

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



# Wohnen auf vier Rädern

## Nachhaltigkeit trifft Mobilität





Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

## DIPLOMARBEIT

### Wohnen auf vier Rädern: Nachhaltigkeit trifft Mobilität

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

unter der Leitung von

Ao. Univ. Prof. in Dipl.-Ing. Dr. in phil. Andrea Rieger-Jandl  
E251-01 - Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege  
Forschungsbereich Baugeschichte und Bauforschung

eingereicht an der Technischen Universität Wien  
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Gabriella Botocan, BSc  
01141416

# Abstract

DE

Schlagwörter:

Nachhaltiges Bauen

Mobiles Wohnen

Nachwachsende Rohstoffe

Raumgestaltung

Umbau

In dieser Diplomarbeit wird ein Umbauprojekt eines Kastenwagens zum Camper Van behandelt. Angesichts der aktuellen Renaissance mobiler Wohnformen wird ein besonderer Fokus auf nachhaltige Umbaulösungen gelegt. Dabei geht es nicht nur um die Auswahl umweltfreundlicher Baumaterialien, sondern auch um die optimale Fahrzeugwahl, Raumkonzepte, Raumklima sowie das Energie-, Wasser- und Abwassermanagement. Die Arbeit beinhaltet eine umfassende historische Betrachtung mobiler Wohnformen sowie die Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien für den Umbau und die Nutzung. Durch Interviews mit erfahrenen SelbstbauerInnen und die Dokumentation eigener Erfahrungen während der Projekttestphase werden wertvolle Erkenntnisse über die Machbarkeit und die Optimierungspotenzial solcher Projekte gewonnen. Diese Arbeit stellt eine Reise dar, bei der theoretisches Wissen und praktische Umsetzung miteinander verbunden werden, um zukunftsfähige Lösungen für den Camper Van Umbau zu entwickeln.



EN

Keywords:

Sustainable building

Mobile living

Renewable raw materials

Interior design

Conversion

This thesis focuses on an conversion project of a light commercial vehicle into a camper van. Given the current renaissance of mobile living forms, there is a particular emphasis on sustainable remodeling solutions. This involves not only the selection of environmental friendly building materials, but also optimal vehicle choices, spatial concepts, room climate, as well as energy, water, and wastewater management. The research encompasses a comprehensive historical examination of mobile living forms, along with the development of sustainability strategies for the conversion and utilization. Valuable insights into the feasibility and optimization potential of such projects are gained through interviews with experienced self-builders and the documentation of personal experiences during the project testing phase. This work represents a journey that intertwines theoretical knowledge with practical implementation to develop future-proof solutions for camper van conversions.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Danke!

Ich möchte an dieser Stelle einen besonderen Dank an Frau Ao. Univ. Prof. in Dipl.-Ing. Dr. in phil. Andrea Rieger-Jandl aussprechen, Die mich mit Ihrer motivierenden Unterstützung durch dieses Projekt begleitet hat. Ihre konstruktive Kritik und wertvolle Orientierungshilfe haben maßgeblich dazu beigetragen, dass diese Arbeit zu einem spannenden Projekt geworden ist. Danke, dass Du mich mit der Begeisterung und dem Interesse an natürlichen Materialien und nachhaltigem Bauen angesteckt hast!

Ein ganz besonderer Dank gilt meinem Ehemann Remus, der während meines gesamten Studiums an meiner Seite stand. Gemeinsam haben wir uns dieser Herausforderung gestellt und als unschlagbares Team ein Diplomprojekt geschaffen.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an unsere Eltern, Die mich immer während des Studiums und uns insbesondere bei der Diplomarbeit unterstützt und begleitet haben. Euer Vertrauen und Eure Unterstützung waren uns eine große Stütze.

Ich möchte auch dem gesamten Team, das an der Umsetzung dieses Projekts mitgewirkt hat für Beiträge und Engagement danken.

Ein Dankeschön gilt meinen StudienkollegInnen, mit Denen wir uns gegenseitig motiviert und gehoben (aber auch während Abgabezeiten wachgehalten) haben. Gemeinsam haben wir unzählige Stunden investiert, uns gegenseitig unterstützt und mit wichtigen Energiespendern (vor allem Kaffee) versorgt. Es war eine aufregende und inspirierende Zeit mit Euch!

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	10
1.1. Hintergrund	12
1.2. Fragestellung	14
1.3. Zielsetzung	16
2. Theoretischer Hintergrund	18
2.1. Methodik	20
2.2. Mobile Wohnform - Wohnmobil	22
2.2.1. Ära der nicht-motorisierten Wohnmobile	24
2.2.2. Von Dampfmaschinen bis zum Jedermannauto	28
2.2.3. Kreative Ära der Wohnwagen	30
2.2.4. Von Front wieder ins Freie	32
2.2.5. Mehr Fläche, mehr Komfort, mehr Möglichkeiten	34
2.2.6. Nach vorne blickend	36
2.3. Nachhaltigkeit im Kontext von Wohnmobilen	38
2.3.1. Nachhaltigkeit als Begriff	40
2.3.2. Effizienz	42
2.3.3. Konsistenz	44
2.3.4. Suffizienz	46
2.3.5. Fazit	48
2.4. Bestehende Projekte	50
2.4.1. Take an adVANture	52
2.4.2. Adventure Truck	54
3. Konzepte und Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategien im Wohnmobil	56
3.1. Projektbeschreibung	58
3.2. Grundlagen	62
3.2.1. Fahrzeugwahl	64
3.2.2. Rechtliche Aspekte des Umbaus	72
3.2.3. Werkzeuge	74
3.2.4. Bauzeitplan	76
3.2.5. Fahrzeugvorbereitung	78

3.3. Raumkonzept	82
3.4. Autarkiekonzept	100
3.4.1. Doch inwiefern kann ein Wohnmobil im Jahr 2023 autark sein?	102
3.4.2. Autark $\neq$ Wildcampen	104
3.5. Energiemanagement	106
3.5.1. Verbraucher	108
3.5.2. Erzeuger	110
3.5.3. Energiespeicher	114
3.6. Wasser- und Abwassermanagement	116
3.6.1. Wasserversorgung	118
3.6.2. Abwasser	126
3.6.3. Toilette	128
3.7. Raumklima	130
3.7.1. Baustoffe	132
3.7.2. Heizung und Lüftung	182
3.7.3. Licht	186
4. Schlusswort	188
4.1. Conclusio	190
5. Verzeichnisse	192
5.1. Literaturverzeichnis	194
5.2. Tabellenverzeichnis	202
5.3. Abbildungsverzeichnis	204
Anhang	214
Anhang 1: Interview mit Elisa Model	216
Anhang 2: Interview mit Lilia Hoyer und Sven Bleile	220
Anhang 3: Kostenaufstellung Projekt Remaster	224
Anhang 4: Tagebuch	228



# 1. EINLEITUNG

Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
Original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.





Die Welt wandelt sich in zügigem Tempo, und mit ihr die Art und Weise, wie wir leben, arbeiten und unsere Freizeit verbringen. Die Bevölkerungszahl nimmt zu und immer mehr Menschen ziehen in die Ballungsgebiete um. Die Städte expandieren. Unsere Gesellschaft, Wirtschaft und Baubranche müssen rasch auf die fortschreitenden Veränderungen reagieren, sich daran anpassen und die gewöhnlichen Konzepte umdenken. Effiziente Platzausnutzung, Mehrfunktionalität und Ressourcenschonung kennzeichnen die Bauindustrie unseres Zeitalters. Die voranschreitende Digitalisierung beschleunigt die Abwicklung dieser und vieler weiterer Meilensteine. Es wird immer mehr, immer schneller und immer produktiver geplant, gebaut, erledigt. Das Leben wird immer hektischer. Auch die Freizeit wird möglichst effizient verbracht. Durch die gut ausgebaute Fluginfrastruktur werden sowohl Kurzurlaub an einem Wochenende in Barcelona, als auch eine Reise nach Denpasar innerhalb kürzerer Zeit ermöglicht. Die weit entwickelte Hotel-Industrie bietet Übernachtungsmöglichkeiten für jeden Wunsch und an jedem Standort. Innerhalb der Urlaubszeit bemüht man sich so rasch und so viel wie möglich zu sehen und zu erleben. Die Covid-19 Pandemie zieht jedoch im März 2020 die Notbremse über die ganze Welt und zwingt viele Menschen dazu, ihre Reise-, Urlaubs- und Lebenspläne zu ändern und nach Alternativen zu suchen. Wenn die Welt auf eine Pause gestellt wird, eröffnet die Digitalisierung uns die Türen zu ortsunabhängigen Arbeitswelten, was viele dazu motiviert, sich in Bewegung zu setzen. Bequemlichkeiten der modernen Gesellschaft und Produktivitätsbestrebungen werden hinterfragt. Man träumt nun von einem langsameren Lebensrhythmus und will die Welt mit eigenen Augen erkunden.

Um aus der eigenen Komfortzone auszubrechen, die soziale Distanzierung zu bewältigen oder einfach aus dem Wunsch heraus, der Natur näherzukommen und den Sonnenaufgang öfter an einem neuen, unbekanntem Ort zu erleben, entscheiden sich viele für das temporäre oder permanente Leben und Reisen auf vier Rädern. Das Konzept, was hinter dem, in den sozialen Medien als „Van Life“ bezeichnetem, Begriff steckt, verfolgt und treibt uns seit Anbeginn der Menschheit. Die Nomaden des 21. Jahrhunderts erfüllen dies nicht mehr zu Fuß oder mit Kutschen und Pferden, sondern mit vorgefertigten oder selbst umgebauten mobilen Wohnräumen. Der kleine Wohnraum erfordert eine individuelle Gestaltung. Vorhandene Fläche, eigene Bedürfnisse und Notwendigkeit werden gleichzeitig zu Voraussetzungen und Stolpersteine. Der Innenraum wird zum Außenraum und umgekehrt. Doch wie kann man den Innenraum im Einklang mit dem Außenraum so nachhaltig wie möglich gestalten?

# 1.1. Hintergrund

Auf welchem Weg und durch welche Entdeckungen bin ich zu dem Thema des mobilen Wohnens gelangt? Welche Faktoren haben dazu beigetragen, dass ich mich für dieses Thema entschieden habe?

Wie alles in der Natur beginnt unser Weg an der Wurzel, und wir werden in der Geschichte nach Antworten suchen. Die ersten BewohnerInnen des heutigen Lettlands wandern ca. 10.500<sup>1</sup> v.Chr. aus dem Süden ein. Die Einwanderer und Einwanderinnen sind Nomadenvölker, die sich auf der Suche nach Nahrungsquellen und milderen Klimabedingungen entlang des Flusses Düna niederließen. Sie beschäftigen sich hauptsächlich mit der Rentierjagd, dem Fischfang und dem Sammeln von Wildpflanzen. Die für Rentiere geeignete Tundra verwandelt sich um die 9000<sup>2</sup> v.Chr. in eine nach Kiefern duftende Taiga - das Gebiet ist für sie nicht mehr geeignet. Die Tiere sind wieder unterwegs. Und ein Teil des Nomadenvolkes folgt ihnen.

„*We seem to have a wandering gene plugged into our DNA,*“<sup>3</sup> so beschreibt der Douglas Keister die AmerikanerInnen und ihre Reiselust. Dieses Merkmal kann man auch bei vielen anderen Völkern und deren historischen Entstehung erkennen.

11.000 Jahre später wandern auch meine Eltern

auf der Suche nach Bildung und neuen beruflichen Erfahrungen nach Lettland aus. Später wurde ich hier in einer kleinen Stadt am Ufer des Flusses Düna geboren, aber meine familiären Wurzeln reichen weit über dieses Land hinaus. Wurzelzweige erstrecken sich von Ungarn bis in die Ukraine und von Finnland bis Russland. Meine Familie versucht, mit ihren Wurzeln in Verbindung zu bleiben, seit ich jung war. Estland, Litauen, Weißrussland, Polen und die Ukraine sind unsere beliebteste Reiseziele.

Mit 18 Jahren erweitere ich eigenständig die geografische Reichweite meiner Abenteuer. Schweden, Deutschland, Österreich, Italien, Spanien, Frankreich... Alleine oder in der Clique. Während der Universitätszeiten reise ich auch gerne, weil ich die Authentizität und Schönheit der Architektur nicht nur durch die Fotografie und Zeichnungen erleben will. So merke ich, dass das Reisen meinen Horizont erweitert. Auf meinen Reisen lerne ich zu kommunizieren, mich in unbekanntem Umgebungen zurechtzufinden und kreativ auf unerwartete Situationen zu reagieren. Die Freude, die Welt durch meine eigene Erfahrungen kennenzulernen, verlässt mich bis heute nicht.

Mit den Ereignissen des Jahres 2020 rechnet jedoch niemand in Österreich und auch in der gesamten Welt. Das bisher wenig bekannte Covid-19-Virus breitet sich wie ein Myzel aus und verschlingt



die Welt. Eine globale Pandemie legt wie ein Kurzschluss im Sicherungskasten alle Live-Aktivitäten lahm. Die Grenzen werden gesperrt, Flüge gestrichen, Hotels und Gasthäuser schließen ihre Türen. Soziale Distanzierung wird zur neuen Mantra. Digitalisierung schreitet voran. Studium und die Arbeit laufen vorwiegend Online ab. Zwischen 2020 und 2021 werden sich die Menschen an die Arbeit von zu Hause gewöhnen und statistisch gesehen möchte die Hälfte der Befragten auch nach der Pandemie weiterhin von zu Hause aus arbeiten.<sup>4</sup> Doch die 30m<sup>2</sup> große Wohnung wird mit Funktionen überladen - auf kleinem Raum wird es gearbeitet, gelernt, gegessen, trainiert und entspannt. Vier Wände in der städtischen Umgebung werden zu eng. Jeder fünfte würde gerne ins „Grüne“ umziehen<sup>5</sup>, wenn die Möglichkeit der Remote Arbeit bleiben würde.

Was nun?

Die Pandemie motiviert uns gewöhnliche Wohnkonzepte und den alltäglichen Lebensstil zu überdenken. Man kehrt zurück zur Natur - Wandern im Wienerwald, Übernachten im Zelt am Wörthersee, Radeln an die Donau. Es wird klar, dass die Natur uns stärkt und heilt. Es wird uns bewusst, dass das Leben zart wie ein Schneeglöckchen ist und dass Zeit die wertvollste Ressource ist, die wir haben. Der Transportweg zum Arbeitsplatz fällt aus, somit werden täglich einige Stunden gewonnen. Die Entscheidung ist einfach, diese Zeit will ich in der Natur und mit der Natur verbringen.

Einige entscheiden sich für eine Wohnung in einer ruhigen Dorfumgebung anstelle einer geschäftigen Stadtwohnung. Andere wollen absolute Einsamkeit und wählen als Rückzugsort eine abgelegene Hütte im Wald. Mein Mann und ich nehmen unser Zuhause mit. Wohnmobil. Das Konzept reicht Jahrzehnte zurück und erreichte seine Blütezeit in der Hippie-Kultur in den 1960er Jahren. Aber dahinter steckt mehr Geschichte, als Sie vielleicht denken. Und es liegen viele Möglichkeiten vor uns! Im Kapitel „Mobile Wohnform - Wohnmobil“ wird die historische Entwicklung der mobilen Wohnformen von Pferdegezogenen Wohnwagen bis zu den

modernen, innovativen Wohnmobilen von heute dargestellt. Es untersucht auch die verschiedenen Faktoren wie sozio-kulturelle, wirtschaftliche und politische, die die Entscheidung beeinflussen können, auf eine mobile Wohnform umzusteigen.

„Wohnen auf vier Rädern“ ist in den letzten Jahren zu einem Trendthema geworden. Die Zahl der in Österreich neu zugelassenen Wohnmobile hat sich 2021 im Vergleich zum Vorjahr nahezu verdoppelt<sup>6</sup>. In einer Zeit des Klimawandels und der Ressourcenknappheit frage ich mich, wie kann ich Naturverbundenheit, Leben auf vier Rädern und die Reduzierung meines CO<sub>2</sub> Fußabdruckes kombinieren und in einem Projekt umsetzen?

Und so bin ich wieder unterwegs...

<sup>1</sup> Nacionālā enciklopēdija. (Zugriff: 20.01.2023)

<sup>2</sup> Ebda.

<sup>3</sup> Douglas Keister: Mobile Mansions. Taking Home Sweet Home on the Road, E-Book 2006, Kap. The Romance of the Road.

<sup>4</sup> Vgl. Statista (I). (Zugriff: 21.01.2023)

<sup>5</sup> Vgl. Statista (II). (Zugriff: 21.01.2023)

<sup>6</sup> Statista (III). (Zugriff: 21.01.2023)

## 1.2. Fragestellung

**Inwiefern kann eine mobile Wohnform nachhaltigen Kriterien entsprechen und welche Strategien sind, sowohl im Hinblick auf Energieautarkie als auch der Materialwahl, sinnvoll anwendbar?**

Anmerkung:

Infolge der Recherche, in Kombination mit praktischer Umsetzung, wird angestrebt, diese Fragestellung zu beantworten. Basierend auf die Beantwortung der Forschungsfrage bietet das Projekt nur eine von mehreren möglichen Ausführungsvarianten an. Ziel ist dennoch, den LeserInnen es zu ermöglichen, ihr Verständnis zu vertiefen und Erkenntnisse zu gewinnen, um auf mögliche spätere Umsetzungsformen eigenständig eingehen zu können.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

## 1.3. Zielsetzung

*„Probably every dweller in civilization, whether of Main Street, Zenith City, or the metropolis, dreams of breaking loose some time and getting back to fundamentals.“<sup>7</sup>*

Die Wohnmobilbranche hat sich in den letzten 100 Jahren rasant weiterentwickelt und ermöglicht es uns heutzutage, diesen Traum zu verwirklichen. Dabei überrascht sie uns heute mit luxuriösen, kompakten, „All-Inclusive“-Konzepten, die individuell jedem Geschmack angepasst werden und oft ein hohes Maß an Komfort bieten. Zugleich geraten die „Grundlagen“ und die ursprüngliche Idee des mobilen Reisens und Campens in Vergessenheit, denn je mehr Indoor-Komfort, desto weniger tendiert man die Zeit draußen zu verbringen. Private mobile Wohnräume werden immer teurer und sind daher für viele nicht leistbar. Auch beim Umbau werden Materialien und Ausstattung oft nur für den Lebenszyklus des Wohnmobils betrachtet und deren Weiterverwendung oder Wiederverwendung ist oft nicht denkbar. Somit erfolgt die Reise zurück in die Natur oft ressourcenverschwendend. Selbstbau wird daher als mögliche Lösung in der Arbeit präsentiert, um herkömmliche Standardlösungen und den bewussten Umgang mit Materialien beim Bauen zu überdenken.

1. Das Ziel des Diplomprojekts ist die Entwicklung einer nachhaltigeren Alternative zum konventionellen Umbau von Wohnmobile. Der auf vier Rädern befindliche Wohnraum soll möglichst autark funktionieren, d.h. unabhängig von Strom- und Wassersystemen, was einen gewissen Grad an Freiheit beim Reisen oder beim langfristigen Wohnen ermöglicht. Durch die Anwendung kompromissloser Nachhaltigkeitsstrategien, nicht nur im Bereich der Energieversorgung und Entsorgung, sondern auch durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe sowie Recycling- und Upcycling-Strategien bei den Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen, wird ein gesundes Raumklima und ein geringer Naturbelastungsgrad angestrebt.

2. Ein weiteres Ziel der Diplomarbeit ist es, die im Studium erworbenen theoretischen Kenntnisse in die praktische Umsetzung zu überführen und kreative Lösungen für die Gestaltung solch kompakter Räume zu finden.

<sup>7</sup>J. C. Long und John D.Long: Motor Camping, 1.Auflage 1926 | E-Book 2022, Kap.3. The Week-end Camper.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



## 2. THEORETISCHER HINTERGRUND





Im theoretischen Teil werden zunächst die Methoden, Instrumente und Techniken ausgewählt, um eine fundierte Antwort auf die Forschungsfrage zu erhalten. Im Kapitel „Methodik“ werden diese detaillierter behandelt. Um den aktuellen Stand der Wohnmobil-Branche zu erfassen, werden sowohl ihre Ursprünge und zeitliche Entwicklung als auch sozio-kulturelle, politische und wirtschaftliche Einflüsse auf die Bedeutung dieser Wohn- und Reiseform in unterschiedlichen Zeitperioden untersucht. Im Kapitel „Mobile Wohnform - Wohnmobil“ werden diese Erkenntnisse zusammengefasst. Anschließend werden die Strategien und Begriffe definiert, die zur nachhaltigeren Gestaltung von Wohnmobilen beitragen können, die im Kapitel „Nachhaltigkeit im Kontext von Wohnmobilen“ genauer erläutert werden. Zudem werden zwei Projekte präsentiert, die bereits teilweise oder vollständig auf diesen Strategien aufbauen. Die Erkenntnisse zu diesen Projekten wurden durch persönliche Kommunikation gewonnen.

## 2.1. Methodik

Die Beantwortung der Forschungsfrage wurde durch eine Kombination aus verschiedenen Forschungsmethoden angestrebt. Hierzu wurden qualitative und quantitative Methoden kombiniert und eine Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in einem 1:1-Modell durchzuführen.

Im theoretischen Teil der Diplomarbeit wurde die Entwicklung der mobilen Wohnform „Wohnmobil“ historisch betrachtet. Es wurde untersucht, wie gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Prozesse die zunehmende Popularität dieser mobilen Wohnform in unterschiedlichen Zeitaltern beeinflussten und wie die Wohnmobilbranche heutzutage auf die aktuelle Nachhaltigkeitsagenda reagiert. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurden Strategien erarbeitet, die es heutzutage ermöglichen können, die Planung der Wohnmobile bewusster, ressourcenschonender und zukunftsorientierter anzugehen. Außerdem wurden zwei Projekte in Form der Interviews vorgestellt, die schon auf selbst erarbeiteten Nachhaltigkeitsstrategien aufbauen. Infolge der Recherche bin ich sowohl auf Literatur- und Austauschmangel, als auch auf eine große Kritik bezüglich mehreren in der Arbeit erwähnten Themen, wie z.B. der Anwendung der nachwachsenden Rohstoffe in Wohnmobile, gestoßen. Der Austausch mit mehreren Camper-SelbstausbauerInnen über langzeitigen Erfahrungen kann daher, aus meiner Sicht, zu einem

produktiven Diskurs in der Wohnmobilbranche und in den SelbstausbauerInnen-Gemeinschaft führen und möglicherweise einen Wandel der gewöhnlichen Planungsweise bewirken. Die theoretischen Erkenntnisse wurden als Arbeitsgrundlage für die Konzeptionsphase verwendet.

Die im theoretischen Teil ausgearbeiteten Strategien wurden in konkreten Konzepten eingearbeitet, mit dem Ziel diese in einem Selbstbau-Projekt umsetzen zu können. Zusätzlich wurden auch weitere alternativen Lösungsvarianten und Planungsaspekte vorgestellt, um den LeserInnen das Spektrum der offenen Möglichkeiten für eine individuelle Planung zu demonstrieren. Mithilfe von Fahrzeugwerkplänen und Naturmaßabnahmen wurde ein Grundgerüst für 3D Modell des zukünftigen Wohnraumes erstellt, jedoch erfolgte die Planung des Innenraumes laufend vorwiegend anhand von Handskizzen und Schemen. Darauffolgend wurden Nutzungs-, Material-, Wasserleitungs- und Energiekonzepte entwickelt und planerisch dargestellt. Durch fundierte Recherche und Beratungen mit Material- und ProduktherstellerInnen wurden Materialwahlkriterien zusammengefasst. Anhand eines Zeitplans wurden die Zeitrahmen für folgende Umbauprozesse abgeschätzt, wobei die Planung größtenteils parallel zum Bauprozess abgelaufen ist. Darauffolgend wurde ein Selbstbau-Modell 1:1 umgesetzt, was als Ergebnis der Diplomarbeit präsentiert wird. Mithilfe



des Modells wurde es möglich, die Zweckmäßigkeit, Funktionalität und Realisierbarkeit des Projekts zu prüfen und, auf Basis der gewonnenen Erfahrung, können diese Kriterien in den zukünftigen Projekten optimiert und an die individuellen Bedürfnisse angepasst werden. Anschließend wurde eine Kostenaufstellung erstellt, die einen Einblick geben soll, welche Kosten infolge der angewendeten Strategien bei dem Umbau entstanden sind. Die Finanzierung des Projekts erfolgte sowohl aus eigenen Mitteln, als auch durch ein Förderstipendium, das von der Technischen Universität Wien verliehen wurde.

Die persönlichen Erfahrungen, die ich durch die Umsetzung dieser Diplomarbeit gesammelt habe, wurden im Abschnitt „Schlusswort“ und „Tagebuch“ ausführlicher dargelegt. Es ist jedoch erwähnenswert, dass die praktische Umsetzung des Projektes mir als junger Architektin einen großen Erkenntnisgewinn gebracht hat. Die direkte Auseinandersetzung mit Materialien, Werkzeugen und baulichen Herausforderungen sowie die Möglichkeit, wieder manuell anhand von Skizzen und Versuchen unmittelbar am 1:1- Modell zu experimentieren, ist in unserer hochtechnologischen digitalen Planungswelt sehr wertvoll.

## 2.2. Mobile Wohnform - Wohnmobil

Im Rahmen der Diplomarbeit ist es von Bedeutung, den Begriff Wohnmobil präziser zu definieren, da die Beschreibung in verschiedenen Quellen variieren kann. Wohnmobil wird im Englischen auch als „Motorhome“ oder „Recreational Vehicle“ bezeichnet. In der Arbeit wird ein Wohnmobil als motorisiertes Straßenfahrzeug verstanden, das zu Freizeit- oder Wohnzwecken dient. Die nicht-motorisierten Fahrzeuge mit gleichen Zwecke werden jedoch als wichtige Vorläufer des modernen Wohnmobils angesehen und daher in der geschichtlichen Übersicht berücksichtigt. Der Schienen- und Wassertransport sowie andere Formen des mobilen Wohnens wie z.B. Tiny Houses werden in der Diplomarbeit nicht behandelt.



Abb.04: Gelber Van.

## 2.2. Mobile Wohnform - Wohnmobil

### 2.2.1. Ära der nicht-motorisierten Wohnmobile

*„Since the dawn of history hordes of men have pressed into new countries. Sometimes the expeditions have been in search of food and plunder; but mixed in with these motives has been the human passion for something better, the hope for sunnier scenes lying over the horizon.“<sup>8</sup>*

Schon seit jeher suchen Menschen nach Abenteuern und Erlebnissen unterwegs. Die Geschichte des mobilen Reisens geht oft auf die ersten motorisierten Fahrzeuge wie den Thomas Flyer oder das Ford T Modell zurück, die Anfang des 20. Jahrhunderts entstanden sind. Es ist jedoch auch wichtig, den Blick auf frühere Formen des mobilen Wohnens und Reisens zu werfen, die als Vorfahren der heutigen Reisemöglichkeiten gelten. Schon in der antiken römischen Zeit konnten privilegierte Menschen die sogenannten „carrucae dormitoriae“ nutzen, um auf langen Reisen im geschützten Innenraum zu übernachten. Diese Schlafwagen wurden von Pferden gezogen und boten mit Leinwand- und Lederüberdachungen Schutz vor Witterung und Staub.<sup>9</sup> So konnten die PassagierInnen auf ihren langen Reisen im geschützten Innenraum übernachten.

Im 13. Jahrhundert beschreibt Marco Polo das tatarische Nomadenvolk in seinen Reiseberichten. Im Winter suchen sie nach geeigneten Weidegründen für ihr Vieh in wärmeren Gebieten und im Sommer nach kühlem Klima, Wasser und Wäldern. Die

TatarInnen leben in schnell auf- und abbaubaren kreisförmigen Zelten (Yurten), jedoch haben sie auch „Wagen, die so wirksam mit schwarzem Filz bedeckt sind, dass kein Regen eindringen kann. Diese werden von Ochsen und Kamelen gezogen, und die Frauen und Kinder reisen in ihnen.“<sup>10</sup> Filz wird mit Schafsmilch oder Talg behandelt, um die Wagen wasserdicht zu machen.

Die Schäferkarren (auch Schäferwagen) aus dem 17. Jahrhundert ermöglichen den WanderschäferInnen, ihre Arbeit und ihren Schlaf überall mitzunehmen. Anfangs sind das enge, niedrige, zweirädrige Holzkarren, die von Eseln oder Rindern gezogen werden und nur gebückt betreten werden können (ähnlich dem Schäferwagen vom 1919 aus der Abb.07.). Gegen Ende des 19. Jahrhunderts werden die Karren geräumiger, sodass man darin stehen, kochen und entspannen kann. Sie verfügen über ein Bett, eine Sitzbank und einen kleinen Tisch und vereinen mobilen Wohn- und Arbeitsraum sowie Stauraum unter einem Dach.<sup>11</sup>



Abb.05: Relief mit Reisewagen.

13. Jahrhundert



Abb.07: Schäferhütte.

1833



Abb.09: Der erste Freizeitwohnen „The Wanderer“.

100 n.Chr. - 150 n. Chr.



Abb.06: Mittelalterliche tatarische Hütten und Wagen.

17. Jahrhundert



Abb.08: Leib-Reisewagen „Dormeuse“ von Kaiser Franz I.

1884

<sup>8</sup> C. Long ; D. Long, 1926 | 2022, Kap.1. Over the Horizon Line.

<sup>9</sup> Vgl. Forum Traiani. (Zugriff: 10.02.2023)

<sup>10</sup> Marco Polo: The Travels of Marco Polo. The Complete Yule-Cordier Illustrated Edition, 3. Auflage 1903 | E-Book 2014, Buch 1 Kap. 52. Concerning the Customs of the Tartars.

<sup>11</sup> Vgl. Wohnmobil Ratgeber. (Zugriff: 22.01.2023)



Vor der Industrialisierung ist Reisen ein großes Unterfangen, das sorgfältige Planung erfordert, da Pferde, Personal und Sicherheitsmaßnahmen organisiert werden müssen. Daher ist es nur der Adelsklasse vorbehalten. Nachts müssen Reisende jedoch in Unterkünften halt machen, um ihre Pferde zu wechseln und sich auszuruhen, denn nur tagsüber ist es sicher zu reisen. Doch schon im 19. Jahrhundert gibt es luxuriöse Reisewagen wie die „Dormeuse“<sup>12</sup> von Kaiser Franz I., die mit eleganten Dekorationen und einem integrierten Doppelschlafplatz den Status der Reisenden widerspiegeln. Die robusten Räder und Federn sorgen jedoch auch für deutlich mehr Komfort, und es wird sogar an Stauraum für Gepäck gedacht.

Im 19. Jahrhundert sind Reisen weiterhin für die meisten Menschen unbequem und unerschwinglich. Nur Wohlhabende können es sich leisten, mit komfortablen Reisewagen zu fahren. Diejenigen mit kleineren Ansprüchen an Komfort reisen in der Regel zu Fuß oder mit einfachen Planwagen. Die letztere Gruppe umfasst GoldsucherInnen und Cowboys/Cowgirls, die ihren Beruf mobil ausüben können. Auch SiedlerInnen, wie beispielsweise Amerikas Bevölkerungsgruppen, die richtung Westen des Landes reisen, um sich dort niederzulassen, gehören zu dieser Gruppe. Es gibt auch nomadische Völker wie die Roma, die seit Jahrhunderten durch Asien, Europa und Amerika reisen. Ihre Plan-

wagen sind kompakt, aber komfortabel eingerichtet, mit Betten, Schränken und einer Küchennische. Ein besonderes Merkmal ist ein Holzofen mit einem Rauchrohr, der das Wohnen im Wagen das ganze Jahr über ermöglicht. Obwohl die Roma von der Öffentlichkeit oft skeptisch betrachtet werden, sind ihre Wagen im späten 19. Jahrhundert bei wohlhabenden Briten und Britinnen sehr beliebt.<sup>13</sup> Ein Beispiel ist „The Wanderer“, einer der ersten Wohnwagen, der im Jahr 1884 vom Dr. William Gordon Stables für Freizeitzwecke hergestellt wird und auch heute noch existiert. Dr. William Gordon Stables, ein ehemaliger Marinechirurg im Ruhestand aufgrund von Krankheit, glaubte an die gesundheitsfördernden Eigenschaften des Lebens im Freien und beauftragte „The Wanderer“, ihm dabei zu helfen.<sup>14</sup>

Die meisten Menschen der Mittelklasse können sich jedoch bis zur Erfindung der Dampfmaschine keine längeren Reisen leisten. In den meisten Ländern werden bis zum Ersten Weltkrieg die frühen Versionen des Wohnmobils von Pferden gezogen, wobei nach dem Krieg führt der Mangel an Zugtieren und das Aufkommen des Automobils zu einer neuen, motorisierten Phase in der Geschichte des Wohnmobils.<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Kunsthistorisches Museum Wien. (Zugriff: 08.02.2023)

<sup>13</sup> Vgl. Keister, 2006, Kap. The Romance of the Road - Into the West.

<sup>14</sup> Vgl. RVhistory (I). (Zugriff: 16.02.2023)

<sup>15</sup> Vgl. Ebda.



Abb.10: Sir Alfred James Munnings | Gypsy Caravan at Ringland Hills, 1878-1959, Öl auf Leinwand, 50.8 x 61 cm, Christie´s.

## 2.2. Mobile Wohnform - Wohnmobil

### 2.2.2. Von Dampfmaschinen bis zum Jedermannauto

Durch die industrielle Revolution ändern sich nicht nur die Arbeits- und Produktionsweisen, sondern auch die Fortbewegungstechnik. Anstelle von Pferden werden nun die Pferdestärken als Zugkraft definiert. Die Entwicklung der Fahrzeugtechnologie geht seit der Entwicklung der ersten revolutionären Treibtechnik, die wir als Dampfmaschine kennen, rasant voran. Das erste dampfbetriebene und selbstfahrende Fahrzeug lässt nicht lange auf sich warten und wird im Jahr 1770 in Frankreich von Nicolas Joseph Cugnot entwickelt.<sup>16</sup>

Am Ende des 19. Jahrhunderts führt Frankreich nicht nur die Welt in der Automobilindustrie an, sondern baut auch den ersten Wohnwagen, der von einem dampfangetriebenen Fahrzeug gezogen wird. Das ist kein Wunder, wenn man bedenkt, dass Frankreich zu dieser Zeit ein gut ausgebautes Straßennetz, Autorennen und talentierte Karosseriebauer hat.<sup>17</sup> Mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts bricht eine neue Ära für von Öl betriebene Fahrzeuge an. Während dieser Zeit werden in Amerika die ersten Rennwagen entwickelt, die Langstrecken bewältigen können. Obwohl sie noch nicht besonders wohnlich sind, dienen sie als Grundlage für den Transport von Ausrüstung und Campingzubehör.

In Europa gibt es zwar schon vereinzelt Konzepte für Freizeitfahrzeuge wie Wohnmobile, jedoch er-

langen sie aus Kostengründen keine große Beliebtheit. Ein Beispiel hierfür ist das Straßeninspektionsauto von Thomas Coleman du Pont, das über mehrere Wohnutensilien verfügt und um zusätzlichen Schlafraum zu schaffen von zwei Seidenzelten seitlich erweitert wird. Auch werden bereits die ersten Wohnmobile auf dem Fahrgestell des berühmten Ford T-Modells produziert und es entstehen neue Konzepte für aufklappbare Zeltkonstruktionen und Omnibus-artige Strukturen auf dieser Basis.

Während des Ersten Weltkriegs werden die Fahrzeuge für militärische und medizinische Zwecke umgerüstet und die Freizeitmobilindustrie praktisch stillgelegt. Erst nach dem Krieg wird die Branche wiedererstarken. Währenddessen erlebt der Inlandtourismus in Amerika einen Aufschwung.<sup>18</sup> Im Jahr 1916 unterzeichnet der damalige US-Präsident Woodrow Wilson das Gesetz zum Bau und zur Verbesserung von Inland-Autobahnen, das grünes Licht für die Entwicklung der Automobilindustrie gibt. Das T-Modell ist zu dieser Zeit das Vorreiterfahrzeug der Massenproduktion. „Den Durchbruch des ersten Jedermannsautos beschleunigt natürlich der günstige Preis, aber auch die einfache Bedienbarkeit, die haltbare Technik und die Variabilität der Konstruktion - alles Dinge, die auch 100 Jahre später noch zählen, wenn die Caravaning-Industrie auf ein Basisfahrzeug setzt.“<sup>4419</sup>





Abb.11: Fardier a vapeur.

1770



Abb.12: ARGOSY Magazine Juni, 1965, USA: 1907 wird Thomas Flyer mit zusätzlichen Gastanks, Reifen und Campingausrüstung ausgestattet, um eine 169-tägige Reise von New York nach Paris zu ermöglichen.

1907

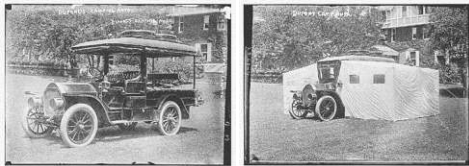


Abb.13: Camping Auto von Du Pont.

1911



Abb.14: Das Ford Model T zieht in den Krieg.

1914-1918

<sup>16</sup> Vgl. Traumauto Archiv. (Zugriff: 12.02.2023)

<sup>17</sup> Vgl. RVhistory (II). (Zugriff: 16.02.2023)

<sup>18</sup> Vgl. Keister, 2006, Kap. The Romance of the Road - Autocamping provides the Solution.

<sup>19</sup> Christian Steiger, Thomas Wirth: In der Welt unterwegs. Die Geschichte des Caravanings, 2021, S.20.

## 2.2. Mobile Wohnform - Wohnmobil

### 2.2.3. Kreative Ära der Wohnwagen

In den 20er und 30er Jahren des 20. Jahrhunderts bringt eine kreative Welle von Anhänger-basierten Wohnwagen frischen Wind in die Welt des Reisens. In Frankreich, Deutschland, Australien, Neuseeland und Amerika werden diese Wohnwagen in verschiedenen Formen und Größen entworfen. Während faltbare Zeltkonstruktionen an Popularität gewinnen, sind sie jedoch nicht wetterfest und halten den Strapazen des Schleppens oft nicht stand. Es wird mit festen Hüllenstrukturen experimentiert, die von Design- und Konstruktionsprinzipien aus der Flugzeugindustrie inspiriert werden. Doch die „Große Depression“ im Jahr 1929 bringt bittere Auswirkungen auf die Wirtschaft und Arbeitslosigkeit weltweit. Allein in Amerika erreicht die Arbeitslosigkeit 1933 fast 25%<sup>20</sup>, verglichen mit knapp 4%<sup>21</sup> im Jahr 2022. Viele Familien sind gezwungen, zu reisen, um neue Arbeitsplätze zu finden und sich ihren Lebensunterhalt zu sichern.<sup>22</sup> Der Wohnwagen wird nun auch für dauerhaftes Wohnen genutzt und muss daher kompakter, leichter und ressourcenschonender gestaltet werden. Die Massenfertigungstechniken von Ford werden so aktuell wie nie zuvor.

Obwohl die Wirtschaftskrise viele Familien finanziell belastet, entscheiden sich immer mehr von ihnen dafür, ihren Urlaub auf einer kostengünstigen und eigenständigen Wohnmobilreise zu verbringen. „Der Vater kann die gesamte Familie für eine zwei-

wöchige oder einmonatige Reise in seinem Auto mitnehmen und dabei nahezu die gleichen Kosten haben wie zu Hause zu bleiben. Die Mietkosten für Zimmer während der Reise reichen von nichts bis zu fünfzig Cent oder einem Dollar pro Tag für die Familie.“<sup>23</sup>

In den 1920er Jahren werden das Design und die Nutzung von Wohnwagen erforscht und entwickelt, was in den 1930er Jahren zu einem regelrechten Wohnwagenboom führt.<sup>24</sup> Eine breite Palette an Wohnwagenformen wird dem breiten Publikum präsentiert - von kastenförmigen „Toaster“ über „Dosenschinken“ bis hin zu tropfenförmigem „Dübener Ei“ und geschwungenen „Schnecke“. Der Wohnwagen wird nicht nur als praktisches Transportmittel und Hotelzimmer genutzt, sondern spiegelt auch den sozialen Status wider. Er wird von reisenden VerkäuferInnen für Arbeitsreisen verwendet, in Hollywood-Filmen vorgestellt und dient als Umkleideraum für SchauspielerInnen. Einige Luxusmodelle wie das maritime „Curtiss Aerocar“, der kosmische „Airstream Clipper“ und der kompakte „Landstreicher“ werden berühmt. Auch einige ausgefallene und in die Zukunft blickende Projekte wie Aircar vom Designer Alexius Pribil oder Dymaxion vom Architekten Buckminster Fuller werden in dieser Zeit konzipiert. Aufgrund ihrer futuristischen Formen überholen diese Konzepte alle Vorstellungen und Erwartungen ihrer Zeit, jedoch



Abb.15: Planwagenhandel.



Abb.17: Planwagen Innenansicht.

1933

30er Jahre



Abb.16: Eine breite Palette an Wohnwagenformen.



Abb.18: Dymaxion Auto vom Buckminster Fuller.

haben sie durch ihre aerodynamischen Eigenschaften, Anpassbarkeitsprinzipien und Konstruktionsleichtigkeit einen großen Einfluss auf die zukünftige Automobilindustrie. Heutige Unternehmen wie Westfalia, Dethleffs und DWA in Deutschland, Winchester und Eccles in England, Notin in Frankreich sowie Airstream in den USA haben ihren Ursprung in den 1930er Jahren.

<sup>20</sup> Statista (IV). (Zugriff: 06.02.2023)

<sup>21</sup> Statista (V). (Zugriff: 16.02.2023)

<sup>22</sup> Vgl. RVhistory (III). (Zugriff: 17.02.2023)

<sup>23</sup> C. Long ; D. Long, 1926 | 2022, Kap.1. Over the Horizon Line.

<sup>24</sup> Vgl. RVhistory (IV). (Zugriff: 18.02.2023)

## 2.2. Mobile Wohnform - Wohnmobil

### 2.2.4. Von der Front wieder ins Freie

Während des Zweiten Weltkriegs wird Reisen undenkbar und viele Wohnwagen werden für militärische Zwecke umfunktioniert. Sie unterstützen die Infrastruktur des Krieges und dienen als mobile Büros, Kliniken, Strategiezentren, Fotolabore und Schreibstuben. Die ursprüngliche Vorstellung von Reisen in Freiheit und Frieden wird missbraucht und verliert an Bedeutung.

Doch nach Kriegsende kehren die WohnwagenproduzentenInnen und ehemalige KriegsflugzeugherstellerInnen mit neuer Energie auf den Freizeitmarkt zurück. In den ersten Jahren nach dem Krieg werden langweilige Wohnwagen von geringer Qualität produziert.<sup>25</sup> Die Branche erlebt ihren Aufschwung in den frühen 50er Jahren, als die ersten Ganzstahl-Karosserie VW Typ 2 Transporter vom Band laufen, die später als Bulli bekannt werden. Im Jahr 1951 stellt Westfalia ihre Camping-Box vor, die an dieses Fahrzeug angepasst wurde und den Lieferwagen in ein Wohnmobil verwandelte. Es wird vorwiegend aus Holz hergestellt und enthält nun alle Utensilien, die zum Wohnen benötigt werden, einschließlich eines Propangas- oder Spirituskochers. Die Möglichkeit, sich ein „Landhaus auf Rädern“ zu leisten, ist aufgrund der niedrigen Löhne und des kurzen Jahresurlaubs mit nur 12 Tagen für die meisten ArbeiterInnen und Angestellten unerreichbar, während es für Selbständige durchaus attraktiv ist.<sup>26</sup>

Während der VW Bulli weiterhin die Verkaufscharts in Deutschland und Amerika anführt und an Popularität gewinnt, strömen in den 60er Jahren auch andere erschwingliche Wohnmobile auf den Markt. „Die Einführung der Fließbandproduktion in der Automobilindustrie ermöglicht es Unternehmen wie Winnebago, Wohnmobile zu Preisen anzubieten, die etwa der Hälfte der Konkurrenzprodukte entsprechen.“<sup>27</sup> Es werden verrottungsfeste Wohnmobilhüllen aus glasfaser-verstärktem Kunststoff (GfK) und Aluminium in verschiedenen Ausführungen auf Fahrgestellen von Fiat, Opel, Mercedes-Benz und Dodge produziert. Die kastenförmige Hülle dieser Zeit wird der abgerundeten Form vorgezogen und erweist sich bis heute als praktische und universelle Lösung. Allerdings werden auch innovative selbsttragende Karosserien aus damals neuem Material, dem glasverstärkten Polyesterharz, produziert, die naht- und fugenlos sind. Diese Konstruktionen sind leicht und wasserdicht.

In Amerika werden besonders leichte GfK-konstruktionen angefragt, die auf Pick-up-Trucks aufschiebbar sind. „Aufsetzkabinen dienen als Alternative zu Wohnwagen und Wohnmobilen, da sie leichter zu manövrieren sind als ein Wohnwagen und der Kabinenaufbau vom LKW abgetrennt werden kann, wenn er nicht benötigt wird.“<sup>28</sup> Ein Fahrzeug kann somit unter der Woche als Arbeitsauto und am Wochenende als Freizeitauto verwendet





Abb.19: Ein Wagen des Kriegsberichtserstatters.

1965



Abb.21: Vanlife-Pionier.

werden. Auch geräumige, aber teure Omnibusse wie der Flxible Bus und der Mikafa werden zu luxuriösen Wohnmobilen und sogar zu rollenden Hotels „Rotels“ für größeren Passagiergruppen umgebaut. Die politische und ideologische Grenze, die sich seit dem Zweiten Weltkrieg über die ganze Welt erstreckt, wird Ende der 60er Jahre etwas aufgeweicht. Die Nachkriegsgeneration hat genug von Konflikten und Autoritarismus, die Liebe soll als Antwort darauf sein. Auf der Suche nach Erleuchtung und Freiheit machen sich junge Menschen dieser Zeit auf den Weg, was auf der Strecke von Nahen Osten nach Südasien liegt. Der Hippie Trail wird mit dem Auto, Rucksack, Motorrädern und Fahrrädern überwunden. Der VW Bulli wird als besonderes Symbol der Rebellion gesehen, da er denjenigen, die dem kapitalistischen System entfliehen wollen, eine Möglichkeit bietet, auszubrechen und ihre Freiheit zu genießen.<sup>29</sup>

„Well, I'm so tired of crying, But I'm out on the road again.“<sup>30</sup> singt die amerikanische Bluesrockband Canned Heat im 1968.



Abb.22: Blumen und Peace Zeichen.

1940/41



Abb.20: Alaskan Camper Pickup Truck.

70er Jahre

<sup>25</sup> Vgl. RVhistory (V). (Zugriff: 19.02.2023)

<sup>26</sup> Steiger;Wirth, 2021, S.70.

<sup>27</sup> Winnebago Industries. (Zugriff: 22.02.2023)

<sup>28</sup> Keister, 2006, Kap. The Romance of the Road - Truck Campers.

<sup>29</sup> Vgl. Steiger;Wirth, 2021, S.134.

<sup>30</sup> Songtexte. (Zugriff: 14.02.2023)

## 2.2. Mobile Wohnform - Wohnmobil

### 2.2.5. Mehr Fläche, mehr Komfort, mehr Möglichkeiten

Obwohl die weltweite Ölkrise im Jahr 1973 die Wohnmobilbranche aus der Spur bringt und diesen Reisetyp für ein paar Jahre weniger attraktiv macht, wird ab der Mitte der 70er eine Familienreise mit einem Wohnmobil für NormalverdienerInnen zugänglicher. Die Wohnmobile der 60er mit kompaktem und eher bescheidenem Interieur werden durch größere, komfortablere vollintegrierte Reisemobile ersetzt. Ein Stahlrohrgerippe wird auf das bestehende Fahrgestell montiert, wobei die Form des Autos vollständig verändert wird. Dadurch wird der Innenraum größer und es können verschiedene Grundrisskonfigurationen gestaltet werden. Der Platz reicht aus, um die Schlaf- von Wohnzone zu trennen und sogar eine separate Nasszelle zu platzieren. Ein Pionier solcher Wohnmobile war Erwin Hymer mit seinem Hymermobil, das sogar heute noch an Urlaubsorten anzutreffen ist.

Auch die auf Pick-up-Trucks basierenden Wohnkabinen werden in dieser Zeit zu Teilintegrierten und Alkoven-Wohnmobilen weiterentwickelt, die auf einem Fahrgestell mit originalem Fahrerhaus aufgebaut sind. Diese Wohnmobil-Typen bieten mehr Freiheit im Wohnbereich, da der Schlafbereich, ähnlich wie das Puzzleteil im Spiel Tetris, sich über die Fahrerkabine erstreckt.

Die Vorfahren der heute populären Transporter, die durch ihre wartungsfreundliche Technik und ihr

Raumangebot bei SelbstbauerInnen beliebt sind, finden ihre Wurzeln in dieser Zeitperiode. Wir kennen sie heute unter solchen Namen wie Fiat Ducato, Mercedes Benz T1 „Bremer“, Ford Transit und Renault Master.

Bislang spielte der Ausbaustil von Wohnmobilen kaum eine Rolle, da die Kastenbauweise vor allem funktional war.<sup>31</sup> Die Reisenden werden jedoch immer anspruchsvoller in Bezug auf Design und Komfort der mobilen Wohnräume. Mehr Wohnraum wird durch zusätzliche Aufstelldächer, ausschiebbare Erker und Balkone geschaffen. Ende der 80er Jahre werden auch innovative und treibstoffsparende Wohnmobillösungen erforscht. So entwickelt Williams T. Collins eine aerodynamische Kunststoffkabine „Füchsin“, die über eine komplette Wohnausstattung inklusive 12- und 115-Volt-Elektrosystem, Diesel-Wasserheizer und Ofen verfügt.<sup>32</sup> Die Wohnräume werden geheizt, beleuchtet und gedämmt. Als Dämmmaterial wird oft geschlossenzelliger PU-Schaum angewendet. Auch luxuriöse Liner mit mehreren Betten, Küchenzelle und sogar einer „Garage“ für eigene PKWs oder Motorräder werden den Reisenden angeboten.

Komfort kommt in einem Paket mit der Reiseinfrastruktur zusammen, die in den 90ern ihre Weiterentwicklung erlebt. Obwohl Campingplätze mit Nasszellen schon lange Zeit ihre Gäste empfangen,



Abb.23: VW Camper - Tages- und Nachtkonfigurationen.

