Universität für Bodenkultur Wien

University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

Department für Bautechnik und Naturgefahren

Institut für Konstruktiven Ingenieurbau

Leiter: Konrad Bergmeister, O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. MSc. Ph.D. Dr.phil. Dr.techn.

BAULICHE KRITERIEN FÜR DIE BEWERTUNG TEMPORÄRER WOHNFORMEN

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur

eingereicht von:

STICKLER MICHAEL

Betreuer: Doris Österreicher, Dipl.-Ing. MSc. Dr.

Betreuer Julia Zeilinger MSc., BSc.

Matrikelnummer: 01026134

28.01.2019

Eidesstaatliche Erklärung:

Hiermit versichere ich, dass ich diese Masterarbeit ohne Benutzung anderer Quellen und Hilfsmittel als die angegeben und ohne fremde Hilfe ausgearbeitet habe. Ich versichere auch, dass ich die von den angegebenen Quellen entnommenen Texte und Inhalte als solche gekennzeichnet habe.

Diese Arbeit wurde in der gleichen oder in ähnlicher Form bei keinem anderen Prüfer und keiner anderen Prüferin vorgelegt und eingereicht.

Wien, am 28. Jänner 2019

Michael Stickler

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei meiner Familie für die Ermöglichung dieses Studiums bedanken. Ein besonderer Dank gilt Herrn Markus Hutz, der diese Masterarbeit Korrektur gelesen hat. An dieser Stelle möchte ich mich auch bei meinen Studienkollegen und Freunden für ihre Unterstützung während des Studiums und der Ausarbeitung dieser Masterarbeit bedanken. Bei den zahlreichen Unternehmen und Institutionen möchte ich mich ebenfalls für die Unterlagen sehr herzlich bedanken, welche für die Erstellung dieser Masterarbeit von großer Bedeutung waren.

Michael Stickler

Kurzfassung

Das Ziel dieser Masterarbeit liegt darin, temporäre Unterkünfte anhand der baulichen Kriterien zu bewerten. Die Wichtigkeit der Errichtung von günstigem und komfortablem temporärem Wohnraum wird durch Naturkatastrophen und Migrationsbewegungen verdeutlicht. Da die Nutzung von wenigen Wochen bis hin zu mehreren Jahren begrenzt ist, stellen die Konstruktionsweise und der damit verbundene Materialeinsatz wichtige Gesichtspunkte für die beteiligten Personen dar. Neben den Aufwendungen für die Errichtung und den Rückbau, rückt die Thematik des Umweltschutzes zunehmend in den Fokus der Gesellschaft. Die temporären Unterkünfte können grundlegend in zwei Kategorien unterteilt werden. Die mobilen Varianten, wie Wohnmobile, Wohnwagen und Tiny Houses, können ohne große Aufwendungen einen Ortswechsel vollziehen. Zu bedenken gilt allenfalls, dass für Wohnwagen und Tiny Houses ein geeignetes Zugfahrzeug bereitgestellt werden muss. Die anderen Varianten, wie Leichtbauhallen, Traglufthallen (pneumatische Konstruktionen), sowie Container, Raummodule und Zelte benötigen Zeit für deren Herstellung und Rückbau. Da eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Systeme in den jeweiligen Kapiteln erfolgt, wird an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen. Während der Literaturrecherche wurde festgestellt, dass die Thematik aus wissenschaftlicher Sicht wenig erforscht ist. Aus diesem Grund mussten im ersten Schritt die am Markt angebotenen Systeme erhoben werden. Als Grundlage dafür wurden Daten, welche von Unternehmen zur Verfügung gestellt wurden, herangezogen. Ein Bewertungssystem wurde in Anlehnung an die bekannten Gebäudezertifizierungssysteme ausgearbeitet. Die Bewertungskriterien, welche für konventionelle Bauwerke angeführt wurden, konnten zum Teil in abgewandelter Form auf temporäre Gebäude angewendet werden. Aufgrund der Unterschiede in den Bauarten mussten letztlich jedoch neue Kriterien erarbeitet werden, sodass eine Bewertung der temporären Wohnformen in einer sinnvollen Form möglich war. Für die Bewertung wurden fünf Kategorien mit unterschiedlich vielen Unterkategorien entwickelt. Neben den ökonomischen und ökologischen Aspekten wurden die technischen Aspekte, sowie die Aspekte der Logistik der Planung eingebunden. Da die Privatsphäre nicht nur in langfristigen Unterkünften gegeben sein sollte, wurden als fünfte Kategorie die Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre eingeführt. Als Ergebnis wurde neben dem Kriterienkatalog für die Bewertung auch eine explizite Bewertung der oben angeführten temporären Unterkünfte durchgeführt. Die Auswertung verdeutlichte, dass jedes System Stärken und Schwächen aufweist. Aus diesem Grund muss für die Auswahl einer geeigneten temporären Unterkunft eine Reihe von Faktoren in die Entscheidungsfindung miteinbezogen werden.

Abstract

The aim of this Master's thesis is to evaluate temporary accommodation based on constructional criteria. The importance of the construction of affordable and comfortable temporary living space becomes evident in view of natural disasters and migration. This kind of housing space can be used from a few weeks up to several years. Because of these facts, the construction method and the use of the engaged materials represent important aspects for the stakeholders. In addition to the costs for construction and dismantling, the topic of environmental protection becomes increasingly important. Temporary accommodation can basically be divided into two categories. The mobile type, such as campers, caravans and Tiny Houses can be displaced easily, by providing a suitable towing vehicle. For the construction of lightweight halls, air-inflated halls (pneumatic constructions), as well as containers, room modules and tents, time for assembling and removing must be taken into account. A more detailed description of the individual systems is given in the respective chapters and a will not be done at this point. The literature search revealed that little comparable research can be found. For this reason, in the first step, specific data about construction, costs and logistic of construction of the systems offered on the market had to be collected. Because of the unavailability of descriptive literature on temporary accommodation, information provided by companies had to be used instead. A rating system was developed on the basis of the certification systems for conventional buildings. The criteria for quantitative design of conventional buildings can be used for the evaluation of temporary buildings in a modified form. With regard to the differences between the types of construction, some further criteria had to be worked out for a worthwhile evaluation of temporary housing systems. Five categories with different numbers of subcategories were developed for the evaluation process. In addition to the economic and ecological aspects, the technical aspects and the aspects of logistics in the planning were included. The aspects of privacy should not only be considered in conventional accommodations. Therefore, the fifth category, called security and privacy was included. As a result, in addition to the catalog of criteria for the evaluation, an explicit evaluation of the above-mentioned forms of temporary accommodation was carried out. The evaluation process clarified that every temporary housing system is characterized by its own strengths and weaknesses. For this reason, some factors must be considered in the decision-making process. Only through this a convenient temporary accommodation can be found.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1
2 Methodik 3
3 Grundlagen 5
3.1 Temporäre Wohnformen 5
3.1.1 Zelte 6
3.1.2 Container 8
3.1.3 Wohnwagen und Wohnmobile 14
3.1.3.1 Trailer Parks 16
3.1.3.2 Tiny Houses 17
3.1.3.3 Wohnwagon 18
3.1.4 Leichtbaukonstruktionen 22
3.1.5 Pneumatische Konstruktionen 28
3.1.6 McCube 32
3.2 Materialien und Recycling 37
3.2.1 Stahl 37
3.2.2 Aluminium 38
3.2.3 Holz 39
3.2.4 Dämmstoffe 41
3.3 Gebäudebewertungssysteme 44
3.3.1 Deutsches Gütesiegel für nachhaltiges Bauen (DGNB): 44
3.3.2 BREEAM 45
3.3.3 LEED 46
3.3.4 Green Star 47
3.3.5 CASBEE 47
4 Bewertung von temporären Unterkünften 48
4.1 Bewertungssystem 50
4.2 Detaillierte Beschreibung der Bewertungskriterien 51
4.2.1 Ökonomische Aspekte 51
4.2.1.1 Bewertung der Gruppe „Ökonomische Aspekte“ 58
4.2.2 Ökologische Aspekte 59
4.2.2.1 Bewertung der Gruppe „Ökologische Aspekte“ 63
4.2.3 Technische Aspekte 69
4.2.3.1 Bewertung der Gruppe „Technischen Aspekte“ 77
4.2.4 Aspekte der Planungslogistik der Errichtung 81

4.2.4.1 Bewertung der Gruppe „Planungslogistik der Errichtung“ 87
4.2.5 Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre 91
4.2.5.1 Bewertung der Gruppe „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“ 94
4.2.6 Auswertung 96
5 Zusammenfassung 110
6 Conclusio 113
7 Verzeichnisse 115
7.1 Literaturverzeichnis 115
7.2 Abbildungsverzeichnis 127
7.3 Tabellenverzeichnis 129

1 Einleitung

Laut einer Statistik der UNHCR flüchteten Ende 2017 global mehr als 68,5 Millionen Menschen vor Krieg, Verfolgung und Menschenrechtsverletzungen [unhcr.org, 2018]. Die Spitze der Flüchtlingswelle erreichte im Jahr 2015 Österreich. Gesamt wurden in diesem Jahr 88.912 Asylanträge eingereicht. Alleine im Oktober 2015 suchten 12.288 Menschen Schutz in Österreich. [Bundesministerium für Inneres, 2015]. Da hierzulande die Temperaturen bereits im Herbst in den Nächten gefährlich sinken können, mussten entsprechende Übergangslösungen für die Unterbringung der Asylwerber gefunden und bereitgestellt werden.

Unter dem Begriff der temporären Unterkünfte werden sowohl Notunterkünfte, als auch zeitlich begrenzt genutzte Unterkünfte zusammengefasst. Notunterkünfte sind Behausungen, welche in der ersten Zeit nach Katastrophen rasch und ohne langer Planungsphasen zur Nutzung bereit stehen (Quarantelli E.L., 2010). Speziell in Katastrophenfällen muss die medizinische Versorgung und die Beherbergung der Opfer zeitnahe sichergestellt werden (Dong et al, 2018). In Entwicklungsländern werden Notunterkünfte gebaut, welche aufgrund von fehlender Infrastruktur und Mangel an Arbeitskräften über längere Zeiträume genutzt werden (Thapa R. et al., 2018). Für Notunterkünfte, die nur kurze Zeit in Verwendung stehen, sollte aus ökologischer und ökonomischer Sicht eine Nachnutzung oder Wiederverwendung in Betracht gezogen werden. Ein temporäres Gebäude, welches durch mehrmalige Nutzung eine längere Lebensdauer aufweist, schont zum einen die begrenzten Ressourcen und spart zum anderen Volumen auf Mülldeponien (Arslan, 2007). In einer Fallstudie wurden die Probleme hinsichtlich der Wiederverwendung anhand von acht Notunterkünften untersucht. Die Problematik liegt hauptsächlich in den eingesetzten Verbindungsmitteln, wodurch die Bauteile nur schwer voneinander getrennt werden können, sowie in der Anpassungsfähigkeit der Bauteile an die neuen Gegebenheiten des Grundrisses. Für die Nachnutzung spielt die Lebensdauer und somit die richtige Auswahl der eingesetzten Materialien ebenfalls eine wichtige Rolle (Seike et al., 2017).

Temporäre Unterkünfte werden aus mannigfachen Gründen errichtet. Im Unterschied zu den Notunterkünften beinhaltet das Leben in temporären Unterkünften einen geordneten Tagesablauf (Quarantelli E.L., 2010). In China beispielsweise steigt die Beschäftigung von Wanderarbeitern, die aus den ländlichen Regionen in die Industriegebiete und auf Baustellen ziehen. Um diesen Menschen eine Unterkunft bieten zu können, werden in solchen Regionen häufig temporäre Gebäude errichtet (Wang et al., 2016). In Städten, in

denen viele Studenten während ihres Studienaufenthaltes leben, könnten temporäre Unterkünfte leistbaren Wohnraum schaffen und sicherstellen (Kim & Kim, 2016). Eine weitere Anwendungsmöglichkeit von temporären Raumlösungen liegt in der Errichtung von Ausweichquartieren. So wurde das Gebäude der NMS Kinkplatz in Wien aus vorgefertigten Modulen in Stahl-Holzbauweise innerhalb kurzer Bauzeit errichtet. Die Module sollen bei fünfmaligem Umzug eine Lebensdauer von 25 Jahren aufweisen (energie-bau.at, 2017).

Im Rahmen des Projekts „Urban pop-up housing environments and their potentials as local innovation systems" [1] werden temporäre Wohngelegenheiten mit Hilfe eines interdisziplinären Ansatzes hinsichtlich der technischen, sowie der ressourcenbewussten und sozialen Belange untersucht. Die Einsatzdauer der temporären Unterkünfte an einem Standort wird im Rahmen dieses Projektes zwischen einigen Monaten bis hin zu fünf Jahren vorgegeben. Aus diesem Grund sollen temporäre Unterkünfte aus technischer und Ressourcen-orientierter Sicht wiederverwendbar konstruiert werden. Diese Herangehensweise verdeutlicht, dass im Speziellen temporäre Unterkünfte neben Anpassungsfähigkeit hinsichtlich der Örtlichkeit auch in Bezug auf geografische und klimatische Bedingungen variabel gestaltet werden müssen.

Diese Masterarbeit bewertet temporäre Unterkünfte im Hinblick auf ökonomische, sowie ökologische Aspekte. Auch die technischen Gesichtspunkte und jene der Planungslogistik der Errichtung werden an dieser Stelle bewertet. Weitere wichtige Aspekte liegen in der Sicherheit und im Schutz der Privatsphäre. Die exakte Vorgangsweise wird in Punkt 2 näher erläutert. Am Ende dieser Masterarbeit sollen die nachstehenden Forschungsfragen beantwortet werden:

Welche baulichen Kriterien sind für eine objektive Vergleichbarkeit der am Markt erhältlichen temporären Wohnformen ausschlaggebend?

Anhand welcher Methodik können die in der obigen Forschungsfrage ausgearbeiteten baulichen Kriterien in ein Bewertungssystem eingebunden werden?

[1] Finanziert durch den VIENNA SCIENCE AND TECHNOLOGY FUND (WWTF).

2 Methodik

Um gute Grundlagen für die Bearbeitung dieses äußerst spannenden Themas zusammenstellen zu können, wurde im ersten Schritt versucht, die Hintergründe für temporäres Wohnen mittels Literaturrecherche zu beleuchten. Da hierzu wenige wissenschaftliche Publikationen auffindbar waren, wurde auf Fachzeitschriften zurückgegriffen. In weiterer Folge sollten ebenfalls mittels Literaturrecherche auf die Möglichkeiten hinsichtlich temporärer Wohnformen eingegangen werden. Da an dieser Stelle geeignete Unterlagen weder online noch in gedruckter Form zu finden waren, wurde auf Unterlagen von verschiedenen Herstellern temporärer Unterkünfte zurückgegriffen. Nach Sichtung der Unterlagen konnten diese in einer Form aufbereitet werden, aus der die Erstellung guter Grundlagen im Hinblick auf die derzeit erhältlichen Produkte ermöglicht wurde. Den nächsten Schritt stellte eine Erhebung der Bewertungssysteme dar, welche global von Bedeutung sind. Aufgrund der Vielzahl an Bewertungssystemen wurden die bekanntesten ausgewählt und in den Grundlagen in einer kurzen Form beschrieben. Im Anschluss wurde versucht einen Überblick über den Inhalt der ausgewählten Gebäudezertifizierungssysteme zu gewinnen. Parallel dazu wurde bereits an der Ausarbeitung von Kriterien für die Bewertung von temporären Unterkünften gearbeitet. Im Zuge dessen wurde klar, dass nicht alle Kriterien aus den Gebäudezertifizierungssystemen für die Bewertung von temporären Unterkünften benötigt werden. Vielmehr mussten weitere spezifische Kriterien, die für temporäre Gebäude anwendbar sind, erarbeitet werden. Im weiteren Verlauf wurde mit der Erstellung eines Bewertungsverfahrens für temporäre Unterkünfte begonnen.

Im Zuge der Ausarbeitung des Bewertungsverfahrens wurden fünf Kategorien erstellt: Ökonomische Aspekte, Ökologische Aspekte, Technische Aspekte, Aspekte der Planungslogistik der Errichtung und Aspekte der Privatsphäre. Bei der Zuordnung der einzelnen Unterkategorien zu den fünf zuvor angeführten Kategorien wurde klar, dass diese nicht eindeutig zuzuordnen sind. Aus diesem Grund wurde eine Zuordnung dermaßen durchgeführt, dass eindeutige Kriterien eingeführt werden konnten. Auf diesen Weg konnte eine transparente Bewertung sichergestellt werden.

Nachdem die Untergruppen den Gruppen zugeordnet waren, wurden die einzelnen Kriterien der Untergruppen ausgearbeitet. Die Bewertung an sich erfolgt mittels eines umgekehrten Schulnotensystems. Für jede Untergruppe wurden zwei bis vier Kriterien erarbeitet, welchen im Anschluss ein Wert von null bis fünf zugewiesen wurde. Null Punkte entfielen auf die schlechteste und fünf Punkte auf die beste Bewertung. Um

dieses Bewertungssystem späteren Nutzern als Entscheidungshilfe anbieten zu können, wurde für jede Unterkategorie ein Gewichtungsfaktor eingeführt. Je nach der Relevanz einer Unterkategorie kann diese stärkeren oder schwächeren Einfluss auf die Bewertung nehmen. Die Werte können zwischen null (kein Einfluss) und eins (starker Einfluss) frei gewählt werden. Eine negative Bewertung wird an dieser Stelle ausgeschlossen. Die Gewichtungsfaktoren wurden mittels Multiplikation mit den zugehörigen Unterkategorien in die Berechnung implementiert. Die Vorteile dieser durchaus einfachen Vorgehensweise liegen darin, dass die Größenordnungen des Einflusses innerhalb einer Unterkategorie in gleichem Maß verändert werden. Für eine gute Vergleichbarkeit der einzelnen temporären Wohnformen wurden die Gewichtungsfaktoren einheitlich mit dem Wert eins versehen.

Im darauffolgenden Schritt wurden die Punkte der einzelnen Unterkategorien, welche durch den Vergleich der Fakten mit den jeweiligen Bewertungskriterien vergeben wurden, getrennt nach temporären Gebäuden addiert. Wie in Abbildung 26 ersichtlich ist, wurden differenzierende Gewichtungen in den einzelnen Kapiteln durch unterschiedlich viele Unterkapiteln hervorgerufen. Um den Bezug zu der ursprünglichen Punkteskala wieder herzustellen, wurde jede Kategorie durch die Anzahl der darin enthaltenen Unterkategorien dividiert. Dadurch wurde erreicht, dass sich die Ergebnisse ebenfalls in dem Wertebereich zwischen null und fünf bewegen. Nachdem die Berechnung der Punkte abgeschlossen war, konnte mit der Erarbeitung einer grafischen Darstellung begonnen werden. In diesem Zusammenhang bietet ein simples Balkendiagramm mehr Übersicht als ein Netzdiagramm. Für die Darstellung wurden die Kategorien auf der Abszissenachse und die Punkteskala auf der Ordinatenachse abgebildet. Dadurch werden die einzelnen temporären Wohnformen sortiert nach den Kategorien in einer übersichtlichen und leicht verständlichen Form abgebildet.

Abschließend wurden die Ergebnisse interpretiert und die beiden unten angeführten Forschungsfragen beantwortet.

3 Grundlagen

Im Kapitel „Grundlagen“ wird neben Definitionen auch ein Überblick über die grundlegenden Bauweisen von temporären Bauwerken gegeben. Im Anschluss an diese Einführung werden die derzeit angebotenen temporären Wohnformen dargelegt. Im Unterkapitel „Materialien und Recycling“ werden die Herstellung, sowie die Eigenschaften hinsichtlich des Recyclings nach dem Ablauf der Lebensdauer erörtert. Abschließend werden die bedeutendsten Gebäudezertifizierungssysteme in einer kurzen Darstellung präsentiert.

Definition „Temporäres Wohnen“

Unter dem Begriff „Temporäres Wohnen“ können Wohnformen zusammengefasst werden, welche für einen begrenzten Zeitraum an einem bestimmten Ort in Verwendung stehen (Draeger, 2010).

Diese Definition kann mit Hilfe der nachstehend angeführten temporären Wohnformen untermauert werden.

Definition „Mobil“

In der Architektur können unter dem Begriff „mobil“ alle transportablen Gebäude zusammengefasst werden (Kronenburg, 2008).

3.1 Temporäre Wohnformen

Die Nutzung mobiler Gebäude reicht bis in die Wiege menschlicher Bautätigkeiten zurück. Wenn man als Beispiel die Zelte der Beduinen anführt, so lässt sich erkennen, dass die Kräfte über Druckstäbe und Membrane abgeleitet werden. Diese statischen Konstruktionselemente können auch in modernen Gebäuden wiedergefunden werden. Hinsichtlich mobiler Architektur können grundsätzlich drei verschiedene Formen unterschieden werden:

- Gebäude, welche im einsatzbereiten Zustand an den Ort der Nutzung transportiert werden
- Herstellung von Bauwerken aus vorgefertigten Elementen
- Fertigung von Gebäuden aus leicht transportablen Modulen

Der Begriff Architektur nimmt in diesen Zusammenhang Bezug auf die Einflüsse der Gebäude auf ihre Umgebung. Temporäre Gebäude beeinflussen ihre Umgebung in gleicher Weise wie konventionelle, fixe Bauwerke (Kronenburg, 2008).

Nachfolgend werden einige Beispiele für temporäre Unterkünfte dargestellt.

3.1.1 Zelte

Zelte stellen die einfachste Form temporärer Unterkünfte dar. Vorteilhaft sind das geringe Gewicht von wenigen Kilogramm, die kompakte Größe, wenn diese in „verpacktem“ Zustand vorliegen, sowie der verhältnismäßig günstige Kaufpreis. Der Aufbau von solchen Konstruktionen bedarf keinerlei handwerklichen Geschickes und kann mühelos von einer einzelnen Person bewältigt werden. Am Markt sind bereits Zelte erhältlich, welche sich selbstständig aufbauen. Dabei wird das Zelt lediglich in die Luft geschleudert. Bei den sogenannten Wurfzelten ist für den ordnungsgemäßen Rückbau etwas Geduld gefordert. Wenn der Rückbau schlecht ausgeführt wird, kann es zu Problemen bei erneutem selbstständigem Aufbau führen. Für den Aufbau von Zeltkonstruktionen wird für die Anbringung der Verankerungshaken ein Hammer empfohlen. Nachstehend werden stellvertretend zwei Zeltkonstruktionen dargestellt.

In Abbildung 1 wird das Zelt „Bolt Half“ von der finnischen Designerin Kama Jania aus dem Jahr 2015 dargestellt. Dieses Zelt bietet Platz für zwei Personen. Die Besonderheit an dieser Zeltkonstruktion liegt neben dem geringen Gewicht von rund einem Kilogramm in der Tatsache, dass es Dank des Aluminiumgerüstes und der eingearbeiteten Kupferverdrahtung Blitzschläge in den Untergrund leitet. Dies führt zu einem minimierten Gefahrenpotential für Personen, welche sich im Zelt befinden. (Roke, 2017)

Abbildung 1: Bolt Half (Roke, 2017).

Angelina Lunas entwickelte das in den Abbildungen 2 und 3 dargestellte „Tent 2“, ein Kleidungsstück, welches zu einem Zelt umfunktioniert werden kann. Das wasserfeste Zelt bietet Platz für zwei Personen. Die Designerin wollte mit ihrem Entwurf Ästhetik und Praktikabilität vereinen und auf die globalen Probleme aufmerksam machen. Tent 2 könnte als Unterschlupf für Obdachlose und Flüchtlinge herangezogen werden (Roke, 2017).

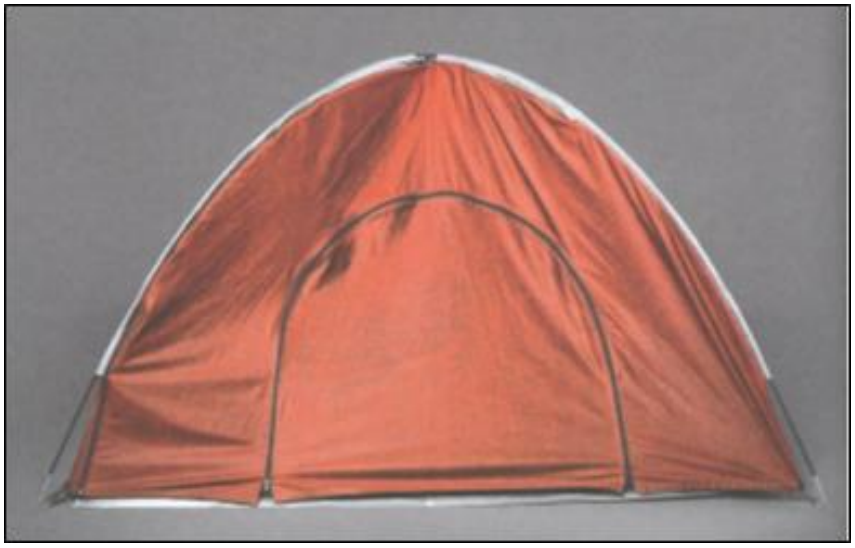

Abbildung 2: Tent 2 – Zelt (Roke, 2017).

Abbildung 3: Tent 2 – Zelt (Roke, 2017).

3.1.2 Container

Container dienen im eigentlichen Sinn der Lagerung und dem Transport von Gütern (Draeger, 2010).

Im Jahr 1964 wurden die bis heute gültigen Abmessungen für Container von 20 x 8 x 8,5 Fuß von der ISO anerkannt. Die Idee, Raummodule vorzuproduzieren und für Wohnzwecke nutzbar zu machen wurde bereits in den 1930er Jahren in den USA geboren. Im Laufe der Zeit wurden ausgemusterte Container am Festland fixiert und als Lagerräume für Materialien, Verkaufsräume und Unterkünfte für Obdachlose genutzt. Die Industrie und Verwaltung nutzten seit den 1980er Jahren Container zum einen als Zwischenlösungen und zum anderen als Alternativen zu den bekannten Massivbauten (Doßmann, Wenzel, und Wenzel, 2006)

Die Firma AGRAV GmbH ist ein niederösterreichisches Unternehmen, welches Container als nutzbare Räume herstellt. Die Produktpalette reicht von Bürocontainern über Sanitärcontainer bis hin zu Wohncontainern. Hinsichtlich der Grundrissgestaltung sind auf der Homepage Beispiele angeführt. Selbstverständlich werden auch individuelle Lösungen angeboten, welche an die Bedürfnisse und Gegebenheiten der Kunden maßgefertigt werden.

Der Einsatz von Wohncontainern bietet neben der Mobilität und der Flexibilität auch den Vorteil, dass von der Bestellung bis zur Lieferung lediglich 10 bis 18 Wochen an Zeit benötigt werden. Bezüglich der Abmessungen bietet AGRAV neben den Einheitsgrößen auch individuelle Größen der Raummodule an. Die kleinste Standardeinheit wird mit 1,50 x 1,50 m und einer Höhe von 2,30 m angeboten. Die Abmessungen des größten Einheitsmoduls betragen 12,00 m x 3,99 m x 3,49 m. Hinsichtlich des Transports sollte der zur Verfügung stehende Laderaum der LKWs optimal genützt werden. Bei der Verwendung von Längen bis 8,00 Meter und einer Breite von 2,99 Meter können je nach Anfahrtsmöglichkeit zwei Einheiten je LKW zugestellt werden (agrav.at /produkte/wohncontainer, 2018).

Die Tragkonstruktion wird aus 4 – 5 mm starken Hohl- und Walzprofilen gefertigt. Die Dimensionen der Profile richten sich nach der Ausstattung und den vorgesehenen Stärken der Wärmedämmschicht. Die Ecksäulen werden mit den in Abbildung 4 dargestellten Boden- und Deckenelementen verschweißt. Da die Lasten von den in den Boden- und Deckenelementen verbauten Querträgern abgetragen werden, können die Wandelemente entfernt werden. Dieser Umstand erleichtert die Erweiterung der Containerbauwerke enorm. Die Metallteile der Container werden feuerverzinkt und sind

somit optimal vor Korrosion geschützt. Dank der verschweißten Tragelemente und dem Verbund bei Gebäuden aus mehreren Modulen sind diese Konstruktionen hinsichtlich Erdbeben gut geschützt (agrav.at/produkt-detail/containertechnik, 2018).

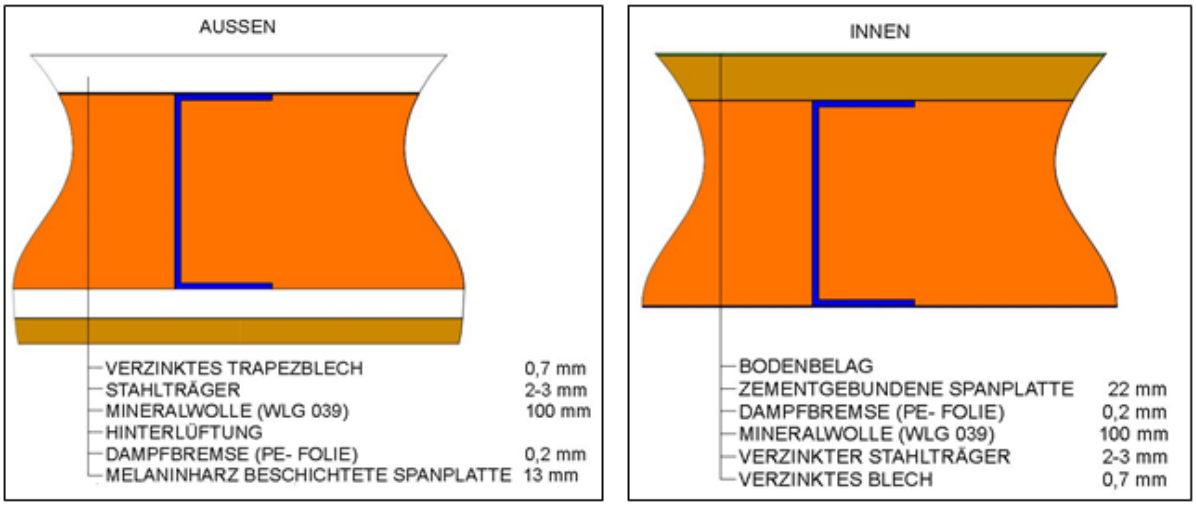

Abbildung 4: Dach – und Fußbodenaufbau eines Containers (Eigendarstellung nach den Angaben der Firma agrav.at/produkt-detail/containertechnik, 2018).

Wie in Abbildung 5 dargestellt ist, werden die Wandelemente zwischen den tragenden Teilen je nach Anforderungen an den Brandschutz aus Holz oder Metallständerwände gefertigt. Diese Art der Konstruktion erlaubt eine freie Positionierung der Fenster- und Türelemente. Um höhere Lasten, wie Hängeschränke aufnehmen zu können, besteht die Möglichkeit der Montage von stabileren und höher belastbaren Wänden (agrav.at/faq, 2018).

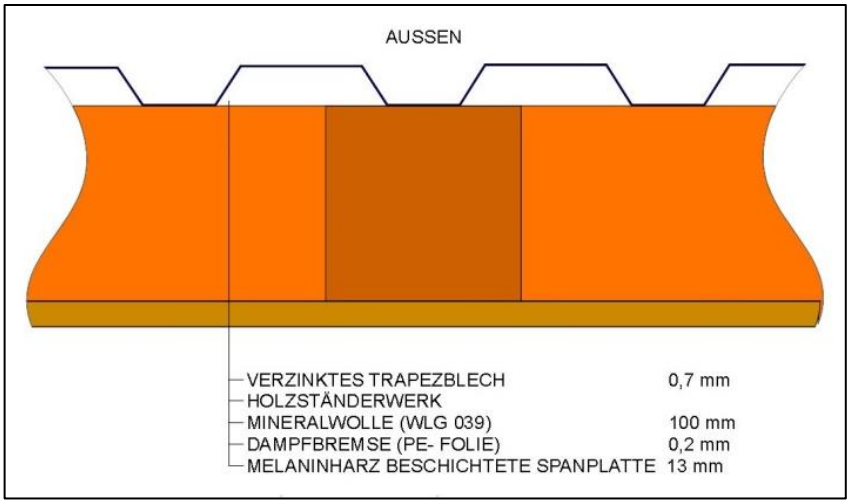

Abbildung 5: Wandaufbau eines Containers (Eigendarstellung nach den Angaben der Firma agrav.at/produkt-detail/containertechnik, 2018).

Die Wärmedämmung wird durch den Einsatz von Mineralwolle sichergestellt. Die Materialstärken beginnen bei 6cm und können in Schritten von 2cm bis auf 22cm erhöht werden. Bei einer Schichtstärke von 6cm wird ein Wärmedurchgangskoeffizient von U= 0,62 W/m²K erreicht. Wenn die Dicke der Wärmedämmschicht auf 22cm erhöht wird, kann der Wärmedurchgangskoeffizient auf 0,18 W/m²K verbessert werden. Bei den Angaben der Wärmedurchgangskoeffizienten wurde die gesamte Konstruktion bereits berücksichtigt. Die Schichtstärke der Wärmedämmung vermindert das Volumen des Innenraumes und verkleinert dadurch sowohl die Höhe als auch die Länge und Breite. Um die Höhe des Wohnraumes sicherzustellen, wird die Höhe der Container an die Materialdicke der Wärmedämmung angepasst (agrav.at/produkt-detail/containertechnik, 2018).

Die Lagerung der Container kann auf Schraub-, Einzel- oder Streifenfundamenten erfolgen. Die Vorteile der Schraubfundamente liegen zum einen in der schnellen Montage vor Ort und zum anderen an der Möglichkeit der Wiederverwendung. Die Wiederverwendung von Schraubfundamenten wird ersichtlich, wenn man ein Containerbauwerk am derzeitigen Standort abbaut. Nachdem die Container von den Fundamenten entfernt wurden, können die Schraubfundamente einfach aus dem Boden geschraubt und am neuen Standort in den Boden eingeschraubt werden. Bei der Verwendung von Einzelfundamenten werden die Container auf sechs im Boden verankerten Betonquadern fixiert. Für Mehrgeschossige Containerbauwerke werden von der AGRAV GmbH Streifenfundamente empfohlen (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

Die Farbgebung der Außenwände kann je nach Kundenwunsch individuell erfolgen. Die AGRAV GmbH bietet neben sechs Standardfarben auch jene 210 Farbtöne der Classic RAL Palette an. Die individuelle Farbgestaltung erlaubt eine gute Abstimmung der einzelnen Elemente, wie Fenster, Türen und Jalousien mit der Raumzelle (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

Abbildung 6: Ansicht einer temporären Unterkunft aus Containern (agrav.at/produkt-galerie, 2018).

Containerbauwerke werden von der AGRAV GmbH standardmäßig mit 3-fach Verglasten Fenstern versehen. Diese Ausführung der Verglasung bietet U- Werte von 0,6 – 0,7 W/m²K. Die Fenster werden sowohl als Einscheiben-Sicherheitsglas, als auch als Mehrscheibensicherheitsglas angeboten (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

3-fach Verglasungen bieten ebenfalls verbesserte Schalldämmeigenschaften. Laut [Riccabona & Bednar, 2010] wird mit einer 3- Scheibenverglasung ein bewertetes Schalldämm-Maß von 35 dB erreicht. 2- Scheibenverglasungen erreichen ein bewertetes Schalldämm- Maß von 40 dB. Für die angeführten Werte muss beachtet werden, dass die Dicke der einzelnen Scheiben 4 oder 5 mm beträgt und die Summe der Dicken der Scheibenzwischenräume 24 mm beträgt.

Die Verglasungen der Containerbauwerke der AGRAV GmbH können je nach Öffnungsmechanismus als Dreh- Kipp Fenster, Kipp- oder Schiebeelemente und als Festverglasung ausgeführt werden (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

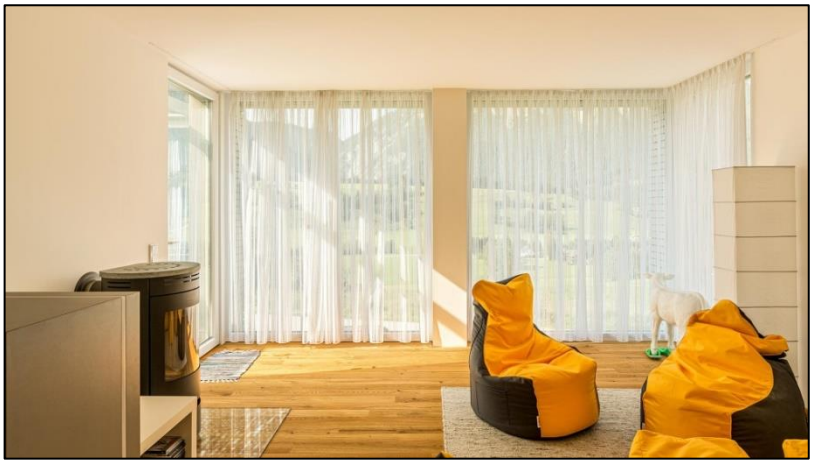

Abbildung 7: Innenansicht einer temporären Unterkunft aus Containern (agrav.at /produkt-galerie, 2018).

Um in den Sommer- und Wintermonaten ein angenehmes Wohnklima sicherzustellen, werden drei unterschiedliche Klima und Heizlösungen angeboten. Alle drei Lösungen werden rein elektrisch betrieben. Mit dem Split- Klimagerät wird eine Kombination aus Heizung für die kalte Jahreszeit und Klimaanlage gegen sommerliche Überwärmung angeboten. Der Vorteil dieser Geräte liegt darin, dass sie individuell an die Raumgröße angepasst werden können (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

Als Standard werden Konvektoren angeboten. In Abhängigkeit der vorhandenen Raumgrößen kann die Heizleistung von 500 – 2000 Watt variiert werden. Der Vorteil liegt in der platzsparenden Montage. Es besteht die Möglichkeit, diese Geräte als Frostsicherung einzusetzen, wenn das Bauwerk in der Kälteperiode nicht dauerhaft genutzt wird (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

Konvektion ist im Gegensatz zu der nachstehend beschriebenen Wärmestrahlung an ein Medium (Flüssigkeiten oder Gase) gebunden. Da kalte Luft eine höhere Dichte als warme aufweist, fällt diese ab (Riccabona & Bednar, 2010).

Aus diesem Grund sollten Konvektoren unter Fensteröffnungen angebracht werden.

Die dritte Lösung der Raumheizung bieten Infrarotplatten. Diese erwärmen im Gegensatz zu den Konvektoren lediglich Gegenstände und nicht die Raumluft an sich (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

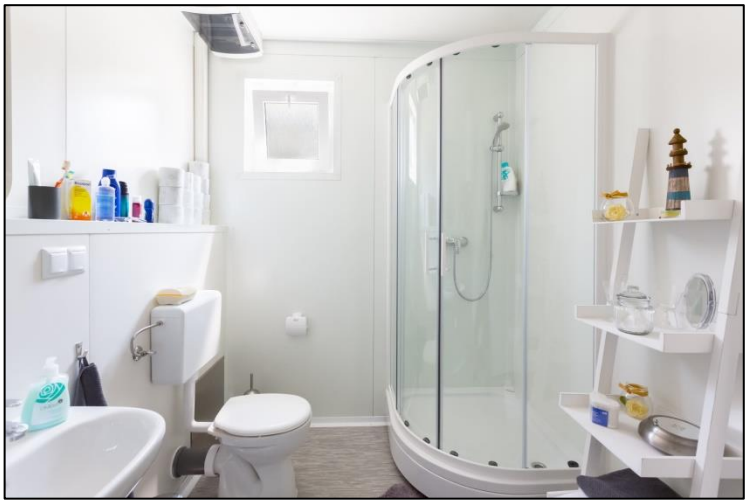

Abbildung 8: Mögliche Gestaltung des Sanitärbereichs einer temporären Unterkunft aus Containern (agrav.at /produkt-galerie, 2018).

Das Prinzip dahinter basiert auf der elektromagnetischen Wärmestrahlung. Wenn die Strahlungsenergie auf einen Körper trifft, erzeugt diese eine Wärmebewegung der Moleküle (Riccabona & Bednar, 2010).

Die nachstehende Tabelle beinhaltet Preise für Containerbauwerke der AGRAV GmbH. Auf der Homepage wird jedoch darauf hingewiesen, dass die tatsächlichen Kosten stark von den individuellen Projekten abhängen.

