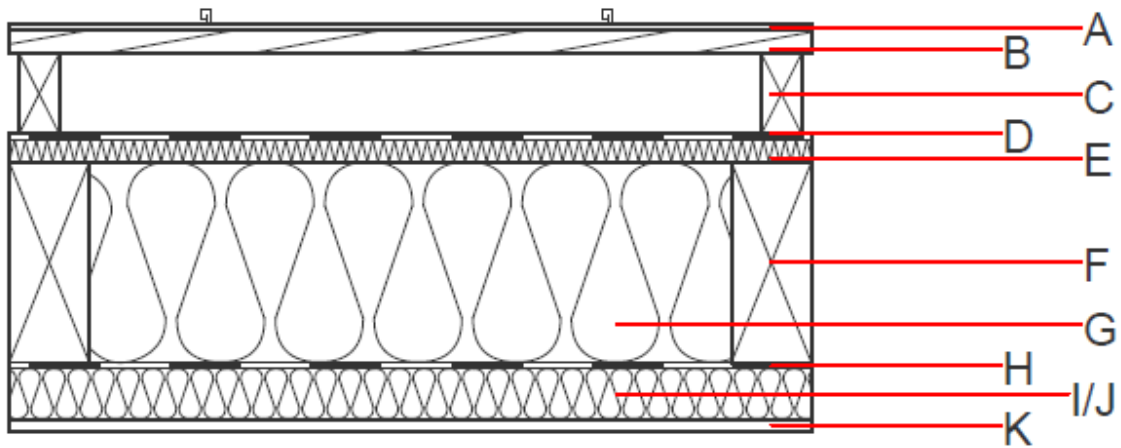


Abb. 46: Dachaufbau des Prototyps

#### Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (von außen nach innen, Maße in mm)

	Dicke	Baustoff	Wärmeschutz				Brandverhaltensklasse EN
			$\lambda$	$\mu$ min - max	$\rho$	c	
A		Blecheindeckung $d \geq 0,4$ od.			7800		A1
A		Kunststoffeindeckung					E
B	24,0	Holz Fichte Vollschalung	0,120	50	450	1,600	D
C	80,0	Holz Fichte Konterlattung (Hinterlüftung)	0,120	50	450	1,600	D
D		Unterdeckbahn $sd \leq 0,3m$			1000		E
E	22,0	Holzfaserdämmplatte [045; 250] - Unterdeckplatte	0,045	5	250	2,100	E
F	200,0	Konstruktionsholz (80/*; e=800)	0,120	50	450	1,600	D
G	200,0	Schafwolle [0,041; R=26]	0,041	1	30	1,720	E
H		Dampfbremse $sd \geq 2m$			1000		
I	50,0	Holz Fichte Querlattung (50/80; a=400)	0,120	50	450	1,600	D
J	50,0	Schafwolle [0,041; R=26] bzw. ohne Dämmstoff bei Var.01	0,041	1	30	1,720	E
K	12,5	Gipsfaserplatte oder	0,320	21	1000	1,100	A2
K	12,5	Gipsplatte Typ DF (GKF)	0,250	10	800	1,050	A2

Abb. 47: Genaue Aufgliederung des Dachaufbaus

#### **4.4.4. Innenraumgestaltung**

Leider war es nicht möglich, im Zuge dieser Arbeit Gespräche mit der Nutzergruppe zu führen, weshalb sich die Innenraumgestaltung auf Annahmen stützt.

Für den Innenraum wurde eine kleine Zonierung durchgeführt, um den Familien einen Raum für Privatsphäre zu ermöglichen. Der private Schlafbereich wurde somit mit einer leichten Innenwandkonstruktion getrennt. Diese hat zusätzlich noch Fächer eingebaut, um zusätzliche Möbel zu vermeiden und Platz zu sparen. Das Schlafzimmer wurde nordseitig positioniert, da es im Sommer auf Grund der Ausrichtung kühler ist und die Sonne nicht direkt hineinstrahlen kann. Im Süden befindet sich die halböffentliche Zonierung, die sowohl als Wohn- und Esszimmer als auch als Küche fungiert. Mit dem klappbaren Esstisch hat man die Möglichkeit, den Raum je nach Bedarf umzufunktionieren. Die kleine Kochnische mit integriertem Küchenofen hält im Winter den Raum zusätzlich warm und im Sommer wird mittels Kamineffekt, die warme Luft zusätzlich nach außen getragen.

