

Biwak

Shelter Projekt

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs

Studienrichtung: Architektur

Bernd Grabner

Technische Universität Graz
Erzherzog - Johann - Universität
Fakultät für Architektur

Betreuer: Ao.Univ.Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Univ.-Doz. Peter Schreibmayer
Institut für Architekturtechnologie

März 2014

Bei meiner Diplomarbeit habe ich mir die Aufgabe gestellt, eine kleine Falterkubatur zu entwickeln, welche als Biwak zum Einsatz kommen kann. Die Vorteile und die Leistungsfähigkeit einer solchen Primärstruktur, deren Flächen eine räumliche Tragwirkung erreichen, sind bekannt, jedoch galt es dabei auch, die bei Flächenfaltwerken oft erschwerte Ausbildung einer Dachhaut, zu lösen. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Entstehung einer geometrischen Form, welche von flächigen Materialien faltenfrei umhüllt werden kann. Dieser Prozess war geprägt durch Entwickeln und Entwerfen am Modell, so dass nun anhand vieler Prototypenabbildungen, die Entstehung der Biwakschachtel leicht nachvollziehbar dargestellt werden kann.

The object of my dissertation has been the development of a small plate-construction cubage which may be used as bivouac. Known are already the advantages and efficiency of such primary structure, the surfaces of which achieve a three-dimensional load-bearing capacity. However, the problem to be solved here, too, was the formation of a roof membrane for the surface plate construction - which often proves difficult. The present dissertation describes the process of developing a geometric form that may be enveloped by two-dimensional materials without showing any creases. This process was characterized by the steps of developing and designing at the model, so that, now, by means of some prototype figures, the development of the bivouac cabin can be shown in easily comprehensible manner.

Vorwort

Theorie und Praxis

Am Ende des Studiums erlangt man durch eine positiv bewertete Abschlussarbeit einen akademischen Grad. Die Prüfungskommission, welche über die eingereichte Arbeit urteilt, ist somit die letzte und entscheidende Instanz.

Alleine die Aufgabe nach der Wahl des Themas, wiegt hierfür also schon einiges an Gewicht, gilt es doch mit der dann daraus verfassten Arbeit den Ansprüchen und Kriterien in inhaltlich richtiger Form gerecht zu werden. Im Bereich der Architektur stellt sich mir aber gerade in diesem Zusammenhang die Frage, wie nach einer rein theoretischen, universitären Ausbildung, sachlich und nach unterschiedlichen Sichtweisen berücksichtigend beurteilt werden kann, wo Architektur doch gemeinhin auch am Prüfstand der Praxis bewertet werden muss? Meiner Meinung nach gibt es immer und überall eine Koexistenz, das Eine ist immer die Basis für das Andere! Die Theorie formuliert wissenschaftliche Erkenntnisse, welche aber eine reale Anwendung in der Praxis benötigen, um sie erlebbar zu machen, sowie in der Praxis wohl nichts zufriedenstellend und dauerhaft existieren könnte, würden dabei nicht die theoretischen Grundlagen berücksichtigt.

Zum Thema der theoretischen Grundlagenarbeit

Die Herangehensweise, sich durch eine gründliche Recherche an ein Projektthema anzunähern, ist berechtigt und macht in vielen Bereichen Sinn. Dieser Einstieg ermöglicht den Start eines Prozesses, in dem in weiterer Folge durch die gesammelten Informationen nachvollziehbare Anforderungen und Funktionen für das Projekt festgelegt und wodurch resultierende Entwurfsentscheidungen später wieder argumentiert und belegt werden können. Letzten Endes ist aber jeder Zugang zu einem Entwurf oder Konzept immer auch nur einer von vielen, sowie die späteren Bewertungen darüber. Es liegt daher auf der Hand, dass es müßig ist, sich ein Projekt oder Entwurfsthema zur reinen theoretischen Ausarbeitung zu wählen, wenn es dann zwar aus der Sicht des einen Zuganges stimmig und nachvollziehbar ist, aber aus einem ganz anderen Blickpunkt, diese Berechtigung vielleicht wieder verliert. Auch die Vorstellung, eingangs mit einer umfassenden Recherche zu beginnen, um damit eventuell sogar auch schon über die Historie, Grundlegendes zu vorangegangenen oder ähnlichen Projekten darstellen zu können, woraus sich dann vielleicht wieder Ansätze für Einflussfaktoren filtern lassen, steht für mich nicht im Vordergrund.

Meine Überlegungen zu Thema, Ziel und Inhalt der Abschlussarbeit

Mich Interessiert vielmehr, wie ein von mir ausgearbeitetes Projekt in der realen Welt wahrgenommen und bewertet wird. Welche Erfahrungswerte inklusive der entstehenden Reaktionen und vorab Bewertungen durch die kontaktierten Institutionen, Firmen und Nutzer gewonnen werden können. Quasi unter der Annahme, ein Student erfindet/entwickelt ein Produkt und versucht es in Kooperation mit Herstellern zuerst als Prototyp zu bauen und es in weiterer Folge vielleicht sogar auf den Markt zu bringen.

Zielsetzung war es daher, den Schwerpunkt der Arbeit nicht etwa auf den theoretischen Inhalt zu legen, sondern eher auf den praktischen.

Aus diesem Ansatz heraus entstand nun das Vorhaben, mit einem Versuchskörper zu arbeiten, der zwar mein Diplomthema darstellt, aber dabei auch zumindest einen interessanten Aspekt besitzen soll, der ihn zu etwas Besonderem oder Neuen macht, um anhand dessen den Versuch zu starten, ihn in einem Praxistest als Prototyp realisieren zu können. Ein Feldforschungsversuch, der auf die damit entstehenden Erfahrungen und etwaigen vorhandenen Marktchancen abzielt. In der folgenden Arbeit beschreibe ich nun kurz und kompakt, welches Thema meinem Versuchskörper zugrunde liegt. Wie es dazu gekommen ist, was mich mit der Auseinandersetzung des Themas beeinflusst hat und natürlich, zu welchen Ergebnissen und Erfahrungen der Realisierungsversuch geführt hat.