Kategorie / Ausstattung	**Richtwert €/m²**
Garten- und Wochenendhaus [1]	**650 €/m²** (bebaute Fläche, incl. Badezimmer)
Premiumausführung (Mindestanforderungen nach OIB-Richtlinie) [1]	**830 €/m²** (bebaute Fläche, incl. verfliestem Bad und hochwertiger Innenwandoptik)
Ausführung mit maximalen Dämmstärken und großzügigen Glasflächen [1]	**900 – 1150 €/m²** (bebaute Fläche)
Bürocontainer (Basisausführung) [2]	400 €/m² Außenfläche
Bürokomplexe incl. Sanitärbereich [2]	520 €/m² Außenfläche

Tabelle 1: Übersicht durchschnittlicher Preise von Containerlösungen (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

[1] Die in der Tabelle 1 angeführten Preise sind als Richtwerte anzusehen. Diese Schätzpreise sind ab einer bebauten Fläche von mindestens 48m² gültig. In den Preisen enthalten sind die Mehrwertsteuer in der Höhe von 20 Prozent, sowie die Anlieferung und die örtliche Montage mittels Autokran im Raum Ostösterreich (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

[2] In den Preisen in Tabelle 1 sind die Mehrwertsteuer in der Höhe von 20 Prozent, sowie die Anlieferung und die örtliche Montage enthalten (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018).

Die AGRAV GmbH arbeitet europaweit mit örtlichen Partnern zusammen, sodass für jedes Projekt in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten die passenden Transport- und Montagegeräte zur Verfügung stehen. Die Fertigung der Container erfolgt im europäischen Ausland (agrav.at/services, 2018).

Die Bewilligungs- oder Anzeigepflicht von Containerbauwerken hängt neben der Größe der Fläche auch von der Art der Nutzung ab. In den jeweiligen Bauordnungen der Bundesländer werden die rechtlichen Aspekte geregelt. Die Bauwerke an sich müssen sowohl der OIB- Richtlinien als auch der jeweiligen Bauordnung entsprechen (agrav.at/faq, 2018).

Laut [Draeger, 2010] werden für die Montage neben einem Kranfahrer noch zwei Fachkräfte benötigt, welche den Kranfahrer einweisen und die einzelnen Raumzellen platzieren.

Streng genommen müsste darüber hinaus Personal für die Herstellung der Schraubfundamente (Geräteführer) oder ein Bauunternehmen für die Errichtung der Betonfundamente berücksichtigt werden.

3.1.3 Wohnwagen und Wohnmobile

Wohnwagen und Wohnmobile sind die bekanntesten temporären Wohnformen. Der Unterschied zwischen einem Wohnwagen und einem Wohnmobil liegt in der Art des Antriebs. Während ein Wohnmobil aus eigener Kraft einen Standortwechsel vollziehen kann, wird für einen Wohnwagen ein geeignetes Zugfahrzeug benötigt. Um Wohnmobile und Wohnwagen im Anschluss in der Bewertung aufnehmen zu können, wird im folgenden Textabschnitt näher auf diese temporäre Wohnform eingegangen. Dankenswerter Weise wurden hierfür Unterlagen und Bildmaterial von der Firma Campingworld Neugebauer GmbH zur Verfügung gestellt.

Die Abmessungen eines durchschnittlichen europäischen Wohnwagens betragen 2,5 x 5 Meter (Kronenburg, 2008). Aus diesem Grund wurde für die Bewertung das Modell „CARTHAGO chic c - line l 4.2 HEAVY“ gewählt. Die äußeren Abmessungen dieses Fahrzeuges betragen 2,27 x 6,85 Meter. Dieses Wohnmobil bietet Platz für vier Personen und kostet 109.127,00 € inklusive Mehrwertsteuer und Normverbrauchsabgabe. Um eine einheitliche Bewertung hinsichtlich des Preises zu ermöglichen, wird wie auch bei allen anderen präsentierten Wohnformen der Preis ohne Steuer berücksichtigt und beträgt somit 79.965,00 €.

Das Fahrzeug, ein Fiat Ducato wird von einem Dieselmotor mit 2300 ccm, welcher eine Leistung von 110 kW aufweist angetrieben (camping-world.at, 2018). Aufgrund der Tatsache, dass diese Masterarbeit die Thematik hinsichtlich temporären Wohnens beleuchtet, wird an dieser Stelle nicht näher auf Details hinsichtlich der Ausstattung und Zusatzpakete des Fahrzeuges eingegangen. Der Schwerpunkt hierbei liegt in der Ausstattung des Wohnraumes.

Die Außenhaut des Wohnmobils besteht aus GFK. Eine Markise sichert auch an heißen Sommertagen Verschattung im Außenbereich. Wie in der Abbildung 9 ersichtlich ist, beinhaltet der „CARTHAGO chic c - line l 4.2 HEAVY“ eine Dusche, ein WC und

Schlafgelegenheiten im Innenraum. Die Zubereitung von Speisen kann auf einem mit Gas betriebenen Herd erfolgen. Ein Gasvorrat von insgesamt zehn Kilogramm kann im Innenraum verstaut werden. Neben dem Herd wird die Heizung, welche im Innenraum für wohlige Temperaturen sorgt, sowie der Boiler für die Warmwasserbereitung mit Gas betrieben. In dem Angebot ebenfalls enthalten ist die LED – Beleuchtung im Innenraum, sowie ein TV – Gerät (camping-world.at, 2018).

Abbildung 9: Grundriss des CARTHAGO chic c - line I 4.2 HEAVY (camping-world.at, 2018).

Aus dem Schriftverkehr mit Herrn Koc, einem Mitarbeiter von der Neugebauer GmbH, geht hervor, dass dieses Fahrzeug keine speziellen Anforderungen an den Untergrund stellt. Grundsätzlich muss sichergestellt werden, dass dieses Wohnmobil gerade steht. Die Ausrichtung kann zum einen manuell mit Hilfe einer Wasserwaage und Auffahrtskeile und zum anderen durch eine Hubstützanlage automatisch erfolgen. Durch den Aufbau der Außenhaut weisen die Modelle der Firma CARTHAGO einen Blitzschutz in Form eines faradayschen Käfigs auf. Durch den Einbau der Wassertanks in den doppelten Boden kann dieses Modell problemlos auch im Winter bewohnt werden. Auf Wunsch wird auch eine wasserführende Heizung für den Innenraum installiert[2].

[2] Koc, Zeki (2018): E – Mail: Offene Fragen zu dem präsentierten Wohnmobil. Zuständig für Verkauf Reisemobile und Gebrauchtfahrzeuge bei Neugebauer GmbH, Neunkirchen, 19.09.2018.

Abbildung 10: Innenraum des CARTHAGO chic c - line I 4.2 HEAVY (camping-world.at, 2018).

Mit Mobilheimen erlangen die Bewohner ein Stück Freiheit. In diesem Kontext spielt das Thema Autarkie eine wichtige Rolle. Grundsätzlich steht die Abhängigkeit von Ressourcen wie Wasser und Strom mit dem Nutzungsverhalten der Kunden in Verbindung. Gegen Aufpreis können größere Wasser und Abwassertanks erworben werden. Zusätzliche Batterien, eine PV – Anlage, sowie Brennstoffzellen oder Notstromaggregate verlängern den Zeitraum der Unabhängigkeit von Ressourcen verlängern. Durchschnittlich kann das Basismodell bis zu vier Tage ohne Zufuhr von externer Energie und Wasser genutzt werden[3].

3.1.3.1 Trailer Parks

Die meisten Besitzer von Wohnmobilen nutzen diese in den Sommermonaten. Grundsätzlich hängt deren Lebensdauer von der Pflege ab. Jahrelange Einwirkung von Regen und UV - Strahlung verkürzen die Lebensdauer der verwendeten Materialien. Im Grunde wird kein trockener Stellplatz vorausgesetzt[4].

Amerikaweit leben zirka 20 Millionen Menschen in Trailerparks. Da das Budget für sozialen Wohnbau über Jahre hinweg sukzessive gekürzt wurde, stehen derzeit zu wenige leistbare Wohnungen zur Verfügung. Die meisten Bewohner dieser Siedlungen leben aus Armut dort. Gemietet wird meist nur der Stellplatz, sodass die Trailer von den Bewohnern selbst gekauft werden müssen. Die meisten Besitzer solcher Trailerparks versuchen lediglich, Gewinne zu maximieren. Viele Bewohner wohnen in total kaputten Unterkünften. Da die meisten Trailer nicht mehr fahrtüchtig sind, kann eine Übersiedlung dieser Unterkünfte nur mit Hilfe von Lastkraftwagen durchgeführt werden. Da sich viele

[3] Ebenda.
[4] Ebenda.

Bewohner einen solchen kostspieligen Umzug nicht leisten können, müssen die doch recht hohen monatlichen Mietkosten für den Stellplatz in Kauf genommen werden (Welt, 2014). In der HAZ wurde berichtet, dass diese Art der temporären Unterkünfte aus dünnen Blechwänden bestehen, sodass Lärm nahezu ungehindert in den Innenraum einwirken kann. Da diese Art der Behausung in Europa wenig bekannt ist und somit kaum Literatur existiert, können an dieser Stelle auch keine Beispiele aus dem europäischen Raum angeführt werden. In dem Beispiel aus dem oben genannten Medium wurde ersichtlich, dass die Miete für den Platz umgerechnet rund 460 Euro pro Monat beträgt. Hinzu kommt auch, dass man zum Kauf des sich in schlechtem Zustand befindlichen Trailers gezwungen ist. Manche dieser Trailer sind zwar fahrtauglich, werden jedoch von den Bewohnern so gestaltet, dass das Fahrwerk nicht sichtbar ist und der Anschein einer konventionellen Behausung entsteht. Der Vorteil einer solchen Behausung liegt darin, dass die Kosten im Vergleich zu ortsfesten Behausungen lediglich bei 50 – 66 Prozent liegen. Die Nachteile liegen zum einen in der gesellschaftlichen Stigmatisierung der Bewohner und zum anderen in der unzureichenden Ausführung der Konstruktionen, sodass Witterungseinflüsse schwere Schäden hervorrufen können (HAZ, 2017).

Aus wirtschaftlicher Sicht stellen Caravan Parks in Australien einen bedeutenden Faktor dar. Im Jahr 2009 wurden mit der Vermietung dieser Unterkünfte rund 1,1 Milliarden Australische Dollar eingenommen. Nahezu die Hälfte der in Australien angebotenen Gästebetten wurden in Caravan Parks untergebracht (Caldicott & Scherrer, 2013). Nachdem der Hurican Katrina im Jahr 2005 die Golfküste der USA heimsuchte, wurden beinahe drei Millionen Menschen obdachlos oder mussten flüchten. Viele dieser Menschen wurden vorübergehend in Trailerparks untergebracht (Shehab et al., 2008).

3.1.3.2 Tiny Houses

Tiny Houses können sowohl als mobile, als auch als fest stehende Behausungen ausgeführt werden. Da das Platzangebot im Besonderen bei mobilen Tiny Houses stark begrenzt ist, sollte die Planung mit Bedacht erfolgen (Kahn, 2012).

Abbildung 11: Tiny House (Kahn 2012).

3.1.3.3 Wohnwagon

Die Firma Wohnwagon ist ein junges österreichisches Unternehmen mit Sitz in Wien, welches Lösungen für autarkes Wohnen anbietet. Nachhaltigkeit und Umweltschutz stehen bei der Produktion an erster Stelle. Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden von Seiten der Firma Wohnwagon GmbH zwei beispielhafte Kostenschätzungen für zwei Modelle mit unterschiedlichen Größen der Wohnfläche zur Verfügung gestellt.

Das Fahrgestell wird in zwei verschiedenen Varianten gefertigt. Zum einen als typisierte und für die Straße zugelassene Ausführung, welche mit bis zu 80 km/h auf öffentlichen Straßen fahren kann, und zum anderen als Variante ohne Typisierung, welche nur mit 25 km/h am öffentlichen Straßenverkehr teilnehmen darf. Für die Fertigung des Holzaufbaus werden Materialien eingesetzt, welche regional zur Verfügung stehen. Die tragenden Bauteile werden aus Fichtenholz hergestellt. Durch den Einsatz von Schafwolle können gute Wärmedämmeigenschaften sichergestellt werden. Die Fassade wird aus Lärchenholz gefertigt. Der Innenraum wird aus einer Kombination aus Lehmputz und Fichtenholz optisch ansprechend gestaltet. Aus Beispielkalkulationen wird ersichtlich, dass sowohl Fenster als auch Türen aus geöltem Lärchenholz oder unter Berücksichtigung von Mehrkosten als Holz-Alu Elemente hergestellt werden können. Eine 3-Scheibenverglasung kann optional zugekauft werden. Eine autarke Stromversorgung wird durch ein Photovoltaik – Inselsystem erreicht. Um Strom in ausreichender Menge zur Verfügung zu stellen, werden 10 Paneele mit 300 Wp und eine Batterie mit einer Speicherkapazität von 6 kWh in einem Wohnwagon verbaut. Zusätzlich zur PV – Anlage wird ein externes Backup inkludiert. Hierbei handelt es sich um einen Stromanschluss an ein öffentliches Stromnetz. Auf Wunsch kann auch ein

Stromerzeuger in Form eines Aggregats installiert werden. Für eine Stromversorgung mittels eines Windrades wird in dem externen Backup lediglich der Anschluss angeboten[5].

Abbildung 12: Wohnwagon (wohnwagon.at, 2018).

Die Versorgung mit Frischwasser wird durch einen Tank aus Edelstahl sichergestellt. Ebenso wird ein Anschluss für die Wasserversorgung von externen Quellen, wie Brunnen, Teiche oder Bäche, sowie die Wasserentnahme aus dem öffentlichen Versorgungsnetz integriert. Um eine gute Wasserqualität sicher zu stellen, werden Filter für die Aufbereitung von Wässern aus Bächen und Teichen angeboten. Der externe Anschluss beinhaltet eine Zweigstelle für einen Schlauch der Marke Gardena. Abwässer können durch eine auf dem Dach befindliche Grünkläranlage gereinigt werden, um im Anschluss auf dem Grundstück zur Versickerung gebracht zu werden. Bei der Installation der Grünkläranlage wird ein automatisiertes Bewässerungssystem bereitgestellt, welches Wasser aus dem Frischwassertank auf das Dach pumpt. Als Alternative zur Grünkläranlage kann auch ein Anschluss an das öffentliche Kanalnetz angebracht werden[6].

Warmwasser wird über einen Holzofen (Zentralheizung) bereitgestellt. Durch einen 300 Liter fassenden Pufferspeicher mit integriertem Wärmetauscher und elektrischem Heizstab kann Wasser mittels Strom aus der PV – Anlage erhitzt werden. Reicht der Strom nicht aus um die gewünschte Temperatur zu erreichen, kann das Wasser mit dem Holzofen weiter erwärmt werden. Ebenfalls enthalten sind zwei Heizkörper (Badezimmer

[5] Quelle: Wohnwagon GmbH, 2018, Kostenschätzung euer Wohnwagon (33m²).
[6] Ebenda.

und Hauptraum), sowie eine Heizungspumpe, ein Temperaturfühler, ein Expansionsgefäß und ein Frostschutz. Als Alternative zur Holzheizung wird eine Infrarotheizung angeboten. Das Infrarotheizsystem Wohnwagon kann über die Pocket Home App via Tablett oder Smartphone gesteuert werden[7].

Abbildung 13: Wohnraum eines Wohnwagons (wohnwagon.at, 2018).

Mittels eines Homeautomation System kann eine optimale Steuerung hinsichtlich der Energieproduktion, dem Ladezustand der Batterie und der energieintensiven Geräte erfolgen. Selbstverständlich kann eine manuelle Steuerung durch die Bewohner ebenfalls vorgenommen werden[8].

Ebenfalls Angeboten werden eine voll möblierte Küche, sowie Bade- und Schlafzimmer[3]. Da die anderen Angebote mit Ausnahme des Wohnwagens ebenfalls ohne Möblierung in der Masterarbeit berücksichtigt wurden, wird diese bei der Berechnung des Preises je Quadratmeter ebenfalls außen vor gelassen.

Als Zusatzoptionen werden zahlreiche Details und Varianten bezüglich der Inneneinrichtung angeboten. Optional erhältlich sind auch eine Klimaanlage, welche mit dem Strom aus der PV – Anlage betrieben werden kann und eine kontrollierte Wohnraumlüftung. Durch die Kontrollierte Wohnraumlüftung wird mittels eines Wärmetauschers Energie aus der „verbrauchten“ Luft zurückgewonnen[9].

[7] Ebenda.
[8] Ebenda.
[9] Ebenda.

Abbildung 14: Wohnraum eines Wohnwagons (wohnwagon.at, 2018).

Aus Tabelle 2 können Preise eines Wohnwagons mit einer Grundfläche von 33 m² entnommen werden.

Fahrgestell 10 x 2,5 m, Straßenzulassung; 80 km/h	**8.840,00 €**
Holzaufbau	**21.500,00 €**
Dachabdichtung und Erkeranschluss durch Spenglerei	**5.950,00 €**
Innenverkleidung	**2.890,00 €**
Erker (ausziehbar)	**11.250,00 €**
Vollholzboden aus Eiche	**2.988,00 €**
Fenster und Türen	**7.563,00 €**
Basis - Elektroinstallation	**1.900,00 €**
Lampen und Leichten	**1.850,00 €**
PV – Inselsystem und Steuerung	**11.180,00 €**
Wasserkreis – Duales Wassersystem mit Edelstahltank und Grünkläranlage	**5.690,00€**
Zentralheizsystem	**8.650,00 €**
∑	**90.251,00€**

Tabelle 2: Inhalt des Angebotes der Firma Wohnwagon GmbH für ein Modell mit 33 m² Grundfläche.

Die Addition aller in Tabelle 2 angeführten Preise ergibt einen Gesamtpreis in der Höhe von 90.251,00 € für einen Wohnwagon mit einer Grundfläche von 33 Quadratmetern.

Anhand der Gesamtkosten und der Größe der Fläche errechnet sich ein Preis in der Höhe von 2.734,88 € je Quadratmeter.

3.1.4 Leichtbaukonstruktionen

Die Firma Losberger hat sich auf temporäre Bauwerke spezialisiert. Temporäre Platzlösungen können sowohl gemietet als auch gekauft werden. Diese Zeltkonstruktionen stehen just- in- time zur Verfügung. Dank eines vordefinierten Rastermaßes können Leichtbauhallen flexibel dem Platzbedarf angepasst werden. Für Hallen, welche gemietet werden können, sind standardisierte Abmessungen vorgesehen. Die Spannweiten beginnen bei 10 Metern und können über 12 und 15 Meter bis zu 30 Meter betragen. Für Kaufinteressenten werden von der Firma Losberger auch Sondermaße angeboten. Die Abstände der Binder variieren zwischen 4 und 5 Metern. Bezüglich der Schneelasten werden standardmäßig 0,75 kN/m² angegeben. Der vorgesehene Untergrund sollte befestigt und eben sein. Die Errichtung von Fundamenten ist nicht vorgesehen.[10]

Die Lagerung der Tragkonstruktion solcher Leichtbauhallen kann aufgrund ihrer Beschaffenheit ohne speziellen Witterungsschutz erfolgen. Kleinteile und Planen müssen in witterungsgeschützten Bereichen gelagert werden[11].

Nach Ende der Lebensdauer können die Planen von der Firma Losberger nicht recycelt werden. Die Entsorgung erfolgt konventionell über den Hausmüll. Verschnitte, welche bei der Herstellung neuer Hallen anfallen, werden an den Hersteller zurückgegeben[12].

Um einen Richtwert bezüglich der Kosten zu erhalten, wurde von der Firma Losberger ein standardisiertes Angebot für eine Halle des Konstruktionstyps 12/320 SL 850 x 30 m mit Satteldach erstellt. Dieser Hallentyp weist gute Eigenschaften hinsichtlich der Wärmedämmung auf und kann als temporärer Wohnraum eingesetzt werden.[13]

Um einen Eindruck der Abmessungen dieses Bauwerks zu erhalten, werden nachstehend die Abmessungen, sowie technische Details angeführt. Die Breite der Halle beträgt 12 Meter und die Länge 30 Meter. Die Höhe der Traufe beträgt 3,20 Meter. Die Binder werden in einem Abstand von 5 Metern angeordnet. Das Satteldach weist eine

[10] Quelle: Losberger GmbH, Broschüre: Mehr Lagerraum in Zeit.
[11] Fahner, Aileen (2018): E – Mail - Beantwortung offener Fragen zu Leichtbauhallen. DHBW – Studentin in der Losberger GmbH, Bad Rappenau, 29.08.2018.
[12] Ebenda.
[13] Quelle: Losberger GmbH, Angebot und Technische Beschreibung: Losberger Housing Unit.

Dachneigung von 20 Grad auf. Die Firma Losberger gibt für die oben angeführten Abmessungen eine überdachte Fläche von ca. 360 m² an. Von der beschriebenen Konstruktion kann eine Schneelast von 0,85 kN/m² aufgenommen werden. Darüberhinaus ist sie für die Windlastzonen 1-3 zugelassen[14].

Abbildung 15: Temporäre Halle, während der Modernisierungsarbeiten am Feneberg-Lebensmittelmarkt in Weiler-Simmerberg (losberger.com, 2018).

Die angebotene Hallenkonstruktion besteht aus Hohlprofilen, welche aus Aluminium gefertigt wurden. Lediglich die Pfetten bestehen aus verzinkten Stahlprofilen. Um der Halle mehr Stabilität zu verleihen, wurden in Längsrichtung Diagonalverbände vorgesehen. Eine kraftschlüssige Verbindung der Hallenkonstruktion mit dem Boden kann auf verschiedene Arten erfolgen. Für den Fall, dass Erdanker zum Einsatz kommen, muss der Untergrund eben, frostsicher und in einem ausreichenden Maß verdichtet sein. Eine weitere Variante stellt eine Gründung mittels Verbundanker dar. Um die Halle mit Hilfe von Verbundankern mit dem Untergrund zu verbinden, muss eine Bodenpressung von mindestens 250 kN/m² vorhanden sein. Ebenfalls erforderlich sind Betonfundamente, welche bauseits hergestellt werden müssen. Alternativen hierzu stellen Streifenfundamente aus Stahlbeton dar[15].

Die Dacheindeckung erfolgt standardmäßig mittels schwer entflammbaren Thermo-Dachplanen. Optional kann die Dacheindeckung aus Sandwichpanelen mit 100 mm Dicke erfolgen. Der Vorteil der beidseitig mittels PVC beschichteten Thermo-Dachplanen liegt darin, dass diese lichtdurchlässig sind. Eine Abspannung erfolgt mit Hilfe des Spindelfix- Abspannsystem. Die Dachplanen bestehen aus luftdichten Kissen, welche mittels eines Gebläses aufgeblasen werden. Die Entwässerung des Daches erfolgt mittels Halbrund - Regenrinnen mit einem Durchmesser von 150 mm. Das

[14] Ebenda.
[15] Ebenda.

Regenabflussrohr wird aus PVC gefertigt und weist einen Durchmesser von 100 mm auf. Ein Anschluss an das örtliche Kanalnetz erfolgt bauseitig[16].

Wie in Abbildung 16 dargestellt ist, besteht der Fußboden aus Kanthölzern, welche stehend miteinander verbunden werden. Eine PE- Folie wird als Abdichtung gegen den Untergrund angebracht. Die Zwischenräume zwischen den Kanthölzern werden mit Mineralwolle gefüllt, welche gute wärmedämmende Eigenschaften aufweist. Der raumseitige Anschluss wird ebenfalls aus Holzplatten gefertigt. Optional können die Holzplatten mit einem Bodenbelag aus PVC verkleidet werden[17].

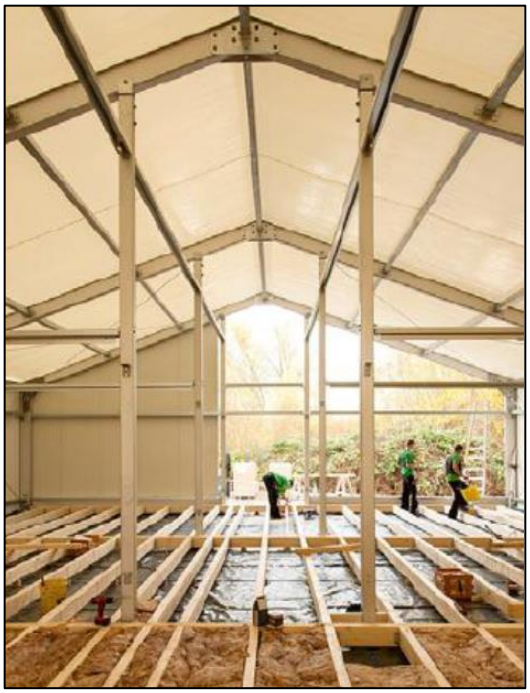

Abbildung 16: Bauweise einer Housing Unit[17].

Den Raumabschluss der einzelnen Raummodule nach oben hin wird von einer Innenplane aus Baumwollmolton sichergestellt. Die Ausführung erfolgt als glatte abgehängte Decke, welche mit Drahtspannsystemen verbaut werden. Um den Brandschutzanforderungen gerecht zu werden, entspricht die Innenplane den Anforderungen der Brandklasse B1 (schwer entflammbar)[18].

[16] Ebenda.
[17] Ebenda.
[18] Ebenda.

Die Giebel- und Seitenwände werden aus Sandwichelementen mit Kerndicken von 40 mm hergestellt, welche senkrecht vor den Stielen sichtbar verschraubt werden. Den Anforderungen der Brandschutzklasse B1 werden die Wandelemente gerecht[19].

Der Hallentyp 12/320 SL 850 x 30 wird, wie in Abbildung 17 dargestellt, in 12 Raummodule mit ungefähren Abmessungen von je 5 x 5 Metern und einen mittigen Gang unterteilt. Horizontal werden die Raumzellen durch die oben beschriebenen Sandwichelemente unterteilt. Den Raumabschluss an der Decke bildet die Innenplane aus Baumwollmolton[20].

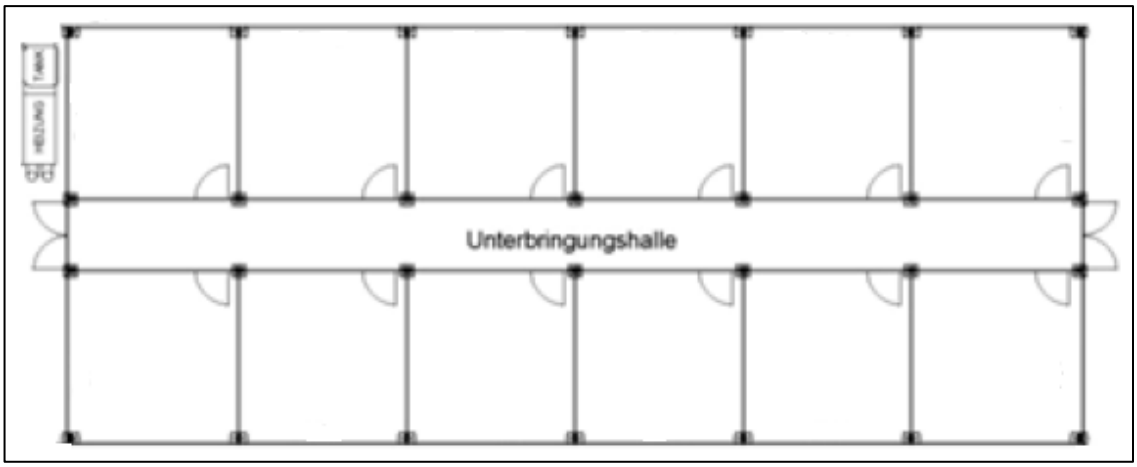

Abbildung 17: Grundriss des Hallentyps 12/320 SL 850 x 30 [20].

Die Eingangstüren werden aus Stahl gefertigt und verfügen über einen Panikverschluss. Diese werden als Elemente mit Abmessungen B / H = 200 / 212 cm am Beginn und am Ende des Gangs verbaut Durch die Innentüren gelangt man vom Gangbereich in die einzelnen Raummodule. Die Befestigung der Innentüren erfolgt am Stiel des jeweiligen Raummoduls. Innentüren werden mit den Abmessungen B / H = 100 / 212 cm gefertigt[6].

Tageslicht gelangt über zweiflügelige Kunststoff- Alu – Fenster in den Innenraum. Für die natürliche Belichtung wird in jeder Raumzelle ein Fenster mit den Abmessungen B / H = 200 / 125 cm installiert. Die Verglasung wird aus Isolierglas gefertigt[21].

Die Stromversorgung erfolgt durch einen Stromverteilerkasten, welcher aus einem stoßfesten und spritzwassergeschützten Kunststoffgehäuse hergestellt wird. Durch das geringe Eigengewicht sind die Stromverteilerkästen äußerst handlich. Für die Lagerung wird kein spezieller Witterungsschutz benötigt. Dadurch können diese aus

[19] Ebenda.
[20] Ebenda.
[21] Ebenda.

alterungsbeständigem Kunststoff gefertigten Elemente einfach und platzsparend gestapelt werden. Die Steckdosen werden in dem Verteilerkasten an der Vorderseite angebracht. Die Rückseite bietet Platz für den FI- Schalter und den Leitungsschutzschalter. Der benötigte Strom wird aus dem örtlichen Stromnetz entnommen. Die Stromversorgung erfolgt mittels CEE– Steckdosen (4 Stück) und separat gesicherten Schuko- Steckdosen (12 Stück)[22].

Jeder Raum verfügt über einen Lichtschalter und zwei Steckdosen. An den beiden Zelteingängen werden ebenfalls zwei Lichtschalter installiert. Um den Sicherheitsvorschriften zu entsprechen, muss über den beiden Eingangstüren ein beleuchtetes Schild, welches den Ausgang gut sichtbar markiert, angebracht werden[23].

Um einen Brand vorzeitig wahrnehmen zu können, wird in jedem Raum ein Rauchmelder, welcher mittels einer Batterie betrieben wird, installiert[24].

Der Sanitärbereich wird bei dieser temporären Wohnform durch beigestellte Container hergestellt. Da die Containerbauweise bereits in Punkt 3.1.2 ausführlich erläutert wurde, wird sie an dieser Stelle nicht erneut beleuchtet[25].

Ein Heizgerät, welches mit Öl befeuert wird, stellt ein angenehmes Raumklima in der kalten Jahreszeit sicher. Um eine solche Halle zu beheizen, wird eine Leistung von mindestens 120 kW benötigt. Um den Betrieb der Heizanlage sicherzustellen werden neben einem 750 – 1000 Liter fassenden Öltank auch ein Stromanschluss (230 V) und zwei Schläuche, welche die warme Luft in den Innenraum leiten, benötigt. Die Steuerung erfolgt über einen Raumthermostat[26].

Während der Bauphase überwacht ein Richtmeister von Losberger die Arbeiten. Dieser weiß über alle relevanten Details bezüglich der Statik und der Montage Bescheid. Aus dem Schriftverkehr mit Frau Fahner, einer Mitarbeiterin der Firma Losberger GmbH[27] kann entnommen werden, dass das Montagepersonal keine spezielle Fachausbildung benötigt. Aufgrund der Tatsache, dass die Bauteile dieser Konstruktionen kein hohes Gewicht aufweisen, wird für die Errichtung vor Ort kein zusätzliches Arbeitsgerät benötigt. Da die im Angebot angeführten Hebezeuge nicht näher definiert wurden, wird nach [Dräger, 2010] ein Gabelstapler zum Abladen benötigt.

[22] Ebenda.
[23] Ebenda.
[24] Ebenda.
[25] Ebenda.
[26] Ebenda.
[27] Fahner, Aileen (2018): E – Mail - Beantwortung offener Fragen zu Leichtbauhallen. DHBW – Studentin in der Losberger GmbH, Bad Rappenau, 19.07.2018.

Die Tragkonstruktion wird wie oben beschrieben aus Stahl oder Aluminium hergestellt und kann nach dem Ende ihrer Lebensdauer problemlos einem Recyclingprozess zugeführt werden. Laut [Dräger, 2010] kann die Außenhaut, welche aus einem Verbundmaterial aus Polyester und PVC gefertigt wird, am Ende der Lebensdauer keiner stofflichen Verwertung zugeführt werden.

Tabelle 3 enthält Preise, welche aus einem Kaufangebot entnommen wurden. Um eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen temporären Wohnformen sicherzustellen, wurden lediglich jene Preise angeführt, welche in direkten Zusammenhang mit dem Bauwerk stehen.

Als Beispiel können an dieser Stelle die Sanitäreinrichtungen angeführt werden, welche in eigenen Containergebäuden untergebracht sind. Die erforderlichen Containereinheiten sind nicht im Kaufpreis der Losberger Housing Unit enthalten und müssen zusätzlich in Rechnung gestellt werden. Die Raumausstattung wird ebenfalls gesondert in Rechnung gestellt.

Weitere Mehrkosten entstehen durch die bauseitige Untergrundverbesserung, eventuelle Drainagearbeiten, Stromanschluss bis zum Verteilerkasten, sowie den Anschluss der Sanitärcontainer an das lokale Versorgungsnetz. An dieser Stelle ist auch anzumerken, dass die Aufbaukosten innerhalb Deutschlands gültig sind. Transportkosten werden je nach Aufwand in Rechnung gestellt[28].

Losberger Housing Unit LHU 12x30 m	**118.190,00€**
Heizanlage für 12 x 30 m	**19.736,00€**
Elektrotechnik für 12 x 30 m	**14.900,00€**
Innenausbau der Halle insgesamt 12 Räume inkl. Montage	**35.900,00€**
Aufbau der Halle inkl. aller Hebezeuge	**21.368,00€**
∑	**210.094,00 €**

Tabelle 3: Auszug des Angebots der Firma Losberger[29].

Für eine Halle mit den Abmessungen von 12 x 30 m beträgt die Grundfläche 360 m². Wenn man den in Tabelle 3 angeführten Gesamtpreis durch die Fläche teilt, so erhält man einen Preis von 583,59 € / m². Die angeführten Preise sind Nettopreise in €. Die

[28] Quelle: Siehe Fußnote 13.
[29] Ebenda.

Lieferzeit für das oben präsentierte Modell beträgt laut dem Angebot der Firma Losberger 7-8 Wochen (für Kauf)[30].

3.1.5 Pneumatische Konstruktionen

Die Besonderheit an pneumatischen Konstruktionen liegt darin, dass diese durch die in den Innenraum eingeblasene Luft (Überdruck: 3mbar) gestützt werden. Die Entwicklung dieser Gebäudetypen erfolgte bereits in den 60-er Jahren (Draeger, 2010).

Aus dem Schriftverkehr mit Herrn Bettinger der Firma Hupfauer Traglufthallenbau GmbH geht hervor, dass Traglufthallen aufgrund mangelnder Lebensqualität kaum noch als Notunterkünfte für Flüchtlinge genutzt werden. Aufgrund des hohen Energieaufwands, welcher für die Kühlung in den Sommermonaten erforderlich ist, ist diese Art von temporären Gebäuden für Wohnzwecke nicht wirtschaftlich. Die Haupteinsatzgebiete von Traglufthallen liegen in saisonalen Überdachungen (beispielsweise für Swimmingpools) und Tennishallen [31] . Da Traglufthallen in nicht vorhersehbaren Ausnahmefällen, wie Naturkatastrophen, dennoch als temporäre Unterkünfte eingesetzt werden können, sollten diese auch in das nachstehende Bewertungssystem eingebettet werden. Die Kosten und daher auch die Preise je Quadratmeter variieren von Projekt zu Projekt. Dankenswerter Weise wurde von Seiten der Firma Hupfauer ein Beispielangebot erstellt. Da dieses Angebot Bezug auf die vorgesehene Verwendung als Tennishalle nimmt, wurde auch die Ausstattung dem entsprechend gewählt und angeboten. Bezüglich der Preisgestaltung hat die Firma Hupfauer ein Angebot für eine Traglufthalle mit einer Grundfläche von 36 x 36 Meter übermittelt.

Um einen Einblick in die Bauweise einer Traglufthalle geben zu können, wird an dieser Stelle auf die Konstruktionsweise und die benötigten Bauteile näher eingegangen. Die von Hupfauer hergestellten Traglufthallen bestehen im Grunde aus einer PVC-Membran, einem Drahtseilnetz, Verankerungen, einer Gebläseanlage, Türen und der Beleuchtung.

Durch die hohe Lichtdurchlässigkeit der Membran kann die Beleuchtung während der Sonnenstunden ohne künstliche Lichtquellen erfolgen. Die Membran weist ein Gewicht

[30] Ebenda.
[31] Bettinger, Florian (2018): E – Mail – Rückfragen zu Traglufthallen. Geschäftsführer der Hupfauer Traglufthallenbau GmbH, Kissing, 20.06.2018.

von 0,45 kg / m² auf und wird von einem österreichischen Unternehmen produziert. Bei zu wenig Tageslicht wird die Beleuchtung durch LED- Lichtbänder gewährleistet. Hinsichtlich der Energieversorgung müssen für die Beleuchtung rund drei Kilowatt an elektrischer Leistung berücksichtigt werden. Durch eine mehrlagige Außenhaut, welche dank einer doppelten Isolierung einen Luftraum von 20 mm aufweist, kann ein U – Wert in einer Größenordnung von 0,97 W/m²K erzielt werden. Die äußere der beiden Folien besitzt schmutzabweisende Eigenschaften und wird in Deutschland hergestellt. Die gesamte Membran entspricht der Brandschutzklasse B1. Ein Netzsystem aus Stahl verleiht der Konstruktion neben seiner Form auch die nötige Stabilität. Das Netz wird in zwei Teilen an den Ort der Montage geliefert und kann durch den Einsatz von Seilkreuzklemmen ohne Schraubverbindungen montiert werden. Den Raumabschluss zur Atmosphäre bildet eine Drehtür aus Sicherheitsglas. Neben dem Haupteingang sind zusätzliche Nottüren, welche mit Lüftungsklappen ausgestattet sind, vorgesehen[32].

Die Warmlufterzeuger werden von der Firma Nolting zugekauft. Durch den Einsatz eines Frequenzumformers[33] können im Stützbetrieb erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden. Um die Stabilität der Halle bei windigen Wetterverhältnissen sicherzustellen, wird der Überdruck im Inneren der Halle durch eine windabhängige Drucksteuerung automatisch erhöht. Bei starkem Schneefall kann durch manuelle Betätigung des Schneeschalters ein spezieller Betriebsmodus aktiviert werden, welcher den Schnee auf der Außenhaut abschmälzen lässt[34].

Abbildung 18: Außenansicht – Traglufthalle – 3 Felder[35].

Die Dichtigkeit der Außenhaut spielt bei Traglufthallen eine besondere Rolle. Während Niederschlagsereignissen sollte ein Wassereintritt von außen unterbunden werden.

[32] Quelle: Hupfauer Traglufthallenbau GmbH, Angebot 182503, HU 2 – Feld, ca. 36 x 36 x 9,50m, 20.Juni 2018.
[33] Frequenzumformer steuern die Motorleistung stufenlos über Drehzahlen.
[34] Quelle: Siehe Fußnote 32.
[35] Ebenda.

Durch eine dichte Außenhaut können deutliche Energieeinsparungen sowohl im Stützbetrieb, als auch im Heizbetrieb erzielt werden. Aus diesem Grund wurde von der Firma Hupfauer eine spezielle Dichtschürze entwickelt[36].

Wie bereits erwähnt wurde, benötigen pneumatische Konstruktionen einen geringen Überdruck im Inneren, um die Tragfunktion zu erfüllen. Türen stellen ins besondere im geöffneten Zustand Leckagen dar. Laut [Draeger, 2010] verlieren Traglufthallen bei geöffneten Türen bereits nach 30 Sekunden ihr Tragverhalten. Um diesen Effekt vorzubeugen, sollten Schleusen an diesen Stellen vorgesehen werden. Diese können als herkömmliche Stahltüren oder als Drehtüren ausgestaltet werden.

Abbildung 19: Eingang in Form einer Drehtür – Ansicht von außen[37].

