Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (http://www.ub.tuwien.ac.at).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/).

DIPLOMARBEIT

Bolzanos Cliffhanger
Eine Alternative zur urbanen Wohnsituation in Bolzano/Bozen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs unter der Leitung von

Ao.Univ.Prof. Arch. Dipl.-Ing. Dr.techn. Bob Martens
Institut für Architektur und Entwerfen, E253

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

David Calas
0325135
Weißgasse 14/9
1170 Wien

Wien, Oktober 2008

Bolzanos Cliffhanger

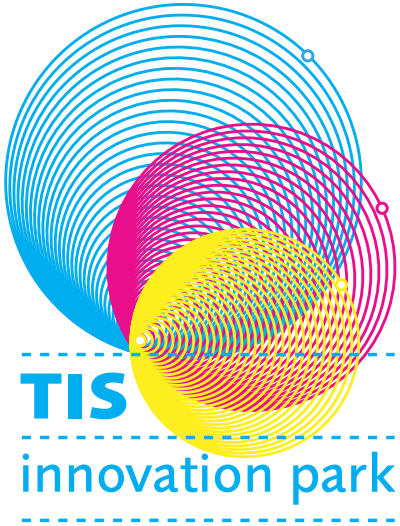
David Calas

Technische Universität Wien_Diplomarbeit_Oktober_2008

Hiermit möchte ich mich bei all jenen bedanken, die durch ihre persönliche und fachliche Unterstützung zur Realisierung dieser Arbeit beigetragen haben.

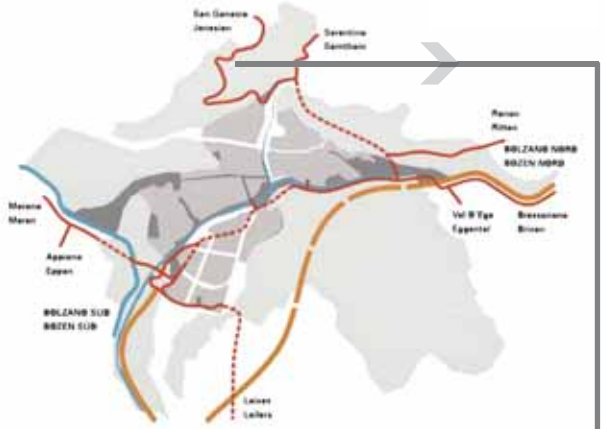
Besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Familie, denen ich die Arbeit widme, - mit eurer Unterstützung jeglicher Art, habt ihr mir das Studium ermöglicht.

Ein großes Dankeschön gilt meinem „Mentor“ DDr. Dieter Kompatscher für die vielen Korrekturen und Anregungen. Weiters möchte ich mich bei meinem Betreuer Prof. Bob Martens für die kompetente Betreuung bedanken und den zahlreichen Anregungen. Ebenso danke ich Frau Prof. Karin Stieldorf und Prof. Herbert Keck für die fachliche Beratung.
Ein großes Dankeschön an das Geologieamt der Provinz Bozen, besonders an Herrn Dr. Morelli Corrado.
Des Weiteren danke ich allen Freunden und Studienkollegen - insbesondere Boris und Gerd, die mich während der Diplomarbeit unterstützt und begleitet haben.
Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. Guido Sandforth (TIS Innovation Park - Cluster Bau & Facility Management) für die Unterstützung der Diplomarbeit und der Hilfe bei den Berechnungen sowie den zahlreichen Kontakten.



Im Talkessel von Bolzano/Bozen wird es langsam eng. Die Bevölkerung steigt an, das Einzugsgebiet wird von Jahr zu Jahr größer und der Platz, den uns der Talboden bietet ist begrenzt. Urbanistisch gesehen wird diese Stadt, deren Gebiet aus 50% Bergland und 25% Kulturlandschaft besteht, in naher Zukunft an seine Grenzen stoßen. Die Folgen sind eine drastische Reduzierung der Kulturlandschaft und eine Erhöhung der ohnehin schon überteuerten Immobilienpreise. Leidtragende sind vor allem junge Berufseinsteiger, Singles und Pendler aus den umliegenden Gebieten.

Die **Bolzanos Cliffhanger** ignorieren bewusst den Talboden und ziehen die umliegenden Hügel/Berge in einen sanften, expandierenden Kontext. Ein bereits vorhandenes Netzwerk an Bergstraßen überzieht die nahe Umgebung von Bozen. Die des Öfteren sehr exponierten **Straßen schaffen eine ideale Andockstelle** für mobile Wohneinheiten. Der Eingriff in das Ökosystem ist auf ein Minimum reduziert und spart zugleich kostbaren Baugrund am Talboden. Aufgrund einer gesamtautarken Planung sind die Cliffhanger unabhängig und frei von Betriebskosten. Die eingerichteten Wohneinheiten sind für zwei Personen und einem PKW geplant, die einem eigenem Verkehrskonzept unterliegen.
Die Bolzanos Cliffhanger bieten eine nachhaltige Lösung an, selbstständig die Wohnsituation in den Griff zu bekommen.