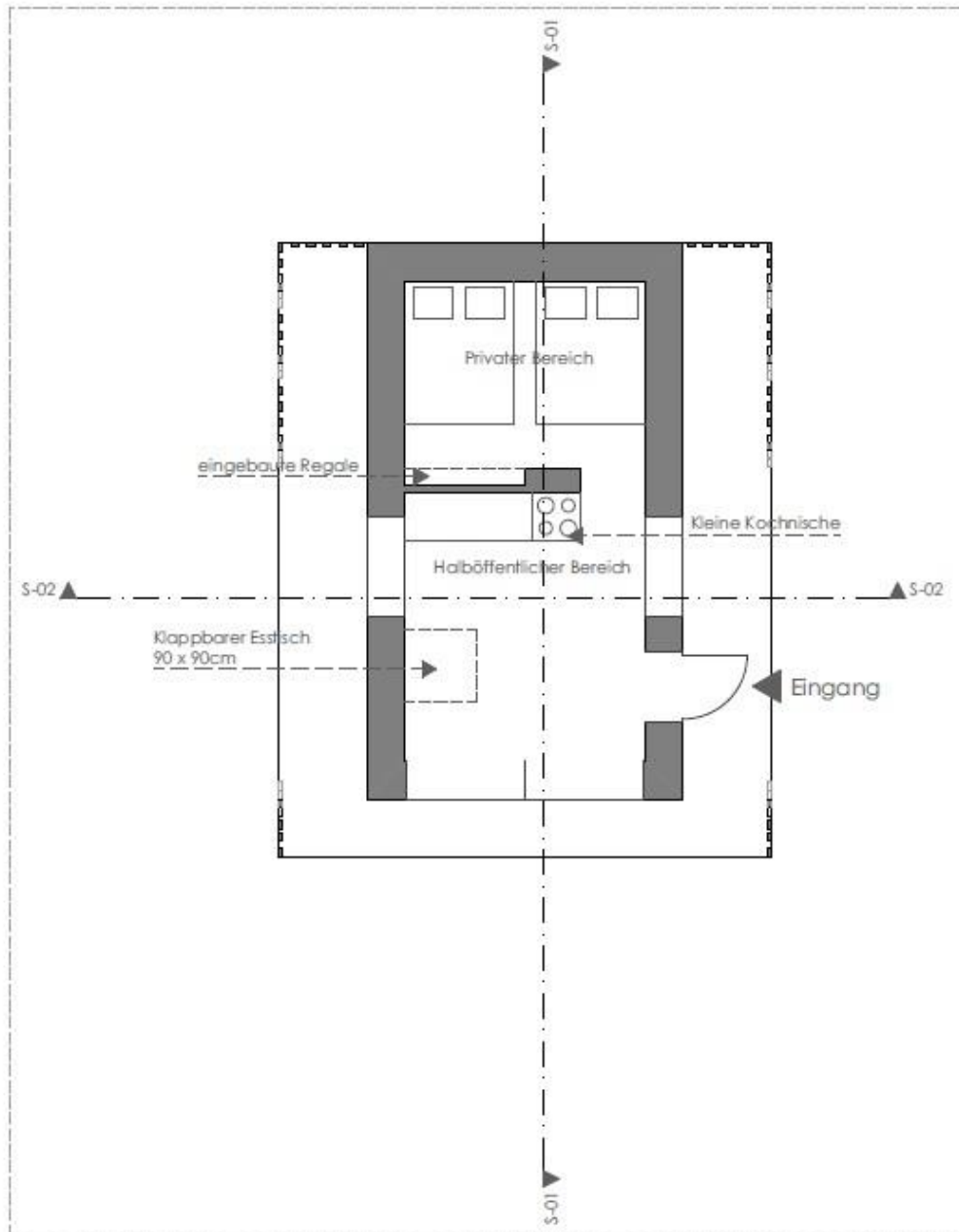


Abb. 48: Innenraumgestaltung des Prototyps

#### 4.4.5. Fertiger Prototyp

Der fertige Prototyp soll die Wartezeit auf den Asylantrag auf der griechischen Insel Lesbos erleichtern. Er soll den Aufenthalt so angenehm wie möglich gestalten und den Nutzern ein sicheres Gefühl der Gemeinschaft geben. Die angeführten Schaubilder zeigen, wie der Prototyp aussehen könnte.