Um eine Traglufthalle qualitätsgesichert am Einsatzort installieren zu können, müssen einige Nebenleistungen erbracht werden. In dem vorliegenden Angebot werden diese als bauseitige Leistungen bezeichnet. Hierzu zählt der Ankerzugversuch, welcher für die Ermittlung der zulässigen Ankerkräfte und somit der Dimensionierung der gesamten Verankerung dient. Um einen Probeanker in den anstehenden Boden einzurammen und anschließend wieder herausziehen zu können, wird ein Kompressor benötigt, welcher einen Druck von 6 bar bei einer Luftmenge von 5 m³ je Minute sicherstellt. Zusätzlich wird ein Schlauch mit 50 m Länge benötigt. Da der beschriebene Kompressor neben dem Ankerzugversuch auch für die Ankermontage benötigt wird, sollten 2,5 Tage

[36] Quelle: Hupfauer Traglufthallenbau GmbH, Broschüre - Präsentation: Die Hupfauer Traglufthalle, 86316 Friedberg.
[37] Ebenda.

kalkuliert werden. Die einzelnen Komponenten der Traglufthalle werden von einer externen Speditionsfirma an den Einsatzort geliefert. Um einen reibungslosen Ablauf der Montagearbeiten sicherzustellen, wird am Tag der Montage ein Team von 15 Hilfskräften benötigt. Am Tag der Lieferung werden geeignete Hubmittel, wie Stapler, benötigt, um die Teile der Traglufthalle von den Lieferfahrzeugen abladen zu können[38].

Ein Brenner, welcher Warmluft erzeugt ist in der Gebläse - Anlage nicht enthalten. Um Warmluft erzeugen zu können, kann ein Brenner sowohl von der Firma Hupfauer, als auch von Drittanbietern zugekauft werden. Um Serviceleistungen und die Behebung von Störfällen zeitnahe durchzuführen, wird empfohlen, die Brenneranlage von einem örtlichen Fachbetrieb zu beziehen. Als Energieträger können Öl, Gas oder Flüssiggas herangezogen werden. Für eine ordnungsgemäße Installation der Gebläse - Anlage muss eine befestigte, ebene Stellfläche mit den Abmessungen von 3 x 6 Metern vorbereitet werden. Um eine Traglufthalle aufstellen zu dürfen, wird eine Baugenehmigung benötigt. Die hierfür erforderlichen Unterlagen und Datenblätter können gegen Entgelt bezogen werden. Die Einreichung des Projekts bei der Baubehörde muss von einem befugten Unternehmen vor Ort erfolgen. Wie bereits beschrieben wurde, werden für den Betrieb einer Traglufthalle Stromanschlüsse benötigt. Für den Typ HU – 2 F werden für das Gebläse und die Lichtanlage insgesamt 3 Stück CEE 400V / 16 A mit einer Leistung von 12 kW benötigt. Der Stromanschluss muss ebenfalls von einem örtlichen Unternehmen hergestellt werden[39].

Das Angebot gilt für einen Neubau des Modells HU 2-Feld. Die Seitenlängen der quadratischen Halle betragen 36 Meter. Die Höhe beträgt 9,50 Meter. Die in dem Angebot enthaltenen Komponenten sind in der nachstehenden Tabelle angeführt und beschrieben.

[38] Quelle: Siehe Fußnote 32.
[39] Ebenda.

Traglufthalle 2- Feld; HU - 2F Inklusive: • Verankerung • Montageanleitung • Gebläse Anlage • Doppelisolierung LED - Lichtbandbeleuchtung	**119.890,00€**
Ankerzugversuch in Entfernungszone Z4 (bis 600 km)	**2.480,00€**
Entfernungspauschale Entfernungszone Z4	**5.900,00€**
Optional: Outdoor -Ausrüstung für Gebläse Anlage	**1.126,00€**
Optional: Gasbrenner (Erdgas) für Gebläse Anlage	**2.460,00€**
LED Beleuchtung „Blackbox- Premium“ - dimmbar	**5.600,00€**
∑	**137.456,00 €**

Tabelle 4: Erforderliche Bauleistungen für die Herstellung einer Traglufthalle[40].

Die Gesamtkosten für die Errichtung der Traglufthalle HU- 2F betragen 137.456,00 €. In diesem Preis wurden die Traglufthalle, die Entfernungspauschale, der Ankerzugversuch, sowie die Outdoor – Ausrüstung für die Gebläse Anlage und ein Gasbrenner für Erdgas berücksichtigt. Bei den angebotenen Preisen handelt es sich um Netto-Preise. Die allfällige Mehrwertsteuer wurde an dieser Stelle nicht berücksichtigt. Aufgrund der großen Schwankungsbreite wurden die Preise für die Anmietung oder den Kauf eines Grundstückes, sowie die Preise für die Herstellung der Energieversorgung (Strom, Gas und Wasser) im angeführten Preis nicht berücksichtigt[41].

Die Fläche der Halle beträgt bei einer Seitenlänge von 36 Metern 1296 m². Bei einem Preis von 137.456,00€ würde der Preis für einen Quadratmeter somit 106,06 € betragen.

3.1.6 McCube

Die Firma MC Cube bietet Lösungen für temporäre Einfamilienhäuser um ca. 2000 €/m² an (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fragen/, 2018). Die Grundidee liegt in der Fertigung einzelner, modularer Raumzellen in unterschiedlichen Größen, welche mit Hilfe von Lastkraftwagen an den Standort der Errichtung gebracht werden. Im Anschluss werden

[40] Ebenda.
[41] Ebenda.

die Module mit Kränen vor Ort platziert. Die Anordnung der Wohnwürfel kann eingeschossig und zweigeschossig erfolgen.

Abbildung 20: Manipulation eines Modules (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fertigung/, 2018).

Die Tragfunktion der Wandelemente wird von Kreuzlagenhölzern (Sperrholzplatten) übernommen. Als Wärmedämmung kommt Hanf zum Einsatz. Die ästhetische Komponente an der Außenseite kann von Lärchenholz, Kunststoff oder herkömmlichen mineralischen Putzen übernommen werden (M.C.B. GesmbH, 2018).

Die Dachkonstruktion besteht ebenfalls aus Kreuzlagenholz mit einer darauf liegenden Wärmedämmung. Die Dichtigkeit der Dachkonstruktion wird mittels Kautschukplanen sichergestellt. Um Schäden durch mechanische Einwirkungen, so wie durch UV Strahlung vorzubeugen, wird die Abdichtungsschicht durch eine Kiesschüttung geschützt. Die Dachentwässerung erfolgt durch ein Gefälle von 2-4 Prozent. Die anfallenden Regenwässer werden mittels einer Dachrinne abgeleitet (M.C.B. GesmbH, 2018).

Abbildung 21: Wandaufbau eines MC Cubes (M. C. B. GesmbH, 2018).

Fenster und Türen werden aus Holz und Aluminium gefertigt. Der Vorteil liegt zum einen in der Langlebigkeit des Aluminiums, welches sich an der Außenseite dieser Elemente befindet und zum anderen im guten Raumklima, welches durch die Holzoberfläche an der Innenseite gewährleistet wird. Der Innenraum kann je nach Kundenwunsch auch mit anderen Materialien verkleidet werden. Durch die Dreifach-Verglasung aus Isolierglas werden hervorragende Wärmedämmwerte der Fenster sichergestellt (M.C.B. GesmbH, 2018).

Abbildung 22: Montage eines MC Cube Moduls auf Schraubfundamenten (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fertigung/, 2018).

Abbildung 23: Einheben eines MC Cube Moduls auf Schraubfundamenten (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fertigung/, 2018).

Die Firma MC Cube beheizt diese Gebäude mit Infrarotheizungen. Diese bieten den Vorteil, dass sie nur den Körper durch elektromagnetische Wellen beheizen, geräuschlos sind und die menschliche Gesundheit fördern. Gegen Aufpreis kann zusätzlich eine kontrollierte Wohnraumlüftung eingebaut werden (M.C.B. GesmbH, 2018).

Die Elektroinstallation ist bei der Auslieferung der Elemente bereits eingebaut. Die Sanitäranlagen werden ebenfalls im Werk vormontiert (M.C.B. GesmbH, 2018).

Smart – Home Funktionen wie Bewegungsmelder, Rauchmelder und steuerbare Jalousien können ebenfalls unter Berücksichtigung von Mehrkosten eingebaut werden (M.B.C. GesmbH, 2018).

Abbildung 24: Ansicht des Innenraumes eines MC Cubes mit einer Oberfläche aus Holz (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fertigung/, 2018).

Die MC Cube Elemente werden auf Schraubfundamenten gelagert. Schraubfundamente sind 12 cm dicke Stahlstifte, welche etwa bis in zwei Meter Tiefe in den Boden eingeschraubt werden. Der Vorteil dieser Fundierung liegt darin, dass diese im Falle eines Umzuges problemlos ausgebaut werden kann und an einem anderen Ort wieder verwendbar ist (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fragen, 2018).

3.2 Materialien und Recycling

3.2.1 Stahl

Da die Produktion von Stahl ein sehr umfangreiches Themengebiet darstellt, wird an dieser Stelle lediglich eine grobe Übersicht über die dafür notwendigen Prozesse gegeben.

Stahl wird durch Aufbereitung von Roheisen gewonnen. Erst durch das „frischen“ werden Begleitstoffe oxidiert und in gasförmiger oder flüssiger Form aus der Schmelze ausgetragen. Neben dem Einsatz von Roheisen aus Eisenerzen können auch Neuschrott und Altschrott als Ausgangsmaterialien herangezogen werden. Unter Neuschrott werden alle Stahlteile zusammengefasst, welche während der Produktion von Stahlgütern anfallen. Stahlteile, welche aus abgerissenen Bauwerken oder Industrieanlagen anfallen werden als Altschrott bezeichnet (Weißbach et al., 2014). Durch die Verwendung von gut aufbereitetem Stahlschrott kann eine uneingeschränkte Verwertung von Stahlschrott sichergestellt werden. Bevor der Schrott einem Recyclings Prozess zugeführt werden kann, müssen zumindest Sichtkontrollen und eventuelle Proben zur Ermittlung der Legierungsbestandteile entnommen werden. Bauschutt, sowie Hohl- und Explosivkörper sind für eine Verwertung in Elektrostahlwerken aus dem Schrott zu entfernen. Radioaktive Teile dürfen ebenfalls nicht in den Recyclingprozess eingetragen werden, da dadurch die zulässigen Werte für Strahlung überschritten werden würden (Heinen, 1997).

Die Roheisenerzeugung aus Eisenerz erfolgt in Hochöfen, welche im Dreischichtbetrieb laufen. Neben Eisenerz wird auch noch Koks zugeführt. Sauerstoff, welcher in Eisenerzen chemisch gebunden ist, wird mit Hilfe von Reduktionsgas gebunden und entfernt. Um Reduktiongas erzeugen zu können, wird in dem unteren Teil des Hochofens heiße Luft eingeblasen. Dadurch wird der in den Brennstoffen enthaltene Kohlenstoff mit dem in der Luft enthaltenen Sauerstoff in Kohlenmonoxid umgewandelt. Bei dieser exothermen chemischen Reaktion entstehen sehr hohe Temperarturen von 2000°C. Neben der Reduktion des Erzes wird das darüber liegende Material (Koks und Möller) erwärmt. Die in den eingesetzten Materialien enthaltenen Begleitelemente werden als Schlacke in einer flüssigen Form aus dem Hochofen entfernt (Roos & Maile, 2008).

Um einen Eisenwerkstoff als Stahl zu bezeichnen, darf der Kohlenstoffgehalt maximal 2,1 Prozent betragen. Die Absenkung des Kohlenstoffgehaltes im Roheisen wird durch Zufuhr von Sauerstoff erreicht. Durch diesen Vorgang „verbrennt“ der Kohlenstoff zu Kohlendioxid ($C+O_2 \rightarrow CO_2$). In demselben Arbeitsgang müssen die Begleitstoffe, wie

Phosphor, Silizium, Schwefel und Mangan reduziert werden, sodass die gewünschten Eigenschaften des Endproduktes erreicht werden (Knobloch und Schneider, 2006).

Das Elektrostahlverfahren wird angewendet, wenn Stahlschrott als Ausgangsprodukt für die Herstellung von Stahl herangezogen wird (Weißbach et al., 2014).

Bei diesem Verfahren wird Strom durch Graphitelektroden geleitet. Der dadurch entstehende Lichtbogen liefert die nötigen Temperaturen um Eisenschwamm, Roheisen oder Schrott zu schmelzen. Der für das „frischen“ erforderliche Sauerstoff stammt zum einen aus Stahlschrott und wird zusätzlich eingeblasen. Durch den Einsatz von Stahlschrott können im Vergleich zu Stahl aus Erzen ca. 60 Prozent an Energie eingespart werden (Roos & Maile, 2008).

3.2.2 Aluminium

Tagtäglich trifft man auf Produkte aus Aluminium. Als Beispiele können neben Kraftfahrzeugen und Flugzeugen auch eine Vielzahl an Lebensmittelverpackungen und speziell im Bauwesen Leichtdächer genannt werden. Um Aluminium herstellen zu können, wird Bauxit benötigt. Dieses Material zählt zu den Bodenschätzen, welche hauptsächlich in der Nähe des Äquators zu finden sind. Der Großteil des benötigten Bauxits wird in Australien, Brasilien und China bergmännisch gewonnen (global 2000.at, 2018). Im ersten Schritt des Herstellungsprozesses muss das Aluminiumoxid aus dem Erz gewonnen werden. Aus wirtschaftlichen und technischen Gründen wird die Tonerde mit Hilfe des Bayer-Verfahrens aus dem Bauxit extrahiert. Hierbei wird das fein gemahlene Bauxit mit Ätznatron vermengt (Havlík, 2008). Für diesen Vorgang wird neben Alkalilauge auch Energie benötigt. Bei diesem Prozess entsteht als Abfallprodukt Rotschlamm (Quinkertz ,2002). Für die Produktion von einem Kilogramm metallischen Aluminiums werden 24 kWh an elektrischer Energie benötigt. Sekundäraluminium stellt eine Alternative zu Primäraluminium dar. Derzeit werden lediglich 33 Prozent des produzierten Aluminiums recycelt. Gründe hierfür liegen zum einen in der Schwierigkeit die unterschiedlichen Aluminiumlegierungen für den Verwertungsprozess aufzubereiten und zum anderen wird Aluminium aus Haushaltsabfällen nicht zurückgewonnen (Bundesministerium für Gesundheit, Sektion II, 2014). Durch die Verwertung von Sekundäraluminium werden Energieeinsparungen bis zu 95 Prozent erzielt. Bei entsprechender Reinheit des Aluminiumschrottes kann Aluminium mehrmals recycelt werden, ohne Qualitätsverluste hinnehmen zu müssen (Havlík, 2008).

3.2.3 Holz

Angesichts des fortschreitenden Klimawandels gewinnt der Rohstoff Holz zunehmend an Bedeutung. Die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten bilden in Kombination mit der Regenerationsfähigkeit der Wälder optimale Voraussetzungen für die Nutzung von Holz in der Bauwirtschaft.

Fauna und Flora leben in gewisser Weise in einer Symbiose miteinander. Menschen und Tiere produzieren aus der Nahrung und dem Sauerstoff CO_2 als gasförmiges Abfallprodukt. Pflanzen benötigen hingegen für deren Wachstum neben Sonnenlicht und Wasser auch CO_2, aus welchen sie durch Photosynthese Zucker und Sauerstoff produzieren. Wälder bieten zusätzlich auch Lebensräume für Tiere und stellen in regenreichen Gebieten einen Wasserspeicher dar. Dadurch werden Überflutungen und Murenabgänge vermindert. Durch die Bindung von CO_2 stellen die Wälder wichtige Kohlenstoffspeicher dar. Die in Punkt 2.4.6.2 angeführten Daten lassen darauf schließen, dass der jährliche Zuwachs des Waldes von rund 4 Millionen Kubikmeter[42] Holz eine Vergrößerung des Kohlenstoffspeichers von rund 625.000 Tonnen darstellt (ProHolz Austria - Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzindustrie, 2018).

In den österreichischen Wäldern wachsen jedes Jahr rund 30 Millionen Festmeter an Holz nach. Der Holzeinschlag beträgt rund 26 Millionen Festmeter. Die österreichischen Wälder erfüllen eine Vielzahl an Aufgaben. Zu den essentiellen Aufgaben zählen unter anderen die wirtschaftliche Komponente und der Aspekt der Schutzwälder (ProHolz Austria - Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzindustrie, 2018).

Durch gezielte Optimierung der Eigenschaften der Hölzer entsteht eine Vielfalt an Konstruktionshölzern.

Konstruktionsvollholz

Als einer der wichtigsten Vertreter der Holzprodukte gilt das Konstruktionsvollholz. Technisch getrocknetes KVH zeichnet sich durch Formbeständigkeit, sowie Resistenz gegen Beschädigung durch nachträgliche Verformung aus. Technisch getrocknete Hölzer weisen Wassergehälter von 15 (+- 3%) auf. Um die Qualität des Holzes sicherzustellen, werden diese vorab visuell in drei Sortierklassen oder maschinell in fünf Sortierklassen nach ihren Eigenschaften eingeteilt (Colling, 2008).

[42] 1 Festmeter entspricht 1 Kubikmeter feste Holzmasse

Brettschichtholz

Brettschichthölzer bestehen aus mehreren unter Druckeinwirkung übereinander verleimten Vollholzlamellen. Dadurch können im Vergleich zu Konstruktionsvollholz höhere Lasten aufgenommen, oder größere Spannweiten überwunden werden. Als Bindemittel werden Kunstharzleime eingesetzt. Um die Trägerlänge zu vergrößern, werden die einzelnen Holzlamellen mittels Keilzinkung zusammengefügt. Aus Brettschichtholz können auch gebogene Bauteile hergestellt werden (Moro, 2009).

Brettsperrholz

Die Herstellung von Brettsperrholz erfolgt durch lageweises verkleben von Holzlamellen. Der Unterschied zu den Brettschichthölzern liegt darin, dass die Lagen untereinander um 90° gedreht sind. Für die Herstellung dieser flächigen Produkte werden mindestens drei Holzlagen miteinander verleimt. Durch den speziellen Aufbau sind Kreuzlagenhölzer formstabil. Die Verwendungsmöglichkeiten bieten sich in Decken- als auch Wandkonstruktionen an (Deutscher Säge- und Holzindustrie Bundesverband e.V., 2015).

Drei- Schicht- Massivholzplatten

Die beiden Decklagen werden mit der Mittellage heißverklebt. Durch die hohe Tragkraft und die guten Eigenschaften hinsichtlich der Formbeständigkeit können diese Produkte in verschiedensten Holzkonstruktionen Verwendung finden (Deutscher Säge- und Holzindustrie Bundesverband e.V., 2015).

Thermoholz

Thermoholz wird für mehrere Stunden unter Ausschluss von Sauerstoff erhitzt. Da Thermohölzer verbesserte Eigenschaften hinsichtlich der Wasseraufnahme und Pilzbefall aufweisen, stellen diese eine gute Alternative zu Tropenhölzern dar (Deutscher Säge- und Holzindustrie Bundesverband e.V., 2015).

Hinsichtlich der Verwertung von Holz muss zwischen unbehandelten und behandelten Althölzern unterschieden werden. Althözer, welche durch den Einsatz chemischer Mittel gefährliche Eigenschaften aufweisen, sowie stark verunreinigtes Holz, müssen in geeigneten thermischen Anlagen behandelt werden. Als Beispiele können an dieser Stelle imprägnierte Hölzer, Fenster- und Türstöcke, sowie Brandholz angeführt werden. Derartige Abfälle müssen direkt vor Ort getrennt erfasst, gelagert und abtransportiert werden (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017). Im §3 Z15 der RecyclingholzV wird der Begriff Recyclingholz als Altholz definiert, welches den

Vorgaben nach Anhang 1 und Anhang 2 entspricht und somit einem Recyclingprozess in der Holzwerkstoffindustrie zugeführt werden kann. Bei der Verwertung von Recyclingholz in der Holzwerkstoffindustrie darf es zu keinerlei Anreicherung an Schadstoffen in den Kreisläufen der Produkte kommen. Die geltenden Grenzwerte richten sich nach dem Anteil an Recyclingholz in den Produkten. Abfallende wird erreicht, wenn Althölzer qualitativ den Naturhölzern entsprechen (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017). Wenn ein und derselbe Rohstoff vor der energetischen Verwertung mehrmals stofflich genutzt wird, stellt diese Art des Rohstoffeinsatzes eine Kaskadennutzung dar (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, 2009).

3.2.4 Dämmstoffe

Dämmstoffe, welche im Bauwesen eingesetzt werden, bestehen aus Naturfasern oder künstlich hergestellten Fasern. Der Überbegriff der Naturfasern kann in faserförmige Minerale und in tierische bzw. pflanzliche Fasern unterteilt werden. Zu den bekanntesten faserförmigen Mineralen zählen Asbest und Erionit. Die Gruppe der tierischen und pflanzlichen Fasern enthält neben Schur- und Baumwolle auch Cellulose, Flachs und Hanf. Die Gruppe der künstlich hergestellten Fasern kann in die Untergruppe der anorganischen Synthesefasern und der organischen Synthesefasern unterteilt werden. Die als Dämmstoffe in der Baubranche eingesetzten Faserstoffe sind glasartige Fasern aus der Gruppe der anorganischen Synthesefasern. Hierzu zählen Glaswolle, Steinwolle, Schlackenwolle, etc. (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), 2011).

Stein – und Glaswolle

Für die Herstellung von Steinwolle wird neben Diabas und Basalt auch Dolomit und Kalkstein, sowie gereinigtes Altglas eingesetzt. Mineralwolle, welche bei der Produktion als Ausschuss anfällt, wird mit Zementmörtel gebunden und dem Produktionsprozess erneut zugeführt. Um Glaswolle herstellen zu können, müssen Altglas oder Rohstoffe wie Quarzsand, Kalk, Tonerde- und Alkaliverbindungen zur Verfügung stehen. Altgläser können sowohl aus der Glasproduktion, als auch aus der Fensterproduktion eingesetzt werden (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), 2011).

Im ersten Schritt der Produktion von Glaswolle werden die einzelnen Komponenten im richtigen Verhältnis miteinander vermengt. In einer Schmelzwanne wird das

Rohstoffgemisch zusammen mit Resten aus der Produktion bei einer Temperatur von 1300 °C geschmolzen und im Anschluss durch feine Düsen geschleudert, sodass feine Glasfasern entstehen. Nachdem die Fasern aus den Düsen ausgetreten sind, werden diese mit Hilfe von Bindemitteln in eine stabile Form überführt. Im letzten Schritt der Produktion wird das Vlies mit Hilfe eines Förderbandes in einen Härteofen verbracht, in welchem die Bindemittel (Harze) aushärten. Im Anschluss wird das fertige Produkt verpackt, zwischengelagert und ausgeliefert (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), 2011). Das Recycling von Glaswolle-Resten beschränkt sich derzeit lediglich auf Produktionsabfälle. Abfälle, welche auf Baustellen oder bei Abbrucharbeiten anfallen, werden nicht wiederverwertet, da die Transportkosten derzeit ein wirtschaftliches Recycling nicht ermöglichen. Weitere Verwertungsmöglichkeiten bieten die Ziegelindustrie, welche Glaswolle-Reste als Porosierungsmittel einsetzt und die Asphalthersteller, welche Glaswolle als Zuschlagstoff heranziehen (Huber, 2013).

Steinwolle kann mit Hilfe von zwei verschiedenen Verfahren hergestellt werden. Zum einen kann Steinwolle wie auch Glaswolle in einer Schmelzwanne und dem Düsenblasverfahren hergestellt werden, zum anderen kann diese in einem Kupolofen und mit dem Walzenspinnverfahren erzeugt werden. Das erste Produktionsverfahren ist ident mit dem Herstellungsverfahren der Glaswolle. Die einzigen Unterschiede liegen in der höheren Temperatur von 1500 °C und der Erhärtung der Bindemittel mit Hilfe eines Tunnelofens. Bei dem zweiten Herstellungsverfahren wird das Gestein, Kalk, Koks und Formsteine im richtigen Mischungsverhältnis miteinander vermengt und im Anschluss bei Temperaturen von 1400 – 1500 °C geschmolzen. Die geschmolzene Gesteinsmasse wird im folgenden Schritt im Walzenspinnerverfahren zerfasert und mit einem Bindemittel benetzt, welches anschließend in einem Härteofen bei 200 – 300 °C erhärtet (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), 2011). Hinsichtlich des Themas Recycling bietet die Firma Rockwool an, Dämmstoffreste von privaten Kunden, sowie Entsorgungsbetrieben zurückzunehmen. Voraussetzung hierfür ist, dass das Material von der jeweiligen Stelle zum Werk gebracht wird. Da die Firma Rockwool in Österreich keine Produktionsstätte betreibt, sind die Transportkosten zu hoch, um ein Dämmstoffrecycling in Österreich rentabel betreiben zu können. Aus diesem Grund werden Dämmstoffabfälle in Österreich derzeit deponiert. Neben der Rückführung in den Produktionsprozess können Steinwollreste auch verflockt werden. Das hierbei gewonnene Granulat kann als Dämmstoff in Bauteile eingeblasen werden (Huber, 2013).

Dämmstoffe werden zunehmend auch aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Zum Einsatz kommen hierfür unter anderem Kork, Holzfasern, Hanf und Schafwolle (Huber, 2013). Hinsichtlich der Wärmedämmung wurden in den oben präsentierten Wohnformen lediglich Produkte aus Hanf und Schafwolle eingesetzt. Aus diesem Grund werden an dieser Stelle nur diese beiden Varianten der Wärmedämmung aus nachwachsenden Rohstoffen näher erläutert.

Hanf

Dämmstoffe aus Hanf gelten aufgrund der enthaltenen Kieselsäure als unempfindlich gegen Feuchtigkeit und Schimmelbildung. Da Hanf von Natur aus keine Eiweiße, jedoch Bitterstoffe enthält, meiden tierische Schädlinge wie Motten Wärmedämmungen dieser Art. Als Brandschutzmittel werden meist Borsalze hinzugefügt. Die Wärmeleitfähigkeit von Produkten aus Hanf entspricht 0,04 – 0,05 W/mK. Ein weiterer positiver Aspekt der Hanfpflanzen liegt in der hohen Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge. Diese Kulturpflanzen wachsen obendrein auch schnell und müssen weder gedüngt noch mit Pestiziden behandelt werden (Brocza, 2007). Aufgrund der Zugabe von Borsalzen und Stützfasern gelten Dämmstoffe aus Hanf nur bedingt als kompostierbar (Lang, 2007). In Abhängigkeit des Anteils an Stützfasern beträgt der Heizwert zwischen 12,3 MJ/kg TM und 16,9 MJ/kg TM. Aufgrund des hohen Heizwertes eignen sich Dämmstoffe aus Hanf gut für thermische Verwertung (Huber, 2013).

Schafwolle

Schafwolle besteht aus dem Eiweiß Keratin. Aus diesem Grund müssen derartige Dämmstoffe durch Zugabe von Chemikalien oder Borsalz vor tierischen Schädlingen geschützt werden. Die Wärmeleitfähigkeit kann mit jener von Hanfprodukten verglichen werden. Schafwolle kann bis zu 30 Prozent seiner Masse an Wasser aufnehmen und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgeben ohne seine Eigenschaften zu verändern. Ebenfalls positiv wirkt sich die Bindungsfähigkeit von Formaldehyd aus der Raumluft aus. Dämmstoffe aus Schafwolle sind schwer brennbar und entsprechen somit der Brandschutzklasse B1. Als nachteilig könnte sich eine gewisse Geruchsbelastung erweisen (Lang, 2007). Aufgrund des hohen Heizwertes von 20,43 MJ/kg TM können Dämmstoffe aus Schafwolle einer thermischen Verwertung zugeführt werden (Huber, 2013).

3.3 Gebäudebewertungssysteme

Die Errichtung und spätere Nutzung von Gebäuden zieht einen erheblichen Energieverbrauch nach sich. Neben dem hohen Energieeinsatz werden sehr viele unterschiedliche Rohstoffe verbraucht, welche nach dem Abbruch teilweise nicht verwertet werden können und somit deponiert werden müssen (Yudelson, 2007). Aus diesem Grund wird es zukünftig immer wichtiger, Gebäude zu errichten, welche in jeder Phase des Lebenszyklus die Ressourcen schonen.

Das Ziel aller Gebäudebewertungssysteme liegt darin, „grüne Gebäude“ hinsichtlich ihrer Qualität und Nachhaltigkeit zu bewerten. Die Kriterien schließen verschiedene Bereiche des nachhaltigen Bauens mit ein. In der Gebäudezertifizierung werden sowohl die Planung und der Bau, als auch der spätere Betrieb anhand von definierten Benchmarks bewertet. Derzeit stehen weltweit fünf Gebäudezertifizierungssysteme parallel in Gebrauch (Bauer at all, 2013). Die parallel verwendeten Bewertungssysteme sorgen für Unsicherheiten in der Baubranche. Aus dieser Sicht wäre es durchaus sinnvoll, eine Vereinheitlichung auf europäischer oder globaler Ebene zu erreichen (oegnb.net, 2018).

3.3.1 Deutsches Gütesiegel für nachhaltiges Bauen (DGNB):

Die Abkürzung DGNB steht zum einen für „Deutsches Gütesiegel für nachhaltiges Bauen“ und zum anderen für „Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen“. Die ÖGNI versucht derzeit, die Ansätze des DGNB in Österreich zu implementieren. Ziel des DGNB ist es, einen internationalen Standard für die Bewertung von Gebäuden zu schaffen (oegnb.net, 2018). Das DGNB-Bewertungssystem möchte eine Bewertung der Qualität eines Gebäudes aufgrund von vielerlei Eigenschaften erreichen. Die Grundlage für die Bewertung bildet eine Skala über zehn Punkte. Die Kriterien umfassen hierbei die Prozessqualität, die technische Qualität, die ökologische Qualität, sowie die ökonomische Qualität und die soziale Qualität. Eine gesonderte Bewertung wird für die Standortqualität vorgenommen, da diese nicht in der Gesamtbewertung berücksichtigt wird. Mit Ausnahme der Prozessqualität wird jede der fünf Bewertungskriterien mit 22,5 Prozent gewichtet. Die Prozessqualität findet mit einer Gewichtung von zehn Prozent Eingang in die Bewertung. Die Auszeichnung erfolgt in „Gold“, wenn mindestens 80 Prozent der Punkte erreicht werden. „Silber“ wird vergeben, wenn zumindest 67 Prozent erreicht werden. Die dritte Auszeichnung „Bronze“ erfolgt, wenn über 50 Prozent der Gesamtpunkte erreicht werden (Bauer et al, 2013).

3.3.2 BREEAM

Das in den 1980er Jahren in Großbritannien entwickelte Gebäudebewertungssystem zählt zu den ältesten weltweit. Eine Besonderheit dieses Bewertungssystems liegt darin, dass je nach Gebäudekategorie individuelle Kriterien zu Grunde liegen. Der Bewertungskatalog wird in 10 Kategorien unterteilt (ibo.at, 2018). Die nachstehende Tabelle enthält nur acht Kategorien, da die in Kategorie sechs angeführten „Materials & Waste“ [nach ibo] als zwei Kategorien gelten. Die Kategorie 10 „Innovation“ wurde in dem Leitfaden für nachhaltiges Bauen von Bauer et al. ebenfalls nicht berücksichtigt. Da die nachstehende Tabelle in Anlehnung an den Leitfaden für nachhaltiges Bauen erstellt wurde, können hinsichtlich der Gewichtung lediglich die acht Kategorien berücksichtigt werden.

Kategorie	Bezeichnung	Gewichtung [%]	Inhalt
Kategorie 1	Management	12	Prozesse in Planungs- und Bauphase
Kategorie 2	Health & Wellbeing	15	Umfasst Gesundheit und Behaglichkeit
Kategorie 3	Energy	19	Energieaufwand in der Nutzungsphase
Kategorie 4	Transport	8	Beinhaltet die Infrastruktur zum und im Gebäude
Kategorie 5	Water	6	Berücksichtigt den Wasserbedarf in der Nutzungsphase
Kategorie 6	Materials & Waste	20	Bewertet die eingesetzten Baumaterialien
Kategorie 7	Land Use	10	Berücksichtigt die Inanspruchnahme von Grund und Boden
Kategorie 8	Pollution	12	Beinhaltet die Schadstoffemissionen in der Nutzungsphase

Tabelle 5: Kriterienkatalog des BREEAM – Systems Eigendarstellung nach (Bauer et al, 2013)

Die Bewertung an sich erfolgt in Abhängigkeit der erreichten Punktezahl in fünf Stufen. Die höchste Auszeichnung „Herausragend“ wird ab 85 Prozent der Punkte vergeben. Ab

70 Prozent der Gesamtpunkte wird das betreffende Gebäude mit „Exzellent“ ausgezeichnet. Wenn 55 Prozent der Gesamtpunkte erreicht wurden, erfolgt eine Bewertung mit „sehr gut“. Bei Erreichen von 45 Prozent der Punkte erhält das Bauwerk die Bewertung „Gut“. Die schlechteste Bewertung wird für 30 Prozent mit der Bezeichnung „zertifiziert“ vorgenommen. Unter 30 Prozent erfolgt keine Bewertung (Bauer et al, 2013).

3.3.3 LEED

Dieses Gebäudezertifizierungssystem wurde in Nordamerika von dem US Green Building Council entwickelt und ist seit 1998 auf dem Markt (Bauer et al, 2013).

LEED wird von einer Vielzahl an Beteiligten in der Bauwirtschaft und der öffentlichen Hand gefördert. Speziell im internationalen Bereich wird dieses Bewertungssystem von Investoren bevorzugt (www.ibo.at, 2018).

Kategorie	Bezeichnung	Gewichtung [%]	Inhalt
Kategorie 1	Sustainable Sites	26	Standort und Außenraum
Kategorie 2	Water Efficiency	10	Berücksichtigt den Wasserbedarf in der Nutzungsphase
Kategorie 3	Energy & Atmosphere	35	Energieaufwand in der Nutzungsphase
Kategorie 4	Materials & Resources	14	Bewertet die verwendeten Baumaterialien
Kategorie 5	Indoor Environmental	15	Berücksichtigt die Aspekte Gesundheit und Behaglichkeit
Kategorie 6	Innovation in Design Process	6	Besonderheiten und LEED AP
Kategorie 7	Regional Priority		Förderung von regionalen, umweltrelevanten Aspekten

Tabelle 6: Kriterienkatalog des LEED – Systems Eigendarstellung nach (Bauer et al, 2013).

Die Zertifizierung in dem LEED – Bewertungssystem umfasst vier Stufen. Für die höchste Stufe „Platin“ müssen mindestens 80 Punkte erreicht werden. Um ein Zertifikat in „Gold“ zu erhalten, sind mindestens 60 Punkte erforderlich. Ein Gebäude erhält eine

Zertifizierung in „Silber“, wenn 50 Punkte erreicht werden. Die schlechteste Kategorie „zertifiziert“ wird erreicht, wenn mindestens 40 Punkte erreicht werden. Bei weniger Punkten wird kein Zertifikat ausgestellt (Bauer et al, 2013).

3.3.4 Green Star

Das Green Star Bewertungssystem wurde 2003 in Australien eingeführt (Bauer et al, 2013). Die aktuellste Version stammt aus dem Jahr 2016. Dieses System umfasst 8 Kategorien. Der Anwendungsbereich umfasst eine Vielzahl an Gebäudetypen, als auch Bauzustände. Zu den Bewertungskategorien zählen neben dem „Management“ und dem „Wohnkomfort“ auch die Kategorie „Energie“, sowie „Transport“. Weitere Kategorien sind „Wasser“, „Material“, „Flächenverbrauch & Ökologie“, sowie „Emissionen“ und „Innovation“. Die Zertifizierung erfolgt in einem „Sternesystem“. Bei Erreichen von 10-44 Punkten werden zwischen einem und drei Sternen vergeben. Diese Bewertung reicht von „Minimum Practice“ über „Average Practice“ zu „Good Practice“. Ab 45 Punkten wird eine Bewertung von vier Sternen „Best Practice“, ab 60 Punkten von fünf Sternen „Australian Excellence Level“ vorgenommen. Die höchste Auszeichnung von sechs Sternen „World Leadership“ wird bei Erreichen von mindestens 75 Punkten verliehen (Mattoni et al, 2018).

3.3.5 CASBEE

CASBEE wurde für die Gebäudebewertung in Japan entwickelt. Dieses System bindet neben der Bauphase, die Sanierungsphase und die Nutzungsphase mit ein. Der Schwerpunkt von CASBEE liegt in der Energieeffizienz. Die Bewertung erfolgt anhand des Verhältnisses von Q und L. Der Buchstabe Q steht für „Building Environmental Quality & Performance. Das im Zähler angegebene Q wird in drei Gruppen (Q1 – Q3) und in insgesamt zehn Untergruppen geteilt. „L“ steht für „Building Environmental Loadings“ und wird wie auch „Q“ in drei Gruppen und weiter in zehn Untergruppen unterteilt. Jede Untergruppe wird mit einem Gewichtungsfaktor versehen. Die Bewertung erfolgt in fünf Stufen: „Superior (S)“, „Very Good (A)“, „Good (B+)“, „Slightiy Poor (B-)“ und „Poor (C)“ (Mattoni et al, 2018).

4 Bewertung von temporären Unterkünften

Um einen Einblick in die Thematik der Gebäudezertifizierung zu erhalten, wurden im Punkt 3.3 die bedeutendsten Zertifizierungssysteme angeführt. Gebäudezertifizierungssysteme betrachten die Bauwerke in ihrer Gesamtheit über den gesamten Lebenszyklus, von der Planung bis hin zum Recycling (Bauer et al, 2013). Für die Bewertung von temporären Bauwerken können die Kriterien aus den bereits entwickelten Gebäudebewertungssystemen angewendet werden. Wie in Punkt 1 bereits beschrieben wurde, liegt der Einsatzbereich von temporären Gebäuden vermehrt in der Bereitstellung von Wohnräumen nach Naturkatastrophen, wie zum Beispiel Erdbeben oder Überflutungen. Da die Errichtung von Notunterkünften zeitnahe nach einem solchen Ereignis erfolgen muss, können hier keine lange Planungsphase und Projektstudien, wie bei konventionellen Bauwerken, durchgeführt werden. Bei der Errichtung von temporären Unterkünften für Studenten oder Asylwerber, welche keine Notunterkünfte darstellen, können Anforderungen an Grundstücke, wie Lage und Verkehrsanbindung (vgl. Bierbaumer, 2017) als Auswahlkriterium Eingang finden. Da an dem Planungsprozess sehr viele verschiedene Akteure beteiligt sind, und Grundstücke möglicherweise für die Zeitdauer der Nutzung lediglich gemietet werden, kann es zu einer Einschränkung in der Auswahl an zur Verfügung stehenden Grundstücken kommen. Als Beispiel könnte man Grundstücksbesitzer anführen, welche Bereitschaft zum Verkauf, nicht aber zur Vermietung signalisieren. Ein weiterer Grund für die Ausgliederung der Kategorie „Grundstücke“ im Kriterienkatalog für die Bewertung temporärer Unterkünfte liegt darin, dass diese nicht für ein konkretes temporäres Bauwerk erfolgen soll, sondern als Entscheidungshilfe für spätere Anwender, wie beispielsweise Hilfsorganisationen, dienen soll. Im Unterschied zu den gängigen Gebäudezertifizierungssystemen sollte an dieser Stelle lediglich das temporäre Bauwerk an sich betrachtet werden.

Die Kategorie „Flächenverbrauch“, welche in den Gebäudezertifizierungssystemen BREEAM und Green Star explizit miteingebunden wurde, kann für die Bewertung von temporären Bauwerken ebenfalls entfallen. Der Grund hierfür liegt darin, dass diese Bauwerke, wie in den Punkten 3.1.1 - 3.1.6 beschrieben wurde, ohne große Mühen aufwenden zu müssen, nahezu vollständig entfernt werden können. Lediglich Anker, welche bei der Errichtung von Traglufthallen zum Einsatz kommen, können bei deren Entfernung zu erhöhtem Aufwand führen. Die Betonfundamente, auf welchen Containerbauwerke gelagert werden, können ebenfalls problemlos mit Hilfe eines Baggers entfernt und zu einer Recyclinganlage gebracht werden.