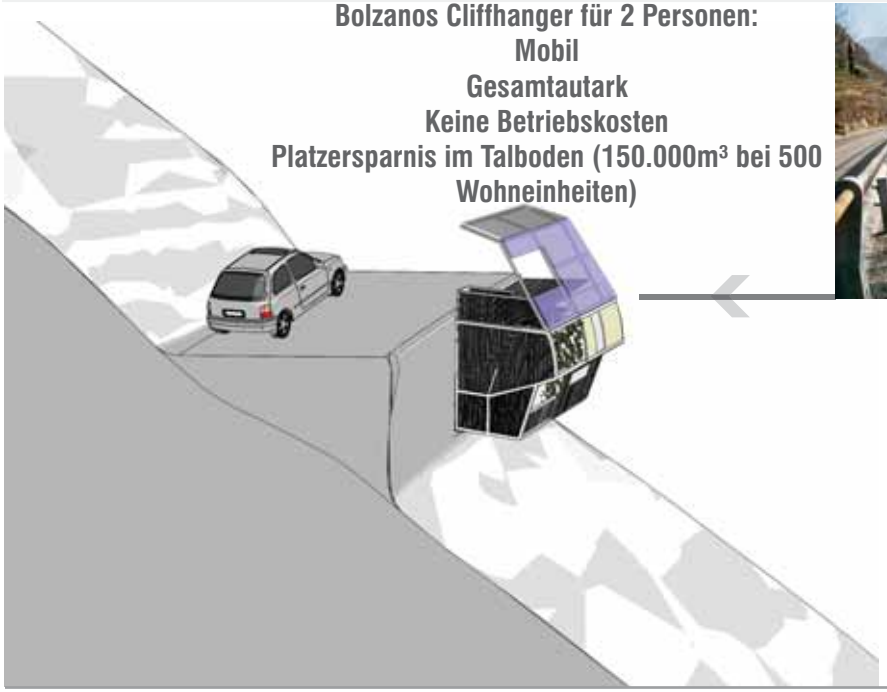


Talkessel von Bozen:
- Baugrenze bereits erreicht
- Überhöhte Preise
- Fortschreitende Wohnungsknappheit

Gemeindegebiet von Bozen:
- 25% Bebauung
- 25% Kulturlandschaft
- 50% Hügel/Gebirge

Hügel/Gebirge von Bozen:
- Gebirgsstraßen einbeziehen
- Exponierte Lage
- Gute Erreichbarkeit

Bolzanos Cliffhanger für 2 Personen:
Mobil
Gesamtautark
Keine Betriebskosten
Platzersparnis im Talboden (150.000m³ bei 500 Wohneinheiten)



Pendler

Berufseinsteiger

Singles

Intro S.7-14

Intro S.8
Lage S.9
Geschichtlicher Abriss S.10
Urbane Situation S.11
Verkehrsaufkommen S.12
Wohnen S.13-14

Projektidee S.15-26

(Projektbezogen) Leitidee S.16
Städtebaulicher Ansatz S.17
Herangehensweise S.18
Bauplatz S.19
Benutzergruppe S.20-23
Verkehrsszenario S.24
Motivation S.25
Gesamtkonzept S.26

Konstruktion S.27-37

Statische Überlegung S.28
Zusammensetzung des Cliffhangers S.29-34
Transportsituation S.35
Aufbauprozesse S.36-37

Hülle S.38-52

Form S.39
Verkleidung S.40
Fensteröffnungen S.41
Außenbereich S.42
Vertikaler Garten S.43
Material Hülle S.44-48
Dachaufbau S.49
Bodenaufbau S.50
Wandaufbau S.51-52

Interior S.53-78

Intro S.54
Wohnebenen S.55-56
Hebeschrank S.57-58
Multitask_board S.59-61
Relax_ebene S.62-64
Nassbereich S.65-66
Schlafnische S.67-68
Zusatzmobiliar S.69-70
Materialien S.71-76
Farbgestaltung & Beleuchtung S.77-78

Technik S.79-89

Intro S.80
Stromerzeugung S.81
Stromversorgung S.82
Ventilation S.83
Solarthermie S.84
Biofiltration S.85
Müllentsorgung S.86
Raumhygiene S.87
Back-up System S.88
Technikraum S.89

Daten & Simulationen S.90-107

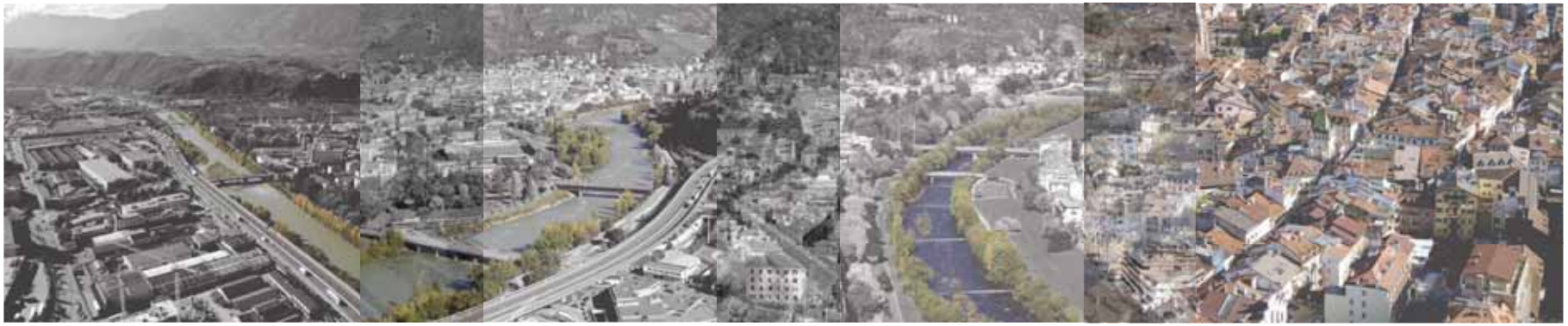
Intro S.91
Simulation in PHPP und ECOTECT S.92-104
Kostensimulation S.105-107

Last but not least S.107-108

Literaturverzeichnis S.109-112

Die in der Diplomarbeit verwendeten Bilder stammen,wenn nicht mit einer Angabe versehen aus eigenen Quellen bzw. Fotos.