Abb. 49: Südansicht des Prototyps



Abb. 50: Ostansicht des Prototyps

## 4.5. Soziale Nachhaltigkeit

Konzepte der sozialen Nachhaltigkeit gehen neben den Konzepten der Ökologie und Ökonomie oft unter. Denn bisher gibt es kaum eine klare Definition, was soziale Nachhaltigkeit bedeutet. Zwar gibt es mehrere Leitfäden, die in den letzten Jahren erstellt worden sind, aber diese geben keinen richtigen Aufschluss. In den bisherigen Leitfäden wurden hauptsächlich objektive Parameter zur Bewertung herangezogen. Das stellte sich als schwierig heraus, denn soziale Aspekte lassen sich im Vergleich zu ökologischen und ökonomischen Größen nicht messen. Es ist vielmehr subjektiv bewertbar und lässt sich nicht materialisieren. Oft wird die soziale Nachhaltigkeit auf die Partizipation der Nutzer reduziert, aber diese Säule der Nachhaltigkeit besteht aus weitaus mehr Komponenten. Weitere wichtige Parameter wären Gleichheit, Gesundheit, Bildung, Institutionen, Wissenschaft und Forschung sowie Maßnahmen gegen Armut.

### 4.5.1. Beteiligung der Nutzer

Partizipation der Nutzer ist ein bekannter und beliebter Parameter der sozialen Nachhaltigkeit. Man hat die Möglichkeit, die betroffenen Nutzer vor Ort mit einzubeziehen und die Planung gemeinsam mit ihnen und nach ihren Bedürfnissen zu optimieren. Allerdings ist dieser Aspekt von der Anzahl der Teilnehmer und von der Zeitdauer abhängig. Je intensiver man mit den Nutzern zusammenarbeitet, desto tiefer kann man in die Planung gehen. Man unterscheidet zwischen drei unterschiedlichen Beteiligungstiefen. Zum einen gibt es die informative Beteiligung, hier haben die Nutzer kaum einen Einfluss auf das Bauvorhaben. Zum anderen gibt es die konsultative Beteiligung, da können die Nutzer ihre Vorschläge mit einbringen. Die letzte Möglichkeit ist die Mitbestimmung und hier können die Nutzer ab Planungsbeginn das Projekt mitgestalten.<sup>77</sup>

Bei dem Prototyp wäre eine Mitbestimmung der Nutzer vorgesehen, allerdings war das im Zuge dieser Arbeit und der derzeit herrschenden COVID-19 Pandemie nicht

---

<sup>77</sup> Trenkwalder, Birgit/Kunath, Martin: Smart Studies - Architektur als soziales Gefüge: Ein Beitrag zur Vorbereitung von Projekten. 1. Aufl. Graz: Verl. der TU Graz 2011. S.7f.

möglich. Es wäre vorgesehen gewesen, die Wünsche und Vorstellungen der Nutzer in den Entwurf mit einzubeziehen.

##### **4.5.2. Einbindung in das Bauvorhaben**

Die einfache Bauweise des Prototyps soll dem Nutzer die Möglichkeit bieten, den Prototyp eigenhändig zu errichten. Die regionalen Materialien werden vor Ort zur Verfügung gestellt und es soll eine passende Bedienungsanleitung bereitgestellt werden. Im ersten Schritt wird das Streifenfundament aus einer Lehm-, Zement- und Kiesmischung errichtet. Darauf wird mit Holzlattung ein Holzriegelfußboden konstruiert. Dann folgt die Erstellung einer Schalung für die Stampflehmwand und der fertig gemischte Lehm wird Schicht für Schicht aufgetragen und verdichtet. Die recycelten Fenster werden in den jeweiligen vorgesehenen Öffnungen platziert und die Lehmwand wird fertiggestellt. Am Schluss folgt das Holzriegeldach mit dem Dachüberstand, der von den individuell gestalteten Stützen getragen wird.