Gebäudebewertungssysteme beinhalten unterschiedliche Kriterien. In den Kriterien, welche die Ökonomie und Ökologie eines Gebäudes berücksichtigen, werden meist alle betreffenden Aspekte des Lebenszyklus abgebildet. Neben dem Materialeinsatz wird auch der Ressourcen- und Energieverbrauch während der gesamten Lebensdauer bewertet. Durch den Einsatz von geeigneten Simulationsprogrammen kann diese Bewertung bereits während der Planungsphase erfolgen (Bauer et al, 2013). Im DGNB werden in der Bewertungskategorie „Ökologische Qualität“ neben der Ökobilanz, der Ressourcengewinnung und den Risiken für die lokale Umwelt auch noch der Trinkwasserbedarf und das Abwasseraufkommen, sowie die Flächeninanspruchnahme und die Biodiversität am Standort bewertet (dgnb-system.de, 2018). Wie in Abbildung 25 ersichtlich ist, können diese beiden Aspekte in abgewandelter Form im Kriterienkatalog für temporäre Unterkünfte wieder gefunden werden. Eine detaillierte Beschreibung erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt im Abschnitt 4.2. Die Einbindung der Kategorien „Ökonomische Aspekte“ und „Ökologische Aspekte“ rührt daher, dass sowohl die Finanzierung, als auch die Belange hinsichtlich des Umweltschutzes von großer Bedeutung in der Kaufentscheidung durch die öffentliche Hand sind. Die technische Qualität zielt bei der Bewertung des DGNB – Systems auf Aspekte wie Schallschutz, die Qualität der Gebäudehülle, Gebäudetechnik, die Reinigungsfreundlichkeit, den Rückbau und die Recyclingfreundlichkeit, sowie den Immissionsschutz und die Mobilitätsinfrastruktur ab (dgnb-system.de, 2018). Unter dem Kriterium „Technische Aspekte“ werden bei der Bewertung von temporären Wohnformen unter anderem die Anforderungen des Untergrundes, sowie die Anpassungs- und Erweiterbarkeit bewertet. Unter „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“ werden die Sicherheit, sowie der Schallschutz und weitere Nutzungsmöglichkeiten berücksichtigt. Die Thematik der Sicherheit wird in dem DGNB unter dem Kriterium „Soziokulturelle und Funktionale Qualität“ berücksichtigt. Das Kriterium „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ beinhaltet, wie in Abbildung 25 ersichtlich ist, die Aufwendungen hinsichtlich Maschinen und Personal, sowie zu beachtende Vorlaufzeiten. Als zusätzliche Unterpunkte, wurden unter „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ auch die Möglichkeit zur Erbringung von Eigenleistungen und die erforderlichen Fähigkeiten und gegebenenfalls benötigten Befähigungsnachweise mitberücksichtigt. Der Grund hierfür liegt darin, dass in Katastrophenszenarien neben ausgebildetem Personal und Fachkräften auch freiwillige Hilfskräfte für die Herstellung von Notunterkünften herangezogen werden könnten.

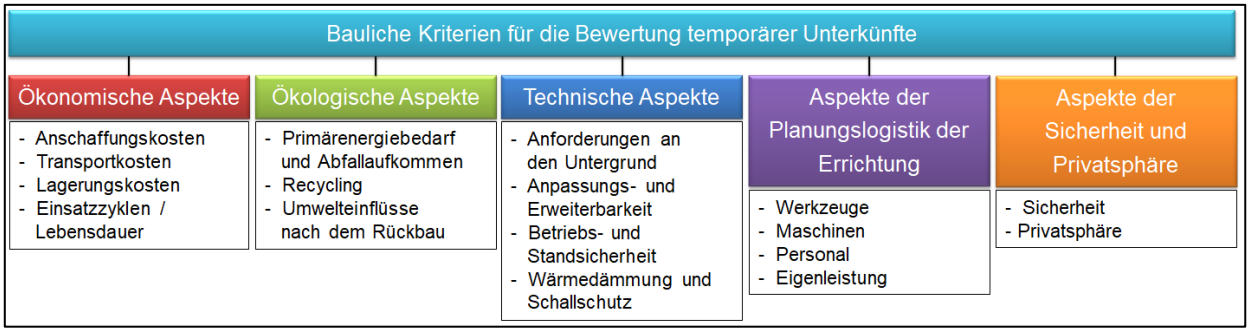

Abbildung 25: Bewertungsschema temporärer Unterkünfte – Eigendarstellung in Anlehnung an DGNB – Struktur (Bauer et al, 2013).

4.1 Bewertungssystem

Die Bewertung der in den Punkten 3.1.1 - 3.1.6 erläuterten temporären Unterkünfte erfolgt anhand eines Punktesystems, in welchen jede Unterkategorie eine Bewertung zwischen null und maximal fünf Punkten erreichen kann. An dieser Stelle sollte man bedenken, dass eine höhere Anzahl der Punkte einer besseren Bewertung entspricht. Werden für eine Kategorie fünf Punkte vergeben, so würde diese Bewertung einem „sehr gut“ in einem Schulnotensystem entsprechen. Wie in Abbildung 26 dargestellt ist, wird die Gesamtbewertung von den Kategorien „Ökonomische Aspekte“ und „Technische Aspekte“, sowie „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ am stärksten beeinflusst. Das in Abbildung 26 dargestellte Diagramm spiegelt lediglich die Gewichtung aufgrund der zu erreichenden Punkte wieder. Die angegebenen Prozentsätze sind nur gültig, wenn jede Unterkategorie mit der gleichen Anzahl an Punkten bewertet werden würde. Da dieses Bewertungsschema für temporäre Unterkünfte als Entscheidungshilfe für Nutzer, wie beispielsweise Hilfsorganisationen, dienen könnte, wurden Gewichtungsfaktoren (α_i) eingeführt. Für jede Unterkategorie kann die Relevanz von dem jeweiligen Entscheidungsträger eigenständig bestimmt werden. Die Werte für die Gewichtungsfaktoren können in dem Bereich von null bis hin zu eins beliebig gewählt werden. Bei der Wahl der Gewichtungsfaktoren muss bedacht werden, dass Unterkategorien, welche mit höheren Werten gewichtet wurden, dementsprechend stärker in das Ergebnis einfließen. Um den Einfluss der Gewichtungsfaktoren zu verdeutlichen, wird an dieser Stelle ein Beispiel angeführt. Wenn die Thematik der „Anschaffungskosten“ für den Entscheidungsträger stärker von Bedeutung ist, so muss der zugehörige Gewichtungsfaktor einen Wert von eins erhalten. Wenn eine Unterkategorie, wie beispielsweise „Eigenleistung“, für den Entscheidungsträger nicht von Relevanz wäre, müsste der zugehörige Gewichtungsfaktor kleiner gewählt werden. Wird eine Kategorie mit der Zahl eins gewichtet, so wirkt sich diese stark auf die

Bewertung aus, wird eine Kategorie mit der Zahl null gewichtet, so übt diese keinen Einfluss auf die Bewertung aus.

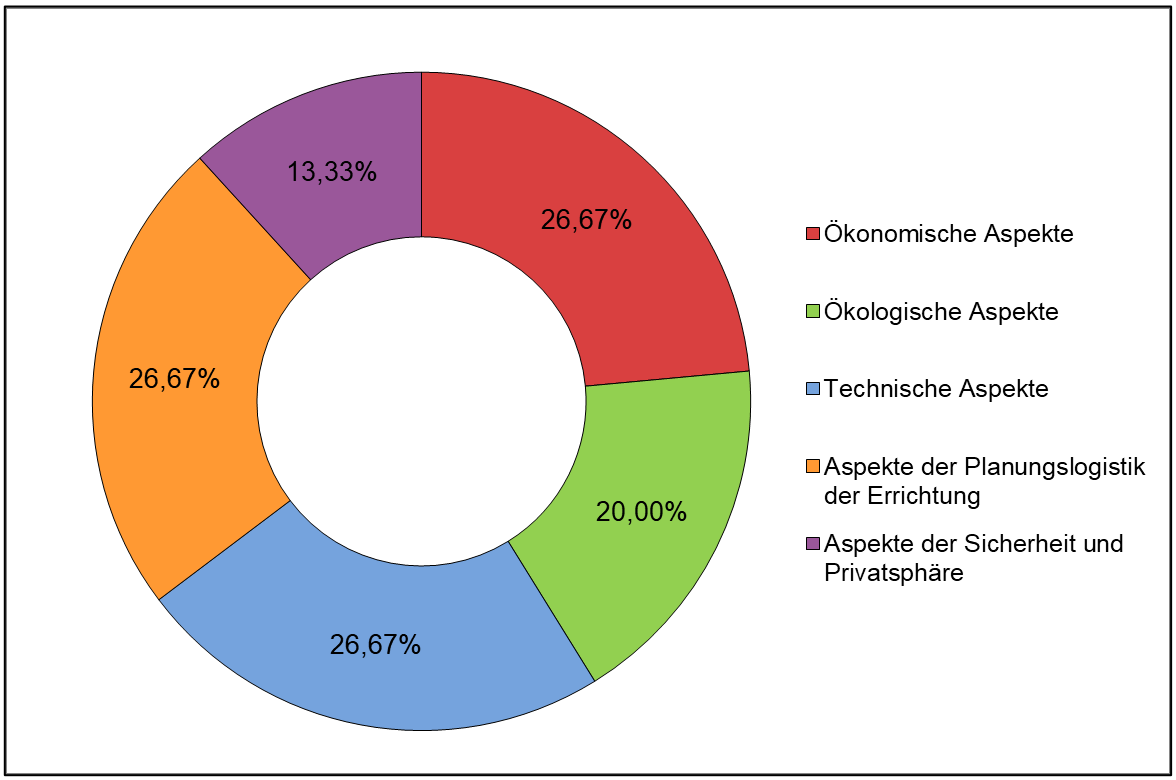

Abbildung 26: Gewichtung der Punkteverteilung von temporären Unterkünften nach Kategorien, wenn alle Gewichtungsfaktoren gleichwertig sind – Eigendarstellung in Anlehnung an DGNB (Bauer et al, 2013).

4.2 Detaillierte Beschreibung der Bewertungskriterien

In diesem Teil der Masterarbeit werden die Bewertungskriterien inhaltlich beschrieben. Der Zusammenhang zwischen dem Punkteschlüssel und den einzelnen Kriterien wird an dieser Stelle ebenfalls erläutert. Abschließend erfolgt die Bewertung der einzelnen Kategorien auf Basis der in diesem Kapitel dargestellten Zusammenhänge.

4.2.1 Ökonomische Aspekte

Wie in 4.1 beschrieben wurden, können in jeder Unterkategorie maximal fünf Punkte erreicht werden. In den „Ökonomischen Aspekten“ sind vier Unterkategorien enthalten. Multipliziert man die Anzahl der Unterkategorien mit den maximal zu erreichenden Punkten, wird ersichtlich, dass in dieser Kategorie maximal 20 mögliche Punkte zu erreichen sind. Die genaue Punkteverteilung und die dazugehörigen Eigenschaften werden im Anschluss für jede Untergruppe näher erläutert.

In der Unterkategorie „Anschaffungskosten“ sind jene finanziellen Aufwendungen berücksichtigt, welche für den Kauf einer temporären Unterkunft bereitgestellt werden müssen. Um eine verbesserte Vergleichbarkeit sicherzustellen, wurden die Preise um die steuerlichen Abgaben bereinigt. Die Begründung liegt darin, dass die Steuersätze in den jeweiligen Ländern variieren. Nebenkosten, wie Grundstückspreise oder Grundstücksmieten wurden aufgrund der großen Schwankungsbreite ebenfalls nicht berücksichtigt. Streng genommen müsste diese Kategorie „Kaufpreis“ genannt werden. Da bei manchen Systemen Nebenkosten unvermeidlich sind, wurde die Untergruppe dennoch als „Anschaffungskosten“ bezeichnet. Einen weiteren entscheidenden Aspekt in Hinsicht auf die Vergleichbarkeit stellt ein Bezug von monetären Aufwendungen zu einer zugehörigen Einheitsgröße dar. Aus diesem Grund wurde die Unterkategorie „Anschaffungskosten“ mit der Einheit [€ / m²] versehen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Anschaffungskosten der jeweiligen am Markt angebotenen Systemlösungen untereinander vergleichbar sind. Die Zuordnung der Preise zu den dafür vorgesehenen Punkten erfolgt anhand einer linearen Interpolation. Hierfür wurde ein lineares Verhältnis zwischen den Preisen und Punkten zugrunde gelegt. Aus Abbildung 27 wird ersichtlich, dass für einen theoretischen Kaufpreis von 0 [€ /m²] eine Bewertung in der Höhe von fünf Punkten vorgenommen wird. Bei Quadratmeterpreisen von mehr als 4000 Euro wird eine Bewertung mit null Punkten vorgenommen.

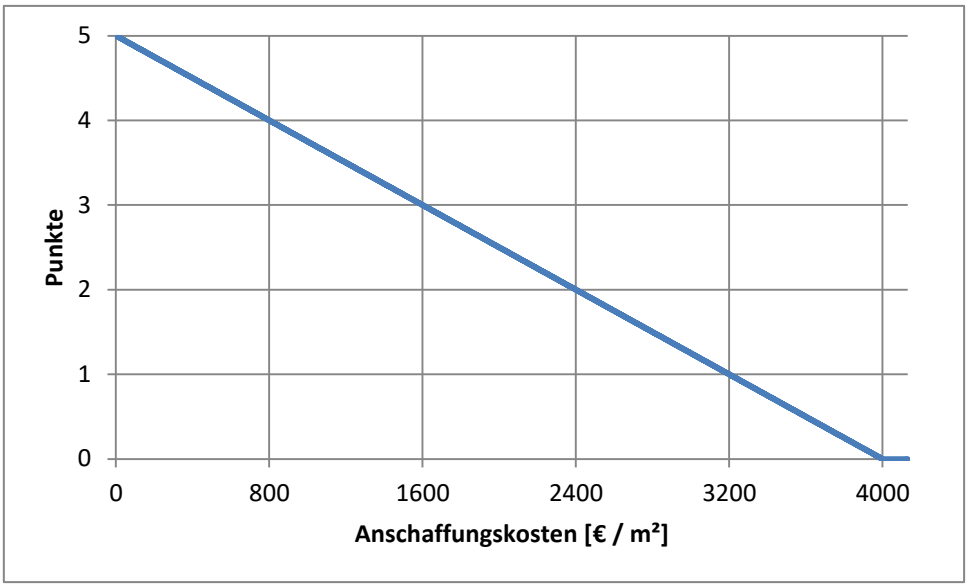

Abbildung 27: Linearer Zusammenhang zwischen Kaufpreis und Bewertung nach Punkten (Eigendarstellung).

Aus Tabelle 7 kann die Bewertung der unterschiedlichen temporären Unterkünfte für die Unterkategorie „Anschaffungskosten“ entnommen werden. Die niedrigeren Punktezahlen

der Wohnwagen und der Tiny Houses liegt daran, dass diese Aufgrund der sehr modernen Technik und Ausstattung höhere Preise je Quadratmeter aufweisen. Die klaren Vorteile dieser Systeme liegen darin, dass diese zumindest für einen gewissen Zeitraum unabhängig von externen Energiequellen betrieben werden können. Eine weitere Erklärung für die hohen Anschaffungskosten liegt in der qualitativ sehr guten Verarbeitung der Materialien im Außen- und Innenraum. Abschließend zu dem Unterkapitel „Anschaffungskosten“ sollte an dieser Stelle verdeutlicht werden, dass Tiny Houses und Wohnwägen temporäre Unterkünfte für Personen darstellen, welche einen solchen Lifestyle ansprechend finden und dementsprechend Geld investieren wollen.

	€ / m²	**Punkte**
Zelte	150,00	4,81
Container	830,00	3,96
Wohnwagen	5142,61	0,00
Tiny Houses	3088,64	1,14
Leichtbauhalle	583,59	4,27
Pneumatische Konstruktionen	101,51	4,87
MC Cube	2000,00	2,50

Tabelle 7: Aufschlüsselung der Punkte der Unterkategorie „Anschaffungskosten“.

Eine weitere Unterkategorie der „Ökonomischen Aspekte“ bilden die Transportkosten. Der Transport umfasst eine Reihe von Themengebieten. Die Einbindung kann aufgrund der gewählten Rahmenbedingungen in unterschiedliche Kategorien erfolgen. Wenn man beispielsweise die durch den Transport entstehenden Emissionen als Indikator heranziehen würde, so müsste diese Unterkategorie unter den „Ökologischen Aspekten“ angeführt werden. Wenn man die logistischen Herausforderungen, wie die Planung der Route und die Auswahl der geeigneten Transportmittel für die Bewertung zugrunde legen würde, wäre die Unterkategorie bei „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ einzuordnen. Die Entscheidung, den Transport anhand der Kosten in die Kategorie der „Ökonomischen Aspekte“ einzubinden kommt daher, dass die Kosten von zwei wesentlichen Faktoren beeinflusst werden. Zum einen erhöhen sich die Transportkosten

mit steigender Distanz der Örtlichkeiten aufgrund der Fahrzeit, sowie dem höheren Kraftstoffverbrauch und der Wertminderung durch die Abnutzung des Fahrzeuges. Zum anderen werden die Kosten von den eingesetzten Transportmitteln beeinflusst. Da die Transportkosten, wie bereits erwähnt wurde, von verschiedenen Faktoren abhängen, sind diese für jedes Projekt individuell zu kalkulieren. Dadurch können an dieser Stelle keine expliziten monetären Angaben gemacht werden. Die Punkte werden unter Einbindung des erforderlichen Transportmittels festgelegt. Wenn der Transport ohne Einsatz von Hilfsmitteln durchgeführt werden kann, ist eine Bewertung in der Höhe von fünf Punkten angemessen. Als Beispiel sind leichte Konstruktionen zu nennen, welche ohne Mühe von Personen getragen werden können. Leichte Konstruktionen, welche mit einer Sackkarre oder einem Schubkarren transportierbar sind, wurden mit vier Punkten bewertet. Drei Punkte sind in der Bewertung gut zu schreiben, wenn die temporäre Unterkunft aus eigenem Antrieb den Standort wechseln kann. Ein Beispiel hierfür sind Wohnmobile. Temporäre Unterkünfte, welche nur mit Hilfe von Kraftfahrzeugen bis zu einem Höchstzulässigen Gesamtgewicht von 7,5 t einen Standortwechsel vollziehen können, wurden in der Unterkategorie „Transportkosten“ mit zwei Punkten bewertet. Für temporäre Unterkünfte, welche ein Kraftfahrzeug mit einem höheren höchstzulässigen Gesamtgewicht als 7,5 t für einen Umzug benötigen, wurde eine Bewertung in der Höhe von einem Punkt vorgesehen.

Transportmittel	**Punkten**	**Beispiele**
Tragbar	5	Zelte
Sackkarren, Schubkarren	4	-
Eigener Antrieb	3	Wohnmobil
Lastkraftwagen <7,5 t	2	Wohnwagen, Tiny Houses (Wohnwagon)
Lastkraftwagen > 7,5 t	1	Container, Leichtbauhallen, Pneumatische Konstruktionen, MC Cube
Sondertransport	0	Überlänge, Schwertransporte

Tabelle 8: Aufschlüsselung der Punkte der Unterkategorie „Transportkosten“.

In Zeiten, in welchen temporäre Unterkünfte nicht genutzt werden, müssen diese auf einem geeigneten Lagerplatz verwahrt werden. Die hierfür anfallenden Kosten sind von einer Reihe an Faktoren abhängig. Einer der wichtigsten Einflüsse auf die Lagerung stellt Anforderung an die Beschaffenheit des Lagerplatzes dar. Aus Sicht der Kosten ist der

erforderliche Bedarf an Lagerfläche und Volumen ebenfalls von Bedeutung. Die Preise von Lagerflächen, welche gemietet werden können, sind stark von dem Angebot und der Nachfrage abhängig. Während in ländlichen Gegenden günstige Lagerflächen zur Verfügung stehen, wird die Lagerung in städtischen Gebieten bedeutend teurer. Die Bewertungskriterien für die Unterkategorie „Lagerungskosten“ umfassen neben den Anforderungen an den Lagerplatz auch die benötigte Grundfläche. Der Punkteschlüssel für die Bewertung kann aus Tabelle 9 entnommen werden. Die volle Punktzahl wird an temporäre Unterkünfte vergeben, welche aufgrund der kompakten Größe einfach in Schränken oder Abstellräumen verstaut werden können. Ein Punkt wird abgezogen, wenn die Elemente stapelbar oder in einer kompakten Form ohne Witterungsschutz gelagert werden können. Klassisch stapelbar sind Wohncontainer und vergleichbare Raummodule. Eine Bewertung in der Höhe von drei Punkten kann vorgenommen werden, wenn für die Lagerung große Flächen, also ohne Möglichkeiten, Elemente zu stapeln und ohne zwingend erforderlichen Witterungsschutz, beansprucht werden. Temporäre Unterkünfte, welche für die Lagerung zwischen den Nutzungsphasen witterungsgeschützte Plätze (z.B. Überdachung durch Flugdächer) voraussetzen, erhalten zwei Punkte. Systeme, welche einen vollkommen trockenen Lagerplatz im Inneren eines Gebäudes benötigen, jedoch in einer kompakten und somit platzsparenden Form gelagert werden können, können mit einem Punkt bewertet werden. Null Punkte erhalten temporäre Unterkünfte, wenn diese an einem trockenen Platz im Innenraum gelagert werden müssen und zusätzlich große Flächen beanspruchen würden.

Randbedingungen	Punkte	Beispiele
Kompakt / Lagerung in Schrank oder Abstellkammer	5	Zelte
Kompakt / stapelbar – Lagerung ohne Witterungsschutz	4	Container / Raummodule (MC - Cube), Tragkonstruktion von Leichtbauhallen
Nicht stapelbar – Lagerung ohne Witterungsschutz	3	Mobilheime (Wohnwagen, Wohnmobile, Tiny Houses)
Lagerung – witterungsgeschützt, jedoch nicht trocken	2	Nicht allseitig verschließbare Raummodule
Kompakt – Lagerung im Innenraum	1	Planen von Leichtbauhallen, Pneumatische Konstruktionen
Nicht stapelbar oder kompakt – Lagerung im Innenraum	0	

Tabelle 9: Aufschlüsselung der Punkte der Unterkategorie „Lagerungskosten“.

Die Lebensdauer und die Frage, wie oft ein temporäres Bauwerk errichtet und rückgebaut werden kann, stehen ebenfalls im Zusammenhang mit den ökonomischen Aspekten. Bei Mobilheimen steht die Durchführung von Wartungsarbeiten in direktem Zusammenhang mit der Lebensdauer. Einen weiteren Einflussfaktor stellen die Umweltbedingungen dar. Um diese Aussage zu verdeutlichen, könnte die Versprödung von Kunststoffen unter Einwirkung von UV – Strahlen angeführt werden. Da sich die Hersteller hinsichtlich der Lebensdauer auf die Pflege und Wartung der Systemkomponenten beziehen, wurden für die Bewertung die Nutzungsdauern für die Abschreibung für Abnutzung herangezogen. Bei der Verwendung dieser Daten ist darauf hinzuweisen, dass die Nutzungsdauer der Abschreibung für Abnutzung (AfA) eine wesentlich kürzere Zeitdauer darstellt als die tatsächliche Nutzungsdauer. Die Punkte werden in ähnlicher Form wie die Anschaffungskosten berechnet. Bauwerke, welche eine Lebensdauer von mindestens 20 Jahre aufweisen, erhalten fünf Punkte. Für eine Lebensdauer von maximal einem Jahr erfolgt eine Bewertung mit null Punkten. Zwischen den beiden Grenzen wurde, wie in Abbildung 28 dargestellt, eine lineare Interpolation zugrunde gelegt.

Anlagegut	Nutzungsdauer [Jahre]
Container	10
Hallen in Leichtbauweise	14
Häuser	20
Traglufthallen	10
Wohnwagen	8

Tabelle 10: Auszug aus der AfA – Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter (Bundesministerium für Finanzen, Bundesrepublik Deutschland, 2000).

	Nutzungsdauer [Jahre]	Punkte
Zelte	1	0,00
Container	10	2,37
Wohnwagen	8	1,84
Tiny Houses	20	5,00
Leichtbauhalle	14	3,42
Pneumatische Konstruktionen	10	2,37
MC Cube	20	5,00

Tabelle 11: Aufschlüsselung der Punkte der temporären Wohnformen, anhand deren Lebensdauer.

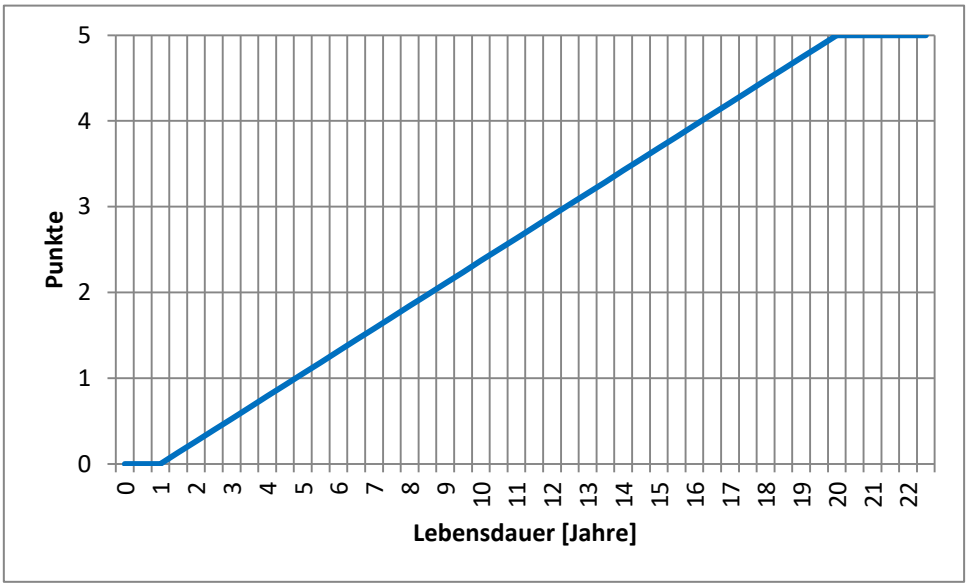

Abbildung 28: Linearer Zusammenhang zwischen der Lebensdauer und der Bewertung nach Punkten (Eigendarstellung).

4.2.1.1 Bewertung der Gruppe „Ökonomische Aspekte“

Unter dem Punkt 4.2.1 wurden die einzelnen Kriterien, welche in den jeweiligen Untergruppen angeführt wurden, näher erläutert. An dieser Stelle wird die Bewertung der einzelnen temporären Unterkünfte anhand der oben angeführten Kriterien für die Gruppe „Ökonomische Aspekte“ vorgenommen und verbal begründet. Der zugrunde gelegte Punkteschlüssel wurde ebenfalls in den Tabellen unter dem Punkt 4.2.1 angeführt.

In Tabelle 12 wurde die Bewertung auf Ebene der Untergruppen für die einzelnen Kriterien zusammengefasst. Die Bewertung der Unterkategorie „Anschaffungskosten“ wurde mittels linearer Interpolation vorgenommen.

Die Aufschlüsselung der Punkte der Unterkategorie „Transportkosten“ kann aus der Tabelle 8 entnommen werden. Zelte können aufgrund der kompakten Größe und ihres geringen Gewichts ohne Mühe von einer Person transportiert werden und erhalten deshalb fünf Punkte. Für den Transport von Raummodulen, wie Container oder Produkte der Firma MC Cube werden größere und somit auch schwere Lastkraftwagen benötigt. Pneumatische Konstruktionen und Leichtbauhallen werden mit Hilfe von größeren Lastkraftwagen an ihren Einsatzort transportiert. Wenn man mit dieser Erkenntnis den in Tabelle 8 angeführten Bewertungsschlüssel anwendet, so werden diese temporären Unterkünfte mit zwei Punkten bewertet. Bei den Mobilheimen muss hinsichtlich des Transportes zwischen denen mit und ohne eigenem Antrieb unterschieden werden. Wohnmobile können ihren Standort aus eigenem Antrieb wechseln und erhalten laut Tabelle 8 drei Punkte. Tiny Houses und Wohnwägen benötigen ein Zugfahrzeug, in Abhängigkeit ihres Eigengewichts (vgl. Berechnung von Anhängerlasten). Daher werden Wohnmobile und Tiny Houses mit zwei Punkten in die Bewertungstabelle aufgenommen. Die Bewertung der Unterkategorie „Lagerungskosten“ wurde in der Tabelle 9 in einer übersichtlichen Form dargestellt. Wie bereits in den Grundlagen angeführt wurde, weisen Zelte eine kompakte Größe auf und können ohne Probleme in Abstellräumen und Schränken verstaut werden. Deshalb werden für die Unterkategorie „Lagerungskosten“ fünf Punkte vergeben. Raummodule wie Container und die Produkte von MC Cube können in gestapelter Form bei allseitigem Raumabschluss ohne Witterungsschutz gelagert werden. Da Module, welche nicht auf allen Seiten von Wänden begrenzt sind einen Witterungsschutz bedingen, muss an dieser Stelle die Bewertung mit Bedacht darauf erfolgen. Aus diesem Grund wurde der Mittelwert aus den beiden Bewertungskriterien (vier + zwei Punkte) berechnet. In der nachstehenden Tabelle sind somit drei Punkte vermerkt. Vergleicht man die Tabelle 9 mit der Tabelle 12, so wird eine Abweichung der Punkte bei den Leichtbauhallen für die Lagerungskosten ersichtlich. Die

Erklärung hierfür liegt darin, dass die Lagerungskosten für die Tragkonstruktion mit vier Punkten und die Membrane lediglich mit einem Punkt bewertet wurde. Durch die Bildung des Mittelwertes erhält man die in Tabelle 12 angeführten 2,50 Punkte.

Für die Bewertung der Lebensdauer wurden die in der Tabelle 10 dargestellten Werte herangezogen. Die Durchführung einer Linearen Interpolation zwischen der jeweiligen Nutzungsdauer und der Grenzwerte der Punkte führt zu den Werten in Tabelle 12. Aus Abbildung 28 wird ersichtlich, dass für eine Lebensdauer bis zu einem Jahr keine Punkte vergeben werden. Zelte erhalten aufgrund ihrer vergleichsweise kurzen Lebensdauer von weniger als einem Jahr daher keine Punkte.

	Ökonomische Aspekte			
Gebäudetyp	**Anschaffungs-kosten**	**Transport-kosten**	**Lagerungs-kosten**	**Einsatzzyklen / Lebensdauer**
Zelte	4,81	5,00	5,00	0,00
Container	3,96	1,00	4,00	2,37
Wohnmobil	0,00	3,00	3,00	1,84
Tiny Houses	1,14	2,00	3,00	5,00
Leichtbauhalle	4,27	1,00	2,50	3,42
Pneumatische Konstruktionen	4,87	1,00	1,00	2,37
MC Cube	2,50	1,00	4,00	5,00

Tabelle 12: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der ökonomischen Aspekte.

4.2.2 Ökologische Aspekte

In der Kategorie der „Ökologischen Aspekte“ wird der Einsatz von Primärenergie, sowie die Gefährlichkeit von Rückständen aus der Produktion der eingesetzten Materialien bewertet. Ein weiterer Aspekt ist ein möglicher Einsatz von Produktionsabfällen als Rohstoff für andere Produktionssparten. Beispiele hierfür werden in der nachstehenden detaillierten Beschreibung der Untergruppe „Primärenergie und Abfallaufkommen“

angeführt. In der Unterkategorie „Recycling“ werden die eingesetzten Rohstoffe anhand deren Recyclingfähigkeit bewertet. Die Bewertung erfolgt anhand der Verwertbarkeit sowohl aus technischer, als auch aus rechtlicher Sicht. In der Unterkategorie „Umwelteinflüsse nach dem Rückbau“ werden die zu erwartenden Auswirkungen auf das Ökosystem berücksichtigt.

Die Aufschlüsselung sieht für die Bewertung des Primärenergieeinsatzes und des Abfallaufkommens bei der Herstellung der verwendeten Materialien fünf Punkte vor, wenn diese eine negative CO_2 – Bilanz aufweisen und zusätzlich keine Abfälle anfallen. Wie in 3.2.3 bereits beschrieben wurde, können unbehandelte Abfälle aus der Holzindustrie als Rohstoff für andere Produkte herangezogen werden. Zusätzlich binden Bäume während der Wachstumsphase CO_2 aus der Luft. Ein Punkt wird abgezogen, wenn ein bestimmtes Material eine negative CO_2 – Bilanz aufweist, jedoch während des Herstellungsprozesses Abfälle anfallen, welche keiner stofflichen Verwertung zugeführt werden dürfen. Beispiele hierfür sind Hölzer, welche gefährliche Holzschutzmittel enthalten. Eine Bewertung in der Höhe von drei Punkten erfolgt für Materialien, welche einen geringen Energiebedarf < 2.000 kWh/t aufweisen. Da der Energieverbrauch mit dem Aufkommen an CO_2 korreliert, werden Materialien, welche einen mittleren Energiebedarf (<7.000 kWh/t) aufweisen und keine gefährlichen Abfälle verursachen mit zwei Punkten bewertet. Als Beispiel könnte man an dieser Stelle Stahl nennen. Für die Herstellung von einer Tonne Stahl werden 6.650 kWh Energie verbraucht (Tröger & Schneider, 2015). Die dabei entstehenden Abfallprodukte sind neben Stäuben und Schlämmen vor allem Schlacke. Die anfallende Schlacke darf unter Einhaltung von Grenzwerten und Bestimmungen in gebundener Form im Straßenbau eingesetzt werden (Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2015). Im Hinblick auf „Primärenergie und Abfallaufkommen“ erhalten Baustoffe, deren Herstellung mit einem geringen bis mittleren Energieverbrauch, sowie der Entstehung von gefährlichen Abfällen verbunden sind einen Punkt. Keinen Punkt erhalten Baustoffe, welche große Mengen an Energie verbrauchen (>7.000 kWh/t) und gefährliche Produktionsrückstände verursachen. Unter 3.2.2 wurden diese Eigenschaften für den Werkstoff Aluminium angeführt.

Punkte	Eigenschaften	Beispiele
5	Negative CO2 – Bilanz; Abfälle als Rohstoffe einsetzbar	Unbehandeltes Holz, Holzwerkstoffe
4	Negative CO2 – Bilanz; Abfälle nicht als Rohstoffe einsetzbar	Behandelte Althölzer
3	Energiebedarf < 2.000 kWh/t	Kunststoffe
2	Energiebedarf < 7.000 kWh/t; keine gefährlichen Abfälle	Stahl
1	Energiebedarf < 7.000 kWh/t; gefährliche Abfälle	-
0	Energiebedarf > 7.000 kWh/t; gefährliche Abfälle	Aluminium

Tabelle 13: Aufschlüsselung der Punkte für die Bewertung der temporären Wohnformen aufgrund der eingesetzten Materialien anhand der Primärenergie und des Abfallaufkommens.

Die Unterkategorie „Recycling“ beleuchtet die Thematik hinsichtlich der Verwertung der eingesetzten Materialien. Aufgrund der Energieersparnis bei der Verwendung von Recyclingbaustoffen wird neben dem begrenzten Rohstoffvorkommen auch die Umwelt geschont. Da die Thematik der Nachhaltigkeit an Bedeutung gewinnt, wurde Recycling auch bei der Bewertung temporärer Unterkünfte berücksichtigt. Der Bewertungsschlüssel sieht für Baustoffe, welche ohne Einbußen hinsichtlich deren Qualitäten unbegrenzt oft recycelt werden können, fünf Punkte vor. Baustoffe, welche lediglich mit Qualitätsverlusten unendlich oft wiederverwertbar sind, werden mit vier Punkten bewertet. Baumaterialien, welche einer Kaskadennutzung zugeführt werden können, erhalten in der Unterkategorie “Recycling“ drei Punkte. Baurestmassen, die nur in begrenztem Umfang recyclebar sind, erhalten zwei von fünf möglichen Punkten. Einen Punkt erhalten Baustoffe, welche nach ihrer Lebensdauer als Ersatzbrennstoffe eingesetzt werden können. Nicht recyclebare Materialien, welche nach der Nutzung in geeigneten Deponien abgelagert werden müssen, erhalten in der Untergruppe „Recycling“ keinen Punkt.

Punkte	Eigenschaften / Bemerkungen	Beispiele
5	Ohne Qualitätsverluste unendlich oft wiederverwertbar	Stahl, Verpackungsglas
4	Mit Qualitätsverlusten unendlich oft wiederverwertbar	Aluminium (Unterschiedliche Legierungen)
3	Kaskadennutzung möglch	Unbehandelte Hölzer
2	Stofflich verwertbar	Fensterglas, Beton, Altholz und Holzwerkstoffe
1	Thermisch verwertbar	Hölzer aus dem Außenbereich, teilweise Kunststoffe
0	Nicht verwertbar – Ablagerung auf einer geeigneten Deponie	Konventionelle Dämmstoffe in Österreich (unwirtschaftlich)

Tabelle 14: Aufschlüsselung der Punkte der Wiederverwertbarkeit der eingesetzten Baustoffe.

Mit der Unterkategorie „Umwelteinflüsse nach dem Rückbau“ werden die ökologischen Aspekte vervollständigt. Beurteilt wird neben den Aufwendungen für die Rekultivierung auch, ob dauerhafte Beeinträchtigungen für das Ökosystem zurückbleiben. Temporäre Bauwerke, die durch ihre vorgesehene Nutzung keinerlei Einflüsse auf die Umwelt am jeweiligen Standort aufweisen, werden mit fünf Punkten ausgezeichnet. Für die Notwendigkeit geringfügiger Rekultivierungsarbeiten, wie beispielsweise Erneuern der Grasnarbe, wird ein Punkt abgezogen. Temporäre Bauwerke, welche den Einsatz von leicht entfernbaren Komponenten, wie Bodennägel voraussetzen, werden mit drei Punkten bewertet. Wenn nach der Entfernung der temporären Unterkunft umfassende Rekultivierungsarbeiten, wie kleinräumige Verfüllungen[43] von Hohlräumen, unerlässlich sind, wird eine Bewertung für diese Unterkategorie in der Höhe von zwei Punkten vorgenommen. Für den Einsatz von schwer entfernbaren Komponenten, wie Bodenanker wird an dieser Stelle ein Punkt vergeben. Wenn nach dem Entfernen des Bauwerkes Beeinträchtigungen für Nachnutzer oder das Ökosystem entstehen, wird eine Bewertung mit null Punkten vorgenommen. Unter Beeinträchtigungen versteht man

[43] Einsatz von Baumaschinen erforderlich

Systemkomponenten, welche nicht vollständig entfernt werden können oder gefährliche Stoffe im Boden, welche mit dem temporären Bauwerk in Verbindung stehen.

Punkte	Umwelteinflüsse / Rekultivierung	Beispiele
5	Keine negativen Einflüsse auf die Umwelt	Schraubfundamente
4	Geringe Rekultivierungsarbeiten erforderlich	Wiederherstellung der Grasnarbe
3	Einsatz von leicht entfernbaren Komponenten – Kein Einsatz von Maschinen erforderlich	Erdnägel
2	Mäßiger Aufwand an Rekultivierungsarbeiten – Baumaschinen erforderlich	Verfüllen von Hohlräumen
1	Schwer entfernbare Systemkomponenten	Anker
0	Beeinträchtigung des Ökosystems oder der Nachnutzer	Nicht entfernbare Teile, Schadstoffe im Boden

Tabelle 15: Aufschlüsselung der Punkte für die Einflüsse auf die Umwelt.

4.2.2.1 Bewertung der Gruppe „Ökologische Aspekte“

Der Punkteschlüssel wurde in den Tabellen unter 4.2.2 erläutert. An dieser Stelle wird dieser Punkteschlüssel konkret auf die temporären Unterkünfte, welche in den Grundlagen angeführt wurden, angewendet. Da sowohl temporäre, als auch stationäre Bauwerke aus einer Vielzahl an Materialien zusammengesetzt sind, werden an dieser Stelle jene bewertet, welche den größten Anteil an einer temporären Unterkunft ausmachen. Diese Aussage wird nachstehend an einem Beispiel erläutert. Wenn man ein Gebäude aus Holz heranziehen würde, so benötigt man, grob gesehen, neben Holz auch Verbindungsmittel, Wärmedämmung, eine geeignete Dachdeckung, sowie Materialien für die Gründung und den Innenausbau. Um eine Bewertung übersichtlich zu gestalten, werden an dieser Stelle die Hauptbestandteile, wie Holz, die Art der Wärmedämmung, sowie der Typ der Gründung berücksichtigt. Den Anteilen der unterschiedlichen Materialien werden an dieser Stelle eine Schätzung zugrunde gelegt. Da die eingesetzten Materialien Einfluss auf die Primärenergie, und das Abfallaufkommen, sowie die Verwertbarkeit ausüben, werden diese beiden Unterkategorien für jede temporäre Unterkunft parallel betrachtet.