Themenfindung

Ende 2008 bereiste ich mit einem Mietauto die Südinsel von Neuseeland und unternahm dabei auch mehrere Wanderungen auf den dafür sehr bekannten Trekkingrouten. Entlang dieser meist sehr abgelegenen Weitwanderwege finden sich jeweils in Tagesetappen entfernt Zeltlagerplätze, einfache Hütten bzw. im alpinen Bereich auch Biwaks. Mit Interesse inspizierte ich diese Biwakschachteln, dabei aber noch nichts ahnend, dass diese Art der Unterkunft kurz vor Weihnachten auf einem Kunsthandwerksmarkt in Christchurch noch einmal zu einem Thema werden würde. Und zwar entdeckte ich auf einem, dem Grazer Färberplatz sehr ähnlichen Weihnachtsmarkt, der die neuseeländische Sommerhitze mit seinem Flair etwas milderte, einen Stand mit allerlei gedrechselten Holzgegenständen. Ein älterer Herr, der dort mit einem Kollegen die Waren anpries, sprach mich gleich an, ob ich wohl wisse, um welche Holzart es sich dabei handelt. Die vermutete neuseeländische Zeder hat sich als richtig erwiesen und nur kurze Zeit später stellte sich im Gespräch heraus, dass sich gerade zwei steirische Tischler getroffen haben! Ich und Willi Huber, ein aus Schladming stammender österreichischer Auswanderer, der im Jänner 1953 per Schiff Neuseeland erreichte und auf der Südinsel seine neue Heimat gefunden hatte. Als geschickter Handwerker konnte er damals in den darauffolgenden Jahren vor allem mit der Herstellung von Türen und Fenstern schnell Fuß fassen und fand daneben auch Zeit, seiner leidenschaftlichen Tätigkeit als Bergführer und Skilehrer nachzugehen. Bis 1972 hat er sich in den alpinistischen Kreisen Neuseelands schon längst einen Namen gemacht und so wurde er im gleichen Jahr auch damit beauftragt, die Eignung des Mount Hutt hinsichtlich der Anlegung eines Skigebietes zu überprüfen! Ende April desselben Jahres bezog er dann eine Biwakhütte auf dem Berg, welchen er den ganzen Winter über nicht verließ, um täglich seine Schneemessungen und Beobachtungen verrichten zu können. Seine Daten bezüglich der Schneelagen und der geeigneten Trassenführungen führten bereits nach nur einem Jahr zur Eröffnung des Skigebietes am Mount Hutt. Darüber hinaus ist es auch ihm zu verdanken, dass sich die Firma Doppelmayer mit ihrem Know-how im Skiliftsektor in Neuseeland etablieren konnte und unser Skiteam dieses Land als ideale Trainingsmöglichkeit entdeckte. Letzten Endes hat Willi Huber aber auch mich darin bestärkt, meinen bereits eingeschlagenen Weg weiterzugehen und mein Studium abzuschließen. Nachdem mir für mein Diplomarbeitsthema immer schon etwas Realisierbares vorschwebte, lag es natürlich sehr nahe, das Thema „Biwak“ hierfür aufzugreifen!

Abb. 1: Conical Hill am Routeburntrack, 1515m

Einleitung

Die Bewegung des Menschen im Alpenraum und dessen Durchquerung ist seit jeher mit seiner Geschichte verbunden. In der Regel waren es aber immer fast ausschließlich Krieg oder Handel, die eine Alpenüberquerung gerechtfertigt haben. Nachgewiesen werden können seit der Bronzezeit Handelswege über den Alpenhauptkamm, wobei durch zahlreiche Funde bereits auch schon ein reger Warenaustausch zwischen Nord- und Südeuropa in der ausgehenden Jungsteinzeit belegt werden kann.¹ Wichtige Verbindungswege für den Warentransport in der Römischen Zeit waren die auf keltische und germanische Naturwege zurückführenden Römerstrassen, welche von Trient über den Reschen- und Fernpass, oder über den Brennerpass und Innsbruck jeweils nach Augsburg führten. Einhergehend mit natürlich auch militärischen Interessen am Ausbau der Verkehrswege war es später aber nicht zuletzt auch ein Verdienst der Kirche, welche das Straßen- und Wegenetz kontinuierlich mit den für Pilger notwendigen Unterkünften ausstattete. So hatte sich bereits im frühen Mittelalter ein ganzes Netz von Unterkünften gebildet, welches gerade für Rompilger aus dem Norden und für Reisende über die Alpen durch Quartiere an den beschwerlichen Passübergängen erweitert wurde. Der damalige Hintergrund der Vernetzung, um den Reisenden und Pilgern in vielen Richtungen und jeweils auch in Tagesabständen erreichbare Unterkünfte bieten zu können, ist letzten Endes ja auch die Idee des Wegenetzes der Alpenvereine für den Alpinismus! Diese den heutigen abseits des Massentourismus einfachen Bergunterkünften noch anhaftenden Basisfunktionen, wie der Schutz vor Schlechtwetter, die Möglichkeit der Verpflegung und der Nächtigung, trifft heute bedingt durch die sehr dichte Erschließung nur mehr auf sehr abseits gelegene, reine Schutzhütten oder Biwaks zu. Worin für mich aber auch der Reiz und die Herausforderung bei diesem Thema besteht, eine sprichwörtlich „neue architektonische Form“ dafür zu finden. Dabei alles auf das Wesentlichste zu reduzieren und bewusst keine weiteren Annehmlichkeiten in den hochalpinen Raum zu bringen, um eine der letzten Wahrnehmungsmöglichkeiten von Ursprünglichkeit und eines mit Risiko behafteten Raumes nicht zu verfälschen.

Abb. 2: Hannibals Alpenüberquerung 218 v. Chr.

¹ Vgl. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Alpen%C3%BCberquerung> [Stand: 30.08.2013]

Geschichtlicher Rückblick und Intention

Die Anfänge des bürgerlichen Reisens entwickelten sich schon Ende des 18. Jahrhunderts, begünstigt durch die romantische Malerei und Literatur, welche die Sehnsüchte der Menschen weckte und damit auch einen zeitweiligen Ausbruch aus der Realität versprach. Durch die phantasievolle, idealisierte Naturverbundenheit entdeckte man die Alpen als Reiseziel und mit dem Ausbau der Eisenbahn, waren sie auch aus ganz Europa erreichbar. So etablierten sich schnell einige Orte, welche in der Gunst der Reisenden lagen, um von diesen mit Unterkünften ausgestatteten Ausgangspunkten, ihre Wander- und Bergtouren in Angriff nehmen zu können. Des Weiteren beschäftigte sich auch die Wissenschaft mit ihren kartographischen, biologischen und geologischen Interessen mit dem alpinen Bereich, wodurch nun endgültig Pionierbergsteiger bis in den hochalpinen Raum gelangten. Um dies im erschwerten Gelände bewerkstelligen zu können, bedurfte es ein Netz von Stützpunkten, ähnlich der für die hochgelegene Viehwirtschaft notwendigen Halterhütten, die einfachst mit Strohsäcken für die Nacht ausgestattet waren.

Die Zeit der alpinen Vereinsgründungen beginnt 1857 in London mit dem Alpine Club.² 1862 erfolgte die Gründung des Österreichischen Alpenvereins.³

Mit dieser europaweiten Entstehung von Vereinen, sprang dann auch der Komfort dieser Stützpunkteinrichtungen sprunghaft an, da sich die einzelnen Sektionen sehr stark über ihre Hütten definierten und dem Ausbau höchste Priorität schenkten. An dieser Stelle kommt es nun auch zum Bruch zwischen den reinen puristischen Stützpunkt- bzw. Notunterkünften und der sich bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts etablierten Vereins- und Sektionshütten, mit einem Angebot von meist mehreren dutzend Betten.

Die aktuellen Tendenzen erfordern nun eine Regulierung, ein Gleichgewicht. Einerseits kommt es immer öfter zum Rückbau alpiner Einrichtungen aufgrund wirtschaftlicher Unrentabilität und andererseits muss die vorherrschende Entwicklung des Alpentourismus mit seinen massentouristischen Auswüchsen diskutiert werden. Was letzten Endes nur durch eine Komfortzonensteuerung in diesem Raum erreicht werden kann. Die Lösung liegt also im Ansprechen bzw. Ausgrenzen von Gruppen durch Komfortregulierung.