##### **4.5.3. Individualität**

Um sich unter den gleich konzipierten Prototypen orientieren zu können, hat man die Möglichkeit, diesen individuell zu gestalten. Man kann sowohl bei der Errichtung als auch im Nachhinein die seitlichen Stützen in verschiedenen Farben anmalen. Die Farben werden vor Ort zur Verfügung gestellt und sollen den Ort farbenfroher gestalten. Zudem soll es gerade für Kinder eine einfache Möglichkeit zur Orientierung bieten.



Abb. 51: Schaubild der individuellen Stützen

## 5. Resümee

Abschließend ist festzuhalten, dass es möglich ist, in Krisensituationen aus regionalen, nachhaltigen Ressourcen eine temporäre Unterkunft zu errichten. Die einzige Schwierigkeit besteht zu Beginn der Errichtungsphase, denn der Lehm braucht eine gewisse Trocknungszeit und bis dieser vollständig getrocknet ist, ist die Unterkunft noch nicht vollständig nutzbar. Andererseits muss man beachten, dass die Menschen dort nur für eine bestimmte Zeit leben und nachdem mehrere Unterkünfte bereits errichtet worden sind, werden stetig welche frei. Somit besteht ab einem gewissen Zeitpunkt keine dringende Notwendigkeit mehr, neue temporäre Unterkünfte zu errichten.

Sollte sich die Fluchtbewegung in den nächsten Jahren deutlich reduzieren und die Unterkünfte nicht mehr benötigt werden, lassen sich diese einfach abbauen oder wiederverwerten.

Zu beachten ist, dass im Zuge dieser Arbeit ausschließlich die klimatischen Gegebenheiten von der griechischen Insel Lesbos analysiert wurden. Für andere Klimastandorte würde sich der Entwurf des Prototyps ändern und man müsste die jeweiligen Parameter neu analysieren.



## Quellenverzeichnis

### Monographien, Promotions- und Habilitationszeitschriften, Diplomarbeiten:

Busch, Klaus: Das Versagen Europas. Die Euro- und die Flüchtlingskrise sowie die Brexit-Diskussion. Flugschrift. Hamburg: VSA Verlag 2016.

Duzia, Thomas/Mucha, Rainer: Energetisch Optimierte Bauen. Technische Vereinfachung, Nachhaltige Materialien, Wirtschaftliche Bauweisen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016.

Hoppe, Diether S.: Freigespannte Textile Membrankonstruktionen: Geschichtliche, materialtechnische, konstruktive und gegenwärtige Entwicklungen. Wien: Böhlau, 2007.

Jodidio, Philip: Temporary Architecture Now! = Temporäre Architektur Heute! = L'architecture éphémère D'aujourd'hui! Köln: Taschen 2011.

Kirchengast, Ines: Feli. Ein Flexibles Modul. Darstellen, Präsentieren, Zurschaustellen. Wien: Technische Universität Wien. Diplomarbeit 2018.

Minke, Gernot/Krick, Benjamin: Handbuch Strohballenbau: Grundlagen, Konstruktionen, Beispiele. 3., Erw. und aktualisierte Aufl. Staufen Bei Freiburg: Ökobuch-Verl. 2014.

Opitz, Peter J.: Das Weltflüchtlingsproblem. Ursachen und Folgen. Orig.-Ausg. Beck'sche Reihe 367. München: Beck 1988.

Püschel, Danny/Teller, Matthias: Umweltgerechte Baustoffe: Graue Energie und Nachhaltigkeit von Gebäuden. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verl. 2013.

Schittich, Christian: Mikroarchitektur. Kleine Bauten. Temporäre Strukturen. Raumzellen. München: Detail Business Information GmbH, The 2010.

Scholz, Wilhelm/Knoblauch, Harald/Hiese, Wolfram/Möhrling Rolf: Baustoffkenntnis. 18., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Köln: Bundesanzeiger Verlag 2016.