1978



Abb.25: Erster Playmobil Alkoven-Camper.

1984



Abb.24: Anatomie des Hypermobils.

1979

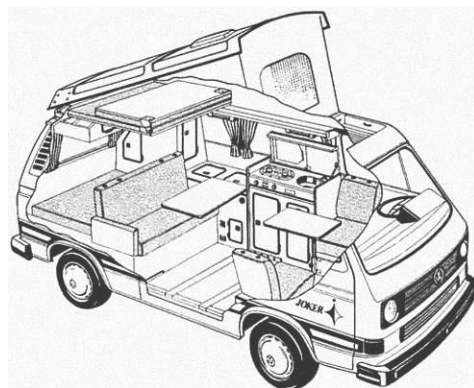


Abb.26: Westfalia Joker 84 mit Aufstelldach | Schnittmodell.

steht eine wichtige hygienische Frage noch offen. Im Jahr 1991 liefert Gerhard Reisch eine Antwort darauf, wie man die Entsorgung von Trinkwasserversorgung trennen kann.<sup>33</sup> Er entwickelt eine Holiday Clean Entsorgungsstation, die insbesondere in der Zeit der neuentwickelten Kassettentoiletten aktuell ist.

<sup>31</sup> Vgl. Wohnmobil-Galerie. (Zugriff: 06.01.2023)

<sup>32</sup> Keister, 2006, Kap. Campers and Vans.

<sup>33</sup> Steiger; Wirth, 2021, S.230.

## 2.2. Mobile Wohnform - Wohnmobil

### 2.2.6. Nach vorne blickend

In den 2000er Jahren erlebt die Wohnmobilbranche eine Renaissance. Klassiker wie der Airstream, der VW Käfer und der Bulli vergangener Jahrzehnte werden in neuen Designs umgesetzt und an neue Anforderungen angepasst. Ein Gewitter dieser fortlaufenden Epoche wird 2008 in Form einer Wirtschaftskrise die Welt erschüttern. Die Arbeitslosenquote steigt in den nachfolgenden Jahren, insbesondere in den USA.<sup>34</sup> Die Banken geben keine Kredite an Kunden aus und die Mietpreise werden für viele untragbar. Diese Kombination von Ereignissen zwingt viele Menschen dazu, ihre Häuser und Wohnungen zu verlassen und in ein Wohnmobil umzuziehen. Sie werden „houseless“, aber nicht „homeless“. Auch viele Jahre nach der Krise entscheiden sich manche Menschen für das mobile Wohnen auf vier Rädern. Ob aus dem Wunsch, frei zu sein, oder aus Not ist bei jeder/jedem Einzelnen sehr individuell.

Die 2010er bringen innovative Entwicklungen mit sich. Die Komfortanforderungen der Reisenden wachsen ständig, und somit wächst auch die Quantität der Innenausstattung. Massivität der Ausbaumaterialien verliert ihren Sinn, da für Wohnmobile ein Grenzwert von 3,5 Tonnen für B-FührerscheinbesitzerInnen gesetzt wird. Klimaanlage, Heizung, Kühlschrank, Küchenzeile, Warmwasserdusche und TV sind mittlerweile zur Standardausrüstung geworden. Das Innenraumdesign

wird modernisiert, optimiert und automatisiert. Die Innenraum-Ausbaumaterialien werden leichter, optisch attraktiver und mehrschichtig. Leichtbau und Akustik stellen gleichzeitig eine Herausforderung dar und sind treibende Kräfte für Fortschritt.

Auch die Technik schreitet voran - nun kann der mobile Wohnraum wie ein Smart House von der Ferne betätigt und überwacht werden. Die LED-Leuchten erlauben es jetzt, den Raum moderat und energieeffizient zu beleuchten. Lithium-Ionen-Batterien sparen das Gewicht des Gesamtkonstrukts und erlauben es, effizient Solarenergie für den Eigenbedarf zu produzieren. Es wird auch an alternativen Antrieben experimentiert, wodurch Modelle wie der Gloveban e.Hybrid von Dethleffs und der E-Ducato entstehen, die eine Reichweite von 300 bis 500 Kilometern haben.

Das Wohnmobil erlebt heute auch eine gesellschaftliche Umwandlung. Es wird vom persönlichen Reisefahrzeug zum Sharing-Economy-Teilnehmer, bei dem im Vordergrund die Idee steht, gemeinsam Ressourcen zu nutzen, um Effizienz, Nachhaltigkeit und soziale Interaktion zu fördern. Dabei werden Güter und Dienstleistungen nicht ausschließlich besessen, sondern auch gemeinsam genutzt, geteilt oder gemietet. Die CamperInnen können sich durch Online-Plattformen vernetzen und sogar eine Übernachtung außerhalb der Campingplätze





Abb.27: Obdachlosigkeit in Seattle heutzutage | Ein kleines Stück „Zuhause“ am Straßenrand.

2020



Abb.29: Fiat E-Ducato mit bis zu 280 km Reichweite.

suchen. Auch regionale ProduzentInnen und Bauernhöfe können den CamperInnen im Rahmen des Ökotourismus eine Übernachtungsmöglichkeit anbieten, wodurch sowohl die Reisenden als auch die lokalen Gemeinden profitieren.

Das Reisen wird durch die gut entwickelte Fluginfrastruktur einfacher denn je. Man steigt in einen Flieger in Wien ein und ist in knapp zweieinhalb Stunden bereits in Dubrovnik, um die wunderschönen Strände mit glasklarem Meer zu genießen. Doch entscheiden sich weiterhin viele für den Flair des langsameren Reisens. Der Begriff „Vanlife“, der in sozialen Medien populär geworden ist, hat für jede/jeden eine individuelle Bedeutung. Einige schätzen die Nähe zur Natur und die Mobilität, andere suchen nach neuen Eindrücken für ihre sozialen Medien und wiederum andere suchen nach Komfort inmitten von Herausforderungen.

„Es gibt alles in der Freizeitbranche der Gegenwart, so viele Mobile und Ziele wie nie zuvor, nur

2018



Abb.28: All-inclusive Wohnkonzept an der Grenze von 3,5 Tonnen: gemütlich, modern, innovativ.

2022

den typischen Camper gibt es längst nicht mehr.<sup>44,35</sup>

Die Corona-Pandemie seit 2020 verändert unsere Arbeits- und Bildungsmethoden. Die Digitalisierung vieler Prozesse ermöglicht uns, flexibel in der Wahl des Wohnsitzes zu sein. Wir wollen der städtischen Umgebung entfliehen und näher zur Natur sein, für den Fall eines neuen Lockdowns. Wir wollen die Welt mit eigenen Augen erkunden. Wir genießen den Ausblick auf abwechslungsreiche Landschaften aus dem Seitenfenster und können jederzeit einen Stellplatz finden, wenn wir länger bleiben möchten. Während unserer Reise lernen wir nicht nur andere Kulturen kennen, sondern auch uns selbst. Wir lernen, wie wir konstruktiv auf Schwierigkeiten reagieren und mit wenig auskommen können. Ist das nicht das, was die ersten CamperInnen angespornt hat? Denn schließlich ist der Weg das Ziel.

<sup>34</sup> Statista (VI). (Zugriff: 16.02.2023)

<sup>35</sup> Steiger;Wirth, 2021, S.257.

## 2.3. Nachhaltigkeit im Kontext von Wohnmobilen

In den vorherigen Kapiteln haben wir uns mit dem Begriff des Wohnmobils und seiner Entwicklung als Reise- und Wohnform befasst. Durch Recherche und Beobachtungen konnte ich feststellen, dass es heutzutage zwar bereits energieeffiziente technologische Lösungen für Wohnmobile auf dem Markt gibt, die aktiv genutzt werden, jedoch sind die Anwendung von Kreislaufprinzipien und die Verwendung von Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen, die Nachhaltigkeitsstrategien stärken würden, noch nicht so weit verbreitet und etabliert wie im Hausbau oder anderen Architekturbereichen. Die historische Entwicklung des Wohnmobils als Reise- und Wohntyps zeigt, dass in dem mobilen Wohnraum immer der Komfort im Vordergrund stand. In dem Streben nach einem gemütlichen, alles-könnenden Wohnraum vergessen wir jedoch oft, ressourcenschonend zu bauen, energieeffizient zu wohnen und auf ein gesundes Raumklima zu achten, was besonders auf so einem kleinen Raum von Bedeutung ist. Diese Prinzipien werden noch eher als Nischenkonzepte betrachtet. Aus diesen Schlussfolgerungen ist die Idee für das Diplomprojekt entstanden, einen Wohnmobil auf Basis eines Kastenwagens mit Anwendung nachhaltiger Strategien zu planen und selbstständig umzubauen. Die Kapitel „Effizienz“, „Konsistenz“ und „Suffizienz“ präsentieren Lösungen, die in der Planung, Ausarbeitung und praktischen Umsetzung des Diplomprojekts verwendet wurden. Darüber hinaus

werden auch potenzielle Lösungsansätze formuliert, die zwar nicht im Projekt umgesetzt wurden, jedoch aufgrund der praktischen Erfahrungen entstanden sind.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

## 2.3. Nachhaltigkeit im Kontext von Wohnmobilen

### 2.3.1. Nachhaltigkeit als Begriff

Was genau bedeutet „nachhaltiger“ und welche Nachhaltigkeitsstrategien haben das Projekt geleitet?

Der Begriff „nachhaltig“ bedeutet, dass eine Handlung, Praxis oder Entwicklung auf eine Weise ausgeführt wird, damit „die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation befriedigt [werden können], ohne die Fähigkeit zukünftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.“<sup>36</sup> Dies ist die bekannteste und meist zitierte Aussage. Doch eine universelle Erklärung lässt sich schwer formulieren.<sup>37</sup> Ulrich Grober nennt in seinem Buch „Die Entdeckung der Nachhaltigkeit. Kulturgeschichte eines Begriffs“ drei weitere Formeln, die Nachhaltigkeit chronologisch in Bezug auf gesellschaftliche Agenden erklären. „Die Schöpfung bewahren“<sup>38</sup> - dieser Ansatz wird oft mit biblischen Konzepten in Verbindung gebracht. „Nicht mehr Holz fällen als nachwächst“<sup>39</sup> - diese Formel ist über 300 Jahre alt und markiert den Beginn einer nachhaltigen Forstwirtschaft. Das von der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung 1992 formulierte „Dreieck der Nachhaltigkeit“<sup>40</sup> verbindet Ökologie, Ökonomie und soziale Gerechtigkeit unter einem Begriff. Man kann also sagen, dass der Begriff „nachhaltig“ Zustände oder Ergebnisse beschreibt, die auf ökologischer, sozialer und ökonomischer Verantwortung beruhen.

Der Begriff „nachhaltiger“ jedoch bezeichnet eine Richtung oder Bewegung in Richtung Nachhaltigkeit. Es beschreibt einen Prozess hin zu einer nachhaltigen Zukunft ...und es hat nichts mit dem Klang des Tigers zu tun :)

Um zu beurteilen, ob etwas „nachhaltiger“ ist, müssen wir einen Ausgangspunkt A (den aktuellen Zustand) und einen Zielpunkt B (den gewünschten zukünftigen Zustand) definieren. Die Nachhaltigkeitsstrategien wie Effizienz und Konsistenz als technische Maßnahmen und Suffizienz als Verhaltenswegweiser spielen dabei eine wichtige Rolle. Schauen wir uns die genauer an.

<sup>36</sup> Ulrich Grober, Die Entdeckung der Nachhaltigkeit. Kulturgeschichte eines Begriffs, 2013, Kap. 2. Formelsammlung

<sup>37</sup> Vgl. Grober, 2013, Kap. 2. Formelsammlung

<sup>38</sup> Ebda.

<sup>39</sup> Ebda.

<sup>40</sup> Ebda.

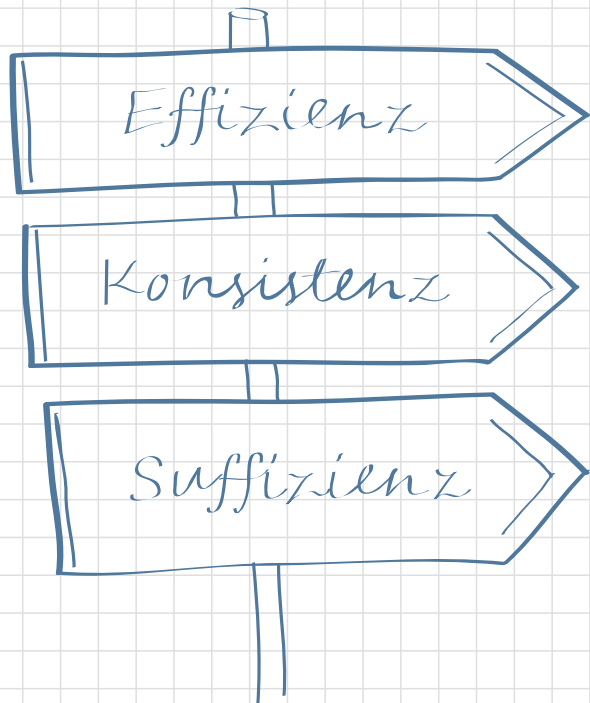


Abb.30: Nachhaltigkeitsstrategien.



## 2.3. Nachhaltigkeit im Kontext von Wohnmobilen

### 2.3.2. Effizienz

Mit Effizienz wird die nachhaltige Entwicklung gefördert, indem der maximale Nutzen der Ressourcen mit dem geringsten Verbrauch angestrebt wird. Diese Strategie, die auch kurz als „besser“ bezeichnet wird, ist in Zeiten des Klimawandels und Ressourcenmangels von fundamentaler Bedeutung.

Laut Berechnungen des Global Footprint Network wird die menschliche Nachfrage nach Ressourcen im Jahr 2022<sup>41</sup> die Fähigkeit der Erde, diese zu regenerieren, überschreiten. Der sogenannte „Erdüberlastungstag“ fiel im Jahr 1971<sup>42</sup> noch am Ende des Jahres an, aber heutzutage erreicht er schon Jahresmitte. Eine Studie der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung prognostiziert, dass der weltweite Verbrauch von Rohstoffen bis 2060 nahezu verdoppeln<sup>43</sup> wird, da die Weltwirtschaft expandiert und der Lebensstandard steigt. Durch Innovation und Organisation im technischen Bereich kann die Effizienz verbessert werden, indem weniger Energie und Materialien bei der Herstellung eingesetzt werden. Im ökologischen Bereich wird auf Recycling und Abfallvermeidung gesetzt, was nicht nur zu ökologischen Vorteilen, sondern auch zu wirtschaftlichen Gewinnen und Kosteneinsparungen führen kann.

Allerdings kann Effizienz in der Realität auch einen Nebeneffekt haben, den sogenannten Re-

bound-Effekt. Das bedeutet, dass die Kosten- und Ressourceneinsparungen an anderer Stelle ausgegeben und angewendet werden, was wiederum zu einer Erhöhung des Gesamtverbrauchs an Ressourcen führt. Der Rebound-Effekt zeigt, dass es nicht ausreicht, lediglich die Effizienz der Ressourcennutzung zu erhöhen, um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen. Hierzu ist eine Kombination mit weiteren zwei Strategien erforderlich.

<sup>41</sup> Earth Overshoot Day. (Zugriff: 06.02.2023)

<sup>42</sup> Ebda.

<sup>43</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development. (Zugriff: 07.02.2023)



Lösungen für eine Effizienzsteigerung im Projekt: .....

- Energieeinsparung: Durch den Einsatz von Wärmedämmung und modernen Technologien wie LED-Beleuchtung, Ladebooster und natürlicher Raumlüftung kann der Energieverbrauch optimiert werden;
- Upcycling: Alte Gegenstände und Materialien können wiederverwendet werden, indem man beispielsweise einen alten Metalltopf als Waschbecken nutzt oder aus einer nicht mehr brauchbaren Matratze Sitzkissen zurechtschneidet. Außerdem kann man den Lebenszyklus von Materialien verlängern und somit ihre Recyclebarkeit gewährleisten, indem man z.B. Anstriche für Holz auf natürlicher Basis verwendet;
- Vermeidung von Neukäufen: Statt eines neuen Fahrzeugs kann man ein gebrauchtes erwerben (wenn dieses noch verkehrs- und betriebssicher ist) und Gegenstände aus vorherigen Haushalt können weiterhin im Projekt verwendet werden;
- Regenwassernutzung: Die Sammlung von Regenwasser kann als zusätzliche Wasserversorgung genutzt werden.

Potenzielle Ergänzungen:

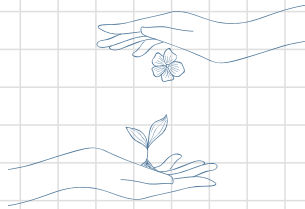
- Austausch synthetischer Dichtungen und Kleber gegen natürliche Alternativen;
- Einsatz von stromfreien Warmwasserbereitungssystemen (z.B. Holzofen).

## 2.3. Nachhaltigkeit im Kontext von Wohnmobilen

### 2.3.3. Konsistenz

Die Natur und Technik in harmonischer Übereinstimmung – das ist das Ziel der Konsistenz. Hierbei geht es um die Nutzung naturverträglicher Technologien von Bedeutung. Die Idee ist es, den natürlichen Kreislauf von Ressourcen zu nutzen, anstatt sie auszubeuten und wegzuwerfen. Materialien und Energie, die bei unseren täglichen Aktivitäten entstehen, sollten stattdessen wiederverwendet und recycelt werden. So kann ein geschlossener Materialkreislauf entstehen, bei dem Abfälle und Abwässer in neue Ressourcen umgewandelt werden.

Auch erneuerbare Energiequellen können als umweltfreundliche Option zur fossilen Energie eingesetzt werden. Konsistenz wird auch gerne als „anders“ bezeichnet. Dieser Ansatz wird als vielversprechend angesehen, da er eine tiefgreifende Veränderung im System (z.B. Denken, Politik, Produktion usw.) mit sich bringen kann.



Lösungen für eine Konsistenzsteigerung im Projekt: .....

- Nutzung erneuerbarer Energiequellen (z.B. Solarenergie);
- Wahl eines energiesparenden Heizsystems (z.B. Holzofen statt einer fossil betriebenen Heizanlage);
- Bereitstellung von Trinkwasser durch autarke Wasseraufbereitung (z.B. Wasserfilter statt Trinkwasser aus unbekanntem Quellen oder Geschäften);
- Einsatz von Komposttoiletten statt chemischen Toiletten;
- Verwendung nachwachsender Rohstoffe statt synthetischer Materialien;
- Bautechnik mit Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit (durch den Einsatz von Schraubverbindungen statt Klebmitteln).

Potenzielle Ergänzungen:

- Austausch eines von fossilen Ressourcen betriebenen Fahrzeugmotors in einen Motor, der von erneuerbaren Ressourcen betrieben wird;
- Förderung des regionalen Handels durch den Kauf von lokal produzierten Waren, z.B. indem man einen Stellplatz bei einem Bauernhof anfragt;
- Entwicklung eines umweltfreundlichen und autarken Abwassersystems;
- Regelmäßige Überwachung und Evaluierung des Projekts, um mögliche Schwachstellen rechtzeitig zu erkennen und zu beheben;
- Teilen der gewonnenen Erfahrungen und langfristigen Beobachtungen mit anderen Interessierten und Förderung einer offenen Diskussion.

Abb.32: Kreislauf der Ressourcen.

## 2.3. Nachhaltigkeit im Kontext von Wohnmobilen

### 2.3.4. Suffizienz

Suffizienz - das ist das Stichwort! Es geht um das bewusste und sparsame Einsetzen von Ressourcen, um Ziel des Projektes zu erreichen. Diese Strategie kann man auch zu „genug“ abkürzen. „Suffizienz bevorzugt das Optimum vor dem Maximum. Sie sucht ein ausgeglichenes Verhältnis von materiellen Gütern und immateriellen Bedürfnissen, von aufgeklärtem Eigennutz und Solidarität.“<sup>44</sup> Collins Dictionary beschreibt das Wort „sufficient“ auch als „enough to meet a need or purpose.“<sup>45</sup> Wie viel ist eigentlich genug?

Der tägliche Wasserverbrauch eines durchschnittlichen österreichischen Haushalts ist beeindruckend hoch. Laut der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach verbraucht eine Person in österreichischen Haushalt täglich ca.130<sup>46</sup> Liter Wasser, wovon fast die Hälfte zur Dusche und Toilettenspülung genutzt werden. Und die Tendenz zeigt weltweit nach oben<sup>47</sup>. Müssen wir uns jedoch täglich duschen und kann eine Toilette auch ohne Wasserspülung funktionieren?

Suffizienz ist eine individuelle Sache und hängt von unseren Bedürfnissen und eigenen Grenzen ab. „[...] Mut zum Weniger. Nachhaltigkeit war immer und bleibt in der Hauptsache eine Strategie der Selbstbeschränkung und der Reduktion.“<sup>48</sup> Es geht um mehr Umdenken und Kompromiss mit sich selbst und weniger um Verzicht. In 2011 stellte der

amerikanische Fotokünstler Foster Huntington in seinem Blog „The Burning House Project“ LeserInnen eine beunruhigende Frage: „Wenn dein Haus brennen würde, was würdest du mitnehmen? Es ist ein Konflikt zwischen dem, was praktisch, wertvoll und sentimental ist. Was du nehmen würdest, spiegelt deine Interessen, deinen Hintergrund und deine Prioritäten wider.“<sup>49</sup> Um diese Frage zu beantworten, bat Huntington die LeserInnen, ein Foto ihrer ausgewählten Gegenstände zu senden. Die Ergebnisse sind überraschend vielfältig und zeigen, dass die Bedürfnisse von Person zu Person sehr unterschiedlich sind und dass man für ein glückliches Leben oft weniger braucht, als man glaubt.

Seit den 1920er Jahren, als das Konzept „Less is more“ eine Reduktion auf das Wesentliche und eine Schwerpunktsetzung auf Qualität forderte, hat sich viel entwickelt. Der Minimalismus in den 1960er Jahren und schließlich das heutige Downsizing sind Beispiele dafür. Es geht darum, unsere Bedürfnisse zu reduzieren, anstatt uns selbst auf 12 cm Größe zu schrumpfen.

<sup>44</sup> Manfred Linz: Zur Notwendigkeit von Suffizienz: Ohne sie reicht es nicht, 2013, S.24.

<sup>45</sup> Collins Dictionary. (Zugriff: 02.02.2023)

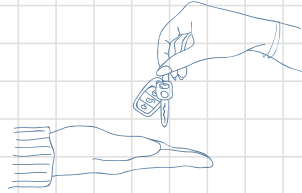
<sup>46</sup> Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft. (Zugriff: 29.01.2023)

<sup>47</sup> Statista (VII). (Zugriff: 04.02.2023)

<sup>48</sup> Grober, 2013, Kap. 14. Und jetzt?

<sup>49</sup> The Burning House. (Zugriff: 11.02.2023)





Lösungen für eine Suffizienzsteigerung im Projekt: .....

- Optimierung des Raumangebots durch platzsparende Lösungen (z.B. ausziehbare Möbel, Stauräume unter den Sitzen);
- Evaluierung der Wohnflächenbedürfnisse (z.B. durch Reduzierung von 60m<sup>2</sup> auf 6m<sup>2</sup> für zwei Personen);
- Abwägung von Reisedistanz und Aufenthaltsdauer (z.B. kürzere Reisen, längere Aufenthalte);
- Minimierung des Besitztums (z.B. Spenden oder Umfunktionieren von nicht mehr benötigten Gegenständen);
- Reduzierung des Energie- und Wasserverbrauchs (z.B. kleinerer Kühlschrank, nachhaltige Duschgewohnheiten, optimierte Nutzungsdauer elektronischer Geräte);
- Reduzierung des Abfalls durch bewussten Umgang mit Lebensmitteln und Gegenständen (z.B. Regionales und unverpacktes Obst und Gemüse erwerben, Ersatz von Geschirrspül-Schwämmen durch Holzbürsten).

Potenzielle Ergänzungen:

- Verlängerung der Nutzungsdauer von Fahrzeug durch Umnutzung oder Vermietung (z.B. als LKW oder Wohnmobil);
- Weitere Ergänzungen werden über den Zeitraum der langfristigen Erfahrungen evaluiert.

## 2.3. Nachhaltigkeit im Kontext von Wohnmobilen

### 2.3.5. Fazit

Wenn man im Februar 2023 einen Blick auf die Hashtag-Statistiken von „Vanlife“ wirft, wird man ganz sicher verblüfft sein: Allein auf Instagram tauchen unglaubliche 14,4<sup>50</sup> Millionen Beiträge auf! Auf derselben Plattform kann man eine deutliche Präsenz von „#Vanconversion“ mit beeindruckenden 1,2<sup>51</sup> Millionen Beiträgen entdecken. Im Gegensatz dazu scheint „#Sustainablevanlife“ mit lediglich 1000+<sup>52</sup> Beiträgen noch immer im Schatten zu stehen. Diese massive Diskrepanz zeigt, dass zwar viele Menschen das traumhafte Vanlife erleben möchten und diese Wohnform durch die sozialen Medien präsentieren wollen, aber nicht bereit sind, es nachhaltig zu gestalten. Auch auf der Video-Plattform „YouTube“ sind viele schicke, luxuriöse und moderne Wohnmobile zu sehen, jedoch bei der Suche nach einem nachhaltigen Van-Umbau findet man nur ein paar PionierInnen. Diese Strategien werden eher von SelbstbauerInnen in ihre Projekte integriert. Bei der Suche im Netz nach längerfristigen Berichten und Diskussionen zu Themen wie dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im Wohnmobil stößt man auf viele theoretisch fundierte KritikerInnen oder mangelnde öffentliche Diskussionsbereitschaft. Auch die Geschichte dieser mobilen Wohnform zeigt eine ständig steigende Nachfrage nach Komfort und Innovation. Jedoch wird in Rahmen weniger Projekte über die Bedeutung des gesunden Innenraumklimas und die Anwendung von Nachhaltigkeitsstra-

tegien gesprochen. Diese werden gelegentlich in Web-Artikeln als Option erwähnt, aber nicht detaillierter betrachtet. Oft steht aufgrund fehlender Informationen und Best-Practice Beispiele Skeptizismus und Angst vor Versuchen im Vordergrund. „Ah, das wird doch sicher so nicht funktionieren,“ haben mein Ehemann und ich oft zu hören bekommen, sobald das Projekt in der Umbauphase war. Möglicherweise ist jetzt aber auch ein Umdenken in Richtung Nachhaltigkeit langsam im Gange. Im Kapitel „Bestehende Projekte“ werden zwei bereits umgesetzte Projekte präsentiert, die Nachhaltigkeitsstrategien implizieren.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird angestrebt, InteressentInnen dazu zu motivieren, sich vor jeglicher Art von Bauprojekten umfassend zu informieren, nach ökologischen Alternativen zu suchen und ihre Erfahrungen mit anderen InteressentInnen auszutauschen. Für das Diplomprojekt sind nachhaltige Strategien unverzichtbar und müssen im Einklang miteinander betrachtet und umgesetzt werden. Technik und Verhalten müssen harmonisch mit der Natur zusammenarbeiten.

<sup>50</sup> Instagram (I). (Zugriff: 09.02.2023)

<sup>51</sup> Instagram (II). (Zugriff: 09.02.2023)

<sup>52</sup> Instagram (III). (Zugriff: 09.02.2023)



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

## 2.4. Bestehende Projekte

Im vorherigen Kapitel wurden Nachhaltigkeitsstrategien in Form von vorhandenen und potenziellen Lösungen formuliert. Nun geht es darum, wie diese Strategien in der Praxis umgesetzt werden können. Es gibt bereits einige herausragende Projekte, die als Inspirationsquelle dienen und von denen man viel lernen kann. Während einige dieser Projekte bereits im Netz präsentiert werden, warten andere noch darauf, entdeckt zu werden. In meiner Diplomarbeit werde ich zwei ausgereifte Projekte und ihre SchöpferInnen vorstellen, die ich bereits digital kennenlernen durfte, kurz bevor mein Projekt fertiggestellt wurde. Wer weiß, vielleicht werden sich unsere Wege irgendwann auch persönlich kreuzen. Bei meinen Gesprächen mit Elisa vom Blog „Take an adVANTure“ und Lili&Sven vom Unternehmen „Adventure Truck“ wollte ich mehr über ihre Herangehensweise an selbständige Van-Umbau-Projekte erfahren und ihre Langzeiterfahrungen damit erkunden. Erfahrungsaustausch ist in der Architekturbranche besonders wichtig, da er es uns ermöglicht, voneinander zu lernen, Ideen und Best Practices auszutauschen und einander zu inspirieren.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



## 2.4. Bestehende Projekte

### 2.4.1. Take an adVANture

Elisa verkörpert in ihrem Blog eine eindrucksvolle Kombination aus Abenteuerlust, Umweltbewusstsein und visionärer Weitsicht mit einem klaren Ziel vor Augen. Sie ist eine Architektin, Baubiologin (i. A.), Reisebloggerin und Fotografin. Vor einigen Jahren entschied sie sich dazu, durch Fotografie, Schreiben und ihren Blog zu mehr Nachhaltigkeit in der Campingwelt zu inspirieren. Seitdem teilt sie im deutschsprachigen Raum ihre Erfahrungen und Möglichkeiten für ein nachhaltigeres Vanlife sowie ihre Liebe zur Natur und Achtsamkeit im Freien. Sie berichtet ausführlich über ihre Erfahrungen mit dem VW T5 Transporter, den sie bereits im Jahr 2015 zusammen mit ihrem Mann selbständig umgebaut hat und mit dem sie seit 3 Jahren reist und wohnt. Dabei gibt sie Tipps, wie der Umbau und Alltag nachhaltiger gestaltet werden können. Jetzt hat sie ihren Traum verwirklicht und ein anderes Fahrzeug komplett mit nachhaltigen Materialien umgebaut. Im Interview gab sie uns einen Einblick in ihr Projekt und erläuterte uns ihre Entscheidungen bezüglich der mobilen Wohnform, der Materialauswahl und ihrer Nachhaltigkeitsstrategien. Im „Anhang 1“ steht das vollständige Interview zum Lesen bereit.

Das Projekt umfasst den Selbstbau eines VW T3 zu einem Wohnmobil durch die Verwendung nachhaltiger und ökologischer Materialien, sowie Umsetzung der Kreislaufwirtschaftsprinzipien bei der

Gestaltung eines Wohnmobils. Das Paar liebt es, eigene Ideen umzusetzen und mit dem Selbstausbau haben sie die vollständige Kontrolle über die Inhaltsstoffe und das Design<sup>53</sup>. Der Van vereint alle Vorteile, da er es ihnen ermöglicht, Orte und Reiseziele frei zu wählen und ihren Wohnraum immer bei sich zu haben. Das Leben im Wohnmobil gibt ihnen die Möglichkeit, Minimalismus voll auszuleben und die meiste Zeit draußen zu verbringen, um wieder mehr mit der Natur in Kontakt zu treten.

Im Projekt werden vorrangig nachhaltige Materialien aufgrund ihrer gesundheits- und ressourcenschonenden Eigenschaften ausgewählt. Sprühkork und Hanf werden für die Dämmung des Wohnmobils verwendet, wobei nachwachsende Rohstoffe aufgrund ihrer Offenporigkeit für ein angenehmes Raumklima sorgen. Der Innenausbau besteht aus Leinwandstoff und größtenteils aus Holz von Einwegpaletten, das entweder unbehandelt oder mit einer ökologischen Holzlasur versehen ist. Der Boden besteht aus einer Siebdruckplatte mit Korkdämmung und Linoleumbelag. Es wird weitestgehend auf Klebstoffe verzichtet und stattdessen mechanische Befestigungen verwendet. Viele Einbauten wie Möbel und Vorhänge werden gebraucht gekauft und wiederverwendet.

Das Projekt hat bereits zwei Winter erfolgreich gedämmt und unbewohnt überstanden. Wir sind



Abb.34: Holzverkleidung aus Paletten.



Abb.35: Kombination von Hanfdämmung und Spritzkork als wärme- und schalldämmende Schicht im VW T3.

gespannt darauf, den VW T3 über die Jahre zu verfolgen und die Langzeitberichte abzuwarten, da er ab März auf eine abenteuerliche Reise durch Zentralasien aufbricht.

<sup>53</sup> Vgl. Interview 1 mit Elisa Model, 16.02.2023, siehe Anhang 1.

## 2.4. Bestehende Projekte

### 2.4.2. Adventure Truck

Lilia und Sven, die seit einiger Zeit als abenteuerliche Campende unterwegs sind, teilen in dem Interview ihre Erfahrungen und Erkenntnisse, die sie bei der Selbstumwandlung ihres Renault Masters zum Wohnmobil gewonnen haben. Beide sind leidenschaftliche Tüftler, Lilia mit einem Hintergrund in Wirtschaftswissenschaften und Sven als Maschinenbauer.<sup>54</sup> Ihre gemeinsame Leidenschaft für neue, herausfordernde Projekte inspiriert sie immer wieder zu neuen Ideen. Interessierte LeserInnen können das vollständige Interview im „Anhang 2“ finden.

Für das Projekt haben Lilia und Sven hauptsächlich auf natürliche, langlebige und hochwertige Materialien geachtet. Im Innenraum wurde Schafwolle, Juteschnur, Leinenstoff, Filz, Leichtbau-Holzpaneele und Pappelholz verwendet. Als Dämmung entschieden sie sich bewusst für Schafwolle, da das Raumklima und die Gesundheit auf kleinem Raum für sie von großer Bedeutung sind. Die offene Wandverkleidung und regelmäßiges Lüften und Heizen lösen das Problem der Kondensation und Feuchtigkeit im Wohnraum.<sup>55</sup> Zur Energieversorgung nutzen sie erneuerbare Energiequellen wie Solarenergie und die Lichtmaschine, die auch während der Fahrt die Batterien auflädt. Die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung erfolgt durch Wassertanks und einen zusätzlichen Kanister unter dem Fahrzeug.

Das Paar hat mittlerweile ihr eigenes Unternehmen gegründet, bei dem sie ihre Erfahrungen im Ausbau von Wohnmobilen nutzen und diese mit Kunden teilen. Über ihren Online-Shop bieten sie verschiedene Materialien und Produkte an, die einen komfortableren und ökologischeren Innenausbau ermöglichen. Des Weiteren planen sie verschiedene Van-Ausbauten mit unterschiedlichen Grundrissen, um den individuellen Bedürfnissen ihrer KundInnen gerecht zu werden.

<sup>54</sup> nh24 - Nachrichten aus Schwalmstadt (im Nordhessen) und der näheren Umgebung. (Zugriff: 01.03.2023)

<sup>55</sup> Vgl. Interview 2 mit Lilia Hoyer und Sven Bleile, 27.02.2023, siehe Anhang 2.





Abb.36: Filz, Leinenstoff und Pappeholz als Verkleidung für den Innenraum.



Abb.37: Schafwolldämmung für ein gesundes Raumklima.

# 3. KONZEPTE UND UMSETZUNG DER NACHHALTIGKEITS- STRATEGIEN IM WOHNMOBIL

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.





In den vorherigen Kapiteln haben wir uns mit nachhaltigen Strategien und Anwendungsbeispielen beschäftigt. Im nächsten Abschnitt wird die konzeptuelle Ausarbeitung dieser Erkenntnisse und ihre praktische Umsetzung erfasst. Während des gesamten Projekts wurden theoretische Recherchen oft parallel zur praktischen Umsetzung durchgeführt, was sich auch in der schriftlichen Arbeit widerspiegelt.

## 3.1. Projektbeschreibung

Auf der Basis der qualitativen und quantitativen Recherche konnte ich die theoretischen Wegweiser für die 1:1 Projekt-Umsetzung formulieren. Im Weiteren folgte die Übertragung der formulierten Strategien auf das konkrete Vorhaben.

Als Kern des Projekts wurde ein gebrauchtes Fahrzeug Renault Master gewählt und dieses basierend auf der Zielsetzung des Diplomprojekts und den gewonnenen Erkenntnissen selbstständig zu einem Wohnmobil umgebaut. Dies ist natürlich mithilfe und in Zusammenarbeit mit einem motivierten Team gelungen (S.60-61).

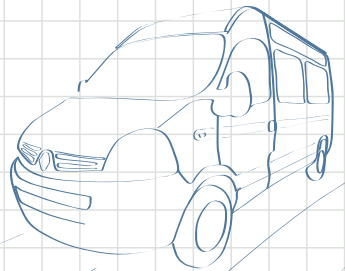
In den folgenden Kapiteln wird das Projekt unter dem Namen „Remaster“ erwähnt, der nicht nur auf die Bestrebungen hinweist, das alte Fahrzeug zu einem Wohnmobil aufzuwerten, sondern auch auf den Modellnamen des Fahrzeugs zurückzuführen

ist. Außerdem wird sich die Bezeichnung „Ich“ in weiteren Kapiteln zu „Wir“ ändern, da Remaster für Reisen von zwei Personen geplant wurde. Somit wurden alle Bedürfnisse und Ideen beider Personen - meiner und meines Ehemannes - berücksichtigt. Remaster wird alle Schritte von den Grundlagen über das Autarkiekonzept, das Energiemanagement, das Wasser- und Abwassermanagement, das Raumklima, das Raumkonzept bis zur Innenausstattung durchlaufen. Eine nachhaltige Herangehensweise wird dabei im Vordergrund stehen.

Im weiteren Verlauf werden auch potenzielle Lösungsansätze zur Stärkung der Nachhaltigkeitsstrategien in *kursiv-hellgrau* gekennzeichnet, die im Laufe der Umsetzung evaluiert wurden und zukünftigen SelbstbauerInnen bei der Planung ihres eigenen Projekts helfen sollen.

### Remaster Technische Daten

Fahrzeugmodell: Renault Master 2.5 DCI 120 L2H2  
Leistung: 88kW (120 PS)  
Kraftstoff: Diesel  
Verbrauch: 8,7 l / 100 km  
Antriebsart: Vorderantrieb  
Gewicht: 1962 kg  
Maximalgewicht: 3300 kg  
Länge: 5399 mm  
Breite: 1990 mm  
Höhe: 2493 mm



Tab. 01: Remaster Basis-Fahrzeug technische Daten.

Abb.39: Silhouette Remaster.



Abb.40: Remaster-Innenraum vor dem Umbau in der Planungsphase.

# Van-tastisches Team



Abb.41: Van-tastisches Team.

## *Gabriella und Remus*

...Ideenfinder und Multi-Taskern des Teams. Remus, mein Ehemann, der Tüftler und Problemlöser, hat mit seinen kreativen Ideen und handwerklichem Geschick dafür gesorgt, dass unser Projekt nicht nur schön, sondern auch funktionell ist. Ich habe mich überall eingemischt, wo ich gebraucht wurde - von der Ideenfindung, Planung bis hin zum Nähen der Kissenbezüge.

## *Eltern*

...kreative Ideengeber mit dem Spruch „In unserer Zeit haben wir es anders gemacht“, Gastgeber, konstruktive Kritikgeber, gute Köche und Meister im Nähen. Mit ihrer Textilkunst haben sie uns die gemütlichste Innenausstattung gezaubert, die man sich nur vorstellen kann.

## *Unchiu (Onkel) Nicu*

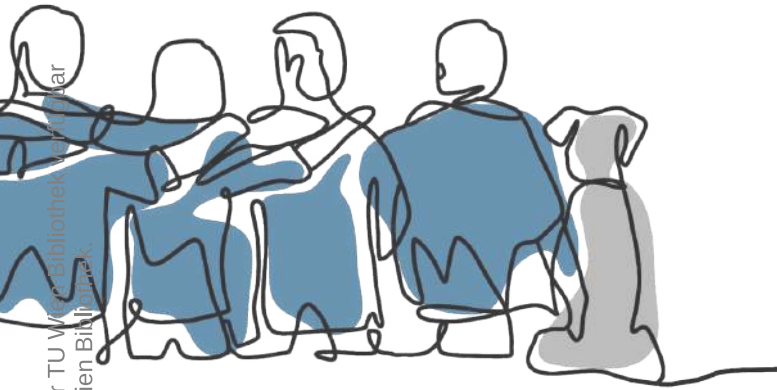
...Gastgeber und kühler Kopf, der uns mit seinen beeindruckenden Kenntnissen im Hausbau immer wieder begeistert hat und uns sowohl den Vorplatz seines Hauses für Projektumsetzung, als auch seinen Obstgarten zur Verfügung gestellt hat.

## *Großeltern*

...unsere großzügigen Sponsoren für alles, was wir aus der Mottenkiste herausgekramt haben. Sie haben uns nicht nur mit Altmaterialien und Altgegenständen versorgt, sondern auch immer für gute Laune gesorgt.

## *Papa vom Florin*

...Installateur für Sanitärtechnik, auch in der Freizeit. Seine fachkundige Beratung war uns sehr hilfreich und hat dazu beigetragen, das Wassersystem optimal zu gestalten.



#### *Der Tischler*

...Fachmann aus Leidenschaft. Er hat uns geholfen, das Altholz in ein neuwertiges Material umzuwandeln und gezeigt, dass das Holz ein zweites Leben verdient.

#### *Freunde und Bekannte*

...haben uns mit ihrer positiven Energie und ihrem Enthusiasmus unterstützt und angetrieben, bis unser Wohnmobil endlich bereit für das Abenteuer war.

#### *ProduzentInnen, Baumarkt BeraterInnen, zahlreiche Wohnmobil-SelbstumbauerInnen*

...unsere wertvollen RatgeberInnen und ExpertInnen, die uns mit ihren Tipps und Tricks zur Seite standen und uns vor so manchen Fehlgriffen bewahrt haben.

#### *Haustiere*

...moralische Unterstützung auch in schweren Phasen des Projektes.

Zusammen haben wir es geschafft, aus einem einfachen Kastenwagen ein unikales Wohnmobil zu erschaffen - und das alles mit einer Menge Spaß und Freude an der Arbeit! Und jetzt machen wir uns auf eine spannende Reise durch den Umbauprozess.

## 3.2. Grundlagen

Die Grundlagen des Projekts wurden in sechs Punkte unterteilt. Diese sollen dabei helfen, einen Einblick in die ersten Themen zu erhalten, mit denen man bei der Wahl der mobilen Wohn- oder Reiseform konfrontiert wird. Dazu gehören die Wahl des Fahrzeugs, die rechtlichen Aspekte des Umbaus, ein Überblick über Basis-Werkzeuge, die den Umbau und spätere Reparaturen ermöglichen, der Bauzeitplan des Umbaus und letztendlich die Fahrzeugvorbereitung.





Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

## 3.2. Grundlagen

### 3.2.1. Fahrzeugwahl

Die Wahl des Fahrzeugs bildet das Fundament des Projekts, das Mobilität und Wohnen bzw. Reisen vereint. Es war daher für das Projekt essentiell, Kriterien festzulegen, die unseren eigenen Prioritäten und Möglichkeiten entsprechen. Diese Kriterien dienen dazu, eine Balance zwischen „Soll“ und „Haben“ zu schaffen und sind vollkommen individuell. Um die individuellen Kriterien festzulegen, war es für uns hilfreich, einige Fragen zu stellen.

#### *Kaufen oder mieten?*

Wie oft, wie lange und zu welchem Zweck planen wir, ein Wohnmobil zu nutzen? Sind wir bereit, auf einem kleinen Raum von etwa 6 m<sup>2</sup> (abhängig vom Fahrzeug) zu reisen oder zu wohnen? Welche Option passt zum unseren Budget?

Um diese Fragen zu klären, empfehlen leidenschaftliche „VanliferInnen“ zunächst, ein Wohnmobil zu mieten und erst später, wenn Bedarf besteht, eins zu erwerben. Wenn man nur zwei- bis dreimal im Jahr einen Kurzurlaub auf einem Campingplatz machen möchte, ist es nachhaltiger, ein Fahrzeug zu mieten. Das Mieten eines Wohnmobils ermöglicht es, nur dann ein Fahrzeug zu nutzen, wenn man es braucht, ohne die langfristigen Auswirkungen auf die Umwelt und den eigenen Geldbeutel zu tragen. Hierfür können verschiedene Internet-Plattformen

hilfreich sein: Campanda, Mein-Camper, Paulcamper, Yescapa. Mit dem Anstieg der Anzahl privater Wohnmobile steigt auch die Anzahl der belegten Parkplätze in Städten und das Stadtbild wird dadurch massiv beeinflusst. Wenige möchten aus dem Fenster schauen und das ganzjährig am Straßenrand geparkte Wohnmobil der NachbarInnen sehen.<sup>56</sup> Außerdem ist die Wartung des Wohnmobils nach dem Mieten nicht mehr das Problem der MieterInnen, was wiederum Zeit und Kosten spart. Wenn längere oder häufigere Fahrten geplant sind, kann ein Kauf in Betracht gezogen werden. Wir haben uns dafür entschieden, da wir uns üblicherweise ziemlich schnell an neue Umstände gewöhnen und langfristig mit dem Wohnmobil unterwegs zu sein planen.

#### *Fahrzeugausbau*

Möchten wir ein Wohnmobil kaufen bzw. mieten, das bereits in Produktion hergestellt wurde? Oder möchten wir einen Kastenwagen eigenständig zu einem Wohnmobil umbauen?

Die Wahl hängt größtenteils von persönlichem Interesse am Bauen, dem Budget und der verfügbaren Zeit ab. Beide Optionen haben ihre Vor- und Nachteile (Tab. 01.), die wir in Form einer Checkliste abgewogen haben und uns für ein Selbstausbau

entschieden haben.

### Budget

Wie hoch ist das verfügbare Budget und wie viel sind wir bereit zu investieren? Welche Investitionen erfordern anfangs hohe Ausgaben, ermöglichen jedoch langfristig eine autarke Versorgung? Welche Gegenstände müssen neu gekauft werden und welche können gebraucht oder sogar kostenlos erworben werden?

Die Kosten für beide Arten von Wohnmobilen können je nach individuellen Bedürfnissen, Materialien und Zustand des Fahrzeugs variieren. Beim Kauf eines fertig umgebauten Wohnmobils ist der Kaufpreis bereits bekannt, aber es können nachträglich versteckte Kosten durch Mängel oder Nachrüstungen auftreten.

Bei einem Selbstbau haben wir eine bessere Übersicht und Kontrolle über die Kosten gehabt. Zudem wurden im Remaster durch Recycling, Upcycling oder Downcycling von Materialien sowie durch den Erwerb von Restposten Kosten eingespart und somit Kreislaufwirtschaft gefördert. Es lohnt sich immer wieder zu hinterfragen, ob man Alternativen zum Neukauf finden kann. Als Beispiel wurde im Remaster Projekt ein Radkasten mit Kokosnusssfasern gedämmt, die über einen Online-Marktplatz kostenlos erhalten wurden. Auch ein Teil der Wanddämmung aus Schafwolle wurde als Restposten über dieselbe Plattform erworben. Im Projekt wurde auch der alte Marmeladentopf, welches in der Scheune der Großmutter aufgefunden wurde, als Waschbecken eingesetzt.

Allerdings können bei einem Selbstbau auch durch fehlerhafte Vorplanung unerwartete Kosten entstehen. Im Remaster sind mehrere ungeplante Situa-

<sup>56</sup> Vgl. Westfälische Anzeiger. (Zugriff: 01.03.2023)

Tab. 02: Vergleich von Selbstausbau- und Fertig-Wohnmobilen.

	Vorteile	Nachteile
<b>Selbstausbau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eigener Kreativität und handwerklichen Fähigkeiten;</li> <li>• Vollständige Kontrolle über die Auswahl der Materialien und Produkte, sowie das Layout und die Funktionen des Wohnmobils;</li> <li>• Möglichkeit, Kosten zu sparen;</li> <li>• Einfachere Handhabung von Reparaturen und weiteren Umbauten;</li> <li>• Größere Zufriedenheit aufgrund des selbstgeschaffenen Projekts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beachtung des maximal zulässigen Gewichts und der Gewichtsverteilung des Fahrzeugs;</li> <li>• Bedarf an Werkzeugen und Platz (innen oder außen) für den Umbau;</li> <li>• Notwendigkeit der sicheren Befestigung von Gegenständen und Materialien im Fahrzeug;</li> <li>• Zeitaufwändiger Bauablauf;</li> <li>• Abhängigkeit von unvorhersehbaren Faktoren wie Lieferzeiten, Wetter oder der Verfügbarkeit von Produkten;</li> <li>• Häufige Notwendigkeit von fachmännischer Hilfe oder Beratung.</li> </ul>
<b>Fertiges Wohnmobil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnelle Verfügbarkeit ohne eigenen Aufwand für den Ausbau;</li> <li>• Sofortige Einsatzbereitschaft;</li> <li>• Fertigprodukte sparen oft Platz und bieten einfachere Lösungen durch Vorfertigung;</li> <li>• Mehr Komfort und Luxus durch hochwertige Ausstattung und langjährige Erfahrung der Hersteller.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständige Reparatur oft unmöglich aufgrund fehlender Kenntnisse;</li> <li>• Wenig Einfluss auf Material- oder Produktwahl (nur begrenzte Individualisierungsmöglichkeiten wie Design oder Farben);</li> <li>• Kosten - individuelle Wünsche und hohe Qualität des Ausbaus übersteigen oft das Budget des Käufers;</li> <li>• Gebrauchtwagen können versteckte Mängel aufweisen, die nicht offensichtlich sind;</li> <li>• Innenausbau ist oft nicht nachträglich veränderbar oder anpassbar (Befestigungen).</li> </ul>

onen entstanden, die jedoch nicht mit den Kosten, sondern mit Lieferverzögerungen, fehlender Bau- erfahrung oder mangelhafter Ware verbunden waren und den Bauprozess zeitlich verzögert haben.

Zur Übersicht steht eine Kostenaufstellung des Remasters im „Anhang 3“.

### *Technische Daten*

Wie alt ist das Fahrzeug? Wie zuverlässig und langlebig ist der Antrieb? Welcher Kraftstoff wird verwendet und wie hoch ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß? Wie hoch ist der Kraftstoffverbrauch im Vergleich zu anderen Fahrzeugen? Hat das Fahrzeug eine Schadstoffklasse (Euro-Norm)? Gibt es lokale Einschränkungen oder Verbote für den Fahrzeugtyp oder Antrieb (z. B. in Umweltzonen)? Gibt es alternative Antriebe wie Elektromotor, Hybrid oder Brennstoffzelle? Über welche zusätzlichen Einbauten (z. B. Tempomat, Katalysator) verfügt das Auto? In welcher Farbe ist die Karosserie gefärbt (dunkle Farben in warmen Klimazonen und Saisons ziehen mehr Wärme auf sich -> Energieverbrauch für Kühlung des Raumes steigt)?