INTRO



Das Stadtbild von Bolzano/ Bozen hat sich in den letzten 20 Jahren stark verändert. Die Landeshauptstadt ist eine der kleinsten Gemeinden Südtirols. Von den knapp 52 km² sind 28 km² als Dauersiedlungsfläche ausgewiesen, welche mittlerweile nicht mehr ausreichen, um die Einwohnerzahlen unterzubringen. In den letzten Jahren sind die Bevölkerungszahlen von Bozen, nach einem Rücklauf in den 80ern, wieder gestiegen und seit Dezember 2007 wurde die 100.000er Grenze überschritten. Diese Erhebung bezieht sich auf die ansässige Bevölkerung. Hinzu kommen noch jene, die temporär in Bozen wohnen, sowie die Bewohner mit Migrationshintergrund.
Zusammenfassend kann man sagen, dass sich in diesen Jahren der Veränderung die Stadt kontinuirlich weiter entwickelt hat. Dabei ist mit Gewissheit nicht alles erreicht worden, was man sich vorgenommen hat. Besonders im Bereich Wohnbau sind große Defizite zu beklagen, die auch in den kommenden Jahrzehnten nur schwer zu bewältigen sein werden.
Wie sich die Stadt in den kommenden Jahren entwickeln soll und wie sich das Erscheinungsbild verändern wird wurde im Entwicklungsplan „Ideen 2015“ der Gemeinde Bozen durchdacht. In diesem Plan wurden Richtlinien entschieden, an denen sich die Stadtentwicklung orientieren soll. Dies eröffnet die Chance, Perspektiven für eine lebenswerte Zukunft zu entwickeln.
Oberstes Ziel ist es, die Lebensqualität zu steigern und einen Lösungsansatz für die Zukunft zu erarbeiten.

Abb.1: Aufnahme der Brennerautobahn in Richtung Norden; Provinz Bozen/Bolzano

Bozen ist die Landeshauptstadt von Südtirol und Teil der italienischen Region Trentino-Südtirol / Trentino-Alto Adige. Die Stadt liegt entlang der Nord-Südachse und ist die erste größere Ortschaft nach dem Grenzübergang am Brenner.
Die Landeshauptstadt selbst liegt in einer Talmulde umgeben von mehreren Steilhängen. Die Provinzstadt öffnet sich nur gegen Süden ins Unterland, wo sich die meisten Kulturlandschaften erstrecken. Die Ebene von Bozen wird von zwei Flüssen, der Talfer und dem Eisack durchkreuzt, die für eine natürliche Unterteilung der Stadtviertel sorgt.

Abb.2: Orthofoto von Bozen; Provinz Bozen

Im frühen Mittelalter wurde der Talkessel von Bozen als Siedlungsgrund stets gemieden da dieser aus Sumpf bestand. Schon bald erkannte man die Notwendigkeit, auf die umliegenden Hügel und Berge auszuweichen. Davon zeugen heute noch die zahlreichen Burgen, die rund um Bozen ihren Platz gefunden haben. Durch die zunehmende Bedeutung der Stadt als Verbindungsachse zwischen Nord-Süd stieg auch die Bevölkerung im Bereich des Talbodens an. Dieser wurde nach einer großflächigen Trockenlegung bebaubar gemacht. Schon bald wurden erste Siedlungen errichtet, aus denen heute der historische Altsstadtkern besteht.
Durch die großflächig angelegten Stadterweiterungen unter dem Faschismus im 20 Jh. und der Neuschaffung von Ballungsräumen in den 80ern erreichte Bozen seine jetzige Größe.

Abb. 3: Schloss Sigmundskron

Abb. 4: Luftaufnahme; alter Stadtkern/Bozen; Bozen gestaltet seine Zukunft - Ideen für einen neuen Bauleitplan

Abb. 5: Erhaltenes Semiruralihaus

Wie bereits im geschichtlichen Abriss erwähnt, erreichte Bolzano/Bozen seine größte Stadterweiterung in den 80er Jahren.
Der Grundstein dafür wurde vom faschistischen Regime in den Jahren 1938 bis 1940 gelegt. Dieser sah eine extensive Kleinbebauung vor, die für die notwendige Wohnunterbringung der Arbeiter in den errichteten Industriewerken sorgen sollte. Es entstanden die „Semirurali“ – Zonen, die mit geeigneten und preiswerten Wohnungen einkommensschwachen Bevölkerungsgruppen eine Unterbringung gewährleisten sollte. Bei dieser Bebauung wurde vor allem versucht, den Bewohner mit Grund und Boden zu verbinden.
Ab dem Jahre 1960 wurde diese Zone als Erweiterungszone ausgewiesen. Mit dem schrittweisen Abriss der „Semirurali“- Häuser wurde nach 20 jähriger Bauzeit Platz für über 10.000 Wohneinheiten geschaffen. Dieses gesamte Bauvolumen geht als das Jahrhundertereignis in die Architekturgeschichte von Bozen ein und führt somit den Erweiterungsprozess an, der heute an die Gemeindegrenze stößt.
Die letzten großen Erweiterungen gehen auf das Jahr 2000 – 2008 zurück und sehen ein Bauvolumen von etwa 2500 Wohneinheiten vor, die nach neuen klimatechnischen Richtlinien ausgeführt wurden.