Schroeder, Horst: Lehm-Bau: Mit Lehm ökologisch planen und bauen. 3., Aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg 2019.

Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010.

Starke, Hartmut H./Ondra, Roland: Handbuch Fliegende Bauten: Temporäre Architektur im Spannungsfeld technischer Regeln. 1. Aufl. Berlin: xEMP 2010.

Trenkwald, Birgit/Kunath, Martin: Smart Studies - Architektur als soziales Gefüge: Ein Beitrag zur Vorbereitung von Projekten. 1. Aufl. Graz: Verl. der TU Graz 2011.

#### Zeitschriften:

Martens, Michael: Flüchtlingslager Moria. Die Chronik einer Katastrophe. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung. 2020.

#### Internetquellen:

Der Stoff auf den wir bauen. In: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/> (letzter Zugriff: 20. Juni 2021)

EUROPE SITUATIONS: DATA AND TRENDS - ARRIVALS AND DISPLACED POPULATIONS (December 2020). In: <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/84470> (letzter Zugriff: 18. April 2021)

Flüchtlinge in Griechenland. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/griechenland/> (letzter Zugriff: 03. April 2021)

Flüchtlinge in Italien. Italien steht weiterhin vor großen Herausforderungen. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/italien/> (letzter Zugriff: 03. April)

Flüchtlinge in Libyen. (Über-)Leben im „failed state“. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/libyen/> (letzter Zugriff: 03. April 2021)

Flüchtlinge in der Türkei. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/tuerkei/> (letzter Zugriff: 03. April 2021)

Flüchtlingskrise Mittelmeer. Flucht nach Europa. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/hilfe-weltweit/mittelmeer/> (letzter Zugriff: 02. April 2021)

Gewächshaus Orchidee Punta del Este / Mateo Nunes Da Rosa. In: [https://www.archdaily.com/959485/greenhouse-orchid-punta-del-este-mateo-nunes-da-rosa?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_projects](https://www.archdaily.com/959485/greenhouse-orchid-punta-del-este-mateo-nunes-da-rosa?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects) (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)

Graue Energie: Berechnungsmethoden und Folgen für Bau & Sanierung. In: <https://www.energie-experten.org/energie-sparen/energie-berechnen/energieformen/graue-energie#c42779> (letzter Zugriff: 15. Juni 2021)

Hartl, Lorenz: Wie viel Strom produziert eine 1 kWp Photovoltaikanlage pro Tag? In: <https://www.dachgold.at/pv-lexikon/wie-viel-strom-produziert-eine-1-kwp-photovoltaikanlage-pro-tag-2/> (letzter Zugriff: 21. Juni 2021)

Individuelle Fenstermasse. In: <https://www.neuffer.at/fenstermasse.php> (letzter Zugriff: 17. Juni 2021)

Klimatabelle Lesbos. In: <https://www.klimatabelle.info/europa/griechenland/lesbos> (letzter Zugriff: 14. April 2021)

Klima Lesbos. In: [https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos\\_griechenland\\_258466](https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466) (letzter Zugriff: 14. April 2021)

Lesvos data snapshot 31 Dec 2015. In: <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/46649> (letzter Zugriff: 06. April 2021)

Puchner, Johannes/ Völker, Michael: Nass, kalt und hoffnungslos: Druck auf türkisch-grüne Koalition wegen Flüchtlingen auf Lesbos wächst. In: <https://www.derstandard.at/story/2000122759776/nass-kalt-und-hoffnungslos-druck-auf-tuerkis-gruene-koalition-wegen> (letzter Zugriff: 08. April 2021)

Sonnenstände. In: [https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php?lang=de](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=de) (letzter Zugriff: 14. April 2021)

UNO-Flüchtlingshilfe: Flüchtlingzahlen. Zahlen & Fakten zu Menschen auf der Flucht. In: <https://www.uno-fluechtlingshilfe.de/informieren/fluechtlingzahlen/> (letzter Zugriff: 1. April 2021)

9.000 Flüchtlinge ziehen in Zeltlager auf Lesbos um. In: <https://www.zeit.de/politik/ausland/2020-09/griechenland-lesbos-fluechtlinglager-neu-kapazitaetsgrenzemia-brand-migration> (letzter Zugriff: 08. April 2021 ?)