Zelte, wie diese unter 3.1.1 beschrieben wurden, bestehen überwiegend aus Aluminium und Kunststoff. Unter der Annahme, dass diese Materialien in gleichen Teilen vorliegen, kann der Mittelwert aus den in Tabelle 13 angeführten Werten gebildet werden. Kunststoffe werden demnach mit drei Punkten und Aluminium mit keinem Punkt bewertet. Der Mittelwert sind 1,5 Punkte, welche an dieser Stelle in der Unterkategorie „Primärenergie und Abfallaufkommen“ in der Tabelle 16 eingetragen wurden. In gleicher Weise wurde die Bewertung für Zelte hinsichtlich des Recyclings durchgeführt. Hierbei wurde der Mittelwert aus vier Punkte für Aluminium und einem Punkt für Kunststoffe gebildet. Wie in der Tabelle 16 ersichtlich ist, wurde eine Bewertung in der Höhe von 2,5 Punkten vorgenommen.

Für die Tragstruktur von Containern werden, wie in 3.1.2 beschrieben wurde, Stahl und Holz zur Ausfachung eingesetzt. Wie in Abbildung 5 ersichtlich ist, kommt als Wärmedämmung Mineralwolle zum Einsatz. Die Verkleidung im Innenraum erfolgt mit Hilfe von unterschiedlichen Holzwerkstoffen. Die Bewertung hinsichtlich der Primärenergie erfolgt anhand der Materialien, welche für die Tragstruktur, sowie die Verkleidung herangezogen wurden. Die Ausfachung aus Holz wurde nach Tabelle 13 mit fünf Punkten, die Tragstruktur aus Stahl mit zwei Punkten und die im Innenraum verbauten Holzwerkstoffe mit vier Punkten bewertet. Der daraus resultierende Mittelwert von 3,6 Punkten wurde aufgrund der Mineralwolle, welche als Wärmedämmung zum Einsatz kommt auf 3,5 Punkte abgerundet. Der Grund hierfür liegt in dem Energieaufwand, welcher in der Herstellung von Mineralwolle steckt. Setzt man für die oben genannten Baustoffe die zugehörigen Werte aus Tabelle 14 ein, so erhält man die Bewertung für die Wiederverwertbarkeit. Für das konkrete Beispiel der Container wurden der Berechnung für die Stahlteile fünf Punkte, die unbehandelten Hölzer drei Punkte, die Holzwerkstoffe unter der vereinfachten Annahme, dass diese stofflich verwertbar sind zwei Punkte und der Mineralwolle kein Punkt zugrunde gelegt. Unter der Annahme, dass diese in etwa gleichen Teilen vorliegen, kann auch an dieser Stelle der Mittelwert gebildet werden. Wie in Tabelle 16 ersichtlich ist, wurden Container hinsichtlich des Recyclings mit 2,5 Punkten bewertet.

Wohnmobile bestehen, wie bereits in den Grundlagen beschrieben wurde aus Aluminium, Stahl, GFK und Hartschaum als Wärmedämmung. Je nach Modell machen Aluminium und Eisenwerkstoffe hinsichtlich der Masse den überwiegenden Teil der Konstruktion aus (Martens & Goldmann, 2016). GFK und Hartschaum sind

massenmäßig in geringem Umfang verbaut. Sowohl GFK als auch Polyurethan - Hartschaum zählen zu den Duroplasten und sind somit den Kunststoffen zuzuordnen. Für die Unterkategorie „Primärenergiebedarf und Abfallaufkommen“ bedeutet dies eine Bewertung in der Höhe von zwei Punkten. Diese kommt daher, dass der Mittelwert aus drei, zwei und null (siehe Tabelle 13) aufgrund des hohen Anteils an Stahl aufgerundet wurde. Laut [Martens & Goldmann, 2016] können Duroplaste auf zwei Methoden verwertet werden. Zum einen können diese, wenn sie nach der Aufbereitung fein gemahlen sind, als Füllstoffe für neue Produkte eingesetzt werden und zum anderen eigenen sie sich als Ersatzbrennstoff in der Zementindustrie.

Unter Berücksichtigung der Tabelle 14 und der Annahme, dass der Kunststoffanteil überwiegend thermisch verwertet wird, erfolgt eine Bewertung in der Höhe von 3,5 Punkten.

Das Fahrwerk von Tiny Houses besteht aus Stahl. Die übrige Konstruktion wird überwiegend aus Holz gefertigt. Als Dämmstoff wird bei den im Abschnitt 3.1.3.3 präsentierten Produkten Schafwolle eingesetzt. Auf die Inneneinrichtung und die übrigen, in kleineren Anteilen eingesetzten Materialien wird an dieser Stelle nicht eingegangen. Speziell bei dem Wohnwagon könnte eine Analyse der technischen Komponenten und der Verglasungen hinsichtlich der Primärenergie und dem Recycling angedacht werden. Um eine transparente Bewertung sicher zu stellen, werden auch an dieser Stelle die Hauptkomponenten berücksichtigt. Andernfalls würde der Einsatz von fortschrittlicher Technologie eine Verschlechterung der Bewertung der Produkte nach sich ziehen. Unter der Annahme, dass das Fahrwerk und die Holzkonstruktion inklusive der Fassade und der Holzverkleidung im Innenraum gleiche Anteile hinsichtlich der Masse aufweisen, sind fünf Punkte für Holz und zwei Punkte für Stahl in die Bewertung einzusetzen. Der Mittelwert von 3,5 Punkten wird aufgrund des Einsatzes von Schafwolle aufgerundet. Hinsichtlich des Recyclings können überwiegende Teile der Holzkonstruktion einer Kaskadennutzung zugeführt werden und erhalten somit drei Punkte. Das Fahrwerk aus Stahl kann nach der Nutzungsphase ebenfalls einer stofflichen Verwertung unterzogen werden. Die Schafwolle und behandeltes Holz, welches im Außenbereich eingesetzt wird, werden aufgrund der Zugabe von Chemikalien thermisch verwertet. Unter Anwendung von Tabelle 14 erhält man eine Bewertung in der Höhe von drei Punkten für die Wiederverwertung.

Die Tragkonstruktion von Leichtbauhallen besteht, wie bereits unter 3.1.4 beschrieben wurde, aus Aluminium und zu einem geringen Anteil aus Stahl. Die Dachdeckung kann entweder aus Thermoplanen oder Sandwichpaneelen gefertigt sein. Wie aus Abbildung 15 ersichtlich ist, wird die Dachdeckung standardmäßig als Thermodachplane gefertigt.

Die in den Wandbereichen eingesetzten Sandwichelemente werden aus verzinkten Stahlblechen gefertigt. Als Wärmedämmschicht kommt Polyurethan-Hartschaum zum Einsatz (Waltenberger, 2011). Im Fußbodenbereich kommen zusätzlich Holz und Mineralwolle als Wärmedämmung, sowie Holzwerkstoffe zum Einsatz. Die Anteile der einzelnen Werkstoffe an der gesamten Konstruktion werden wiederum anhand des Gewichtes abgeschätzt. Da die Tragkonstruktion aus Aluminium besteht, wird diese den größten Teil der Masse ausmachen. Die Firstpfette und die Sandwichelemente werden aufgrund der Dimension der Firstpfette die zweitgrößte Fraktion der Baustoffe bilden. Im Anschluss werden die Holzkonstruktion und die Holzwerkstoffe für den Fußboden folgen. Die Kunststoffe aus der Thermodachplane und den Sandwichelementen werden weniger Bedeutung an der Massenbilanz der eingesetzten Materialien aufweisen. In gleicher Weise wird die Mineralwolle in die Berechnung einfließen. Die Hauptkomponenten Stahl, Aluminium, Holz, Holzwerkstoffe und Kunststoffe erreichen eine Bewertung in der Höhe von 2,8 Punkten bezüglich des Primärenergiebedarfs und des Abfallaufkommens. Da jedoch im Bodenbereich Mineralwolle als Dämmstoff zum Einsatz kommt, wird die Punktezahl, wie bereits bei den Containerkonstruktionen, auf 2,5 Punkt abgerundet.

Wendet man für die oben angeführten Werkstoffe die Tabelle 14 an, so erhält man die Bewertung hinsichtlich des Recyclings mit 2,6 Punkten. Da große Mengen an Holz und gut verwertbarem Aluminium zum Einsatz kommen, kann dieses Ergebnis auf drei Punkte aufgerundet werden.

Pneumatische Konstruktionen bestehen überwiegend aus Kunststoff (PVC beschichtetes Polyestergewebe). Wie in den Grundlagen ebenfalls erläutert wurde, verleiht ein Netz aus Stahl der Konstruktion Stabilität und die typische Form. Für die Gebläseanlage muss ein fester, ebener Platz vorbereitet werden. Hinsichtlich des Primärenergiebedarfs und des Abfallaufkommens werden für den Einsatz von Kunststoff drei Punkte und für Stahl zwei Punkte vergeben. Der Mittelwert daraus sind 2,5 Punkte, welche aufgrund der Dominanz des Kunststoffes auf drei Punkte aufgerundet wird. Für die Bewertung bezüglich des Recyclings sind für Kunststoff ein Punkt, für Stahl fünf Punkte und für Beton zwei Punkte vorgesehen. Die Annahme, dass PVC-beschichtetes Polyestergewebe nur thermisch verwertet werden kann, wurde im Rahmen der

Literaturrecherche nicht widerlegt. Die zweite Annahme, welche an dieser Stelle getroffen wurde, ist jene, dass für die Befestigung der Stellfläche für die Gebläseanlage eine Betonplatte vorzusehen ist. Die Bewertung für diese Unterkategorie mit einem Punkt kommt daher, dass Kunststoffe bei den Pneumatischen Konstruktionen den mit Abstand größten Anteil der Materialien ausmachen.

Überwiegend aus Holz und Holzwerkstoffen werden die Raummodule der Firma MC Cube hergestellt. Ebenfalls sehr ökologisch ist der Einsatz von Hanf als Wärmedämmung. Die 4,5 Punkte, welche aus dem Mittelwert von Holz und Holzwerkstoffen in Tabelle 13 errechnet wurden, können durch die Verwendung von ökologischer Hanfdämmung auf die volle Punktezahl aufgerundet werden. Da die eingesetzten Hölzer im Außenbereich mit Holzschutzmittel behandelt werden sollten und somit einer thermischen Behandlung zugeführt werden müssen und die Tragkonstruktion aus Kreuzlagenhölzern einer stofflichen Verwertung zugeführt werden kann, wird die Unterkategorie „Recycling“ mit 1,5 Punkten bewertet. Die Wärmedämmung aus Hanf kann, wie in den Grundlagen bereits beschrieben wurde, aufgrund von Zugabe von Boratsalzen schwer kompostiert werden und wird somit ebenfalls einer thermischen Behandlung zugeführt.

Die letzte Unterkategorie der Ökologischen Aspekte bewertet die Umwelteinflüsse nach dem Rückbau einer temporären Unterkunft. Die grundlegende Vorgehensweise wurde oben bereits im Detail erläutert. In Tabelle 15 wurde der Punkteschlüssel nochmals in einer übersichtlichen Form zusammengefasst. Nachstehend werden diese Kriterien mit den zugehörigen Punkten an den bereits präsentierten temporären Gebäuden angewendet.

Einfache Zelte, wie in Abbildung 1 dargestellt, werden mit Hilfe von kurzen Stahlstiften im Boden verankert. Da diese mühelos und rückstandslos entfernt werden können, werden an dieser Stelle fünf Punkte für die Unterkategorie „Umwelteinflüsse nach dem Rückbau“ vergeben. Containerbauwerke können wie bereits dargelegt wurde auf verschiedenen Gründungen gelagert werden. Unter der Annahme, dass Schraubfundamente zum Einsatz kommen, wird ebenfalls die volle Punktezahl in Tabelle 16 eingetragen. Diese Bewertung baut darauf auf, dass Schraubfundamente ebenfalls ohne Auswirkungen auf die Umwelt entfernt werden können und an anderer Stelle erneut in den Untergrund geschraubt werden können. Wohnmobile, wie auch Tiny Houses werden ohne Verankerung einfach auf einer ebenen Fläche „geparkt“. Wenn trockene

Witterungsverhältnisse vorherreschen und der Mutterboden ausreichend tragfähig ist, sind keinerlei negative Auswirkungen auf die Umwelt zu erwarten. Bei zu weichen Böden können Spuren von Reifen sichtbar werden, welche jedoch ebenfalls ohne Probleme eigenständig verwachsen. Aus diesem Grund kann an dieser Stelle ebenfalls eine Bewertung in der Höhe von fünf von fünf möglichen Punkten erfolgen. In den Grundlagen wurden die Gründungsmöglichkeiten für Leichtbauhallen bereits beschrieben. Neben Erdankern können auch bewehrte Betonfundamente zum Einsatz kommen. Die einfachste der Lösungen sind Betonfundamente in Form von Streifen. Um eine objektive Bewertung durchführen zu können, wird auch an dieser Stelle die einfachste Lösung für die Bewertung herangezogen. Betonfundamente können nach dem Rückbau der temporären Unterkunft mit Hilfe von Baumaschinen entfernt werden. Nach dem der zurückbleibende Hohlraum verfüllt wurde, sind keine Einflüsse auf die Umwelt zu erwarten. Da das Material für die Verfüllung in der Regel nicht jenes Material ist, welches zuvor ausgehoben wurde, und ein entsprechender Aufwand an Rekultivierungsarbeiten von Nöten ist, werden an dieser Stelle zwei Punkte vergeben. Bei der Anwendung von Ankern, insbesondere Verbundanker, sind Rückstände, welche aus dem Verpresskörper stammen, im Boden zu erwarten. Für die Verankerung von Traglufthallen werden Spreizanker eingesetzt, welche im Boden verbleiben. Die Anker werden bis wenige Zentimeter unter der Geländeoberkannte in den Boden getrieben, sodass diese nach dem Abbau nicht sichtbar sind. Da Traglufthallen, wie bereits erwähnt wurde, bevorzugt für saisonale Überdachungen von Sportstätten dienen, werden diese für eine erneute Errichtung ohnehin wieder benötigt. Da diese Teile durch den Verbleib im Boden eine Nachnutzung erschweren könnten, werden nach den Kriterien der Tabelle 15 keine Punkte angerechnet. Die Raummodule der Firma MC Cube werden wie die Container auf Schraubfundamente platziert. Da diese, wie bereits mehrfach beschrieben wurde, rückstandslos entfernt werden können, sind an dieser Stelle fünf Punkte in der Unterkategorie „Umwelteinflüsse nach dem Rückbau“ anzurechnen.

	Ökologische Aspekte		
Gebäudetyp	**Primärenergiebedarf und Abfallaufkommen**	**Recycling**	**Umwelteinflüsse nach dem Rückbau**
Zelte	1,50	2,50	5,00
Container	3,50	2,50	5,00
Wohnmobil	1,50	3,50	5,00
Tiny Houses	4,00	3,00	5,00
Leichtbauhalle	2,50	3,00	2,00
Pneumatische Konstruktionen	3,00	1,00	0,00
MC Cube	5,00	1,50	5,00

Tabelle 16: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der ökologischen Aspekte.

4.2.3 Technische Aspekte

Diese Kategorie umfasst insgesamt vier Unterkategorien. Neben den Anforderungen an den Untergrund wird auch die Thematik der Stand- und Betriebssicherheit betrachtet. Speziell im Zusammenhang mit Notunterkünften stellen die Wärmedämmung und der Schallschutz, sowie die Anpassungs- und Erweiterbarkeit wichtige Kriterien dar. Um die Zusammenhänge der Bewertungskriterien und der Themenbereiche besser darlegen zu können, erfolgt eine detaillierte Beschreibung in den nachstehenden Textpassagen.

Die Unterkategorie „Anforderungen an den Untergrund“ bezieht die Aspekte hinsichtlich der Tragfähigkeit und Ebenheit mit ein. Die Anforderungen an den Untergrund wurden in Anlehnung an die ÖNORM B2205 formuliert. In der ÖNORM B 2205 wurden die Böden anhand ihrer Zusammensetzung und Lösbarkeit klassifiziert. Da in Notfällen keine umfangreichen Bodenuntersuchungen durchgeführt werden können, sollen durch diese einfache Methode, anhand von visuellen Einschätzungen, Aussagen zur Tragfähigkeit des Bodens und somit eine Auswahl an temporären Bauwerken getroffen werden können.

Unter der Voraussetzung einer kompakten Lagerung eignen sich nicht bindige Böden als Baugrund. Die Vorteile solcher Böden liegen darin, dass die Setzungen zum einen gering sind und zum anderen rasch abklingen. Bei bindigen Böden gehen die Tragfähigkeit und das Setzungsverhalten mit dem Wassergehalt einher. Im Gegensatz zu den nicht bindigen Böden sind hier aufgrund des Porenwasserüberdruckes größere Setzungen zu erwarten. Organische Böden beinhalten Stoffe, welche im Laufe der Zeit abgebaut werden und Hohlräume hinterlassen. Daher sind diese Böden (vgl. Bodenklasse 1) nicht bebaubar. Bodenklasse 2 scheidet als Baugrund ebenfalls aus (Dörken et al, 2017). Eine Bewertung in der Höhe von fünf Punkten wird vorgenommen, wenn keine Anforderungen an die Geländeneigung, sowie an die Tragfähigkeit gestellt werden. Vier Punkte werden in der Unterkategorie „Anforderungen an den Untergrund“ gutgeschrieben, wenn nur eine der beiden oben formulierten Bedingungen erfüllt sein muss. Wie in Absatz 3.1.3 bereits erläutert wurde, können Wohnwagen, Wohnmobile und Tiny Houses ohne den Einsatz von aufwendigen Bodenverbesserungsarbeiten auf Böden der Klasse 1 abgestellt werden. Deshalb wurde für diese Art der temporären Unterkünfte ein eigenes Kriterium eingeführt. Die Bodenklasse eins laut ÖNORM B 2205 wird in diesem Bewertungssystem als „Böden mit geringer Tragfähigkeit“ bezeichnet und mit drei Punkten bewertet. An dieser Stelle muss ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass eine Prüfung der Tragfähigkeit im Zweifelsfall vorgenommen werden muss, um „versinken“ zu verhindern. Wenn Böden der Klassen 3, 4 oder 5 in einer Tiefe von maximal einem Meter für die Errichtung des temporären Bauwerks erforderlich sind, wird eine Bewertung von zwei Punkten vorgenommen. Ein Punkt wird vergeben, wenn die zuvor genannten Bodenklassen in einer Tiefe von mehr als einem bis drei Meter angetroffen werden können. Eine Bewertung von null Punkten wird vorgenommen, wenn für die Errichtung der temporären Unterkunft stark belastbare Böden der Bodenklassen 7 und 8 zwingend erforderlich sind.

Punkte	Anforderungen an den Untergrund	Beispiele	Bebaubarkeit
5	Keine besonderen Anforderungen an Neigung und Beschaffenheit hinsichtlich der Tragfähigkeit	Bodenklasse 2	Ja
4	Erfordernis von Ebenheit oder Tragfähigkeit	Tragfähiger Boden in Tiefen bis 3 m	Ja
3	Geringe Tragfähigkeit, keine Eignung zum Bauen	Bodenklasse 1	Nein
2	Tragfähiger Untergrund in mittlerer Tiefe	Boden der Klassen 3, 4 oder 5 in Tiefen > 1m bis 3 m	Ja
1	Tragfähiger Untergrund in geringer Tiefe	Boden der Klassen 3, 4 oder 5 in Tiefen ≤ 1 m	Ja
0	Hoch belastbarer Untergrund unerlässlich	Bodenklasse 7 oder 8	Ja

Tabelle 17: Aufschlüsselung der Punkte für die Anforderungen an den Untergrund.

Anpassungs- und Erweiterbarkeit nimmt Bezug auf die Vergrößerung der nutzbaren temporären Wohnfläche. Wie in der Einleitung beschrieben wurde, ist es in Fällen von Katastrophen wichtig, in kurzer Zeit ausreichend Wohnraum für die Opfer herzustellen. Ein anderer Aspekt in Bezug auf die Anpassbarkeit ist die erneute Nutzung von temporären Bauwerken an unterschiedlichen Örtlichkeiten, welche unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Im engeren Sinn wird in dieser Unterkategorie die Einfachheit, sowie die Variabilität der Größen der Flächen bewertet. Temporäre Unterkünfte, welche mühelos um beliebige Größen an Wohnflächen und unabhängig von der Form der Grundrissgestaltung erweitert oder reduziert werden können, werden mit fünf Punkten in der Bewertung berücksichtigt. Wenn eine Veränderung der Flächen in beliebiger Größe mit einem Aufwand von einigen Personen in wenigen Stunden erfolgen kann, so sind diese temporären Bauwerke mit vier Punkten zu bewerten. Mit drei Punkten werden Systembauweisen bewertet, welche bei einer Änderung der Größe an ein Rastermaß gebunden sind und bei denen kein Einsatz von Maschinen nötig ist. Wie in den Grundlagen bereits beschrieben wurde, sind für die Errichtung von Bauwerken aus einzelnen Modulen Hebezeuge erforderlich. Da die Anpassung dieser temporären

Gebäude zum einen Vorlaufzeiten für die Beschaffung der Maschinen in Anspruch nimmt und auf der anderen Seite nur um fix vorgegebene Größen verändert werden können, sind diese mit zwei Punkten zu bewerten. Wenn eine Änderung der Größe des Bauwerkes lediglich mit baulichem Aufwand von einer längeren Dauer als einem Tag vor Ort möglich ist, so kann an dieser Stelle ein Punkt gut geschrieben werden. Für temporäre Unterkünfte, welche hinsichtlich der Änderung von Grundrissform und Größe unflexibel sind, werden an dieser Stelle keine Punkte vergeben.

Punkte	**Kriterien hinsichtlich der Anpassungs- und Erweiterbarkeit**	**Beispiele**
5	Mühelose Anpassung in beliebigem Umfang möglich	-
4	In beliebigem Umfang anpassbar, mit wenig Personal in einigen Stunden umsetzbar	-
3	Änderungsmöglichkeiten mit Bindung an ein vorgegebenes Rastermaß, ohne Maschineneinsatz umsetzbar	Leichtbaukonstruktionen
2	Änderungsmöglichkeiten mit Bindung an vorgegebene Raummodule, Maschineneinsatz erforderlich	Modulare Systeme
1	Änderungsmöglichkeiten nur schwer umsetzbar, Bauzeiten von mehr als einen Tag	Baracken
0	Keine nachträglichen Anpassungsmöglichkeiten und / oder in wenigen Stunden umsetzbar	Mobilheime, Zelte

Tabelle 18: Aufschlüsselung der Punkte für die Anpassbarkeit.

In den Grundlagen wurden unterschiedlichste Typen von temporären Bauwerken präsentiert und erläutert. Die Unterkategorie „Betriebs- und Standsicherheit“ nimmt Bezug auf die klimatisch bedingten Belastungen wie Wind und Schnee. Da manche dieser temporären Unterkünfte keine feste Tragstruktur aufweisen und somit auf andere Weise in einem gebrauchstauglichen Zustand gehalten werden, wird aus diesem Grund die Betriebssicherheit ebenfalls berücksichtigt. Ausschlaggebend hierfür ist zum einen der dafür benötigte Energieeinsatz und zum anderen, ob durch falsche Nutzung unmittelbare Gefahren für die Standsicherheit entstehen können. Eine Bewertung in der

Höhe von fünf Punkten wird vorgenommen, wenn es auch bei einem Einsatz in Gebieten, in welchen extreme Witterungsverhältnisse (Wind und Schnee) herrschen, keine Beeinträchtigungen hinsichtlich der Betriebs- und Standsicherheit zu erwarten sind. Ein Punkt wird abgezogen, wenn die Gefahr einer Beeinträchtigung der Standsicherheit und damit auch der Betriebssicherheit durch extreme Witterungsbedingungen nicht ausgeschlossen werden kann, jedoch keine Gegenmaßnahmen eingeleitet werden müssen. Als Beispiel hierfür können Konstruktionen genannt werden, welche durch zu hohe Schneelasten einsturzgefährdet sind. Wenn ein Abrutschen der Schneelast jedoch aufgrund einer ausreichend steilen Dachneigung möglich ist, kann ein Versagen des Tragverhaltens ausgeschlossen werden. Konstruktionen, für welche zwar durch Windlasten keine Einschränkungen hinsichtlich der Standsicherheit und der Betriebssicherheit zu erwarten sind, jbei denen edoch zu große Schneemaßen manuell entfernt werden müssen, erhalten in dieser Unterkategorie drei Punkte. Klassische Beispiele hierfür sind Flachdächer mit großen Spannweiten. Eine Bewertung von zwei Punkten wird vorgenommen, wenn unmittelbare Gefahren für die Standsicherheit durch falsche Bedienung gegeben sind. Wie in den Grundlagen beschrieben wurde, verlieren Pneumatische Konstruktionen durch das Öffnen von Türen nach ca. 30 Sekunden ihr Tragverhalten. Temporäre Bauwerke, welche bereits durch starke Winde in ihrer Nutzung eingeschränkt werden, erhalten in der Unterkategorie „Betriebs- und Standsicherheit“ einen Punkt. Eine Bewertung ohne Punkte erfolgt für Systeme, welche ohne Zufuhr von Energie ihre Eigenschaften hinsichtlich der Betriebs- und Standsicherheit verlieren. Beispiele hierfür sind ebenfalls Pneumatische Konstruktionen.

Punkte	Kriterien hinsichtlich der Betriebs- und Standsicherheit	Beispiele
5	Einsatz unter extremen Klimatischen Bedingungen uneingeschränkt möglich	Tiny Houses, Raummodule
4	Gefahr durch zu hohe Schneelasten gegeben, manuelle Entfernung nicht notwendig	Dächer mit ausreichender Dachneigung – Abrutschen der Schneelast
3	Keine Beeinträchtigungen durch starke Winde, Entfernung von zu großen Schneelasten erforderlich	Flachdächer mit großer Spannweite, ev. Leichtbauhallen
2	Gefährdung der Standsicherheit durch falsche Bedienung	Traglufthallen
1	Versagen der Standsicherheit durch zu hohe Windlasten	Zelte
0	Versagen der Konstruktion ohne externer Energiezufuhr	Traglufthallen

Tabelle 19: Aufschlüsselung der Punkte für die Betriebs- und Standsicherheit.

Die letzte Unterkategorie der „Technischen Aspekte“ berücksichtigt den Schallschutz und die Wärmedämmung. In den Vorbemerkungen der OIB-Richtlinie 6 wird darauf hingewiesen, dass die Anforderungen weder für Gebäude gelten, welche für eine Nutzungsdauer von maximal zwei Jahren bestimmt sind, noch für Bauwerke, welche eine eingeschränkte Nutzungsdauer innerhalb eines Jahres bestimmt sind. Ein weiterer wichtiger Aspekt der OIB-Richtlinie 6 ist der Ursprung der Energie, welcher für die Bereitstellung von Warmwasser und dem Betrieb der Raumheizung erforderlich ist. Das Hauptaugenmerk hierbei liegt auf den erneuerbaren Energiequellen, wie Biomasse, Wärmepumpen und PV-Anlagen (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2015).

In Tabelle 20 wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten, welche für temporäre Gebäude von Bedeutung sind, zusammengefasst. Auch wenn für Gebäude, welche eine maximale Nutzungsdauer von zwei Jahren aufweisen, kein Energieausweis ausgestellt werden kann, so soll es für Hersteller temporärer Unterkünfte einen Anreiz darstellen, auf die thermischen Anforderungen ihrer Produkte zu achten und diese zu verbessern. Aus diesem Grund wurden in der Bewertung der „Technischen Aspekte“ die Wärmedämmung und der Schallschutz integriert. Der Einsatz von nachwachsenden

Rohstoffen und die Nutzung der Sonnenenergie stellen ebenfalls ein wichtiges Kriterium für den Schutz des Klimas und der Umwelt dar. Daher wird in diesem Bewertungssystem die Möglichkeit der Nutzung dieser Energiequellen berücksichtigt. Wie in der OIB-Richtlinie 6 angedeutet wird, steht die vorhandene Speichermasse eines Bauwerkes im Zusammenhang mit der sommerlichen Überwärmung. Da temporäre Gebäude bewusst in einer leichten Bauweise hergestellt werden, muss an dieser Stelle auf konventionelle Techniken zurückgegriffen werden. Da der Einsatz von Klimageräten ebenfalls einen hohen Energieaufwand nach sich zieht, wäre an dieser Stelle auf einen guten Wärmeschutz zu achten.

Bauteil	**U – Wert [W/m²K]**
Wände gegen Außenluft	0,35
Wände innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	-
Fenster, verglaste Türen in Wohneinheiten gegen Außenluft	1,40
Türen unverglast gegen Außenluft	1,70
Decken über Außenluft	0,20
Böden erdberührt	0,40

Tabelle 20: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile, Auszug aus OIB-Richtlinie 6 (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2015).

Durch ausreichenden Schallschutz soll sichergestellt werden, dass Schallemissionen in Form von Umgebungslärm nicht in den Innenraum eindringen. Die Bauteile sind hierzu derart zu konstruieren, dass diese die im Entwurf der OIB-Richtlinie 5 angegebenen Werte nicht übersteigen. Die Schalldämmung steht in Abhängigkeit zur Gebäudenutzung. Als Grundlage für die Bemessung wird ein Lärmpegel herangezogen, welcher für jeden Standort individuell ermittelt werden muss (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2018).

Wie oben bereits angeführt wurde, hängen die Anforderungen an den Schallschutz vom Standort und der Nutzung des Gebäudes ab. Daher können keine eindeutigen Konstruktionsvorschriften hinsichtlich der Bauteildicken und Materialien angegeben werden. Die Bewertung des Schallschutzes erfolgt in diesem Bewertungssystem anhand der Konstruktion der jeweiligen temporären Unterkunft.

Sowohl schwere einschichtige Bauteile, als auch mehrschalige Bauteile, wie Riegelkonstruktionen erreichen unter fachgerechter Ausführung gute Eigenschaften hinsichtlich des Schallschutzes (Riccabona & Bednar, 2010).

Der Bewertungsschlüssel für die Unterkategorie „Wärmedämmung und Schallschutz“ wird nachstehend näher erörtert. Da der Einsatz von nachwachsenden Energieträgern, wie Biomasse und Solarenergie, zunehmend an Bedeutung gewinnt, wurde die Möglichkeit ihrer Verwendung in die Bewertung miteingebunden. Aus ökologischer Sicht wäre eine Kombination aus umweltfreundlichen Baustoffen und Energieträgern, sowie der Einsatz von entsprechend sauberen Energiequellen von Bedeutung. Um die volle Punktezahl zu erreichen, muss die Außenhaut der temporären Unterkunft eine stabile Struktur aufweisen und ausreichend gegen Wärmeverlust geschützt sein. Beispiele hierfür sind Riegelkonstruktionen und massive Konstruktionen. Ein weiteres Kriterium für die volle Punktezahl ist der Einsatz von erneuerbaren Energiequellen. Vier Punkte erhält ein temporäres Gebäude in der Unterkategorie „Wärmedämmung und Schallschutz“, wenn die Außenhaut aus einer stabilen Struktur gefertigt wurde und ausreichend Schutz gegen Wärmeverlust angebracht ist. Die nötige Energie muss für diese Bewertung nicht aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt werden. Temporäre Unterkünfte, wie Wohnwagen und Wohnmobile weisen dünnwandige Außenwände auf. Dank Hightech-Materialien weisen diese einen guten Wärmeschutz auf. Wenn die benötigte Energie, welche für den Unterhalt aufgewendet werden muss, aus sauberen Energiequellen entstammt, können drei Punkte vergeben werden. Für den Einsatz von Energie aus nicht nachvollziehbaren Quellen werden dünnwandige temporäre Unterkünfte mit zwei Punkten bewertet. Eine Bewertung in der Höhe von einem Punkt erhalten temporäre Unterkünfte, welche eine Außenhaut aus mehrlagigen Textilgeweben aufweisen, da der Luftpolster zwischen den beiden Lagen wärmedämmende Wirkung aufweist. Ausreichende Schalldämmung, wie diese bei herkömmlichen Konstruktionen erreicht wird, kann nicht sichergestellt werden. Keine Punkte werden an Konstruktionen vergeben, welche lediglich aus einer einlagigen textilen Außenhaut gefertigt werden. Die Begründung hierfür liegt in der Tatsache, dass weder gute Eigenschaften hinsichtlich des Schallschutzes, noch der Wärmedämmung gegeben sind.

Punkte	Kriterien hinsichtlich der Wärmedämmung und des Schallschutzes
5	Außenhaut aus einer stabilen Struktur und ausreichender Wärmeschutz, sowie der Einsatz erneuerbarer Energiequellen
4	Außenhaut aus einer stabilen Struktur und ausreichender Wärmeschutz, der Einsatz erneuerbarer Energiequellen ist jedoch nicht erforderlich
3	Dünne Außenwände in Kombination mit erneuerbaren Energiequellen
2	Dünne Außenwände in Kombination mit konventionellen Energiequellen
1	Mehrlagige textile Außenhaut (Textilien oder Kunststoff)
0	Einlagige Außenhaut (Textilien oder Kunststoff)

Tabelle 21: Aufschlüsselung der Punkte für die Wärmedämmung und den Schallschutz.

4.2.3.1 Bewertung der Gruppe „Technischen Aspekte“

Nachstehend werden die Eigenschaften der temporären Gebäude anhand der unter 4.2.3 ausgearbeiteten Kriterien bewertet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 22 zusammengefasst. Im Gegensatz zu der Bewertung der ökologischen Aspekte, müssen an dieser Stelle die ungünstigsten Eigenschaften für die Bewertung herangezogen werden. Als Beispiel hierfür können temporäre Unterkünfte genannt werden, welche keinerlei Anforderungen an die Ebenheit stellen, jedoch tragfähigen Untergrund in geringer Tiefe voraussetzen. Da tragfähiger Boden für die Errichtung unerlässlich ist, überwiegt dieses Argument über das der nicht erforderlichen ebenen Oberfläche.

Für die Errichtung von einfachen Zeltkonstruktionen werden bis auf ein gewisses Maß an Ebenheit keine Anforderungen an den Untergrund gestellt. Unter Anwendung der Kriterien aus Tabelle 17 kann eine Bewertung in der Höhe von vier Punkten erfolgen. Container und Raummodule (MC Cube) können auf Schraubfundamente gesetzt werden. Kleinere Unebenheiten am Bauplatz können dadurch ausgeglichen werden, sodass keine Ebenheit vorausgesetzt wird. Schraubfundamente sind in unterschiedlichen Längen erhältlich. Tragfähiger Untergrund sollte in einer maximalen Tiefe von drei Metern anzutreffen sein. Daher werden an dieser Stelle nach Anwendung der oben ausgearbeiteten Kriterien zwei Punkte vergeben. Auf Böden der Klasse 1 können Wohnmobile und Tiny Houses für Wohnzwecke bereitgestellt werden. Diese mobilen Unterkünfte benötigen lediglich ebene Flächen und erhalten somit in der Unterkategorie „Anforderungen an den Untergrund“ drei Punkte. Die Untergrundverhältnisse für die Errichtung von Leichtbauhallen hängen von der vorgesehenen Fundierung ab. Wenn Betonfundamente zum Einsatz kommen, sollte

tragfähiger Untergrund in geringer Tiefe liegen, andernfalls sind große Erdbewegungsmaßnahmen erforderlich. Ankerlösungen benötigen stabilen Untergrund erst in größerer Tiefe. Aus Punkt 3 wird nicht ersichtlich, dass Unebenheiten, ähnlich wie bei Lösungen mittels Schraubfundamenten ausgeglichen werden können. Daher wird das Vorhandensein eines ebenen Grundstückes vorausgesetzt. Da bei der Bewertung der ökologischen Aspekte einfache Betonfundamente angenommen wurden, wird deshalb an dieser Stelle tragfähiger Boden in geringer Tiefe vorausgesetzt. Eine Bewertung erfolgt daher mit einem Punkt. Pneumatische Konstruktionen werden, wie bereits erwähnt wurde, mit Hilfe von Ankern mit dem Untergrund verbunden. Dadurch reicht tragfähiger Untergrund in größeren Tiefen aus. Da die Fundierung, wie eingangs bereits beschrieben wurde, schwerer wiegt als die Eigenschaften der Oberfläche des Grundstückes, sind an dieser Stelle zwei Punkte gut zu schreiben.

An dieser Stelle werden die Fähigkeiten hinsichtlich der Anpassung und der Erweiterbarkeit der oben präsentierten Produkte einer Bewertung unterzogen. Die Grundlagen hierfür sind in Tabelle 18 in einer übersichtlichen Form zusammengefasst. Zelte können weder angepasst noch erweitert werden und erhalten hiermit keinen Punkt in dieser Unterkategorie. An dieser Stelle können die Raummodule und die Containerlösungen gemeinsam bewertet werden. Da Bauwerke, welche aus diesen Systemen gefertigt werden, durch den Anbau von Modulen erweitert werden können, wird eine Bewertung in der Höhe von zwei Punkten vorgenommen. Wohnmobile und Tiny Houses können nachträglich nicht mehr angepasst oder erweitert werden. Daher werden für diese Systeme keine Punkte in der Unterkategorie „Anpassung / Erweiterbarkeit“ gutgeschrieben. Wie im Punkt 3.1.4 beschrieben wurde, werden Leichtbauhallen nach einem Planungsraster gefertigt. Unter Anwendung von Tabelle 18 kann an dieser Stelle eine Bewertung in der Höhe von drei Punkten vorgenommen werden. Pneumatische Konstruktionen werden ebenfalls als Einheit am Markt angeboten. Da für diese Systeme nach ihrer Errichtung keine Erweiterungen vorgesehen werden, erhalten diese ebenfalls keinen Punkt.

Die Unterkategorie „Betriebs- und Standsicherheit“ beleuchtet die mechanischen Einwirkungen, welche von den unterschiedlichen Konstruktionen ertragen werden können. Die Kriterien und der Punkteschlüssel können der Tabelle 19 entnommen werden.

Zelte können aufgrund ihrer leichten Konstruktion und den damit verbundenen dünnen Materialstärken keine großen Einwirkungen ertragen. Bei dieser Art der temporären Unterkünfte kann ein Versagen der Konstruktion durch zu hohe Windlasten herbeigeführt werden. Nach Tabelle 19 kann an dieser Stelle kein Punkt vergeben werden. Raummodule, Wohncontainer, sowie Tiny Houses können dank der stabilen Konstruktionsweise auch sehr hohe mechanische Belastungen ertragen. Da ebenfalls keinerlei Gefahren für die Tragsicherheit durch falsche Bedienung festzustellen sind, wird eine Bewertung in der Höhe von fünf Punkten vorgenommen. Durch die leichte Bauweise von Wohnmobilen kann eine Entfernung von zu großen Schneemassen von den Dächern erforderlich werden. Durch die geringe Dachneigung kann es zu größeren Auflasten kommen, wenn das Wasser von den geschmolzenen Schneemassen nicht ablaufen kann und von den am Dach befindlichen übrigen Schneemassen zurückgehalten wird. Nach den Kriterien der Tabelle 19 kann eine Bewertung von drei Punkten erfolgen. Leichtbauhallen können, wie in den Grundlagen beschrieben wurde, Lasten von 0,85 kN/m² abtragen. Laut dem Hersteller stellen Windlasten keine Probleme für die Konstruktion dar. Wie auch bei den Wohnwagen können an dieser Stelle Probleme durch die Ablagerung von nassen Schneemassen auf den Dachflächen auftreten. Da das zu hohe Gewicht gegebenenfalls manuell entfernt werden muss, werden drei Punkte für die Unterkategorie „Betriebs- und Standsicherheit“ gutgeschrieben. Durch die Form der Traglufthalle rutschen Schneemassen automatisch ab. Durch die Möglichkeit den Druck im Inneren der Traglufthalle zu erhöhen, stellt Wind an sich auch kein Problem dar. Die Schwachstellen von Traglufthallen liegen darin, dass durch zu viele große Öffnungen der Innendruck derart abfällt, dass die Tragwirkung verloren gehen kann. Speziell für den Einsatz als Notunterkunft, wo sich sehr viele Menschen in der Traglufthalle aufhalten, ist diese Tatsache unvorteilhaft. Ein weiteres Problem hinsichtlich der Tragsicherheit solcher Bauwerke liegt darin, dass laufend Luft in die Halle geblasen werden muss, um den nötigen Überdruck aufrecht halten zu können. Da eine Unterbrechung der Luftzufuhr unweigerlich zum Versagen des Tragverhaltens der Konstruktion führen würde, kann im Hinblick auf die Standsicherheit kein Punkt gut geschrieben werden.