Abb. 6: Historische Aufnhame der Semirurali; Archiv - Provinz Bozen

Abb. 7: Aufnahme von Bozen Richtung Norden; Bozen gestaltet seine Zukunft - Ideen für einen Bauleitplan

Abb. 8: Luftaufnahme vom Viertel Firmian; Bozen gestaltet seine Zukunft - Ideen für einen Bauleitplan

Die Landeshauptstadt Südtirols bildet eine zentrale Drehscheibe für Wirtschaft, Kultur und Verwaltung, - ein pulsierendes Zentrum. Randerscheinung einer solch zentralisierten Rolle ist eine Zuzugssituation aus den umliegenden Gemeinden sowie ein großes Verkehrsaufkommen. Um die zentrale wirtschaftliche Rolle beizubehalten ist es notwendig, dass Bozen optimal erreichbar bleiben muss. Demnach wurde versucht den innerstädtischen Individualverkehr zu reduzieren. Je weiter man sich dem Zentrum nähert, umso höhere Parkgebühren müssen bezahlt werden. Pendlerparkplätze in der Peripherie und Tiefgaragen im Stadtzentrum wurden um dem Verkehrsproblem entgegenzuwirken errichtet. Mit dem Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrssystems sind in den letzten Jahren die Fahrgästezahlen stark angestiegen. Ein Indikator für die Effizienz der öffentlichen Verkehrsmittel, der mit Sicherheit noch weiter ausbaufähig ist.
Für die Zukunft gilt es, Lösungen zu erarbeiten, die sich nachhaltig dem immer stärker werdenden Verkehrsaufkommen entgegenwirken. Adaptive Systeme wie das Car-sharing sollten stärker ausgebaut werden und eine Alternative zu traditionellen Fortbewegungsmethoden bieten.

Abb. 9: Car sharing Initiative Bozen; Werbeplakat - Gemeinde Bozen

Zwischen den Jahren 1990 und 2000 wurden 6000 neue Wohnungen errichtet, die zum Teil auf Nachverdichtungen und Umwidmungen zurückgehen. Die Gemeinde Bozen unternimmt starke Anstrengungen, um das seit Jahrzehnten wachsende Wohnungsproblem in den Griff zu bekommen. Hierbei soll ein besonderes Augenmerk den unteren Einkommensschichten geschenkt werden. Durch die Zusammenarbeit mit Wohnbauinstitut (WOBI) und der Landesregierung konnten in den letzten Jahren durchwegs Erfolge verbucht werden. Da jedoch die allgemeine Wohnungsnot nicht beseitigt wurde schuf man binnen kurzer Zeit eine Erweiterung der peripheren Wohnzonen um ca. 2500 Wohneinheiten (Casanova / Firmian). Ein enormes Bauvolumen, das mittlerweile in der Fertigstellungsphase liegt. Allerdings sind die Preise am Wohnungsmarkt immer noch äußerst „spekulativ und aufgebläht“. Wenn man die Immobilienpreise der letzten 25 Jahre betrachtet, kann man heute auf eine bis zu 700%ige Steigerung zurückblicken.

Abb. 10: Luftaufnahme vom Viertel Haslach (nachbearbeitet); Bozen gestaltet seine Zukunft - Ideen für einen Bauleitplan

Abb. 11: Luftaufnahme vom Europaviertel; Bozen gestaltet seine Zukunft - Ideen für einen Bauleitplan

Abb. 12: Luftaufnahme gegen Westen; Bozen gestaltet seine Zukunft - Ideen für einen Bauleitplan

Um die Preise des Immobilienmarktes in den Griff zu bekommen stehen weitere Projekte in Zukunft an. Einerseits versucht man die Stadtviertel nachzuverdichten, andererseits ist man bestrebt, neue Areale als Wohnzonen auszuweisen. Hierbei sollte jedoch der Grüngürtel nicht angegriffen werden, was in den meisten Fällen utopisch klingen mag.
Durch die Vollbeschäftigung im Bozner Wirtschaftssystem geht man von einer Zuwanderung aus, die zur demografischen Weiterentwicklung der Stadt beitragen wird. Somit wird auch die Nachfrage an Wohnungen steigen und eine neue Handlungsweise erfordern. Demnach sollte die ökonomische Entwicklung nicht unabhängig von der gesellschaftlichen Entwicklung erfolgen.
Aktuellen Hochrechnungen zu Folge benötigt Bozen bis zum Jahre 2020 weitere 3.000 Wohneinheiten. Hierbei ist anzumerken, dass die Familiensituation in Bozen rückläufig ist und immer mehr Single – Haushalte benötigt werden.