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Notfalllager Kara Tepe auf der griechischen Insel Lesbos. ....	10
Puchner, Johannes/ Völker, Michael: Nass, kalt und hoffnungslos: Druck auf türkis-grüne Koalition wegen Flüchtlingen auf Lesbos wächst. In: <a href="https://www.derstandard.at/story/2000122759776/nass-kalt-und-hoffnungslos-druck-auf-tuerkis-gruene-koalition-wegen">https://www.derstandard.at/story/2000122759776/nass-kalt-und-hoffnungslos-druck-auf-tuerkis-gruene-koalition-wegen</a> (letzter Zugriff: 08. April 2021)	
Abb. 2: Temperaturdiagramm Lesbos .....	12
Klima Lesbos. In: <a href="https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466">https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466</a> (letzter Zugriff: 14. April 2021)	
Abb. 3: Sonnentagediagramm Lesbos .....	13
Klima Lesbos. In: <a href="https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466">https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466</a> (letzter Zugriff: 14. April 2021)	
Abb. 4: Sonnenverlauf Lesbos.....	14
Sonnenstände. In: <a href="https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=de">https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=de</a> (letzter Zugriff: 14. April 2021)	
Abb. 5: Niederschlagsdiagramm Lesbos .....	15
Klima Lesbos. In: <a href="https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466">https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466</a> (letzter Zugriff: 14. April 2021)	
Abb. 6: Windrose Lesbos .....	16
Klima Lesbos. In: <a href="https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466">https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/lesbos_griechenland_258466</a> (letzter Zugriff: 14. April 2021)	
Abb. 7: Schematische Darstellung eines Frachtcontainers .....	19
Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 21.	
Abb. 8: Schematische Darstellung eines Baucontainers .....	20
Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Handbuch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 30.	

- Abb. 9: Schematische Darstellung eines Containerrahmens ..... 21  
Slawik, Han/Bergmann, Julia/Buchmeier, Michael/Tinney, Sonja: Container Atlas: Hand-  
buch der Container Architektur. Berlin: Die Gestalten Verlag 2010. S. 38.
- Abb. 10: Ansicht Old Lady House..... 22  
Adam Kalkin's Old Lady House – Shipping Container Home. In: <https://ecocontainer-home.com/adam-kalkin%E2%80%99s-old-lady-house-shipping-container-home/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 11: Innenliegende Terrasse Old Lady House ..... 23  
Adam Kalkin's Old Lady House – Shipping Container Home. In: <https://ecocontainer-home.com/adam-kalkin%E2%80%99s-old-lady-house-shipping-container-home/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 12: Blick zur Terrasse ..... 24  
Wijn of Water – Shipping Container Restaurant Rotterdam. In: <https://ecocontainer-home.com/wijn-of-water-shipping-container-restaurant-rotterdam/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 13: Grundriss von Wijn of Water ..... 25  
EWijn of Water – Shipping Container Restaurant Rotterdam. In: <https://ecocontainer-home.com/wijn-of-water-shipping-container-restaurant-rotterdam/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 14: Container Art in Sao Paulo..... 26  
Container Art / Bernardes Jacobsen. In: <https://www.archdaily.com/20709/container-art-bernardes-jacobsen> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 15: Temporäre Videoausstellung in Containern ..... 27  
Container Art / Bernardes Jacobsen. In: <https://www.archdaily.com/20709/container-art-bernardes-jacobsen> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 16: Kapelle bei Nacht..... 30  
Hugo Kleinbrod Kapelle. In: <http://www.hugodworzak.at/index.php?/projects/hugo-kleinbrod-kapelle/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)