Kernthema ist daher für mich die sichere Begehung von Etappen, welche jedoch durch Wetterumbrüche gefährdet werden können und wo man sich nun unter dem Aspekt der Sicherheit wieder rein mit den Grundbedürfnissen an einen Unterschlupf als Teil eines Wegenetzes auseinandersetzt.

Entschleunigung und die Fokussierung auf das Wesentliche soll sich mit dem Trekkingpfad bzw. Höhenwanderweg einstellen und nicht etwa durch ein Komfortüberangebot einer Unterkunft beeinträchtigt werden.

Abb. 3: Der Wanderer über dem Nebelmeer von Caspar David Friedrich

² Vgl.URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Alpine_Club [Stand: 30.08.2013]

³ Vgl.URL: <http://www.alpenverein.at/portal/der-verein/index.php> [Stand: 30.08.2013]

Begriffsdefinition Biwak:

Auf Wikipedia ist unter Biwak folgendes zu finden: „*Biwak* (von französisch *bivouac*, Feldlager, Nachtlager) bezeichnet ein Lager im Freien, aber auch in Zelten oder Hütten, genutzt vor allem durch Soldaten oder Bergsteiger.“⁴

Im alpinistischen Sinne steht der Begriff des Biwaks entweder für eine behelfsmäßige oder sehr einfach ausgestattete, meist überdachte Unterkunft, für die Handlung des Übernachtens im Hochgebirge. Unterscheidung zwischen dem freiwillig durchgeführten Biwak im Gebirge um eines besonders intensiven Naturerlebnisses willen und dem unfreiwilligen, oft aufgrund eines alpinistischen Notfalls oder der misslichen Lage, dass man vom Einbruch der Nacht oder einem Wetterumschwung überrascht und aufgrund der Schwierigkeit des Geländes oder seiner Erschöpfung zu einem spontanen Biwak gezwungen wird (Notbiwak).⁵

Abb. 4: Captain Robert Falcon Scott, 7 Oktober 1911

Im Allgemeinen bieten Biwaks keine Atmosphäre, wie man sie sich gerne vorstellen würde. Aber, um nur eine idealisierte Idee davon zu bekommen, wie es sein könnte, wenn man unter sehr extremen Bedingungen, auf engstem Raum und auch über längere Zeit ausharren muss, zeigen die Bilder von Scott in der Basislagerbaracke der Terra-Nova-Expedition (Bild oben) und von Amundsen im Framheim (Bild unten). Disziplin und der heroische Glaube an den Erfolg einer bedeutenden Mission lassen dabei die Entbehrungen verblassen.

⁴ URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Biwak>

⁵ Vgl.URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Biwak>

Bedarf von Biwakierungseinrichtungen

Der Österreichische Alpenverein anhand von Zahlen und Fakten:⁶

450.000 Mitglieder

größter alpiner Verein und größte Jugendorganisation Österreichs

236 Alpenvereinshütten und 13.000 Schlafplätze

Anwalt der Alpen und gesetzlich anerkannte Umwelt-Organisation

22.000 Mitarbeiter/Innen und Funktionär/Innen

Betreuung von 26.000 km Alpenvereinswegen

mehr als 200 Kletteranlagen

Seit seiner Gründung 1862 ist der Österreichische Alpenverein eine kompetente Institution in allen Belangen rund um den Alpinismus und stellt sich im eigenen Internetportal wie folgt vor: „Der Alpenverein ist der größte alpine Verein Österreichs. Seine wichtigsten Aufgaben liegen in der Förderung und Ausübung bergsportlicher Tätigkeiten (Wandern, Bergsteigen, Klettern, Skitouren sowie Trendsportarten in den Bergen) und der dazu notwendigen Ausbildung von Fachleuten. Der Alpenverein stellt mit Hütten, Wegen und Kletteranlagen die dafür erforderliche Infrastruktur bereit und sorgt für fachliche Beratung und Information, z. B. mit seinen Alpenvereinskarten, Fachzeitschriften und Internet-Diensten.“⁷

Abb. 5: Mitgliederentwicklung

⁶ Vgl. URL: <http://www.alpenverein.at/portal/der-verein/index.php>

⁷ URL: <http://www.alpenverein.at/portal/der-verein/index.php>

Konzept:

Funktionskatalog für das Projekt Biwakschachtel:

Primärstruktur aus leichten und einfach miteinander verschraubbaren Elementen
Türen und Fenster bereits im jeweiligen Element verbaut
Eine Dachhaut, welche lediglich die Primärstruktur umspannt
Unterbringung von 6 bis 8 Bergsteigern
6 Stück an der Wand fixierte und herunter klappbare Schlafpritschen
Photovoltaikinsellösung für Kommunikationseinrichtung und Beleuchtung
Regenwasserauffangtank unter der Biwakbox
Erste-Hilfe-Kasten
Hüttenbuch
Gaskocher mit leicht transportablen Kartuschen (mit Zugriffsbeschränkung)
Gefriergetrockneter Notfallproviant (mit Zugriffsbeschränkung)

Abmessungen:

Die Außenabmessungen des Biwaks basieren auf den Grundlagen der geltenden Transportbestimmungen, um eine Box auch zusammengebaut transportieren zu können! (siehe Sondertransporte in Österreich)

Sondertransporte in Österreich:⁸

Als Grundlage hierfür gilt das Kraftfahrgesetz 1967 i.d.g.F.

Ab folgenden Grenzwerten ist eine Ausnahmegenehmigung erforderlich:

Fahrzeugtyp	Länge (m)	Breite (m)	Höhe (m)
Kraftfahrzeug/Anhänger	12,00	2,55	4,00
Sattelkraftfahrzeug	16,50	2,55	4,00
Kraftwagenzug	18,75	2,55	4,00

Eine Ausnahmegenehmigung erhalten generell folgende Sondertransporte, wenn das betreffende Transportunternehmen nicht ohnehin schon über eine Dauergenehmigung verfügt:

Lastkraftwagen bis zu einer

Länge von 15,0 m (Ladungsüberstand hinten max. 3,0 m)

Breite von 3,5 m

Höhe von 4,2 m auf Landesstraßen B und L bzw. 4,3 auf Bundesstraßen A und S

einem Gesamtgewicht von max. 32,0 t

Gesetzliche Achslasten

Stufe 1 Eigenbegleitung bei Breite 3,01-3,5m

Stufe 2 vereidigte Begleitorgane bei Breite 3,51-4,5m

Kraftwagenzüge und Sattelkraftfahrzeuge bis zu einer

Länge von 25,0 m (Ladungsüberstand hinten max. 4,0 m)

Breite von 3,5 m

Höhe von 4,2 m auf Landesstraßen B und L bzw. 4,3 auf Bundesstraßen A und S

einem Gesamtgewicht von 40,01 bis max. 44,0 t

Tatsächliche Achslasten von max. 10,0 t (Antriebsachse max. 11,5 t)