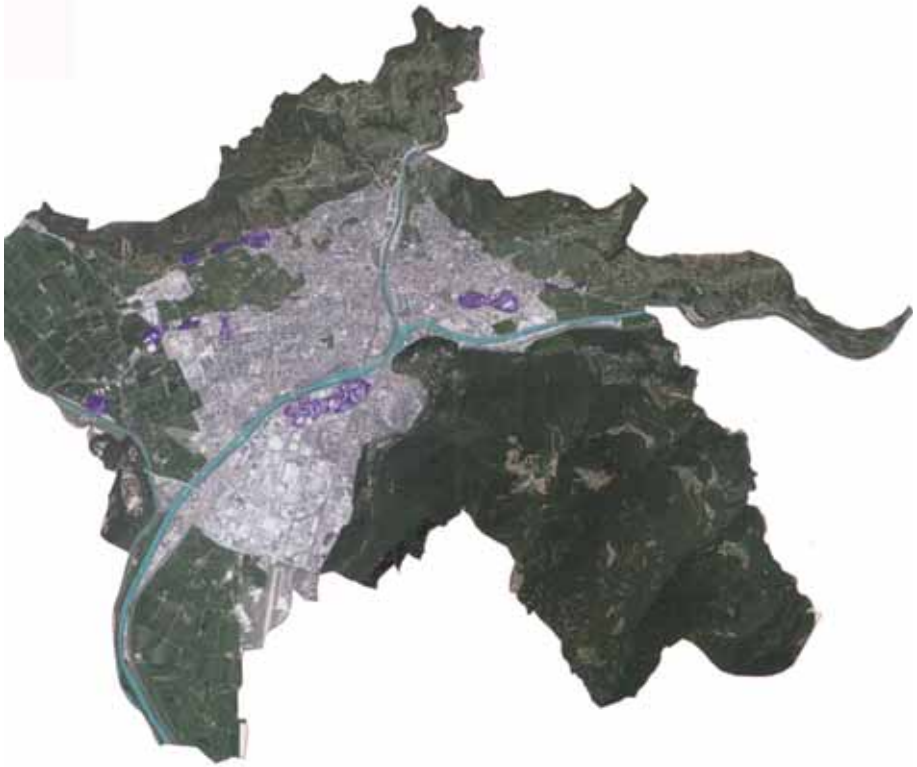
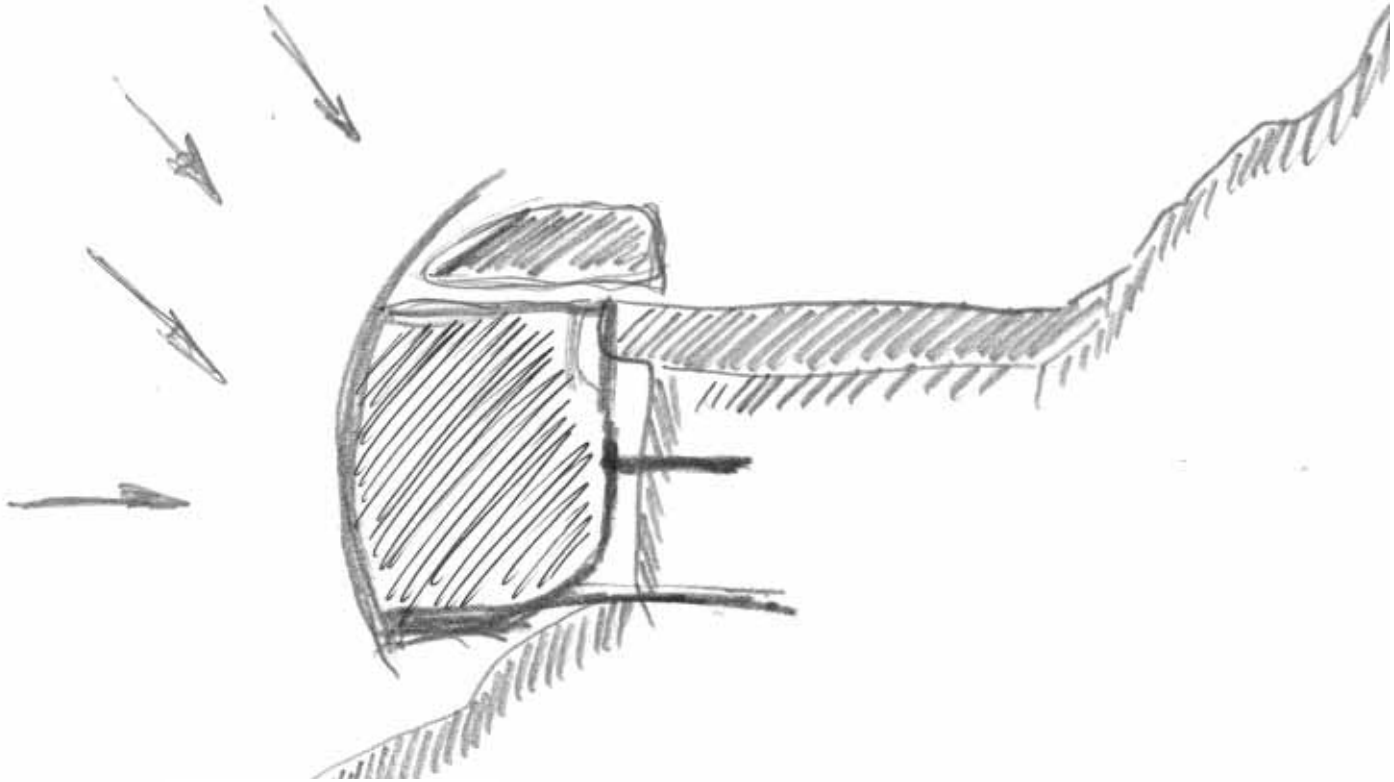


Abb. 13: Orthofoto von Bozen mit Verdichtungs- und Erweiterungszonen; Bozen gestaltet seine Zukunft - Ideen für einen Bauleitplan



IDEA

Im Talkessel von Bolzano/Bozen wird es langsam eng. Die Bevölkerung steigt an, das Einzugsgebiet wird von Jahr zu Jahr größer und der Platz, den uns der Talboden bietet ist begrenzt. Urbanistisch gesehen wird diese Stadt, deren Gebiet aus 50% Bergland und 25% Kulturlandschaft besteht, in naher Zukunft an seine Grenzen stoßen. Die Folgen sind eine drastische Reduzierung der für das Land Südtirol typischen Kulturlandschaft und eine Erhöhung der ohnehin schon überteuerten Immobilienpreise. Leidtragende sind vor allem junge Berufseinsteiger, Singles und Pendler aus den umliegenden Gebieten, die mit einer etwas aussichtslosen Situation konfrontiert werden. Es ist an der Zeit, Lösungsvorschläge aufzuzeigen, die sich konkret mit dieser Situation auseinandersetzen.