- Abb. 17: Transport der Kapelle ..... 30  
 Hugo Kleinbrod Kapelle. In: <http://www.hugodworzak.at/index.php?/projects/hugo-kleinbrod-kapelle/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 18: Innenansicht der Kapelle ..... 31  
 Hugo Kleinbrod Kapelle. In: <http://www.hugodworzak.at/index.php?/projects/hugo-kleinbrod-kapelle/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 19: Pavillon am Genfer See ..... 33  
 Detail: Fassaden-Detail: Pavillon am Genfer See. In: <https://www.detail.de/artikel/fassaden-detail-pavillion-am-genfer-see-1801/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 20: Fassadenschnitt Pavillon ..... 33  
 Detail: Fassaden-Detail: Pavillon am Genfer See. In: <https://www.detail.de/artikel/fassaden-detail-pavillion-am-genfer-see-1801/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 21: Schnitt Rucksackhaus ..... 34  
 Stefan Eberstadt: rucksack house. In: <https://www.stefaneberstadt.de/rucksack.html> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 22: Rucksackhaus ..... 35  
 Stefan Eberstadt: rucksack house. In: <https://www.stefaneberstadt.de/rucksack.html> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 23: Typologie und Entwicklung der Zelte ..... 38  
 Hoppe, Diether S.: Freigespannte Textile Membrankonstruktionen: Geschichtliche, materialtechnische, konstruktive und gegenwärtige Entwicklungen. Wien: Böhlau, 2007. S. 236.
- Abb. 24: Wandelbarer Pavillon mit drei geöffneten Seiten ..... 40  
 Kalhöfer-Korschildgen: Raum auf Zeit – Zeit im Raum – Rauminstallation. In: <https://www.kalhoefer-korschildgen.de/de/k-k-projekte/realisierung/raum-auf-zeit-zeit-im-raum> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)
- Abb. 25: aufgeblasenes Teehaus ..... 41  
 Textile Architektur: Aufblasbares Teehaus von Kengo Kuma in Augsburg. In: <https://www.detail.de/artikel/textile-architektur-aufblasbares-teehaus-von-kengo-kuma-in-augsburg-10889/> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)

Abb. 26: Schematische Skizze des Aufbaus .....	41
Textile Architektur: Aufblasbares Teehaus von Kengo Kuma in Augsburg. In: <a href="https://www.detail.de/artikel/textile-architektur-aufblasbares-teehaus-von-kengo-kuma-in-augsburg-10889/">https://www.detail.de/artikel/textile-architektur-aufblasbares-teehaus-von-kengo-kuma-in-augsburg-10889/</a> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)	
Abb. 27: Innenraumausführung .....	41
Textile Architektur: Aufblasbares Teehaus von Kengo Kuma in Augsburg. In: <a href="https://www.detail.de/artikel/textile-architektur-aufblasbares-teehaus-von-kengo-kuma-in-augsburg-10889/">https://www.detail.de/artikel/textile-architektur-aufblasbares-teehaus-von-kengo-kuma-in-augsburg-10889/</a> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)	
Abb. 28: Gewächshaus Orchidee .....	42
Gewächshaus Orchidee Punta del Este / Mateo Nunes Da Rosa. In: <a href="https://www.arch-daily.com/959485/greenhouse-orchid-punta-del-este-mateo-nunes-da-rosa?ad_source=search&amp;ad_medium=search_result_projects">https://www.arch-daily.com/959485/greenhouse-orchid-punta-del-este-mateo-nunes-da-rosa?ad_source=search&amp;ad_medium=search_result_projects</a> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)	
Abb. 29: Schnitt durch den Pavillon .....	43
Gewächshaus Orchidee Punta del Este / Mateo Nunes Da Rosa. In: <a href="https://www.arch-daily.com/959485/greenhouse-orchid-punta-del-este-mateo-nunes-da-rosa?ad_source=search&amp;ad_medium=search_result_projects">https://www.arch-daily.com/959485/greenhouse-orchid-punta-del-este-mateo-nunes-da-rosa?ad_source=search&amp;ad_medium=search_result_projects</a> (letzter Zugriff: 09. Juni 2021)	
Abb. 30: Lebenszyklus eines Baustoffs .....	47
Püschel, Danny/Teller, Matthias: Umweltgerechte Baustoffe: Graue Energie und Nachhaltigkeit von Gebäuden. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verl. 2013. S. 9.	
Abb. 31: Berechnungsformel grauer Energie .....	48
Püschel, Danny/Teller, Matthias: Umweltgerechte Baustoffe: Graue Energie und Nachhaltigkeit von Gebäuden. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verl. 2013. S. 14.	
Abb. 32: Holzfaserdämmplatte .....	55
Innendämmung für Fachwerkhaus, Altbau und Denkmalsanierung. In: <a href="https://www.lehmbau-neuhaus.de/leistungen/innend%C3%A4mmung/">https://www.lehmbau-neuhaus.de/leistungen/innend%C3%A4mmung/</a> (Letzter Zugriff: 17. Juni 2021)	
Abb. 33: Kork Dämmplatten .....	56
DIB Korkdämmplatten. In: <a href="https://www.dib-potthast.de/produkte/d%C3%A4mmstoffe/korkplatten/korkdaemmplatten">https://www.dib-potthast.de/produkte/d%C3%A4mmstoffe/korkplatten/korkdaemmplatten</a> (Letzter Zugriff: 17. Juni 2021)	