Stufe 1 Eigenbegleitung bei Breite 3,01-3,5m

Stufe 2 vereidigte Begleitorgane bei Breite 3,51-4,5m

⁸ Vgl.URL: http://www.sondertransporte.gv.at/8_DEU_HTML.htm

How to build your own living structures

Ken Isaacs entwickelte ab Ende der 1960er Jahre, aber vor allem in den 70er Jahren „Do it yourself“ Anleitungen für Möbel und kleine Häuser aller Art. In seinen Beschreibungen werden sicherlich die an alternative Lebenseinstellung angelehnten Konzepte gezeigt, welche jedoch alle spannende Ansätze, Ökologie und Nachhaltigkeit beinhalten. Des Weiteren gefällt mir, wie die Freude am selbständigen Bauen transportiert wird und jedes Projekt auch mit einfachsten Mitteln und ohne handwerkliche Ausbildung umgesetzt werden kann. Selbst in Bezug auf ein Micro Home, ganz nach dem Motto: „In jedem kleinen Wohnzimmer, kann man sich eine Fertigteilhausmanufaktur einrichten!“

2007 Wettbewerb BIWAK Osttirol 360°

Zu diesem Projekt, mit welchem Architekten DI Reinhard Madritsch bei dem vom Ideenforum Osttirol ausgeschriebenen Wettbewerb gewonnen hat, sagt er: „Wer einmal in einer Biwakschachtel übernachtet hat, wird dieses Erlebnis nicht so schnell vergessen....was bleibt ist die Erinnerung an schlechte Luft, Enge, Dunkelheit und Kälte....in jedem Fall kein positives Erlebnis. Zentrales Anliegen ist für mich, den Aufenthalt in dieser Notunterkunft als positives Erlebnis in den Köpfen der Wanderer zu verankern....einfach aber ausreichend. Ein Objekt, das unverwechselbar im Gedächtnis bleibt....jeder soll es mit der Osttirolumrundung in Zusammenhang bringen können....auch wenn er es nicht benutzt hat....Spitznamen, Kosenamen, oder Spottnamen erwünscht. Überraschende innere Stärken mit Atmosphäre....Qualität, von der man berichten kann....Qualität, die sich nicht jedem sofort erschließt. Nicht zu groß und nicht zu klein, leicht addierbar, versetzbar, möglichst schwebend, materialbewusst, ökologisch, unauffällig, anders...“⁹

⁹ URL: <http://www.madritschpurtscheller.at/aktuelles.php?id=contents/1/1/6&art=1>

Polybiwak

Helmut Ohnmacht, Dipl. Ing. der Architektur, welcher unter anderem auch Bergretter war, beschloss in einer wohl sehr ungemütlichen Biwaknacht, einen wesentlich besseren Unterschlupf für notgedrungene Übernachtungen am Berg zu entwickeln. Resultat war das 1970 entstandene Polybiwak, welches unter der gleichlautenden Firmenbezeichnung bis zum heutigen Tag angeboten wird. Das erweiterbare, aus Aluminium-Modulelementen bestehende Biwak-System, bildet eine polygonale Kubatur, welche auf einer Mero-System-Stahlunterkonstruktion aufgelagert ist. Der Innenraum wird durch wärmegeämmte Bullaugen und einer zentralen Lichtkuppel erhellt. An den Wandseiten befinden sich herunter klappbare Betten, zudem gibt es im Fußboden Stauraum und jeweils in den Ecken Ablageflächen.¹⁰

Faltwerke

Ein Faltwerk ist eine räumliche Struktur, die aus zusammengesetzten, ebenflächigen, steifen Elementen besteht, welche untereinander entlang ihrer Kanten verbunden sind und so eine räumliche Tragwirkung erreichen.

Origami = Papier falten

Unterscheidung hinsichtlich der prismatischen Faltung:

Geraden parallele

Geraden parallele gegenläufige

Geraden beliebige gegenläufige

Gegenfaltung

Kombination aller angeführten Faltungsmöglichkeiten

¹⁰ Vgl. URL: <http://www.polybiwak.com/german/output.html>

Austellungsgebäude Gomagoi

Die Festung Gomagoi stellt heute das Tor zur Stifserjoch Panoramastrasse dar, welche eine atemberaubende Naturkulisse erschließt. Die heute auf den ersten Blick wunderschöne Region wurde aber nachhaltig von den Kämpfen im 1. Weltkrieg geprägt, so dass es auch ein Auftrag gegen das Vergessen sein muss, welche die Anlage zu erfüllen hat! Diese geschichtliche und museale Aufarbeitung soll sich im Baukörper widerspiegeln. Das neue Gebäude stört den Bestand der Festung nicht, es fügt sich wie einst die Stellungen in der Ortlerregion in das Gelände ein, gleich einer Auffaltung, welche durch einen Kavernentunnel betreten wird. Mahnend statt drohend soll der gefaltete Körper, welcher der Grundform des MG Koffers nachempfunden und um den Faktor 1,5 vergrößert wurde, eine umkehrende und heute im positiven Sinne genützte Gegenüberstellung bewirken.

Klappbrücke

Ziel war es, eine Brücke zu entwickeln, deren Klappmechanismus an einem Ufer positioniert ist und ein vollständiges Hochstellen des Brückenträgers ermöglicht. Fasziniert von den Möglichkeiten einer verschiebbaren Achse und der dadurch hervorgerufenen Verkürzungen auf Zugstäbe, deren Angriffspunkte nur Drehachsen sind, entstand ein wirkungsvoller Klappmechanismus, der alle Anforderungen erfüllt.

Der Träger besteht aus zwei Faltquerschnitten, die in der Mitte miteinander verschnitten sind. Das Prinzip der Faltung ist es, Verformungen des Faltwerks zu verhindern. Da nicht verschiebbare Faltwerkskanten die Voraussetzungen für die Formstabilität des Faltwerkes sind, werden mögliche Verformungen der Faltwerkskanten mit Quer- und Längsaussteifungen verhindert.

Formsuche und die Vision von einer dynamischen Faltwerkstruktur

Während meines Studiums hatte ich viele Gelegenheiten, mich mit Faltwerken zu beschäftigen, deren Potential mich immer wieder aufs Neue faszinierte! Diese Auseinandersetzung hat mir dabei zwar gezeigt, dass sich diese zu sehr leistungsfähigen Strukturen ausformen lassen, welche bei Trägern und Schalen zum Einsatz kommen können, jedoch beinhalten sie durch ihre meist sehr komplexen Geometrien enorme Nachteile bei der Dachausbildung. Kann die Faltwerkstruktur also nicht schon aus einer wasserundurchlässigen und witterungsbeständigen Materialität hergestellt oder mit Hilfe einer Vermittlungskonstruktion für eine konventionelle Dacheindeckung vorbereitet werden, muss sich die Dachhaut an die Faltwerkgeometrie anpassen. Was in diesem Fall bedeutet, dass das Faltwerk dabei in der Lage sein muss, Regenwasser abzuleiten bzw. Schneelagen aufzunehmen und kontrolliert abschmelzen lassen zu können und natürlich muss darüber hinaus die Dachhaut eine hundertprozentige Dichtheit gewährleisten. Diese Herstellung einer solchen absolut dichten Dacheindeckung schien mir in Anbetracht meiner bisher entwickelten Faltwerkstrukturen als schier unmöglich oder zu kostenintensiv, da es einfach zu viele Verschneidungen und damit Fügekanten gibt! Die Idee, eine Kubatur zu finden, welche sich mit flächigen Materialien einhüllen lässt, war somit geboren. Im ersten Moment fallen einem dazu unzählige Formen ein, die sich dafür eignen. Erhebt man einen künstlerischen oder architektonischen Anspruch an eine Form, wird einem sehr schnell klar, dass der Faltmantel dazu aber erst erfunden werden muss!