! Die Kritik an der Verwendung eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor (Benzin, Diesel) als Wohnmobil

ist berechtigt und nachvollziehbar. Es gibt mehrere aktuelle Studien, die sich mit der Lebenszyklusanalyse von Fahrzeugen beschäftigen, um die Klimabilanz verschiedener Antriebskonzepte bewerten zu können. „Die meisten dieser Untersuchungen stellen strombetriebenen Fahrzeugen ein besseres Zeugnis aus als Verbrennern.“<sup>57</sup> Es gibt jedoch Forscher, die behaupten, dass Elektroautos nur während des Betriebs (vorausgesetzt, der Strommix des Landes stammt aus erneuerbaren Energiequellen) emissionsfrei sind und im gesamten Lebenszyklus einen größeren „CO<sub>2</sub>-Rucksack“ im Herstellungsprozess haben als Verbrenner.<sup>58</sup> Eine Studie zeigt, dass ein fossiler Diesel bis zu einer bestimmten Laufleistung eine bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz als ein batterieelektrisches Fahrzeug aufweist.<sup>59</sup> Es wird jedoch betont, dass der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Elektroautos weiter sinken wird, wenn erneuerbare Energien für die Herstellung und den Ladestrom genutzt werden.<sup>60</sup>

Die Politik spielt eine wichtige Rolle bei der Förderung der Elektromobilität und der Abschaffung von Verbrennungsmotoren. Um den Übergang zur Elektromobilität zu erleichtern, muss die Infrastruktur für Elektroautos, einschließlich Ladestationen und Batterierücknahmestellen, ausgebaut werden. In Österreich gibt es alle 80 Kilometer eine Ladestation entlang der Autobahnen und Schnellstraßen.<sup>61</sup> Die Plattform „Chargemap“ gibt einen Überblick

über die weltweit vorhandenen Ladestationen und ihre Art. Politische Entscheidungen müssen den Einsatz erneuerbarer Energien in der Produktion und im Betrieb von Elektrofahrzeugen fördern, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren. Durch steuerliche Anreize und Subventionen kann Interesse für den Kauf von Elektroautos geschaffen werden. In Österreich aktuell werden neue Fahrzeuge mit reinem Elektroantrieb, Brennstoffzellenfahrzeuge, Plug-in-Hybridfahrzeuge sowie Elektrofahrzeuge mit Reichweitenverlängerern im Jahr 2023 vom „Klima- und Energiefonds“ gefördert.<sup>62</sup> Diese Förderung richtet sich an PrivatnutzerInnen von Elektro-PKW, aber es ist nicht ausgeschlossen, dass auch E-LKW irgendwann gefördert werden.

Beim Projekt Remaster war es uns wichtig bewusst darüber zu sein, dass jedes Fahrzeug einen ökologischen Fußabdruck hat und dass man bestrebt sein sollte, diesen so gering wie möglich zu halten. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Umweltauswirkungen durch eigenes Verhalten und Anpassung der Bedürfnisse zu minimieren. Da das Projekt auf einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor basiert ist, wurden daher einige Strategien zum nachhaltigerem Reisen formuliert:

- den Betrieb des Wohnmobils auf ein Minimum reduzieren – kürzere Strecken zurücklegen und sich länger an einem Stellplatz aufzuhalten;
- die Strecke vom Stellplatz bis zum Supermarkt oder zur Stadt zu Fuß oder mit umweltfreundlicheren Transportmitteln wie Fahrrädern oder öffentlichen Verkehrsmitteln zurückzulegen;
- bei der Auswahl von Stellplätzen auf eine umweltverträgliche Gestaltung zu achten und Müll zu vermeiden;
- *potenzielle Lösung: in der Zukunft alternative Antriebsarten wie Elektro- oder Hybridantrieb in Betracht zu ziehen oder das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor auf einen elektrobetriebenen Mo-*

<sup>60</sup> Vgl. Westfälische Anzeiger. (Zugriff: 01.03.2023)

<sup>61</sup> Autobil. (Zugriff: 02.03.2023)

<sup>62</sup> Vgl. Future Fuels. (Zugriff: 02.03.2023)

<sup>63</sup> Ebd.

<sup>64</sup> Vgl. David Fritz, Holger Heinfellner, Stefan Lambert: Umweltbundesamt. Die Ökobilanz von Personenkraftwagen, 2021, S.28.

<sup>65</sup> Vgl. ADAC. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club. (Zugriff: 02.03.2023)

*tor umzufunktionieren, wofür es bereits praktische Erfahrungen gibt.*

## Zustand

Soll es ein Neufahrzeug oder ein Gebrauchtwagen sein?

Ein Neufahrzeug erfordert immer eine große Menge an Ressourcen für seine Herstellung. Die Treibhausgasemissionen im Herstellungsprozess sind sowohl bei Verbrennungsmotorfahrzeugen als auch bei Elektro- oder alternativ betriebenen Fahrzeugen immens. Im Durchschnitt entstehen bei der Herstellung 11 Tonnen CO<sub>2eq</sub> bei einem 1500 kg Diesel-PKW, 16,5 Tonnen CO<sub>2eq</sub> bei einem Fahrzeug mit Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb und 17,4 Tonnen CO<sub>2eq</sub> bei einem batterieelektrischen Fahrzeug.<sup>63</sup> In der Studie des Umweltbundesamtes werden diese Äquivalente auf die 15-jährige Lebensdauer des Fahrzeugs und eine jährliche Fahrleistung von 15.000 km aufgeteilt, wodurch pro Fahrzeugkilometer 254 g CO<sub>2eq</sub> bei einem dieselbetriebenen Fahrzeug anfallen.<sup>64</sup> Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge ermöglichen Einsparungen von 40%, und Elektrofahrzeuge um 50% im Vergleich zu fossil betriebenen Fahrzeugen.<sup>65</sup> Weitere Einsparungspotenziale liegen darin, bei der Herstellung „grüne Energie“ zu verwenden. Viele Zahlen, viele Daten, viele Vergleiche! Solche Vergleiche ermöglichen uns jedoch, eine nachhaltigere Wahl im Falle eines Neukaufs zu treffen.

Für Remaster haben wir uns aus Budgetgründen und im Rahmen unseres ersten selbstgebauten Projekts für einen Gebrauchtwagen entschieden und somit keine neuen Ressourcen für die Herstellung des Fahrzeugs verwendet. Allerdings können schnell mehr Treibhausgase pro gefahrenem Kilometer entstehen als bei einem Neufahrzeug. Es

<sup>62</sup> Vgl. Klima- und Energiefonds. (Zugriff: 02.03.2023)

<sup>63</sup> Vgl. Fritz, Heinfellner, Lambert: Umweltbundesamt. Die Ökobilanz von Personenkraftwagen, 2021, S.29-30.

<sup>64</sup> Ebd., S.30-31.

<sup>65</sup> Ebd., S.31.



Abb.42: Vordere Ansicht des Remaster-Basisfahrzeugs | Bestand.



Abb.43: Seitliche Ansicht des Remaster-Basisfahrzeugs | Bestand.





Abb.44: Hintere Ansicht des Remaster-Basisfahrzeugs | Bestand.

war uns daher wichtig zu berücksichtigen, welcher Reparaturbedarf besteht und welche Umbauten nötig sind, um das Fahrzeug effizienter und umweltfreundlicher zu gestalten. Des Weiteren haben wir überprüft, ob Roststellen an der Karosserie vorhanden sind und in welchem Ausmaß. Auch die regelmäßige Wartung des Fahrzeugs und die bereits zurückgelegten Kilometer haben bei der Beurteilung des Zustands des Fahrzeugs eine Rolle gespielt.

### *Verwendungszweck*

Welche Art von Reisen werden wir mit dem Remaster unternehmen? Handelt es sich um Kurztrips, Langstreckenreisen oder Offroad-Abenteuer? Werden wir das Fahrzeug auch im Alltag nutzen? Werden große Lasten oder ein Anhänger/Wohnwagen zusätzlich mit dem Fahrzeug transportiert?

### *Dimensionen und Platzbedarf*

Wie viele Personen sollen im Remaster Platz finden? Wie viel Stauraum benötigen wir? Welche Art von Küche, Bad und Ausstattung z.B. Schlafplätze, Sitzgelegenheiten, Tisch, Schränke) benötigen wir? Soll die voluminöse Ausrüstung außen am Fahrzeug transportiert werden oder innen? Möchten wir

eine Stehhöhe im Fahrzeug haben? Kann das Fahrzeug auf jedem Standard-Parkplatz geparkt werden (z.B. um im Supermarkt einkaufen zu können)? Ermöglicht die Höhe des Fahrzeuges die Durchfahrt unter den meisten höhenbegrenzten Einrichtungen (z.B. Parkplätze, Tunnel)? Werden aufgrund der Dimensionen des Fahrzeuges zusätzliche Kosten anfallen (z.B. bei Campingplätzen oder Fähren)?

Im Kapitel „Raumkonzept“ wird das Thema am Beispiel des Remasters genauer betrachtet. Die Beantwortung der oben genannten Fragen ist sehr individuell und hängt von den Bedürfnissen der reisenden Personen ab. Im Projekt haben wir den Raum nicht nur an unsere Größe und Bedürfnisse angepasst, sondern möglichst universell geplant. Dadurch wird auch eine zukünftige Nutzung durch Weitervermietung ermöglicht, was die Sharing-Ideen des Projekts und die Suffizienz-Strategie unterstützt.

Wie wurden die Entscheidungen für das Projekt getroffen? Ein Beispiel hierfür ist der Überlegungssaspekt zur Dimensionierung des Innenraums: Die Innenbreite des Renault Master L2H2 Fahrzeugs beträgt 171 cm. Durch die Holzverkleidung gehen etwa 3-4 cm der Breite verloren. Da die Reisenden, welche das Fahrzeug nutzen, eine Körpergröße von 175 cm (ich) bzw. 190 cm (mein Ehemann) haben, ist ein querliegendes Bett im Fahrzeug nicht mög-

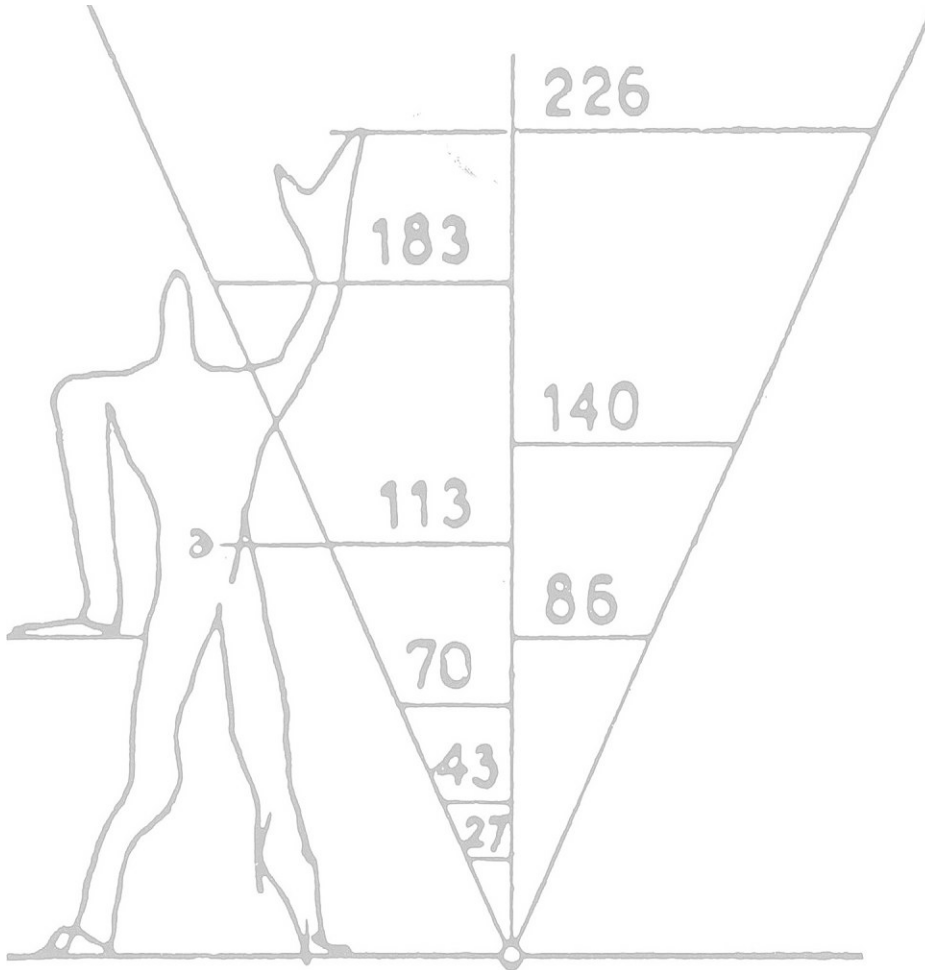


Abb.45: Der Modulor | Le Corbusier.

lich. Wenn jedoch eine Reisende Person kleiner als 168 cm wäre, könnte das Layout des Fahrzeugs ganz anders gestaltet werden. Es wäre dann jedoch nur für Personen geeignet, die kleiner als 168 cm sind. Wenn man jedoch schon im Voraus die Zu-

kunft des Wohnmobils bedenkt, können nachhaltigere Nutzungskonzepte entstehen, bei denen der Mensch nicht das Anpassungsobjekt ist, sondern vielmehr das Maß, an dem sich der Raum orientieren sollte (Abb. 45.).

## 3.2. Grundlagen

### 3.2.2. Rechtliche Aspekte des Umbaus

Wie viel Gewicht darf das umgebaute Remaster Wohnmobil tragen und welche Einschränkungen gibt es diesbezüglich? Welche Zulassung ist für ein Wohnmobil notwendig und welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, um diese zu erhalten? Welche rechtlichen Vorschriften sind bei der Anmeldung oder Ummeldung eines Wohnmobils in dem jeweiligen Land zu beachten?

Die rechtlichen Aspekte, die den Umbau eines Wohnmobils betreffen, variieren je nach Land. Bestimmte Länder haben spezielle Vorschriften und Anforderungen für den Umbau und Betrieb von Wohnmobilen, darunter auch die Zulassungsverfahren, Sicherheitsanforderungen und Umweltvorschriften.

In Österreich wird die Zulassung von Fahrzeugen durch das Kraftfahrzeuggesetz 1967 (KFG) geregelt. Wenn man ein LKW (Kastenwagen in diesem Fall) auf ein Wohnmobil oder einen PKW ummelden möchte, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Zunächst muss das Fahrzeug tatsächlich als Wohnmobil umgebaut worden sein und dabei verschiedene gesetzliche Vorgaben erfüllen, wie beispielsweise feste Schlafmöglichkeiten, Sitzgelegenheiten, Kochgelegenheiten und Stauraum. Laut § 2 Absatz 28a KFG 1967 sind „diese Ausrüstungsgegenstände [...] im Wohnbereich fest anzubringen, mit Ausnahme des Tisches, der leicht ent-

fernbar sein kann“.<sup>66</sup> Um sicherzugehen, dass alle Vorgaben erfüllt sind, sollte das Fahrzeug vor der Ummeldung abgewogen und bei der Zulassungsstelle vorgeführt werden. Besondere Regelungen gelten auch für die Versicherung und Kfz-Steuer von Wohnmobilen. Wenn das Fahrzeug vorher ein LKW war, muss außerdem die NOVA beim Finanzamt beglichen werden.<sup>67</sup> Nach erfolgter Ummeldung wird ein neuer Zulassungsschein beantragt.

Jedes Fahrzeug hat eine zulässige Gesamtmasse, die nicht überschritten werden darf und gleichmäßig verteilt sein sollte. Zusätzlich gibt es für Fahrerinnen und Fahrer bestimmte Führerscheinklassen, die angeben, welche Fahrzeuge mit ihnen gefahren werden dürfen. In Österreich berechtigt die Führerscheinklasse B das Führen von Kraftwagen mit höchstens acht Plätzen (abgesehen vom Fahrerplatz) und einer zulässigen Gesamtmasse von nicht mehr als 3.500 kg.<sup>68</sup> Wenn das Gewicht überschritten wird, ist eine höhere Führerscheinklasse erforderlich.

Es empfiehlt sich daher, vor dem Umbau eines Wohnmobils die geltenden Rechtsvorschriften und Anforderungen zu recherchieren und gegebenenfalls fachkundigen Rat einzuholen.

<sup>66</sup> § 2 Absatz 28a KFG 1967.

<sup>67</sup> Vgl. Mein Camperausbau. (Zugriff: 18.02.2023)

<sup>68</sup> Vgl. Österreichs digitales Amt (I). (Zugriff: 18.02.2023)



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

## 3.2. Grundlagen

### 3.2.3. Werkzeuge

Werkzeuge spielen eine wichtige Rolle beim Umbau jeglicher Art. Eine Vielzahl von Werkzeugen wurde auch bei Remaster Projekt benötigt, um verschiedene Materialien (die im Kapitel „Raumklima“ dargestellt werden) zu bearbeiten und anzupassen. Abhängig von der Wahl der Materialien konnten wir die Standardwerkzeuge durch beispielsweise Bohr- oder Sägeaufsätze und Schleifpapiere verschiedener Körnungen etwas anpassen. Hauptsächlich wurden Werkzeuge zur Bearbeitung von Holzwerkstoffen und Textilien benötigt. Da die Bauarbeiten innerhalb einer Metallhülle (Karosserie) stattfanden, mussten auch Eingriffe in die Metallstruktur des Fahrzeugs vorgenommen werden. Die Verwendung manuell betriebener Werkzeuge im Projekt hat den Bauablauf zwar verlangsamt, uns aber viele Stromressourcen erspart und unser Verständnis über Materialien und ihre Eigenschaften erweitert. *Eine potenzielle Nachhaltigkeitsstrategie wäre es, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des gesamten Bauablaufs durch Nutzung erneuerbarer Energiequellen zur Stromversorgung der Elektrowerkzeuge zu reduzieren. Dies wurde jedoch nur teilweise im Projekt umgesetzt.*

Wir haben auch einige Standardwerkzeuge schon im Voraus angeschafft, denn diese werden auch bei späteren Reparaturarbeiten oder weiteren Projekten benötigt. Die optionalen Werkzeuge konnten wir ausleihen, da sie nur gelegentlich benötigt wur-

den. Dadurch wurde die Sharing-Economy unterstützt und Ressourcen und Platz im eigenen Lager gespart, was insbesondere bei begrenztem Stauraum im Wohnmobil von Vorteil ist.

Werkzeuge wie Schrauben und Nägel werden zur Befestigung von Materialien genutzt und haben unterschiedliche Eigenschaften. Im Projekt wurde viel mit Holz gearbeitet, daher wurde der Fokus auf feste und wieder ein- und ausschraubbare Befestigungen gelegt. Da Holz als natürliches Material auf äußere Einflüsse unvorhersehbar reagieren kann, können Nägel zu Rissen im Holz oder Abweichungen aufgrund von Unebenheiten (z.B. Astlöchern) führen, speziell bei Eckverbindungen. Schrauben mit Gewinde haben es uns ermöglicht, festere und dauerhaftere Verbindungen zu schaffen. Sie erfordern mehr Kraft zum Herausziehen und können mehrfach ein- und ausgedreht werden. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, gelockerte Schrauben, was besonders bei der Bewegung des Fahrzeugs passieren kann, ohne Beeinträchtigung der Verbindungsqualität nachziehen zu können. Im Remaster wurde auch auf Leim als Verbindungsmittel für Holz verzichtet.



Tab. 03: Standard und optionale Werkzeuge.






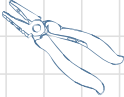
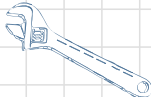

	Standard-Werkzeuge	Optionale Werkzeuge	
			
	<i>manuell</i>	<i>manuell</i>	
	Maßband und Lineal	• Nietzange und Nieten	
	Bleistift und Radiergummi	• Klemmzwingen und Einhandzwingen	
	Schleifpapier (diverse Körnung)	• Lochsäge (für Metall und Holz)	
	Handsäge (idealerweise Metallsäge, da Sägeblatt dünner ist und Schnitt präziser gemacht werden kann)	• Tacker	
	Kombizange		
	Bit-Schraubendreher Set		
	Cuttermesser		
	Schere		
	Pinsel-Set		
	Holz- und Metallfeile (flache und runde)		
	Schreinerwinkel		
	Kartuschenpistole		
	Hammer		
	Schraubenschlüssel		
	Schrauben diversen Dimensionen und Farben (für Metall und Holz)		
	<i>elektrisch</i>	<i>elektrisch</i>	
	Stichsäge (mit Holz- und Metallaufsatz)	• Kappsäge	
	Akkuschrauber mit Bohraufsatz-Set	• Multimeter	
	(idealerweise für Metall und ev. Holz)	• Winkelschleifer	
		• Heißluftpistole	
			
			

Abb. 46: Werkzeuge.

## 3.2. Grundlagen

### 3.2.4. Bauzeitplan

Ein Bauzeitplan ist ein nützliches Werkzeug zur Planung und Organisation jeglicher Bauprojekte. Er gliedert den Zeitrahmen und die Schritte des Bauprozesses detailliert auf. Ein gut durchdachter Bauzeitplan kann dazu beitragen, die Dauer des Projekts zu verkürzen, Fehler zu minimieren und den gesamten Prozess effizienter zu gestalten.

Im Remaster Umbau wurde ein Bauzeitplan erstellt, um einen Überblick über den Projektverlauf zu be-

halten. Allerdings liefen die Schritte und die Dauer der Abschnitte aufgrund fehlender Erfahrung und paralleler Planung zur Umsetzung oft länger als geplant. Daher empfehlen die meisten VaniferInnen, das ursprüngliche Zeitbudget mindestens zu verdoppeln<sup>69</sup>, auch wenn die Schritte anfangs einfach erscheinen mögen und insbesondere wenn es zeitliche Einschränkungen gibt. Um nachhaltigere Projektablaufschritte zu gewährleisten, wurden bestimmte Maßnahmen wie die selbständige und

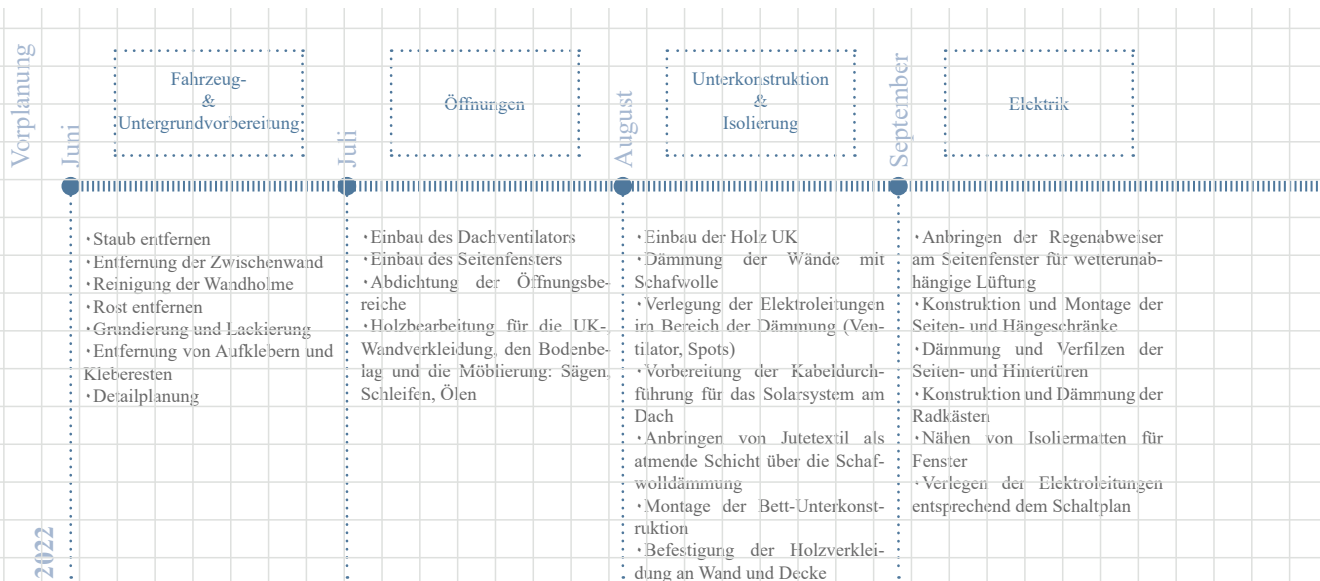


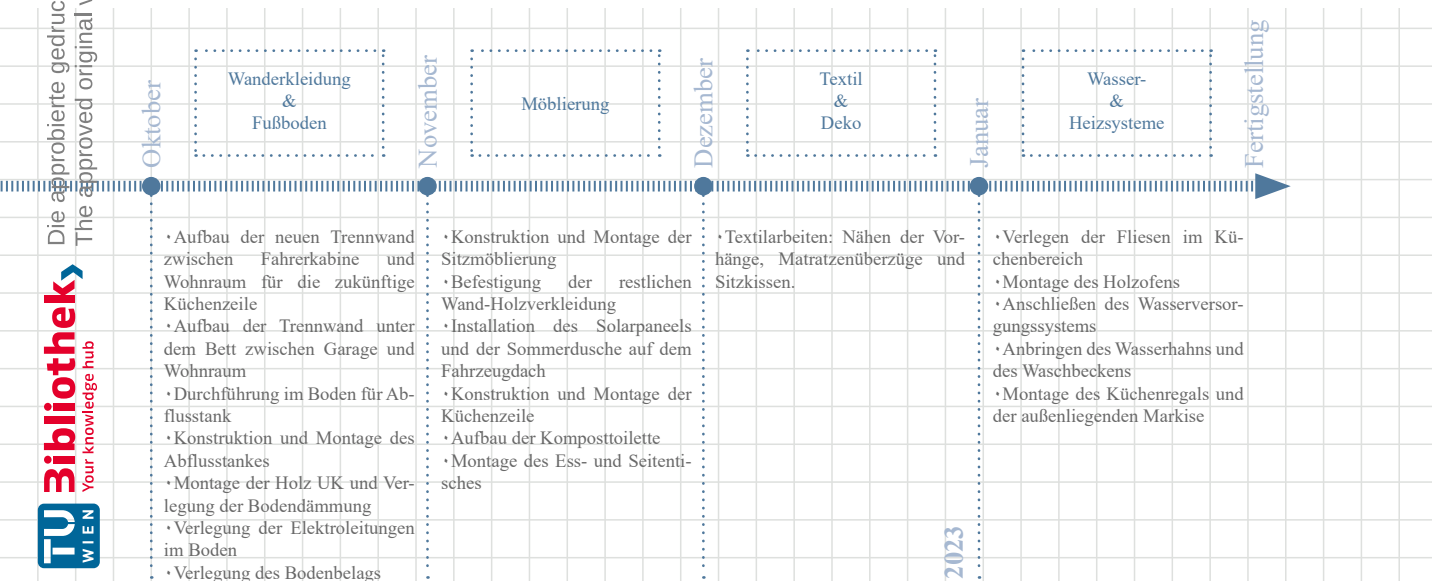
Abb.47: Remaster Projekt-Bauzeitlinie.

manuelle Behandlung des Altholzes, die Einhaltung kürzerer Wege zur Materialbesorgung sowie der Ersatz von Verkehrsmitteln durch umweltfreundlichere Alternativen ergriffen. Diese bedürfen zusätzlichen zeitlichen Ressourcen. Die Umsetzung erforderte insgesamt somit einen größeren Zeitaufwand und war stark auch von Wetterbedingungen (weil der Ausbau im Freien stattgefunden hat), Lieferzeiten der Produkte und Verfügbarkeit der Materialien abhängig. Nach Abschluss des

Projekts werden die eigenen Erfahrungen in einen effizienteren Projektzeitplan einfließen, in dem die Vorplanung einbezogen wird, da der gesamte Ablauf stark davon abhängt.

In der Abb.47. ist die ursprüngliche Bauzeitachse für das Remaster-Projekt mit den einzelnen Abschnitten dargestellt. Das Projektende hat sich aufgrund von oben genannten Gründen um ca.4 Monate verzögert.

<sup>69</sup> Vgl. Ed Bartlett, Becky Ohlsen, Vanlife. Leben und Reisen im Camper, 2019, S.10.



## 3.2. Grundlagen

### 3.2.5. Fahrzeugvorbereitung

In den meisten Fällen sind in Fahrzeugen bereits bestimmte Einbauten und Abdeckungen vorhanden, sei es von der Herstellung oder von den vorherigen BesitzerInnen. Auch im Remaster war dies der Fall. Eine gründliche Vorarbeit war erforderlich, um das Fahrzeug für den Wohnmobil-Ausbau vorzubereiten. Dabei wurden folgende Schritte durchgeführt:

#### *Abdeckung der Wände und Bodenplatte entfernen*

Im ersten Schritt der Fahrzeugvorbereitung wurde die Abdeckung der Wände und Bodenplatte entfernt. Dadurch wurde der Zustand der Karosserie sichtbar und konnte beurteilt werden. Die entfernten Materialien haben wir an einem trockenen Ort aufbewahrt um später diese wieder zu benutzen. Die bestehende Bodenplatte des Kastenwagens besteht meistens aus einem resistentem Holzwerkstoff, was später wieder als stabile Basis für den Bodenbelag im umgebauten Wohnraum genutzt werden kann. Im Remaster haben wir jedoch diese zur Herstellung von Radkästen und Strompanel verwendet, da der zukünftige Bodenaufbau aus der Holzunterkonstruktion und dem Holzparkett bestehen sollte. Die alten Wandabdeckungen und Verpackungsfolien der verschiedenen Produkte, wie Wärmedämmung haben während der Bauarbeiten als Staubabdeckung gedient.



Abb.48: Umnutzung der alten Bodenplatte für Radkasten-Hülle.

#### *Roststellen feststellen und beheben*

Es ist wichtig, in der Fahrzeugvorbereitung den Schritt der Feststellung und Behebung von Rost-



Abb.49: Rost an der Karosserie vor der Behandlung.



Abb.50: Grundierung und Lackierung der entrosteten Stellen.

stellen nicht zu vernachlässigen, um größere Schäden an der Karosserie zu vermeiden. Roststellen bilden sich meistens auf der Außenseite der Karosserie durch Einwirkung von Wasser, Luft und Salz.



Abb.51: Feststellen von Roststellen.

Wenn es sich nur um oberflächlichen Rost handelt, spricht man von Flugrost. Flugrost entsteht, wenn kleine Eisenpartikel auf dem Lack haften und Feuchtigkeit aufnehmen, z.B. von Bremsen, Zügen

oder Winkelschleifern. Wenn die Feuchtigkeit verdunstet, oxidiert das Eisen und es bildet sich Rost. Dieser kann sich dann ausbreiten und den Lack beschädigen. In frühen Stadien kann der Rost durch Polieren oder Hausmittel wie Essig, Öl oder Zitronenpulver entfernt werden. Im Remaster wurden einige Flugroststellen am Dach und unter der Bodenplatte festgestellt, die mit Hilfe vom Schwamm und Leinöl behoben wurden.

Besonders bei älteren Fahrzeugmodellen wie dem Remaster ist es wichtig, hartnäckigere Roststellen

zu erkennen und zu behandeln, bevor sie größere Schäden an der Karosserie verursachen. Grobe Roststellen wurden an der Karosserie sowohl außen als auch innen entdeckt. Diese wurden vorerst mechanisch entfernt mit Hilfe von Alufolie, Schleifpapier und einer Drahtbürste. Nach der Reinigung wurden die betroffenen Stellen grundiert und lackiert. *Eine potenzielle Nachhaltigkeitsstrategie wäre es für den Innenraum eine umweltfreundliche Grundierung auf Leinölbasis zu wählen, die jedoch leider nicht in lokalen Baumärkten vorhanden war.* Um eine bessere Haftung der Grun-



Abb.52-54: Heißluftpistole zur Entfernung hartnäckiger Aufkleber | Entfernung von Kleberückstände mit Hausmittel.



dierung zu erreichen, wurden die Stellen zuvor mit Spiritus als ökologischere Variante für Silikonentferner entfettet.

### *Zwischenwand entfernen*

Je nach Layout des zukünftigen Wohnmobils und unter Berücksichtigung der rechtlichen Vorgaben kann die Trennwand zwischen dem zukünftigen Wohnraum und der Fahrerkabine entfernt werden. Im Rahmen des Remaster-Projekts wurde aus Sicherheitsgründen diese Entscheidung getroffen, da dadurch ein zusätzlicher Fluchtweg entsteht und die Luftzirkulation in einem so kleinen Raum verbessert wird.

### *Aufkleber entfernen*

Der Renault Master wurde im Jahr 2008 produziert und verbrachte seine ersten drei Jahre als Ausstellungswagen im Showroom. Ab 2011 diente das Fahrzeug bis 2021 als Baustellenfahrzeug für eine Dachausbaufirma. Aus diesem Grund wurde das Fahrzeug zu 80% mit Werbeaufklebern bedeckt. Die Aufkleber haben ihre besten und schlimmsten Tage bereits hinter sich und sind hartnäckig, wenn man versucht sie zu entfernen. Um die Aufkleber zu entfernen, hat sich die Heißluftpistole als das ef-

ektivste Werkzeug bewiesen. Die Aufkleber konnten entfernt werden, allerdings blieb der Klebstoff auf der Karosserie haften. Viele erfolglose Versuche den Klebstoff zu entfernen haben zu effektiven Lösungen geführt. Spiritus, Öl und ein Bauwolltuch erweisen sich als sehr gute Kombination dafür. Obwohl es auch spezielle Aufkleber-Entferner gibt, sind diese oft nicht viel effektiver als die umweltfreundlicheren Hausmittel.



Abb.55: Grundierung und Lackierung zur Vermeidung von Rostbildungszonen.

### 3.3. Raumkonzept

Das Raumkonzept für das Remaster-Projekt ist mehr als nur die Wahl umweltverträglicher Materialien, Verwendung der erneuerbaren Energie, Umsetzung der Autarkie und Kreislaufprinzipien. Es geht auch um die Gestaltung eines multifunktionalen Raumes, der den Bedürfnissen der zukünftigen NutzerInnen gerecht wird. Deshalb wurde bereits bei der Auswahl des Basisfahrzeugs darauf geachtet, dass es für dieses Konzept geeignet ist. Im Kapitel „Grundlagen“ wurden gezielte Fragen gestellt, die bei der Entscheidungsfindung geholfen haben.

Immer beliebter für den Umbau zum Wohnmobil ist der Kastenwagen, der in der Regel im Originalzustand belassen wird. Lediglich der Einbau von Seitenfenstern und einer Dachluke ist oft notwendig, um das Fahrzeug für den Wohngebrauch wie im Remaster Projekt nutzbar zu machen. Hierbei wurde jedoch darauf geachtet, die tragende Struktur der Karosserie unverändert zu lassen. Dank seiner kompakten Größe ist der Kastenwagen ideal für Städtrips und auch preiswerter als andere Wohnmobilmodelle.

Für das Projekt Remaster wurde ein Renault Master L2H2 Kastenwagen als Basisfahrzeug gewählt. Aber was bedeuten eigentlich die Buchstaben und Zahlen in der Bezeichnung? Das „L“ steht für die Länge und das „H“ für die Höhe des Fahrzeugs.

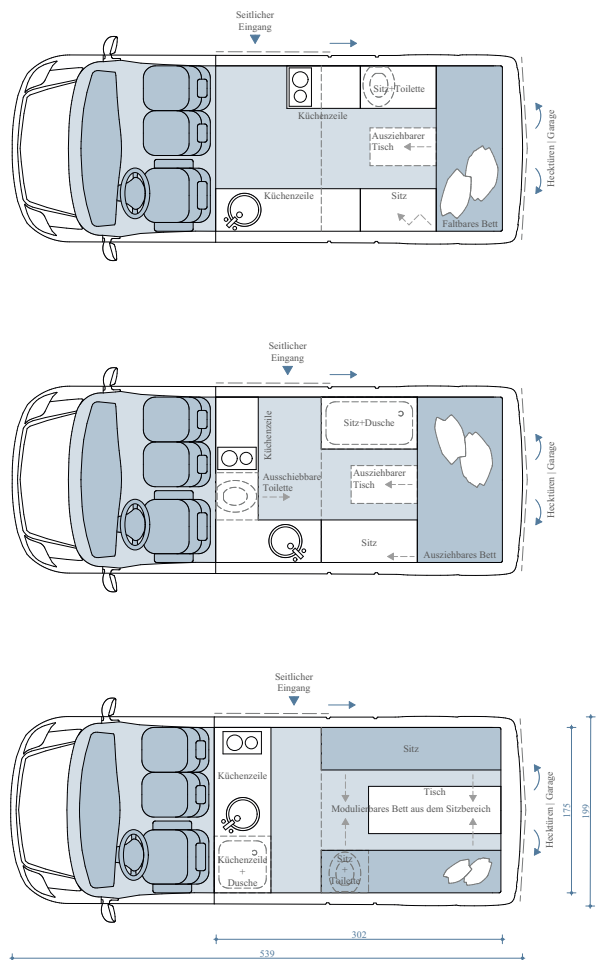


Abb.56-58: Layoutvarianten für Remaster.

Die Ziffern 1 bis 5 bezeichnen die genauen Abmessungen, die je nach Herstellfirma variieren können. Kastenwagen haben in der Regel eine Länge von 4,80 m bis 6,40 m, eine Breite von 1,90 m bis 2,05 m und eine Höhe von 2,50 m bis 2,80 m.

Doch warum wurde der Renault Master aus dem Jahr 2008 als Basisfahrzeug gewählt? Nun, es gibt drei verschiedene Größenvariationen, aber das Modell L2H2 mit fast 5,4 m Länge, fast 2 m Breite und 2,5 m Höhe hat sich als praktisch erwiesen. Eine wichtige Überlegung bei der Auswahl des Fahrzeugs waren auch die Parkmöglichkeiten, da größere Abmessungen oft Schwierigkeiten beim Parken und Manövrieren bereiten können. Ein weiterer wichtiger Faktor sind die Auswirkungen der Außenmaße auf das Fahrzeuggewicht und damit den Treibstoffverbrauch. Dank der sorgfältigen Auswahl des Basisfahrzeugs konnte das Remaster auf einem soliden Fundament aufbauen und die Grundrissplanung eines multifunktionalen Raumkonzepts konnte anfangen.

Bei der Planung des Innenraums für den Remaster war das Layout ein wesentlicher Ausgangspunkt. Es war für uns entscheidend, ein Layout zu wählen, das den Bedürfnissen entspricht und das Raumangebot optimal ausnutzt. Um einen kompakten Raum gemütlich und multifunktional zu gestalten, haben wir verschiedene Nutzungsszenarien durch-

dacht und ausgearbeitet, um den Bedarf zu klären. Die begrenzten Innenmaße des zukünftigen Wohnraums, die einem Zehntel unseres Apartments in der Stadt entsprechen, erforderten die Berücksichtigung mehrerer Faktoren. Diese Faktoren umfassten die benötigte Anzahl an Schlafplätzen, Stauraum, Küche, Bad, Sitzgelegenheiten, Tisch. Auch die Stehhöhe spielte eine wichtige Rolle, da wir früher oder später einen regnerischen Tag erwischen und einige Zeit im Innenraum verbringen werden. Kochen würde zu einer Herausforderung, wenn man gebückt oder auf den Knien stehen müsste. Daher haben wir bei der Planung nur das Essentielle im Auge behalten, um das Fahrzeuggewicht nicht zu überschreiten und den Raum nicht zu knapp zu machen. Trotz der Boden- und Deckenverkleidung bleibt die großzügige Stehhöhe von 1,90m im Remaster erhalten. Allerdings war es notwendig, die Dämmung in beiden Bereichen auf ein Minimum zu reduzieren - 4cm Seegrasdämmung im Bodenbereich und 3-4cm Schafwoll dämmung im Deckenbereich.

Der Querschnitt des Remasters weist eine konische Form auf, wobei die Fläche im Boden- und Mittelbereich größer als im oberen Bereich ist. Dadurch entstehen unregelmäßige Ecken, die in der Ausführung Sonderlösungen erfordern. Das erschwerte uns die Planung und Gestaltung. Es gibt jedoch einige Fahrzeug-Modelle, wie den Fiat Ducato, die



einen rechteckigen Querschnitt haben und somit mehr Raumfläche bieten und das Risiko von Kopfanstößen an Hängeschränke reduzieren. Die Form

des Fahrzeugs beeinflusst auch den Einbau der Möbel und erfordert oft Anpassungen.

Abb.59: Grundriss des Remasters.

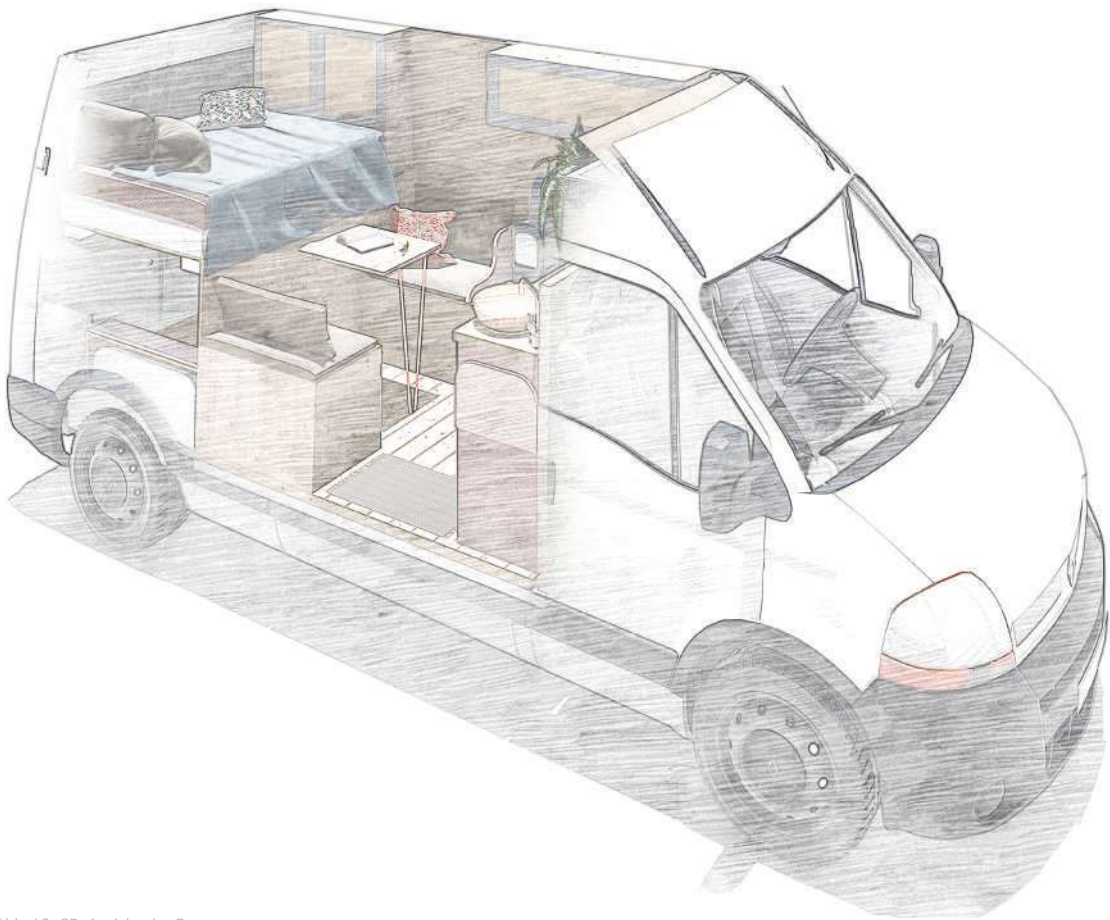


Abb.60: 3D-Ansicht des Remasters.

### *Wo fängt man an?*

Wenn man mit der Einrichtung eines Wohnmobils beginnt, stellt sich oft die Frage: Wo fängt man am besten an? Unsere Erfahrung hat gezeigt, dass es sinnvoll ist, sich zunächst auf die wichtigsten und größeren Einrichtungsgegenstände zu konzentrieren. Kleinere Objekte können später immer noch ihren Platz finden.

### *Schlafbereich*

Ein besonders wichtiger Bereich im Wohnmobil ist der Schlafbereich. Hier sollte man darauf achten, dass das Bett bequem und ausreichend groß ist, um eine angenehme Nachtruhe zu gewährleisten. Wir haben uns verschiedene Konfigurationen des Bettes überlegt, von fixierten bis zu ausklappbaren und abhebbaren Varianten. Je nach Anzahl der Reisenden im Fahrzeug werden die Lösungen kompakter ausfallen. Auch die Ausrichtung des Bettes hängt von der Größe der Reisenden Personen und der Fahrzeugbreite ab. Ein querliegendes Bett ist beispielsweise ab einer Innenraumbreite von 1,90m für die meisten Reisende komfortabel.

In unserem Remaster haben wir uns aufgrund der begrenzten Innenraumbreite für ein ausziehbares Bett mit den gängigen Maßen von 1,40m x 2,00m

entschieden. Dieses haben wir im hinteren Bereich des Kastenwagens platziert, um mehr Platz im seitlichen Eingangsbereich zu schaffen, der tagsüber als Wohnraum genutzt werden kann. Das Bett passt somit gut für uns und auch für zukünftige Reisende Personen. Zudem fungiert es als Raumteiler zwischen dem Wohnbereich und der Garage, die sich unterhalb des Bettes befindet.





Abb.61: Wohn- und Schlafbereich im Remaster.

## Küche

Die Einrichtung der Küche in einem Wohnmobil ist ein wichtiger Bestandteil für jede Reise. Bei der Planung haben wir daher besonderen Wert auf ausreichend Platz für die Zubereitung von Mahlzeiten und die Lagerung von Lebensmitteln und Küchenutensilien gelegt. Dabei wurde auch daran gedacht, dass die Küche sowohl im Innen- als auch im Außenbereich betrieben werden kann. Beispielsweise kann die Küchenzeile bei Schönwetter nach außen aufgeklappt werden, um mehr Nutzfläche zu schaffen.

Natürlich ist auch die Funktionalität von größter Bedeutung, deshalb haben wir in der Küche genug Platz für eine Spüle, einen Herd und einen Kühlschrank eingeplant. Außerdem bietet die Küchenzeile genug Stauraum für Kochutensilien und das gesamte Wassersystem. Wir haben uns auch Gedanken gemacht, um das Risiko von Wasserschäden zu reduzieren, indem wir die Wasserwege so kurz wie möglich gehalten haben. Die Spüle befindet sich somit direkt oberhalb von Wasserversorgungssystem. Und für noch mehr Komfort erfüllt der Wasserhahn nicht nur seine gewöhnliche Funktion, sondern kann auch als Duschkopf verwendet werden. Ein weiterer Vorteil der Küchenzeile im Remaster ist, dass sie als Abtrennung zwischen dem Wohnbereich und dem Fahrerhaus dient.



Abb.62.



Abb.63.



Abb.64.





Abb.65: Küchenzeile mit integriertem Stauraum für Küchenutensilien und das gesamte Wassersystem.

### Nasszelle

In einem Kastenwagen-Wohnmobil eine permanente Nasszelle mit Toilette, Dusche und Waschbecken zu haben, ist zweifellos ein Luxus. Der benötigte Platz hängt jedoch von der Größe des Fahrzeugs ab und es sollte genug Raum vorhanden sein, um sich bequem darin bewegen und duschen zu können. Im Projekt Remaster haben wir uns aus Platzgründen gegen eine feste Nasszelle entschieden, da eine solche Kastenstruktur hier als Platzräuber fungieren würde. Das bedeutet jedoch keinesfalls, dass wir auf den Komfort einer Dusche und einer Toilette im Innenraum verzichten werden.

Die Dusche wird entweder im Innen- oder Außenraum mobil auf- und abgebaut. Dafür wird ein robuster Mörtelkasten benutzt, der eine doppelte Funktion erfüllt - als Duschwanne im Innenbereich und später als Stauraum für Werkzeuge und Wasserschläuche in der Garage. Während des Duschens wird ein schnelltrocknender Vorhang aus PVC-freiem PEVA Material oder gewachster Baumwolle an Deckenhaken befestigt und nach dem Duschen wieder entfernt, um Platz für andere Aktivitäten im Wohnbereich zu schaffen. Darüber hinaus gibt es eine Sommerdusche auf dem Dach des Wohnmobils. Ein leichtes, zusammenklappbares Duschzelt dient dazu als Sichtschutz und spart Platz in der Garage.

*Wenn wir dennoch eine feste Nasszelle planen würden, könnten wir dieser fixen Struktur eine zusätzliche Funktion verleihen. Zum Beispiel könnte anstelle einer raumhohen Nasszelle eine aufklappbare Duschkabine im Küchenbereich in Arbeitsplattenhöhe mit einem WC eingebaut werden. So kann die Arbeitsplatte als Kochfläche genutzt werden, wenn die Dusche nicht benutzt wird.*

Die Trockentrenntoilette ist unter einem der Sitze im Wohnraum versteckt, da diese Art der Toilette erfahrungsgemäß keine Geruchbelastung erzeugt. Die Holzhülle und Dichtung des Deckels sollen zusätzlich isolieren und die Holzspäne als Toilettenstreu sollen die Geruchsbildung verhindern. Bei der Positionierung der Toilette haben wir darauf geachtet, dass sie auch bequem in der Nacht genutzt werden kann, wenn das Bett ausgezogen ist. Die Toilette ist übrigens mobil und kann sogar aus dem Raum herausgenommen werden.



Abb.66: Eine Trockentrenntoilette versteckt unter dem Sitz.



Abb.67: Eine mobile Dusche mit Stauraumfunktion in der Garage.

### *Wohnbereich*

Neben unserem Outdoorbereich wollten wir auch im Inneren des Wohnmobils einen Ort zum Entspannen und Verweilen unabhängig vom Wetter schaffen. Daher haben wir für ausreichend Platz gesorgt, damit wir bequem sitzen, essen und arbeiten können. Die Sitzgruppe besteht aus einem Tisch und drei Stühlen und bietet genügend Raum für zwei bis drei Personen. Der Esstisch ist ausziehbar und hat eine Größe von 48cm x 90cm. Die beiden fest montierten Sitze sind besonders bequem und bieten eine angenehme Sitzhöhe. Um Verletzungen zu vermeiden, haben wir bewusst auf Hän- geschränke im Sitzbereich verzichtet. Stattdessen haben wir praktische Stauräume unter den Sitzen eingebaut. Der Holzofen, um den der Wohnbereich gestaltet wurde, sorgt an kalten Tagen für eine angenehme Wärme und schafft eine gemütliche Atmosphäre.