Wie in Punkt 4.2.3 bereits erörtert wurde, nimmt die Unterkategorie „Wärmedämmung und Schallschutz“ Bezug auf die Eigenschaften hinsichtlich der Wärmedämmung und des Schallschutzes, sowie auf den Einsatz von nachwachsenden und ökologischen

Rohstoffen. Die einzelnen Kriterien und der Zugehörige Punkteschlüssel wurden in Tabelle 21 dargestellt.

Handelsübliche Zelte stellen die einfachste Form der temporären Unterkünfte dar. Da deren Außenhaut aus einlagigen textilen Materialien hergestellt wird, weisen diese keine guten Eigenschaften hinsichtlich Wärmedämmung und Schallschutz auf. Daraus folgt eine Bewertung mit null Punkten. Container und Raummodule besitzen, wie in den Grundlagen beschrieben wurde, aufgrund der Aufbauten durchaus gute Eigenschaften in den Bereichen Wärmedämmung und Schallschutz. Da die Raumheizung mit Strom betrieben wird und somit keine gesicherte Aussage hinsichtlich der Ökologie und des Ressourcenverbrauchs bei der Erzeugung getätigt werden kann, wird nach Tabelle 21 eine Bewertung in der Höhe von vier Punkten vorgenommen. Wie aus Tabelle 21 entnommen werden kann, entfallen auf Wohnmobile durch die Option der Nutzung erneuerbarer Energie drei Punkte. Tiny Houses erfüllen die Kriterien im Hinblick auf den Wandaufbau und den Einsatz ökologischer Energieträger für die Gewinnung der benötigten Energie für den Betrieb, welche für eine Bewertung mit der vollen Punktezahl von Nöten sind. Die Bewertung von Leichtbauhallen erwies sich als komplexer als jene der anderen Systeme. Unterschiedliche Materialien werden für die Verkleidung der Wände und als Dachdeckung eingesetzt. Daher wurde an dieser Stelle der Mittelwert aus den zwei Punkten für die dünnen Außenwände in Kombination mit der Ölheizung und dem einen Punkt für die mehrlagige textile Dachhaut gebildet. Aus diesem Grund werden Leichtbauhallen in der Unterkategorie „Wärmedämmung und Schallschutz“ mit 1,5 Punkten bewertet. Pneumatische Konstruktionen werden, wie unter 3.1.5 beschrieben, aus einer mehrlagigen Außenhaut aus Kunststoff hergestellt.

Trotz guter wärmedämmender Eigenschaften der Traglufthallen wird aufgrund des großen Volumens und der enormen Höhe von ca. 9,50 m viel Energie für die Konditionierung aufgewendet. Da diese in Form von Strom und fossilen Brennstoffen (Öl oder Gas) vorliegt, wird an dieser Stelle eine Bewertung von einem Punkt vorgenommen. Nachstehend wurde die Bewertung der Kategorie „Technische Aspekte“ in einer übersichtlichen Form tabellarisch dargestellt.

	Technische Aspekte			
Gebäudetyp	**Anforderungen an den Untergrund**	**Anpassung / Erweiterbarkeit**	**Betriebs- und Standsicher-heit**	**Wärmedämmung und Schallschutz**
Zelte	4,00	0,00	1,00	0,00
Container	2,00	2,00	5,00	4,00
Wohnmobil	3,00	0,00	3,00	3,00
Tiny Houses	3,00	0,00	5,00	5,00
Leichtbauhalle	1,00	3,00	3,00	1,50
Pneumatische Konstruktionen	2,00	0,00	0,00	1,00
MC Cube	2,00	2,00	5,00	4,00

Tabelle 22: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der technischen Aspekte.

4.2.4 Aspekte der Planungslogistik der Errichtung

Die vierte Kategorie umfasst die Aspekte hinsichtlich der Planung von temporären Bauwerken. In vielerlei Aspekten ist die Kenntnis über die für die Errichtung einer temporären Konstruktion benötigten Werkzeuge von Vorteil. Wenn man bedenkt, dass in Katastrophengebieten oder auch in abgelegenen Gebieten keine Stromversorgung vorhanden ist, sollte die Wahl der Werkzeuge bereits im Vorhinein mit Bedacht erfolgen. Für die Wahl der Maschinen stellt die Infrastruktur ein wichtiges Kriterium dar. Hierbei richtet sich die Aufmerksamkeit auf mögliche Gewichtsbeschränkungen von Brücken oder mögliche Änderungen von Anfahrtsrouten durch zu geringe Kurvenradien. Die Untergruppe „Personal“ bezieht sich zum einen auf die Anzahl der benötigten Arbeitskräfte und zum anderen auf die erforderlichen Befähigungsnachweise, um die anstehenden Arbeiten ausführen zu dürfen. Die Unterkategorie „erforderliche Fähigkeiten“ wurde berücksichtigt, da speziell in Notfällen fachfremdes Hilfspersonal zur Verfügung stehen könnte. Um solche Hilfskräfte gezielt und sinnvoll einsetzen zu können, sollten die geforderten Fähigkeiten für die Errichtung temporärer Unterkünfte im Vorhinein bekannt sein. Die Thematik hinsichtlich der Erbringung von Eigenleistung ist

zum einen für Hilfsorganisationen und zum anderen für Personen, welche handwerkliches Geschick mitbringen, von Interesse. Diese Untergruppe steht in direktem Zusammenhang mit der Untergruppe „Personal“. Ob von den Herstellern Eigenleistungen erwünscht oder möglicherweise nicht geduldet werden, kann anhand dieser Untergruppe in die Bewertung Eingang finden. Vorlaufzeiten stellen beim Ankauf von temporären Unterkünften eine Kenngröße bei der Entscheidungsfindung dar. Da in den Vorlaufzeiten sowohl Planung, als auch die Einholung von behördlichen Genehmigungen enthalten sind, stehen diese mit einer Vielzahl von Aspekten, wie beispielsweise der Größe des Projektes, im Zusammenhang. Da die Analyse dieser Thematik den Rahmen der Masterarbeit übersteigen würde, wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass bei der Errichtung temporärer Unterkünfte Vorlaufzeiten berücksichtigt werden müssen.

Wie eingangs bereits beschrieben wurde, bewertet die Unterkategorie „Werkzeuge“ das Erfordernis an Werkzeugen für die Errichtung einer temporären Unterkunft. Man sollte bereits in der Planungsphase über die erforderlichen Werkzeuge informiert sein, damit die nötigen Betriebsmittel, wie beispielsweise Strom, bereitgestellt werden können. Wenn kein Stromanschluss vorhanden ist, müsste ein Stromerzeuger bereits in der Planung der Baustelleneinrichtung berücksichtigt werden. Neben dem Aspekt der Planung stellen zusätzliche Geräte auch einen Mehraufwand an Kosten dar. Aus diesem Grund ist die Kenntnis bezüglich der erforderlichen Werkzeuge von Vorteil. Im Bewertungssystem werden temporäre Unterkünfte, welche ohne den Einsatz von Werkzeugen hergestellt werden können, mit der vollen Punktezahl bewertet. Für die Erfordernis von Handwerkzeugen, welche keine elektrische Energie verbrauchen, werden an dieser Stelle vier Punkte vergeben. Der erforderliche Einsatz von kleineren Elektrogeräten, welche mittels Akkumulatoren betrieben werden können, wird mit drei Punkten im Bewertungssystem berücksichtigt. Eine Bewertung mit zwei Punkten erfolgt, wenn Werkzeuge benötigt werden, welche eine Stromversorgung vorrausetzen. Temporäre Bauwerke, welche für die Errichtung Elektrogeräte benötigen, die einen Starkstromanschluss voraussetzen, werden mit einem Punkt bewertet. Keinen Punkt erhalten Systeme, welche ohne Spezialwerkzeuge nicht errichtet werden können.

Punkte	Kriterien hinsichtlich des Einsatzes von Werkzeugen	Beispiele
5	Keine Werkzeuge erforderlich	-
4	Stromlose Handwerkzeuge erforderlich	Hämmer, Handsäge, Schaufel
3	Kleingeräte, welche mit Akkumulatoren betrieben werden können	Akkuschrauber, Akkutrennscheibe
2	Elektrogeräte, welche eine Stromversorgung voraussetzen (230 V)	Kreissäge, Schlagbohrmaschinen
1	Elektrogeräte, welche eine Starkstromversorgung benötigen	Ev. Mischmaschinen
0	Erfordernis von speziellen Geräten	Kernbohrgeräte

Tabelle 23: Aufschlüsselung der Punkte für den Einsatz von Werkzeugen.

Die zweite Unterkategorie „Maschinen“ bezieht den Einsatz von Baugeräten mit ein. Neben der Planung von Verkehrsrouten, wie eingangs dargelegt wurde, bringt der Einsatz von Baumaschinen je nach Dauer des Einsatzes erhebliche Kosten mit sich. Da die Kosten von Baumaschinen je nach Anbieter und Neuwert (Abschreibung und Verzinsung) variabel sind, wurde an dieser Stelle lediglich das Erfordernis berücksichtigt.

Punkte	Kriterien hinsichtlich des Einsatzes von Maschinen	Beispiele
5	Kein Einsatz von Maschinen erforderlich	-
4	Kleine Maschinen erforderlich	Kleine Bagger bis 3 t Eigengewicht, manuelle Eindrehmaschine für Schraubfundament[44]
3	Einsatz von Baugeräten erforderlich	Bagger mit einem Eigengewicht > 3 t [44]
2	Erfordernis von geländetauglichen Hebehilfen	Stapler, Radlader
1	Schwere Geräte	Mobilkran, Turmdrehkran
0	Einsatz von Spezialgeräten	-

Tabelle 24: Aufschlüsselung der Punkte den Einsatz von Maschinen.

In der Unterkategorie „Personal und Fähigkeiten“ werden neben der Anzahl der erforderlichen Arbeitskräfte auch erforderliche Fähigkeiten und Befähigungen bewertet. Zu den Fähigkeiten zählen handwerkliches Geschick und technisches Verständnis. Im Unterschied dazu zielen die Befähigungen darauf ab, ob Nachweise hinsichtlich Ausbildung und Schulungen erforderlich sind. Temporäre Gebäude werden mit fünf Punkten bewertet, wenn kein zusätzliches Personal erforderlich ist und keinerlei besondere Fähigkeiten vorausgesetzt werden. Kann ein solches System nur durch einfache handwerkliche Fähigkeiten errichtet werden, sodass wenige, ungeübte Arbeitskräfte den Aufbau durchführen können, so werden an dieser Stelle vier Punkte in der Bewertungstabelle eingetragen. Eine Bewertung in der Höhe von drei Punkten wird vorgenommen, wenn zur Errichtung der temporären Unterkunft wenige erfahrene Hilfskräfte benötigt werden. Ausschlaggebend hierfür ist, dass kein Fachpersonal vor Ort sein muss. Der Begriff „wenige Hilfskräfte“ umfasst in diesem Zusammenhang eine Anzahl von maximal fünf Personen. Unter „erfahrene Hilfskräfte“ fallen in diesem Kontext Arbeiter, welche an der Errichtung von mindestens fünf ähnlichen Projekten beteiligt waren. Dadurch kann vorausgesetzt werden, dass diese über grundlegendes Wissen zu der Ausführung solcher Bauwerke verfügen. Wenn für die Errichtung speziell geschultes oder angelerntes Personal hinzugezogen werden muss, kann eine Bewertung mit zwei Punkten erfolgen. Werden neben erfahrenen Hilfsarbeitern auch eine ausgebildete

[44] Die Wahl des Trägergerätes (Bagger) für den Betrieb der Eindrehmaschinen hängt von dem dafür erforderlichen Drehmoment ab (schraubfundamente.de).

Person, wie beispielsweise ein Richtmeister oder Polier, zur Errichtung der temporären Unterkunft vor Ort zwingend erforderlich, so wird eine Bewertung in der Höhe von einem Punkt vorgenommen. Kein Punkt wird gut geschrieben, wenn ausschließlich Fachpersonal, welches speziell ausgebildet werden muss, zum Einsatz kommt.

Punkte	Kriterien hinsichtlich des Einsatzes von Personal	Beispiele
5	Kein Zusätzliches Personal keine Fähigkeiten erforderlich	-
4	Einfache handwerkliche Fähigkeiten; Aufbau von maximal fünf Personen durchführbar	Bedienen von einfachen Handwerkzeugen, wie Akkuschrauber, etc.
3	Erfahrene Helfer (Mitarbeit bei mind. 5 Projekten), maximal fünf Personen erforderlich	-
2	Erfordernis von angelernten oder geschulten Personal (vgl. Facharbeiter)	-
1	Erfordernis von erfahrenen Hilfsarbeitern und mindestens eines Richtmeisters / Poliers oder Facharbeiters	-
0	Ausschließlich Fachpersonal, wie Facharbeiter und Richtmeister / Polier	-

Tabelle 25: Aufschlüsselung der Punkte für die Ausbildung und den Aufwand an Personal.

Die letzte Unterkategorie „Eigenleistung“ berücksichtigt die Voraussetzungen, welche erfüllt sein müssen, um ein temporäres Bauwerk, wie es in den Grundlagen beschrieben wurde, selbst herzustellen. Die Thematik hinsichtlich der erforderlichen Geräte und der Qualifikationen des Personals wurden bereits in der Tabelle 24 und Tabelle 25 beleuchtet. In der nachstehenden Tabelle wird die Möglichkeit zur Erbringung von Teilleistungen oder die Herstellung in Eigenregie zum einen im Hinblick auf die Gegebenheiten der Hersteller, als auch auf die Möglichkeit des Einsatzes von Helfern, welche von Seiten des Auftraggebers zur Verfügung gestellt werden, geprüft. Die Hersteller beziehen bezüglich der Erbringung von Eigenleistungen unterschiedliche Positionen. Manche setzten Hilfspersonal für den Aufbau vor Ort voraus, während andere wiederum die Möglichkeit, selbst aktiv zu werden ausschließen. Ein Mittelweg,

zwischen den beiden oben stehenden Optionen wird geboten, wenn bei der Errichtung unter vorheriger Absprache an der Entstehung der temporären Unterkunft aktiv mitgearbeitet werden darf. Für viele Menschen stellt dies einerseits eine spannende Herausforderung dar und andererseits wird das Produkt am Ende mit einem respektvollen und umsichtigen Umgang wertgeschätzt. Der Aufbau von temporären Wohnformen stellt, wie jener von konventionellen Gebäuden, eine interdisziplinäre Aufgabe dar. Aus diesem Grund muss für die Bewertung der Thematik hinsichtlich der Eigenleistungen den in Tabelle 24 angeführten Maschineneinsatz, sowie den in Tabelle 25 angeführten Personalaufwand ebenfalls mitberücksichtigen. Für die Punkteverteilung bedeutet diese Tatsache, dass eine Bewertung in der Höhe von fünf Punkten vorgenommen wird, wenn ein temporäres Bauwerk vollständig von einer Person, ohne jegliche externe Hilfestellung errichtet werden kann. Einen Abzug in der Höhe von einem Punkt wird durchgeführt, wenn externe Hilfe unerlässlich ist, jedoch der überwiegende Teil des temporären Gebäudes in Eigenleistung erbracht werden kann. Drei Punkte können bei der Bewertung erreicht werden, wenn externe Hilfestellung zwar erforderlich ist, jedoch nach Absprache bei der Errichtung des temporären Gebäudes mit gearbeitet werden kann. Eine Bewertung in der Höhe von zwei Punkten wird durchgeführt, wenn aufgrund des Einsatzes von Maschinen nur noch Teilleistungen von den späteren Nutzern erbracht werden können. Wenn durch den Einsatz von Maschinen keine Eigenleistung erbracht werden kann, wird eine Bewertung in der Höhe von einem Punkt vorgenommen. Wenn die Erbringung von Eigenleistungen von Seiten des Herstellers nicht ermöglicht wird oder unerwünscht ist, so wird kein Punkt in der Unterkategorie „Eigenleistung“ gutgeschrieben.

Punkte	Kriterien hinsichtlich der Möglichkeit zur Erbringung von Eigenleistung
5	Vollständige Errichtung der temporären Unterkunft in Eigenleistung
4	Externe Hilfe unerlässlich, Hauptarbeiten in Eigenleistung möglich
3	Externe Hilfe aufgrund von Know How / Maschineneinsatz nötig, Eigenleistungen können nach Absprache / unter Anleitung erbracht werden
2	Überwiegender Einsatz von Maschinen, Erbringung von Eigenleistung in geringen Umfang möglich
1	Ausschließlicher Einsatz von Maschinen, Erbringung von Eigenleistung kaum möglich
0	Erbringung von Eigenleistung aufgrund von Beschränkungen von Herstellern nicht möglich / unerwünscht

Tabelle 26: Aufschlüsselung der Punkte für die Möglichkeit zur Erbringung von Eigenleistungen.

4.2.4.1 Bewertung der Gruppe „Planungslogistik der Errichtung“

Die Kategorie „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ bewertet die unterschiedlichen temporären Unterkünfte anhand des Einsatzes von Werkzeugen, Maschinen, Personal, sowie die Möglichkeit der Erbringung von Eigenleistung. Die einzelnen Kriterien der Unterkategorien und die zugehörige Punkteverteilung wurden unter dem Punkt 4.2.4 bereits ausführlich beschrieben. In diesem Unterkapitel werden die temporären Unterkünfte auf Basis der zuvor gewonnenen Erkenntnisse bewertet.

Im ersten Schritt bei der Bewertung der Gruppe „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ werden die temporären Bauwerke anhand des Erfordernisses an Werkzeugen bewertet. Für die Errichtung eines einfachen Campingzeltes wird im Grunde kein Werkzeug benötigt. Trotz der Tatsache, dass bei steinigem Untergrund ein Hammer für die Eintreibung der Verankerung von Vorteil ist, wird an dieser Stelle eine Bewertung mit voller Punktezahl vorgenommen. Laut [Draeger, 2010] werden Container mit Hilfe von speziellen Klammern miteinander verbunden. Diese werden mit Schraubenschlüsseln fixiert. Zwischen den Schraubfundamenten und den Containerbauwerken müssen ebenfalls Schraubverbindungen für eine kraftschlüssige Verbindung angebracht werden. Da hierfür auf jeden Fall Handwerkzeuge benötigt werden, können nach Tabelle 23 vier Punkte gut geschrieben werden. Für die horizontale Ausrichtung von Wohnmobilen wird, falls dies nicht ohnehin automatisiert durch eine Hubstützanlage erfolgt, lediglich eine Wasserwaage benötigt. Daher werden an dieser Stelle für Wohnmobile vier Punkte hinsichtlich des Einsatzes von Werkzeugen

vergeben. Die Haustechnik eines Wohnwagons ist durch die vielen „Extras“ wie dem wasserführenden Holzofen und der Grünkläranlage auf dem Dach etwas komplexer, als jene der Wohnmobile. Daher sollten diese ebenfalls horizontal ausgerichtet werden, bevor diese bezogen werden. Aus dieser Sicht, wäre an dieser Stelle der Einsatz einer Wasserwaage ebenfalls unerlässlich, daher folgt eine Bewertung für Tiny Houses ebenfalls mit vier Punkten. Wie in Abbildung 16 dargestellt ist, wird für den Aufbau einer Leichtbauhalle neben einem Akkuschrauber für die Herstellung des Bodens auch ein Schraubenschlüssel für die Fixierung der Tragkonstruktion benötigt. Durch das Erfordernis eines Akkuschraubers wird eine Bewertung in Anlehnung an Tabelle 23 in der Höhe von drei Punkten vorgenommen. Aus dem Prospekt [Die Hupfauer Taglufthalle] kann entnommen werden, dass für die Verbindung zwischen der Traglufthalle und den Spreizankern Schrauben als Verbindungsmittel eingesetzt werden. Für die Montage vor Ort werden jedenfalls Schraubenschlüssel benötigt. Je nachdem, welcher Energieträger für den Betrieb der Brenneranlage eingesetzt wird, können von Seiten der Baubehörde Auflagen hinsichtlich der Untergrundbeschaffenheit der befestigten Fläche auferlegt werden. Wenn daher eine Bodenplatte aus Beton von Nöten wäre, würden Elektrogeräte ebenfalls zum Einsatz kommen. Da die Bauordnung in Österreich auf Ebene der Länder geregelt wird, können an dieser Stelle keine eindeutigen Aussagen getroffen werden. Unter Einhaltung der fest stehenden Tatsachen, können die Traglufthallen mit vier Punkten bewertet werden. Aus dem Schriftverkehr vom 15.11.2018 von Herrn Pesendorfer, MBA, Geschäftsführer der M.C.B. GesmbH geht hervor, dass sowohl die MC Cube-Raummodule untereinander, als auch die kraftschlüssige Verbindung zwischen den Schraubenfundamenten und den Raummodulen mit Hilfe von Schrauben ausgeführt wird[45]. Daher werden für die Montage vor Ort neben Handwerkzeugen auch Elektrokleingeräte benötigt. Eine Bewertung hinsichtlich des Einsatzes von Werkzeugen erfolgt nach Tabelle 23 mit drei Punkten.

Für die Bewertung hinsichtlich des Einsatzes von Maschinen wird ebenfalls der ungünstigste Fall herangezogen. Die einzelnen Kriterien, sowie die zugehörigen Punkte können der Tabelle 24 entnommen werden. Für den Aufbau eines Zeltes werden selbstverständlich keine Maschinen benötigt. Eine Bewertung in der Höhe von fünf Punkten kann nach den beschriebenen Kriterien erfolgen. Unter der Annahme, dass sowohl die Container, als auch die Raummodule auf Schraubfundamenten gelagert

[45] Quelle: Pesendorfer, Oliver MBA akad. BO (2018): E – Mail – Beantwortung offener Fragen zu den Produkten der Firma M.C.B. GesmbH, Geschäftsführer, Amstetten, 15.11.2018.

werden, wird ein geeigneter Bagger oder ein Eindrehgerät für diese benötigt. Für die Manipulation von den Transportfahrzeugen auf die Gründung wird in beiden Fällen jedenfalls ein Kran benötigt. Nach den Kriterien aus Tabelle 24 werden sowohl die Container, als auch die Raummodule mit einem Punkt bewertet. Wohnmobile und Tiny Houses benötigen am Ort des Einsatzes keine Maschinen und können hiermit ebenfalls mit fünf Punkten bewertet werden. Um eine Leichtbauhalle oder eine Traglufthalle errichten zu können, werden, wie in den Grundlagen bereits beschrieben wurde, Hebehilfen benötigt. Daher erfolgt für diese beiden Gebäudetypen eine Bewertung in der Höhe von zwei Punkten.

Wie eingangs in Punkt 4.2.4 beschrieben wurde, werden in der Unterkategorie „Personal“ neben dem Aufwand an Personal auch die nötigen Fähigkeiten und Befugnisse bewertet. Die Details bezüglich der Bewertung wurden in Tabelle 25 zusammengefasst. Da einfache Campingzelte von einer Person vor Ort errichtet werden können und keinerlei handwerkliches Geschick vorausgesetzt wird, kann eine Bewertung in der Höhe von fünf Punkten vorgenommen werden. Für die Herstellung eines Bauwerkes aus Wohncontainern werden, wie in den Grundlagen beschrieben wurde neben einem Kranfahrer noch zwei Fachkräfte benötigt. Nach Tabelle 25 werden Wohncontainer in der Unterkategorie „Personal“ mit zwei Punkten bewertet. Um ein Wohnmobil an einem Standort einsatzbereit zu machen wird in der Regel weder zusätzliches Personal, noch besonderes handwerkliches Geschick vorausgesetzt. Lediglich eine Fahrerlaubnis wird benötigt. Da diese Tatsache bereits beim Kauf klar sein sollte, können an dieser Stelle ebenfalls alle Punkte gut geschrieben werden. Um Tiny Houses hinsichtlich des Einsatzes von Personal bewerten zu können, muss an dieser Stelle unterschieden werden, ob eine Mitarbeit bei der Herstellung angedacht ist. Unter der Annahme, dass bei der Herstellung Eigenleistungen erbracht werden, muss an dieser Stelle der Mittelwert der folgenden Punkteverteilungen gebildet werden. Eine Person kann ein Tiny House vor Ort ohne Hilfe in einen einsatzbereiten Zustand versetzten, somit fünf Punkte. Wenn bei der Herstellung Eigenleistung erbracht werden soll, wird geschultes Personal benötigt, daher wird an dieser Stelle eine Bewertung in der Höhe von zwei Punkten durchgeführt. Wenn man nun den Mittelwert aus den beiden Teilbewertungen bildet, erhält man eine Gesamtbewertung von 3,5 Punkten für Tiny Houses in der Unterkategorie „Personal“. Für die Errichtung von Leichtbauhallen werden neben einem Richtmeister noch 15 Helfer benötigt. In Tabelle 25 sind hierfür zwei bzw. vier Punkte vorgesehen. Daher wird ein Endwert in der Höhe von 2,5 Punkten

gutgeschrieben. Laut der Homepage der Firma M. C. B. GesmbH werden die MC Cube – Raummodule in Serienfertigung hergestellt. Da bedingt durch die Qualitätssicherung und dem Projektmanagement nur hauseigene Fachkräfte eigesetzt werden, sind nach Tabelle 25 keine Punkte gut zu schreiben[46]. Für die Montage vor Ort werden neben einem Kranfahrer noch Hilfskräfte und Fachpersonal benötigt.

Die letzte Unterkategorie „Eigenleistung“ bewertet die Möglichkeit sich selbst am Bau einer temporären Unterkunft zu beteiligen. Die an dieser Stelle nötigen Informationen wurden in Tabelle 26 zusammengefasst. Wie oben in der Unterkategorie „Personal“ bereits beschrieben wurde, können Zelte von einer Person errichtet werden. Die Erbringung der Eigenleistung ist somit erfüllt, sodass eine Bewertung in der Höhe von fünf Punkten vorgenommen werden kann. Bei der Fertigung von Wohncontainern können aufgrund der Erfordernis von Fachkenntnissen (Schweißnähte,…) keine Eigenleistungen erbracht werden. An der Örtlichkeit der Errichtung erfolgen die letzten Arbeiten wie bereits beschrieben wurde durch den Einsatz von Maschinen. Nach Tabelle 26 sind an dieser Stelle Wohncontainer mit zwei Punkten zu bewerten. In ähnlicher Weise kann eine Bewertung von Wohnmobilen erfolgen. Die Herstellerfirmen bieten diese Art der temporären Unterkunft in einer Form an, dass diese ohne großen Aufwand einsatzbereit sind. Da nur noch eine Ausrichtung in vertikaler Ebene von Nöten ist, kann diese in Eigenleistung erfolgen. Andererseits werden bereits Produkte angeboten, welche diese Arbeiten selbstständig ausführen, sodass keine Arbeiten vor Ort anfallen. Da weder bei der Herstellung, noch bei der Nutzung vor Ort größere Arbeiten anfallen, welche von jedermann ausgeführt werden könnten, werden Wohnmobile mit der Begründung „Eigenleistung kaum möglich“ mit einem Punkt bewertet. Mit Bezug auf eine E – Mail von Frau Bader[47], kann nach Absprache bei der Herstellung eines Wohnwagons vom späteren Nutzer Eigenleistung erbracht werden. Nach dem Punkteschlüssel nach Tabelle 26 werden Tiny Houses hinsichtlich der Erbringung von Eigenleistungen mit drei Punkten bewertet. Aus den Grundlagen geht hervor, dass dem Kunden für die Montage seiner Leichtbauhalle vor Ort ein Richtmeister von der Firma Losberger zur Seite gestellt wird. Die erforderlichen Hilfskräfte müssen über keinerlei spezieller Ausbildung verfügen. Unter Anwendung der Kriterien aus Tabelle 26 kann eine Bewertung der Traglufthallen hinsichtlich der Erbringung von Eigenleistung in der Höhe von drei Punkten

[46] Quelle: Pesendorfer, Oliver MBA akad. BO (2018): E – Mail – Beantwortung offener Fragen zu den Produkten der Firma M.C.B. GesmbH, Geschäftsführer, Amstetten, 15.11.2018.
[47] Quelle: Mag.a Bader, Denise (2018): E – Mail – Beantwortung von offenen Fragen zum Wohnwagon, Mitarbeiterin (Büro) von WW Wohnwagon GmbH, Gutenstein, 20.11.2018.

vorgenommen werden. Wie in der Unterkategorie „Personal“ bereits beschrieben wurde, können unerfahrene Hilfskräfte beim Aufbau der Traglufthalle eingesetzt werden. Durch die Anwesenheit von zusätzlichem erfahrenem Personal während der Aufbauphase, wird eine Bewertung in der Höhe von ebenfalls drei Punkten vorgenommen. Wie ebenfalls unter der Unterkategorie „Personal“ bereits angeführt wurde, wird bei der Herstellung und Errichtung der MC Cube – Raummodule die Möglichkeit zur Erbringung von Eigenleistung nicht angeboten. Daher können an dieser Stelle keine Punkte vergeben werden.

	Aspekte der Planungslogistik der Errichtung			
Gebäudetyp	**Werkzeuge**	**Maschinen**	**Personal**	**Eigenleistung**
Zelte	5,00	5,00	5,00	5,00
Container	4,00	1,00	2,00	2,00
Wohnmobil	4,00	5,00	5,00	1,00
Tiny Houses	4,00	5,00	3,50	3,00
Leichtbauhalle	3,00	2,00	2,50	3,00
Pneumatische Konstruktionen	4,00	2,00	1,00	3,00
MC Cube	3,00	1,00	0,00	0,00

Tabelle 27: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der Aspekte der Planungslogistik der Errichtung.

4.2.5 Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre

Unter den sozialen Aspekten wurden die Privatsphäre und die Sicherheit zusammengefasst. Wie bei dem Unterkapitel „Eigenleistungen“ überschneiden sich auch an dieser Stelle die Bewertungskriterien der Privatsphäre mit jenen der Sicherheit. Das Unterkapitel „Privatsphäre“ bewertet die temporären Gebäude hinsichtlich ihren Rückzugsmöglichkeiten und dem Schallschutz. Speziell wenn in einer Flüchtlingsunterkunft Menschen unterschiedlicher Nationen und Religionen aufeinander

treffen, sollten, um Konfrontationen zu vermeiden, Rückzugmöglichkeiten gegeben sein. Ebenfalls von Interesse hinsichtlich der Privatsphäre ist der Schallschutz. Wie beispielsweise von Arztbesuchen bekannt ist, gibt es Situationen, in welchen man mit jemandem in einer vertrauensvollen Atmosphäre Gespräche führen möchte. Die Gestaltung der Elemente, welche die Räume teilen, spielt in dieser Hinsicht eine wichtige Rolle. Im Unterkapitel „Sicherheit“ werden zum einen der Schutz vor unerlaubtem Eindringen und zum anderen die Möglichkeit, die temporäre Unterkunft abzusperren, bewertet. Nach den Kriterien des Innenministeriums sollten die Zimmer absperrbar sein (Bundesministerium für Inneres).

An dieser Stelle wird mit der Erläuterung des Punkteschlüssels des Unterkapitels „Sicherheit“ begonnen. Temporäre Unterkünfte, welche einen festen Raumabschluss aufweisen und als gesamtes abschließbar sind, und bei welchen darüber hinaus auch jeder einzelne Raum für sich abgeschlossen werden kann, werden mit fünf Punkten bewertet. Vier Punkte erhalten temporäre Unterkünfte, wenn diese einen festen Raumabschluss aufweisen, jedoch nur als gesamte Einheit abgeschlossen werden können. Als fester Raumabschluss werden an dieser Stelle Elemente (Wände und Decken) definiert, welche mit jenen eines konventionellen Bauwerkes vergleichbar sind. Diese können als Riegelkonstruktionen oder in Massivbauweise vorliegen. Konstruktionen, welche lediglich mit schweren und somit lauten Werkzeugen durchbrochen werden können, erhalten in dieser Unterkategorie drei Punkte. In vielen Fällen lassen Eindringlinge von einem Bauwerk ab, wenn für einen Zugang laute Werkzeuge, welche Aufsehen erregen würden, zum Einsatz kommen müssten. Eine Bewertung in der Höhe von zwei Punkten wird vorgenommen, wenn die temporäre Unterkunft zwar einen festen Raumabschluss aufweist, jedoch nicht zureichend gegen Einbruch gesichert werden kann. Als Beispiel sind an dieser Stelle Konstruktionen zu nennen, welche lediglich mit Vorhangschlössern gesichert werden können oder zur Gänze ungesichert sind. Mit einem Punkt werden temporäre Bauwerke bewertet, wenn diese aus schweren Textilien gefertigt werden, sodass diese mit Hilfe von spitzen und scharfen Gegenständen durchdrungen werden können. Keinen Punkt erhalten jene temporäre Unterkünfte, welche aus dünnen Textilien gefertigt werden und somit keinen Widerstand gegen unerlaubtes Eindringen bieten.

Punkte	Kriterien hinsichtlich der Sicherheit gegen Eindringen
5	Fester Raumabschluss sowohl der einzelnen Räume, als auch des Gebäudes; als ganze Einheit, sowie die einzelnen Räume getrennt absperrbar.
4	Fester Raumabschluss sowohl der einzelnen Räume, als auch des Gebäudes; lediglich die gesamte Einheit absperrbar.
3	Fester Raumabschluss der einzelnen Räume, als auch des Gebäudes; Eindringen lediglich mit schweren, lauten Geräten möglich.
2	Fester Raumabschluss des gesamten Gebäudes, leichtes Eindringen durch mangelhafte Sicherung möglich.
1	Außenhaut aus schwereren Textilgeweben; Eindringen mit Hilfe von spitzen und scharfen Gegenständen möglich.
0	Außenhaut aus leichten Textilgeweben, kein Widerstand gegen Eindringen.

Tabelle 28: Aufschlüsselung der Punkte für die Sicherheit gegen Eindringen.

Wie eingangs bereits erwähnt wurde, berücksichtigt die Untergruppe „Privatsphäre“ die Rückzugsmöglichkeiten, welche in den temporären Unterkünften gegeben sind. Hierzu zählt auch der Schutz vor Luftschall, sodass Gespräche nicht im gesamten Gebäude zu hören sind. Die Thematik der Verschließbarkeit wird an dieser Stelle ebenfalls bewertet. Anhand dieser Gesichtspunkte wird der Punkteschlüssel wie folgt aufgebaut. Temporäre Bauwerke, welche sowohl im Innenraum, als auch im Außenbereich durch fixe und massive Wände und Decken begrenzt und unterteilt werden, erhalten die volle Punktezahl. Ein Punkt wird abgezogen, wenn im Innenraum fixe und feste Wände installiert werden, der Raumabschluss an der Decke jedoch nicht aus festen Elementen hergestellt wird. Wenn im Innenraum fixe und feste Wände installiert werden, der Raumabschluss nach oben hin durch Textilgewebe oder offen gestaltet wird und der Eingang in die Raumzelle lediglich durch Vorhänge erfolgt, ergibt dies eine Bewertung in der Höhe von drei Punkten. Hinsichtlich der Privatsphäre werden temporäre Unterkünfte mit zwei Punkten bewertet, wenn diese mittels mobiler Raumtrennelemente unterteilt werden, welche lediglich eine Funktion als Sichtschutz aufweisen. Eine Bewertung in der Höhe von einem Punkt wird vorgenommen, wenn eine Unterteilung eines temporären Gebäudes lediglich mit Elementen aus textilen Werkstoffen vorgenommen wird, sodass keinerlei Privatsphäre sichergestellt werden kann. Wenn keine Unterteilung des Innenraumes vorgenommen werden kann und hiermit weder eine Form von Sicht- noch Schallschutz gegeben ist, wird in der Unterkategorie „Privatsphäre“ kein Punkt vergeben.

Punkte	Kriterien hinsichtlich der Privatsphäre
5	Fixe und massive Innen- sowie Außenwände (mind. Ständerwände) und Decken; Räume einzeln absperrbar.
4	Fixe und massive Innen- sowie Außenwände (mind. Ständerwände); Decken aus leichten (textilen) Materialien; Räume einzeln absperrbar.
3	Fixe und massive Innen- sowie Außenwände (mind. Ständerwände); Decken aus leichten (textilen) Materialien; Eingänge der Räume lediglich durch leichte (textile) Elemente geschützt.
2	Einsatz von mobilen Raumtrennelementen – lediglich Sichtschutz geboten.
1	Raumtrennung durch textile Elemente – nahezu keine Privatsphäre gegeben.
0	Keine Trennung von Räumen, lediglich ein einziger großer Raum – keine Privatsphäre gegeben.

Tabelle 29: Aufschlüsselung der Punkte der Privatsphäre.

4.2.5.1 Bewertung der Gruppe „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“

Zu den Grundbedürfnissen von Menschen zählen neben einem gewissen Lebensstandard auch noch Schutz und ein Mindestmaß an Privatsphäre (Félix et al., 2013). Da diese Grundbedürfnisse in temporären Unterkünften ebenfalls gegeben sein sollten, werden an dieser Stelle die unter den Punkt 3.1 angeführten temporären Bauwerke auf Grund ihrer Schutzmechanismen gegen unerlaubtes Eindringen und ihrer Voraussetzungen hinsichtlich der Privatsphäre bewertet. Die Grundlagen hierfür wurden im Abschnitt 4.2.5 erläutert. Eine übersichtliche Zusammenfassung kann aus den oben stehenden Tabelle 28 und Tabelle 29 entnommen werden. Die Bewertungsergebnisse wurden im Anschluss in Tabelle 30 zusammengefasst.

Die Kriterien für den Widerstand gegen Einbrüche wurden anhand der Konstruktionsart und der Möglichkeit der Absperrbarkeit definiert. Zelte bestehen aus leichten Textilgeweben und bieten somit keinen Widerstand gegen unerlaubtes Eindringen. Unter Berücksichtigung der Tabelle 28 werden diese mit keinem Punkt bewertet. Wie in den Grundlagen beschrieben wurde, können die Innenwände von Wohncontainern in beliebiger Form angeordnet werden. Da diese in der gleichen stabilen Konstruktionsweise wie die Außenwände gefertigt werden, können die einzelnen Räume mittels absperrbarer Türen verschlossen werden. Da diese temporären Wohnlösungen sowohl außen, als auch innen absperrbar sind, wird nach Tabelle 28 die volle Punktzahl

vergeben. Wohnmobile und Tiny Houses, wie in Abbildung 9 und Abbildung 13 dargestellt, können lediglich als gesamte Einheit von außen abgesperrt werden. Die Außenwände bieten durch ihre Konstruktionsweise durchaus Schutz vor Einbrüchen. Nach Tabelle 28 kann eine Bewertung in der Höhe von vier Punkten erfolgen. In Abbildung 17 wurde der Grundriss einer Leichtbauhalle des Typs 12 / 320 SL 850 x 30 dargestellt. Der zugehörige Text beschreibt, dass sowohl die Innenwände, als auch die Außenwände dieser Halle aus Thermoelementen bestehen. Die Innenräume sind einzeln absperrbar. Ein eindringen kann lediglich durch den Einsatz von schwereren Werkzeugen erfolgen. Unter Anwendung von Tabelle 28 können Leichtbauhallen im Hinblick auf die Sicherheit gegen gewaltsames Eindringen mit drei Punkten bewertet werden. Nach den Kriterien, welche für die Sicherheit eingeführt wurden, können Traglufthallen aufgrund der Tatsache, dass diese aus schweren Gewebematerialien bestehen und somit mit spitzen und scharfen Gegenständen durchstoßen werden können mit einem Punkt bewertet werden. Die Raummodule von MC Cube bieten durch ihre robuste Konstruktionsweise und der einzeln absperrbaren Räumlichkeiten guten Schutz vor Einbrüchen. Ein Vergleich mit Tabelle 28 führt zu einer Bewertung von fünf Punkten.