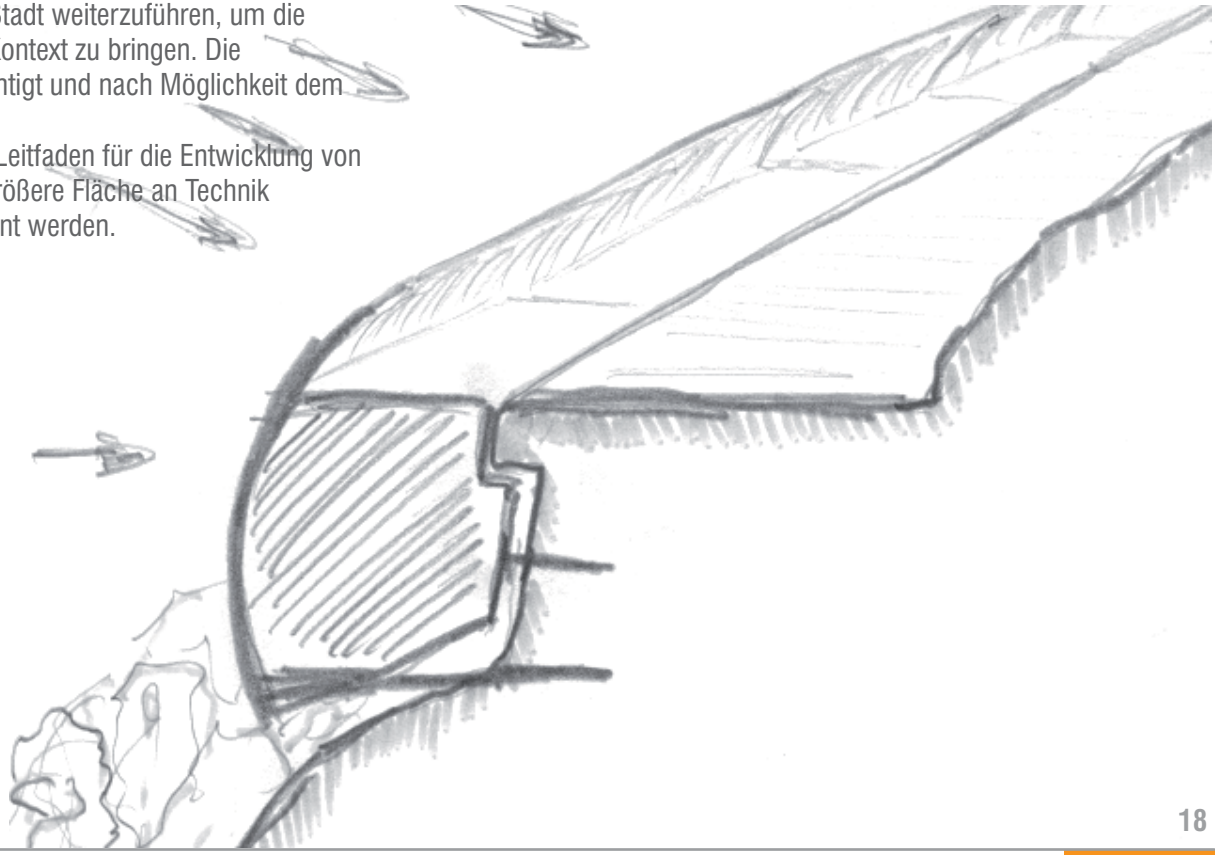
Die Diplomarbeit ignoriert bewusst den Talboden als Wohngrund und zieht die umliegenden Hügel/Berge in einen sanften, expandierenden Kontext. Ein bereits vorhandenes Netzwerk an Straßen überzieht die nahe Umgebung von Bozen. Die des öfteren sehr exponierten Straßen schaffen eine Verbindung zweier oder mehrerer Ortschaften. In den wenigsten Fällen wird dieser Verbindungsweg jedoch genutzt, auch wenn eine gewisse Nähe zur Stadt vorhanden ist. Diese Arbeit folgt der Annahme, dass bauliche Eingriffe solcher Art in einem bestehenden Ökosystem mit ihrem gesamten Entwicklungspotential genutzt werden sollten.
Von einer Ausschöpfung des Potentials sprechen wir erst dann, wenn städtebauliche Maßstäbe gesetzt werden. Diese erreicht man nur, wenn man Platz für eine hohe Anzahl an Wohneinheiten schaffen kann. In dieser Hinsicht sollte die Arbeit über den „Talboden“ blicken und neue Möglichkeiten des Wohnens aufzeigen. Über diese Thematik sollte weiters auch auf das Verkehrsproblem der Stadt Bozen eingegangen werden. Fortschrittliche Methoden des Wohnens zu entwickeln ohne dabei an die Verkehrsbelastung zu denken wäre in diesem Fall nicht Ziel führend. Einen Lösungsansatz vorzuschlagen, der als „Input“ für weitere Entwicklungen dienen kann ist oberste Priorität dieser Arbeit

Abb. 14: Grafik des Gemeindegebietes von Bozen; Bozen gestaltet seine Zukunft - Ideen für einen Bauleitplan