Abb.68: Ein Wohnbereich mit einer Fläche von 2,8 m<sup>2</sup>.

### *Durchgang*

Bei der Planung des zukünftigen Wohnraums im Projekt Remaster standen wir vor der wichtigen Entscheidung, ob ein Durchgang zwischen dem Wohnraum und der Fahrerkabine eingeplant werden sollte. Diese Entscheidung hing von mehreren Aspekten ab, wie Sicherheit, rechtlichen Vorschriften und Raumgefühl. In vielen Wohnmobilen wird der Wohnraum vom Durchgang profitieren, da dieser den Raum größer und klarer strukturiert, insbesondere in Verbindung mit dem Seiteneingang. Allerdings wird bei einem fixen, raumhohen Durchgang der Grundriss in kleinen Räumen wie im Remaster zu knapp.

Aus diesen Gründen haben wir uns bewusst gegen einen raumhohen Durchgang entschieden und stattdessen eine halbhohe Wand als Rückwand für die Küchenzeile entworfen, die einen 40 cm hohen Schlitz zwischen den beiden Bereichen eröffnet. Diese Lösung bietet den Vorteil, dass der Schlitz im Notfall als Fluchtweg genutzt werden kann und den Luftaustausch im gesamten Fahrzeug ermöglicht. Jedoch wird die fehlende Dämmung der Fahrerkabine zu Wärmeverlusten im Wohnbereich führen, was durch einen Vorhang im Bereich der Schlitz teilweise ausgeglichen werden kann. Insgesamt sind wir davon überzeugt, dass diese Lösung die beste Balance zwischen Schutz, Funktionalität und

Komfort bietet und den Bedürfnissen unseres Projekts entspricht.





Abb.69: Die Rückwand der Küchenzeile dient als Trennung zwischen dem Wohnbereich und der Fahrerkabine, beeinträchtigt jedoch nicht die Luftzirkulation zwischen den Bereichen.



Abb.70.



Abb.71.



Abb.72.





Abb.73.



Abb.74.



Abb.75.

## *Garage*

Im Wohnmobil ist die Garage ein wichtiger Raum für die Aufbewahrung von sperrigen Gegenständen wie Fahrrädern, Surfbrettern oder Campingmöbeln. Auch im Remaster haben wir uns Gedanken darüber gemacht, wie wir diesen Bereich bestmöglich nutzen können. Obwohl wir vorerst keine Fahrräder im Wohnmobil verstauen werden, haben wir immer noch unsere SUP Bretter dabei, die wir sicher verstauen möchten. Die Garage befindet sich im Heckbereich des Wohnmobils und bietet auf knapp 2,5 Quadratmetern genügend Platz für die gesamte Elektroanlage, Ersatzrad, SUP Bretter, Campingmöbel, Duschwanne und noch einige Boxen. Bei der Planung wurde bewusst auf Stauraum außerhalb des Fahrzeugs verzichtet, um die Sicherheit und den Schutz der Gegenstände zu gewährleisten.





Abb.76: Garage unter dem Bett bietet ausreichend Platz für das Stromsystem und Stauraum.

## 3.4. Autarkiekonzept

Der Begriff „Autarkie“ bezeichnet „die Fähigkeit des Wohnmobils, unabhängig zu reisen, ohne auf Campingplätze und andere Versorgung angewiesen zu sein“<sup>70</sup>. Dieses Thema wird immer spannender für CamperInnen und gewinnt während der Corona-Pandemie an Aktualität. Die soziale Distanzierung in städtischen Umgebungen wird nach einigen Lockdowns bedrückend und eine der wenigen Möglichkeiten zu sozialisieren, kann nur im Freien stattfinden. Diejenigen, die etwas abenteuerlustiger sind und gerne mit Zelt oder Wohnmobil Ausflüge machen, können diesmal es nicht verwirklichen. Die Kapazitäten der Campingplätze stoßen durch Corona-Maßnahmen schnell an ihre Grenzen, wodurch freie Stellplätze schnell ausgebucht sind. Im Jahr 2020 steigt die Anzahl der inländischen Gäste auf Campingplätzen in Österreich im Vergleich zum Vorjahr um 30%.<sup>71</sup> Im Jahr 2022 erreicht die Gesamtzahl der aus- und inländischen Gäste mit 7,86<sup>72</sup> Millionen Übernachtungen das Maximum seit 2014. Die Engpässe, insbesondere in Hochsaisons, sind somit schon vorprogrammiert. Um sich trotzdem diesen Urlaub zu gönnen oder langfristig in einem Wohnmobil zu wohnen, kann man das Thema Autarkie nicht umgehen.

<sup>70</sup> WoMo Guide. (Zugriff: 22.02.2023)

<sup>71</sup> Statista (VIII). (Zugriff: 21.02.2023)

<sup>72</sup> Ebda.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

## 3.4. Autarkiekonzept

### 3.4.1. Doch inwiefern kann ein Wohnmobil im Jahr 2023 autark sein?

Nicht jedes Wohnmobil ist auf die Autarkie ausgerichtet, dennoch ist eine Anpassung möglich. Im Projekt Remaster steht die Autarkie im Fokus, da das Ziel darin besteht, ein Wohnmobil zu schaffen, das möglichst unabhängig von externen Energie- und Wasserversorgungsquellen ist. Entsprechend wurden grundlegende Überlegungen und Entscheidungen getroffen, die das Energieversorgung, Wasser- und Abwassermanagement, Nutzungskonzept, Platzbedarf, Materialwahl und Raumklima betreffen. Diese Aspekte sind eng mit dem Autarkiekonzept verbunden und werden in späteren Kapiteln detailliert behandelt. Die Bewertung individueller Bedürfnisse, die Verwendung energieeffizienter Technik und die Anwendung erneuerbarer Energiequellen sind tragende Stützen für Autarkie im Kontext vom Remaster.

Eine vollständige Autarkie über einen längeren Zeitraum im Wohnmobil ist aus meiner Sicht heutzutage noch schwierig zu erreichen, da einige Prozesse aufwändige Technologien oder hohe Kosten erfordern. Daher mussten für das Projekt Entscheidungen sorgfältig abgewogen werden. Eine kurzzeitige Autarkie von ein bis zwei Wochen ist jedoch durchaus machbar, insbesondere in den wärmeren Jahreszeiten, wenn Solarenergie ausreichend zur Verfügung steht. Im Kapitel „Tagebuch“ beschreiben wir unsere Erfahrungen während der ersten Wochen mit dem Remaster. Ob es in den Winter-

monaten zu Engpässen kommen wird, wird uns die kommende Wintersaison 2023/2024 zeigen. Müll-, Toiletten- und Abflussentsorgung erfordern jedoch immer nach einer gewissen Zeit eine Entsorgungsinfrastruktur.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



## 3.4. Autarkiekonzept

### 3.4.2. Autark ≠ Wildcampen

Autark zu sein, bedeutete für uns nicht automatisch Wildcampen zu müssen. Wildcampen ist in den meisten Ländern nicht erlaubt, aber die Vorschriften variieren je nach Land und Region. In Österreich ist das nächtliche Campen bzw. Zelten im Wald grundsätzlich verboten<sup>73</sup>, aber das Campen oder Abstellen von Wohnmobilen außerhalb des Waldes und der Campingplätzen ist in einigen Landesgesetzen vorgeschrieben und nicht vollständig verboten. Es liegt also in unserer Aufgaben, uns vor der Reise über lokale Gesetze und Vorschriften zu informieren, um Bußgelder und andere Probleme zu vermeiden.

Mit steigendem Interesse an mobilen Reise- und Wohnformen werden immer mehr Optionen für Stellplätze angeboten. Viele private GastgeberInnen bieten über Internetplattformen Stellplätze für Wohnmobile in einem Land oder international kostenlos oder gegen eine Jahresgebühr an. Zum Beispiel können EigentümerInnen von regionalen Bauernhöfen ihr freistehendes Grundstück für kurze Zeit vermieten. Reisende können dabei die lokale Produktion und Kultur kennenlernen und unterstützen, während die VermieterInnen zusätzliche Einnahmen erzielen können. Im Sommer 2022 reisten wir mit unserer Familie von Deutschland nach Rumänien und verbrachten einige Zeit auf einem wunderschönen Stellplatz in Ungarn mit Blick auf den Balaton-See. Es war kein gewöhnlicher Cam-

pingplatz mit Wohnmobileninfrastruktur, sondern ein Gebiet, das einer gemeinnützigen Organisation gehört, die sich mit der Rehabilitation von Pferden beschäftigt. Alle Pferde leben frei auf diesem Gelände und freuen sich auf BesucherInnen. Die gesamten Einnahmen, die von BesucherInnen gesammelt werden, werden für die Rettung weiterer Pferde gespendet.

Die meisten VermieterInnen bevorzugen autarke Gäste und stellen nur selten Einrichtungen wie Wasser, Strom und sanitäre Anlagen zur Verfügung, die üblicherweise auf Campingplätzen zu finden sind.<sup>74</sup> Aus diesem Grund bietet ein autarkes Wohnmobil wie Remaster eine breitere Auswahl an Stellplätzen und befreit die Reisenden von angewiesenen, oft überfüllten Campingplätzen mit Versorgungsstationen und Steckdosen.

#### *Einige internationalen Plattformen und Reiseführer für Stellplatzsuche*<sup>75|76</sup>:

- International: Vansite | You and a View | Hinterland | Campspace | Popucamps
- Deutschland: Landvergnügen
- Dänemark: Pintrip
- Frankreich: France Passion
- Großbritannien: Britstop
- Italien: Greenstop24
- Österreich: Schau aufs Land | bauernleben.at



Abb.77: Ein Stellplatz mitten im Naturpark in der Nähe des Balatonsees.

<sup>73</sup> Vgl. Österreichs digitales Amt (II). (Zugriff: 18.02.2023)

<sup>74</sup> Vgl. Promobil. (Zugriff: 20.02.2023)

<sup>75</sup> Ebda.

<sup>76</sup> GEOplus Magazine. (Zugriff: 22.02.2023)

## 3.5. Energiemanagement

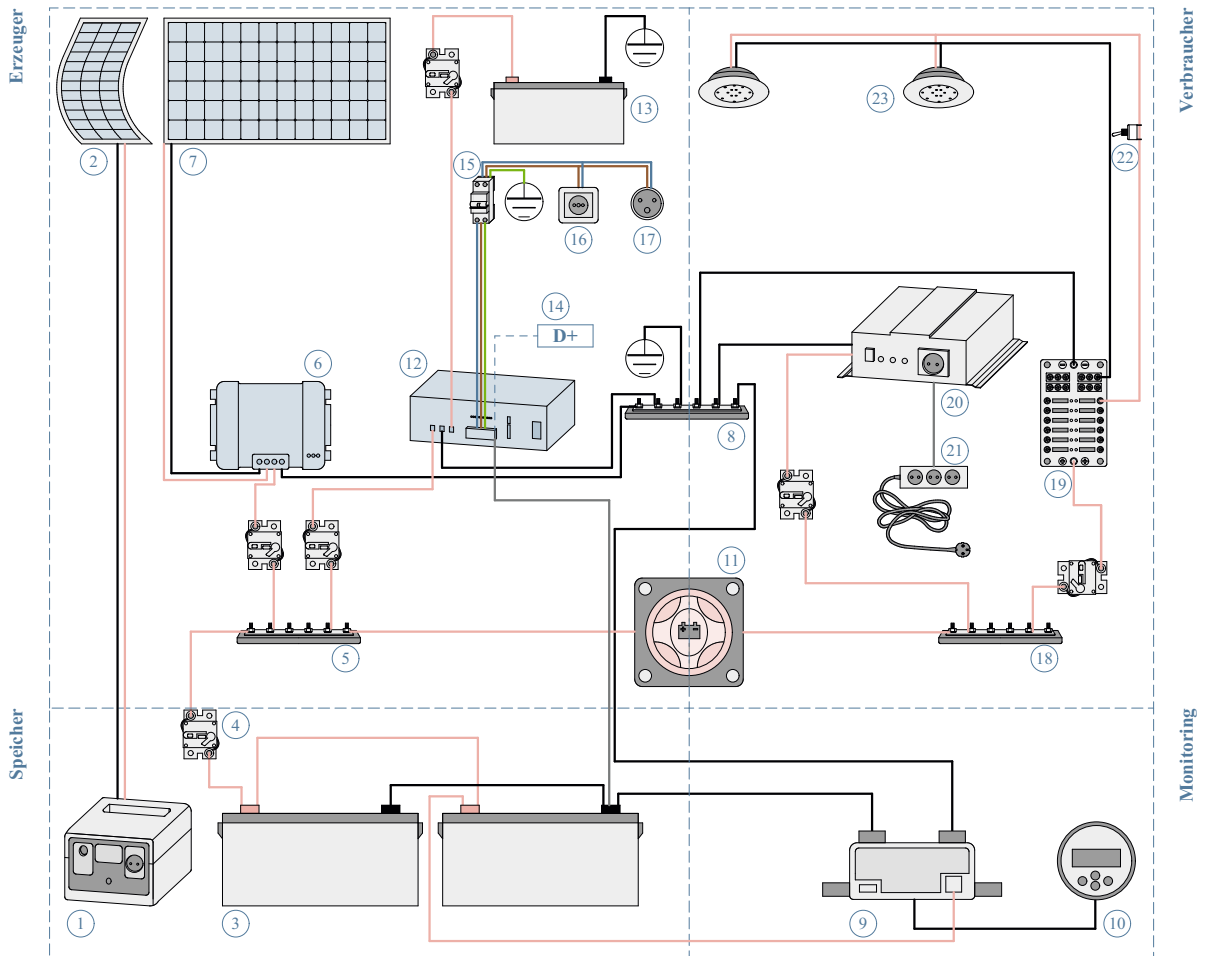
Das Energiemanagement in einem Wohnmobil umfasst die sorgfältige Planung, präzise Organisation und zuverlässige Kontrolle von Energieversorgung und -Verbrauch im Fahrzeug. Dabei kann ein Wohnmobil entweder vollständig autark betrieben werden oder von einer begrenzten Energiequelle abhängig sein. In beiden Fällen ist es unabdingbar, die Stromversorgung stets im Auge zu behalten, eine effiziente Energiespeicherung zu gewährleisten und den eigenen Energieverbrauch bestmöglich zu optimieren, um sicherzustellen, dass genügend Energie für alle wesentlichen Funktionen vorhanden ist.

Im Remaster hängen einige Systeme von der Stromversorgung ab. Neben gewöhnlicher Haushaltstechnik wurde auch das Wassersystem auf Strom ausgelegt. Wasserbefüllung, -zirkulation und -filtrierung sowie Heißwasseraufbereitung werden durch Elektroenergie betrieben. Die Planung eines Elektrosystems im Remaster erfolgte durch die Beantwortung zahlreicher Fragen, die später in drei Schritten zusammengefasst wurden.

! Es ist äußerst wichtig, sich bewusst zu sein, dass Elektrizität sehr gefährlich sein kann. Um sicherzustellen, dass die Elektroinstallation sicher und zuverlässig ist, ist es ratsam, fachliche Beratung und Hilfe in Anspruch zu nehmen. Es ist auch wichtig, geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen,

um Verletzungen und Sachschäden zu vermeiden. Im Remaster wurde streng auf die Ausführung des Elektrosystems geachtet, da davon die spätere Nutzung abhängt. Beispielsweise wurden alle Verkabelungen durch Wellrohr-Kabelschutzschläuche durchgeführt, um Schlagfestigkeit, Abriebfestigkeit und Formbeständigkeit der Kabel zu sichern. Außerdem wurden statt der im Hausbau üblichen Drahtkabel Litzenkabel angewendet, was die Gefahr des Leiterbruchs in einem sich ständig bewegenden Raum reduziert. Alle Kabelverbindungen wurden gut isoliert. Durch die Sicherungen wird auch der kleinste Fehler im Stromfluss sofort unterbrochen und somit abgesichert.





- |  |  |  |
|--|--|--|
| ① All-in-One Power Station   | ⑨ Smart Shunt-Batteriewächter                          | ⑲ Sicherungskasten 12 V  |
| ② Monokristalliner flexibler Solarmodul 100 Watt   | ⑩ Batteriemonitor                                      | ⑳ Wechselrichter (wandelt 12 V in 230 V)   |
| ③ 2x LiFePo4 je 200Ah Batterien (parallel geschaltet-12 V Spannung mit doppelter Kapazität von 400 Ah) | ⑪ Hauptschalter  | ㉑ 230 V Steckdose für Verbraucher (z.B.Fön,Teekocher)  |
| ④ Sicherung (angepasst an Geräteleistung)  | ⑫ Ladebooster 45-10/25                                 | ㉒ Lichtschalter  |
| ⑤ + Verteilerschiene Erzeuger  | ⑬ Starterbatterie                                      | ㉓ 2x LED-Spots je 12 Watt (nach dem gleichen Prinzip werden auch die anderen 12 V Verbraucher angeschlossen) |
| ⑥ MPPT Laderegler 100V/30 Ampere   | ⑭ D+ Kabel (Signal von der Lichtmaschine)              | — - Litzenkabel  |
| ⑦ Monokristalliner Solarmodul 365 Watt (da gebraucht max.250 Watt registriert)                         | ⑮ Sicherung für Landstrom                              | — + Litzenkabel  |
| ⑧ - Verteilerschiene   | ⑯ 230 V Einspeisung (z.B. an der Haushaltssteckdose)   | — 230 V Stromkabel   |
|  | ⑰ 230 V Einspeisung (z.B. CEE Stecker am Campingplatz) | ⊕ Schutzerdung   |
|  | ⑱ + Verteilerschiene Verbraucher                       |  |

Abb.78: Elektrischer Schaltplan für den Remaster.

## 3.5. Energiemanagement

### 3.5.1. Verbraucher

Beim Remaster wurde als erster Schritt des Energiemanagements sorgfältig überlegt, welche Elektrogeräte (Verbraucher) benötigt werden und wie oft sie genutzt werden sollen. Dabei wurden nicht nur die Art der Geräte, sondern auch ihre Leistungsaufnahme und Nutzungsdauer berücksichtigt. Die Überlegungsstrategie bestand darin, nur die wirklich notwendigen Geräte auszuwählen, um den Energiebedarf zu minimieren. Dazu wurden Verbraucher wie zwei Decken-LED-Spots, eine Kompressor-Kühlbox, zwei Handys, ein Notebook, ein Dachventilator, eine Wasserpumpe, ein Induktionskochfeld, ein Wasserkocher, ein Boiler, ein Fön und ein Stabmixer ausgewählt. Um den Ladezustand der Speicherbatterien kontrollieren zu können, wurde auch ein Batteriecomputer installiert, der ebenfalls zu den Verbrauchern zählt.

Nach der Auswahl der Verbraucher konnte der tägliche Stromverbrauch mithilfe vorprogrammierter Excel-Tabellen und Online-Rechner problemlos berechnet werden. Hierfür waren Werte wie Spannung (12V oder 230V), Leistung des Gerätes (Watt) und Betriebsdauer (Stunden pro Tag) notwendig. Der Stromverbrauch wird in Ah (Amperstunden) berechnet, da auch die Leistung einer Bordbatterie (Energiespeicher) in Ah angegeben wird. So ergaben sich klare „Soll“ und „Haben“-Werte. Die Berechnung des durchschnittlichen täglichen Stromverbrauchs ergab einen Bedarf von 100-120 Ah.

Falls sich der Stromverbrauch letztendlich als zu hoch herausstellen sollte, könnten energieeffiziente Geräte oder Alternativen zu den Elektrogeräten erwogen werden. Um den Energiebedarf zu reduzieren, wurden im Remaster von Anfang an ein stromunabhängiges Heizsystem (Holzofen) und eine Isolierung des Fahrzeugs eingeplant. Auch die Nutzung von Energiesparlampen wird einen massiven Beitrag zur Einsparung leisten. So verbrauchen beispielsweise sparsame LED-Lampen „90 Prozent weniger Strom als herkömmliche Glühbirnen und 70 Prozent weniger als Halogenlampen“<sup>77</sup>. Zwei LED-Spots mit je 12 Watt Leistung und eine LED-Lichterkerne werden durch ein 12-Volt-System betrieben und erzeugen bei einer Gesamtbetriebsdauer von 4 Stunden am Tag ca. 7 Ah Verbrauch. Zum Vergleich: Beim Kochen an einem Elektroherd im 230-Volt-System wird innerhalb einer Stunde der gleiche Verbrauch auftreten.

<sup>77</sup> Institut für angewandte Ökologie. (Zugriff: 28.02.2023)





Abb.79: Anbringung der Kabelschuhe an Litzenkabel zur zuverlässigen Verbindung der Komponenten.

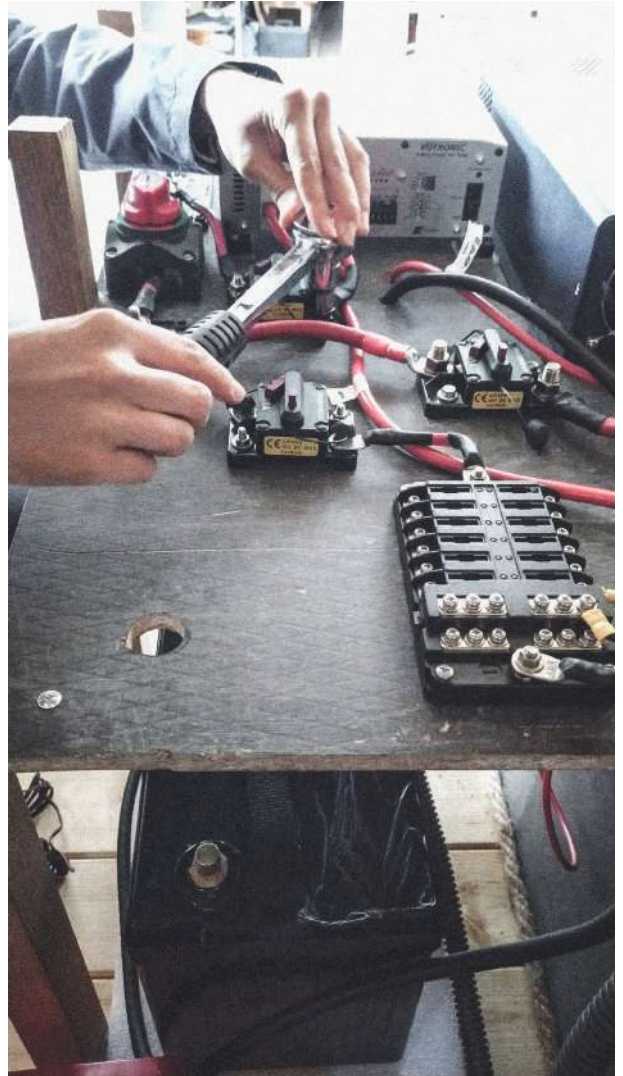


Abb.80: Anschließen der Komponenten gemäß Schaltplan.

## 3.5. Energiemanagement

### 3.5.2. Erzeuger

Sobald der potenzielle Energiebedarf festgelegt wurde, konnten im Anschluss die Energiequellen (Erzeuger) für das Wohnmobil ausgewählt werden. Hierfür standen verschiedene Optionen zur Verfügung. Es wurde ein Elektroversorgungssystem integriert, das aus verschiedenen Komponenten besteht und es uns ermöglicht, den Eigenverbrauch für 3 bis 4 Tage mit einer vollständigen Ladung der Speicherbatterien zu decken, vorausgesetzt, es wird in dieser Zeit keine Energie erzeugt.

Die Verwendung einer *Solaranlage (Photovoltaikanlage)* hat sich seit Jahren als effiziente und nachhaltige Energiequelle bewährt. Wir haben beobachtet, dass diese Lösung bei Wohnmobil-NutzerInnen aufgrund ihres geringen Gewichts und ihrer Autarkie beliebt ist. Je nach Bedarf können die Solarpaneele dimensioniert und entweder am Dach fixiert oder mobil ausgeklappt werden. Im Remaster wurden beide Optionen integriert: Ein Solarpaneel mit einer Maximalleistung von 365 Watt am Dach und ein flexibles, mobiles Solarpaneel mit 200 Watt, das immer auf einem Stellplatz aufgeklappt wird. Bei der Installation am Dach mussten wir darauf achten, dass ausreichend Fläche vorhanden und die Befestigung stabil ist. Auch die Verkabelung vom Dach in den Innenraum musste vor der Aufbringung der Wandverkleidung durchgeführt werden. Ein einzelnes Solarpanel in Kombination mit einem Solar-Laderegler und der

entsprechenden Verkabelung bildet bereits eine vollständige Solaranlage. Der Ertrag bei diesem System hängt jedoch stark von den Wetterbedingungen ab und kann daher variieren.

Auch während der Fahrt kann der verwendete Treibstoff (Diesel) in zusätzlichen Energieertrag umgewandelt werden. Im Remaster wird dies durch den Einsatz eines *Ladeboosters 45-10/25* ermöglicht, der die Ladeleistung der Lichtmaschine im Fahrzeug erhöht. Dadurch werden nicht nur die Batterie des Fahrzeugs (Lichtmaschine), sondern auch die Speicherbatterie (Bordbatterie) aufgeladen. Insbesondere bei längeren Fahrten wird der Einsatz eines Ladeboosters sinnvoll sein, um die Batterie schneller aufzuladen.

Im Remaster werden die meisten Geräte über das 12-Volt-System betrieben. Dieses System ist in der Regel sicherer und einfacher zu handhaben, da es mit niedrigeren Spannungen arbeitet und somit das Risiko von Stromschlägen verringert. Falls Geräte verwendet werden sollen, die möglicherweise keinen Adapter für das 12-Volt-System haben, wird ein *Spannungswandler (Wechselrichter)* mit einer Dauerleistung von 1800 W und einer Peakleistung von 3000 W verwendet. Der Wechselrichter wandelt den 12 V Gleichstrom (DC) in 230 V Wechselstrom (AC) um. Dadurch können Geräte wie beispielsweise ein Fön oder ein Stabmixer, die



Abb.81: Solarpanel mit einer maximalen Leistung von 365 Watt. Durchschnittliche Produktion von 250 Watt an sonnigen Tagen im Mai.

normalerweise an eine Steckdose angeschlossen werden, auch im Wohnmobil betrieben werden.

Für Remaster wurde, je nach Situation und Strombedarf, auch eine Notfall-Energieversorgungslösung erarbeitet, bei der ein Anschluss an ein externes Stromnetz, wie zum Beispiel auf einem Campingplatz, installiert wurde. Der *Landstrom* dient dabei als Energiequelle, wodurch nicht nur die Bord- und Starterbatterie aufgeladen werden können, sondern auch sämtliche elektrische Geräte im Wohnmobil betrieben werden können. Es ist jedoch zu beachten, dass zahlreiche Campingplätze ihre Energie nicht aus erneuerbaren Quellen beziehen und zudem zusätzliche Gebühren für den Stromverbrauch erheben.

Eine praktische und bequeme Option, um sämtliche elektrischen Bedürfnisse in einem Wohnmobil unter einem Dach zu vereinen, ist eine *All-in-One-Lösung (Powerstation)*. Diese integrierte Systemlösung beinhaltet alle notwendigen Komponenten wie Solarregler, Wechselrichter, Sicherungen, USB-Anschlüsse, Steckdosen und Steuerungseinheiten in Form einer kompakten Box. Im Remaster wird diese Lösung in Verbindung mit der mobilen, flexiblen Solarpaneel angewendet, da sie einfach zu installieren und kostensparender ist als separate Komponenten, zudem spart sie wertvollen Platz. Da Powerstation jedoch eine niedrige Leis-

tungsgrenze aufweist, schwer erweiterbar ist und im Schadensfall aufgrund der Zusammenfassung aller Komponenten in einer Einheit schwer zu reparieren ist, wird diese Komponente nur gelegentlich eingesetzt.

Eine potenzielle und erneuerbare Energiequelle für die Erzeugung elektrischer Energie ist der *Windgenerator*. Dieses System hat bereits im Bereich der Segelschiffahrt eine lange Erprobungsgeschichte. Mit Hilfe von Rotorblättern, die durch die Kraft des Windes angetrieben werden, kann bereits ab Windgeschwindigkeiten von 2,5 m/s elektrische Energie erzeugt werden.<sup>78</sup> Allerdings können Windgeneratoren aufgrund ihrer Größe und der Lärmentwicklung, die sie verursachen, umständlich in der Nutzung sein.

<sup>78</sup> Vgl. Deutsches Caravanning Institut. (Zugriff: 26.02.2023)





Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



## 3.5. Energiemanagement

### 3.5.3. Energiespeicher

Im dritten Schritt ging es darum, sicherzustellen, dass genügend Energie für schlechtes Wetter oder Zeiten ohne Stromerzeugung gespeichert wird. Hierfür kamen Batterien als Speichermedien in Betracht. Wichtig war es, die Speicherkapazität an den Energiebedarf anzupassen und effizient mit der Energie umzugehen, um die Kapazität zu schonen. Eine langlebige Batterie mit hoher Kapazität und vielen Ladezyklen eignet sich besonders für Wohnmobile, die autonom unterwegs sind.

Wenn man beispielsweise eine AGM-Batterie (Absorbent Glass Mat) mit einer Kapazität von 100 Ah wählt, die fast 30 kg wiegt, kann nur etwa die Hälfte ihrer Kapazität genutzt werden, um die Batterie langlebig zu halten. Daher werden zur Deckung eines Strombedarfs von 100 Ah zwei AGM-Batterien mit jeweils 100 Ah benötigt. Im Gegensatz dazu hat eine Lithium-Ionen LiFePo<sub>4</sub>-Batterie, die nur etwa 12 kg wiegt, eine Nutzkapazität von 90 %. Das bedeutet, dass nur eine Batterie benötigt wird, um den Bedarf zu decken. Somit war uns klar, dass die Wahl der Bordbatterie nicht nur die Langlebigkeit beeinflusst, sondern auch das Gewicht des gesamten Projekts.

Im Rahmen des Remaster-Projekts wurden zwei LiFePo<sub>4</sub>-Batterien mit je 200 Ah Kapazität installiert. Diese haben sich als äußerst langlebig und nachhaltig in der Nutzung erwiesen, da sie auch

nach einer Nutzungsdauer von 10 Jahren und über 4000+ Ladezyklen noch über eine vergleichsweise hohe Kapazität verfügen und somit weiterhin einsetzbar sind. Ein MPPT Laderegler mit 100V/30 Amper wird im Projekt als ein Zwischenkomponent zwischen Solarpaneel und der Speicherbatterie angewendet. Dieses hilft, die Solarleistung optimal und effizient zu nutzen.

Die Sonne mag zwar keine Stromrechnungen schicken, aber die Energie aus erneuerbaren Quellen ist keineswegs kostenlos. Allerdings ist sie immer noch preiswerter als Strom aus dem Netz, bietet eine Unabhängigkeit von diesem und es werden keine Emissionen bei ihrer Erzeugung während des Betriebs benötigt. Bei einer groben Berechnung unter Berücksichtigung des Gesamtpreises der Anlage (siehe Kostenübersicht im Anhang 3), einer Speicherkapazität von 5,12 kWh, einer Entladetiefe von 90% und einer Anzahl von Ladezyklen der Bordbatterien würde der Preis pro kWh bei 19 Cent liegen. Im Vergleich dazu schwanken die Strompreise für Haushaltskunden in den 27 EU-Ländern im Jahr 2022 zwischen 12,93 und 47,98 Euro-Cent pro Kilowattstunde.<sup>79</sup> Dabei besteht der Strommix der EU-Länder im Jahr 2022 vorwiegend aus nicht erneuerbaren Energien.<sup>80</sup>

<sup>79</sup> Statista (X). (Zugriff: 20.03.2023)

<sup>80</sup> Statista (X). (Zugriff: 03.04.2023)

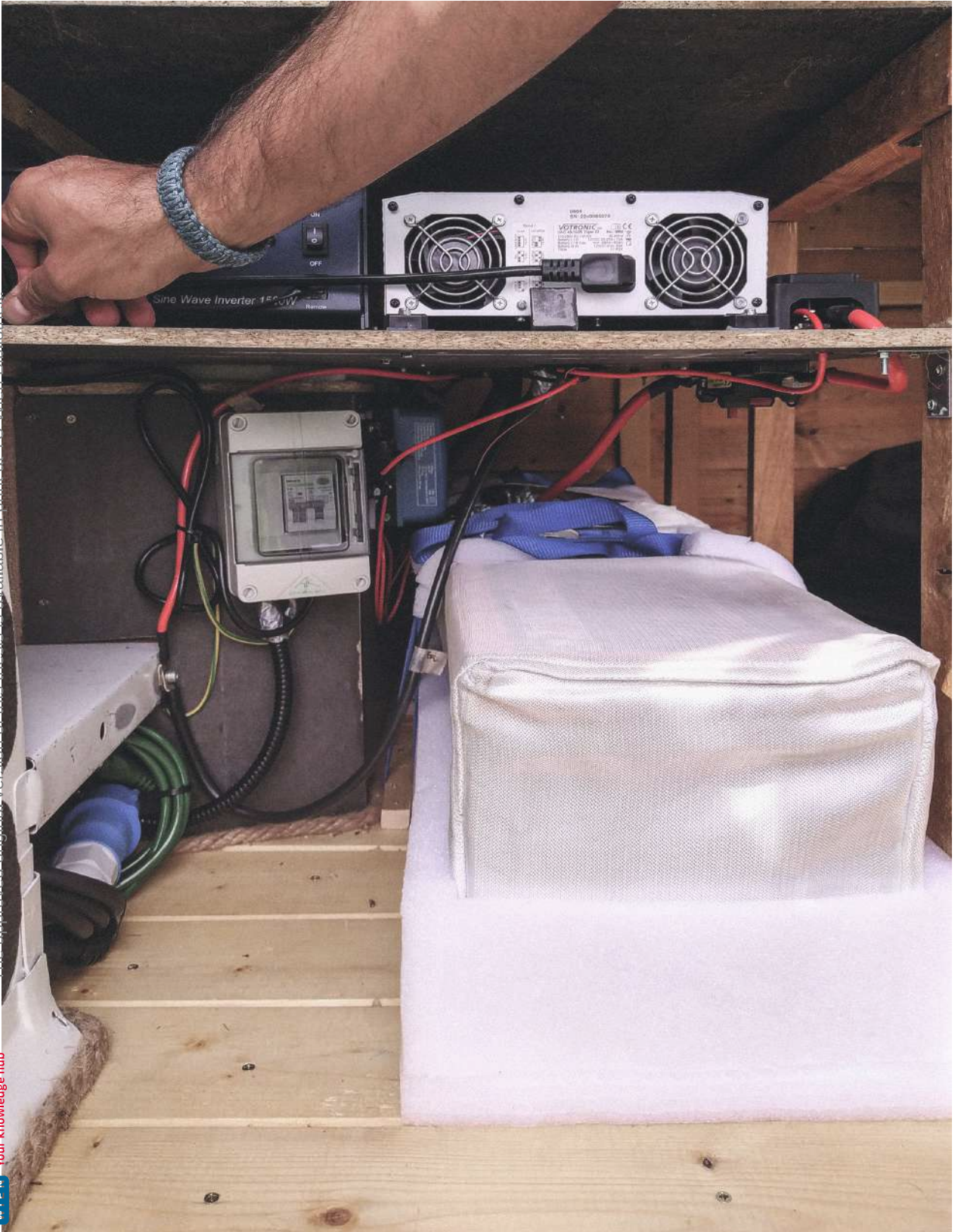
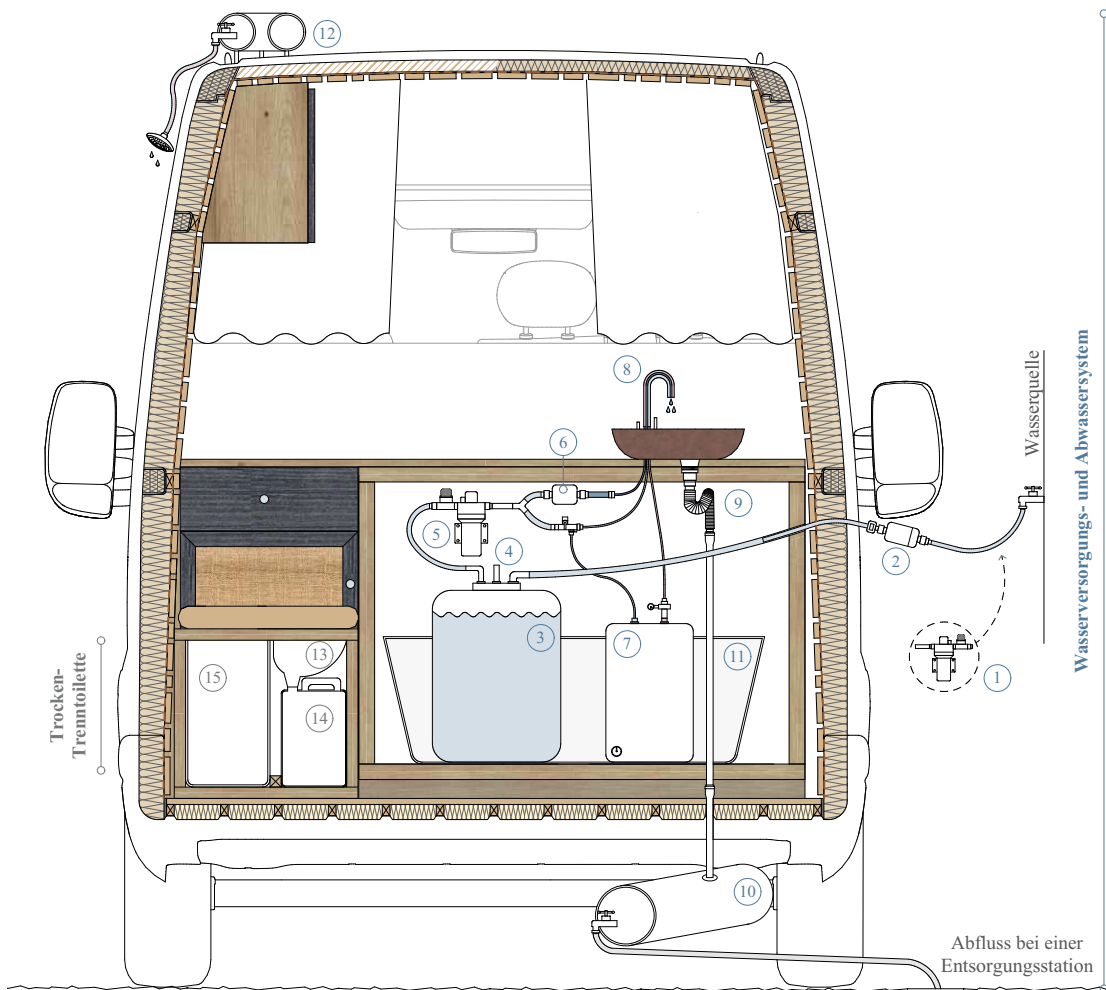


Abb.82: Der Schlüssel zur Autarkie - Anschluss des Stromversorgungsystems.

## 3.6. Wasser- und Abwassermanagement

Eine zuverlässige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind von großer Bedeutung, insbesondere wenn man über eine längere Zeit autark im Wohnmobil unterwegs ist und nicht auf die sanitären Einrichtungen eines Campingplatzes zurückgreifen kann. Im Folgenden werden die Themen Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Toilette im Remaster genauer betrachtet, wobei die Toilette nur bedingt mit dem Abwassersystem in Zusammenhang steht.



**Wasserversorgungs- und Abwassersystem**

- ① Optionale 12V-Druckwasserpumpe für den Einsatz bei niedrigem Druck
- ② Vor- und Aktivkohlefilter
- ③ Frischwassertank 60 Liter
- ④ Tankentlüftung für Druckausgleich
- ⑤ Druckwasserpumpe 12 V
- ⑥ Nano-Filter für Trinkwasserqualität

**Trockentrenntoilette**

- ⑦ Elektrischer Warmwasserboiler 10 Liter
- ⑧ Wasserhahn mit 3 Anschlüssen: Kalt-, Warm- und Filterwasser
- ⑨ Siphon gegen Geruch aus dem Grauwassertank
- ⑩ Grauwassertank 35 Liter
- ⑪ Leckage-Auffangwanne für Wasserleitungen
- ⑫ Frischwassertank-Sommerdusche 70 Liter
- ⑬ Trenneinsatz
- ⑭ Urinkanister 5 Liter
- ⑮ Feststofftank 25 Liter

Abb.83: Wasserversorgungs- und Abwassersystem sowie Trockentrenntoilette - Schema des Wassersystems.

## 3.6. Wasser- und Abwassermanagement

### 3.6.1. Wasserversorgung

Die Wassermenge, die im Wohnmobil benötigt wird, variiert je nach Anzahl der Personen, Dauer des Aufenthalts und Aktivitäten. Um die begrenzte Wassermenge zu schonen müssen wir also den Wasserverbrauch minimieren. Zunächst mussten wir festlegen, wofür das Wasser hauptsächlich benötigt wird. Es hat sich herausgestellt, dass das Wasser im Remaster hauptsächlich zum Trinken, Kochen, Geschirr spülen, Hygiene und Kurzduschen benötigt wird. Die Kleidung wird immer nach ca. zwei bis drei Wochen in einem Waschsalon gewaschen.

Im weiteren Schritt wurde das entsprechende System geplant und die erforderlichen Komponenten ausgewählt. Das Wasserversorgungssystem im Remaster besteht aus einem 60 L Frischwassertank indoor, einem 70 L Frischwassertank outdoor, einem Set aus Aktivkohle- und Nanofilter, zwei Druckwasserpumpen, Trinkwasserschläuche, einem Warmwasserboiler, einem Waschbecken mit Wasserhahn, einem Duschkopf und einer Wasseruhr. Das System wird im weiteren detaillierter beschrieben.

#### *Frischwassertank*

Zur Wasserversorgung im Remaster und vielen

Wohnmobile gehört ein Frischwassertank, der das Wasser aufbewahrt und während der Fahrt mitführt. Es gibt verschiedene Ausführungen von Wassertanks, die sich in Form, Material und Kapazität unterscheiden und je nach individuellen Bedürfnissen ausgewählt werden können.

Eine Option ist ein speziell für Fahrzeuge und Schiffe konstruierter Tank, der in der Regel kompakt und an die Form des Fahrzeugs angepasst ist und beispielsweise am Radkasten oder unter dem Fahrzeug installiert werden kann. Diese Tanks sind jedoch in der Regel teurer und schwerer zu erwerben. Eine preiswertere Alternative sind Wasserkannister, die in jedem Baumarkt erhältlich sind, jedoch nicht an die Maße des Fahrzeugs angepasst sind und diverse Formen aufweisen können. Kapazität, Erhältlichkeit und Trinkwassertauglichkeit für eine gesunde Wasserversorgung waren die entscheidenden Kriterien bei der Wahl des Wassertanks für das Remaster Projekt.

Im Remaster wird die Wasserversorgung durch zwei separate Frischwassertanks sichergestellt. Der erste Tank hat eine Kapazität von 60 Litern und besteht aus einem handelsüblichen Wassertank für die Aufbewahrung von Trinkwasser und Lebensmitteln. Die Positionierung des Frischwassertanks spielte eine entscheidende Rolle. Es war von großer Bedeutung, dass der Tank gut erreichbar ist, da er





Abb.84: Sommerdusche - Anschluss für Dusche und Befüllung, sowie Entlüftungsöffnung



Abb.85: Sommerdusche - seitliche Ansicht.

regelmäßig gereinigt und bei Bedarf ausgetauscht werden muss. Dabei wurde in Frage gestellt, ob der Tank im Inneren des Wohnmobils oder außen am Fahrzeug angebracht sein sollte. Würde er dem Witterungsverhältnissen ausgesetzt werden, müssten wir darauf achten, dass das Wasser im Tank bei Minusgraden nicht einfriert, da dies die Wasserleitung beschädigen oder sogar stilllegen könnte. Eine geeignete Maßnahme dazu wäre die Winterfestigkeit des Wohnmobils und die Isolierung der Außenleitungen auszuführen. Die Entscheidung fiel auf eine frost- und bruchsichere Variante - den Wassertank im Küchenbereich innerhalb des Fahrzeugs zu platzieren. Der Tank ist befüllbar, leicht zugänglich und transluzent, um jederzeit den Wasserstand überprüfen zu können. Außerdem wurde eine Tankdurchführung für die Entlüftung eingeplant, um einen Druckaufbau durch die Wasserpumpe im Tank zu vermeiden.

Der zweite, außenliegende Wassertank hat eine Kapazität von 70 Litern und wurde aus üblichen Regenwasserrohren zusammengestellt. Dieser Tank wird nur während der warmen Jahreszeit befüllt und das Wasser wird ausschließlich für Duschzwecke verwendet. Es wird auch versucht, Regenwasser für den weiteren Verbrauch in diesem Tank zu sammeln.

### *Frischwasser ≠ Trinkwasser*

Frischwasser und Trinkwasser sind zwei Begriffe, die oft synonym verwendet werden, obwohl es Unterschiede zwischen ihnen gibt. Frischwasser bezieht sich auf unbehandeltes Wasser, das für den allgemeinen Gebrauch, wie beispielsweise zum Duschen, Spülen und Reinigen, geeignet ist. Trinkwasser hingegen muss bestimmte Qualitätsstandards erfüllen und für den menschlichen Verzehr geeignet sein. In Europa gibt es viele öffentliche Trinkwasserzapfstellen, und das Frischwasser, das aus ihnen fließt, ist in der Regel von Trinkqualität. Es kann jedoch vorkommen, dass sich keine Zapfstelle in der Nähe befindet und das Wasser in Flaschen gekauft werden muss. Eine nachhaltige und sinnvolle Möglichkeit, den Verbrauch von Plastikflaschen zu vermeiden und das Wasser selbständig in eigenem Wassersystem aufzubereiten, besteht darin, einen Trinkwasserfilter im Wohnmobil zu installieren. Dies war die gewählte Lösung für Remaster, denn dadurch wird das Autarkiekonzept ermöglicht.

Es gibt verschiedene Arten von Trinkwasserfiltern, die vor dem Wassertank, in der Leitung nach dem Wassertank oder direkt am Wasserhahn installiert werden können, je nach Art des Filters. Diese Filter können mechanisch, absorbierend, durch Ionenaustausch oder durch Umkehrosmose funktionier-



Abb.86: Befüllung des Frischwassers aus einer entfernten Quelle mit einem Eimer.



Abb.87: Frischwassertank und Warmwasserboiler im Küchenbereich.



ren.<sup>81</sup> Die Auswahl des richtigen Filters hängt von der Art und Menge der Schadstoffe im Wasser, der geplanten Reise und den spezifischen Anforderungen der Reisenden ab.

Im Rahmen des Projekts Remaster wird das Frischwasser bereits auf dem Weg von der Quelle bis zum Wassertank durch Vorfilter und Aktivkohlefilter gereinigt, um organische und nicht reproduzierbare Stoffe sowie Sedimente zu entfernen. Dies verhindert Ablagerungen im Wassertank. Bei der Einfüllung wird die Wasseruhr uns die Wassermenge anzeigen, die durch den Kohlfilter schon gelaufen ist, wodurch wir gewarnt werden, wann die Kohlkartusche gewechselt werden muss. Auf dem Weg vom Wassertank zum Wasserhahn wird das Wasser zudem durch einen Nano-Filter gereinigt, um Bakterien und Keime zu entfernen und so die Trinkwasserqualität zu gewährleisten. Da das Wasser im Frischwassertank längere Zeit stehen bleibt, wird sowohl der Wassertank als auch der Filter regelmäßig ausgetauscht und gereinigt, um eine gute Trinkwasserqualität sicherzustellen.

### *Wasserpumpe*

Durch den Einsatz einer Wasserpumpe wird das Wasser aus dem Frischwassertank im Wohnmobil entnommen. Hierbei konnte zwischen manuellen

und elektrisch betriebenen Pumpen gewählt werden. Eine manuelle Pumpe wird meist über ein Fußpedal betätigt und ist somit energieeffizient. Jedoch erzeugt sie nur einen geringen Druck in den Leitungen. Eine elektrisch betriebene Pumpe ermöglicht es uns eine bequemere Wasserversorgung und erleichtert beispielsweise das Duschen im Wohnmobil. Hierbei kommen häufig Tauch- oder Druckpumpen zum Einsatz, welche sich hinsichtlich des Drucks, der Langlebigkeit, des Preises und der Kompatibilität mit Haushalts-Armaturen unterscheiden. In einem Versuch haben wir festgestellt, dass die Tauchpumpe unzureichend Druck erzeugt um das Wasser durch den Filter zur Wassertankeinfüllung durchzuleiten. Druckpumpe bietet uns hierbei den Vorteil, dass sie es ermöglicht, mehrere Komponenten wie Filter und Boiler in das Wassersystem zu integrieren und eventuell längere Leitungswege zu überbrücken. Daher wurden zwei Druckpumpen mit 2,4 Bar und 3,88 Bar Druck im Remaster eingeplant, die zum einen Befüllung der beiden Wassertanks ermöglichen und zum anderen Wasserzirkulation vom Wassertank zum Wasserhahn bewirken.

<sup>81</sup> Vgl. Auto Zeitung. (Zugriff: 10.03.2023)

## *Warmwasser*

Die Bereitstellung von Warmwasser stellt in einem Wohnmobil zweifelsohne einen Komfort dar. Insbesondere bei autarkem Reisen kann sie jedoch zuweilen unverzichtbar sein. Um Warmwasser im Remaster zu erzeugen, wurden sowohl Boiler als auch passive Methoden in Betracht genommen. Ein Boiler ist ein Heizbehälter mit begrenzter Wasser-Kapazität, welcher das Wasser auf die gewünschte Temperatur erhitzt. In konventionellen Wohnmobile werden zur Warmwasseraufbereitung fossile Ressourcen wie Gas oder Diesel verwendet. Im Rahmen des Projekts Remaster wurde im Innenraum ein Boiler mit einer Kapazität von 10 Litern installiert. Dieser wird mit Strom betrieben und wird nur bei Bedarf eingeschaltet. Somit verbraucht er nicht unnötig Strom.