Eine Bewertung der präsentierten temporären Unterkünfte hinsichtlich der Privatsphäre wird in ähnlicher Weise zu jener der Sicherheit vorgenommen. Die einzelnen Kriterien und die zugehörige Punkteverteilung wurden in Tabelle 29 dargestellt. Campingzelte, wie in Abbildung 1 dargestellt, können in der Regel nicht abgetrennt werden. Nach den hierfür erstellten Kriterien wird eine Bewertung in der Höhe von null Punkten vorgenommen. Gute Eigenschaften hinsichtlich der Privatsphäre weisen aufgrund der Konstruktionsweise sowohl Wohncontainer, als auch Raummodule auf. Nach den Kriterien der Tabelle 29 können diese mit der vollen Punktezahl bewertet werden. Sowohl Wohnmobile als auch Tiny Houses werden im Innenraum offen gestaltet. Dadurch gehen Räume, in welchen man sich zurückziehen kann verloren. Da aufgrund der engen Platzverhältnisse Elemente für eine Raumtrennung kaum ermöglicht werden können, entsteht ein einziger größerer Raum, in welchem keine Privatsphäre für einzelne Personen sichergestellt werden kann. Lediglich der Schlaf- und der Sanitärbereich sind durch leichte Wandkonstruktionen vom übrigen Raum abgetrennt. Ein Abgleich mit den Kriterien aus Tabelle 29 bringt ein Ergebnis von null Punkten in der Unterkategorie „Privatsphäre“. Aufgrund der in der Bewertung der Unterkategorie „Sicherheit“ beschriebenen Konstruktionsweise von Leichtbauhallen können diese im Hinblick auf die

Privatsphäre mit vier Punkten bewertet werden. Die Bewertung der Privatsphäre von Traglufthallen kann mit zwei Punkten erfolgen. Der Grund dafür ist, dass mobile Raumtrennelemente durch das vorhandene Platzangebot eingefügt werden können.

	Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre	
Gebäudetyp	**Sicherheit**	**Privatsphäre**
Zelte	0,00	0,00
Container	5,00	5,00
Wohnmobil	4,00	0,00
Tiny Houses	4,00	0,00
Leichtbauhalle	3,00	4,00
Pneumatische Konstruktionen	1,00	2,00
MC Cube	5,00	5,00

Tabelle 30: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der Aspekte der Privatsphäre.

4.2.6 Auswertung

Um die temporären Unterkünfte miteinander vergleichen zu können, wurden im ersten Schritt die Punkte jeder Unterkategorie addiert. Die Addition wurde für jeden der in der ersten Spalte der Tabelle 31 angeführten Gebäudetypen getrennt ausgeführt. Im Anschluss wurden die Zwischenergebnisse der Additionen jeder Kategorie durch die Anzahl der jeweils enthaltenen Unterkategorien dividiert. Die Ergebnisse wurden in Tabelle 31 zusammengefasst. Einen besseren Überblick über die in Tabelle 31 präsentierten Ergebnisse bieten Abbildung 29 und Abbildung 30.

Gebäudetyp	Ökonomische Aspekte	Ökologische Aspekte	Technische Aspekte	Aspekte der Planungslogistik der Errichtung	Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre
Zelte	3,70	3,00	1,25	5,00	0,00
Container	2,88	3,67	3,25	2,25	5,00
Wohnmobil	1,96	3,33	2,25	3,75	2,00
Tiny Houses	2,78	4,00	3,25	3,88	2,00
Leichtbauhalle	2,80	2,33	2,13	2,63	3,50
Pneumatische Konstruktionen	2,31	1,33	0,75	2,50	1,50
MC Cube	3,13	3,83	3,25	1,00	5,00

Tabelle 31: Übersicht der Gesamtbewertung der temporären Unterkünfte.

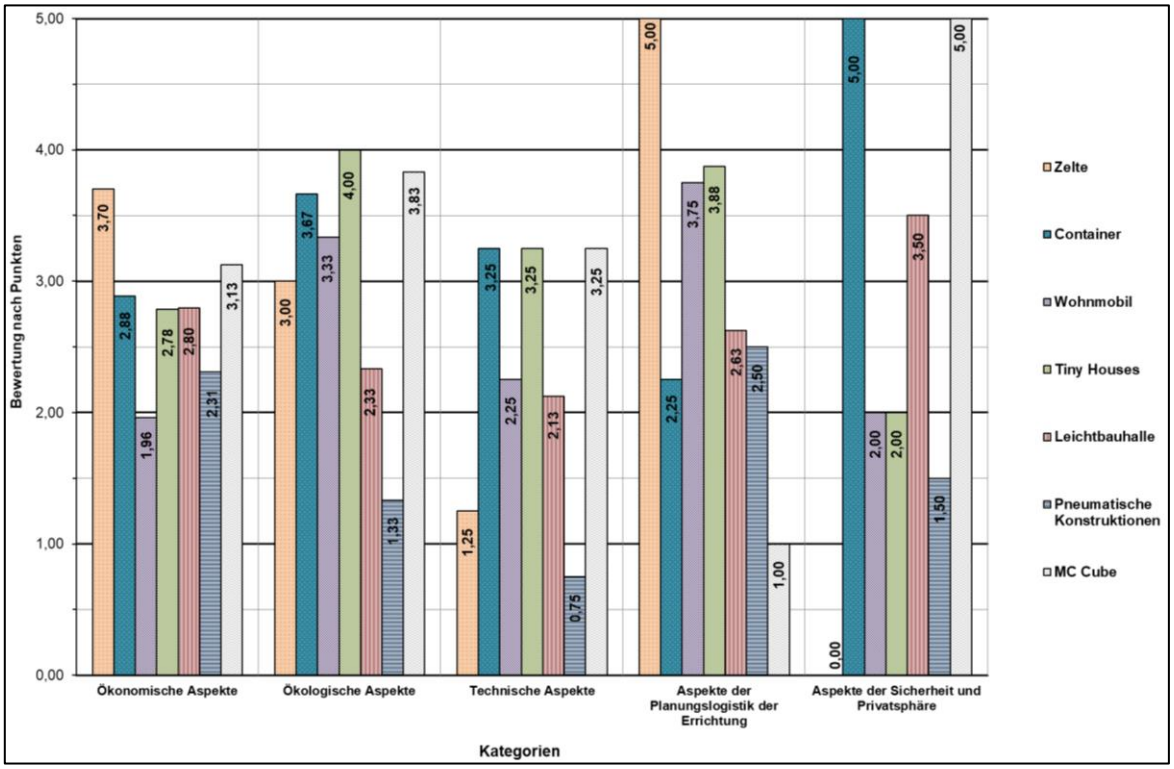

Abbildung 29: Grafische Darstellung der Gesamtbewertung der temporären Unterkünfte in Form eines Balkendiagramms (Eigendarstellung).

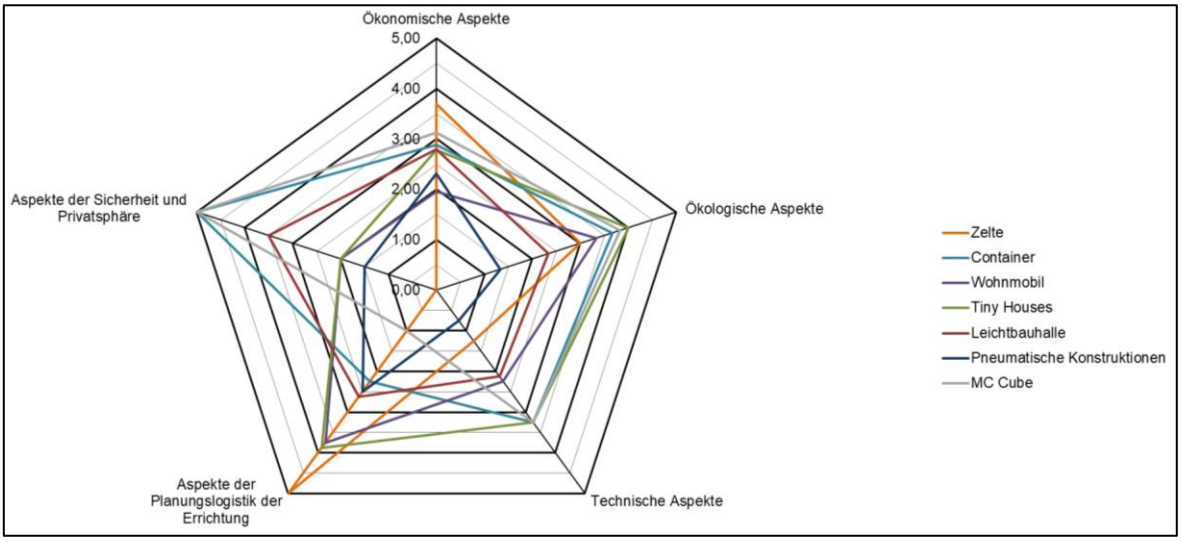

Abbildung 30: Grafische Darstellung der Gesamtbewertung der temporären Unterkünfte in Form eines Netzdiagramms (Eigendarstellung).

In der Abbildung 29 und Abbildung 30 können die einzelnen temporären Unterkünfte direkt anhand ihrer Eigenschaften miteinander verglichen werden. Nachstehend wurden die in Tabelle 31 angeführten Ergebnisse in einer übersichtlichen Form visualisiert.

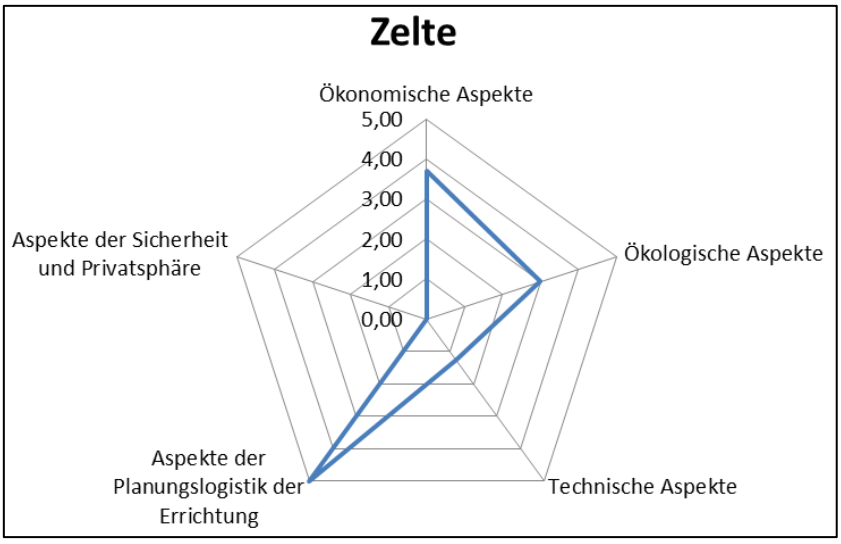

Abbildung 31: Grafische Darstellung der Bewertung der Zelte, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung).

Aufgrund der einfachen Konstruktionsweise von Zelten erhalten diese in der Kategorie „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ die volle Punktezahl. Diese Bewertung kann darauf zurückgeführt werden, dass keine Werkzeuge und Maschinen für den Aufbau benötigt werden. Da der gesamte Aufbau von Zelten in Eigenleistung erbracht werden kann, wird an dieser Stelle kein zusätzliches Personal benötigt. In die Kategorie „Ökonomische Aspekte“ fließen neben den Anschaffungskosten die Transportkosten sowie die Lagerungskosten und die Lebensdauer mit ein. In dieser Kategorie schnitten Zelte ebenfalls überdurchschnittlich gut ab. Dieses Ergebnis kann auf mehrere Eigenschaften zurückgeführt werden. Aufgrund der kompakten Größe und des geringen Gewichtes können Zelte von einzelnen Personen transportiert werden. Dadurch werden keine zusätzlichen Transportmittel benötigt und Kosten vermieden. Die oben erwähnte Kompaktheit von Zelten ermöglicht eine Lagerung in Schränken oder Abstellräumen, wodurch wiederum keinerlei zusätzliche Kosten für die Lagerung entstehen. Hinsichtlich der Anschaffung schnitten Zelte aufgrund der vergleichsweise günstigen Preise je Quadratmeter ebenfalls überdurchschnittlich gut ab. Lediglich die Lebensdauer ergab eine Bewertung von keinem Punkt, da durch die leichte Konstruktionsweise extreme Wetterereignisse Schäden hervorrufen könnten. Konventionelle Campingzelte bestehen meist aus leichten Stoffen, wie Aluminium und Kunststoff. Aus diesem Grund konnten die Unterkategorien „Primärenergiebedarf und Abfallaufkommen“ und „Recycling“ nur unterdurchschnittliche Ergebnisse erzielen. Positiv können an dieser Stelle die „Umwelteinflüsse nach dem Rückbau“ bewertet werden, da keinerlei schädliche Umwelteinflüsse zu erwarten sind. Die geringe Punkteanzahl in der Kategorie „Technische Aspekte“ kann ebenfalls auf die leichte Konstruktionsweise zurückgeführt werden. Aufgrund des fehlenden Schallschutzes und der schlechten wärmedämmenden Eigenschaften von Zelten, konnten in diesen Unterkategorien keine Punkte vergeben werden. Wie oben bereits erwähnt wurde, kann die Standsicherheit bei extremen Wetterereignissen nicht sichergestellt werden, wodurch sich ebenfalls eine unterdurchschnittliche Bewertung ergab. Im Hinblick auf die Anforderungen an den Untergrund konnte wiederum ein überdurchschnittlich gutes Ergebnis erzielt werden. Wie in Abbildung 31 dargestellt wurde, bieten Zelte keinerlei Privatsphäre und Schutz vor unerlaubtem Eindringen.

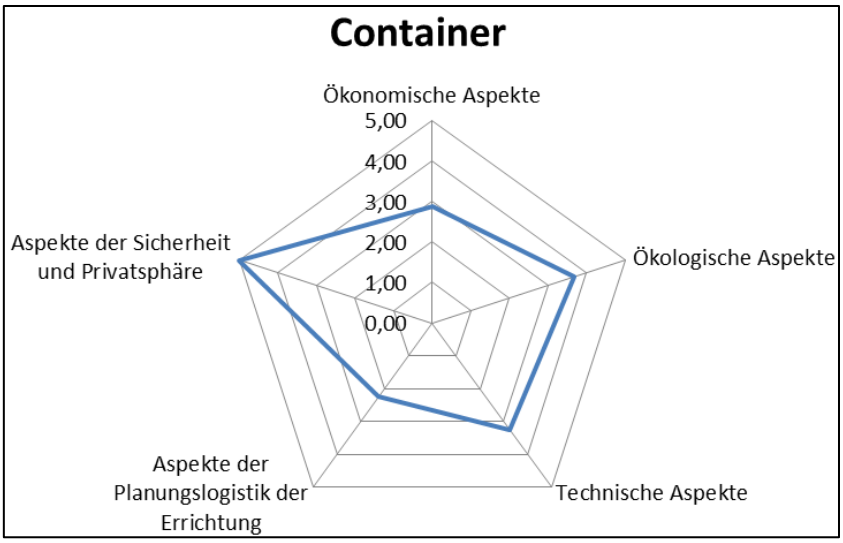

Abbildung 32: Grafische Darstellung der Bewertung von Containern, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung).

Bauwerke, welche aus Containern zusammengesetzt werden, erhalten in der Kategorie „Ökonomische Aspekte“ mit 2,88 Punkten eine durchschnittliche Bewertung. Aufgrund der moderaten Preise je Quadratmeter werden für die „Anschaffungskosten“, wie in den Grundlagen beschrieben wurde, 3,96 Punkte vergeben. Die „Lagerungskosten“ werden durch die unkomplizierte Lagerung im Außenbereich und der Tatsache, dass die einzelnen Module gestapelt werden können, ebenfalls mit einer hohen Punktezahl bewertet. Da für den Transport solcher Module große Lastkraftwagen benötigt werden, müssen an dieser Stelle Punkte abgezogen werden. Die langjährige Nutzung von Containermodulen wird mit einer guten Bewertung in der Kategorie „Ökonomische Aspekte“ berücksichtigt.[48] Für die Fertigung dieser Raummodule werden hauptsächlich Stahl, Holz und Glaswolle eingesetzt. Die Unterkategorien „Primärenergiebedarf und Abfallaufkommen“ und „Recycling“ werden anhand des unter Punkt 4 beschriebenen Punkteschlüssels mit 3,5 und 2,5 Punkten bewertet. Da die Bauwerke aus Containern auf Schraubfundamenten errichtet werden, sind nach dem Rückbau keine negativen Umwelteinflüsse zu erwarten. Die Kategorie „Ökologische Aspekte“ erreichte daher 3,67 Punkte. Wie aus Tabelle 31 entnommen werden kann, wurden Container hinsichtlich der technischen Aspekte mit 3,25 Punkten bewertet. Dieses Ergebnis kann auf die guten Resultate bei der Standsicherheit (5 Punkte), sowie dem Wärme- und Schallschutz (4 Punkte) zurückgeführt werden. Die Anforderungen an den Untergrund und die Anpassbarkeit wurden mit zwei Punkten in der Bewertung berücksichtigt. In der

[48] An dieser Stelle sollte nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Lebensdauer aufgrund von fehlenden Daten aus der Praxis durch Werte, welche für die Berechnung der Abschreibung für Abnützung ersetzt wurden.

Kategorie „Aspekte der Planungslogistik“ werden der Einsatz von Werkzeugen und Maschinen, sowie der erforderliche Aufwand an Personal und die Möglichkeit zur Erbringung von Eigenleistung zusammengefasst. Da die einzelnen Module von Containerbauwerken bereits vorgefertigt an den Einsatzort geliefert werden, entfällt der Einsatz von Elektrogeräten. Aus diesem Grund werden an dieser Stelle vier Punkte vergeben. Durch das Erfordernis von Kränen und den Einsatz von geschultem Personal, können für diese Kategorien lediglich ein bzw. zwei Punkte gutgeschrieben werden. Durch den Einsatz von Kränen kann Eigenleistung nur in beschränktem Ausmaß erbracht werden (2 Punkte). In der Kategorie „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ erreichen Container eine Gesamtbewertung in der Höhe von 2,25 Punkten. Die stabile Bauweise der Innen- und Außenwände, sowie die Raumtrennung stellen ausreichend Schutz vor unerlaubtem Eindringen sicher und bieten den Bewohnern ein gewisses Maß an Privatsphäre. Wie aus der Abbildung 32 entnommen werden kann, wurde eine Bewertung mit der vollen Punktezahl vorgenommen.

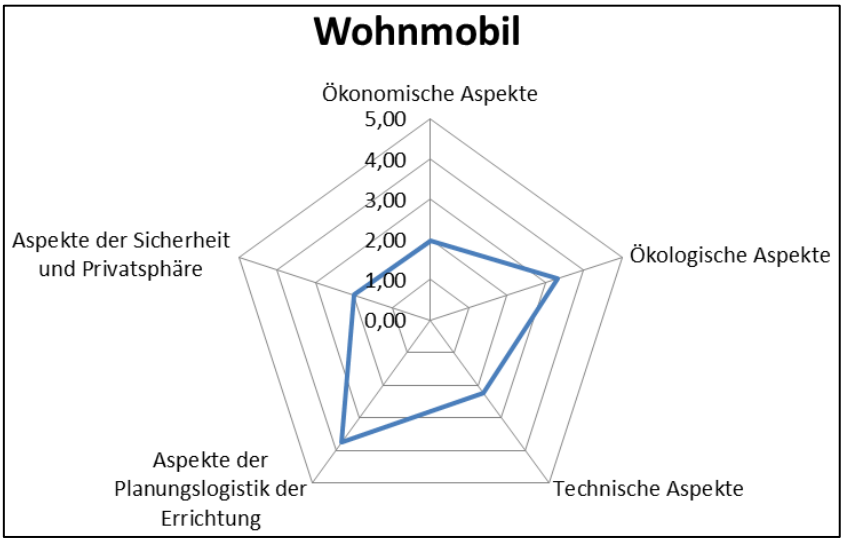

Abbildung 33: Grafische Darstellung der Bewertung von Wohnmobilen, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung).

In der Kategorie „Ökonomische Aspekte“ erreichten Wohnmobile bei den Anschaffungskosten und der Lebensdauer eine unterdurchschnittliche Bewertung in der Höhe von 1,96 Punkten. Die Gründe hierfür liegen zum einen in den hohen Kosten, bedingt durch die Ausstattung, und zum anderen durch die „theoretische“ kurze Lebensdauer. Da Wohnmobile problemlos ohne Witterungsschutz gelagert werden können, wurde an dieser Stelle mit drei Punkten eine durchschnittliche Bewertung

vorgenommen. Wie in den Grundlagen bereits erwähnt wurde, können Wohnmobile Standortwechsel aus eigenem Antrieb vollziehen und erhalten im Hinblick auf Transportkosten ebenfalls drei Punkte. Aus Abbildung 33 wird ersichtlich, dass Wohnmobile bei den ökonomischen Aspekten ein durchschnittliches Ergebnis erzielen. Aufgrund der verarbeiteten Materialien wie Stahl, Aluminium und Kunststoff werden in der Unterkategorie „Primärenergie und Abfallaufkommen“ lediglich 1,5 von fünf Punkten vergeben. Nach Erreichen des Endes der Lebensdauer sollten Wohnwagen ebenfalls einem Recyclingprozess zugeführt werden. Nach Anwendung der Kriterien aus Tabelle 14 ergeben sich hierfür 3,5 Punkte. Nach dem Umzug eines Wohnwagens werden keinerlei schädliche Auswirkungen erwartet, wodurch eine Bewertung in der Unterkategorie „Umwelteinflüsse nach dem Rückbau“ mit der vollen Punktezahl erfolgen konnte. Bei der Bewertung der „Technischen Aspekte“ erzielten Wohnwagen mit 2,25 Punkten ebenfalls ein durchschnittliches Ergebnis. Dieses resultiert daraus, dass Wohnmobile auf ebenen Untergründen der Bodenklasse 1 abgestellt werden können. Die Erweiterbarkeit dieser temporären Unterkünfte kann lediglich unter großem Aufwand von Experten durchgeführt werden, daher können an dieser Stelle nach dem oben angeführten Punkteschlüssel keine Punkte gutgeschrieben werden. Wohnmobile stellen hinsichtlich der Stand- und Betriebssicherheit eine gute Option dar, lediglich große Auflasten von nassem Schnee könnten diesbezüglich Probleme bereiten. Der Wärme- und Schallschutz erreicht durch den Aufbau der Außenwände ebenfalls eine Bewertung in der Höhe von 3 Punkten.

Für die waagrechte Ausrichtung von Wohnmobilen wird gegebenenfalls eine Wasserwaage benötigt. Wie oben bereits angeführt wurde, sind gegen Aufpreis Hebesysteme erhältlich, welche die waagrechte Ausrichtung automatisch herstellen. Die Unterkategorie Werkzeuge wurde nach dem gültigen Punkteschlüssel mit vier Punkten bewertet. Da diese Art der temporären Unterkünfte als betriebsbereite Einheit vom Hersteller angeboten wird, entfällt der Einsatz von Maschinen und zusätzlichem Personal vor Ort. Aus diesem Grund können die beiden Unterkategorien „Maschinen“ und „Personal“ mit jeweils der vollen Punkteanzahl bewertet werden. Die Möglichkeit zur Erbringung von Eigenleistung entfällt durch das hohe Ausmaß an Vorfertigung seitens des Herstellers. Die Gesamtbewertung der Kategorie „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ erzielte ein Ergebnis in der Höhe von 3,75 Punkten. Im Hinblick auf die Kategorie „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“ wurde eine Bewertung von zwei Punkten vorgenommen. Dieses Resultat stammt daher, dass die Sicherheit mit vier

Punkten bewertet wurde. Aufgrund von fehlenden Rückzugsmöglichkeiten wurde die Privatsphäre mit null Punkten bewertet.

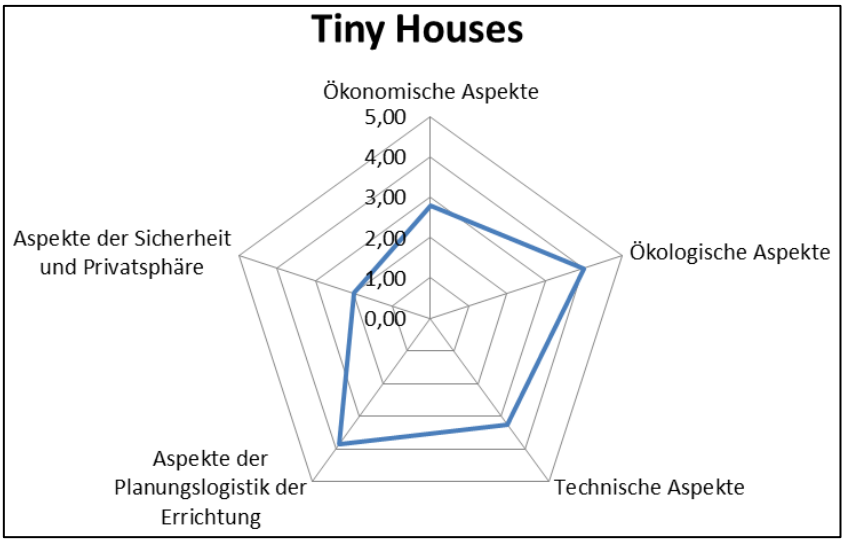

Abbildung 34: Grafische Darstellung der Bewertung von Tiny Houses, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung).

Die Anschaffungskosten von Tiny Houses sind derzeit noch vergleichsweise hoch. Deshalb errechnete sich mittels linearer Interpolation ein Wert in der Höhe von lediglich 1,14 Punkten. Die Bewertung von zwei Punkten in der Unterkategorie „Transport“ rührt daher, dass für einen Standortwechsel ein Zugfahrzeug benötigt wird. Tiny Houses benötigen in Phasen, in welchen sie nicht genutzt werden, keinerlei Witterungsschutz. Da diese Art der temporären Unterkünfte nicht stapelbar ist, werden an dieser Stelle drei Punkte vergeben. Dank der langen Lebensdauer konnte in der Unterkategorie „Einsatzzyklen / Lebensdauer“ die volle Punktezahl erreicht werden. Wie in Abbildung 34 ersichtlich ist, wurden Tiny Houses in der Kategorie „Ökonomische Aspekte“ mit 2,78 Punkten bewertet. Der Einsatz von Holz und Stahl brachte in der Unterkategorie „Primärenergiebedarf und Abfallaufkommen“ eine Bewertung in der Höhe von vier Punkten. Da sich die eingesetzten Baustoffe und die Wärmedämmung aus Schafwolle nach dem Ende der Lebensdauer gut verwerten lassen, konnte eine Bewertung in der Höhe von drei Punkten vorgenommen werden. Dank der positiven Bewertung der Unterkategorie „Umwelteinflüsse nach dem Rückbau“ konnten Tiny Houses in der Kategorie „Ökologische Aspekte“ vier von möglichen fünf Punkten erreichen.

Wie die Wohnwagen, benötigen Tiny Houses ebenfalls einen möglichst ebenen Stellplatz, welcher keine Anforderungen bezüglich Bebaubarkeit stellt. Da Erweiterungen

nur sehr schwer durführbar sind, können an dieser Stelle wie bereits bei den Wohnwagen keine Punkte vergeben werden. Die robuste Bauweise stellt die Stand- und Betriebssicherheit bei schlechter Witterung sicher. Da zum einen der Strom aus der PV – Anlage bezogen wird und zum anderen der Wandaufbau gute Wärme- und Schallschutzeigenschaften aufweist, wird an dieser Stelle die volle Punktezahl gutgeschrieben. Aus diesen Ergebnissen ergibt sich eine Bewertung in der Kategorie „Technische Aspekte“ in der Höhe von vier Punkten. In der Kategorie „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ erreichen Tiny Houses ein Ergebnis von 3,88 Punkten. Für die Errichtung von diesen temporären Unterkünften wird für eine waagrechte Ausrichtung eine Wasserwaage benötigt. Daher wurde die Unterkategorie „Werkzeuge“ mit vier Punkten bewertet. Da keine Maschinen vor Ort benötigt werden, konnten in diese Unterkategorie die vollen Punkte vergeben werden. Die Bewertung von „Personal“ wurde aus dem Mittelwert aus fünf Punkten (kein zusätzliches Personal nötig) und zwei Punkten (Erfordernis von geschultem Personal) gebildet. Nach Absprache kann der Kunde Eigenleistung bei der Herstellung seines Tiny Houses erbringen. Hierfür wurden nach dem oben beschriebenen Punkteschlüssel drei Punkte vergeben. Das Ergebnis in der Höhe von zwei Punkten der Kategorie „Sicherheit und Privatsphäre“ setzt sich aus den vier Punkten für die Sicherheit (fester Raumabschluss / als gesamte Einheit absperrbar) und null Punkte für die fehlende Privatsphäre (keine Trennung von Räumen) zusammen.

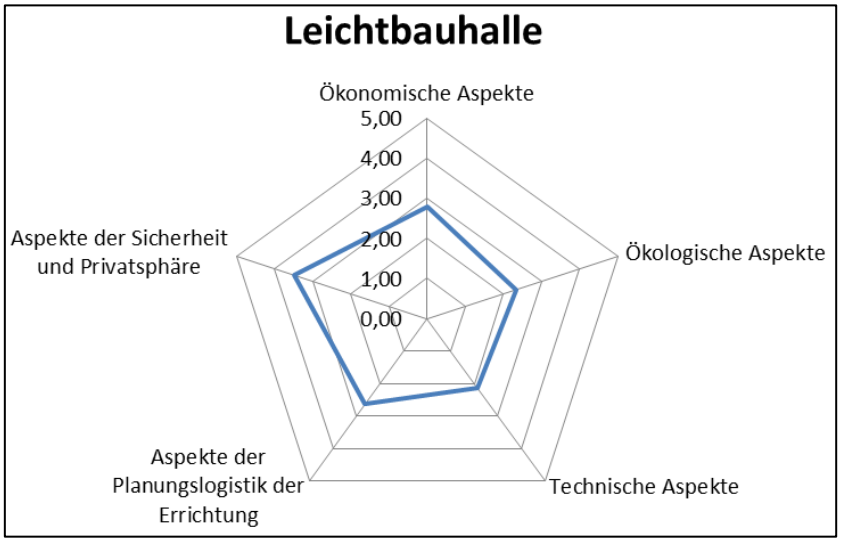

Abbildung 35: Grafische Darstellung der Bewertung von Leichtbauhallen, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung).

Leichtbauhallen erreichten in der Kategorie „Ökonomische Aspekte“ eine Bewertung in der Höhe von 2,80 Punkten. Die Gründe für diese überdurchschnittliche Bewertung liegen in den moderaten Anschaffungskosten und der langen Lebensdauer. Durch die getrennte Lagerung der Tragstruktur im Außenbereich und der Planen im trockenen Innenraum wurde die Unterkategorie „Lagerungskosten“ mit 2,5 Punkten bewertet. Da für die Anlieferung der einzelnen Komponenten schwere Lastkraftwagen benötigt werden, wurde an dieser Stelle ein Punkt gutgeschrieben. Die Verwendung von Holz, Stahl, Kunstsoff und Mineralwolle erbrachte in der Unterkategorie „Primärenergiebedarf und Abfallaufkommen“ eine Bewertung in der Höhe von 2,5 Punkten und in der Unterkategorie „Recycling“ drei Punkte. Für den Rückbau werden zur Entfernung der Gründungen, sowie für die Verfüllung der entstandenen Hohlräume Baumaschinen benötigt. Dieser Umstand führt zu einer Bewertung der Unterkategorie „Umwelteinflüsse nach dem Rückbau“ von zwei Punkten. Die Gesamtpunktezahl der Kategorie „Ökologische Aspekte“ beläuft sich daher auf 2,33 Punkte. Im nächsten Schritt wurden die technischen Aspekte in Augenschein genommen. Die Unterkategorie „Anforderungen an den Untergrund“ wurde nach Tabelle 17 mit lediglich einem Punkt bewertet. Die „Anpassungs- und Erweiterbarkeit“ erzielte aufgrund des Planungsrasters drei von fünf möglichen Punkten. Große Massen an schweren Schnee und Eis können ein manuelles räumen der Dachflächen erforderlich machen. Daher wurden Leichtbauhallen hinsichtlich deren Betriebs- und Standsicherheit mit drei Punkten bewertet. In der Unterkategorie „Wärme- und Schallschutz“ konnten diese temporären Unterkünfte aufgrund ihres Aufbaus 1,5 Punkte erreichen. Die angeführten Teilergebnisse ziehen für die Kategorie „Technische Aspekte“ eine Gesamtbewertung in der Höhe von 2,13 Punkten nach sich. Für die „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ ergab sich aus den nachstehenden Teilbewertungen ein Ergebnis von 2,63 Punkten. Durch das Erfordernis von Elektrokleingeräten am Ort der Errichtung wurden in der Unterkategorie „Werkzeuge“ drei Punkte gutgeschrieben. Für die Herstellung von Leichtbauhallen werden allenfalls geeignete Hebehilfen vor Ort benötigt. Daher wurde das Kriterium „Maschinen“ mit zwei Punkten in der Bewertung berücksichtigt. Bei der Punktevergabe der Unterkategorie „Personal“ muss berücksichtigt werden, dass ungelernte Helfer zum Einsatz kommen können. Seitens der Herstellerfirma wird ein Richtmeister vor Ort bereitgestellt. Daher erfolgt eine Bewertung in der Höhe von 2,5 Punkten. Da Eigenleistung unter der Anleitung von fachkundigem Personal erbracht werden kann, werden an dieser Stelle drei Punkte vergeben. Durch die Verwendung von Sandwichpaneelen als Wände, werden für unerlaubtes Eindringen Werkzeuge oder Geräte benötigt. Daher konnte unter Anwendung von Tabelle 28 eine Bewertung in der Höhe von drei Punkten erfolgen. Nach

dem Punkteschlüssel aus Tabelle 29 wurde die Unterkategorie „Privatsphäre“ mit vier Punkten bewertet. Wie in Abbildung 35 ersichtlich ist, wurden Leichtbauhallen in der Kategorie „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“ mit 3,5 Punkten bewertet.

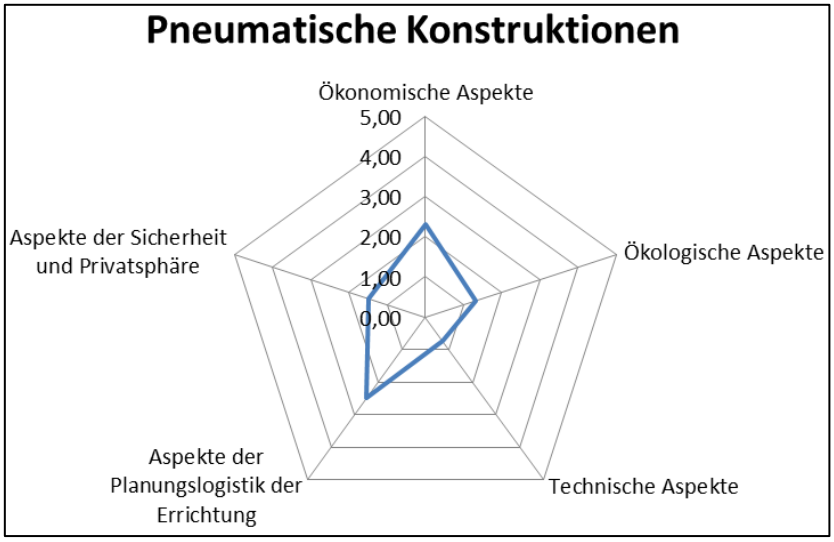

Abbildung 36: Grafische Darstellung der Bewertung von Pneumatischen Konstruktionen, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung).

Die niedrigen Kosten je Quadratmeter ergaben für die pneumatischen Konstruktionen mit 4,87 Punkten die beste Bewertung in der Unterkategorie „Anschaffungskosten“. In den Bereichen „Transport“ und „Lagerung“ wurde jeweils ein Punkt vergeben. Die Gründe hierfür liegen darin, dass der Transport lediglich mittels Lastkraftwagen bewältigt werden kann und eine Lagerung allenfalls in trockenen Innenräumen erfolgen muss. Durch die Bewertung der Lebensdauer mit 2,37 Punkten ergibt sich eine Gesamtbewertung der Kategorie „Ökonomische Aspekte“ in der Höhe von 2,31 Punkten. Um eine Aussage bezüglich den „Ökonomischen Aspekten“ treffen zu können, wurden ebenfalls die zugehörigen Unterkategorien bewertet. Aufgrund des hohen Anteils an Kunststoffen, wurde die Unterkategorie „Primärenergiebedarf und Abfallaufkommen“ nach dem in Tabelle 13 angeführten Punkteschlüssel mit drei Punkten bewertet. Das zum größten Teil verarbeitete PCV beschichtete Polyestergewebe lässt sich derzeit nur thermisch verwerten. Aus diesem Grund erfolgte eine Bewertung der Unterkategorie „Recycling“ in der Höhe von einem Punkt. Wie in den Grundlagen beschrieben wurde, erfolgt eine kraftschlüssige Verbindung zwischen der Traglufthalle und dem Untergrund mit Hilfe von Spreizankern, welche dauerhaft im Untergrund verbleiben. Unter der Berücksichtigung,

dass ein saisonaler Einsatz angedacht ist, stellt dies eine gute Lösung dar. Da eine temporäre Nutzung nicht als saisonal zu betrachten ist, wird an dieser Stelle eine Entfernbarkeit, wie in Tabelle 15 beschrieben wurde, angestrebt. Die eingesetzten Spreizanker verbleiben im Boden, wodurch eine Bewertung in der Unterkategorie „Umwelteinflüsse nach dem Rückbau“ mit keinem Punkt bewertet wurde. Anhand der Bewertungen der angeführten Unterkategorien wurde in der Kategorie „Ökologische Aspekte“ für pneumatische Konstruktionen ein Ergebnis von 1,33 Punkten errechnet. In der Kategorie „Technische Aspekte“ erreichten Traglufthallen ein Ergebnis von 0,75 Punkten. Die Gründe für die unterdurchschnittliche Bewertung liegen in den Bewertungen der Unterkategorien „Anpassungs- und Erweiterbarkeit“ und „Betriebs- und Standsicherheit“ für die keine Punkte vergeben werden konnten. Diese Art der temporären Unterkünfte benötigt für die Sicherstellung der Tragfähigkeit eine permanente externe Energiequelle. Da nachträgliche Anpassungen der Struktur nicht möglich sind, konnten, wie zuvor abgeführt wurde, keine Punkte gutgeschrieben werden. Die Unterkategorie „Anforderungen an den Untergrund“ wurde nach Tabelle 17 mit zwei Punkten bewertet. Die Tatsache, dass die Außenhaut aus einer zweilagigen Schicht aus Kunststoff besteht, führt zu einer Bewertung von einem Punkt in der Unterkategorie „Wärmedämmung und Schallschutz“. Für die Errichtung von pneumatischen Konstruktionen werden wenige Handwerkzeuge benötigt, wodurch eine Bewertung der Unterkategorie „Werkzeuge“ in der Höhe von vier Punkten erfolgen konnte. Um die einzelnen Komponenten nach der Anlieferung von dem Lastkraftwagen heben zu können, müssen geeignete Maschinen vor Ort sein. Daher wurde an dieser Stelle eine Bewertung in der Höhe von zwei Punkten vorgenommen. Die Bewertungskriterien der Unterkategorien „Personal“ und „Eigenleistung“ können in einer kurzen Form erläutert werden. Der Aufbau von Traglufthallen kann von ungelerntem Hilfspersonal unter Anweisung einer fachkundigen Person vorgenommen werden. Aus diesem Grund wurden diese Unterkategorien mit einem bzw. drei Punkten bewertet. Die „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ erreichten eine Gesamtpunktezahl von 2,5 Punkten. Wie in Abbildung 36 ersichtlich ist, erreichten Traglufthallen in der Kategorie „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“ 1,5 Punkte. Diese Bewertung resultiert aus dem Mittelwert der beiden Unterkategorien „Sicherheit“, welche mit einem Punkt bewertet wurde und der „Privatsphäre“ welche eine Bewertung von zwei Punkten erreichte.

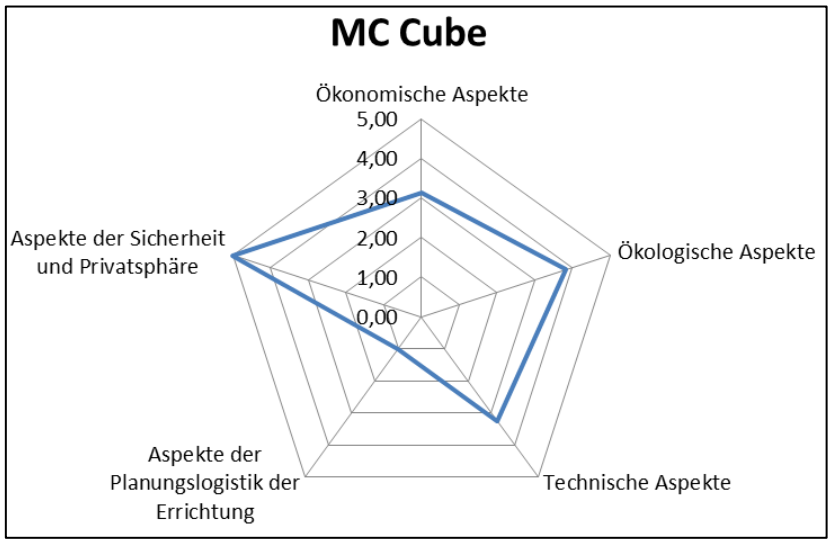

Abbildung 37: Grafische Darstellung der Bewertung der Raummodule „MC Cube“, anhand der Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung).