Aber zurück zum Ausgang der Formsuche, dem Urmantel meiner Falt-DNS sozusagen. Ausgehend von Matten, welche aus gleichseitigen Dreiecken bestanden, war es naheliegend, zuerst röhrenartige Strukturen zu generieren, wobei natürlich der Hintergedanke darin bestand, ein Modulsystem zu entwickeln, welches sich aus einer überschaubaren Anzahl von Elementen zusammensetzt. Trotz intensiver Auseinandersetzung mit dieser Thematik konnte die Auflage, diese Primärstrukturen mit Planen faltenfrei umspannen zu können, nur mit einer ganzen Reihe von Systemelementen realisiert werden, die meines Erachtens nach den Aufbau nur verkompliziert hätten. Darüber hinaus wäre es auf diesem Weg auch nicht möglich gewesen, einen unter Spannung stehenden, sehr dynamisch wirkenden Körper, wie ich ihn mir vorstellte, zu formen! Dennoch - dem Grundprinzip der Dreiecksmatten treu bleibend, worauf je ein Dreieckspaar sich wölbt und das darauffolgende Paar eine Kehle bildet - versuchte ich eine für das Biwak sinnvolle Form zu finden. Einflussfaktoren waren hierzu eine möglichst kleine Grundfläche, dafür aber mit ansteigenden Auskragungen, welche im Inneren für eine horizontale Ebenengliederung sorgen und dabei die Erreichbarkeit eines eventuell eingerichteten Schlafbodens erleichtern. Weiters, um die Transportmöglichkeit einer fertigen Biwakschachtel zu gewährleisten, sollte sie jeweils unter 3,5m breit bzw. hoch sein. In einem freien und kreativen Prozess wurden dann die Dreiecke gestreckt, angepasst oder zusammen vereint, bis die Kubatur meinen Vorstellungen hinsichtlich der Raumqualität und der äußeren Form entsprach.

Diese für den Entwicklungsprozess erforderliche Vorgehensweise reduzierte sich im Grunde auf die Tatsache, dass sich jede zur formbildenden Hülle benötigte Summe an Flächen, in der Ebene zur wahren Größe gedreht an ihre unmittelbar anschließenden Nachbarflächen ohne Spalt anschließen lassen müssen. Klingt simpel, erfordert jedoch im Entwurfsprozess ein ständiges Überprüfen der getroffenen Entscheidungen und der damit verbundenen Auswirkungen! Der Schlüssel zum Erfolg war dabei sicher auch das Entwickeln und Entwerfen am Modell. Ist doch die Grundlage eines jeden Prototyps zuerst sein Faltmantel. So kann man sich vorstellen, wie mühevoll es im reinen Vorentwurfsprozess gewesen wäre, jeden für das Faltwerk erforderlichen Winkel bestimmen zu müssen, um die Mantelflächen dann im virtuellen Raum des Zeichenprogramms entfalten zu können. Rückbesinnung auf die Basisentwurfswerkzeuge lautete also die Devise: Mit Skizzenblock und schnellen Papier- und Kartonmodellen! Für die weiterführende, exakte Entwicklung kam dann freilich ein Programm zum Einsatz, in welchem man die Variablen des Faltwerkes numerisch ausdrücken konnte.

Entwurfsbegleitend

Während des gesamten Entwurfsprozesses hindurch wurde auch ständig die reale Umsetzung im Auge behalten, so entstanden parallel dazu zahlreiche Muster von Flächenverschneidungen, Fügekantenprofilen und Dachhautbespannungen.

Twistlock

Am Unterboden des Biwaks werden aufschraubbare Containerfittings montiert, die durch das Twistlocksysteem viele Anbauvarianten ermöglichen. So beinhaltet das Biwak dann bereits eine Transportsicherung, wird durch Rollen in der Montagehalle mobil, kann leicht einnivelliert und mit Unterbaustützen versehen werden.

Ausführungsvarianten:

Primärstruktur mit und ohne Hinterlüftungsebene

Ausstattungsvariante 1: Mit Drehtüren, verschiebbaren Balken (hinten), Terrassenklappe (vorne)

Ausstattungsvariante 2: Mit Hebeschiebetüre vorne

Dacheindeckungsvarianten: LKW Plane, Bitumenschindeln, Reinzinkschindeln

Schlafboden, Stauraum mit Gaskocher und Spüle

Wandseitig montierte Klappbetten

12V Photovoltaikanlage für Beleuchtung und Kommunikation/Notrufeinrichtung

Innenausbau:

An der Biwakaußenhaut können flexible Photovoltaikzellen angebracht werden, welche mit Ladegerät und Batterie eine eigenständige Energieversorgung ermöglichen.

Alternativ kann ein „Tretgenerator“ verwendet werden.

Das Biwak wird individuell mit Stock- und klappbaren Etagenbetten ausgestattet.

Das Alpine Notsignal

In akuten Notsituationen kann man auch mit Hilfe des Alpines Notsignals auf sich aufmerksam machen. Dazu setzt man in einer Minute, sechsmal ein akustisches oder optisches Signal ab. Das kann lautes Rufen, Pfeifen, Hämmern oder Schlagen sein sowie mit Blinkzeichen einer Lampe oder eines Spiegels! Solange Aussicht besteht, so von anderen Personen wahrgenommen zu werden, wiederholt man diese Signalfolge mit Pausen von jeweils einer Minute. Der Empfang des Notsignals wird mit drei Signalen innerhalb einer Minute und ebenfalls einer Minute Pause bestätigt.¹¹

Zuschnitt

Für die digitale wie auch die analoge Herstellung der Biwakbauteile gibt es entsprechende Datensätze, welche die verschiedensten Bearbeitungsmöglichkeiten zulassen. So können die 3D gezeichneten Bauteile als Basis für eine CNC gesteuerte Herstellung bzw. auch für herkömmliche Werkstättenaufrisse herangezogen werden.

¹¹ Vgl. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Alpines_Notsignal

Der Realisierungsversuch

Ein chinesisches Sprichwort besagt: „Ein Weg entsteht dadurch, dass man ihn geht.“ Nach dem formulierten Wunsch oder Ziel müssen Taten folgen...zuerst am besten aus seinen eigenen Stärken heraus, so einfach ist das!