Die passive Methoden hingegen greifen auf Solarenergie oder die Abwärme des Motors oder Holzofens zurück, um das Wasser zu erwärmen. Die sind in der Regel umweltfreundlicher und energieeffizienter, erfordern jedoch eine sorgfältige Planung und eine aufwändige Installation. Im Remaster wird das Wasser für eine Außendusche auf dem Dach im 70 L Wassertank passiv durch Solarenergie erwärmt, sofern das Wetter dies zulässt. Dieses Prinzip schickt uns zurück zu Kindheitserinnerungen, wenn man am Dorf bei den Großeltern draußen geduscht hat. Das Wasser wurde damals auch in einem, auf einer Erhöhung stehendem, Wassertank passiv aufgewärmt.

*Ein Potenzial in passiven Warmwasserzubereitung liegt in der Entwicklung des Holzofen-Abwärmesystems für Wohnmobile, was schon im Laufe ist, jedoch noch nicht veröffentlicht wurde.*

## *Waschbecken, Dusche, Wasserhahn*

Bei der Planung des Remasters mussten wir zuerst entscheiden, ob eine Nasszelle notwendig ist und ausreichend Platz dafür im Fahrzeug vorhanden ist. Dieses Thema wurde im Kapitel „Raumkonzept“ näher betrachtet.

Bei größeren Wohnmobilen und mehreren Reisenden kann eine Nasszelle mit Dusche und WC Vorteile bieten und Privatsphäre gewährleisten. Wir hatten jedoch Bedenken, dass der kleine Raum feucht wird und eine gute Durchlüftung benötigt, um Feuchtigkeitsprobleme zu vermeiden. Eine Möglichkeit hierfür wäre die Installation eines Ventilators oder eines passiven Lüfters im Bereich der Kabine, wobei darauf geachtet werden sollte, dass der Raum trotzdem dicht ausgebaut wird.

Im Remaster wird auch aus Platzgründen auf Nasszelle verzichtet. Der Küchenmischbatterie werden mehrere Funktionen zugewiesen, die unabhängig voneinander betrieben werden können. Durch die drei separaten Zuleitungen für Warm- und Kaltwasser in Frischwasserqualität und einem separaten Kanal für filtriertes Trinkwasser, wird kein wertvolles Trinkwasser für Duschen oder Geschirrabwasch verschwendet. Außerdem bewirkt der im Wasserhahn eingebauter Aerator die Wassereinsparung, indem er dem Wasser Luft beimischt und somit den Wasserverbrauch verringert, ohne den Wasserdruck zu beeinträchtigen. Ein Duschkopfadapter ermöglicht die Verwendung des Wasserhahns für den Duschzweck. Die mobile „Duschkabine“ besteht aus einem Duschvorhang und einem Mörtelkasten. Beide werden bei Nicht-nutzung verstaut. Das Duschwasser wird in einem mobilen Mörtelkasten gesammelt und nachher in Abwassertank eingeleitet - keine Innovation, jedoch ermöglicht es uns Platz im Wohnraum zu ersparen und unnötige Feuchtigkeit vom Raum mit natürlichen, offenporigen Materialien fernzuhalten. Alternativ könnte eine Duschwanne in den Bodenbelag eingebaut werden, jedoch würde in diesem Bereich die Wärmedämmung zu dünn sein oder die Stehhöhe im Raum verringert.

## *Wasserleitungen*

Im Remaster wurden die Wasserleitungen im Fahrzeug kurz gehalten, um wertvolle Elektroenergie zu sparen und Wasserschäden an der Inneneinrichtung zu vermeiden. Die Leitungen, die das Wasser für Dusche, Geschirrspülen, Kochen und Trinken transportieren, wurden im Küchenbereich



unter dem Waschbecken verlegt. Diese Leitungen bestehen aus hitzeresistenten Trinkwasserschläuchen, die durch Tüllen und verschiedene Anschlüsse aus Messing miteinander verbunden wurden. Kunststoff-Verbindungsstücke wurden weitgehend vermieden. Um Leckagen im Wassersystem zu vermeiden, wurden Gummidichtungen an den Verbindungsteilen angebracht. Während des Systemtests wurden jedoch einige undichte Stellen festgestellt, die mit biologisch abbaubarem Material behoben wurden. Alle Dichtungen wurden schließlich durch Dichtungshanf ersetzt, da dieser sich besser für Metallanschlüsse eignet und gegen mechanische Kräfte beständiger ist. Zudem verrotten die Hanffasern durch Nässe auch nach langen Gebrauchsjahren nicht.<sup>82</sup> Das ganze Wassersystem wurde vorsichtshalber in einer 90 L Mörtelwanne positioniert, was uns schlussendlich auch bei den Test-Ausfläufen zugutegekommen ist.

<sup>82</sup> Vgl. Hanf-Magazin. (Zugriff: 19.04.2023)

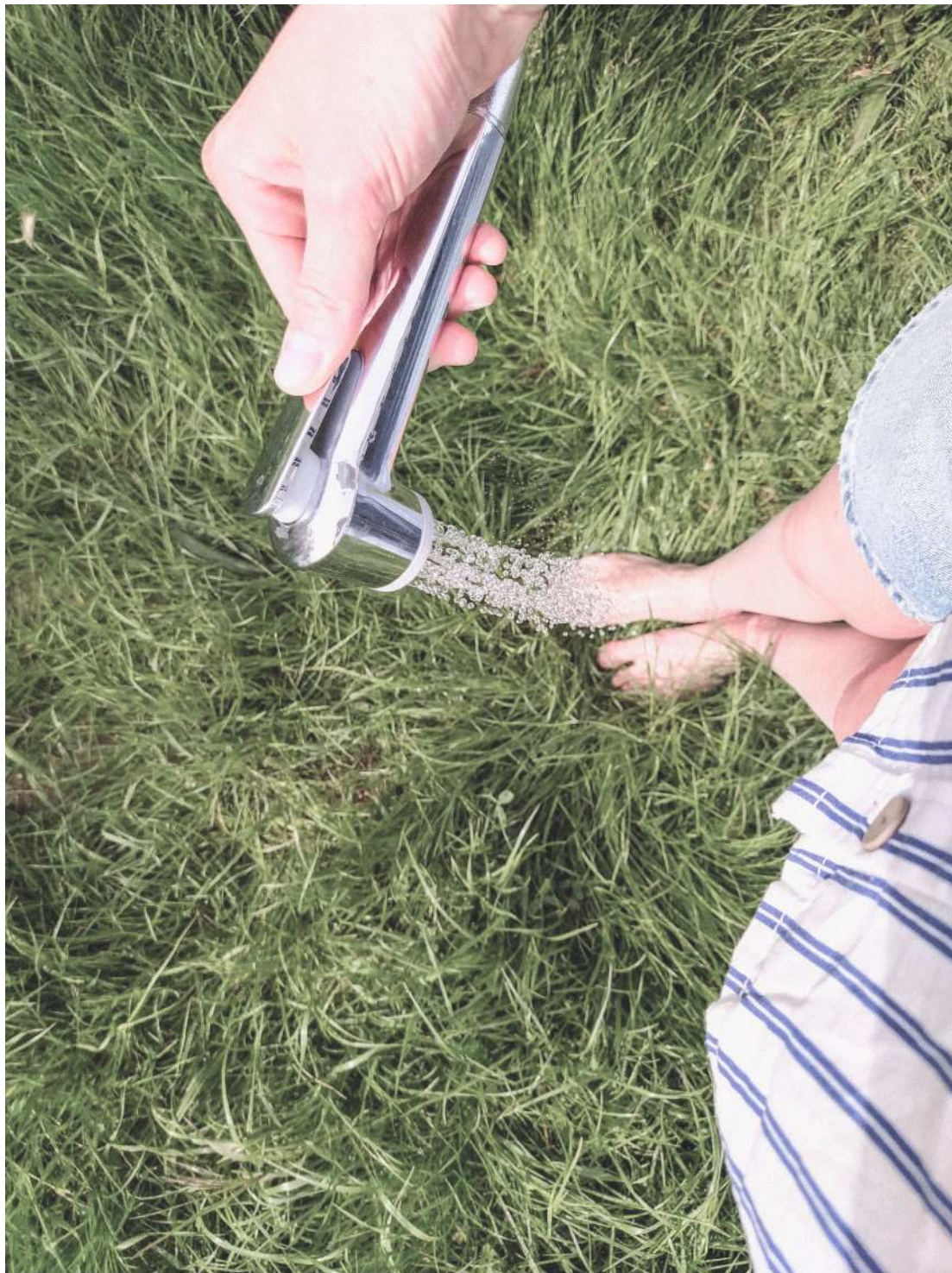


Abb.88: Passive Erwärmung des Wassers aus der Dach-Sommerdusche durch Sonnenwärme.

## 3.6. Wasser- und Abwassermanagement

### 3.6.2. Abwasser

Im Bereich des Wassermanagements im Wohnmobil spielt die Entsorgung des Abwassers eine zentrale Rolle, insbesondere was die Autarkie und die damit verbundene Umweltbelastung betrifft. Hierbei unterscheidet man in der Regel zwischen Grauwasser und Schwarzwasser. Grauwasser, das aus Waschbecken, Dusche und Küche stammt, enthält in der Regel organische Stoffe wie Seifenreste, Zahnpasta und Speisereste. Schwarzwasser hingegen ist das Abwasser aus der Toilette und beinhaltet menschliche Ausscheidungen und Toilettenpapier. In der Regel verfügen die meisten Wohnmobile über spezielle Tanks, um Grauwasser und Schwarzwasser getrennt zu sammeln und können an speziellen Entsorgungsstationen entleert werden. Im Remaster wird Abwasser größtenteils in Form vom Grauwasser auftreten. Dank der Komposttoilette wird Schwarzwassermenge stark reduziert. Dazu mehr im nächsten Schritt.

Zur Entsorgung des Abwassers stehen verschiedene Einrichtungen zur Verfügung. Neben Campingplätzen verfügen auch Tankstellen, Supermärkte und Raststätten an Autobahnen oft über Entsorgungsstationen, an denen Grauwasser abgegeben werden kann.<sup>83</sup> Hierbei kann es vorkommen, dass eine Gebühr fällig wird, jedoch ist die Nutzung dieser Stationen oft auch kostenlos möglich. Praktische Apps wie Park4Night oder Stellplatz-Radar können hierbei hilfreich sein, um schnell eine geeig-

nete Entsorgungsstation in der Nähe zu finden. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass Grauwasser keinesfalls in die Natur oder öffentliche Gullys entsorgt werden darf, da diese oft nur für die Regenwassersammlung geeignet sind.

Im Rahmen des Remaster Projekts wurde ein Abwassertank mit einer Kapazität von 35 Litern unter dem Wohnmobil installiert. Der Tank wurde aus Abflussrohren zusammengesetzt und an den Abfluss von Küchen-Washbecken angeschlossen. Um eine reibungslose Entleerung zu gewährleisten, wurde der Tank geneigt eingebaut und mit einem Wasserhahn ausgestattet. Zusätzlich wurden eine öffentbare Klappe für die Tankreinigung sowie eine Tankdurchführung für die Entlüftung nach außen oder bei einem eventuellen Überlauf oder Rücklauf eingebaut. Um unangenehme Gerüche aus dem Abwassertank fernzuhalten, wurde ein Siphon unter dem Waschbecken installiert.

*Ein Potenzial in dem nachhaltigem Umgang mit Grauwasser ist Einbau eines Umkehrosmosefilters, was hilft das Grauwasser zum Wasser in Trinkqualität zu klären. Bis zu acht mal kann die eingetankte Wassermenge filtriert werden, jedoch geht immer die Hälfte beim Filtrieren verloren. Somit wird die Autarkie des Wohnmobils, je nach Verbrauch, verlängert. Dies wurde aus Kostengründen im Projekt noch nicht integriert, jedoch*





Abb.89: Abwassertank aus schwarz lackierten Abflussrohren zusammengestellt.

## 3.6. Wasser- und Abwassermanagement

### 3.6.3. Toilette

Die Frage nach der Toilette stellt sich auf jeder Reise. Einige Wohnmobile kommen ohne Wohnmobil-Toilette aus, sind jedoch auf Stellplätze, Campingplätze und öffentliche WC-Anlagen angewiesen. Eine Entscheidung darüber hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter verfügbarer Platz im Wohnmobil, Anzahl der Reisenden, Dauer der Reise und persönliche Vorlieben.

Im Projekt Remaster wurde eine Kompost-Trockentrenntoilette eingebaut. Die im Wohnmobil verbaute Toilette bietet uns somit Freiheit. Die Autarkie, also die Unabhängigkeit von externen Versorgungseinrichtungen, spielte bei der Wahl einer Toilette eine wichtige Rolle. Es gibt verschiedene Toilettenvarianten, solche wie berühmten Porta Potti, Vakuum-, Zerhack-, Kassetten- oder Verbrennungstoiletten, jedoch werden dafür entweder Wasser oder Chemikalien benötigt. Die Trockentrenntoilette benötigt keine Wasser- oder Chemikalienversorgung und eignet sich daher gut für autarke Einsätze. Diese Toilette trennt Flüssigkeiten von Feststoffen, die getrennt entsorgt werden müssen. Aus diesen Gründen sollten keine unangenehme Gerüche entstehen. Unser selbstgebautes Modell besteht aus einer nachhaltigen Holzkonstruktion, die aus wiederverwendeten Holzreststücken gefertigt wurde. Zur Sammlung von festen und flüssigen Ausscheidungen dienen Kanister, welche ursprünglich als Leinöl-Behälter verwendet wurden und jeweils eine

Kapazität von 20 und 5 Litern aufweisen. Als Einstreu wird eine umweltschonende Alternative verwendet, nämlich Holzspäne, die bei der Holzverarbeitung entstanden sind.

*Wenn trotz aller Vorkehrungen unangenehme Gerüche im Toilettenbereich entstehen, gibt es eine Lösung. Es besteht die Möglichkeit, einen Elektro-Lüfter einzubauen, der einen regelmäßigen Luftaustausch zwischen der Toilettenbox und der Außenluft gewährleistet. Dadurch kann das Geruchsproblem reduziert oder sogar ganz behoben werden.*





Abb.90: Holzspäne werden als Einstreu für die Trockentrenntoilette verwendet.

Abb.91-95: Bau der Trockentrenntoilette - Von Unterkonstruktion bis zur Fertigstellung.



Abb. 91.



Abb.92.



Abb.93.



Abb.94.



Abb.95

## 3.7. Raumklima

Das Ziel jedes Bauprojekts ist ein angenehmes und gesundes Raumklima. Egal ob man ein geräumiges Wohnhaus oder ein kompaktes Wohnmobil plant, das Raumklima hat einen großen Einfluss auf die Wohnqualität und Gesundheit der BewohnerInnen. Für ein behagliches Raumklima müssen verschiedene Parameter wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Sauerstoffgehalt in der Luft berücksichtigt werden. Dies wird durch die Wahl geeigneter Baustoffe für den Innenausbau, eine ausgewogene Heizung und Kühlung, eine ausreichende Be- und Entlüftung, sowie eine angemessene Beleuchtung und Belichtung erreicht. In den kommenden Kapiteln werden wir uns mit diesen Punkten auseinandersetzen und nachhaltigere Lösungen für die Umsetzung des Remaster-Projekts suchen.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

## 3.7. Raumklima

### 3.7.1. Baustoffe



Abb.96.



Abb.97.



Abb.98.



Abb.99.



Abb.100.



Abb.101.



Abb.102.



Abb.103.

*Für das Remaster-Projekt wurden die Baustoffe sorgfältig nach verschiedenen Kriterien ausgewählt. Dazu gehören:*

- physikalische Eigenschaften: Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit, Wasserdampfdiffusions- Widerstandzahl;
- ökologische Aspekte (Ökobilanz): Nicht erneuerbare Primärenergie, Globales Erwärmungspotenzial, Versauerungspotenzial von Boden und Wasser, Recyclebarkeit, Herkunft, Zertifizierung;
- ökonomische Kriterien: Verfügbarkeit, Transport, Verarbeitbarkeit, Kosten;
- ästhetischer Ausdruck: Textur, Haptik, Form, Farbe.

Im Projekt wurden Baustoffe ausgewählt, die nicht nur nachwachsend und regional verfügbar, sondern auch gut recyclebar und langfristig verfügbar sind. Dabei wurde auch auf Upcycling und die Verwendung von recyceltem Material geachtet, was dem Raum eine einzigartige Individualität verleiht. Lediglich für Klebstoffe und Dichtmassen, die auf Stahlkarosserien haften, konnte noch keine ökologische Alternative gefunden werden, weshalb ihre Verwendung auf das Notwendigste reduziert wurde. Holzwerkstoffe wurden vorwiegend mechanisch durch Verschraubung befestigt. Die gewählten Anstriche und Farben bestehen aus biologi-

schen und leicht abbaubaren Produkten. Auch die textilen Gegenstände im Raum wurden aus natürlichen Alttextilien hergestellt. Durch die Wiederverwendung und Weiterverwendung vieler Baustoffe konnten nicht nur ein nachhaltiger Innenraum mit gesundem Raumklima geschaffen, sondern auch die Kosten des Projekts erheblich reduziert werden.

Im Rahmen des Projekts war die Zertifizierung der neu gekauften Baustoffe von großer Bedeutung, sowohl hinsichtlich ihrer Ökobilanz als auch ihrer nachhaltigen Produktion und Gesundheitsaspekte. Es ist allgemein wichtig, beim Kauf von Holz und Holzwerkstoffen auf die Zertifizierung der Bauprodukte zu achten, da auch das natürliche und CO<sub>2</sub>-bindende Holz aufgrund von Übernutzung der Wälder knapp werden kann. In Österreich gibt es Zertifizierungen für nachhaltige Forstwirtschaft wie PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) und FSC (Forest Stewardship Council). Darüber hinaus fördern einige Prüfzeichen und Zertifizierungen die Verwendung von umweltfreundlichen, nachhaltigen und gesundheitlich unbedenklichen Bauprodukten. In Österreich sind dies beispielsweise das Österreichische Umweltzeichen, das IBO-Prüfzeichen (Österreichisches Institut für ökologisches Bauen & gesundes Wohnen), das natureplus-Prüfzeichen, der Blaue Engel, Cradle to Cradle und die CE-Kennzeichnung.

Für eine übersichtliche Darstellung der gewählten Baustoffe wurde der gesamte Innenausbau in drei Ebenen unterteilt. Ebene 1 umfasst dabei die wärmedämmende und tragende Schicht des gesamten Ausbaus. Auf Ebene 2 wird die gesamte Möblierung vorgestellt und auf Ebene 3 sind alle verwendeten Textilien aufgeführt.

- Abb.96: Österreichisches Umweltzeichen.
- Abb.97: IBO-Prüfzeichen.
- Abb.98: natureplus.
- Abb.99: Blauer Engel.
- Abb.100: Cradle to Cradle Zertifizierung.
- Abb.101: CE- Kennzeichen.
- Abb.102: PEFC Siegel.
- Abb.103: FSC Siegel.

Ebene 1

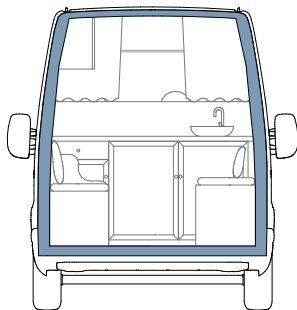


Abb.104: Ebene 1: Unterkonstruktion, Wärmedämmung und Innenraumverkleidung.

Ebene 2

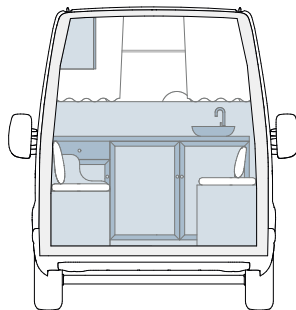


Abb.105: Ebene 2: Möblierung.

Ebene 3

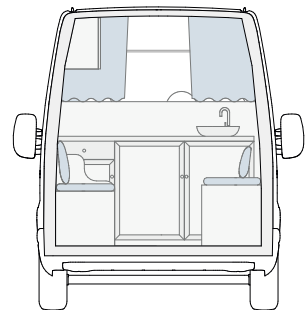


Abb.106: Ebene 3: Textil.



## Oberflächenbehandlung und Klebstoffe

### *Holzschutz*

In der Natur verfügen Pflanzen bereits über bestimmte Abwehrmechanismen gegen Schädlinge und Umwelteinflüsse. Wenn wir Menschen sie jedoch für unsere Zwecke, wie beispielsweise den Hausbau, nutzen, müssen wir sie oft in ihrer neuen Umgebung schützen.

Von Anfang an war uns klar, dass in unserem Projekt viele Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere Holz, verwendet werden. Obwohl hauptsächlich Innenräume umgebaut wurden, war es dennoch notwendig, das Holz zu schützen. Hierfür wurden sowohl konstruktive Maßnahmen ergriffen, wie die Montage der Wand- und Deckenverkleidung auf einer Holz-Unterkonstruktion mit Abständen, um eine Luftzirkulation zu ermöglichen und die Feuchtigkeit im Raum auszugleichen, als auch natürliche Holzschutzmittel eingesetzt. Das verwendete Holz wurde mehrschichtig mit natürlichen, kaltgepressten Leinöl (nicht mit Leinölfirnis verwechseln) behandelt, das komplett frei von Lösemitteln ist und aufgrund seines hohen Omega-3-Fettsäuregehalts eigentlich dem Futter von Pferden beigemischt wird. Leinöl wird seit langem im Hausbau, zum Beispiel in Fachwerkkonstruktionen, als Grundierung verwendet, da es tief in das Holz eindringt und die Holzporen füllt, jedoch bleibt das Holz dabei dampfdurchlässig.<sup>84</sup>

Warum ist es sinnvoll, bereits zu Beginn der Projektplanung über den Holzschutz nachzudenken?

Je nach den gewählten Mitteln kann es zu längeren Trocknungszeiten des Holzes nach der Behandlung kommen.

<sup>84</sup> Vgl. Malerblatt. (Zugriff: 20.04.2023)

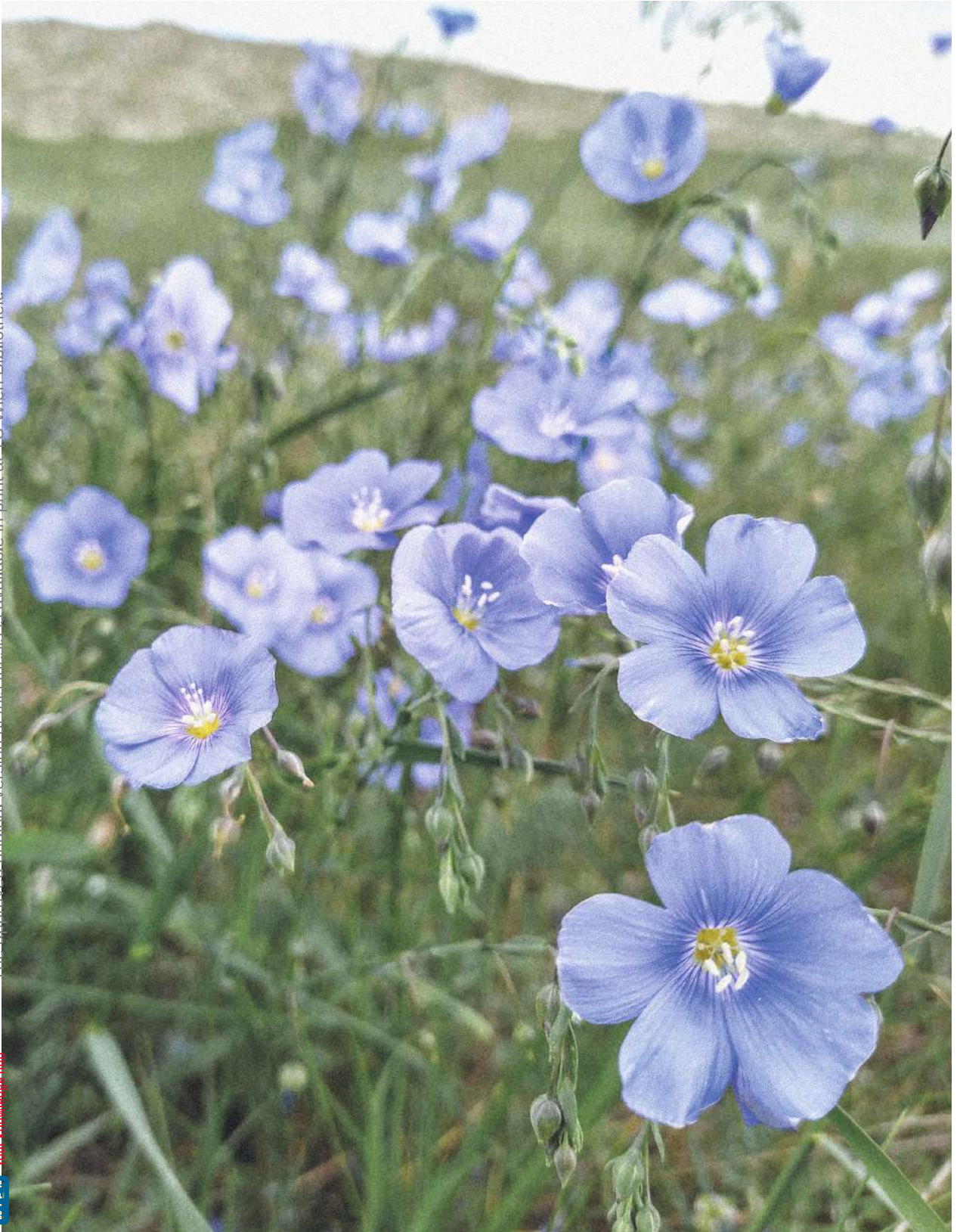


Abb.107: Flachs - Die vielseitige Pflanze für die Herstellung von Leinöl.

### *Wie genau haben wir das Holz mit Öl beschichtet?*

1. Zunächst wurden die gesamten Holzlatten handgeschliffen und vom Staub befreit.
2. Anschließend wurde kaltgepresstes Leinöl mit einem Pinsel auf die Holzlatten aufgetragen. Dabei war es wichtig, auch die Strinseiten oder Schnittstellen nicht auszulassen, da es dort zu mehr Feuchtigkeitsaufnahme kommen kann. Die Auftragung sollte idealerweise in warmen Jahreszeiten oder bei Temperaturen über 15°C erfolgen.
3. Nach 15 bis 30 Minuten konnte man beobachten, dass das Öl in das frisch geschliffene Holz eingedrungen ist. Die Überreste des Öles wurden dann mit einem Baumwolltuch abgewischt und das Holz in einem überdachten Raum zum Trocknen gelassen.
4. Am nächsten Tag wurde die zweite Schicht des Öls aufgetragen, wobei die Oberfläche des Holzes schon vollgesaugt war, wodurch die Trocknungszeit der Schicht 2 bis 3 Wochen betrug.
5. Während die anderen Arbeitsschritte am Projekt gemacht wurden, wurde das Holz auch mit einer dritten Schicht behandelt. Das Baumaterial wurde weitere Wochen lang zum Trocknen gelassen, bevor es zur Anwendung kam.
6. Die Holzoberfläche ist nun leicht gelblich geworden, riecht angenehm süßlich und fühlt sich natürlich an. Die Ölschicht hat die wunderschöne Maserung des Holzes hervorgehoben und bildet jetzt

den einzigartigen Charakter des Raumes. Es gibt auch aufhellende Leinöle, die dem Holz einen leicht weißen Farbton verleihen.

Die Arbeit mit dem Leinöl weckt in mir Erinnerungen an meine Heimat Lettland. Im Sommer färbt sich das Land in ein Meer aus hellblauen Flachsblüten und der Duft von Leinöl liegt in der Luft. Dort ist Flachs schon seit jeher ein wichtiger Bestandteil der Kultur und Tradition. Es war schön, ein Stück dieser Tradition auch im Remaster-Projekt einzubringen.





Abb.108.



Abb.109.



Abb.110.

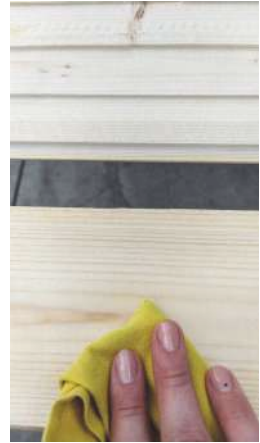


Abb.111.

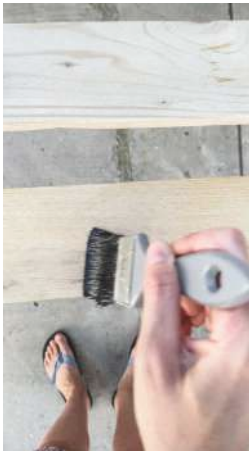


Abb.112.



Abb.113.



Abb.114.



Abb.115.

Abb.108: Holzvorbereitung - Eine makellose Oberfläche durch Schleifen und gründliches Entstauben.

Abb.109: Das Auftragen von kaltgepresstem Leinöl.

Abb.110: Leinöl dringt tief in das geschliffene Holz ein und hinterlässt einen glänzenden Film auf der Oberfläche.

Abb.111: Das Entfernen überschüssigen Öls mit einem Baumwolltuch.

Abb.112: Die zweite Schicht Leinöl wird aufgetragen.

Abb.113: Das Sägen von Latten, um die Ölschicht zu überprüfen.

Abb.114: Die Ölschicht nach einem Auftrag.

Abb.115: Die Ölschicht nach mehrfachem Auftragen.

## Anstriche

Die Holzschutzmittel dienen vorrangig dem Schutz des Holzes gegen Pilzbefall und Feuchtigkeitseinwirkung. Allerdings können Anstriche dem Holz auch eine ansprechende Farbgebung verleihen. Mittlerweile gibt es eine Vielzahl an natürlichen Produkten auf dem Markt, die hierbei zum Einsatz kommen können. Doch auch bei den Naturfarben sind die Komponenten Bindemittel, Lösemittel, Farbstoffe/Pigmente und Additive/Hilfsstoffe unverzichtbar.<sup>85</sup> „Der Unterschied zu den meistens synthetisch hergestellten konventionellen Farben besteht darin, dass diese 4 Komponenten ausschließlich aus nachwachsenden und anderen natürlichen Rohstoffen gewonnen werden.“<sup>86</sup>

Beispielsweise kommen zum Einsatz auch solche Mittel:<sup>87</sup>

- Naturharze, Pflanzenole, Zelleim (Methylcellulose), Pflanzen- und Bienenwaxse als Bindemittel;
- Wasser, atherische Pflanzenole als Lösemittel;
- Erd-, Pflanzen- und Mineralpigmente als Farbstoffe/Pigmente;
- pflanzliche Emulgatoren, Ammoniumseifen, bleifreie Trockenstoffe und mineralische Kieselsäure als Additive/Hilfsstoffe.

Wir sind begeistert von der gelblichen Farbe, die das Holz durch die Ölbehandlung erhalten hat, je doch wollten wir unserem Raum auch einige Farbakzente verleihen. Dazu haben wir uns für eine

Holzbeize mit mineralischen Pigmente auf Leinölfirnisbasis entschieden, die unsere Möbel in einem schönen blaugrauen Ton erstrahlen lässt. Die Auftragung der Farbe ähnelt der des Leinöls, jedoch war es wichtig, die Farbschichten sorgfältig abzuwischen, um klebrige Flecken nach dem Trocknen zu vermeiden. Diese müssen dann mühsam durch Schleifen entfernt werden und können störend sein.

In der „Tabelle 04“ sind weitere Holzschutzmittel und Anstriche auf der Basis nachwachsender Rohstoffe aufgeführt, die sich für unterschiedliche Oberflächen eignen.

<sup>85</sup> Vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, 2019, S. 31.

<sup>86</sup> Ebda.

<sup>87</sup> Ebda.



Anstriche (Oberflächen: Putze, Tapeten oder Plattenwerkstoffe)	Holzschutzmittel
	Wachse
	Firnisse
	Holzöle
	Naturharzöl-Lacke
	Naturlasur
Kalkfarben	
Silikatfarben	
Wandlasur-Pflanzenfarben	
Kalkkasein-Wandfarben	
Leimfarben	
Naturharz-Dispersionsfarben	

Tab. 04: Holzschutzmittel und Anstriche auf Basis der nachwachsenden Rohstoffe



Abb.116: Holzbeize mit mineralischen Pigmenten auf Leinölfirnisbasis - Farbakzente für den Remaster.

## Klebstoffe | Dichtstoffe

Im Remaster haben wir auch synthetische Klebstoffe und Dichtstoffe verwendet, jedoch nur dann, wenn es unvermeidlich war. Hauptsächlich wurden mechanische Befestigungsmethoden verwendet. Zum Beispiel wurden die Unterkonstruktionslatten des Fußbodens punktuell mit einem Fahrzeugkarosseriekleber befestigt (mehr dazu in „Ebene 1“). Die Mosaikfliesen aus recyceltem Glas in der Küche wurden ebenfalls punktuell mit Montagekleber an der Wand angebracht. Leider konnten wir keine ökologischere Alternative für die Karosseriedurchdringungen finden, daher wurden sie mit einer Dichtmasse auf Silikonbasis abgedichtet. Für die Wanddurchdringung des Holzofenrohrs wurde ein hitzebeständiges Dichtungsmittel verwendet.

In anderen Bereichen, die weniger feucht und hitzeempfindlich waren, haben wir natürliche Dichtstoffe verwendet. Als Randdämmstreifen im Fußbodenaufbau haben wir Schafwoll-Klemmfilz eingesetzt und während des Sägeprozesses entstandene feine Holzspäne für die Ausfüllung der Schlitzes zwischen den Holzlatten (Küchen-Arbeitsplatte) und Bohrlöchern verwendet. In Zukunft planen wir, Lehmbasierte Fugenfüller für die Behebung von Holzschwindrissen im Innenraum zu verwenden, da sie eine natürliche Alternative darstellen.

Die Suche nach den Inhaltsstoffen synthetischer Klebstoffe gestaltet sich als eine Herausforderung.

Auf der Herstellerseite ist es oft schwierig, Informationen zur Zusammensetzung der Klebstoffe zu finden. Eine Orientierungshilfe können jedoch die Zertifizierungen der Mittel bieten. Das Emissioncode-Siegel beispielsweise zeichnet besonders emissionsarme Bauprodukte aus. Als Alternative zu synthetischen Klebstoffen können für die Verklebung von Materialien wie Keramik, mineralischen Oberflächen, Kork, Teppichen, Linoleum, Holz und Papier auch natürliche Klebstoffe auf Basis von Kasein, Naturlatex, Baumharz und Zellulose verwendet werden.

Abb.117: EMISSIONCODE-Siegel EC1.



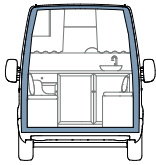
Abb.117.



Abb.118: Die Holz-Unterkonstruktion wird an die Stahl-Bodenplatte angebracht.



Abb.119: Das frisch eingebaute Seitenfenster wird mit Montagekleber an der Wand befestigt und sorgfältig abgedichtet.



## Ebene 1

In dieser Ebene wird das „Fundament“ des Innenausbaus geschaffen. Sie umfasst die Unterkonstruktion, Wärmedämmung und Innenraumverkleidung, welche die Basis für die darauf folgenden Schichten bilden.

### 1. Unterkonstruktion

Baustoffe: Fichten-/Tannenholz, Montagekleber punktuell

Die Entscheidung, ob eine Unterkonstruktion notwendig ist, hängt von der individuellen Wohnmobilkonfiguration ab. Im Remaster-Projekt wurde dieser Schritt jedoch nicht ausgelassen. Die Unterkonstruktion spielt hier eine wichtige Rolle als Skelett für die weiteren Ausbausritte. Sie fixiert die Wärmedämmung und hält die Innenverkleidung des Raums. Statt die Möbel wie Hängeschränke und Sitze direkt an das tragende Stahlgerippe der Fahrzeugkarosserie anzubringen, werden sie an die Wand- und Bodenunterkonstruktion montiert.

#### 1.1. Baustoffwahl

Die Unterkonstruktion wurde aus Fichten-/Tannenholzlatten hergestellt, die zuvor als Schrankteile genutzt wurden und aus dem Sperrmüll gerettet wurden. Dank ihres hervorragenden Zustandes wurden sie für die Konstruktion wiederverwendet und mit Leinöl behandelt, um ihre Langlebigkeit zu erhöhen. Statt Stahlprofilen haben wir uns aus mehreren Gründen für Holz entschieden:<sup>88</sup>

- Holz ist etwa 16 Mal leichter als Stahl;
- Herstellung von Stahl verursacht dreifach höhere Energie- und Ressourcenverbrauch;
- Holz weist ein negatives Globales Erwärmungs-

potenzial (GWP) auf, was bedeutet, dass es dazu beiträgt, den anthropogenen Treibhauseffekt und somit die globale Erwärmung im Gegensatz zu Stahl zu verringern;

• Es besteht bei Stahl eine Korrosionsgefahr bei mechanischer Einwirkung oder dem Kontakt mit Feuchtigkeit und der Fahrzeugkarosserie.

#### 1.2. Montage

Die Unterkonstruktion der Wände und Decke wurde durch Verschraubung mit dem Stahlskelett des Fahrzeugs befestigt. Am Boden hingegen wurden die Latten punktuell an der Fahrzeugbodenplatte geklebt, da diese kein Gerippe enthält und somit eine Verschraubung verhindert. Durch das Durchbohren der Bodenplatte würde zudem Spritzwasser von außen durch Mikroöffnungen nach innen eindringen und die zukünftige Wärmedämmung durchfeuchten. *Jedoch besteht Optimierungspotential in der Wahl einer ökologischeren und gesundheitsfreundlicheren Alternative zu Montage- und Dichtungsklebern, was auf der Stahlkarosserien haften würde.*

<sup>88</sup> Baubook Zentrale. (Zugriff: 12.04.2023)





Abb.120: Montage der Unterkonstruktion an den Wänden.



Abb.121: Vorbereitung des Holzrahmens für das Seitenfenster.



## 2. Wärmedämmung

Baustoffe: Klemmfilz aus Schafwolle, Seegrasdämmung, Kokosfaserdämmung, Hanfkordel

Die Stahlblechkarosserie eines Wohnmobils sorgt für eine moderate Wärme- und Schallübertragung zwischen dem Innen- und Außenraum. Die Wärmedämmung im Wohnmobil dient nicht nur dazu, die Wärmeübertragung von Innen nach Außen zu minimieren, sondern auch um die Übertragung von Wärme und Schall von Außen nach Innen zu reduzieren. Darüber hinaus spielt die Wärmedämmung eine wichtige Rolle bei der Vermeidung von Feuchtigkeitsbildung im Wohnmobil. Die Karosserie des Fahrzeugs ist diffusionsdicht, so dass die warme, feuchte Innenraumluft, die durch Kochen, Atmen und Duschen entsteht, im Raum eingeschlossen wird. Bei extremen Temperaturunterschieden zwischen Innen- und Außenraum wird sich die Luft an kalten, ungedämmten Oberflächen (Wände, Böden, Decken, Türen und Fenster) kondensieren, was mit der Zeit zu Korrosion und Schimmelbildung führen kann. Allerdings gibt es auch Wohnmobile, die ohne Wärmedämmung auskommen.

### 2.1. Dämmkonzept

Für das Remaster Projekt wurden vorerst drei verschiedene Optionen für das Dämmkonzept in Betracht gezogen.

- Keine Dämmung: Obwohl dies die einfachste und günstigste Option ist, bietet sie den geringsten Schutz gegen Temperaturschwankungen. Besonders in Regionen mit wechselhaftem Klima könnte es im Sommer im Raum sehr heiß und im Winter sehr kalt werden. Diese Option kann in Regionen mit milden Klimabedingungen und bei regelmäßigen Lüftung in Betracht gezogen werden. Allerdings wäre dabei unsere Reiseflexibilität eingeschränkt.

- Dämmung+Dampfsperre: Eine Dampfsperre ist normalerweise in beide Richtungen dampfdicht und verhindert das Eindringen von Feuchtigkeit in die Dämmung. Das ist besonders wichtig, wenn das Wohnmobil in feuchten Umgebungen genutzt wird oder wenn im Innenraum viel Feuchtigkeit erzeugt wird, beispielsweise durch Kochen oder Duschen. Allerdings haben wir bei der Inspektion des Fahrzeugs festgestellt, dass die Karosserie einige minimale Schlitze und Löcher aufweist, was dazu führen könnte, dass die Luftdichtigkeit und Dampfdichtigkeit innerhalb der Dämmebene nicht gewährleistet werden kann. Außerdem kann eine nicht ordnungsgemäß angebrachte Dampfsperre dazu führen, dass feuchte Innenraumluft in die Konstruktion eindringt und eingeschlossen wird, was die Schimmelbildung begünstigt.

- Diffusionsoffener Wandaufbau: Kombiniert eine diffusionsdichte Aussenhülle mit einer diffusions-

offenen Dämmung. Ein solches Dämmmaterial kann Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben, so dass ein Feuchtigkeitsaustausch zwischen der Dämmebene und dem Innenraum stattfinden kann, bevor Feuchtigkeit Schäden in der Konstruktion verursacht. Diese Option könnte eine gute Wahl sein, um Schimmelbildung zu vermeiden und den Komfort im Innenraum aufrechtzuerhalten. Eine Möglichkeit, die in Erwägung gezogen werden kann, ist die Kombination einer Dampfbremse mit einem diffusionsoffenen und kapillaraktiven Dämmstoff. Es ist jedoch wichtig, bei der Wahl des Materials für einen ökologischen Ausbau sorgfältig zu überlegen. Eine Alternative zu Kunststoff- und Aluminiumfolien könnte beispielsweise eine fadenverstärkte Pappfolie sein.

Nach eingehender Überlegung fiel die Entscheidung auf die dritte Option, ein diffusionsoffenes Dämmkonzept. Dabei war uns bewusst, dass wir effektive Maßnahmen ergreifen müssen, um die entstehende Luftfeuchtigkeit im Innenraum zu reduzieren und abzutransportieren, und dass der Taupunkt möglichst nicht überschritten werden darf. Andernfalls besteht die Gefahr, dass die Dämmung nach längerer Nutzung feucht wird, ihre Dämmeigenschaften verringert und eine hohe Schimmelbildungsgefahr entsteht. Außerdem kann zu hohe oder zu niedrige Luftfeuchtigkeit im Raum unser Wohlbefinden und die Gesundheit beein-

trächtigen. Die als behaglich empfundene Raumlufttemperatur liegt zwischen 19°C und 23°C bei einer Luftfeuchte von 35% bis 70%.<sup>89</sup>

Um für ein gesundes Raumklima zu sorgen, wurden verschiedene Strategien angewendet:

- a) Zum einen wird die relative Luftfeuchtigkeit im Innenraum, die eng mit der Temperatur verbunden ist, überwacht. Hierfür kommen ein Hygrometer und Thermometer zum Einsatz. (dazu mehr im „Tagebuch“).
- b) Zudem wird durch Heizen und Lüften für einen optimalen Luftaustausch gesorgt (dazu mehr im Kapitel „Heizung und Lüftung“).
- c) Um sicherzustellen, dass die Dämmung ausreichend abtrocknen kann, wurden Lüftungsöffnungen in der Wandverkleidung eingebaut (dazu später mehr).
- d) Darüber hinaus wurden Dämmmaterialien ausgewählt, die Schimmelbildung verhindern und die Feuchtigkeit regulieren können.

## 2.2. Baustoffwahl

Hier werden wir auf Punkt „d“ eingehen. Die Wahl der Dämmmaterialien war ein komplexer Prozess, bei dem mehrere Kriterien und Kompromisse be-

<sup>89</sup> Vgl. Kai Schild, Wolfgang M.Willems: Wärmeschutz. Grundlagen, Berechnung, Bewertung, 3. Auflage, 2022, S.323.

rücksichtigt wurden. Zunächst wurden konventionelle Baustoffe, die häufig im Wohnmobil-Ausbau verwendet werden, mit Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen verglichen. Eine Tabelle (Tab.05) fasst die gegenübergestellten Dämmstoffe zusammen. Bevor die Dämmstoffe in die Tabelle eingereiht wurden, wurden sie anhand ihres Gewichts (Rohdichte), ihrer Zugänglichkeit und ihres Umgangs mit Feuchtigkeit ausgewählt.

Dämmstoffe	
Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen NawaRo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hanf</li> <li>Kork</li> <li>Schafwolle</li> <li>Seegras</li> <li>Kokosfasern</li> </ul>
Dämmstoffe aus mineralischen und synthetischen Rohstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expandiertes Polystyrol (EPS)</li> <li>Extrudiertes Polystyrol (XPS)</li> <li>Flexibler Elastomerschaum (FEF)</li> <li>Polyiso-Hartschaum (PIR)</li> <li>Polyethylen (PE)</li> <li>Polyurethan (PU)</li> <li>Glaswolle</li> <li>Steinwolle</li> </ul>

Tab. 05: Gegenüberstellung der Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und Dämmstoffen aus mineralischen und synthetischen Rohstoffen.

Dichte kg/m <sup>3</sup>	Wärmeleitfähigkeit λ-Wert W/mK	Wasserdampfdiffusions- widerstandszahl μ	Globales Erwärmungspotenzial GWP kg CO <sub>2</sub> -Äq./kg	Versauerungspotenzial AP kg SO <sub>2</sub> -Äqv./kg	Nicht erneuerbare Primärenergie PENRT kWh/kg	Recyclingfähigkeit	Platten	Matten	Schüttung	Einblas-/Stopfware	Sandwich, Paneele, Zuschlagstoffe
100	0,040 – 0,045	1-4	-0,5	0,00396	4,81	ja	x	x	x	x	
90 (Spitzwerk bis zu 100)	0,040 – 0,060	5 – 15	-1,22	0,00189	1,8	ja	x	x		x	
150	0,035 – 0,045	1-5	0,6	0,00366	5,37	ja		x		x	
100	0,039 – 0,050	1-2	k.A.	k.A.	0,67	ja			x	x	
100	0,040-0,054	1-2	k.A.	k.A.	k.A.	ja	x			x	
10-30	0,029 – 0,044	10 – 100	4,21	0,0149	27,47	teilw.	x		x	x	x
45	0,031 – 0,042	50 – 200	4,24	0,0155	26	teilw.	x				x
	0,05	10000	4,31	0,0177	26,11	teilw.		x			
	0,026	30-50	4,31	0,0177	26,11	teilw.	x				
	0,05	100	2,88	0,0119	24,47	teilw.	x	x			x
	0,05	60	4,31	0,0177	26,11	teilw.	x			x	x
	0,035 - 0,04	1	2,42	0,015	12,69	nein	x	x		x	
100	0,036 – 0,04	1	1,74	0,0118	5,92	teilw.	x	x		x	x

k.A.: Keine Angabe  
 teilw.: teilweise

*Folgende Kriterien (Tab.05.) wurden bei der Wahl der Baustoffe berücksichtigt:*

- Dichte (Rohdichte): Die Rohdichte hat direkte Auswirkungen auf das maximal zulässige Gewicht des Wohnmobils;
- Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ -Wert): Ein Material mit einer niedrigen Wärmeleitfähigkeit wird dabei helfen, den Wärmeverlust im Wohnmobil zu minimieren. Darüber hinaus kann ein guter Dämmstoff auch den Energieverbrauch für Heizung und Kühlung reduzieren;
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl: Dieser Faktor gibt die Fähigkeit des Materials an, Feuchtigkeit zu regulieren. Natürliche Baustoffe können in der Regel besser den Wasserdampf aufnehmen und wieder abgeben als fossile oder mineralische Dämmstoffe. Eine zu hohe Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl kann dazu führen, dass Feuchtigkeit in der Konstruktion eingeschlossen wird;
- Nicht erneuerbare Primärenergie (PENRT nach IBO 2020): Dieser Faktor der Ökobilanz gibt Auskunft darüber, wie viele nicht erneuerbare Ressourcen bei der Herstellung des Baustoffs verwendet wurden und somit wie nachhaltig die Herstellung des Baustoffs ist. „PENRT enthält sowohl die energetisch als auch die stofflich genutzten Ressourcen.“<sup>90</sup>
- Globales Erwärmungspotenzial (GWP total nach IBO 2020): Das Globale Erwärmungspotenzial ist

auch ein Kennwert der Ökobilanz und gibt an, wie sehr ein Baustoff zum Treibhauseffekt und somit zum Klimawandel beiträgt;

- Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP nach IBO 2020): Weiterer Kennwert der Ökobilanz gibt an, wie sehr ein Baustoff zur Versauerung von Böden und Gewässern beiträgt. Baustoffe mit hohem Versauerungspotenzial können negative Auswirkungen auf die Umwelt haben und sollten vermieden werden, da sie außerdem zu einer Verminderung der Fischbestände in Bezug auf ihre Zahl und Vielfalt führen können;
- Recyclingfähigkeit: Im Rahmen dieses Projekts war es uns wichtig, dass die verwendeten Baustoffe recycelbar, wiederverwendbar oder kompostierbar sind. Baustoffe, die sich nicht recyceln oder wiederverwenden lassen, erhöhen das Abfallaufkommen und tragen zur Umweltverschmutzung bei. Dies ist insbesondere im Kontext von Wohnmobilen von Bedeutung, da die Gesamtlebensdauer eines Wohnmobils oft viel kürzer als die eines Wohnhauses ist. Natürlich spielt auch die Art und Weise der Baustoffbefestigung eine wichtige Rolle in Bezug auf die Recyclingfähigkeit;
- Lieferformen: Bei der Wahl der Baustoffe haben wir auch darauf geachtet, dass sie leicht anpassbar und flexibel sind, um sich an die unebenen Wände der Stahlkarosserie anpassen und somit die Wärmebrücken reduzieren zu können.



Nach umfassender Recherche standen zahlreiche Dämmstoff-Optionen für den Remaster-Umbau zur Verfügung, von EPS und Steinwolle bis hin zu Hanf und Kokosfasern. Konventionelle Dämmstoffe wie PU und Steinwolle weisen in der Regel eine höhere Dichte und Wärmeleitfähigkeit auf, was sich positiv auf die Dämmleistung auswirkt. Allerdings sind sie auch mit schlechteren Ökobilanz-Werten verbunden, was ihre Umweltauswirkungen erhöht. Außerdem ist ihre Recyclingfähigkeit oft eingeschränkt. Auf der anderen Seite bieten nachwachsende Rohstoffe wie Schafwolle, Seegras und Kokosfasern eine umweltfreundlichere Alternative. Sie sind oft biologisch abbaubar, kompostierbar und recycelbar. „Durch die hohe kapillare Saugfähigkeit und den äußerst geringen Dampfdiffusionswiderstand können diffusionsoffene Dämmstoffe anfallendes Kondensat gut verteilen und vorübergehend speichern. Bei abnehmender Luftfeuchtigkeit können sie die Feuchtigkeit rasch wieder abgeben.“<sup>91</sup>

Die Entscheidung für die verwendeten Baustoffe basierte letztendlich auf ihren ökologischen Werten, ihren gesundheitlichen Eigenschaften, ihrer Recycelfähigkeit, Kompostierbarkeit oder Wiederverwendbarkeit sowie auf unserer Neugier. Als Dämmstoff für Wände, Decken und Türen haben wir uns für Klemmfilz aus Schafwolle entschieden, während wir für den Boden Seegras und für die Radkästen Kokosfasern gewählt haben.