Um mit der Arbeit städtebauliche Maßstäbe zu setzen, ist es notwendig etwa 400-500 Cliffhanger in den umliegenden Gebirgszonen einzuplanen. Da weitaus mehr Wohneinheiten in Bozen benötigt werden, hält sich die Arbeit an dem bekannten Zitat „Think big_ start small„.Der städtebauliche Ansatz erfolgt aus den letzten statistischen Erhebungen, denen zu Folge in den nächsten 10 Jahren (bis 2020) ca. 3.000 Wohneinheiten für Bozen notwendig sind. Gemäß den Daten der Landesregierung sind bis zu 60% der benötigten Haushalte Singlehaushalte, von denen wiederum ein bedeutender Anteil von zugezogenen Pendlern benötigt werden.
Basierend auf Statistiken des Wohnbauinstitutes sowie auf jenen des Astat – Statistikinstitut sind pro Wohneinheit ca. 300m³ urbanistischer Kubatur, inklusive Freibereiche und gemeinschaftliches Grün nötig. Multipliziert man diesen Betrag mit den Einheiten, ist eine Kubatur von 900.000m³ nötig. Im Talkessel von Bozen wird deshalb auf
Wiedergewinnung von Boden gesetzt, da eine Ausweitung der Stadt nicht in Betracht gezogen wird. Die Arbeit vertritt die Meinung, dass diese Methode der Nachverdichtung mit Sicherheit ausgeschöpft werden sollte, doch keineswegs eine nachhaltige Lösung der Wohnungsnot bietet.
Von den vorhandenen Haushalten werden in der Regel 4% nur zeitweise bewohnt, sprich für Studien-, Arbeits- oder Urlaubszwecken genutzt. Dies entspricht einer Hauhaltsanzahl von ca. 2.000 Wohneinheiten.
Den städtebaulichen Ansatz durch die Bolzanos Cliffhanger würde eine Kubatur von 150.000m³ im Talboden eingesparen, ohne dieses Volumen irgendwo anders zu besetzen, da die Wohneinheiten hängend ihren Platz finden.

Abb. 15: Zusammengefasste Erhebungen in der Tageszeitung Alto Adige vom 03.04.2008; ASTAT

Eine wohnliche Einheit an einer Straße anzudocken bringt eine Reihe zu berücksichtigender Aspekte mit sich. Einerseits muss so geplant werden, dass die Sicherheit der Bewohner gegeben ist, andererseits muss eine gewisse Wohnlichkeit geboten werden. Außerdem darf das stattfindende Verkehrsaufkommen der Straße nicht behindert werden.
Die Anforderungen an die Einheit liegen vor allem im Einsatz des Moduls, einer unkomplizierten Anbringung sowie einer einfachen Transportmöglichkeit zum „Bauplatz“.
In der Arbeit wird versucht, die urbane Situation der Stadt weiterzuführen, um die umliegenden Gebirgsstraßen in einen fortführenden Kontext zu bringen. Die aufkommenden Sicherheitsaspekte werden berücksichtigt und nach Möglichkeit dem Straßenkodex angepasst.
Die Zielsetzung, eine autarke Einheit zu schaffen, soll Leitfaden für die Entwicklung von Form, Design und Aufbau des Moduls sein. Da eine größere Fläche an Technik notwendig ist, sollte diese von Anfang an mit eingeplant werden.



Als Bauplatz kamen all jene Bergstraßen in Frage, die aus dem Stadtbereich von Bozen führen und die umliegenden Ortschaften miteinander verbinden. Im Besonderen weisen zwei Bergstraßen äußerst exponierte Stellen auf, nämlich die Rittnerstraße und die Jenesienerstraße. Diese verbinden die gleichnamigen Ortschaften mit Bozen. Die Arbeit behandelt im Besonderem die Jenesienerstraße aufgrund der Zonenerkenntnisse durch das Geologieamt der Provinz Bozen. Dieses ist zur Zeit bemüht den gesamten Talkessel aufzunehmen, wobei die Gegend um Jenesien bereits abgeschlossen ist.
Die Neue Jenesiener Straße ist 19,7km lang und weist Neigungen von 8-12% auf. Die Straße wurde in das steile Gelände eingeschnitten und liegt auf harten Porphyrplatten auf, die das Hauptgestein in dieser Umgebung bilden. Die Straße beinhaltet mehrere Geraden oder leicht gebogene Teilstücke, die in den meisten Fällen durch Kehren miteinander verbunden sind.
Die einzelnen Einheiten sollen zu Gruppen zusammengeschlossen werden und entlang von relativ geraden Straßenabschnitten zum Einsatz kommen. Das einzelne Modul wird hierbei an der Oberkante der Straße eingehängt und liegt entlang der abfallenden Stützmauer der Straße auf.
Die Situation entlang der Bergstraßen entwickelt sich somit vom bebauten Stadtrand heraus und wird einem Urbanisationsprozess unterzogen. Folge ist eine angenehme Erreichbarkeit des öffentlichen Verkehrsnetzes sowie des Stadtzentrums.

Abb. 16: Foto der Straße nach Jenesien

Abb. 17: Luftbild von Bozen Richtung Jenesien; Bozen gestaltet seine Zukunft - Ideen für einen Bauleitplan