Die Raummodule erreichten in der Kategorie „Ökonomische Aspekte“ 3,13 von fünf Punkten. Dieses Ergebnis kann auf die guten Bewertungen in der Höhe von fünf bzw. vier Punkten der Untergruppen „Lagerungskosten“ und „Einsatzzyklen / Lebensdauer“ zurückgeführt werden. Da der Preis je Quadratmeter mit rund 2000 Euro etwas höher liegt, wurden in der Unterkategorie „Anschaffungskosten“ 2,5 Punkte erreicht. Die Unterkategorie „Transport“ wurde mit einem Punkt bewertet. Der Grund hierfür liegt darin, dass als Transportmittel schwere Lastkraftwagen benötigt werden. MC Cubes werden überwiegend aus Kreuzlagenhölzern hergestellt. Daher konnte hinsichtlich des Primärenergiebedarfs und des Abfallaufkommens die volle Punktezahl vergeben werden. Wie in den Grundlagen bereits erörtert wurde, müssen chemisch behandelte Hölzer aus dem Außenbereich einer thermischen Behandlung zugeführt werden. Da die Tragkonstruktion einer stofflichen Verwertung zugeführt werden kann, wird die Unterkategorie „Recycling“ mit 1,5 Punkten bewertet. MC Cubes werden auf Schraubfundamenten gegründet und hinterlassen nach dem Rückbau keine negativen Beeinträchtigungen der Umwelt. Im Hinblick auf die „Ökologischen Aspekte“ erreicht diese Art der temporären Unterkunft mit 3,83 ein positives Ergebnis. Durch den Einsatz von Schraubfundamenten erreichte die Unterkategorie „Anforderungen an den Untergrund“ zwei Punkte. Ebenfalls zwei Punkte wurden aufgrund der Modulbauweise für die „Anpassungs- und Erweiterbarkeit“ vergeben. Die „Betriebs- und Standsicherheit“ konnten dank der robusten Bauweise mit der vollen Punktezahl bewertet werden. Hinsichtlich der „Wärmedämmung und des Schallschutzes“ wurde aufgrund der Konstruktionsweise eine Bewertung von vier Punkten vorgenommen. Aus den Bewertungen der oben angeführten Unterkategorien wurden in der Kategorie

„Technische Aspekte“ 3,25 Punkte erreicht. Wie in Punkt 4.2.4.1 bereits erläutert wurde, werden die MC Cubes aus Gründen des Projektmanagements und der Qualitätssicherung von hauseigenem Personal hergestellt. Die beiden Unterkategorien „Personal“ und „Eigenleistung“ konnten daher an dieser Stelle keine Punkte erreichen. Für die Montage vor Ort werden lediglich Elektrokleingeräte benötigt. In der Unterkategorie „Werkzeuge“ wurden drei Punkte vergeben. Das Erfordernis von Kränen für die Errichtung am Einsatzort brachte lediglich einen Punkt bei dem Bewertungskriterium „Maschinen“. Bedingt durch die niedrigen Punkte der drei Bereiche „Maschinen“, „Personal“ und „Eigenleistung“ errechnete sich für die Kategorie „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ ein Punkt. Wie in den Abbildung 37 ersichtlich ist, erfüllen die Raummodule von MC Cube die Anforderungen der Kategorie „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“ derart gut, sodass die volle Punktezahl gutgeschrieben werden konnte.

5 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Masterarbeit war es, die am Markt angebotenen temporären Unterkünfte anhand von baulichen Kriterien zu bewerten. Aus der Einleitung geht hervor, dass die Nachfrage von temporären Unterkünften in Europa in engem Zusammenhang mit Migrationsbewegungen und den Folgen des Klimawandels steht. In Asien werden temporäre Unterkünfte eingesetzt, um Wanderarbeiter für einen bestimmten Zeitraum an einem Ort unterzubringen. Während der Literaturrecherche wurde deutlich, dass die Thematik der temporären Unterkünfte in Europa auf wissenschaftlicher Ebene bislang wenig Bedeutung erlangte. Da aus diesem Grund wenige wissenschaftliche Publikationen auffindbar waren, mussten die Daten, welche als Grundlage für das erarbeitete Bewertungssystem benötigt wurden von Herstellerfirmen bezogen werden. Mit den gewonnenen Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung konnten im Anschluss Kriterien für eine mögliche objektive Bewertung von temporären Wohnformen formuliert werden. Im weiteren Verlauf wurden diese Kriterien für eine explizite Bewertung, der in den Grundlagen angeführten temporären Unterkünfte herangezogen. Zunächst wurden die Eigenschaften der temporären Unterkünfte anhand einer Punkteskala von eins bis fünf bewertet. Nach Addition der Punkte je Kategorie wurde die Summe durch die Anzahl der zugehörigen Unterkategorien dividiert. Dadurch fallen die Ergebnisse ebenfalls in einen Wertebereich zwischen null und fünf. Im Anschluss wurden die in Abbildung 29 und Abbildung 30 grafisch dargestellten Ergebnisse der Auswertung des zuvor entwickelten Bewertungssystems näher erläutert und Stärken sowie Schwächen aus bautechnischer Sicht aufgezeigt. Gleichzeitig wurde die Anwendbarkeit der untersuchten temporären Unterkünfte anhand der aus der Literaturrecherche gewonnenen Erkenntnisse analysiert.

Wie die Auswertung im Abschnitt 4.2.6 zeigt, kann keine eindeutige Aussage bezüglich einer „besten temporären Unterkunft“ formuliert werden. Da jedes System individuelle Stärken und Schwächen aufweist, steht die Findung einer passenden Lösungsmöglichkeit temporärer Unterkünfte im Zusammenhang mit einer Reihe von Faktoren. Für Menschen, welche auf minimalen Raumverhältnissen über einen kurzen bis mittelfristigen Zeitraum autark von externen Energieversorgern leben möchten, stellen Tiny Houses oder Wohnmobile gute Alternativen zu einem herkömmlichen Wohnhaus oder einer Wohnung dar. Ein weiterer Vorteil dieser temporären Unterkunft liegt darin, dass Ortswechsel nahezu mühelos vollzogen werden können. In diesem Zusammenhang sollte verdeutlicht werden, dass die potenziellen Nutzer aufgrund der

höheren Anschaffungskosten einen solchen Lebensstil längerfristig in Betracht ziehen sollten.

Wohncontainer und MC Cube-Raummodule vereinen aufgrund der guten Ergebnisse in der Kategorie „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“ die Eigenschaften von herkömmlichen Wohnformen mit jenem der Freiheit, seinen Wohnsitz jederzeit ändern zu können. Wie die Bewertung der Kategorie „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“ zeigt, steht ein Umzug im Vergleich zu den mobilen Wohnformen wie den Tiny Houses und den Wohnmobilen mit erhöhtem Aufwand in Verbindung. Aus diesem Grund sollte eine Bindung an einen Standort für einige Jahre in Betracht gezogen werden. Aufgrund der Modulbauweise, kann der vorhandene Raum problemlos erweitert werden und somit einer Wohnraumverknappung in Städten entgegenwirken. Wie in der Einleitung bereits erwähnt wurde, sind diese Formen von temporären Unterkünften im fernen Osten (speziell in China) weit verbreitet. Auf diesen Weg könnte bezahlbarer Wohnraum für Studenten und einkommensschwache Gesellschaftsschichten gesichert werden.

Die Einsatzmöglichkeiten von Leichtbauhallen und pneumatischen Konstruktionen liegen in der Unterbringung von Menschen in der Folge humanitärer Krisen. Während Leichtbauhallen aufgrund von besseren Eigenschaften hinsichtlich der Privatsphäre als kurz- bis mittelfristige Lösungen eingesetzt werden können, bieten Traglufthallen viel Platz, welcher in kurzer Zeit zur Verfügung gestellt werden kann. Wie eingangs bereits erwähnt wurde, liegt das Einsatzgebiet von Traglufthallen vor allem in saisonalen Überdachungen von Sportstätten. Daher werden keine Trennelemente des Innenraumes vorgesehen.

Zelte eignen sich nur bedingt als temporäre Unterkünfte, da diese lediglich in begrenztem Umfang wetterfest sind und keinerlei Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit und der Privatsphäre erfüllen. Die schlechte Eignung kann Anhand der unterdurchschnittlichen Bewertungen in den Kategorien „Technische Aspekte“ sowie „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“ untermauert werden. Ihr Verwendungszweck liegt dank der leichten und kompakten Bauweise in der Beherbergung von Bergsteigern und Besuchern von Festivals, welche lediglich wenige Tage am Stück in Zelten verbringen.

Forschungsfragen und Antworten:

Welche baulichen Kriterien sind für eine objektive Vergleichbarkeit der am Markt erhältlichen temporären Wohnformen ausschlaggebend?

Um diese Frage in einer übersichtlichen Form zu beantworten, sollten an dieser Stelle die einzelnen Kategorien miteinbezogen werden. Aus ökonomischer Sicht wurden die Anschaffungskosten, die Transportkosten, die Lagerungskosten sowie die Einsatzzyklen / Lebensdauer als Kriterien erarbeitet. Um eine Bewertung hinsichtlich der Ökologie vornehmen zu können, stellten sich der Primärenergiebedarf und das Abfallaufkommen, Recycling und die Umwelteinflüsse nach dem Rückbau als sinnvolle Kriterien heraus. Im Hinblick auf die „Technischen Aspekte“ kann eine Bewertung anhand der Anforderungen an den Untergrund, der Anpassungs- und Erweiterbarkeit, der Betriebs- und Standsicherheit sowie der Wärmedämmung und des Schallschutzes erfolgen. Der Einsatz von Werkzeugen, Maschinen, Personal und die Möglichkeit zur Erbringung von Eigenleistung vor Ort sind wichtige Kriterien für eine Bewertung der Kategorie „Aspekte der Planungslogistik der Errichtung“. Um den Bewohnern ein Gefühl der Sicherheit und ein Maß an Privatsphäre gewährleisten zu können, wurden diese beiden Aspekte als Kriterien in der Kategorie „Aspekte der Sicherheit und Privatsphäre“ formuliert. In Abbildung 25 wurden die genannten Kriterien nach den Kategorien grafisch dargestellt.

Anhand welcher Methodik können die in der obigen Forschungsfrage ausgearbeiteten baulichen Kriterien in ein Bewertungssystem eingebunden werden?

Um die in der obigen Forschungsfrage definierten Kriterien in ein Bewertungssystem einbinden zu können, wurden Bedingungen und daran gebundene Punkte eingeführt. Die detaillierte Vorgehensweise wurde in Abschnitt 2 „Methodik“ bereits ausführlich beschrieben. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die in der ersten Forschungsfrage definierten Kriterien im Bewertungsverfahren als „Untergruppen“ bezeichnet wurden. Dies liegt daran, dass für eine leicht nachvollziehbare Erläuterung, wie in Abschnitt „Methodik“ angeführt, eine weitere hierarchische Ebene erforderlich wurde.

6 Conclusio

Die beiden Forschungsfragen wurden im Punkt 5 bereits beantwortet. An dieser Stelle muss festgehalten werden, dass die Bewertungskriterien aufgrund der Unterschiede zwischen temporären und konventionellen Unterkünften nicht aus den bekannten Gebäudezertifizierungssystemen übernommen werden konnten. Bei der Erarbeitung der Kriterien wurde versucht, Gemeinsamkeiten zu jenen der Gebäudezertifizierungssysteme aufzuzeigen und zu verifizieren. Aus diesem Grund konnten einige Bewertungskriterien in abgewandelter Form für die Evaluierung von temporären Unterkünften herangezogen werden. Durch die Mobilität der temporären Wohnformen wurde verdeutlicht, dass weitere zusätzliche Kriterien erarbeitet werden mussten. Für die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurden die in der Praxis eingesetzten Systeme mit Hilfe der zuvor ausgearbeiteten Kriterien bewertet. Daraus lassen sich an dieser Stelle zwei Schlüsse ziehen. Es wird erkennbar, dass für die Auswahl eines passenden Systems die Faktoren, wie Nutzungsdauer, Erweiterbarkeit und die Priorität der Privatsphäre vorab bekannt sein sollten. Anhand dieser Fakten kann durch Anwendung der ausgearbeiteten Kriterien eine optimale Lösung für die jeweilige Fragestellung erarbeitet werden. Die Auswertung der durchgeführten Bewertung zeigt auch, dass die derzeit eingesetzten Systeme gut an die jeweiligen Aufgaben angepasst sind.

Da die Untersuchung der Thematik des temporären Wohnens in Europa aus wissenschaftlicher Sicht noch am Beginn steht, waren wenige wissenschaftliche Quellen auffindbar, in denen temporäre Unterkünfte aus der Sicht des konstruktiven Ingenieurbaues beleuchtet wurden. Der Grund hierfür liegt darin, dass in der vorliegenden Arbeit lediglich die technischen Aspekte des temporären Wohnens im Vordergrund standen. Ebenfalls von Interesse wären die Situation der Wasserversorgung, sowie die Entsorgung von Abwässern und Abfällen anhand der gelebten Praxis gewesen.

Die Vorgehensweise brachte auch Unschärfen mit sich. Hierzu zählt der Materialaufwand, welcher für einen Quadratmeter Wohnraum aufgewendet werden muss. Da dieser in den meisten Fällen nicht bekannt war, wurden für die Bewertung der ökologischen Aspekte lediglich die eingesetzten Materialien, jedoch nicht die Mengen berücksichtigt. Ein weiterer Kritikpunkt wäre, dass lediglich die Hauptkomponenten, wie die Tragstruktur und die Außenhaut berücksichtigt wurden. Durch die Tatsache, dass Daten für die Schätzung der Kosten nur schwer zugänglich waren, basieren diese auf

den Angeboten der Hersteller diverser Systeme. Um an dieser Stelle gesicherte Aussagen treffen zu können, müssten die Preise von unterschiedlichen Herstellern miteinander verglichen und gemittelt werden.

Um die oben angeführten Unschärfen zu bereinigen, könnten die technischen Aspekte durch Besichtigung von temporären Unterkünften dokumentiert und bewertet werden. Weitere interessante Aspekte wären sowohl die Preise je Quadratmeter, als auch die Preise je Bewohner. Hierzu sollten alle technischen Einrichtungen und die Raumausstattung berücksichtigt werden.

die vorliegende Masterarbeit könnte als Grundlage für die Erarbeitung eines europaweit einheitlichen Bewertungssystems für temporäre Wohnformen herangezogen werden. Im ersten Schritt sollten die einzelnen Kriterien anhand von Beispielen aus der Praxis verfeinert werden. Darüber hinaus könnte dieses Bewertungssystem als Hilfestellung für die Auswahl geeigneter temporärer Wohnformen von Hilfsorganisationen oder ähnlichen Institutionen genutzt werden.

7 Verzeichnisse

7.1 Literaturverzeichnis

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Fotogalerie – Wohncontainer – Exterior – Beispiele der Außengestaltung. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/produkt-galerie/wohncontainer#&gid=1&pid=27 [Zugriff: 21.11.2018].

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Fotogalerie – Wohncontainer – Interior – Beispiele des Innenlebens. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/produkt-galerie/wohncontainer#&gid=1&pid=1 [Zugriff: 21.11.2018].

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Fotogalerie – Wohncontainer – Sanitärbereiche – Bad, WC & CO. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/produkt-galerie/wohncontainer#&gid=1&pid=12 [Zugriff: 21.11.2018].

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Häufige Fragen - Allgemeine Fragen, Wie kann man Gegenstände an die Wand hängen?. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/faq [Zugriff: 21.11.2018].

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Häufige Fragen - Genehmigung, Braucht man eine Genehmigung oder kann man Container einfach so aufstellen?. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/faq [Zugriff: 21.11.2018].

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Häufige Fragen - Genehmigung, Werden Container überhaupt für die Nutzung zugelassen?. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/faq [Zugriff: 21.11.2018].

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Produkte – Wohncontainer. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/produkte/wohncontainer [Zugriff: 21.11.2018].

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Produkte – Wohncontainer. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/produkt-detail/containertechnik [Zugriff: 21.11.2018].

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Unsere Services - Herstellung. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/services [Zugriff: 21.11.2018].

AGRAV Container-Modulsysteme GmbH. Unsere Services - Lieferung. Varga, A. [online]. https://www.agrav.at/services [Zugriff: 21.11.2018].

Arslan, H. (2007). Re-design, re-use and recycle of temporary houses. In: Building and Environment, Band 42, Ausgabe 1, S. 400 – 406.

Austrian Standards International (2000). ÖNORM B 2205: Erdarbeiten – Werkvertragsnorm.

Axel Springer SE (2014): Welt. Wirtschaft. Nachrichten, Vorstandsvorsitzender Dr. Döpfner, M., [online]. https://www.welt.de/wirtschaft/article129260234/Wie-ein-US-Millionaer-notleidende-Buerger-auspresst.html [Zugriff: 09.03.2018].

Bauer, M., Mösle, P. & Schwarz M. (2013). Green Building: Leitfaden für nachhaltiges Bauen (2. Auflage). Berlin: Springer Vieweg.

Bierbaumer, H. (2017). Was bietet uns der ländliche Raum? Welche Art der leerstehenden Liegenschaft im ländlichen Raum Österreichs eignet sich zur Sanierung und nachhaltigen (Um)Nutzung zu Wohnzwecken für anerkannte Asylberechtigte?. Masterarbeit, Fachhochschule, Wien.

BMI Bundesministerium für Inneres der Republik Österreich, Sektion III – Recht. Vorläufige Asylstatistik Dezember 2015 [online]. https://www.bmi.gv.at/301/Statistiken/files/2015/Asylstatistik_Dezember_2015.pdf [Zugriff: 01.12.2018].

BMI Bundesministerium für Inneres der Republik Österreich, Grundversorgung – Betreuung: Welche Grundvoraussetzungen sollen beispielsweise ein Zimmer, eine Wohnung oder eine Halle als Quartier für Asylweber erfüllen? [online]. https://www.bmi.gv.at/303/suche.aspx [Zugriff: 04.12.2018].

Brocza, R. (2007). Wandaufbauten für Niedrigenergiehäuser in Holzbauweise: Bauphysikalische und ökologische Bertachtung. Diplomarbeit, Technische Universität Wien [online]. http://repositum.tuwien.ac.at/obvutwhs/download/pdf/1589110?originalFilename=true [Zugriff: 13.09.2018].

Bundesinstitut für Bau-, und Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (2011). BBSR – Berichte KOMPAKT – Künstliche Mineralfaserdämmstoffe [online]. https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BerichteKompakt/2011/DL_1_2011.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [Zugriff: 12.09.2018].

Bundesministerium der Finanzen: AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter (AfA-Tabelle "AV"). 15.12.2000. [online].https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/2000-12-15-afa-103.pdf;jsessionid=AF1225ABFB95042F388FADA65E6A4E21?__blob=publicationFile&v=3 [Zugriff: 24.10.2018].

Bundesministerium für Gesundheit, Sektion II (2014): Aluminium: Toxikologie und gesundheitliche Aspekte körpernaher Anwendungen.

Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2018). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Recycling von Altholz in der Holzwerkstoffindustrie (RecyclingholzV). StF: BGBl. II Nr. 160/2012. [online]. https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007830 [Zugriff: 14.09.2018].

Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung – RBV) StF: BGBl. II Nr. 181/2015 [online]. https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009212 [Zugriff: 19.10.2018].

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2017). Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2017, Teil 1 [online]. https://www.bmnt.gv.at/umwelt/abfall-ressourcen/bundes- abfallwirtschaftsplan/BAWP2017-Final.html [Zugriff: 12.09.2018].

Caldicott, R. W. & Scherrer, P. (2013): The Life Cycle of Caravan Parks in Australia: the case of northern New South Wales. In: Australian Geographer, 44 / 1 / 63 – 80.

Campingworld Neugebauer GmbH: Inhaber: Neugebauer, T. [online]. https://camping-world.at/fahrzeuge/carthago-chic-c-line-i-4-2-heavy/ [Zugriff: 26.09.2018].

Colling, F. (2008). Holzbau: Grundlagen, Bemessungshilfen. (2., überarbeitete Auflage). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband e. V.b(DeSH) (2015). Faktenbuch der Säge- und Holzindustrie in Deutschland: Rohstofflage, Holzverwendung und Hintergründe. https://www.saegeindustrie.de/tmp_uploads/desh_faktenbuch_online_20150803.pdf [Zugriff: 25.02.2018].

DGNB GmbH: Übersicht aller Kriterien. (2018). [online]. https://www.dgnb-system.de/de/system/version2018/kriterien/ [Zugriff: 18.10.2018].

Dong, L., Wang, Y., Li, H., Jiang, B. & Al-Hussein, M. Carbon Reduction Measures-Based LCA of Prefabricated Temporary Housing with Renewable Energy Systems. In: Sustainability. 2018, Band 10, Ausgabe 3 [online]. http://www.mdpi.com/2071-1050/10/3/718.

Dörken, W., Dehne, E. & Kliesch, K.: (2017). Grundbau in Beispielen: nach Eurocode 7. Teil 1: Gesteine, Böden, Bodenuntersuchungen, Grundbau im Erd- und Straßenbau, Erddruck, Wasser im Boden. Grundbau in Beispielen. (6., überarbeitete und aktualisierte Auflage). Köln: Bundesanzeiger Verlag.

Draeger, S. (2010). Wiederverwendbare Gebäudetypen für temporäre Gewerbebauten. Diss., Technische Universität Berlin [online]. https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/2666 [Zugriff: 04.03.2018].

Droßmann, A., Wenzel J. & Wenzel K. (2006). Architektur auf Zeit: Baracken, Pavillons, Container (1. Auflage). Berlin: b_books.

energie:bau: Modular und ökologisch: Auszeichnung für temporären Schulbau. 14.11.2017 [online]. https://www.energie-bau.at/bauen-sanieren/2647-modular-und-oekologisch-auszeichnung-fuer-temporaeren-schulbau [Zugriff: 04.10.2018].

Félix, D., Branco, J. M. & Feio, A. (2013): Temporary housing after disasters: A state of the art survey. In: Habitat International, 40 / 136 – 141.

Global 2000: Aluminium [online]. https://www.global2000.at/aluminium [Zugriff: 10.09.2018].

Greßler, S. & Fries R. (2014). Aluminium – Toxikologie und gesundheitliche Aspekte körpernaher Anwendungen [online]. https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/3/9/6/CH1146/CMS1402477436830/aluminium_studie_2014.pdf [Zugriff: 23.02.2018].

Havlík, T. (2008). Hydrometallurgy: principles and applications. Cambridge: Cambridge International Science Publ. [u.a.].

Hannoverschen Allgemeinen Zeitung (HAZ) (2012): Nachrichten - Politik - Deutschland / Welt Leben im Trailer - ein Arbeiterschicksal. haz.de Geschäftsführer: Thomas Düffert [online]. http://www.haz.de/Nachrichten/Politik/Deutschland-Welt/Leben-im-Trailer-ein-Arbeiterschicksal [Zugriff: 02.03.2018].

Heinen, K. – H. (1997). Elektrostahl – Erzeugung (4., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage). Düsseldorf: Verlag Stahleisen GmbH.

Huber, M. (2013). Entsorgung von Dämmstoffabfällen in Österreich. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien [online]. http://www.nachhaltiges-bauen.jetzt/wp-content/uploads/2015/05/Entsorgung-von-Daemmstoffabfaellen.pdf [Zugriff: 12.09.2018].

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie (Verein) und IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH: BREEAM [online]. https://www.ibo.at/gebaeudebewertung/breeam/ [Zugriff: 06.10.2018].

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie (Verein) und IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH: BREEAM [online]. https://www.ibo.at/gebaeudebewertung/leed/ [Zugriff: 06.10.2018].

Kahn, L. (2012). Tiny homes: simple shelters: scaling back in the 21st century. Bolinas, Calif.: Shelter Publications: Distributed in the United States by Publishers Group West.

Kim, M. K. & Kim, M. J.: Affordable Modular Housing for College Students Emphasizing Habitability. In: Journal of Asian Architecture and Building Engineering. (2016). Band 15, Ausgabe 1. S. 49 – 56.

Knobloch, H. & Schneider, U. (2006). Bauchemie (6. neu bearbeitete und erweiterte Auflage). Neuwied: Werner Verlag.

Krinner Schraubfundamente GmbH. Eindrehmaschinen. [online]. https://www.schraubfundamente.de/eindrehmaschinen/ [Zugriff: 22.10.2018].

Kronenburg, R. (2008). Portable architecture: design and technology (Rev. ed). Basel; Boston: Birkhäuser.

Lang, C. (2007). Entwicklung eines Außenwandziegels mit integriertem Vakuum – Isolations – Paneel. Diplomarbeit, Technische Universität Wien [online]. http://repositum.tuwien.ac.at/obvutwhs/download/pdf/1589118?originalFilename=true [Zugriff: 13.09.2018].

Losberger GmbH (2018). Produkte – Industrie- und Lagerzelte – Fallbeispiele: Supermarkt im Allgäu nutzt temporäre Losberger Leichtbauhalle. GF: A. T. de Hair, N. Reinhart, M. Raff, P. Rijkoort [online]. https://www.losberger.com/de/de/fallstudien/hallen-und industriezelte/verkaufsmaerkte/Temporaerer-Supermarkt-Feneberg/ [Zugriff: 25.11.2018].

Lumley, R. (2011). Fundamentals of aluminium metallurgy: production, processing and applications, Philadelphia, PA, Woodhead Pub.

Martens, H. & Goldmann, D. (2016). Recyclingtechnik. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Mattoni, B., Guattari, C., Evangelisti, L., Bisegna, F., Gori, P. & Asdrubali, F.: Critical review and methodological approach to evaluate the differences among international green building rating tools. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2018). 82 / 950-960.

M.C.B. GesmbH (2018): McCube ECO A1 – Baubeschreibung. GF. Pesendorfer, O., MBA [online]. https://www.mc-cube.at/wp-content/uploads/McCube-ECO-A1-Baubeschreibung.pdf [Zugriff: 26.05.2018].

M.C.B. GesmbH (2018): MC Cube – Häuser zum Mitbehmen. Häufig gestellte Fragen. GF. Pesendorfer, O., MBA [online]. https://www.mc-cube.at/modulhaus_konzept/fragen/ [Zugriff: 26.05.2018].

M.C.B. GesmbH (2018): MC Cube – Häuser zum Mitbehmen. Über MC Cube – Material & Fertigung. GF. Pesendorfer, O., MBA [online]. https://www.mc-cube.at/modulhaus_konzept/fertigung/ [Zugriff: 26.05.2018].

Moro, J. L. (2009). Baukonstruktion: vom Prinzip zum Detail. Band 1. Berlin: Springer.

Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen: DGNB: Deutsches Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen [online]. https://www.oegnb.net/dgnb.htm [Zugriff: 24.03.2018].

Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB – Richtlinie 5: Schallschutz – Entwurf: Juni 2018. 2018 [online]. https://www.oib.or.at/sites/default/files/293936_oib-rl_5_entwurf_juni_2018.pdf [Zugriff: 01.11.2018].

Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB – Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz – OIB – 330.009/15. 2015 [online]. https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_6_26.03.15.pdf [Zugriff: 01.11.2018].

proHolz Austria – Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft: Wald schafft Luft [online]. http://www.proholz.at/argumente/wald-schafft-luft/ [Zugriff: 25.02.2018].

proHolz Austria – Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft: Der österreichische Wald [online]. http://www.proholz.at/zuschnitt/51/der-oesterreichische-wald/ [Zugriff: 22.11.2018].

Quarantelli, E.L.. General and particular observations on sheltering and housing in American disasters. In: Disasters. 2010, Band 6, Ausgabe 4, S. 277 – 281 [online]. http://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-7717.1982.tb00550.x [Zugriff: 10.10.2018].

Quinkertz, R. (2002). Optimierung der Energienutzung bei der Aluminiumherstellung. Diss., Rheinisch – Westfählische Technische Hochschule, Aachen [online]. http://publications.rwth-aachen.de/record/52846/files/Quinkertz_Rainer.pdf [Zugriff: 23.02.2018].

Riccabona, C. & Bednar, T. (2010). Bauphysik (8., überarbeitete Auflage). Wien: Manz – Verlag.

Roke, R. (2017). Mobitecture: architecture on the move. London: Phion Press Limited.

Roos, E. & Maile, K. (2008). Werkstoffkunde für Ingenieure (3., neu bearbeitete Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Shehab, N., Anastario, M. P. & Lawry, L. (2008): Access To Care Among Displaced Mississippi Residents In FEMA Travel Trailer Parks Two Years After Katrina. In: Health Affairs, 27 / 5 / 416 – 429.

Seike, T., Kim, Y., Hosaka, Y., Ida, S. & Masuda, T.: Intraregional reuse of emergency temporary housing in Japan. In: Sustainable Cities and Society. 2017, Band 42, S. 650 – 662 [online]. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210670717308910.

Thapa, R., Rijal, H. B., Shukuya, M.: Field Study on Acceptable Indoor Temperature in Temporary Shelters Built in Nepal after Massive Earthquake 2015. In: Building and Environment. 2018, Band 135, S. 330 - 343 [online]. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132318301306?via%3Dihub [Zugriff: 04.09.2018].

Tröger, J. & Schneider, M. (2015). Grundwissen für Holzingenieure: Grundlagen und Verfahren der Holzbearbeitung: Lehrbuch für das Bachelorstudium an Berufsakademien und dualen Hochschulen (Band 5), Berlin: Logos Verlag https://books.google.at/books?id=959sCwAAQBAJ&pg=PA1&lpg=PA1&dq=Energieaufwand+Schnittholz+-+Stahl+-+Aluminium&source=bl&ots=vMrce-TlCO&sig=D4uyPgaJ7JBs9DMSMMp1VJrM514&hl=de&sa=X&ved=2ahUKEwjdgJT1tJXeAhWQyqQKHfLuBwc4ChDoATAFegQIBBAB#v=onepage&q=Energieaufwand%20Schnittholz%20-%20Stahl%20-%20Aluminium&f=false [Zugriff: 19.10.2018].

UNHCR The UN Refugee Agency [online]. http://www.unhcr.org/dach/at/services/statistiken [Zugriff: 15.11.2018].

Waltenberger, L. (2011). Lebenszykluskosten und Ökobilanzierung von Fassadensystemen im Industriebau. Master- / Diplomarbeit, Technische Universität, Wien [online]. http://repositum.tuwien.ac.at/obvutwhs/download/pdf/1624048?originalFilename=true.

Wang, T., Li, Y., Zhang, L. & Li, G.: Case Study of Integrated Prefab Accommodations System for Migrant On-Site Construction Workers in China. In: Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. 2016, Band 142, Ausgabe 4, S. 05016005 – 1 – 05016005 – 11 [online]. http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29EI.1943-5541.0000288 [Zugriff: 08.10.2018].

Weißbach, W., Dahms, M. & Jaroschek, C. (2014). Werkstoffkunde: Strukturen, Eigenschaften, Prüfung (19. Vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Wiesbaden: Springer Vieweg [online]. https://books.google.at/books?hl=de&lr=&id=mE11CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA131&dq=hochofenproze%C3%9F&ots=v7SYHotkgc&sig=Ka31GhkXzwKUEZi6n8zlHJdmec8#v=onepage&q=hochofenproze%C3%9F&f=false [Zugriff: 10.09.2018].

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (2009). Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen: Ein Konzept zur Verbesserung der Rohstoffeffizienz und Optimierung der Landnutzung. [online]. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/3303/file/WP180.pdf [Zugriff: 13.09.2018].

WW Wohnwagon GmbH (2018). Der Wohnwagon – Bildergalerie Der Wohnwagon von Aussen. GF: Steininger, T., MA [online]. https://www.wohnwagon.at/der-wohnwagon/bilder-galerie/ [Zugriff: 25.11.2018].

WW Wohnwagon GmbH (2018). Der Wohnwagon – Bildergalerie The Wohnwagon interior. GF: Steininger, T., MA [online]. https://www.wohnwagon.at/der-wohnwagon/bilder-galerie-wohnwagon-innen/ [Zugriff: 25.11.2018].

WW Wohnwagon GmbH (2018). Der Wohnwagon – Bildergalerie The Wohnwagon interior. GF: Steininger, T., MA [online]. https://www.wohnwagon.at/der-wohnwagon/bilder-galerie-wohnwagon-innen/ [Zugriff: 25.11.2018].

Yudelson, J. (2007). Green building A to Z: understanding the language of green building, Gabriola Island, BC: New Society Publishers.

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bolt Half (Roke, 2017). 7
Abbildung 2: Tent 2 – Zelt (Roke, 2017)..... 7
Abbildung 3: Tent 2 (Roke, 2017)..... 7
Abbildung 4: Dach – und Fußbodenaufbau eines Containers (Eigendarstellung nach den Angaben der Firma agrav.at/produkt-detail/containertechnik, 2018). 9
Abbildung 5: Wandaufbau eines Containers (Eigendarstellung nach den Angaben der Firma agrav.at/produkt-detail/containertechnik, 2018)..... 9
Abbildung 6: Ansicht einer temporären Unterkunft aus Containern (agrav.at/produkt-galerie, 2018). 11
Abbildung 7: Innenansicht einer temporären Unterkunft aus Containern (agrav.at /produkt-galerie, 2018). 11
Abbildung 8: Mögliche Gestaltung des Sanitärbereichs einer temporären Unterkunft aus Containern (agrav.at /produkt-galerie, 2018). 12
Abbildung 9: Grundriss des CARTHAGO chic c - line l 4.2 HEAVY (camping-world.at, 2018). 15
Abbildung 10: Innenraum des CARTHAGO chic c - line l 4.2 HEAVY (camping-world.at, 2018). 16
Abbildung 11: Tiny House (Kahn 2012)..... 18
Abbildung 12: Wohnwagon (wohnwagon.at, 2018). 19
Abbildung 13: Wohnraum eines Wohnwagons (wohnwagon.at, 2018). 20
Abbildung 14: Wohnraum eines Wohnwagons (wohnwagon.at, 2018). 21
Abbildung 15: Temporäre Halle, während der Modernisierungsarbeiten am Feneberg-Lebensmittelmarkt in Weiler-Simmerberg (losberger.com, 2018). 23
Abbildung 16: Bauweise einer Housing Unit[17]..... 24
Abbildung 17: Grundriss des Hallentyps 12/320 SL 850 x 30..... 25
Abbildung 18: Außenansicht – Traglufthalle – 3 Felder. 29
Abbildung 19: Eingang in Form einer Drehtür – Ansicht von außen. 30
Abbildung 20: Manipulation eines Modules (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fertigung/, 2018). 33
Abbildung 21: Wandaufbau eines MC Cubes (M. C. B. GesmbH, 2018)..... 34
Abbildung 22: Montage eines MC Cube Moduls auf Schraubfundamenten (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fertigung/, 2018)..... 34
Abbildung 23: Einheben eines MC Cube Moduls auf Schraubfundamenten (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fertigung/, 2018)..... 35
Abbildung 24: Ansicht des Innenraumes eines MC Cubes mit einer Oberfläche aus Holz (mc-cube.at/modulhaus_konzept/fertigung/, 2018)..... 36
Abbildung 25: Bewertungsschema temporärer Unterkünfte – Eigendarstellung in Anlehnung an DGNB – Struktur (Bauer et al, 2013). 50
Abbildung 26: Gewichtung der Punkteverteilung von temporären Unterkünften nach Kategorien, wenn alle Gewichtungsfaktoren gleichwertig sind – Eigendarstellung in Anlehnung an DGNB (Bauer et al, 2013). 51
Abbildung 27: Linearer Zusammenhang zwischen Kaufpreis und Bewertung nach Punkten (Eigendarstellung)..... 52
Abbildung 28: Linearer Zusammenhang zwischen der Lebensdauer und der Bewertung nach Punkten (Eigendarstellung)..... 57

Abbildung 29: Grafische Darstellung der Gesamtbewertung der temporären Unterkünfte in Form eines Balkendiagramms (Eigendarstellung). 97
Abbildung 30: Grafische Darstellung der Gesamtbewertung der temporären Unterkünfte in Form eines Netzdiagramms (Eigendarstellung). 98
Abbildung 31: Grafische Darstellung der Bewertung der Zelte, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung). 98
Abbildung 32: Grafische Darstellung der Bewertung von Containern, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung)..... 100
Abbildung 33: Grafische Darstellung der Bewertung von Wohnmobilen, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung)..... 101
Abbildung 34: Grafische Darstellung der Bewertung von Tiny Houses, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung)..... 103
Abbildung 35: Grafische Darstellung der Bewertung von Leichtbauhallen, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung)..... 104
Abbildung 36: Grafische Darstellung der Bewertung von Pneumatischen Konstruktionen, anhand ihrer Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung). 106
Abbildung 37: Grafische Darstellung der Bewertung der Raummodule „MC Cube“, anhand der Eigenschaften in den jeweiligen Kategorien (Eigendarstellung).. 108

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht durchschnittlicher Preise von Containerlösungen (agrav.at/produkte/wohncontainer, 2018). 13
Tabelle 2: Inhalt des Angebotes der Firma Wohnwagon GmbH für ein Modell mit 33 m² Grundfläche. 21
Tabelle 3: Auszug des Angebots der Firma Losberger. 27
Tabelle 4: Erforderliche Bauleistungen für die Herstellung einer Traglufthalle. 32
Tabelle 5: Kriterienkatalog des BREEAM – Systems Eigendarstellung nach (Bauer et al, 2013)..... 45
Tabelle 6: Kriterienkatalog des LEED – Systems Eigendarstellung nach (Bauer et al, 2013)..... 46
Tabelle 7: Aufschlüsselung der Punkte der Unterkategorie „Anschaffungskosten“. 53
Tabelle 8: Aufschlüsselung der Punkte der Unterkategorie „Transportkosten“.... 54
Tabelle 9: Aufschlüsselung der Punkte der Unterkategorie „Lagerungskosten“. .. 56
Tabelle 10: Auszug aus der AfA – Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter (Bundesministerium für Finanzen, Bundesrepublik Deutschland, 2000). 57
Tabelle 11: Aufschlüsselung der Punkte der temporären Wohnformen, anhand deren Lebensdauer..... 57
Tabelle 12: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der ökonomischen Aspekte. 59
Tabelle 13: Aufschlüsselung der Punkte für die Bewertung der temporären Wohnformen aufgrund der eingesetzten Materialien anhand der Primärenergie und des Abfallaufkommens..... 61
Tabelle 14: Aufschlüsselung der Punkte der Wiederverwertbarkeit der eingesetzten Baustoffe. 62
Tabelle 15: Aufschlüsselung der Punkte für die Einflüsse auf die Umwelt. 63
Tabelle 16: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der ökologischen Aspekte. 69
Tabelle 17: Aufschlüsselung der Punkte für die Anforderungen an denUntergrund. 71
Tabelle 18: Aufschlüsselung der Punkte für die Anpassbarkeit. 72
Tabelle 19: Aufschlüsselung der Punkte für die Betriebs- und Standsicherheit. 74
Tabelle 20: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile, Auszug aus OIB-Richtlinie 6 (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2015). 75
Tabelle 21: Aufschlüsselung der Punkte für die Wärmedämmung und den Schallschutz..... 77
Tabelle 22: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der technischen Aspekte. 81
Tabelle 23: Aufschlüsselung der Punkte für den Einsatz von Werkzeugen. 83
Tabelle 24: Aufschlüsselung der Punkte den Einsatz von Maschinen. 84
Tabelle 25: Aufschlüsselung der Punkte für die Ausbildung und den Aufwand an Personal..... 85
Tabelle 26: Aufschlüsselung der Punkte für die Möglichkeit zur Erbringung von Eigenleistungen. 87

Tabelle 27: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der Aspekte der Planungslogistik der Errichtung. 91
Tabelle 28: Aufschlüsselung der Punkte für die Sicherheit gegen Eindringen. 93
Tabelle 29: Aufschlüsselung der Punkte der Privatsphäre. 94
Tabelle 30: Bewertung der temporären Unterkünfte anhand der Aspekte der Privatsphäre. 96
Tabelle 31: Übersicht der Gesamtbewertung der temporären Unterkünfte. 97