<sup>90</sup> Baubook. (Zugriff: 15.04.2023)

<sup>91</sup> klimaaktiv Programm „Nawaro Markt“: Dämmstoffe richtig eingesetzt. Eignung, Anwendung und Umweltverträglichkeit von Dämmstoffen, 8. Auflage, 2014, S. 92.

## Schafwolle

Schafwolle ist eine Naturfaser, die aus nachwachsenden organischen Rohstoffen als Nebenprodukt der Tierhaltung gewonnen wird. Jedes Jahr werden Schafe zweimal geschoren und neue Rohwolle gewonnen. Nach dem gründlichen Waschen werden die Fasern zu Vliesen geflochten. Diese können dann in verschiedenen Dichten und Formen hergestellt werden und als Dämmatten, Filze, Vliese und Stopfmaterialien eingesetzt werden.

Wir haben uns aus verschiedenen Gründen für Schafwolle als Dämmmaterial im Wohnmobil entschieden. Zum einen kann die Wolle „bis zu 33% ihres Eigengewichtes an Feuchtigkeit aufnehmen, in Fasern binden und wieder abgeben“<sup>92</sup> und ist Schimmelresistent, was in einem geschlossenen Raum wie einem Wohnmobil sehr wichtig ist. Darüber hinaus ist Schafwolle von Natur aus schwer entflammbar und bietet hervorragende Dämmeigenschaften, insbesondere wenn es um Schalldämmung geht. Dies ist besonders wichtig in einem Wohnmobil mit einer Stahlkarosserie. Der Klemmfilz aus Schafwolle weist eine etwas höhere Materialdichte von 30 kg/m<sup>3</sup> auf als die üblichen Schafwolldämmungen, wodurch wir einen dünneren, aber dennoch effektiven Wandaufbau im Wohnmobil erreichen konnten. Tatsächlich konnten wir sofort nach der Anbringung der Schafwolle feststellen, dass alle Geräusche im Innenraum gedämpft wurden und kein Echo mehr entstand. In

konventionellen Wohnmobilen wird oft Butylkautschuk als Schalldämmung eingesetzt, aber das ist ein Ölprodukt und kann schwierig später von den Wänden und der Decke entfernt werden.

Bei der Wahl von Baustoffen geht es nicht nur um Natürlichkeit, sondern auch um ökologische Aspekte. Denn nicht alle natürlichen Baustoffe sind umweltfreundlich in der Herstellung und Entsorgung. Bei Schafwollprodukten ist besonders die Mottenbehandlung problematisch. Häufig werden hierbei gesundheitsgefährdende Mittel wie Pyrethroide (Nervengift), Borsalz oder Mittin FF (Sulcufuron) eingesetzt.<sup>93</sup> Das Letztere ist mittlerweile in der EU nicht mehr zugelassen. Um eine ökologische und gesunde Alternative zu finden, haben wir uns für einen Schafwoll-Klemmfilz entschieden, der in Oberösterreich hergestellt wird und mit einem biozidfreien Wollschutz auf plasmaionischer Basis behandelt wurde. Auf diese Weise wird die Wolle unattraktiv für Motten und andere Insekten gemacht. Zusätzlich bindet das in der Schafwolle enthaltene Keratin verschiedene Schadstoffe wie Formaldehyd und baut diese ab.<sup>94</sup> Der Klemmfilz trägt zudem das internationale natureplus®-Qualitätszeichen, das für Baustoffe steht, die aus nachwachsenden, recycelten oder nachhaltig verfügbaren Rohstoffen energieeffizient und umweltfreundlich produziert wurden.<sup>95</sup> Damit haben wir eine ökologische und gesunde Lösung gefunden, die sich von anderen



Abb.122.



Abb.123: Kombination aus Schafwoll-Klemmfelz und Hanfkordel zur Wand- und Deckendämmung.

Abb.122: Verwendung von Schafwolldämmung mit natureplus Qualitätssiegel im Remaster.

<sup>92</sup> Wolfgang Linden, Iris Marquardt: Ökologisches Baustoff-Lexikon, 4.Auflage, 2018, S.538.

<sup>93</sup> Vgl. Ebda, S.538.

<sup>94</sup> Vgl. Ebda, S.539.

<sup>95</sup> IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie. (Zugriff: 13.04.2023)

herkömmlichen Dämmstoffen abhebt.

## Seegras

Die Dämmung aus Seegras, genauer gesagt aus den abgestorbenen Resten der Pflanze *Posidonia oceanica*, stellt eine spannende und nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Dämmmaterialien dar. Die Neptunbälle werden an den Mittelmeerstränden von den Wellen angespült, aber statt sie einfach zu entsorgen, können sie gesammelt und zu einem umweltfreundlichen Dämmstoff weiterverarbeitet werden. Obwohl das lose Seegras vielen Lebewesen als Lebensraum dienen könnte, wird es oft weggeräumt und deponiert. Die von den Wellen dicht verflochtenen Kugeln bergen jedoch ein großes Potenzial als nachhaltiger Baustoff. Nach der Reinigung und Zerkleinerung kann das natürliche Material als Innen- oder Außendämmstoff verwendet werden. Die Neptungras-Dämmung ist vollständig von Natur aufbereitet und „aufgrund der silikathaltigen Faserstruktur nicht brennbar und resistent gegen Schimmelpilze“<sup>96</sup>. Es sind keine Zusätze für den Brandschutz nötig.

Der Dämmstoff aus Neptungras ist ein vergleichsweise junger Baustoff und wurde vermutlich wiederentdeckt. Seit 2007 wird er in Karlsruhe produziert und fand auch im Remaster Verwendung als Dämmung für den Fußboden. Der Dämmstoff ist außerdem durch solche Umweltzeichen wie Eco-Label und Blauer Engel zertifiziert. Für uns war es besonders spannend, diesen Baustoff auch im Wohnmobil auszuprobieren und zu sehen, wie



Abb.124.



Abb.125.

er sich im Vergleich zu herkömmlichen Materialien schlägt.

Abb.124. Verwendung von Seegrasdämmung im Remaster mit Blauer Engel Umweltzeichen.

Abb.125. Eco Institute Zertifizierung der Seegrasdämmung im Remaster.

<sup>96</sup> Linden, Marquardt, 2018, S.417.



Abb.126: Verwendung von Seegrasdämmung als Fußbodendämmung.



Abb.127: Seegraskugeln: Natürlicher Dämmstoff direkt aus dem Meer.



### *Kokosfasern*

Die tropische Kokospalme birgt viele Schätze, darunter auch die Kokosfaser (auch bekannt als „Coir“ im Handel). Die meisten von uns kennen nur die innere Schale mit dem leckeren Kern, die wir im Supermarkt finden und für unser Granola oder Schoko-Kokoskuchen verwenden. Die äußere faserige Schale wird jedoch oft als Nebenprodukt der Kokosnussernte weiterverwendet, zum Beispiel für die Produktion von Teppichen, Bürsten, Filzen, Seilen und Dämmung.

Für die Gewinnung von Kokosfasern werden unreife Kokosnüsse verwendet, die Lignin und Zellulose enthalten. Die Fasern werden dann monatelang im Meereswasser dem Rotteprozess ausgesetzt, um „schwächere“ Fasern zu eliminieren. Die widerstandsfähigen Fasern werden dann gewaschen, geklopft und in der Sonne getrocknet, um sie geschmeidiger zu machen.

Dämmstoffe aus Kokosfasern sind nicht nur widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit und Schimmel, sondern auch elastisch, verrottungsfest und strapazierfähig.<sup>97</sup> Diese Eigenschaften machen sie besonders attraktiv für die Anwendung in Wohnmobilen. Sie können als lose Stopfware oder in Matten verflochten verwendet werden. Leider müssen für den Transport der Fasern oft lange Strecken zurückgelegt werden, was ihre Ökobilanz beeinträchtigt. Auch die Zugabe von Feuerschutzmitteln und

teilweise unfaire Arbeitsbedingungen bei der Gewinnung des Rohmaterials tragen dazu bei.

Wir waren neugierig und haben die unbehandelten Kokosfasern, die wir kostenlos über eine Kleinanzeigen-Website erhalten haben, als Dämmung für die Radkästen unseres Fahrzeugs verwendet. Die losen Fasern können später kompostiert oder im Gartenbau verwendet werden.

<sup>96</sup> Linden, Marquardt, 2018, S.335.



Abb.128: Verwendung von Kokosfasern zur Dämmung der Radkästen.



Abb.129: Gewinnung von "Coir" aus der äußeren Schale der Kokosnussfrucht.

### 2.3. Aufbau

Zur Entwicklung der Konstruktionsschnitte wurden zunächst verschiedene konventionelle und ökologischere Aufbauvarianten analysiert (Tab.06. und Tab.08.). Leider konnte jedoch keine der Varianten im Rahmen eines Wohnmobils die geforderten U-Werte erreichen, ohne dass die Schichtstärken zu groß wurden, was wiederum zu einem kleineren Wohnraum und einem schwereren Fahrzeug führte. Aus diesem Grund wurden Wandaufbauvarianten gewählt, bei denen die bestehenden Holme zwischen der Stahlkarosseriekonstruktion mit Dämmmaterial gefüllt werden und die Verkleidung in den Innenraum hineinragt. Der durchschnittliche Dämmbereich beträgt somit 6 cm und die Ebene der Unterkonstruktion und Innenraumverkleidung variiert zwischen 3 und 4 cm, abhängig von der Materialwahl.

Um die bauphysikalischen Werte miteinander zu vergleichen, wurden für den Test standardisierte Außentemperaturbedingungen von  $-5^{\circ}\text{C}$  und 80% Luftfeuchtigkeit gewählt, während die Innenraumbedingungen bei  $+20^{\circ}\text{C}$  und 50% Luftfeuchtigkeit gehalten wurden. Da Wohnmobile eine mobile Wohnform darstellen, können Reisende ihre Ziele je nach Saison auswählen, ähnlich wie traditionelle Nomaden. In den Wintermonaten beispielsweise wird unsere Reise in die Regionen Südeuropas gehen, um Heizenergie zu sparen, die Kondensatbildung im Fahrzeug zu reduzieren und die Trock-

nungsdauer des Tauwassers zu minimieren. Dort schwanken die Temperaturen zwischen  $+2,5^{\circ}\text{C}$  und  $+9^{\circ}\text{C}$  (siehe Abb.130.). Im Sommer hingegen können wir durch den Norden und Zentraleuropa reisen, wo angenehme Temperaturen zwischen  $+15,5^{\circ}\text{C}$  und  $+28,5^{\circ}\text{C}$  herrschen (siehe Abb.131.).

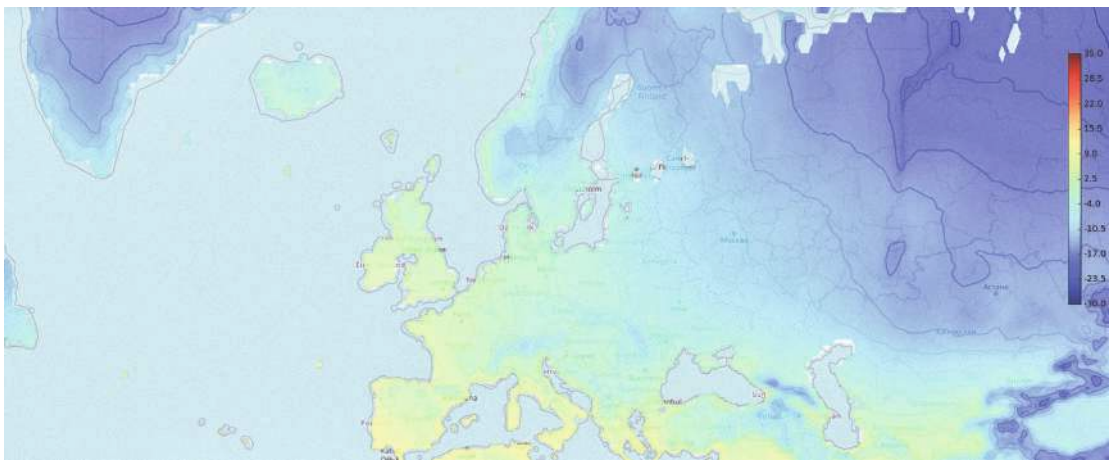


Abb.130: Durchschnittstemperaturen in Europa im Winter (Januar).

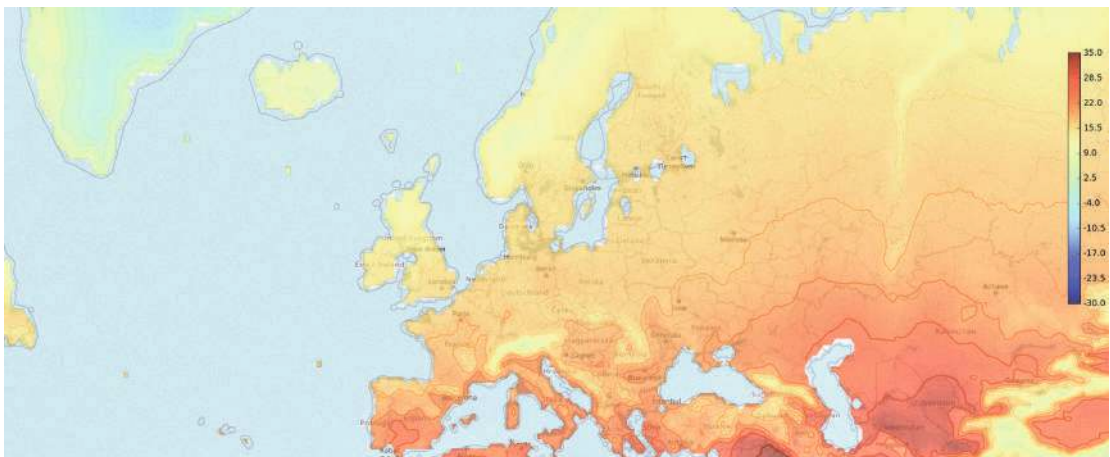


Abb.131: Durchschnittstemperaturen in Europa im Sommer (Juli).

		<b>Bauteile</b>
<b>Gewählte Aufbauten</b>	NawaRo	AW Schafwolle AD Schafwolle  FuH Seegras
	Konventionell	FuH nicht gedämmt FuH Flexibler Elastomerschaum FuH PU FuH XPS
<b>Fussbodenaufbauten (Hinterlüftet)</b>	NawaRo	FuH Korkplatten FuH Schafwolle FuH Hanf-Jute-Matten
	Konventionell	FuH nicht gedämmt FuH Flexibler Elastomerschaum FuH PU FuH XPS
<b>Deckenaufbauten</b>	NawaRo	AD Kork+Stopfhanf AD Hanf-Jute-Matten AD Kokosfasermatten
	Konventionell	AD nicht gedämmt AD Flexibler Elastomerschaum AD PIR+PU AD XPS+PU AD Mineralwolle+Dampfbremse
<b>Wandaufbauten</b>	NawaRo	AW Kork+Stopfhanf AW Hanf-Jute-Matten AW Kokosfasermatten
	Konventionell	AW nicht gedämmt AW Flexibler Elastomerschaum AW PIR+PU AW XPS+PU AW Mineralwolle+Dampfbremse



Ökobilanz-Kennwerte (PENRT,GWP und AP) wurden auf Nutzungsdauer von 10 Jahre berechnet. Dabei wurde Stahlkarosserie des Fahrzeugs als Bestand und Ausbau als Neubau definiert.

- \* Kennwerte mit Baubook eco2soft Werkzeug ermittelt
- \*\* Kennwerte mit Ubakus Werkzeug ermittelt
- \*\*\* Kennwerte ermittelt durch Marktpreis-Berechnung

Tab. 06: Gegenüberstellung der konventionellen Aufbauten und Aufbauten mit nachwachsenden Rohstoffen | Kennwerte.

U-Wert *	Dicke cm	Gewicht * kg/m <sup>2</sup>	Tauwassermenge ** kg/m <sup>2</sup>	Trocknungsdauer ** Tage	Schimmelbildung **	Nicht erneuerbare Primärenergie PENRT * kWh/m <sup>2</sup>	Globales Erwärmungs- potenzial GWP-total * kg CO <sub>2</sub> equ./m <sup>2</sup>	Versauerungs- potential AP * kg SO <sub>2</sub> equ./m <sup>2</sup>	Preis *** €/m <sup>2</sup>
1,4	9,9	19,2	2,8	127	x	19,44	-2,05	0,0134	39,89
0,9	9,9	20,6	0,0061	130		56,11	3,98	0,0382	52,49
0,4	9,7	27,5	0,36	135		78,33	-2,59	0,0556	32,05
0,5	9,7	27,1	0,226	134		85,83	0,124	0,0616	37,95
0,1	9,72	29,2	0,46	135		70,27	14,8	0,132	31,18
0,4	11	27,2	4,024	136		11,17	-17,7	0,0124	38,19
0,4	9,7	21,1	2,731	137		19,5	-4,59	0,0177	25,24
0,4	9,7	23,9	2,37	137		7,69	-11,3	0,00796	51,89
2,7	4,9	20	3,784	89	x	48,33	1,86	0,0263	39,89
1,9	4,9	21,1	0,006	k.A.		84,45	8,23	0,0507	51,89
0,4	4,7	19	0,7	84		40,56	3,35	0,0277	35,57
0,6	4,7	18,9	0,425	83		43,61	4,18	0,0282	31,55
0,3	4,72	22,4	5,394	89		35,56	6,55	0,0693	28,37
0,3	6	25,2	4,829	86		19,03	-11,4	0,0189	30,26
0,6	5,8	24,8	0,01	85		15,45	-11,9	0,0162	21,07
1,7	4,7	19,9	2,775	85		21,11	-0,242	0,07	34,39
1,6	2,7	30,1	0,209	-	x	109,16	4,24	0,0622	49,39
1,8	4,7	32,5	0,232	105		142,5	7,95	0,0855	65,79
0,8	6,7	34,8	0,34	116		171,94	8,12	0,0943	59,79
0,6	6,7	27,5	0,342	132		41,94	-10,5	0,0324	25,55
0,6	6,45	21,8	0,266	132		26,912	-3,64	0,0654	34,39
0,6	6,45	28,8	1,019	133		44,72	-9,14	0,0334	45,19
0,6	5,8	25,2	1,774	134		15,08	-12,6	0,0162	23,95
0,6	11,1	27,3	2,735	138		19,13	-14	0,0293	41,12
0,6	6,1	24,4	3,051	85		19,67	-8,67	0,0287	32,47
0,6	5,8**	27**	4,476	137		8,3** (See-gras-Kennwerte nicht bekannt)	-12** (See-gras-Kennwerte nicht bekannt)	>0,0073**	25,03

k.A.: Keine Angabe

AW: Aussenwand

AD: Aussendecke

FuH: Fußboden hinterlüftet

*Folgende Kriterien (Tab.06.) wurden bei der Gegenüberstellung der Aufbauten berücksichtigt:*

· *U Werte:* Die U-Werte sind ein entscheidender Faktor bei der Wahl der richtigen Materialien für den Aufbau eines Wohnmobils. Die Ergebnisse der U-Wert-Analyse zeigen, dass es schwierig ist, die geforderten Werte im Rahmen eines Wohnmobils mit den untersuchten Aufbauten zu erreichen. Sowohl die konventionellen Materialien als auch die Nawaro-Optionen zeigen ähnliche Werte. Interessanterweise liegt der Wandaufbau mit PIR+PU sehr nah an dem, der mit nachhaltiger Schafwolle gedämmt wurde. Obwohl die Ergebnisse nicht perfekt sind, ist es ermutigend zu sehen, dass es umweltfreundliche Alternativen gibt, die in puncto Effizienz mit konventionellen Materialien mithalten können.

· *Gewicht:* Das Gewicht spielt eine entscheidende Rolle bei der Gesamtmasse des Wohnmobilaufbaus. Im Vergleich zwischen den gewählten konventionellen Aufbauten gibt es Tendenzen, entweder im leichten oder schweren Gewichtsbereich zu liegen. Die Nawaro Aufbauten hingegen befinden sich oft im mittleren Bereich und wiegen bei gleicher Aufbaustärke ähnlich viel wie konventionelle Aufbauten. Beispielsweise ist das Gewicht der Decke mit PIR+PU Aufbau vergleichbar mit der Decke mit Kokosfaserdämmung.

· *Ökobilanzwerte (GWP, AP und PENRT):* Wie bereits bei der Wahl der Baustoffe erwähnt, sind die Ökobilanzwerte für einen nachhaltigen Ausbau wichtig. Im Rahmen des Vergleichs der Aufbauten werden die Ökobilanzwerte der Gesamtkonstruktion verglichen. Dabei schneiden die konventionellen Aufbauten tendenziell schlechter ab. Ihre Werte für nicht-erneuerbare Primärenergie sind manchmal um das Zehnfache höher als die von Nawaro. Das globale Erwärmungspotenzial von Nawaro liegt im negativen Bereich, was bedeutet, dass sie „klimapositiv“ sind und mehr Kohlenstoff binden als freisetzen können. Das ist bei konventionellen Aufbauten anders. Das Versauerungspotenzial konventioneller Baustoffe ist um einiges höher als das von Nawaro. Dabei weisen regional verfügbare Nawaro-Baustoffe ein niedrigeres Versauerungspotenzial auf als solche, die aus entfernten Ländern importiert werden, wie zum Beispiel Kork.

· *Tauwasser:* Tauwasser ist ein Indikator dafür, wie viel Feuchtigkeit sich innerhalb von 90 Tagen bei bestimmten klimatischen Bedingungen im Bauteil ansammeln würde. Im Wohnbau dürfen Werte von 0,5 bis 1 kg/m<sup>2</sup> nicht überschritten werden. Die meisten Aufbauvarianten liegen jedoch darunter, sobald die Außentemperatur über 7°C steigt. Im Wohnmobil ist grundsätzlich mit Tauwasser zu rechnen, da die Außenhaut undurchlässig ist. Die Nawaro-Baustoffe hingegen sind diffusionsof-

fen, so dass sie Feuchtigkeit aufnehmen können, aber bei wechselnder Luftfeuchtigkeit auch wieder abgeben können. Um Feuchtigkeitsprobleme im Bauteil zu vermeiden, wurde beim Remaster beschlossen, die Diffusion von innen nach außen zu ermöglichen, indem die Feuchtigkeit aus dem Bauteil nach zum Innenraum hin entweichen kann. Es ist jedoch wichtig, für ausreichende Heizung und Belüftung zu sorgen, um eine gesunde Luftfeuchtigkeit im Wohnmobil zu gewährleisten.

·*Trocknungsdauer*: Der Trocknungsdauerwert gibt an, wie lange es im Sommer dauert, bis ein Bauteil vollständig getrocknet ist. Im Wohnbereich sind maximal 90 Tage erlaubt, was im Wohnmobil jedoch nur bei Deckenaufbauten erfüllt wurde. Sowohl bei den Wänden als auch beim Fußboden zeigten konventionelle und Nawaro-Aufbauten ähnliche Werte. Bei der Entscheidung für einen Nawaro-Aufbau war es uns jedoch wichtig, sicherzustellen, dass das Holz in der Unterkonstruktion und Innenverkleidung während extremen Temperaturunterschieden nicht durchnässt wird. Als Schutz vor Feuchtigkeit wurde das gesamte Holz mehrschichtig mit natürlichem Leinöl behandelt.

·*Schimmelbildung*: Wir haben uns natürlich auch Gedanken darüber gemacht, wie wir potenzielle Schimmelbildung im Wohnmobil vermeiden können. Dabei haben wir uns auf die Oberflächen-

temperatur auf der Raumseite und die relative Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche konzentriert. Wenn die Oberflächentemperatur unter der Taupunkttemperatur der Raumluft liegt, kann die Luftfeuchtigkeit kondensieren und Schimmelbildung begünstigen. Dabei wurde festgestellt, dass eine Schimmelbildung nur bei ungedämmten Bauteilen auftreten würde.

·*Preis*: Wenn wir die Preise vergleichen, zeigen Nawaro-Aufbauten im Allgemeinen wettbewerbsfähige Preise im Vergleich zu konventionellen, wobei oft scheinen die konventionellen Aufbauten im Allgemeinen ein wenig teurer zu sein als die Nawaro.

Die Anwendung der Zirkularitätsprinzipien bei der Materialwahl hat uns nicht nur geholfen, die Ökobilanz der Bauteile zu verbessern, sondern auch den Gesamtpreis der Bauteile zu reduzieren. Dieser Vergleich wird in „Tabelle 07“ dargestellt.

<b>Gewählte Aufbauten mit upgecyclten Baustoffen</b>	<b>NawaRo</b>	<b>Bauteile</b>
		AW Schafwolle (Upcycling des für die Holz-UK und Verkleidung verwendeten Holzes)
		AD Schafwolle (Upcycling des für die Holz-UK und Verkleidung verwendeten Holzes)
		FuH Seegras (Upcycling des für die Holz-UK verwendeten Holzes)

Tab. 07: Einfluss der Zirkularitätsprinzipien bei der Verwendung von Baustoffen auf die Kennwerte der gewählten Aufbauten.

U-Wert *	Dicke cm	Gewicht * kg/m <sup>2</sup>	Tauwassermenge ** kg/m <sup>2</sup>	Trocknungsdauer ** Tage	Schimmelbildung **	Nicht erneuerbare Primärenergie PENRT * kWh/m <sup>2</sup>	Globales Erwärmungs- potenzial GWP-total * kg CO <sub>2</sub> equ./m <sup>2</sup>	Versauerungs- potential AP * kg SO <sub>2</sub> equ./m <sup>2</sup>	Preis *** €/m <sup>2</sup>
0,36	11,1	27,3	2,735	138		11,03 (43 % Ersparnis)	-15,7 (12 % Ersparnis)	0,0189 (36% Ersparnis)	23,78 (42% Ersparnis)
0,1	6,1	24,4	3,051	85		13,11 (33% Ersparnis)	-10 (15% Ersparnis)	0,0203 (29% Ersparnis)	15,27 (53% Ersparnis)
0,2	5,8**	27**	4,476	137		1,9** (Seegras- Kennwerte nicht bekannt) (77% Ersparnis)	k.A.	k.A.	20,63 (18% Ersparnis)

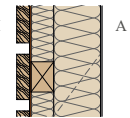
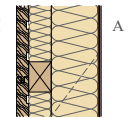
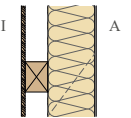
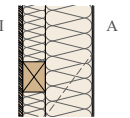
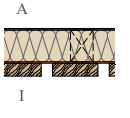
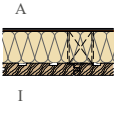
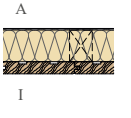
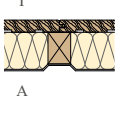
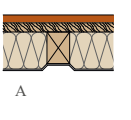
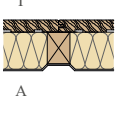
k.A.: Keine Angabe

AW: Aussenwand

AD: Aussendecke

FuH: Fußboden hinterlüftet



	Gewählte Bauteile	NawaRo		
Wandaufbau	<b>AW Schafwolle</b>  I 1,70 cm Holzlatten ↓ 0,20 cm Jutestoff ↓ 3,00 cm Holz-UK/Schafwolle KF ↓ 6,00 cm Schafwolle KF*** ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	<b>AW Kork+Stopfhanf</b>  I 1,60 cm Profilholz ↓ 3,00 cm Holz-UK/Hanfaser ↓ 6,00 cm Hanfaser lose*** ↓ 0,20 cm Rollkork ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	<b>AW Hanf-Jute-Matten</b>  I 0,50 cm Sperrholz ↓ 3,00 cm Holz-UK/Luftschiicht ↓ 6,00 cm Hanfaser matten*** ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	<b>AW Kokosfasermatten</b>  I 0,50 cm Sperrholz ↓ 3,00 cm Holz-UK/ Kokosfasermatten ↓ 6,00 cm Kokosfasermatten*** ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie
	Deckenaufbau	<b>AD Schafwolle</b>  A 0,20 cm Stahlkarosserie ↓ 4,00 cm Holz-UK/ Schafwolle*** ↓ 0,20 cm Jutestoff ↓ I 1,70 cm Holzlatten	<b>AD Kork+Stopfhanf</b>  A 0,20 cm Stahlkarosserie ↓ 0,20 cm Rollkork ↓ 4,00 cm Holz-UK/ Hanfaser lose*** ↓ I 1,60 cm Profilholz	<b>AD Hanf-Jute-Matten</b>  A 0,20 cm Stahlkarosserie ↓ 4,00 cm Holz-UK/ Hanfaser matten*** ↓ I 1,60 cm Profilholz
Fußbodenaufbau (Hinterlüftet)		<b>FuH Seegras</b>  I 1,60 cm Profilholz ↓ 4,00 cm Holz-UK/Seegras ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	<b>FuH Schafwolle</b>  I 1,05 cm Kork-Bodenbelag ↓ 1,20 cm ESB Platte ↓ 4,00 cm Holz-UK/Schafwolle KF ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	<b>FuH Hanf-Jute-Matten</b>  I 1,60 cm Profilholz ↓ 4,00 cm Holz-UK/ Hanfaser matten ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie

Tab. 08: Gegenüberstellung der konventionellen Aufbauten und Aufbauten mit nachwachsenden Rohstoffen | Aufbauschichten und Querschnitte.

Konventionell				
Nicht gedämmt	AW Flexibler Elastomerschaum	AW PIR+PU	AW XPS+PU	AW Mineralwolle+Dampfbremse
I ↓ A	I 0,50 cm Sperrholz ↓ 3,00 cm Holz-UK/Luftsicht ↓ 4,00 cm Luftsicht ↓ 2,00 cm Elastomerschaum*** ↓ 0,20 cm Butylkautschuk ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	I 0,50 cm MDF-Platten ↓ 3,00 cm Holz-UK/Luftsicht ↓ 6,00 cm PIR Dämmplatten* / PU-Schaum** ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	I 0,50 cm Sperrholz ↓ 3,00 cm Holz-UK/Luftsicht ↓ 6,00 cm XPS Dämmplatten* / PU-Schaum** ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	I 0,50 cm Sperrholz ↓ 0,02 cm Dampfbremse ↓ 3,00 cm Holz-UK/Steinwolle ↓ 6,00 cm Steinwolle*** ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie
Nicht gedämmt	AD Flexibler Elastomerschaum	AD PIR+PU	AD XPS+PU	AD Mineralwolle+Dampfbremse
A ↓ I	A 0,20 cm Stahlkarosserie ↓ 0,20 cm Butylkautschuk ↓ 4,00 cm Holz-UK ↓ (2,00 cm) Elastomerschaum*** ↓ (2,00 cm) Luftsicht ↓ I 0,50 cm Sperrholz	A 0,20 cm Stahlkarosserie ↓ 4,00 cm Holz-UK/ ↓ PIR Dämmplatten* / ↓ PU-Schaum** ↓ I 0,50 cm MDF-Platten	A 0,20 cm Stahlkarosserie ↓ 4,00 cm XPS Dämmplatten* / ↓ PU-Schaum** ↓ I 0,50 cm Sperrholz	A 0,20 cm Stahlkarosserie ↓ 4,00 cm Holz-UK/ ↓ Steinwolle*** ↓ 0,02 cm Dampfbremse ↓ I 0,50 cm Sperrholz
Nicht gedämmt	FuH Flexibler Elastomerschaum	FuH PU	FuH XPS	
I ↓ A	I 0,50 cm PVC-Bodenbelag ↓ 2,00 cm MDF-Platten ↓ 2,00 cm Holz-UK/ ↓ Elastomerschaum ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	I 0,50 cm PVC-Bodenbelag ↓ 2,00 cm MDF-Platten ↓ 4,00 cm Holz-UK/ ↓ PU-Schaum ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	I 2,50 cm Holzparkett ↓ 4,00 cm Holz-UK/ ↓ XPS Dämmplatten ↓ A 0,20 cm Stahlkarosserie	

\* Dämmung in den Felderflächen zwischen zwei oder vier Holmen  
 \*\* Dämmung der Holm-Hohlraum  
 \*\*\* Dämmung der Felder und Hohlräume

Maßstab der Details 1:10

#### 2.4. Montage

Bei der Montage wurde besonders darauf geachtet, dass die verwendeten Materialien auch in Zukunft recycelbar bleiben. Deshalb wurde auf Verbundkonstruktionen verzichtet und zum Beispiel auf die Verklebung von Dämmung mit metallischen Oberflächen verzichtet. Stattdessen wurde Schafwoll-Klemmfilz in Mattenform verwendet, der mit Schere zurechtgeschnitten und zwischen die Holme der Wand- und Deckenunterkonstruktion eingebracht wurde. Um ein Zusammenfallen der Matten bei Erschütterungen zu vermeiden, wurden sie mit Hanfkordeln an horizontalen Konstruktionslatten befestigt. Auch die Hohlräume der Karosserie wurden mit Stopfwohle gefüllt, um Wärmebrücken zu vermeiden. Die Seegrasdämmung wurde dicht zwischen den Konstruktionslatten am Boden eingestopft. Die Kokosfasern wurden dicht in vorgefertigte Radkastenboxen eingefüllt. Auch wenn alle drei Dämmstoffe natürlich und ungefährlich sind, haben wir während des Einbaus dennoch einen Mund-Nasen-Schutz getragen, um die feinen Fasern aus unseren Nasen fernzuhalten. Denn auch wenn sie keine Gefahr für unsere Gesundheit darstellen, kann das Einatmen dieser feinen Fasern doch unangenehm sein.



Abb.132: Anbringung des Schafwoll-Klemmfelzes und Befestigung mit Hanfkordel.

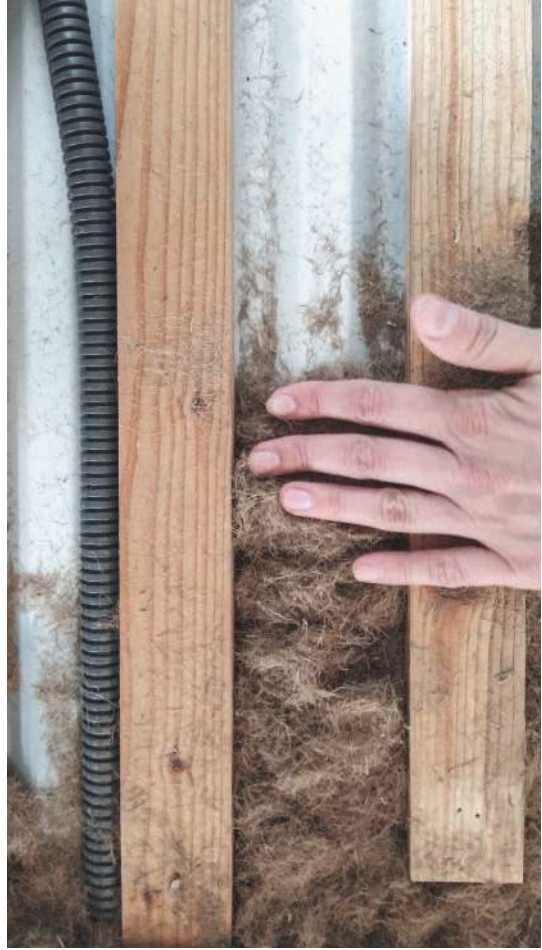


Abb.133: Stopfen von Seegrasdämmung zwischen der Holz-Unterkonstruktion am Fußboden.

### 3. Innenraumverkleidung

Baustoffe: Jutestoff, Fichten-/Tannenholz, Jute-seil, Filz

Die Ebene 1 des Remasters wird durch die Innenraumverkleidung und den Bodenbelag abgeschlossen, welche dem Innenraum Gestalt verleihen und zusammen mit der Wärmedämmung ein verbessertes Raumklima und Schutz bieten. Die Verkleidung fungiert dabei als eine Art Haut für Wände, Boden, Decke und Türen. Im Projekt wurde eine atmungsaktive Haut gewählt, bei der die Materialauswahl eine entscheidende Rolle spielte.

#### 3.1. Baustoffwahl

Die Materialien für die Innenverkleidung in einem Wohnmobil müssen eine hohe Elastizität aufwei-

sen und gleichzeitig eine möglichst geringe Dichte haben. Dies ist wichtig, um das maximale Fahrzeuggewicht nicht zu überschreiten und um sicherzustellen, dass die Materialien während der Fahrt oder im Falle eines Unfalls nicht zerbrechen oder auseinanderfallen und uns als Passagiere verletzen. Im Projekt wurden sowohl konventionelle als auch natürliche Materialien in einem Ashby-Diagramm dargestellt, um sie nach Dichte und Elastizität zu unterscheiden.

In Wohnmobilen werden oft verschiedene Holzwerkstoffe (MDF-, OSB- und Spanplatten), leichte Verbundwerkstoffe (Sandwichplatten, Laminat) und Kunststoffe (PVC) als Innenraumverkleidung verwendet. Obwohl solche Holzwerkstoffe in der Regel kostengünstiger sind, absorbieren sie Feuchtigkeit, quellen auf und verformen die gesamte Konstrukti-

Tab.09: Auswahlkriterien der Naturprodukte und -materialien.

Holz in jeglicher Form für Oberflächen und Möbel

PVC-freies Linoleum als Bodenbelag

Wachse, Lasuren und Öle auf Naturharzbasis für Oberflächenbehandlung

Unbehandeltes Holz, Weide, Rattan, Bambus für Möbelkorpusse

Stroh, Kokosfasern, Wolle, Kopak, Flachs, Rosshaar, Jute, Hanf, Leinen, Naturlatex für Polsterungen oder Matratzen

Sisal, Kokos, Hanf, Wolle für textile Bodenbeläge

Unbehandelte Baumwolle, Leinen, Hanf und pflanzengegerbtes Leder für Bezüge



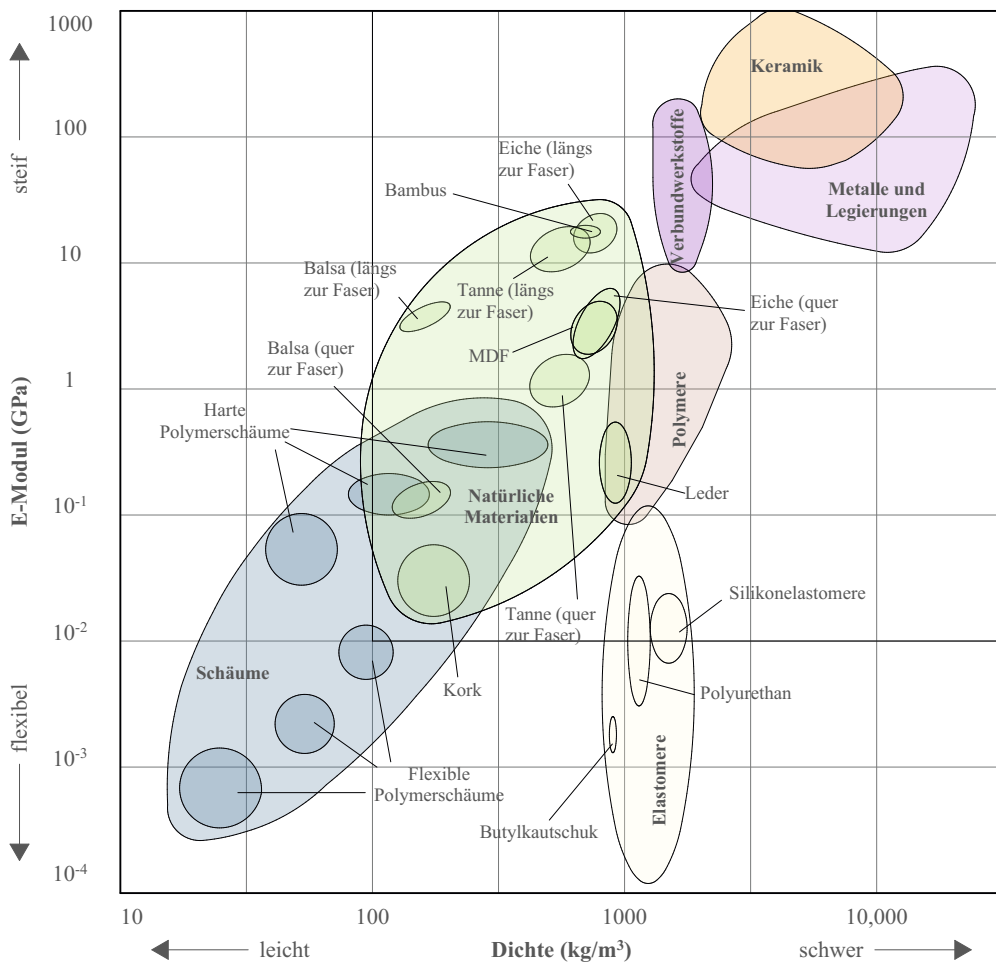


Abb.134: Ashby-Diagramm: Vergleich des Elastizitätsmoduls verschiedener Baustoffe in Abhängigkeit von der Dichte.

on, sei es Verkleidung oder Möbelstücke. Außerdem halten Schraubverbindungen in feineren Spanplatten nicht fest. Viele Baustoffe sind zudem schädlich für die Gesundheit und die Umwelt. Die Anwendung bestimmter Kriterien (Tab.09) bei der Materialauswahl, die aus der Sicht der Baubiologie für ein Gebäude geeignet sind, kann sehr hilfreich sein, um einen Raum mit einem gesunden Raumklima gestalten zu können. Für Innenraumoberflächen insbesondere auf so einem kleinen Raum wie in einem Wohnmobil ist es am besten „keine synthetische und schadstoffemittierende Materialien“<sup>98</sup> zu wählen. „Es sollten naturbelassene, hygroskopische und sorptionsfähige Oberflächen bevorzugt und die natürlichen Strahlungsbedingungen nicht beeinflusst werden.“<sup>99</sup> Um die ökologischen Kennwerte der Baustoffe, die in Wohnmobilen verwendet werden, und mögliche alternative Materialien zu vergleichen, wurde eine weitere Tabelle erstellt (Tab.10.) . Es ist jedoch zu beachten, dass nicht alle Werte für alle Baustoffe gefunden wurden und dass die genannten Baustoffe sowohl als Wand-, Decken- oder Bodenbeläge oder theoretisch als solche angewendet werden könnten.

Wir hatten das Glück, im Dachboden des Großeltern-Hauses 30 Jahre alte Holzlatten zu finden. Diese wurden vom Großvater aus dem eigenen Wald gewonnen, wo pro Jahr nur ein Baumstamm gefällt werden darf. Wir haben sie für den gesam-

ten Ausbau des Remasters verwendet. In Zusammenarbeit mit dem Tischler wurden aus den alten Fichten- und Tannenbrettern wunderschöne Latten für die Innenraumverkleidung gewonnen. Die neuen Latten wurden in unterschiedlichen Breiten zugeschnitten, um Holzreste zu vermeiden, da die vorhandenen Latten unterschiedliche Breiten und Stärken aufwiesen. So entstand eine einzigartige Innenverkleidung ähnlich einer „Chaos-Schalung“. Zwischen den Latten an den Wänden und der Decke wurden Abstände von ca. 1,5 cm für Lüftung und Trocknung der Schafwolldämmung gelassen. Der aufgespannte Jutestoff hinter der Holzverkleidung wirkt als leichte dampfbremsende Schicht und verhindert die Luftzirkulation zwischen den Aufbau-schichten nicht. Als Alternative könnten Holzlatten von Einweg-Holzpaletten verwendet werden, wie es Elisa von Take an adVANTure getan hat (siehe Interview im Anhang 1).

Für den Bodenbelag des Remasters wurden neu gekaufte Massivholz-Profilhölzer verwendet. Diese Entscheidung wurde getroffen, um die dahinterliegende Seegrasdämmung in eine Schalung einzubringen und zu verhindern, dass die feinen Seegras-Fasern während der Fahrt im gesamten Raum verteilt werden. Die Nut- und Feder-Holzlattenver-

<sup>98</sup> Nurgül Ece: Baubiologie. Kriterien und architektonische Gestaltung, 2018, S.21.

<sup>99</sup> Ebda.

Tab.10: Gegenüberstellung diverser als Innenraumverkleidung verwendeter Baustoffe.

	Dämmstoffe*	Dichte* kg/m <sup>3</sup>	Wärmeleitfähigkeit* λ-Wert W/mK	Globales Erwärmungspotenzial GWP* kg CO <sub>2</sub> -Äq./kg	Versauerungspotential AP* kg SO <sub>2</sub> -Äq./kg	Nicht erneuerbare Primärenergie PENRT* kWh/kg
<b>Holzwerkstoffe</b>  Feinheit der Fasern zunehmend	Massivholz	425	0,11	-1,44	0,00128	0,997
	Sperrholz und Furnierschichtplatten (Multiplex, Siebdruckplatten, Tischlerplatten)	425	0,11	-0,845	0,00345	3,472
	Grobspanplatten (OSB-Platten)	650	0,13	-1,15	0,0021	2,377
	ESB-Platten	650	0,13	-1,15	0,00167	2,305
	Spanplatten	650	0,13	-1,15	0,00167	2,305
	Faserplatten (MDF, Weichfaserplatten)	400	0,1	-1,09	0,00224	2,638
<b>Naturfaser-Beläge</b>	Jute	500	0,17	0,179	0,0159	6,694
	Flachs (Leinen)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Schafwollfilz**	55	0,0339	0,83	0,00463	6,51
	Strohbauplatten**	379	0,099	-0,627 / -0,60	k.A.	0,227
	Schilf	145	0,061	-1,58	0,00042	0,35
	Bambus**	1100	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Korkparkett	200	0,05	1,22	0,00653	8,916
	Linoleum	1.200	0,17	0,718	0,00996	10,33
<b>Synthetischen Beläge</b>	Kunstleder	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	PVC	1.300	0,19	2,01	0,00681	13,527
	Laminat	600	0,13	0,153	0,00592	8,138

k.A.: Keine Angabe

bindung sorgt für einen festen Halt der Schalung. Als Abschlussleiste und Fußleiste wurde ein 1,2 cm starkes, biegeelastisches Juteseil verwendet. Als Randdämmstreifen kam Schafwollklemmfilz zum Einsatz.

Wie bereits erwähnt, wurden die hinteren und seitlichen Türen des Wohnraums mit Schafwoll-Klemmfilz gedämmt. Da wir jedoch wenig Erfahrung damit haben, haben wir uns darauf beschränkt, nur die Hohlräume der Türfelder mit dem Klemmfilz zu dämmen und sie mit einem synthetischen Filz zu verkleiden. Der synthetische Filz wurde lokal als Restposten erworben und in das Projekt einbezogen. *Zu dem Zeitpunkt des Umbaus war keine Alternative in Form von natürlichem Schurwollfilz in der Region verfügbar, aber wir planen, die Verkleidung in naher Zukunft auszutauschen. Ob die unverkleideten Tür-Stahlflächen, die mit Luft gefüllt sind, nach einiger Zeit zu großen Kältebrücken werden, bleibt abzuwarten. Wenn Bedarf besteht, werden wir die gesamte Türfläche verfilzen.*

### 3.2. Montage

Die Holzlatten wurden an den Wänden und an der Decke durch Schrauben an der Holz-Unterkonstruktion befestigt. Insbesondere die Befestigung an der Decke fiel uns schwer, da die Positionierung

nach langer Zeit unbequem war. Trotzdem haben wir dadurch unsere Schultermuskulatur gestärkt. Die Profilhölzer konnten problemlos an der Fußboden-Unterkonstruktion befestigt werden, indem sie verschraubt wurden.

Der synthetische Filz wurde mithilfe von Kontaktkleber an den Türen an der Karosserie und der Holz-Unterkonstruktion befestigt.

#### *Optimierungspotenzial:*

- *Ummantelung aller Türen mit natürlichem Schurwoll-Filz;*
- *Verwendung eines umweltfreundlicheren Kontaktklebers, der auch auf der Stahlkarosserie haftet.*

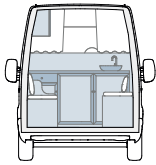


Abb.135: Robuster Jutestoff und Holz als Innenraumverkleidung.



Abb.136: Mit Leinöl behandeltes Holz für Wandverkleidung und Profilholz als Bodenbelag: Natürlicher, warmer und gelblicher Farbton.





## Ebene 2

Die nächste Ausbauebene umfasst die Möblierung, also die Einrichtung des Remasters, die uns hilft das Leben darin angenehm und funktionell zu gestalten.

Elemente: Küchenzeile, Trennwände, Bett, Kleiderschrank, Hängeschrank, Sitzecke, Esstisch, Vorhangstange

Baustoffe: Holz UK, Stahl UK für Bett, Jutestoff, Fichten-/Tannenholz, Sperrholz, Kupfer, Pflaumenbaumquerschnitt als Computerboard, Griffe, Beschläge, Juteseil, Mosaikfliesen aus recyceltem Glas, Äste

Die Möblierung im Remaster wurde nahezu vollständig aus upgecyclten Materialien gefertigt. Lediglich die Beschläge, das Sperrholz und die Bett-UK Balken aus verzinktem Stahl wurden neu erworben. Hierbei hat uns vor allem das Holz von Opas Dachboden geholfen. In der Tischlerwerkstatt wurde es sorgfältig geschliffen und zugeschnitten. Anschließend haben wir es mit Leinöl behandelt. Die Türchen erhielten einen Anstrich mit ökologischer Leinölfarbe, die mit mineralischen Pigmenten versehen ist. Um Gewicht einzusparen und gleichzeitig eine Luftzirkulation in den geschlossenen Schrankbereichen zu gewährleisten, wurden die Türrahmenfüllungen mit robustem Jutestoff überzogen. Die Rückwände der Sitze, Hänge- und Kleiderschränke wurden bewusst ohne Verkleidung aus Holz belassen und stattdessen nur mit Jutestoff überzogen. In geschlossenen Bereichen kann sich oft Feuchtigkeit ansammeln und später zu Schimmelbildung führen, insbesondere bei starken

Temperaturunterschieden. Daher ist eine passive Belüftung dieser Bereiche von Vorteil. Selbst im Sitzbereich, wo sich die Kühlbox verbirgt, wurden Lüftungsöffnungen vorgesehen, um eine Überhitzung der Kühlbox zu vermeiden.