Mit dem Hintergrund, ein gelernter Tischler mit Meisterprüfung zu sein, stand die Materialität meines Falterwerkes für mich zu keinem Zeitpunkt in Frage. Mit dieser Tatsache und der jahrelangen Erfahrung, konnte die Realisierung nur mit dem Baustoff Holz erfolgen. Um meine Materialwahl darüber hinaus aber noch zu rechtfertigen, möchte ich noch folgende Argumente anführen und anmerken, dass eine Auflösung in ein Stabwerk aufgrund der komplexen Geometrie von vorne herein kein Thema war. Teil meines Konzeptes ist es, die Endmontage vor Ort durchführen zu können und dabei auch eine spätere Austauschbarkeit einzelner Bauteile zu gewährleisten. Ausführungen mit Sandwichplatten, wo die Verbindung der Teile untereinander vorwiegend durch Verkleben und Nieten erfolgt, sind also keine Alternativen. Die logische Schlussfolgerung bei einem Falterwerk, wo flächige Bauteile entlang ihrer Kanten miteinander verbunden werden, ist es also, statisch und bauphysikalisch leistungsfähige Plattenwerkstoffe zu verwenden, die exakt bearbeitet und verbunden werden können. Dreischicht- bzw. Brettsperrholzplatten bieten diese Vorteile und Eigenschaften. Kein anderes Material kann derartig zugeschnitten und mit so vielfältigen Fügekantenausbildungen versehen werden. Diese Tatsachen möchte ich einfach mit meinem Projekt auf den Punkt bringen, denn die Liebe zum Holz und die Leidenschaft damit zu bauen, hat sich vielerorts über den Fachwerkbau hinaus nicht wirklich weiterentwickelt. So haftet meiner Meinung nach dem Werkstoff Holz im Allgemeinen ja sogar auch ein gewisses Lowtech-Image an. In manchen Fällen würde ich sogar sagen, dass der Holzbau seine Identität zur Gänze verloren hat. Ein Grund mehr für mich, die Genialität von Holzwerkstoffen wieder ins rechte Licht rücken zu wollen. Meine Devise lautete dazu, die mir vorschwebenden Dinge einfach auszuprobieren. Da die mögliche Realisierung während der Entwicklung immer im Auge behalten wurde, entstanden parallel dazu auch schon konkrete Lösungsvorschläge, wie mein Projekt zum Beispiel mit leistungsfähigen Holzleichtbauplatten, welche Falterwerk- oder Wabenkerne besitzen sollten, verwirklicht werden könnte. Diese zur Veranschaulichung meiner Ideen hergestellten Muster waren auch durch die ganze Entwurfsphase hindurch sehr hilfreich, da sie bestmöglich die damit verbundenen Ziele transportieren konnten. Auch bei den in diesem Zusammenhang von mir zuerst kontaktierten Holznetzwerken erhoffte ich mir dadurch Interesse und Unterstützung wecken zu können. Jedoch gelangte ich bei den weit verwurzelten Holznetzwerken bald auch zu dem ernüchternden Erkenntnis, dass die Ansätze für neue Wege nur in die Waagschale der unmittelbaren, quasi direkten Marktchancen, gelegt wurden. Dadurch wird aber auch sehr schön das eigentliche Wesen eines Netzwerkes beschrieben, nämlich ausschließlich im Sinne der Primärinteressen zu handeln. Zum Leidwesen meines Projektes liegen diese aber übergeordnet rein darin, alles zu unterstützen, was wohl in erster Linie den nachhaltigen Holzprodukte-Verkauf fördert und nicht etwa darin, Hilfestellungen bei Neuentwicklungen oder dem Prototypenbau zu geben. (Ist halt blöd, wenn man beim Lobbying nicht dazugehört). Der daraus resultierende Lernerfolg erforderte es nun, einen Anreiz zu schaffen, um alleine mit Firmen das Projekt realisieren zu können. In meinem Fall setzte ich dabei auf den Werbeeffekt. Am Ende dieses Prozesses formulierte ich das meinem Projekt zugrunde liegende Konzept wie folgt:

Neue Formensprache, die dynamisch und intelligent ist

Synergie mit neuester Photovoltaik Energiegewinnung

Positioniert den Werkstoff Holz im Hightech-Segment

Bringt das Potential und die Leistungsfähigkeit von Holzwerkstoffen anschaulich auf den Punkt

Mit diesem Paket, welches nun einen interessanten Entwurf, neue Lösungsansätze und Kooperationsmöglichkeiten von verschiedensten Herstellern beinhaltet, startete ich voller Zuversicht in das Feldforschungsunternehmen „Realisierung“. Mir schwebte es dabei konkret vor, zumindest einen Technologieträger unter Mithilfe von Herstellern, verarbeitenden Betrieben und vielleicht sogar mit Unterstützung von Forschungsinstitutionen verwirklichen zu können.

Für die Umsetzung gab es dafür zwei Herangehensweisen. Die rein wissenschaftliche wäre es wohl gewesen, in einem Vorgang zuerst alle in Frage kommenden Kontakte aufzulisten, um diese in weiterer Folge in einem engen Zeitfenster gleichzeitig zu kontaktieren, um vielleicht auch schon daraus Aussagekräftiges zu sammeln. Wer aber zuerst oder nach welchem Zeitraum wie auf meine Projektunterstützungsanfrage reagieren würde, war für mich nicht ausschlaggebend. Vor allem wäre es für mich auch „politisch“ nicht korrekt gewesen, sich aus diesem Zustand heraus „mehrgleisig“ verhalten zu müssen. Ich wollte nur ganz pragmatisch wissen: „Unterstützung Ja/Nein und in welcher Form“ So kontaktierte ich Firmen und Hersteller, von denen ich mir eine Unterstützung erhoffte, nacheinander und mit Gewerketrennung. Den Erstkontakt richtete ich jeweils immer per E-Mail und einem Projektinfo Pdf an die allgemeine Firmenmailadresse. In der Regel kam dann schon nach etwa zwei Wochen eine Reaktion durch den in der Firma dafür zuständigen Vertriebs- oder Marketingleiter. Unterteilt in die Gewerkepositionen Primärstruktur, Dachhaut, Türen/Fenster und Ausstattung gab es darauf gesamtheitlich betrachtet eigentlich immer nur positive Rückmeldungen und sofern es in Österreich eine Niederlassung der betreffenden Firma gab, wurde ich auch umgehend dorthin zu einer vertiefenden Präsentation eingeladen. Die Bandbreite dessen, was dann nach einer Projektvorstellung passierte, reichte von sofortigen Unterstützungszusagen per Handschlag bis hin zu weitaus komplizierteren Überlegungen, ob dergleichen nicht auch eine vertragliche Basis benötigen würde. Speziell gerade diese Reaktionen riefen mich dann auf den Plan, mein geistiges Eigentum in Form des Falterwerkprojektes auch schützen zu lassen. Nach einer intensiven Auseinandersetzung mit dieser Thematik über die dafür in Betracht kommenden Möglichkeiten traf ich die Entscheidung, die ausgeklügelte Form meines Falterwerkes musterrechtlich schützen zu lassen. Die dafür zuständige Stelle in der Europäischen Union war das Harmonisierungsamt für den Binnenmarkt (HABM) in Alicante, Spanien, bei welchem ich den Antrag zur Eintragung eines Gemeinschaftsgeschmacksmusters (GGM) einreichte. Dieser für den EU-Raum geltende Musterschutz, der es jedem verbieten würde, diese Falterwerkform ohne meine Einwilligung nachzuahmen, wurde am 6. Juni 2013 unter der Registrierungsnummer 002320895-0001 eingetragen. Mit dieser Absicherung meinerseits fiel es mir dann in weiterer Folge auch wesentlich leichter, den Firmen die für die mögliche Realisierung notwendigen Unterlagen zukommen zu lassen. Der nächste, für jeden nachvollziehbare Schritt, nachdem man das OK zu einer ausgemachten und zu erbringenden Leistung bekommen hat, wäre natürlich die Umsetzung bzw. die Einhaltung dieser gewesen, der Projektrealisierungsstart sozusagen! Weit gefehlt! Ohne jetzt weiter ins Detail gehen zu wollen, kann ich das Fazit meines Feldexperimentes „Realisierung“ nur so beschreiben, dass eine Zusage erst wirklich mit der vollendeten oder erbrachten Leistung ernst genommen werden darf.