Abb. 34: Stroh als Dämmstoff.....	57
Baustoffwissen: Außenwände mit Strohdämmung. In: <a href="https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/daemmstoffe/strohballenbau-aussenwand-holzstaenderbauweise-fasba-wdvs-strohplatten-maxit/">https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/daemmstoffe/strohballenbau-aussenwand-holzstaenderbauweise-fasba-wdvs-strohplatten-maxit/</a> (letzter Zugriff 17. Juni 2021)	
Abb. 35: Grundriss Prototyp .....	59
Abb. 36: Schnitt 01 .....	60
Abb. 37: Schnitt 02 .....	60
Abb. 38: Passive Solareinwirkung .....	62
Abb. 39: Natürliche Querlüftung .....	62
Abb. 40: Aktive Solarstrahlung .....	63
Abb. 41: Baukonstruktiver Grundriss, M 1:100 .....	65
Abb. 42: Baukonstruktiver Schnitt S01, M 1:100 .....	66
Abb. 43: Baukonstruktiver Schnitt 02, M 1:100.....	66
Abb. 44: Fußbodenaufbau des Prototyps .....	67
Geschossdecke gdrnxa01a-06. In: <a href="https://www.dataholz.eu/bauteile/geschossdecke/variante/kz/gdrnxa01a/nr/6.htm">https://www.dataholz.eu/bauteile/geschossdecke/variante/kz/gdrnxa01a/nr/6.htm</a> (Letzter Zugriff: 22. Juni 2021)	
Abb. 45: Genaue Aufgliederung des Fußbodenaufbaus.....	67
Geschossdecke gdrnxa01a-06. In: <a href="https://www.dataholz.eu/bauteile/geschossdecke/variante/kz/gdrnxa01a/nr/6.htm">https://www.dataholz.eu/bauteile/geschossdecke/variante/kz/gdrnxa01a/nr/6.htm</a> (Letzter Zugriff: 22. Juni 2021)	
Abb. 46: Dachaufbau des Prototyps .....	69
Dataholz.eu: Flachdach/flachgeneigtes Dach fdrhbi01a-07. In: <a href="https://www.dataholz.eu/bauteile/flachdach-flachgeneigtes-dach/variante/kz/fdrhbi01a/nr/7.htm">https://www.dataholz.eu/bauteile/flachdach-flachgeneigtes-dach/variante/kz/fdrhbi01a/nr/7.htm</a> (letzter Zugriff: 22. Juni 2021)	



Abb. 47: Genaue Aufgliederung des Dachaufbaus .....	69
Flachdach/flachgeneigtes Dach fdrhbi01a-07. In: <a href="https://www.dataholz.eu/bauteile/flachdach-flachgeneigtes-dach/variante/kz/fdrhbi01a/nr/7.htm">https://www.dataholz.eu/bauteile/flachdach-flachgeneigtes-dach/variante/kz/fdrhbi01a/nr/7.htm</a> (letzter Zugriff: 22. Juni 2021)	
Abb. 48: Innenraumgestaltung des Prototyps .....	71
Abb. 49: Südansicht des Prototyps .....	72
Abb. 50: Ostansicht des Prototyps .....	72
Abb. 51: Schaubild der individuellen Stützen .....	75

Anhang