Einige Dekoelemente verleihen dem Raum eine gemütliche Atmosphäre. So haben wir beispielsweise die Keramikgriffe vom alten Schrank der Oma in die Küchenzeile integriert. Als flexible Griffe haben auch Juteseile Verwendung gefunden, aus denen verschiedene Knoten geflochten wurden.

Metallische Akzente beleben das Holzinterieur. Ein altes, verwittertes Kupferrohr dient nun als Standfuß für den ausziehbaren Esstisch und als Element im Küchenregal. Ein emaillierter Marmeladentopf aus dem letzten Jahrhundert erfüllt nun die Funktion eines Waschbeckens. Wie viele Marmeladen hat Oma darin schon gekocht! Ein Dunstabzugschacht aus Aluminium wurde vom Sperrmüll gerettet und spielt nun im Remaster eine neue Rolle als Funkenschutzplatte für den Holzofen.

Als Brandschutzmaßnahme wurden Gipsfaserplatten an den Bauteilen angebracht, die sich in der Nähe des Ofens befinden. Diese Platten bestehen aus recycelten Zellulosefasern und Gips und bieten Brandschutz der Klasse A1. Es wäre auch spannend, Lehmplatten hierfür zu verwenden.



Abb.137: Küchenzeile und Hängeschrank bieten großzügigen Stauraum.





Abb.138: Kleiderschrank mit Rückwand aus Jutestoff.

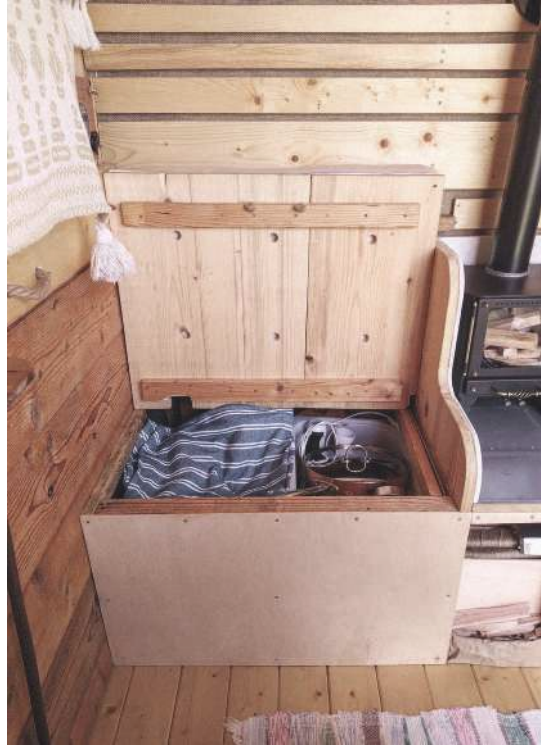


Abb.139: Optimale Nutzung des verfügbaren Platzes.

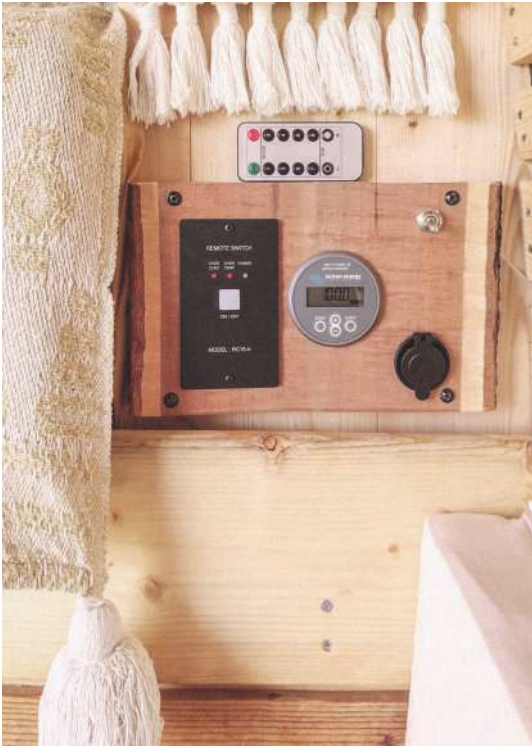


Abb.140: Einsatz eines Holzquerschnitts als improvisiertes Computerpanel.



Abb.141: Altes Kupferrohr und Holzplatte vom Sperrmüll werden zu einem neuen Esstisch.



Abb.142: Lüftungsöffnungen im Sitz für eine effiziente Kühlboxbelüftung.



Abb.143: Ein trockener Ast dient als Vorhangstange.



Abb.144: Griffösungen.





### Ebene 3

Die kuscheligste Ebene 3 beinhaltet die Textilien, die den Wohnraum gemütlicher und wohnlicher machen.

Elemente: Schlafmatratze, Sitzkissen, Polster, Vorhänge, Fensterisoliermatten, Aufbewahrungsboxen, Reserveradhülle, Markise, Hänge-Organizer, Teppiche

Stoffe: Baumwolle, Memoryschaum, Filz, Schafwoll-Klemmfilz, Alufolie, Baumwollseil, Kokosfasern

Auch für die kuscheligsten Gegenstände in unserem Wohnraum griffen wir hauptsächlich auf Alttextilien und gebrauchte Elemente aus unserem Haushalt zurück. Die Memoryschaum-Schafmatratze aus unserer Wohnung hat nun ihren neuen Platz im Remaster gefunden, sodass wir keinen neuen Kauf tätigen mussten. Sollte jedoch ein Neukauf erforderlich sein, würden wir uns für eine ökologische Variante entscheiden, nämlich eine Naturlatex-Matratze. Diese wird aus dem natürlichen Saft des Kautschukbaums hergestellt und erfordert keine chemischen Zusätze.

Aus einer alten Matratze, die keine Verwendung mehr fand und im Hof unseres Onkels herumlag, haben wir drei Sitzkissen mit zwei Rückenlehnen zugeschnitten. Die Bezüge für diese wurden, wie auch für alle anderen Textilgegenstände, von unseren Eltern genäht. Giovanni und Mamica könnten mittlerweile fast schon ihr eigenes Nähatelier eröffnen! Aus den Resten desselben Baumwollstoffes haben wir auch Vorhänge für die Hintertüren angefertigt. Die Vorhänge, die den Wohnraum von der Fahrerkabine trennen und (es klingt fast unglaublich) den

Raum vor Kälteeintritt isolieren, wurden aus den alten Vorhängen unserer Freundin Jana gebastelt. Sie hat uns auch ihre Sommerdecke geschenkt, die den Raum nun schmückt.

Die Kokosmatte am Eingang dient als Fußabtreter und verhindert effektiv, dass man zu viel Sand oder Staub von außen in den Innenraum bringt.

Die Fensterisoliermatten bestehen aus drei Schichten: Filz, Schafwolle und Alufolie. Diese Kombination soll sowohl Wärmeverluste und Überhitzung des Raumes durch die Glasflächen verhindern, als auch eine Verdunkelung des Raumes ermöglichen.

Als Aufbewahrungselemente dienen Boxen, die aus Reststücken des Filzes gefertigt wurden, der für die Türdämmung verwendet wurde. Aus demselben Material haben wir auch eine Reserveradhülle hergestellt. Zusätzlich haben wir Hängeelemente in der Makramee-Technik angefertigt, die zur Aufbewahrung von Obst, Blumen und Büchern dienen.

Eine selbstgebastelte Markise hat ihren Platz auf dem Dach des Remasters gefunden. Diese wird uns im Sommer vor direkter Sonneneinstrahlung im Raum schützen.

*Ein Moskitonetz an der Seitentür und an den vorderen Fenstern in der Fahrerkabine steht noch aus, um die Sommerzeit in vollen Zügen genießen zu können!*





Abb.145: Anfertigen von Fensterisolierratten.



Abb.146: Verwandlung einer alten Matratze in Sitzkissen.



Abb.147: Herstellung von Bezügen für Sitzkissen.



Abb.148.



Abb.149.



Abb.152.



Abb.153.



Abb.156.



Abb.157.



Abb.150.

Abb.154.

Abb.158.



Abb.151.



Abb.155.



Abb.159.

## 3.7.2. Heizung und Lüftung

In den vorherigen Kapiteln haben wir uns mit der Dämmung des Wohnmobils auseinandergesetzt und die diffusionsoffenen, ökologischen Aufbauten von Wänden, Decken und Fußboden gewählt. Ein effektives Heiz- und Lüftungskonzept ist eng mit dieser Bauweise verbunden. Eine gute Durchlüftung verhindert das Entstehen von Feuchtigkeit und somit auch Schimmelbildung. Außerdem wird durch die Möglichkeit des Feuchtigkeitsaustauschs zwischen Innen- und Außenraum ein angenehmes und gesundes Raumklima geschaffen. Eine ausreichende Heizung ist ebenfalls notwendig, um ein behagliches Wohnen im Wohnmobil zu gewährleisten.

In der Regel werden konventionelle Wohnmobile mit einer Standheizung beheizt, die entweder mit Diesel oder Gas betrieben werden. Obwohl sie einfach zu handhaben sind, haben sie auch Nachteile wie hohe Kosten und den Bedarf an fossilen Brennstoffen. Um unseren Bedarf gerecht zu werden, haben wir im Projekt Remaster einen Mini-Holzofen als primäre Heizquelle eingebaut. Dieser sorgt im Wohnmobil für eine trockene und warme Luft, was auch der Dämmung gut tun sollte. Der Ofen verfügt über eine Leistung von bis zu 3 kW und eignet sich somit gut für Räume mit einer Fläche von bis zu 18 m<sup>2</sup>. Sollte einmal der Strom knapp werden, kann der Ofen auch als Kochfeld dienen. Die Asche, die nach der Holzverbrennung entsteht, kann der

Natur als Düngemittel zugutekommen, allerdings sollte man dabei stets verantwortungsvoll handeln. Um die Sicherheit beim Betrieb eines Holzofens auf einem so kleinen Raum zu gewährleisten, haben wir einen Kohlenmonoxid-Melder installiert. Zusätzlich haben wir Elektrowärmer als sekundäre Heizquelle eingeplant. Dieser wird sich insbesondere für Stellplätze eignen, an denen beispielsweise keine Rauchbelastung erlaubt ist. Die PV Anlage wird dabei die erzielte Solarenergie in die „grüne“ Heizenergie umwandeln.

Unser Heiz- und Lüftungskonzept beinhaltet auch von uns entworfene und genähte Sonnenschutzmatten, die an allen Fensterscheiben angebracht werden können. Diese dienen als Hitzeschutz im Sommer und als Kälteschutz im Winter und sorgen gleichzeitig für angenehme Verschattung. Um Überhitzung in heißen Jahreszeiten zu verhindern, ist auf der Außenseite der Sonnenschutzmatten eine reflektierende Alufolie angebracht, während auf der Innenseite Filz als angenehmes Material Verwendung findet. Die Füllung besteht aus Resten des Schafwoll-Klemmfilzes, welcher auch als Dämmmaterial zum Einsatz kommt und somit bei kalten Außentemperaturen die Wärmeverluste durch die Glasfenster reduziert.

Für einen ausreichenden Luftaustausch, auch bei schlechtem Wetter, haben wir Fenster in der Fahr-

erkabine, ein neu eingebautes Seitenfenster und einen Ventilator vorgesehen. Das Seitenfenster haben wir benutzt erworben und im Projekt integriert. Die Regenabweiser an den Fensterscheiben in der Fahrerkabine ermöglichen eine passive Lüftung auch bei Regenwetter. Der Ventilator sorgt für den Transport der Luft sowohl in den Raum als auch aus dem Raum heraus. Dies ist besonders während des Kochens und Duschens praktisch, um den Dampf direkt abzuführen. Der Duschbereich befindet sich dabei direkt unter dem Ventilator, ebenfalls

so wie der Küchenbereich. Bei gutem Wetter kann die Lüftung schnell und effektiv durch Öffnen der Seiten- oder Hintertüren erfolgen, wodurch die gesamte Innenraumluft innerhalb kurzer Zeit ausgetauscht wird.

Durch die Verwendung von diffusionsoffenen Aufbauten und einem effektiven Heiz- und Lüftungskonzept wird somit ein angenehmes Raumklima geschaffen und gleichzeitig Energie gespart.

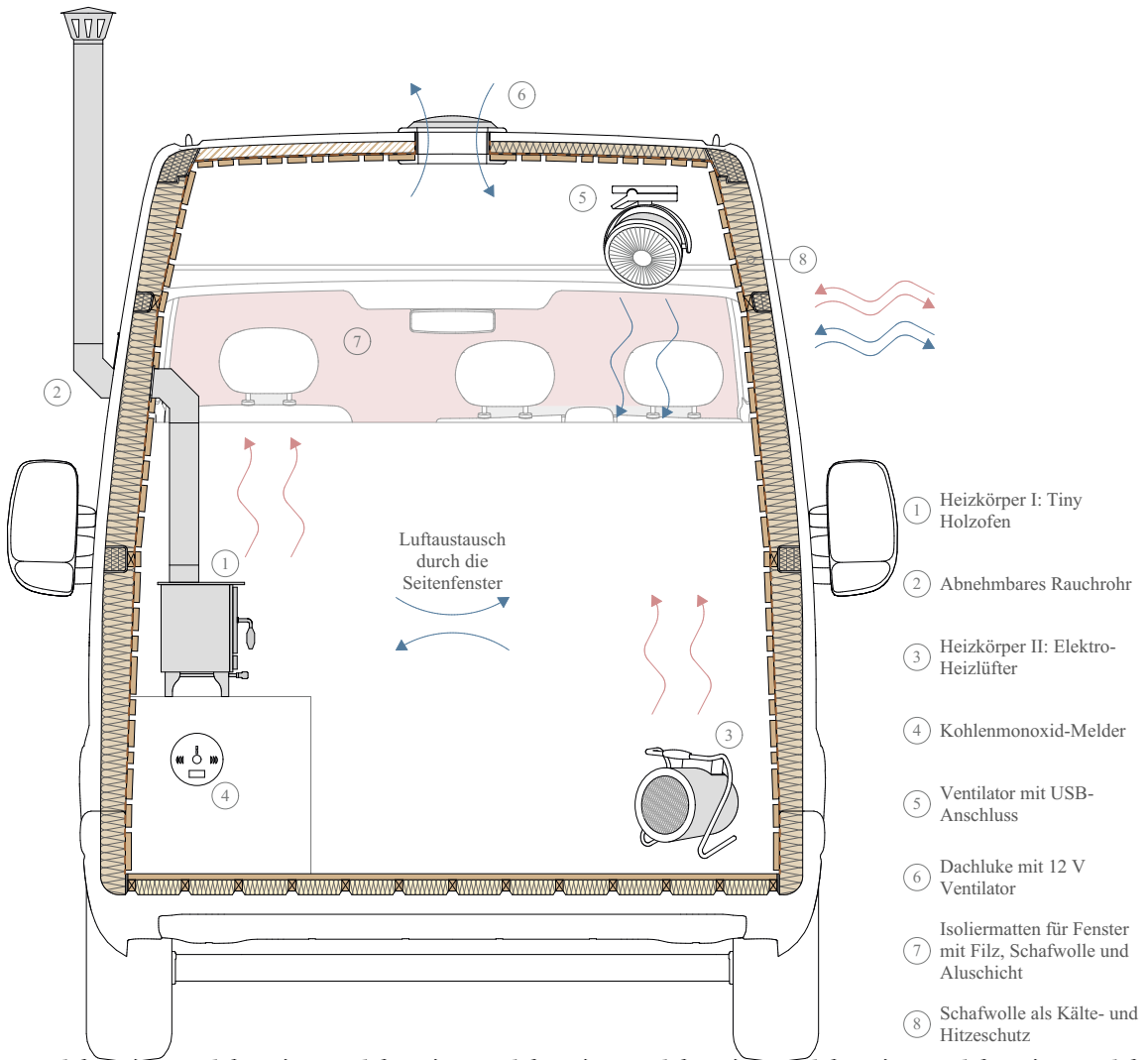


Abb.160. Heizungs- und Lüftungsschema im Remaster.





Abb.161.



Abb.162.



Abb.163.



Abb.164.



Abb.165.



Abb.166.

Abb.161-166: Einbau des Wanddurchbruchs für das Holzofenrohr. Schritt für Schritt vom Entfernen der Innenraumverkleidung bis zur Montage des Wanddurchbruchs.



Abb.167. Holzofen mit 3 kW Leistung für warme und trockene Raumluft in kalten Jahreszeiten.

### 3.7.3. Licht

„Ein elementarer Bestandteil des Lebens ist das Licht. Das Sonnenlicht bestimmt das physiologische und psychische Wohlbefinden des Menschen. Licht ist nicht nur Energie, es schafft auch Emotionen, Dreidimensionalität und Räumlichkeit durch Schattenbildung.“<sup>100</sup>

Die Dunkelheit kann in einem kleinen Raum ohne natürliches oder künstliches Licht schnell einengen, da nicht jeden Tag die Seiten- oder Hintertüren geöffnet werden können, um frische Luft und Licht hereinzulassen. Doch mit einer Planung kann man diesen Effekt umkehren und für ein angenehmes Raumgefühl sorgen. Ein paar Seitenfenster bringen nicht nur Licht, sondern auch ein Gefühl von Weite in den Raum. Außerdem ist der Bezug zum Außenraum auch bei geschlossenen Türen ein wichtiger Sicherheitsaspekt.

Dieses Prinzip wurde bei der Planung der Beleuchtung und Belichtung im Remaster umgesetzt. Für eine angenehme Lichtatmosphäre wurden zwei energieeffiziente LED-Deckenleuchten mit je 12 Watt Leistung verbaut, die einem Beleuchtungsgrad von jeweils einer Glühbirne mit 110 Watt<sup>101</sup> Leistung entsprechen. Abends werden sie den Raum nicht übermäßig erhellen und eine ruhige Lichtstimmung erzeugen. Zusätzlich sorgt eine 3 Watt energieeffiziente Lichterkette für eine gemütliche Atmosphäre. Während des Tages erhält

der Raum durch die Fixverglasungen an den Hintertüren des Fahrzeugs sowie durch die beiden Seitenfenster und die Windschutzscheibe in der Fahrerkabine eine natürliche Beleuchtung. Darüber hinaus wurden ein offenbares Seitenfenster und eine Dachluke mit einem Ventilator installiert, die den Raum optimal belüften und mit Tageslicht versorgen.

<sup>100</sup> Ece, 2018, S.26.

<sup>101</sup> Smart Rechner. (Zugriff: 11.03.2023)





Abb.168. Energieeffiziente Lichterkette als abendliche Raumbelichtung.

# 4. SCHLUSSWORT

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.







## 4.1. Conclusio

Inwiefern kann jetzt nun eine mobile Wohnform nachhaltigen Kriterien entsprechen?

Die persönliche Recherche und praktische Erfahrung haben dazu geführt, konventionelle Baumaterialien und Strategien zu hinterfragen. Warum war es gerade jetzt notwendig, dies zu überdenken? Mit der steigenden Nachfrage nach mobilen Wohnformen, insbesondere in Zeiten der Covid-Pandemie, haben sich viele Menschen für eigene Umbauten oder den Kauf von Wohnmobilen entschieden. In unserem digitalen Zeitalter wird jedoch nicht nur die Wohnform selbst, sondern auch ihre Umsetzung durch soziale Medien gefördert. Aus Angst, Informationsmangel oder aus Kostengründen werden oft einfachere oder bewährte Lösungen in Betracht gezogen.

Diese Diplomarbeit soll dazu motivieren, konventionelle Methoden zu hinterfragen und nachhaltigere und ökologischere Optionen zu implementieren. Die ökologischen Baustoffe wurden mit konventionellen Materialien anhand verschiedener Kriterien verglichen. Es stellte sich heraus, dass sowohl in bauphysikalischer als auch finanzieller Hinsicht der Unterschied nicht so groß war, wie anfangs erwartet. Die Sharing Economy/Community sollte nicht unterschätzt werden, da man heutzutage sowohl Materialien als auch Werkzeuge einfach miteinander teilen und Restposten erwerben oder geschenkt

bekommen kann. Das Projekt könnte somit deutlich kostengünstiger sein als eines, bei dem alles neu gekauft wird. Außerdem wird die Kreativität gefordert, da verschiedene Komponenten miteinander angepasst werden müssen.

Was die Ökobilanz und Recyclbarkeit betrifft, haben sich die Nawaro-Baustoffe bewährt. Die Langlebigkeit der mobilen Camper-Van-Projekte kann nicht direkt mit einer statischen Wohnform verglichen werden, da sie auf die Lebensdauer des Fahrzeugs beschränkt ist. Aus diesem Grund ist es von Vorteil, Materialien einzusetzen, die entweder bereits upgecycelt wurden oder recycelbar sind, um die Zirkularität der Materialien zu gewährleisten. Oft geht die Verwendung von Baustoffen aus fossilen Ressourcen mit einer hohen Energie- und Rohstoffverschwendung sowohl bei der Herstellung als auch bei der Entsorgung einher.

Im Hinblick auf den Leichtbau sollte es bei sorgfältiger Planung keine Bedenken hinsichtlich der Anwendung nachhaltiger Materialien geben. Wesentlich schwerer als konventionelle Materialien sind sie nicht. Der anfangs leere Remaster mit einem Gewicht von 2,0 Tonnen kommt nach dem Umbau auf ein Gesamtgewicht von etwa 2,7 Tonnen, was noch ausreichend Spielraum innerhalb der zulässigen 3,3 Tonnen bietet.

Während einer kurzen Testphase nach Fertigstellung des Projekts wurden auch die Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Innenraum gemessen, um den Zustand und das Verhalten der gewählten Baustoffe in Bezug auf Feuchtigkeit, Wärme- und Kälte-transport zu bewerten. Es wurden jedoch keine signifikanten Abweichungen festgestellt, da die diffusionsoffenen Baustoffe optimal mit Feuchtigkeit umgehen. Durch regelmäßiges Lüften und gegebenenfalls Heizen in den kalten Jahreszeiten konnte ein ausgeglichenes Raumklima geschaffen werden.

Zusammenfassend sind nachhaltige Strategien nicht nur auf eine konsistente Baustoffwahl beschränkt, sondern umfassen auch effizientes Energie-, Wasser- und Abwassermanagement. Vor allem aber erfordern sie ein suffizientes Verhalten. Eine mobile Wohnform kann zu einem bewussteren Lebensstil und einem verantwortungsvolleren Umgang mit Ressourcen wie Wasser und Strom führen - Punkt, der heutzutage notwendiger für die Umwelt ist als je.

# 5. VERZEICHNISSE

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.  
The approved original printed version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.







# 5.1. LITERATURVERZEICHNIS

## **ADAC. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club:**

Martin Trockner, Ladestationen in Europa: Strom tanken in Italien, Kroatien und Co.

<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/laden/ladestationen-europa/>

(Zugriff: 02.03.2023)

## **Autobild:**

Wie groß ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz beim E-Auto?

<https://www.autobild.de/artikel/e-auto-umwelt-co2-bilanz-ausstoss-rucksack-batterieherstellung-3729677.html#Lebenszyklusanalyse%20aus%20%C3%96sterreich%20sieht%20E-Autos%20klar%20vorn>

(Zugriff: 02.03.2023)

## **AutoScout24:**

Renault Master - Technische Daten

<https://www.autoscout24.de/auto/technische-daten/renault/master/master-2-5-dci-120-l2h2-1989-2010-transporter-diesel/>

(Zugriff: 01.03.2023)

## **Auto Zeitung:**

Die besten Wasserfilter fürs Wohnmobil im Check

[https://www.autozeitung.de/wasserfilter-wohnmobil-202363.html#welche\\_arten\\_von\\_wasserfiltern\\_gibt\\_es\\_](https://www.autozeitung.de/wasserfilter-wohnmobil-202363.html#welche_arten_von_wasserfiltern_gibt_es_)

(Zugriff: 10.03.2023)

## **Baubook:**

Primärenergieinhalt PENRT + PERT

[https://www.baubook.at/m/PHP/Fragezeichen.php?SF=PENRT\\_PERT&SW=33](https://www.baubook.at/m/PHP/Fragezeichen.php?SF=PENRT_PERT&SW=33)

(Zugriff: 15.04.2023)

## **Baubook Zentrale:**

Bauphysikalische und Ökologische Kennwerte: Stahlprofil und Nutzholz

<https://www.baubook.at/zentrale/>

(Zugriff: 05.04.2023)

## **Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft:**

Trinkwasserverbrauch und Wasserversorgung

<https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wasser-oesterreich/zahlen/trinkwasserverbrauch.html>

(Zugriff: 29.01.2023)

## **Campofant:**

Grauwasser entsorgen: So wirst Du Wohnmobil-Abwasser los

<https://campofant.com/grauwasser-entsorgen/>

(Zugriff: 15.03.2023)

## **Collins Dictionary:**

Sufficient

<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/sufficient>

(Zugriff: 02.02.2023)

**Crosli:**

Wohnmobilausbau. Wohnmobil selber ausbauen  
<https://www.crosli.de/wohnmobilausbau-wohnmobil-selber-ausbauen/>  
(Zugriff: 29.01.2023)

**Deutsches Caravaning Institut:**

Zubehör ausprobiert – Autarkes Caravaning mit mobilem Windgenerator von Pearl  
<https://caravaning-institut.de/zubehoer-ausprobiert-autarkes-caravaning-mit-mobilem-windgenerator-von-pearl/>  
(Zugriff: 26.02.2023)

**Earth Overshoot Day:**

Past Earth Overshoot Days  
<https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/>  
(Zugriff: 06.02.2023)

**Ece, Nurgül :**

Baubiologie. Kriterien und architektonische Gestaltung  
Birkhäuser Verlag GmbH, 2018

**Ed Bartlett; Becky Ohlsen:**

Vanlife. Leben und Reisen im Camper  
Mairdumont GmbH & Co. KG, 2019

**Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.:**

Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 2019

**Forum Traiani:**

Römische Wagen  
<https://www.forumtraiani.de/roemische-wagen-reisewagen/>  
(Zugriff: 10.02.2023)

**Future Fuels:**

Wie ist die Ökobilanz eines Elektroautos im Vergleich zum Verbrenner?  
<https://futurefuels.blog/in-der-theorie/klimafreundlich-fahren-aber-wie/>  
(Zugriff: 02.03.2023)

**GEOplus Magazine:**

Pandemie-Urlaub. Trotz Camping-Boom und Corona: So gelingt der entspannte Camper-Urlaub.  
<https://www.geo.de/reisen/reise-inspiration/24075-vdo-pandemie-urlaub-trotz-camping-boom-und-corona-so-gelingt-der>  
(Zugriff: 22.02.2023)

**Grober, Ulrich:**

Die Entdeckung der Nachhaltigkeit. Kulturgeschichte eines Begriffs (E-Book)  
Verlag Antje Kunstmann, 2013

### **Hanf-Magazin:**

Robert Brungert, Wasserrohre abdichten: Warum dichtet Hanf, ist Hanf besser?, 13.10.2015  
<https://www.hanf-magazin.com/nutzhanf/baustoffe-aus-hanf/wasserrohre-abdichten-warum-dichtet-hanf-ist-hanf-besser/>  
(Zugriff: 19.04.2023)

### **IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie:**

natureplus Gütesiegel  
<https://www.ibo.at/materialoekologie/umweltzeichen-fuer-bauprodukte/natureplus-guetesiegel>  
(Zugriff: 13.04.2023)

### **Instagram (I):**

#vanlife  
<https://www.instagram.com/explore/tags/vanlife?igshid=YmMyMTA2M2Y=>  
(Zugriff: 09.02.2023)

### **Instagram (II):**

#vanconversion  
<https://www.instagram.com/explore/tags/vanconversion?igshid=YmMyMTA2M2Y=>  
(Zugriff: 09.02.2023)

### **Instagram (III):**

#sustainablevanlife  
<https://www.instagram.com/explore/tags/sustainablevanlife?igshid=YmMyMTA2M2Y=>  
(Zugriff: 09.02.2023)

### **Institut für angewandte Ökologie:**

Energieeffiziente Beleuchtung: LED-Lampen - sparsam und flexibel  
<https://www.oeko.de/forschung-beratung/themen/konsum-und-unternehmen/energieeffiziente-beleuchtung-led-lampen-sparsam-und-flexibel>  
(Zugriff: 28.02.2023)

### **Keister, Douglas:**

Mobile Mansions. Taking Home Sweet Home on the Road (E-Book)  
Gibbs Smith, E-Book 2006

### **klimaaktiv Programm „Nawaro Markt“:**

Dämmstoffe richtig eingesetzt. Eignung, Anwendung und Umweltverträglichkeit von Dämmstoffen  
Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency, 8.Auflage, 2014

### **Klima- und Energiefonds:**

Leitfaden E-Mobilität für Private, Jahresprogramm 2023  
[https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden\\_EMob\\_Private\\_2023.pdf](https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden_EMob_Private_2023.pdf)  
(Zugriff: 02.03.2023)

### **Kunsthistorisches Museum Wien:**

Leib-Reisewagen („Dormeuse“) von Kaiser Franz I.  
<https://www.khm.at/objektdb/detail/497608/?pid=3806&back=1045&offset=1&lv=listpackages-4337>

(Zugriff: 08.02.2023)

**Linden Wolfgang , Marquardt Iris:**

Ökologisches Baustoff-Lexikon  
VDE Verlag GmbH, 4.Auflage, 2018

**Linz, Manfred:**

Zur Notwendigkeit von Suffizienz: Ohne sie reicht es nicht, in: Zeitschrift Politische Ökologie, Band 135 - Vom rechten Maß. Suffizienz als Schlüssel zu mehr Lebensglück und Umweltschutz, S. 24-32.

<https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/year/2013/docId/5153>

(Zugriff: 27.01.2023)

**Long, J.C. und John.D:**

Motor Camping (E-Book)

OTB eBook publishing, 1.Auflage 1926 | E-Book 2022

**Malerblatt:**

Leinölfarben für den Holzschutz

<https://www.malerblatt.de/themen/gebaeudehuelle-innenraum/zurueck-in-die-zukunft-2-leinölfarben-fuer-den-holzschutz/>

(Zugriff: 20.04.2023)

**Mein Camperausbau:**

Wohnmobil Zulassung in Österreich + Nova Abgabe für Camper

<https://www.mein-camperausbau.de/wohnmobil-zulassung-oesterreich-nova/>

(Zugriff: 18.02.2023)

**Nacionālā enciklopēdija:**

Valdis Bērziņš, Akmens laikmets Latvijas teritorijā (Steinzeit in Lettland)

<https://enciklopedija.lv/skirklis/4433-akmens-laikmets-Latvijas-teritorij%C4%81>

(Zugriff: 20.01.2023)

**nh24 - Nachrichten aus Schwalmstadt (im Nordhessen) und der näheren Umgebung:**

VGZ Schwalm, Camping nach Maß

<https://nh24.de/2022/07/29/camping-nach-mass/>

(Zugriff: 01.03.2023)

**Organisation for Economic Co-operation and Development:**

Raw materials use to double by 2060 with severe environmental consequences

<https://www.oecd.org/newsroom/raw-materials-use-to-double-by-2060-with-severe-environmental-consequences.htm>

(Zugriff: 07.02.2023)

**Österreichs digitales Amt (I):**

Führerscheinklassen (Klassen der Lenkberechtigung), Letzte Aktualisierung: 31.01.2023

[https://www.oesterreich.gv.at/themen/dokumente\\_und\\_recht/fuehrerschein/6/Seite.040150.html](https://www.oesterreich.gv.at/themen/dokumente_und_recht/fuehrerschein/6/Seite.040150.html)

(Zugriff: 18.02.2023)

### **Österreichs digitales Amt (II):**

Campen - Aktuelle Informationen zu Campen, Zelten im Wald, Campieren außerhalb des Waldbereichs,  
Letzte Aktualisierung: 17.01.2023

[https://www.oesterreich.gv.at/themen/freizeit\\_und\\_strassenverkehr/campen.html](https://www.oesterreich.gv.at/themen/freizeit_und_strassenverkehr/campen.html)  
(Zugriff: 18.02.2023)

### **Polo, Marco:**

The Travels of Marco Polo. The Complete Yule-Cordier Illustrated Edition  
Dovers Publications, 3.Auflage 1903 | E-Book 2014

### **Promobil:**

Gesa Marx. Alternative Stellplätze finden. 24 Camping-Angebote abseits des Massentourismus,  
17.06.2022

<https://www.promobil.de/stellplaetze/alternative-camping-angebote-reisemobil-stellplaetze/>  
(Zugriff: 20.02.2023)

### **Renault Presse Website Österreich:**

Der Renault Master  
<https://media.renault.at/73/article/445>  
(Zugriff: 01.03.2023)

### **RVhistory (I):**

Andrew Woodmansey, Early RV History, Teil 1  
<https://www.rvhistory.com/post/early-rv-history-part-1>  
(Zugriff: 16.02.2023)

### **RVhistory (II):**

Andrew Woodmansey, Early RV History, Teil 2  
<https://www.rvhistory.com/post/early-rv-history-part-2>  
(Zugriff: 16.02.2023)

### **RVhistory (III):**

Andrew Woodmansey, Early RV History, Teil 3  
<https://www.rvhistory.com/post/early-rv-history-part-3>  
(Zugriff: 17.02.2023)

### **RVhistory (IV):**

Andrew Woodmansey, Early RV History, Teil 4  
<https://www.rvhistory.com/post/early-rv-history-part-4>  
(Zugriff: 18.02.2023)

### **RVhistory (V):**

Andrew Woodmansey, Early RV History, Teil 5  
<https://www.rvhistory.com/post/early-rv-history-part-five>  
(Zugriff: 19.02.2023)

### **Schild, Kai ; Willems, Wolfgang M.:**

Wärmeschutz. Grundlagen, Berechnung, Bewertung



Springer Vieweg, 3.Auflage, 2022

**Smart Rechner:**

Glühbirnen durch LED ersetzen

[https://www.smart-rechner.de/lumen\\_watt\\_umr/infothek/gluehbirne\\_led.php](https://www.smart-rechner.de/lumen_watt_umr/infothek/gluehbirne_led.php)

(Zugriff: 11.03.2023)

**Songtexte:**

Canned Heat, On the Road Again Songtext

<https://www.songtexte.com/songtext/canned-heat/on-the-road-again-73d7f295.html>

(Zugriff: 14.02.2023)

**Statista (I):**

Jeder Zweite möchte weiterhin im Homeoffice arbeiten

<https://de.statista.com/infografik/24659/jeder-zweite-moechte-weiterhin-im-homeoffice-arbeiten/>

(Zugriff: 21.01.2023)

**Statista (II):**

Dauerhaft Homeoffice: Jeder Fünfte würde umziehen

[https://de.statista.com/infografik/23888/dauerhaft-homeoffice\\_-jeder-fuenfte-wuerde-umziehen/](https://de.statista.com/infografik/23888/dauerhaft-homeoffice_-jeder-fuenfte-wuerde-umziehen/)

(Zugriff: 21.01.2023)

**Statista (III):**

Anzahl der Neuzulassungen von Wohnmobilen und -anhängern in Österreich von 2012 bis 2022

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/959365/umfrage/neuzulassungen-von-wohnmobilen-und-anhaengern-in-oesterreich/>

(Zugriff: 21.01.2023)

**Statista (IV):**

Historische Arbeitslosenquote in den USA in den Jahren 1919 bis 1980

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/276006/umfrage/historische-arbeitslosenquote-in-den-usa/>

(Zugriff: 06.02.2023)

**Statista (V):**

USA: Monatliche Arbeitslosenquote von Dezember 2014 bis Januar 2023

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/193941/umfrage/monatliche-arbeitslosenquote-in-den-usa-saisonbereinigt/>

(Zugriff: 06.02.2023)

**Statista (VI):**

USA: Arbeitslosenquote von 1980 bis 2021 und Prognosen bis 2027

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/17332/umfrage/arbeitslosenquote-in-den-usa/>

(Zugriff: 16.02.2023)

### **Statista (VII):**

Prognose zur Entwicklung des weltweiten privaten Pro-Kopf-Wasserkonsums nach Region im Zeitraum von 1995 bis 2025

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/259244/umfrage/entwicklung-des-weltweiten-privaten-pro-kopf-wasserkonsums-nach-region/>

(Zugriff: 04.02.2023)

### **Statista (VIII):**

Anzahl der Übernachtungen aus- und inländischer Gäste auf Campingplätzen in Österreich von 2014 bis 2022

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/428481/umfrage/uebernachtungen-auf-campingplaetzen-in-oesterreich/>

(Zugriff: 21.02.2023)

### **Statista (IX):**

Strompreise für Haushalte in europäischen Ländern im Jahr 2022

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/197196/umfrage/elektrizitaetspreise-ausgewaehlter-europaeischer-laender/?locale=de>

(Zugriff: 20.03.2023)

### **Statista (X):**

Anteil der Energieträger an der Nettostromerzeugung in der EU in den Jahren von 2021 bis 2022

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/182159/umfrage/struktur-der-bruttostromerzeugung-in-der-eu-27/>

(Zugriff: 03.04.2023)

### **Steiger, Christian ; Wirth, Thomas:**

In der Welt unterwegs. Die Geschichte des Caravanings

Delius Klasing Verlag, 2021

### **The Burning House:**

The Burning House Blog, in: Tumblr

<https://theburninghouse.com/>

(Zugriff: 11.02.2023)

### **Traumauto Archiv:**

Cugnot Fardier à Vapeur

<https://www.traumautoarchiv.de/html/1356.html>

(Zugriff: 12.02.2023)

### **Umweltbundesamt:**

David Fritz, Holger Heinfellner, Stefan Lambert: Die Ökobilanz von Personenkraftwagen. Bewertung alternativer Antriebskonzepte hinsichtlich CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential und Energieeinsparung.

Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021

### **Westfälische Anzeiger:**

Constanze Julita, Immer mehr Wohnmobile in der Stadt – sie werden als „störend empfunden“

<https://www.wa.de/essen/stadt-essen-wohnmobile-anzahl-verdopplung-stellflaechen-beschwerden->

ordnungsamt-92105717.html  
(Zugriff: 01.03.2023)

**Winnebago Industries:**

Enterprise History  
<https://www.winnebagoind.com/company/enterprise-history>  
(Zugriff: 22.02.2023)

**Wohnmobil-Galerie:**

Wir über uns und die Geschichte der Wohnmobile  
<https://www.wohnmobil-galerie.de/ueber-uns/>  
(Zugriff: 06.01.2023)

**Wohnmobil Ratgeber:**

Wohnmobil-Historie  
<https://www.wohnmobil-abc.de/wohnmobil-welt/wohnmobil-historie/>  
(Zugriff: 22.01.2023)

**WoMo Guide:**

Ein autarkes Wohnmobil: Energiekonzepte und mehr, 10.01.2021  
<https://womoguide.de/wohnmobil-technik/autarkes-wohnmobil/>  
(Zugriff: 22.02.2023)

**Womoo:**

Wohnmobil selber ausbauen oder kaufen? Checkliste, Entscheidungshilfen & Tipps  
<https://womoo.de/ratgeber/wohnmobil-selber-ausbauen-oder-kaufen/>  
(Zugriff: 15.02.2023)

**Interviews**

**Interview 1:**

mit Elisa Model vom Blog · Take an adVANTure · (Interview schriftlich per E-Mail)  
Datum: 16.02.2023

**Interview 2:**

mit Lilia Hoyer und Sven Bleile vom Unternehmen · Adventure Truck · (Interview schriftlich per E-Mail)  
Datum: 27.02.2023

## 5.2. TABELLENVERZEICHNIS

### **Tab. 01: Remaster Basis-Fahrzeug technische Daten.**

Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und zasiert auf den Kennwerten aus den folgenden Quellen:

- Renault Presse Website Österreich.
- AutoScout24.

### **Tab. 02: Vergleich von Selbstausbau- und Fertig-Wohnmobilen.**

Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf eigenen Erfahrungswerten, Literaturquellen sowie Erfahrungen mehrerer CamperInnen.

Quellen:

- Ed Bartlett, Becky Ohlsen: Vanlife. Leben und Reisen im Camper, 2019.
- Crosli.
- Womoo.
- Unterschiedliche Campingforen.
- Gespräche mit Elisa Model, Lilia Hoyer und Sven Bleile. (Siehe Anhänge 1+2).

### **Tab. 03: Standard und optionale Werkzeuge.**

Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf eigenen Erfahrungswerten.

### **Tab. 04: Holzschutzmittel und Anstriche auf Basis der nachwachsenden Rohstoffe.**

Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf die Informationen aus der folgenden Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, 2019, S. 31-35.

### **Tab. 05: Gegenüberstellung der Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und Dämmstoffen aus mineralischen und synthetischen Rohstoffen.**

Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf den Kennwerten aus den folgenden Quellen:

- Baubook Zentrale.
- Eco2soft.
- Wecobis.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.
- Ubakus.
- klimaaktiv Programm „Nawaro Markt“: Dämmstoffe richtig eingesetzt. Eignung, Anwendung und Umweltverträglichkeit von Dämmstoffen, Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency, 8. Auflage, 2014
- Holzmann, Gerhard; Wangelin, Matthias: Natürliche und Pflanzliche Baustoffe, Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 1. Auflage, 2009
- diverse Baustoffhersteller

### **Tab. 06: Gegenüberstellung der konventionellen Aufbauten und Aufbauten mit nachwachsenden Rohstoffen | Kennwerte.**

Die Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf den Kennwerten, die mit den Werkzeugen Eco2soft und Ubakus ermittelt wurden. Die Preisangaben wurden durch Marktpreisberechnung ermittelt.

**Tab. 07: Einfluss der Zirkularitätsprinzipien bei der Verwendung von Baustoffen auf die Kennwerte der gewählten Aufbauten.**

Die Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf den Kennwerten, die mit den Werkzeugen Eco2soft und Ubakus ermittelt wurden. Die Preisangaben wurden durch Marktpreisberechnung ermittelt.

**Tab. 08: Gegenüberstellung der konventionellen Aufbauten und Aufbauten mit nachwachsenden Rohstoffen | Aufbauschichten und Querschnitte.**

Die Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf den Kennwerten, die mit dem Eco2soft-Werkzeug ermittelt wurden. Alle Bauteil-Querschnitte wurden von der Autorin erstellt.

**Tab.09: Auswahlkriterien der Naturprodukte und -materialien.**

Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf die Informationen aus der folgenden Quelle: Ece, Nurgül : Baubiologie. Kriterien und architektonische Gestaltung, Birkhäuser Verlag GmbH, 2018, S.21.

**Tab.10: Gegenüberstellung diverser als Innenraumverkleidung verwendeter Baustoffe.**

Die Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf den Kennwerten, die mit dem Eco2soft-Werkzeug und Herstellerangaben ermittelt wurden.

**Tab.11: Kostenaufstellung Projekt Remaster.**

Die Tabelle wurde von Gabriella Botocan erstellt und basiert auf den Gesamtkosten, die im Rahmen des Remaster-Umbauprojekts entstanden sind.



## 5.3. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb.01: Titelbild | Unterwegs. © Gabriella Botocan

Abb.02: Kapitelbild | Einleitung. © Gabriella Botocan

Abb.03: Kapitelbild | Theoretischer Hintergrund. © Gabriella Botocan

Abb.04: Gelber Van.

<https://www.pexels.com/de-de/foto/gelber-van-druckguss-386025/>  
(Zugriff: 12.05.2023)

Abb.05: Relief mit Reisewagen.

<http://lupa.at/2247>  
(Zugriff: 20.02.2023)

Abb.06: Mittelalterliche tatarische Hütten und Wagen.

<https://m.realnoevremya.ru/articles/109499-rafael-hakimov-hronika-tyurko-tatarskih-gosudarstv>  
(Zugriff: 19.02.2023)

Abb. 07: Schäferhütte.

<https://plainhuts.co.uk/wp-content/uploads/2016/06/one-man-and-his-dog-and-his-bottle.jpg>  
(Zugriff: 16.02.2023)

Abb.08: Leib-Reisewagen „Dormeuse“ von Kaiser Franz I.

<https://www.khm.at/de/objektdb/detail/497608/?lv=detail>  
(Zugriff: 17.02.2023)

Abb.09: Der erste Freizeitwohnwagen „The Wanderer“.

<https://nationalmotormuseum.org.uk/collections/camc-collection/the-worlds-first-leisure-caravan/>  
(Zugriff: 10.04.2023)

Abb.10: Sir Alfred James Munnings | Gypsy Caravan at Ringland Hills, 1878-1959, Öl auf Leinwand, 50.8 x 61 cm, Christie´s.

<https://www.christies.com/lot/lot-6272730/?intObjectID=6272730>  
(Zugriff: 21.02.2023)

Abb.11: Fardier a vapeur.

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=113621>  
(Zugriff: 15.02.2023)

Abb.12: ARGOSY Magazine Juni, 1965, USA: 1907 wird Thomas Flyer mit zusätzlichen Gastanks, Reifen und Campingausrüstung ausgestattet, um eine 169-tägige Reise von New York nach Paris zu ermöglichen.

<https://www.ebay.com/itm/314220944996>  
(Zugriff: 15.02.2023)

Abb.13: Camping Auto von Du Pont.

<http://www.cathandmathcamping.com/du-ponts-camping-auto/>  
(Zugriff: 16.02.2023)

Abb.14: Das Ford Model T zieht in den Krieg.

<https://silodrome.com/wp-content/uploads/2018/11/A-Brief-History-of-the-Model-T-Ford-5-Andrew-J.-Lang.jpg>

(Zugriff: 27.02.2023)

Abb.15: Planwagenhandel.

[https://tincantourists.com/wp-content/uploads/2018/03/covered\\_wagon\\_dealership.jpg](https://tincantourists.com/wp-content/uploads/2018/03/covered_wagon_dealership.jpg)

(Zugriff: 26.02.2023)

Abb.16: Eine breite Palette an Wohnwagenformen.

[https://tincantourists.com/wp-content/uploads/2018/03/covered\\_wagon\\_dealership.jpg](https://tincantourists.com/wp-content/uploads/2018/03/covered_wagon_dealership.jpg)

(Zugriff: 26.02.2023)

Abb.17: Planwagen Innenansicht.

[https://s1.cdn.autoevolution.com/images/news/gallery/remembering-the-30s-covered-wagon-trailer-the-first-production-travel-trailer\\_2.jpg](https://s1.cdn.autoevolution.com/images/news/gallery/remembering-the-30s-covered-wagon-trailer-the-first-production-travel-trailer_2.jpg)

(Zugriff: 24.02.2023)

Abb.18: Dymaxion Auto vom Buckminster Fuller.

[http://bubblemania.fr/wp-content/uploads/2018/09/49612657\\_10212415143442943\\_2094987697260068864\\_n.jpg](http://bubblemania.fr/wp-content/uploads/2018/09/49612657_10212415143442943_2094987697260068864_n.jpg)

(Zugriff: 24.02.2023)

Abb.19: Ein Wagen des Kriegsberichtserstatters.

Christian Steiger, Thomas Wirth, In der Welt unterwegs. Die Geschichte des Caravanings, 2021, S.51.

Abb.20: Alaskan Camper Pickup Truck.

<https://www.ebay.com/itm/184705692072>

(Zugriff: 26.02.2023)

Abb.21: Vanlife-Pionier.

<https://www.promobil.de/im-bulli-auf-dem-hippie-trail/>

(Zugriff: 27.02.2023)

Abb.22: Blumen und Peace Zeichen. ©Gabriella Botocan

Abb.23: VW Camper - Tages- und Nachtskonfigurationen.

<https://i0.wp.com/www.curbsideclassic.com/wp-content/uploads/2021/05/VW-1955-Westy-2.jpg?resize=517%2C800&ssl=1>

(Zugriff: 26.02.2023)

Abb.24: Anatomie des Hymermobils.

[http://www.oldiecaravan.de/Hersteller\\_A-\\_Z/Hymer/Hymer\\_1978/hymer\\_1978.html](http://www.oldiecaravan.de/Hersteller_A-_Z/Hymer/Hymer_1978/hymer_1978.html)

(Zugriff: 19.02.2023)

Abb.25: Erster Playmobil Alkoven-Camper.

Christian Steiger, Thomas Wirth, In der Welt unterwegs. Die Geschichte des Caravanings, 2021, S.176.

Abb.26: Westfalia Joker 84 mit Aufstelldach | Schnittmodell.

<https://wimkoelman.files.wordpress.com/2011/03/vw-t3-westfalia-joker.pdf>

(Zugriff: 22.02.2023)

Abb.27: Obdachlosigkeit in Seattle heutzutage | Ein kleines Stück „Zuhause“ am Straßenrand.

<https://www.seattletimes.com/seattle-news/homeless/mayor-durkan-targets-junk-vehicles-and-the-car-ranchers-who-rent-them-to-homeless-people/>

(Zugriff: 01.03.2023)

Abb.28: All-inclusive Wohnkonzept an der Grenze von 3,5 Tonnen: gemütlich, modern, innovativ.

<https://www.promobil.de/einzeltest/einzeltest-niesmann-bischoff-ismove-6-9-e/>

(Zugriff: 01.03.2023)

Abb.29: Fiat E-Ducato mit bis zu 280 km Reichweite.

<https://insideevs.de/news/502855/fiat-e-ducato-elektrotransporter-reichweite/>

(Zugriff: 01.03.2023)

Abb.30: Nachhaltigkeitsstrategien. ©Gabriella Botocan

Abb.31: Effizienz. ©Gabriella Botocan

Abb.32: Kreislauf der Ressourcen. ©Gabriella Botocan

Abb.33: Sharing. ©Gabriella Botocan

Abb.34: Holzverkleidung aus Paletten. ©Elisa Model

Abb.35: Kombination von Hanfdämmung und Spritzkork als wärme- und schalldämmende Schicht im VW T3. ©Elisa Model

Abb.36: Filz, Leinenstoff und Pappeholz als Verkleidung für den Innenraum. ©Sven Bleile

Abb.37: Schafwolldämmung für ein gesundes Raumklima. ©Sven Bleile

Abb.38: Kapitelbild | Konzepte und Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategien im Wohnmobil. ©Gabriella Botocan

Abb.39: Silhouette Remaster. ©Gabriella Botocan

Abb.40: Remaster-Innenraum vor dem Umbau in der Planungsphase. ©Gabriella Botocan

Abb.41: Van-tastisches Team. ©Jana Drozdova

Abb.42: Vordere Ansicht des Remaster-Basisfahrzeugs | Bestand. ©Gabriella Botocan

Abb.43: Seitliche Ansicht des Remaster-Basisfahrzeugs | Bestand. ©Gabriella Botocan

Abb.44: Hintere Ansicht des Remaster-Basisfahrzeugs | Bestand. ©Gabriella Botocan

Abb.45: Der Modulor | Le Corbusier.