Infolge dessen wurde letzten Endes auch die Micro-Biwak Idee geboren! Eine Falterwerkversion, die ich notfalls mit den mir zur Verfügung stehenden Mitteln auch alleine umsetzen könnte und dabei der Schutzfunktion noch vollkommen gerecht werde. Diese nun - aus der Unrealisierbarkeit des größeren Biwaks heraus - entstandene und um etwa die Hälfte kleinere Version ist nicht als ein verkleinertes Modell des ursprünglichen Entwurfes zu verstehen. Sondern vielmehr kann der Prototyp schon auch als Vorstufe zu einem real verwendbaren Biwak gesehen werden. Die Kompaktheit lässt es zu, das zusammengebaute Biwak sogar mit einem 3,5 Tonnen Pritschenwagen transportieren zu können, bzw. kann die nur 600kg schwere Box auch noch ohne weiteres von einem Helikopter in unwegsames Gelände geflogen werden. Im Inneren sind lediglich zwei Sitzbänke entlang der Längsseiten vorgesehen, auf denen 6 Personen Platz finden können. Des Weiteren besteht auch die Möglichkeit, daraus eine ebene Fläche zu gestalten, welche dann eine Schlafgelegenheit für mindestens drei Personen bietet. Die Sockelunterkonstruktion wurde bei diesem Prototyp

noch aus 40mm Dreischichtplatten ausgeführt. Bei der realen Verwendung, noch dazu im hochalpinen Bereich, kommt dann das dafür vorgesehene aus I-Trägern bestehende Untergestell zum Einsatz, welches sich dann auch mit verstellbaren Füßen an den Enden dem jeweiligen Gelände anpassen kann.

Für die Realisierung dieses Prototypen möchte ich mich an dieser Stelle vor allem bei Ing. Anton Kaufmann für die Unterstützung und die perfekte CNC Zuschnitt- und Fräsbearbeitung der Biwakbauteile bedanken! Des Weiteren auch bei der Firma Neubauer für die Hilfe während der Entwicklungsphase und der exakten Umsetzung und Montage der Planendachhaut.

Auszug Businessplanleitfragen „Faltwerkbox“

Produkt/Geschäftsidee:

Ist es, eine universell einsetzbare, kompakte und dynamische Faltwerkbox zu positionieren, die wie aus einem Guss wirkt.

Dieses Produkt als Bausatz - oder komplett montiert - den jeweiligen Einsatzbedingungen bzw. den Kundenwünschen entsprechend anzubieten und zu vertreiben.

Des Weiteren wird eine Kooperation mit einem Trekkingreiseveranstalter angestrebt, um saisonal und örtlich flexibel Routennetze mit Stützpunkten zu versehen.

Besondere Merkmale:

Dach und Fassade sind mit einer Plane oder dünnen Blechen faltenfrei, ohne Anpassungsarbeiten mit dem für den jeweiligen Einsatzzweck (Veranstaltungs- und Sponsorenlogos, Photovoltaikhaut für Insellösungen usw.) geeignetem Medium, einfach zu umspannen.

- Leicht zerleg- bzw. montierbares System
- Auch zusammengebaut transportierbar
- Wartungs- und instandhaltungsfreundlich

Märkte und Branchen:

Sportveranstalter: Basislager oder Etappenziel für Wettbewerbe; Labestation; Starthaus für Ski- und Snowboardrennen; Mountainbike- und Downhill-Disziplinen; Kommentatorenkabine

Land- und Forstwirtschaft: Halterhütte; Jagdhütte

Wissenschaft/Forschung: Beobachtungsstation; Messwarte; Micro-Basislager für Expeditionen

Tourismus/Reiseveranstalter: Einsatz als Biwak in Trekking- und Weitwanderwegenetzen; autarke Lifestyle-Berghütte; Saunabox; Camping Cabin; spezielle Themenversionen z.B. als Baumhaushotel usw.

Werbung: Eyecatcher bzw. Firmenpräsenz auf Messen und bei Veranstaltungen

Kundenvorteile/Kundennutzen:

Sportveranstalter: steht für Dynamik; Perfektion; Kompromisslosigkeit

Wissenschaft/Forschung: Technologieträger; Energielieferant; neu interpretierte traditionelle Holzbautechnik; moderner/innovativer Spirit; stabile, leichte und dauerhafte Konstruktion

Tourismus/Reiseveranstalter: gut zu bewerbende Freizeit-, Abenteuer- und Action-Aktivitäten

Werbung: guter Werbeträger; umlabelbar; auffällige Form; erzeugt Aufsehen; transportiert Wertigkeiten, die individuell integrierbar sind; erleichtert als Attraktion Einstieg in ein Kundengespräch

Vorteil gegenüber Mitbewerbern:

Dynamische, auffällige Form mit hohem Wiedererkennungswert

Spürbare Qualitäten in Bezug auf Ausführung, Raumempfinden und der integrierten, durchdachten Funktionen

Intelligente Lösungen und optimierte Produktionsabläufe lassen eine preisgünstige Realisierung zu

Dienstleistungen:

Speziell für den jeweiligen Einsatzzweck entwickelte und konzipierte Lösungen

Weltweite Lieferung, Montage und Übergabe

Technische Daten:

Biwak Größe L aus 12cm Brettsperrholz Fichte

Netto Materialbedarf:	57,3 QM
Raumvolumen Material:	6,88 m ³
Gewicht Primärstruktur:	3500kg

Raumfläche:	11,00 QM
-------------	----------

Schlafplätze:	6 bis 8 Personen
---------------	------------------

Wärmedämmung Struktur:	U= 0,91 W/m ² K
------------------------	----------------------------

Wärmedämmung Fenster:	U= 0,79 W/m ² K
-----------------------	----------------------------

Solarmodul: (erweiterbar) 65 Watt (4 Ampere, 16,5 Volt)

Biwak Größe S aus 4cm Dreischichtplatte Fichte

Netto Materialbedarf:	20,3 QM
Raumvolumen Material:	0,82 m ³
Gewicht Primärstruktur:	400kg

Raumfläche:	4,00 QM
-------------	---------

Sitzplätze:	4 bis 6 Personen
-------------	------------------

Schlafplätze:	2 bis 3 Personen
---------------	------------------

Wärmedämmung Struktur:	U= 2,09 W/m ² K
------------------------	----------------------------

Wärmedämmung Fenster:	U= 1,83 W/m ² K
-----------------------	----------------------------

Solarmodul: 65 Watt (4 Ampere, 16,5 Volt)

Batterie:	12Volt 85Ah
-----------	-------------

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 01.10.2013

Statutory Declaration

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

01.10.2013

Eine starke Idee, braucht ein starkes Team!

Besonders bedanken möchte ich mich bei:

Ao.Univ.Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Univ.-Doz. Peter Schreibmayer
Für das Vertrauen und die Zuversicht in mein Projekt

Ing. Anton Kaufmann
Für die Unterstützung und den perfekten CNC Abbund der Biwakbauteile

Franz Krisper
Für die exakte Umsetzung und Montage der Dachhaut

Ulrike Heigl-Klinge
Für die Hilfe rund um die Musterschutzeintragung

Abbildungsverzeichnis:

S. 13, Conical Hill Neuseeland
Eigenaufnahme 2008

S. 15, Hannibals Alpenüberquerung
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/Heinrich_Leutemann_-_Hannibals_%C3%9Cbergang_%C3%BCber_die_Alpen.jpg [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 17, Der Wanderer über dem Nebelmeer
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Caspar_David_Friedrich_032_%28The_wanderer_above_the_sea_of_fog%29.jpg [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 18, Terra Nova Basislager
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Robert_Falcon_Scott_by_Herbert_Ponting.jpg
Framheim http://www.nb.no/nbdigital/polarbilder/Amundsen/Sydpolen-Framheim/no-nb_bldsa_NPRA1482.jpg

S. 19, Bivacco CAI Tarvisio
<http://freundderberge.at/ViaDellaVita1001/Bivacco-CAI-Tarvisio.jpg> [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 20, Mitgliederentwicklung
http://www.alpenverein.at/porta_wAssets/img/service/presse/2013/Alpenverein_Mitgliederentwicklung_2002-2012.jpg [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 21, Stallersattel
Eigenaufnahme 2013

S. 24, Abbildungen aus „How to built your own living structures“
<http://www.we-find-wildness.com/2011/08/ken-isaacs-how-to-build-your-own-living-structures/www.imprintculturelab.com> [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 25, 360° Biwak
<http://www.madritschpfurtscheller.at/projekte.php?id=contents/2/4/6&art=1#> [zugegriffen am 30.08.2013]
<http://www.holzbau-unterrainer.at/index.php?id=17&aus=&pos=0&kategorie=20&kat=120&action=zeigen&d=1&tr=2&oli=20> [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 26, Polybiwak
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gruberscharten-Biwak.JPG> [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 27, Origami
Eigenaufnahmen 2013

S. 28, Modellbilder „Gomagoi“
Eigenaufnahmen 2011

S. 29, Modellbilder „Klappbrücke“
Eigenaufnahmen 2009

S. 31, Origami

Eigenaufnahmen 2013

S. 32 – S. 61, Modellbilder und Plandarstellungen

Eigenaufnahmen bzw. Eigengrafiken 2013

S. 62, Abb. oben <http://www.anga.pl/ang/products/container-lashing-equipment-and-parts/twistlock>, Abb. mitte http://www.tandemloc.com/0_securing/S_ISO_Container_Info.asp, Abb. unten links <http://www.cornercastings.com.au/wp-content/gallery/double-ended-twist-locks/double-ended-twist-lock-3.jpg>, Abb. unten mitte <http://www.haacon.de/images/produkte/nivellierstuetzen-238.jpg>, Abb. unten rechts <http://www.haacon.de/fr/systemes-de-levage/bequilles-de-nivelage.html> [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 63, Abb. oben links <http://oumiya003.bossgoo.com/truck-parts-trailer-parts/container-corner-twist-lock-942160.html>, Abb. oben mitte <http://twistlocks.com.au/bolt-on-twist-locks/>, Abb. oben rechts <http://www.krisryinc.com/containercasters.html>, Abb. unten links <http://twistlocks.com.au/shipping-container-footings/>, Abb. unten mitte <http://twistlocks.com.au/shipping-container-weldable-twist-locks/>, Abb. unten rechts <http://twistlocks.com.au/bolt-on-twist-locks/> [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 64 – S. 69, Grafiken und Plandarstellungen

Eigengrafiken 2013

S. 70 – S. 91, Detailaufnahmen, Produktionsbilder, Grafiken, Eigenaufnahmen bzw. Eigengrafiken, zur Verfügung gestellte Sponsorenlogos 2014

S. 92, Abb. oben Eigengrafik 2013, Abb. unten links und rechts

<http://www.blazinbelltech.com/zoom/bunkbeds.html> [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 93, Abb. oben http://www.globalsolar.com/images/uploads/FlexModule_300W.jpg, Abb unten links und mitte <http://www.ccrane.com/more-categories/alternative-power/freeplay-freecharge-weza-portable-energy-source.aspx#>, Abb. unten rechts <http://www.outdoor-planet24.de/media/images/popup/TrumaMoverPowerSet9985222-M.jpg> [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 94, Abb. oben Eigengrafik 2013, Abb. unten links http://www.lieske-elektronik.de/artikel_telecom-behnke-bt-40-313-notrufttelefon-serie-design-line__104178.htm, Abb. unten mitte http://www.conrad.at/medias/global/ce/4000_4999/4000/4000/4002/400235_BB_00_FB.EPS_1000.jpg, Abb. unten rechts http://www.reimo.com/de/M83332-lampendimmer_12v/ [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 95, Abb. links http://www.lieske-elektronik.de/artikel_telecom-behnke-bt-40-313-notrufttelefon-serie-design-line__104178.htm [zugegriffen am 30.08.2013]

S. 96 – S. 99, Abb. links und rechts jeweils Eigengrafiken 2013

S. 100 – S. 105, Abb. erstellt mit der Webseite <http://www.u-wert.net> [zugegriffen am 10.01.2014]

S. 106 – S. 111, Modellbilder Eigenaufnahmen 2014, Grafiken Eigengrafiken 2014

S. 114 – S. 115, Grafiken Eigengrafiken 2014

Quellenverzeichnis:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Alpen%C3%BCberquerung> [zugegriffen am 30.08.2013]
http://de.wikipedia.org/wiki/Alpine_Club [zugegriffen am 30.08.2013]
<http://www.alpenverein.at/portal/der-verein/index.php> [zugegriffen am 30.08.2013]
<http://de.wikipedia.org/wiki/Biwak> [zugegriffen am 30.08.2013]
http://www.sondertransporte.gv.at/8_DEU_HTML.htm [zugegriffen am 30.08.2013]
<http://www.madritschpfurtscheller.at/aktuelles.php?id=contents/1/1/6&art=1> [zugegriffen am 30.08.2013]
<http://www.polybiwak.com/german/output.html> [zugegriffen am 30.08.2013]
<http://www.bergnews.com/service/telefonnummern.php> [Stand: 30.08.2013]
<http://www.u-wert.net> [Stand: 10.01.2014]