<https://www.baudokumentation.ch/fachwissen-szene-artikel/der-modulor/42087505>  
(Zugriff: 15.02.2023)

Abb.46: Werkzeuge. ©Gabriella Botocan

Abb.47: Remaster Projekt-Bauzeitlinie. ©Gabriella Botocan

Abb.48: Umnutzung der alten Bodenplatte für Radkasten-Hülle. ©Gabriella Botocan

Abb.49: Rost an der Karosserie vor der Behandlung. ©Gabriella Botocan

Abb.50: Grundierung und Lackierung der entrosteten Stellen. ©Gabriella Botocan

Abb.51: Feststellen von Roststellen. ©Gabriella Botocan

Abb.52-54: Heißluftpistole zur Entfernung hartnäckiger Aufkleber | Entfernung von Kleberückstände mit Hausmittel. © Gabriella Botocan

Abb.55: Grundierung und Lackierung zur Vermeidung von Rostbildungszonen. ©Gabriella Botocan

Abb.56-58: Layoutvarianten für Remaster. ©Gabriella Botocan

Abb.59: Grundriss des Remasters. ©Gabriella Botocan

Abb.60: 3D-Ansicht des Remasters. ©Gabriella Botocan

Abb.61: Wohn- und Schlafbereich im Remaster. ©Gabriella Botocan

Abb.62-64: Einbau der Küchenzeile unter Berücksichtigung der Maße des Frischwassertanks und der Leckagewanne. ©Gabriella Botocan

Abb.65: Küchenzeile mit integriertem Stauraum für Küchenutensilien und das gesamte Wassersystem.  
©Gabriella Botocan

Abb.66: Eine Trockentrenntoilette versteckt unter dem Sitz. ©Gabriella Botocan

Abb.67: Eine mobile Dusche mit Stauraumfunktion in der Garage. ©Gabriella Botocan

Abb.68: Ein Wohnbereich mit einer Fläche von 2,8 m<sup>2</sup>. ©Gabriella Botocan

Abb.69: Die Rückwand der Küchenzeile dient als Trennung zwischen dem Wohnbereich und der Fahrerkabine, beeinträchtigt jedoch nicht die Luftzirkulation zwischen den Bereichen. ©Gabriella Botocan

Abb.70-75: Konstruktion und Dämmung der Zwischenwand zur Reduzierung von Schall- und Wärmeübertragung zwischen den Bereichen. ©Gabriella Botocan

Abb.76: Garage unter dem Bett bietet ausreichend Platz für das Stromsystem und Stauraum. ©Gabriella Botocan

Abb.77: Ein Stellplatz mitten im Naturpark in der Nähe des Balatonsees. ©Gabriella Botocan

Abb.78: Elektrischer Schaltplan für den Remaster. ©Gabriella Botocan  
(Individuell angepasster Schaltplan für den Remaster basierend auf verschiedene Varianten und Inspiration von Alex von "Always Keep Exploring" und Dennis Koburger.)

Abb.79: Anbringung der Kabelschuhe an Litzenkabel zur zuverlässigen Verbindung der Komponenten. ©Gabriella Botocan

Abb.80: Anschließen der Komponenten gemäß Schaltplan. ©Gabriella Botocan

Abb.81: Solarpanel mit einer maximalen Leistung von 365 Watt. Durchschnittliche Produktion von 250 Watt an sonnigen Tagen im Mai. ©Gabriella Botocan

Abb.82: Der Schlüssel zur Autarkie - Anschluss des Stromversorgungssystems. ©Gabriella Botocan

Abb.83: Wasserversorgungs- und Abwassersystem sowie Trockentrenntoilette - Schema des Wassersystems. ©Gabriella Botocan

Abb.84: Sommerdusche - Anschluss für Dusche und Befüllung, sowie Entlüftungsöffnung. ©Gabriella Botocan

Abb.85: Sommerdusche - seitliche Ansicht. ©Gabriella Botocan

Abb.86: Befüllung des Frischwassers aus einer entfernten Quelle mit einem Eimer. ©Gabriella Botocan

Abb.87: Frischwassertank und Warmwasserboiler im Küchenbereich. ©Gabriella Botocan

Abb.88: Passive Erwärmung des Wassers aus der Dach-Sommerdusche durch Sonnenwärme. ©Gabriella Botocan

Abb.89: Abwassertank aus schwarz lackierten Abflussrohren zusammengestellt. ©Gabriella Botocan

Abb.90: Holzspäne werden als Einstreu für die Trockentrenntoilette verwendet. ©Gabriella Botocan

Abb.91-95: Bau der Trockentrenntoilette - Von Unterkonstruktion bis zur Fertigstellung. ©Gabriella Botocan

Abb.96: Österreichisches Umweltzeichen.  
<https://www.daxner-merl.com/client-logo/oesterreichisches-umweltzeichen>  
(Zugriff: 14.05.2023)

Abb.97: IBO-Prüfzeichen.  
<https://www.ibo.at/materialoekologie/umweltzeichen-fuer-bauprodukte/ibo-pruefzeichen>  
(Zugriff: 14.05.2023)



Abb.98: natureplus.

<https://www.ibo.at/materialoekologie/umweltzeichen-fuer-bauprodukte/natureplus-guetesiegel>  
(Zugriff: 14.05.2023)

Abb.99: Blauer Engel.

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=96756737>  
(Zugriff: 14.05.2023)

Abb.100: Cradle to Cradle Zertifizierung.

[https://cdn.c2ccertified.org/images/logos/C2CCertMark\\_Products-Program\\_color\\_rgb.png](https://cdn.c2ccertified.org/images/logos/C2CCertMark_Products-Program_color_rgb.png),  
Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=127075648>  
(Zugriff: 14.05.2023)

Abb.101: CE- Kennzeichen.

<https://www.ce-richtlinien.eu/das-ce-zeichen/>  
(Zugriff: 14.05.2023)

Abb.102: PEFC Siegel.

[http://www.pefc.de/images/download/newsletter/pefc\\_nl40.pdf](http://www.pefc.de/images/download/newsletter/pefc_nl40.pdf)  
(Zugriff: 14.05.2023)

Abb.103: FSC Siegel.

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=46206396>  
(Zugriff: 14.05.2023)

Abb.104: Ebene 1: Unterkonstruktion, Wärmedämmung und Innenraumverkleidung. ©Gabriella Botocan

Abb.105: Ebene 2: Möblierung. ©Gabriella Botocan

Abb.106: Ebene 3: Textil. ©Gabriella Botocan

Abb.107: Flachs - Die vielseitige Pflanze für die Herstellung von Leinöl. ©Gabriella Botocan

Abb.108: Holzvorbereitung - Eine makellose Oberfläche durch Schleifen und gründliches Entstauben.  
©Gabriella Botocan

Abb.109: Das Auftragen von kaltgepresstem Leinöl. ©Gabriella Botocan

Abb.110: Leinöl dringt tief in das geschliffene Holz ein und hinterlässt einen glänzenden Film auf der  
Oberfläche. ©Gabriella Botocan

Abb.111: Das Entfernen überschüssigen Öls mit einem Baumwolltuch. ©Gabriella Botocan

Abb.112: Die zweite Schicht Leinöl wird aufgetragen. ©Gabriella Botocan

Abb.113: Das Sägen von Latten, um die Ölschicht zu überprüfen. ©Gabriella Botocan

Abb.114: Die Ölschicht nach einem Auftrag. ©Gabriella Botocan

Abb.115: Die Ölschicht nach mehrfachem Auftragen. ©Gabriella Botocan

Abb.116: Holzbeize mit mineralischen Pigmenten auf Leinölfirnisbasis - Farbakzente für den Remaster.  
©Gabriella Botocan

Abb.117: EMICODE-Siegel EC1.  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11754721>  
(Zugriff: 15.05.2023)

Abb.118: Die Holz-Unterkonstruktion wird an die Stahl-Bodenplatte angebracht. ©Gabriella Botocan

Abb.119: Das frisch eingebaute Seitenfenster wird mit Montagekleber an der Wand befestigt und sorgfältig abgedichtet. ©Gabriella Botocan

Abb.120: Montage der Unterkonstruktion an den Wänden. ©Gabriella Botocan

Abb.121: Vorbereitung des Holzrahmens für das Seitenfenster. ©Gabriella Botocan

Abb.122: Verwendung von Schafwolldämmung mit natureplus Qualitätssiegel im Remaster.  
[https://www.baubook.at/m/PHP/getDownload\\_extern.php?action=np\\_Bild\\_HTML&SI=2142685624&id=0103-1006-099-1&ext=.png](https://www.baubook.at/m/PHP/getDownload_extern.php?action=np_Bild_HTML&SI=2142685624&id=0103-1006-099-1&ext=.png)  
(Zugriff: 16.05.2023)

Abb.123: Kombination aus Schafwoll-Klemmfilz und Hanfkordel zur Wand- und Deckendämmung.  
©Gabriella Botocan

Abb.124. Verwendung von Seegrasdämmung im Remaster mit Blauer Engel Umweltzeichen.  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=96756737>  
(Zugriff: 19.05.2023)

Abb.125. Eco Institute Zertifizierung der Seegrasdämmung im Remaster.  
<https://docplayer.org/91641253-Neptutherm-daemmstoff-aus-seegras-neptugmbh-neptutherm-e-k-karlsruhe-groetzingen-pruefbericht-nr-ii.html>  
(Zugriff: 14.05.2023)

Abb.126: Verwendung von Seegrasdämmung als Fußbodendämmung. ©Gabriella Botocan

Abb.127: Seegraskugeln: Natürlicher Dämmstoff direkt aus dem Meer.  
<https://cradle-mag.de/artikel/neptutherm-daemmen-mit-seegras.html>  
(Zugriff: 19.05.2023)

Abb.128: Verwendung von Kokosfasern zur Dämmung der Radkästen. ©Gabriella Botocan

Abb.129: Gewinnung von "Coir" aus der äußeren Schale der Kokosnussfrucht.  
<https://www.pexels.com/de-de/foto/braun-stilleben-getrocknet-schale-5608057/>  
(Zugriff: 17.05.2023)

Abb.130: Durchschnittstemperaturen in Europa im Winter (Januar).  
<https://climatemaps.romgens.com/>  
(Zugriff: 12.05.2023)

Abb.131: Durchschnittstemperaturen in Europa im Sommer (Juli).  
<https://climatemaps.romgens.com/>  
(Zugriff: 12.05.2023)

Abb.132: Anbringung des Schafwoll-Klemmfilzes und Befestigung mit Hanfkordel. ©Gabriella Botocan

Abb.133: Stopfen von Seegrasdämmung zwischen der Holz-Unterkonstruktion am Fußboden. ©Gabriella Botocan

Abb.134: Ashby-Diagramm: Vergleich des Elastizitätsmoduls verschiedener Baustoffe in Abhängigkeit von der Dichte. ©Gabriella Botocan

Abb.135: Robuster Jutestoff und Holz als Innenraumverkleidung. ©Gabriella Botocan

Abb.136: Mit Leinöl behandeltes Holz für Wandverkleidung und Profilholz als Bodenbelag: Natürlicher, warmer und gelblicher Farbton. ©Gabriella Botocan

Abb.137: Küchenzeile und Hängeschrank bieten großzügigen Stauraum. ©Gabriella Botocan

Abb.138: Kleiderschrank mit Rückwand aus Jutestoff. ©Gabriella Botocan

Abb.139: Optimale Nutzung des verfügbaren Platzes. ©Gabriella Botocan

Abb.140: Einsatz eines Holzquerschnitts als improvisiertes Computerpanel. ©Gabriella Botocan

Abb.141: Altes Kupferrohr und Holzplatte vom Sperrmüll werden zu einem neuen Esstisch. ©Gabriella Botocan

Abb.142: Lüftungsöffnungen im Sitz für eine effiziente Kühlboxbelüftung. ©Gabriella Botocan

Abb.143: Ein trockener Ast dient als Vorhangstange. ©Gabriella Botocan

Abb.144: Grifflösungen. ©Gabriella Botocan

Abb.145: Anfertigen von Fensterisoliermatten. ©Gabriella Botocan

Abb.146: Verwandlung einer alten Matratze in Sitzkissen. ©Gabriella Botocan

Abb.147: Herstellung von Bezügen für Sitzkissen. ©Gabriella Botocan

Abb.148-159: Selbstgemachte Dekoelemente in Makramee-Technik: Blumenampel, Obstnetz und Bücher-Organizer. ©Gabriella Botocan

Abb.160. Heizungs- und Lüftungsschema im Remaster. ©Gabriella Botocan

Abb.161-166: Einbau des Wanddurchbruchs für das Holzofenrohr. Schritt für Schritt vom Entfernen der Innenraumverkleidung bis zur Montage des Wanddurchbruchs. ©Gabriella Botocan

Abb.167. Holzofen mit 3 kW Leistung für warme und trockene Raumluft in kalten Jahreszeiten. ©Gabriella Botocan

Abb.168. Energieeffiziente Lichterkette als abendliche Raumbelichtung. ©Gabriella Botocan

Abb.169: Kapitelbild | Schlusswort. ©Gabriella Botocan

Abb.170: Kapitelbild | Verzeichnisse. ©Gabriella Botocan

Abb.171: Kapitelbild | Anhang. ©Gabriella Botocan

Seiten-Hintergrund Vectorgrafik S.41, 43, 45, 47, 58, 65, 75, 148, 160, 161, 224-231. ©Gabriella Botocan



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



# ANHANG

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.  
The approved original printed version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.





# Anhang 1

Interview mit Elisa Model vom Blog · Take an adVANture ·

*Interview mit: Elisa Model (Interview schriftlich per E-Mail)*

*Datum: 16.02.2023*

**Hallo liebe Elisa! Vielen Dank, dass du dir die Zeit nimmst, um meine Fragen bezüglich der Nachhaltigkeitsstrategien in Wohnmobile zu beantworten.**

Elisa Model: Was für ein schönes Thema für eine Diplomarbeit - da werden gleich Erinnerungen an meine Studiumszeit wach. Ich finde es super spannend, auf andere Menschen mit einem ähnlichen Bewusstsein für Materialität und Ökologie zu treffen. Eure Materialwahl klingt fantastisch. Und ich erkenne sehr viele Parallelen zu unserem aktuellen Projekt. Tatsächlich ist es ja so, dass ich vor vielen Jahren (2015) bereits einen Van umgebaut habe (einen VW T5), in dem ich seit über 3 Jahren mit meinem Mann reise und lebe. Damals habe ich mangels Informationen noch relativ klassisch ausgebaut (der Ausbau besteht deshalb nur teilweise aus nachhaltigen Materialien).

**In deinem Blog hast du es kurz erläutert, dass du auch ein VW T3 selbständig zu einem Wohnmobil umgebaut hast. Warum hast du dich für einen Selbstbau statt dem Kauf eines bereits fertigen Wohnmobils entschieden?**

Als Architektin habe ich zu einem gewissen Anspruch und Vorlieben, was Materialwahl und Optik betrifft. Zudem lieben wir es beide (also mein Mann und ich), rumzubasteln, rumzuschrauben und kreativ eigene Ideen umzusetzen. Mit dem Selbstausbau haben wir die komplette Kontrolle

über die Inhaltsstoffe und über das Design. Es ist pure Selbstverwirklichung.

**Warum hast du dich für einen Van als Reise- oder Wohntyp entschieden?**

Weil es alle Vorteile kombiniert. Wir können Orte und Reiseziele frei wählen, haben unseren Wohnraum aber immer bei uns. Wir können reisen und arbeiten perfekt verbinden. Und wir sind näher an der Natur. Dank kleinem Wohnraum können wir Minimalismus voll ausleben und verbringen die meiste Zeit des Tages draußen. In der heutigen Gesellschaft ist es ja so, dass der Mensch über 90 % des Tages in geschlossenen Räumen (oder Verkehrsmitteln) verbringt. Ich finde, dass dadurch die Verbindung zur Natur abhanden gekommen ist. Das Leben im Camper ist für mich ein Weg wieder mehr mit der Umwelt in Kontakt zu treten.

**Zum welchen Zweck nutzt du den umgebauten Van - dauerhaftes Wohnen oder Urlaube?**

Langzeitreisen und wohnen. Wir haben keine eigene Wohnung mehr, sondern leben im Camper (und wenn wir in Deutschland sind, dann bei meinen Eltern).

**Welche Materialien (z.B. für Dämmung, Verkleidung, Klebstoffe) hast du bei der Innengestaltung deines Wohnmobils verwendet und**

### **aus welchem Grund hast du dich für diese entschieden?**

Die Dämmung besteht aus Sprühkork und Hanf (am Dach grob verkleidet mit Jute - die war mal die Deko bei meiner Hochzeit). Die Innenverkleidung besteht aus Leinenstoff (alte Rolltücher), mechanisch befestigt auf den bestehenden Kunststoffplatten bzw. auf Holzplatten. Der Innenausbau besteht aus Holz, teilweise neu gekauft, größtenteils aus Holz von Einwegpaletten. Das Holz ist entweder unbehandelt oder mit einer ökologischen Holzlasur versehen (für eine farbliche Gestaltung). Der Boden besteht aus der bestehenden Siebdruckplatte, darauf kam Kork als Dämmung und ein Linoleumbelag (als Restposten ergattert). Die Möblierung ist ein altes Küchenbuffet, auseinandergesägt und angepasst. Weitere Einbauten, wie das Dachfenster, haben wir via eBay-Kleinanzeigen gekauft. Die Matratze ist leider eine Kaltschaummatratze (immerhin zertifiziert), des Preises wegen. Eigentlich wollte ich eine Naturlatexmatratze, aber - puhhhh - die sind ganz schön teuer. Ich habe mich für vorrangig nachhaltige Materialien aufgrund der Gesundheit (ohne leichtflüchtige / schwerflüchtige Schadstoffe) entschieden. Außerdem war mir eine gute Recyclebarkeit bzw. Kreislauffähigkeit wichtig (die Hanfdämmung ist z. B. kompostierbar), ebenso wie eine Ressourcenschonung (so viel, wie möglich, ist gebraucht - auch die meisten Werkzeuge haben wir ausgeliehen oder 2nd Hand bekommen).

Auf Kleber haben wir weitestgehend verzichtet. Einzig das Dachfenster musste synthetisch geklebt und abgedichtet werden, der Sprühkork wird mittels lösungsmittelfreiem Kleber auf Wasserbasis aufgebracht. Der Rest ist mechanisch befestigt.

### **Warum hast du dich für eine Dämmung aus nachwachsenden Rohstoffe entschieden und nicht die für Van-Umbau üblichen synthetischen oder mineralischen Dämmstoffe wie z.B. für ein Bauschaum, Armaflex oder Mineralwolle?**

Auch hier wegen der Baugesundheit, der Ökologie und der Nachhaltigkeit. Synthetische Materialien dünnen aus. Ein Camper muss innen gedämmt werden, das heißt, alles was ausdünstet, dünnst eben nach innen aus - dort, wo ich lebe. Bauschaum, ArmaFlex und Mineralwolle sind keine Materialien für gesunde Wohnräume. Nachwachsende Rohstoffe sorgen mit ihrer Offenporigkeit für ein gesundes Wohnklima, da sie feuchtigkeitsregulierend wirken. Die Produkte können zudem recycelt oder sogar kompostiert werden, der Anbau schützt die Natur, statt sie zu zerstören.

### **Wie handhabst du das Problem von Kondensation und Feuchtigkeit im Van, besonders in kalten Jahreszeiten? Hast du bereits den Wand- und Bodenaufbau des Vans geöffnet und die Dämmung überprüft?**



Was sehr oft nicht beachtet wird, ist, dass sich in jedem Camper die gleiche Menge an Feuchtigkeit befindet - egal, wie gedämmt wurde. Je nach Dämmart kann nur unterschiedlich mit dieser Feuchtigkeit umgegangen werden. Um Kondensation zu minimieren, haben wir erst eine Schicht Kork aufgebracht, der verhindert schonmal eine direkte Wärmebrücke. Mittels großzügigen Öffnungen in den Verkleidungen (bespannt mit Leinen), kann die Feuchtigkeit, die der Hanf aufgenommen hat, wieder entweichen. Und das allerwichtigste - eben egal, wie gedämmt wurde - ist, dass richtig gelüftet wird. Nur so kann die Feuchtigkeit aus dem Inneren entweichen. Ein Dachfenster mit Zwangsbelüftung ist da schonmal eine große Hilfe. Im Winter sollte der Camper (wenn man drinnen lebt) regelmäßig hochgeheizt und dann quergelüftet werden. Bisher habe ich nur einen Camper, der mit ArmaFlex gedämmt wurde, mal geöffnet. Da war alles OK. Die Langzeiterfahrung mit dem T3 folgt (er stand 2 Winter schon gedämmt rum und da ist nichts passiert).

### **Welches Heizsystem wurde in deinem Van eingebaut und wird es für dich angenehm warm im Innenraum?**

In beiden Bussen (T5 und T3) haben wir eine Dieselstandheizung verbaut, die funktioniert wunderbar.

### **Wie hast du deine Energieversorgung, Wasser-**

### **versorgung und Abwassersystem organisiert und wie zufrieden bist du damit?**

·Energieversorgung: Solar auf dem Dach und als Solartasche, Wechselrichter, Lithium-Ionen-Batterien, Stromerzeugung während der Fahrt und Möglichkeit für Anschluss an Landstrom. Da wir im Camper leben und beide auch von unterwegs arbeiten, brauchen wir eine höhere Speicherkapazität. Die letzten Jahre hatten wir AGM-Batterien verbaut, damit sind wir aber an die Grenzen gestoßen.

·Wasserversorgung: Wassertank gebraucht besorgt, Wasserfilter (mit dem wir aus Quellen oder aus Flüssen und Seen Wasser filtern können).

·Abwassersystem: Abwassertank unterflur, gebraucht besorgt.

### **Seit wann betreibst du den ausgebauten Van als Wohnmobil? Gab es etwas, das du bei einem zukünftigen Umbau anders machen würdest? Was würdest du als wichtigsten Rat an jemanden geben, der einen nachhaltigen Umbau seines Wohnmobils plant?**

Den ersten Van haben wir 2015 ausgebaut, seit 3 Jahren leben wir Vollzeit darin. Der jetzige, rundum ökologisch ausgebaute Camper wird ab Ende März unser Zuhause. Beim jetzigen Ausbau haben wir all das umgesetzt, was uns vorher gestört hat. Wir können jetzt auch mal ordentlich drinnen kochen (das war vorher nur sehr kompliziert möglich



- die eigentliche Kochgelegenheit war eine Heckküche), wir haben zwei einigermaßen ergonomische Sitzgelegenheiten, wir haben jetzt Stehhöhe. Und das Bett ist breiter (vorher hatten wir 1,20 m, jetzt haben wir 1,40 m). Mein Rat für einen nachhaltigen Ausbau ist, sich nicht von den vielen Meinungen von außen beeinflussen zu lassen. Sehr, sehr oft wird leider versucht, eine bestimmte Materialwahl auszureden - in den meisten Fällen aufgrund von Unwissenheit und dem „das haben wir aber schon immer so gemacht“. Ganz wichtig ist es, tief institutionalisierte Glaubenssätze und Herangehensweisen zu hinterfragen, einfach mal Neues auszuprobieren und für Materialien / Produkte / Werkzeuge den ersten Blick auf ebay Kleinanzeigen zu werfen.

### **Wie hat das Wohnen in einem kleinen Raum mit begrenztem Zugang zu Wasser und Strom deine Bedürfnisse und Anforderungen an Komfort verändert?**

Es verändert die Sicht auf Gesellschaften und dem immer „höher, schneller, weiter“. Ressourcen stehen ja nur noch begrenzt zur Verfügung und müssen u. a. händisch wieder aufgefüllt werden. Eine warme Dusche wird purer Luxus, die Grundbedürfnisse werden wieder wichtig und sehr vieles wird nicht mehr als gegeben angesehen. Für mich ist es gelebte Konsumkritik und Fokus aufs Fühlen.

### **Was sind deine Pläne und Ziele für die Zukunft mit deinem ausgebauten Van?**

Wir werden weiterhin reisen und leben, wie bisher. Das nächste Ziel ist Zentralasien und was danach (oder währenddessen) so kommt, steht noch in den Sternen.

### **Elisa, ich danke dir herzlich für deine liebevollen Antworten und wünsche euch einen schönen Umzug in das neue Zuhause!**

# Anhang 2

Interview mit Lilia Hoyer und Sven Bleile vom Unternehmen · Adventure Truck ·

*Interview mit: Lilia Hoyer und Sven Bleile (Interview schriftlich per E-Mail)*

*Datum: 27.02.2023*

Hallo liebe Lili und lieber Sven, vielen Dank, dass ihr euch die Zeit nehmt, um meine Fragen bezüglich der Nachhaltigkeitsstrategien in Wohnmobilen zu beantworten. Ich bin sehr gespannt auf eure Einsichten und Erfahrungen in diesem Bereich.

Hi Gabriella, danke für die Anfrage.

Da wir die Schafwolle erst seit einem halben Jahr im Sortiment haben, kann ich leider nicht über eine Langzeiterfahrungen von Kundenberichten. Wir selber haben die Schafwolle in unserem Camper schon etwas länger verbaut.

**Ich habe gesehen, dass ihr auch einen Renault Master selbständig zu einem Wohnmobil umgebaut habt. Warum habt ihr euch für einen Selbstbau statt dem Kauf eines bereits fertigen Wohnmobils entschieden?**

Der DIY Ausbau bzw. das Fahrzeug gehört meinem Bruder, welches wir natürlich mitbenutzen dürfen :) Wir haben unsere Produkte für Marketingzwecke zur Verfügung gestellt

**Warum habt ihr euch für einen Van als Reise- oder Wohntyp entschieden?**

Um ein autarkes sowie ein Schlechtwege - Reisen zu ermöglichen und nicht nur auf Campingplätzen angewiesen zu sein.

**Zum welchen Zweck nutzt ihr den umgebauten**

**Van (dauerhaftes Wohnen oder Urlaube)?**

Urlaub | Geschäftreisen

**Welche Materialien (z.B. Dämmung, Verkleidung, Klebstoffe) habt ihr bei der Innengestaltung eures Wohnmobils verwendet und aus welchem Grund habt ihr euch für diese entschieden?**

Schafwolle als Dämmstoff, Jute Schnur zur Fixierung, Leinenstoff als Dämm- Überstoff, Leichtbau- Holzpanelle für Decke + Wände, Filz als Wandverkleidung (PES/ Schurwolle), Sprühkleber zur Installation der Filzverkleidung, Aluminium Duschtasse, Carbestfenster, Maxxfan, Pappelholz für Möbelbau, 7 Zonen Matratzen nach Maß. Bei der Auswahl der Materialien wurde vorwiegend auf natürliche, langlebige und natürliche Materialien gesetzt.

**Ihr habt erwähnt, dass ihr als Wärmedämmung Schafwolle benutzt habt: Warum habt ihr euch für eine Dämmung aus nachwachsenden Rohstoffe entschieden und nicht z.B. für ein Bauschaum oder Mineralwolle? Warum habt ihr entschieden, Schafwolle als Alternative zu Armaflex and co. für eure Kunden im Unternehmen anzubieten?**

Wir legen Wert auf Nachhaltigkeit und möchten gerne, wo es uns möglich ist, auf natürliche Materialien zurückgreifen. Im Camper hält man sich

auf engstem Wohnraum auf, da sollte das Raumklima stimmen und die gesundheitlichen Aspekte sollten nicht vernachlässigt werden. Zu dem steht Schafwolle in Hinblick auf die Dämmeigenschaft allen anderen Dämmstoffen in nichts nach, deshalb haben wir uns ganz klar für die Naturvariante entschieden, was sich auch definitiv positiv in der Praxis bestätigt hat.

**Wie handhabt ihr das Problem von Kondensation und Feuchtigkeit im Van, besonders in kalten Jahreszeiten? Habt ihr bereits den Wand- und Bodenaufbau des Vans geöffnet und die Dämmung überprüft?**

Wir haben eine offene Wandverkleidung zwecks Luftzirkulation gewählt, durch regelmäßiges Lüften/Heizen gibt es diesbezüglich keine Probleme.

**Welches Heizsystem wurde in eurem Van eingebaut und wird es für euch angenehm warm im Innenraum?**

Autoterm Air 2D (Diesel Standheizung). Die Wärme reicht vollkommen aus. In Kombination mit der Schafwolle-Dämmung ist ein Winter-Camping problemlos möglich.

**Wie habt ihr eure Energieversorgung, Wasserversorgung und Abwassersystem organisiert und wie zufrieden seid ihr damit?**

Energieversorgung über Solarpanel sowie Licht-

maschine. Wasser sowie Abwassersystem über Wassertanks sowie in der Duschwanne über einen Kanister unter dem Fahrzeug.

**Seit wann betreibt ihr den ausgebauten Van als Wohnmobil? Gab es etwas, das ihr bei einem zukünftigen Umbau anders machen würdet? Was würdet ihr als wichtigsten Rat an jemanden geben, der einen nachhaltigen Umbau seines Wohnmobils plant?**

Seit 2 Jahren. Wir planen mehrere eigene Fahrzeug- Ausbauten für Vorführzwecke mit verschiedenen Grundrissen, die eine Vielzahl an individuellen Bedürfnissen abdecken. Uns persönlich ist wichtig, dass alles seinen festen Platz im Van hat, sowie eine Badezimmer inkl. Toilette. Das muss aber jeder für sich selber entscheiden, das ist ja da tolle am DIY Ausbau :) Wichtig ist die Planung sowie keine Abstriche bei den eigenen Bedürfnissen zu machen.

**Wie hat das Wohnen in einem kleinen Raum mit begrenztem Zugang zu Wasser und Strom eure Bedürfnisse und Anforderungen an Komfort verändert?**

Ehrlich gesagt, gar nicht. Wir sind flexibel und leben auch im Alltag minimalistisch, sodass wir in der Hinsicht keine großen Kompromisse eingehen. Dadurch lebt man ein Stückchenweit bewusster und lernt die kleinen Dinge bzw. den Komfort, den wir

tagtäglich als selbstverständlich annehmen, viel mehr zu schätzen.

### **Was sind eure Pläne und Ziele für die Zukunft mit eurem ausgebauten Van?**

Aktuell sind wir auf der Suche nach einem Fahrzeug, welches wir nach unseren Wünschen ausbauen und mit unseren Eigenprodukten ausstatten möchten. Natürlich möchten wir in dem Zuge den Ausbau testen und auch reisen. Zumal stehen unsere Flitterwochen noch aus, da geht's mit dem Van erstmal nach Spanien :) Fulltime- Van ist ebenfalls nicht ausgeschlossen für die Zukunft.

**Herzlichen Dank, Lili und Sven, für eure inspirierenden Einblicke. Ich bin sicher, dass euer Unternehmen eine große Wirkung haben wird und wünsche euch alles Gute für eure zukünftigen Projekte!**



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



# Anhang 3

## Kostenaufstellung Projekt · Remaster ·

Tab.11: Kostenaufstellung Projekt Remaster.

Kategorie	Produkt	Menge	Kosten (€/Menge)	Kosten (€)
Innenausbau	Schafwolldämmung D=30mm, D=60mm, D=80mm (in m2 gesamt)	22,8		372,45 €
	Jutegewebe (in m2)   1 RON = 0.203600 EUR (am 27.05.2022)	20,3	3,29 €	66,79 €
	Holzlasur auf Leinölbasis   1 RON = 0.20406 EUR (am 27.05.2022)	1	19,99 €	19,99 €
	Leinöl Natural 10 L (2 x 5 L Kanister)	2	19,45 €	38,90 €
	Schafwolldämmung extra Restposten			150,00 €
	Tischlerarbeiten			80,00 €
	Holz-Bodenbelag	2	37,70 €	75,40 €
	Holz-Sperrholzplatten	2	20,27 €	40,54 €
	Fliesen aus recyceltem Glas + Mörtel			35,16 €
	Jutestoff extra			6,69 €
	Jutekordel			10,14 €
	Zubehör (Kleber, Klebebänder, Schrauben, Winkeln, Pinseln), vieles jedoch zusätzlich gratis bekommen			169,86 €
	Kokosfasern-Dämmung			gratis
	Filz für Innenraumverkleidung			gratis
	Hanfschnur			gratis
	Seegras-Dämmung Neptutherm			gratis
	Holz (für Wandverkleidung, UK, Gerüste)			gratis

Kategorie	Produkt	Menge	Kosten (€/Menge)	Kosten (€)	
Elektrosystem	Lithium LiFePO4 Batterien   1 US-Dollar = 1.08 EUR (am 21.03.2023)	2	625,96 €	1.251,92 €	
	Verteilerschrank	1	19,99 €	19,99 €	
	12-Fach Sicherungshalter mit Minuspol (Sicherungskasten)	1	28,97 €	28,97 €	
	Smart Batterie Monitor	1	181,23 €	181,23 €	
	Dual-Port-USB-Ladegerät-Steckdose mit Spannungsanzeige	1	4,12 €	4,12 €	
	DEFA ANSCHLUSS-SET 230V (Landstrom)	1	65,00 €	65,00 €	
	Camping CEE-Adapterleitung Caravan (Landstrom)	1	12,99 €	12,99 €	
	45-10/25 Lade-Wandler (Booster)	1	741,42 €	741,42 €	
	Wechselrichter und Sicherungen (60A-250A)	1	834,80 €	834,80 €	
	Laderegler Energie BlueSolar MPPT 100/30	1	225,99 €	225,99 €	
	Verkabelung (6mm2-35mm2)	-	114,25 €	114,25 €	
	Stromverteilungsblock für Hochleistungsmodule	2	34,99 €	69,98 €	
	All-in-One Powerstation gebraucht	1	150,00 €	150,00 €	
	Kompressor Kühlbox 40 L	1	244,00 €	244,00 €	
	Kabelzubehör (Kabelschuhe, Installationsklemmen, Kabelschlauch, Schrumpfschlauch)				56,93 €
	Kabel extra				16,80 €
	Solarpaneele 200 W und 360 W	2			gratis
Induktionsherd	1			gratis	
				<b>4.018,39 €</b>	

Kategorie	Produkt	Menge	Kosten (€/Menge)	Kosten (€)
Wassersystem	Schmutzwasser Tauchpumpe	1	29,13 €	29,13 €
	Wasserzähler für Wasserfilter	1	24,19 €	24,19 €
	Trinkwasserfilter-Set	1	301,81 €	301,81 €
	Wasserpumpe 12V	1	35,56 €	35,56 €
	Wasserpumpe 12V	1	60,99 €	60,99 €
	Wassertank 60L	1	13,33 €	13,33 €
	Warmwasserboiler   1 RON = 0.20216 EUR (am 28.09.2022)	1	63,58 €	63,58 €
	Duschvorhang	2	10,00 €	20,00 €
	Rohre			80,17 €
	Trinkwasserschläuche			11,31 €
	Zubehör (Dichtungen, Verbindungsstücke, Stutzen, Wasserhähne)			103,25 €
	Mörtelkasten (für Dusche und Wassersystem)	2		15,34 €
	Duschzelt	1	20,00 €	20,00 €
	Abwassertank (aus PVC Kanalrohre)			20,86 €
	Trockentrenntoilette (Zubehör und Hülle)			gratis
	Duschkopf mit Schlauch			gratis
	Spülbecken - Marmeladentopf gebraucht	1		gratis
				<b>799,52 €</b>

Kategorie	Produkt	Menge	Kosten (€/Menge)	Kosten (€)
Heizsystem	Holzofen mit Zubehör, Lieferung			1.293,00 €
	Holzofen Zollaussgaben	1	164,28 €	164,28 €
	Kohlenmonoxid-Melder	1	40,00 €	40,00 €
	Zubehör für Montage (Dichtung, Dämmung, Fermacell-Platte)			30,03 €
	Kaminbodenplatte gebraucht	1		gratis
				<b>1.527,31 €</b>
Einrichtung	Bett Stahl-UK	4	16,22 €	64,88 €
	Zeltmaterial für Markise	1	4,05 €	4,05 €
	Schrankzubehör (Schiene, Scharniere, Reiseverschlüsse, Hängeschiene)			50,15 €
	Scheibenabdeckung			7,29 €
	Selbstgemachtes Makramee Haushaltszubehör	1	8,14 €	8,14 €
	Holz für Möblierung (Schränke, Tisch, Bett, Zwischenwände, Küchenzeile)			gratis
	Matratze für Sitzkissenherstellung			gratis
	Kupferrohre (Tischfuß, Küchenregal)			gratis
	Vorhangstangen gebraucht (Holz und Metall)			gratis
	Textil gebraucht (Vorhänge, Sitzkissen, Radhülle, Organizer)			gratis
	Accessoires für Küchenzeile (Griffe), Deko	-		gratis
				<b>134,51 €</b>
Öffnungen	Seitenfenster gebraucht	1	80,00 €	80,00 €
	Regenwasserabweiser	2	10,00 €	20,00 €
	Dachluke mit Ventilator 12 V	1	122,47 €	122,47 €
				<b>222,47 €</b>
			<b>Gesamt</b>	<b>7.768,12 €</b>

# Anhang 4

## Tagebuch

Die ersten Reisetage mit dem Remaster wurden dokumentiert mit dem Ziel, die Effektivität der Wärmedämmung, des Elektro- und Wassersystems zu überprüfen und den potenziellen Optimierungsbedarf festzustellen. Dabei wurden ständig Mithilfe eines Hygrometers die Raumlufttemperatur und Feuchtigkeit gemessen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu dienen gewisse Planungsschritte in der Zukunft adaptieren und optimieren zu können.

Mo.	Di.	Mi.	Do.	Fr.	Sa.	So.
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Donnerstag 4. Mai

- ∅ Frischwassertank auffüllen (60 Liter)
- ∅ Kühlbox mit Essen füllen (40 Liter)
- ∅ Stellplatz für die Nacht finden
- ∅ Geschirr im Auto spülen (erstes Mal)
- ∅ Abendessen auf Induktionskochfeld kochen
- ∅ Trockentrenntoilette testen
- ∅ Raumluftfeuchtigkeit und Temperatur messen

Wir sind auf einen öffentlichen Trinkwasserbrunnen gestoßen. Der Wasserdruck war nicht besonders stark, daher mussten wir das Wasser in Eimer füllen und mit unserer Druckwasserpumpe in den Tank leiten. Es hat ungefähr 20 Minuten gedauert und hat uns 10 Watt Stromverbrauch gekostet, die jedoch innerhalb von 6-10 Minuten durch die Sonne wieder aufgeladen wurden. Unsere Powerstation hat uns dabei wirklich gute Dienste erwiesen!

Schon die ersten 10 Liter Wasser verbraucht! Der transparente Wassertank hat sich als äußerst praktisch erwiesen, da wir so den Wasserstand direkt ablesen können.

Die Außentemperatur beträgt +10°C. Innen haben wir angenehme +17°C und eine Luftfeuchtigkeit von 68%. Eine Heizung ist nicht erforderlich, da es schön warm ist.

Kein unangenehmer Geruch im Raum!

Abends haben wir eine warme Mahlzeit gekocht und Tee zubereitet. Auch das Licht war etwa 3 Stunden lang an. Dadurch haben wir 20 Ampere von unserem Stromspeicher verbraucht.



Freitag,

5. Mai

- ∅ Frühstück auf dem Induktionskochfeld vorbereiten
- ∅ Neuen Stellplatz für die Nacht finden
- ∅ Layout für die Diplomarbeit vorbereiten
- ∅ Geschirr umorganisieren
- ∅ Lösung für Hand- und Geschirrtuchrocknung finden
- ∅ Raumluftfeuchtigkeit und Temperatur messen

Die Außentemperatur beträgt  $+8^{\circ}\text{C}$ . Im Inneren schwankt die Temperatur zwischen  $+16^{\circ}\text{C}$  und  $+17^{\circ}\text{C}$ , begleitet von einer Luftfeuchtigkeit von 65%. Dank der Dachluke und einer kurzen Querlüftung können wir die Raumluftfeuchtigkeit schnell senken. Es ist ein regnerischer Tag, aber trotzdem benötigen wir keine Heizung. Sobald die Seitentür geschlossen ist, wird es im Raum angenehm warm.

Unsere Organizer (Kästchen, Boxen usw.) sind eine wahre Bereicherung. Sie halten all unsere Sachen wie Geschirr, Hygieneartikel und Gewürze an einem Ort zusammen, sodass sie während der Fahrt nicht herumfliegen oder auslaufen können. Zudem können wir die stabilen Boxen platzsparend übereinander stapeln.

Für die Vorbereitung des Frühstücks haben wir nur 4 Amper verbraucht, was lediglich 1% der Speicherladung ausmacht.

Die Suche nach geeigneten Stellplätzen wird uns durch verschiedene Apps erleichtert.

Obwohl mein Laptop den ganzen Tag mit einer Leistung von 230 Watt betrieben wird, entladen sich die Batterien lediglich um maximal 10%. An einem bewölkten Tag wie heute werden die Batterien zudem schnell wieder aufgeladen.

Die Wärmedämmungen (Seegras, Schafwolle und Kokosfaser) sorgen nicht nur dafür, dass die Wärme im Raum bleibt, sondern auch dafür, dass keine Geräusche von vorbeifahrenden Fahrzeugen eindringen. Die vorbeifahrenden Autos sind kaum hörbar, sobald alle Türen geschlossen sind.

Samstag 6. Mai

- ∅ Strom-Ladung im Auge behalten
- ∅ Fortlaufend am Layout arbeiten
- ∅ Duschen
- ∅ Wasser möglicherweise nachfüllen
- ∅ Abendessen auf dem Induktionskochfeld zubereiten
- ∅ Raumluftfeuchtigkeit und Temperatur messen

Außentemperatur: +12°C, Innen: stabile +17°C, 57% Luftfeuchtigkeit. Nachts Dachluke offen für Luftzirkulation. Isoiermatten an Fenstern. Morgens Kondenswasser, jedoch schnell wieder abgetrocknet. Tagsüber Außentemperatur: +21°C, Innen: +20°C, 41% Luftfeuchtigkeit. Seitentür ganztags offen. Vermutlich werden wir die Heizung erst wieder im Herbst nutzen. :-)

Unsere Kühlbox läuft rund um die Uhr und wir haben zwei Handys geladen. Zudem habe ich den Laptop für etwa 6 Stunden verwendet. Überraschenderweise ist der Batteriespeicher nicht unter 95% gefallen, da er durch die Sonne kontinuierlich aufgeladen wird.

Nach einem erfrischenden Bad im See haben wir uns draußen geduscht und dabei die Außendusche verwendet. Die Dusche funktionierte einwandfrei, da das Wasser dank der Gravitationskraft ohne Verwendung einer Druckwasserpumpe floss. Da das Wasser direkt in die Erde abgeleitet wird, haben wir auf den Einsatz von Spülmitteln verzichtet.

Unser Frischwassertank mit einem Fassungsvermögen von 60 Litern ist noch zur Hälfte gefüllt, sodass ein Nachfüllen vorerst nicht erforderlich ist.

Wir sollten unbedingt ein Moskitonetz für die Seitentür und die Seitenfenster in der Fahrerkabine nachrüsten, um uns vor den lästigen Mücken im Sommer zu schützen.

Sonntag

7. Mai

- ☐ Strom-Ladung im Auge behalten.
- ☐ Raumluftfeuchtigkeit und Temperatur messen

Heute liegt die Außentemperatur bei  $+22^{\circ}\text{C}$ . Dank der ganztägig geöffneten Seitentür bleibt es im Inneren des Remasters mit  $+21^{\circ}\text{C}$  angenehm warm. Die Raumluftfeuchtigkeit ist auf 30% gesunken, sodass die Luft frisch und trocken ist. Gegen Abend erreicht die Schlaftemperatur mit  $+17^{\circ}\text{C}$  ihren optimalen Punkt. Der Raum ist von einem angenehmen Duft nach Holz und Leinöl erfüllt, und die Luftzirkulation sorgt dafür, dass es nie stickig wird.

Gestern Abend habe ich mich mit meinem Laptop hingesezt und intensiv gearbeitet, was dazu führte, dass wir den Batteriestand auf 80% entladen haben. Doch bereits um 10 Uhr am heutigen Morgen konnte ich erleichtert feststellen, dass die Batterie wieder auf volle 100% aufgeladen war. Dank des strahlenden Sonnenscheins ist es uns bisher noch nie an Strommangel gefehlt. Alle unsere täglichen Funktionen und Annehmlichkeiten lassen sich problemlos nutzen.

Um unangenehme Gerüche auszuschließen, haben wir den Deckel unserer Trockentrenntoilette mit einer Fensterdichtung abgedichtet. Doch selbst beim Öffnen der Toilette strömt uns kein unangenehmer Geruch entgegen, sondern lediglich der vertraute Duft von Holzspänen. Sogar an einem warmen Tag wie heute bleibt die Luft rein und frisch.

Montag 8. Mai

- ∅ Trockentrenntoilette leeren.
- ∅ Frischwassertank auffüllen
- ∅ Müll entsorgen
- ∅ Einen Stellplatz finden
- ∅ Strom-Ladung überwachen
- ∅ Raumluftfeuchtigkeit und Temperatur messen

Die Außentemperatur beträgt  $+19^{\circ}\text{C}$ . Im Inneren des Wohnmobils haben wir etwa  $+17^{\circ}\text{C}$  und eine Luftfeuchtigkeit von 48%. Selbst bei geöffneter Seitentür ist es angenehm warm im Innenraum. Die nächtlichen Temperaturen fallen, was sich positiv auf unseren Schlaf auswirkt.

Heute haben wir einen Stellplatz mit einem wunderschönen Ausblick auf eine mittelalterliche Burg gefunden. Die Kulisse ist einfach beeindruckend und wir genießen den Anblick.

Dank unserer Einkaufsgewohnheiten produzieren wir weniger Abfall. Obst und Gemüse kaufen wir unverpackt, sodass unser 10-Liter-Mülleimer noch nicht voll ist. Papierverpackungen heben wir auf, um sie später als Anzünder für unseren Holzofen zu verwenden.

An Tag 5 unserer Reise steht die Auffrischung der Toilette an. Das feste Material wird zusammen mit Holzspänen in einer Kompostierbeutel entsorgt, der später zu Kompost verarbeitet wird. Den Urinbehälter leeren wir an einer Tankstelle. Beide Behälter reinigen wir gründlich mit einer Mischung aus Wasser und Zitronensäure, um unangenehme Gerüche und Urinsteinbildung zu vermeiden.

Wir haben bereits 4 Mal geduscht und 5 Tage lang Trinkwasser für Kochen, Trinken und Abwasch genutzt. Die beiden Wassertanks mit 60 und 70 Litern mussten aufgefüllt werden. Glücklicherweise fanden wir einen öffentlichen Wasserhahn mit gutem Wasserdruck. Mit einem Schlauch konnten wir die Tanks innerhalb weniger Minuten vollständig befüllen.

Trotz des regnerischen Wetters draußen sammelt unsere Solaranlage immer noch Energie. Zwar kommen nur etwa 45 Watt statt der maximalen 250 Watt herein, doch unser MPPT-Laderegler optimiert die Energieumwandlung und lädt den Speicher.

Dienstag 9. Mai

- ∅ Strom-Ladung im Auge behalten.
- ∅ Einen geeigneten Stellplatz finden
- ∅ Raumluftfeuchtigkeit und Temperatur messen

Bisher ist unser Stromspeicher noch nicht unter 80% Ladung gefallen, obwohl wir gekocht, Staub gesaugt, den Ventilator genutzt, den Computer und die Handys geladen und abends Licht benutzt haben. Während wir von einem Stellplatz zum nächsten fahren, lädt der Ladebooster unsere Batterien auf. Bisher hatten wir nur zwei regnerische Tage, und die Solarenergie hat dennoch ausgereicht. Es wird spannend sein, wenn es wochenlang regnen sollte.

Die Außentemperatur beträgt  $+8^{\circ}\text{C}$ . Heute wollten wir den Ofen anheizen, da es im Raum etwas kühl geworden ist. Doch durch das Kochen von Suppe stieg die Raumtemperatur auf  $+19^{\circ}\text{C}$  und die Luftfeuchtigkeit auf 66%.

Unser Weg führt uns in Richtung Meer. Auf dem Weg zum nächsten Stellplatz erblicken wir Felder, die mit Raps bedeckt sind und uns mit ihrem honigartigen Duft verfolgen.



Mittwoch 10. Mai

- ∅ Frischwassertank auffüllen
- ∅ Funktionsfähigkeit der Druckwasserpumpe überprüfen
- ∅ Strom-Ladung überwachen
- ∅ Raumluftfeuchtigkeit und Temperatur messen

Die Außentemperatur beträgt  $+20^{\circ}\text{C}$ . Im Innenraum haben wir  $+17^{\circ}\text{C}$  und eine Luftfeuchtigkeit von 52% bei geschlossenen Türen.

Wir haben erfolgreich eine kleine Undichtigkeit im Wassersystem behoben. Es ist daher ratsam, einige grundlegende Werkzeuge dabei zu haben. Die Wasserpumpe lief ununterbrochen, was auf undichte Stellen im System hinwies. Daher schalten wir die Wasserpumpe immer mit ihrem Schalter aus, wenn wir sie nicht benutzen, um zu vermeiden, dass sie das gesamte Wasser durch eine Leckage abpumpt.

! Die Toilette muss alle 3 bis 4 Tage entleert werden, ebenso wie der Abwassertank.

Obwohl unser Wassertank noch zur Hälfte gefüllt ist, beschließen wir, ihn vor der Abfahrt aufzufüllen. Leider finden wir keine Trinkwasserquelle und müssen stattdessen an einer Nicht-Trinkwasserquelle Wasser tanken. Doch zu unserer Überraschung ist das Wasser mit Sand verunreinigt und verstopft unseren Vorfilter. Erst als das Wasser nur langsam durch den Filter fließt, bemerken wir das Problem. Beim Überprüfen des Filters entdecken wir Sand in der Keramikkartusche und werden den später mit Frischwasser ausspülen. Glücklicherweise hat der Filter einwandfrei funktioniert und das Wasser im Tank war klar. Das Experiment ist geglückt! Allerdings benötigen wir dringend Ersatzkartuschen. Es ist ratsam, Wasser aus unbekanntem Quellen vorerst in einen Eimer zu füllen und es optisch zu überprüfen, bevor wir es in den Tank füllen, wie wir es am ersten Tag getan haben.

Dank des sonnigen Tages werden die Batterien schnell auf 100% aufgeladen.





Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

## Wohnen auf vier Rädern: Nachhaltigkeit trifft Mobilität

Gabriella Botocan