Abb. 18: Foto der Straße nach Jenesien

Die Benutzergruppen in dieser Arbeit sind klar definiert. Die Wohneinheiten richten sich an Menschen, die mit einer etwas „anderen“ Wohnform sowie Situation zu Recht kommen. Es ist vor allem eine eher flexible Benutzergruppe angesprochen, die Interesse an einer temporären Wohnsituation zeigt.
Die Wohneinheit eignet sich vor allem für zeitweise Benutzung und spricht somit besonders junge Arbeitnehmer aus den umliegenden Ortschaften und der Stadt an. Diese sind in den meisten Fällen durch ihre finanziellen Mittel eingeschränkt und nehmen notgedrungen stundenlange Anfahrtszeiten zum Arbeitsort in Kauf. Temporäre Wohneinheiten zu niedrigen Preisen, die sich noch im Gemeindegebiet befinden, würden einen akzeptablen Lösungsansatz bieten.
Neuesten Hochrechnungen zu Folge bilden in Südtirol die Einpersonen Haushalte mit 33,5% die größte Schicht am Immobilienmarkt. In diesem Anteil fallen vor allem junge Arbeitnehmer, die vom Elternhaus ausgezogen sind. Aufgrund der hohen Immobilienpreise ist ein Ankauf aus eigenen finanziellen Mitteln eher unwahrscheinlich. Die jetzige Lösung besteht im Mieten von Wohnungen, welche das Sparen auf eine eigene nicht erlaubt.
Durch eine billige „Start up“ Hilfe könnte diesem Problem entgegengewirkt werden und eine annehmbare nachhaltige Zukunftssituation geschaffen werden.
Anm.: im Teil der Benutzergruppen sind die Namen frei erfunden, die Wohnsituationen basieren jedoch auf wahre Begebenheiten.

Luca

Sara

Thomas

Name.....Luca
Alter.....36 Jahre alt
Beruf.....Techniker in der Provinz Bozen
Wohnort.....oberes Vinschgau
Zurückzulegende Strecke.....ca. 60km
Fahrzeit.....1,5h

Luca arbeitet 3 Tage die Woche in Bozen, den Rest kann er von zu Hause aus erledigen. An den Arbeitstagen muss er um 6 Uhr in der Früh vom Wohnort abfahren, damit er pünktlich zur Arbeit kommt. Mit dem Auto macht er sich auf dem Weg, da er ansonsten mit öffentlichen Verkehrsmitteln fast doppelt so lange unterwegs wäre. An Regentagen oder wenn Schnee fällt schafft er es kaum nach Bozen, da sich die Anreisezeit gegenüber der Arbeitszeit kaum rentiert. Auf die Frage hin, ob er an eine Wohnung in Bozen gedacht hat, hebt Luca resignierend die Arme: zu teuer. Miete – zahlt sich nicht aus.
Er ist, abgesehen von den Randerscheinungen mit seiner Situation, zufrieden, jedoch würde er sich wünschen, dass die Provinz Bozen diesem Problem entgegenwirkt. Wie sie das anstellen soll, darüber weiß er auch nicht Bescheid.

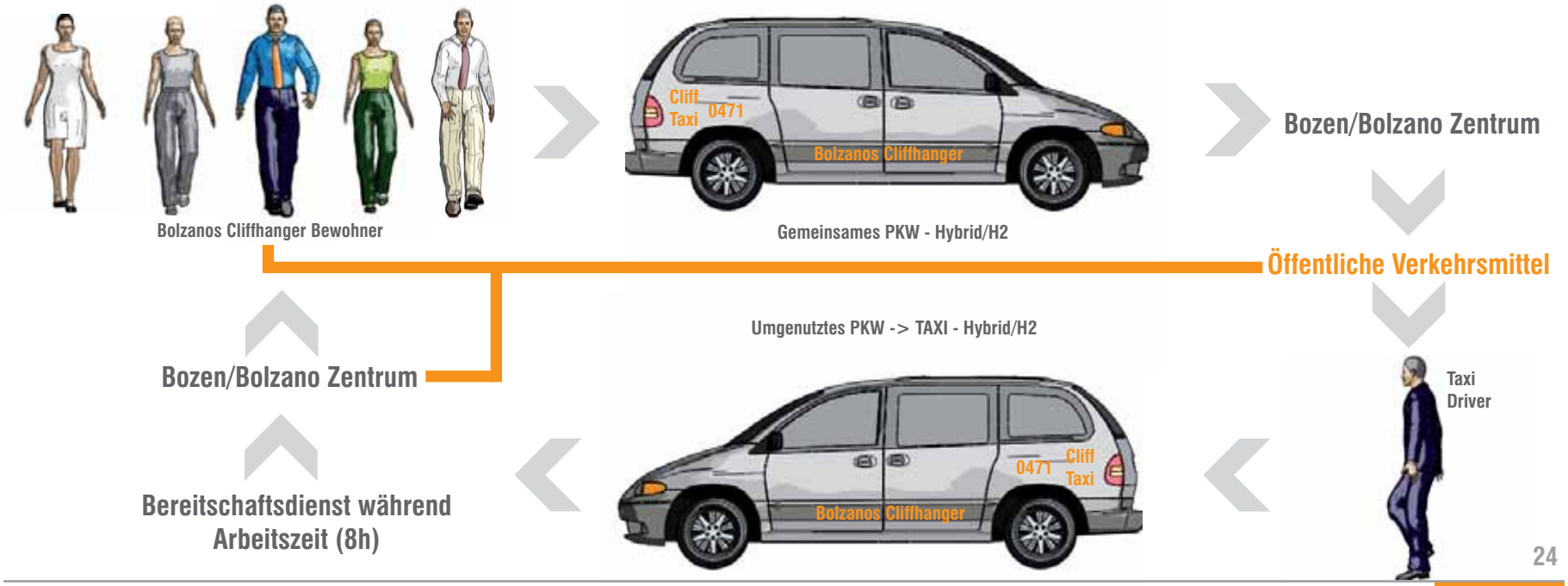
Name.....Sara
Alter.....35 Jahre alt
Beruf.....Sekretärin
Wohnort.....Bolzano/Bozen
Zurückzulegende Strecke.....ca. 5km (kein Auto)
Fahrzeit.....20-25 min.

Seit 15 Jahren in Bozen ansässig. Zugezogen aus einer nahe gelegenen Gemeinde. Grund für den Umzug war die Arbeit und die damit verbundenen Aufstiegschancen in der Landeshauptstadt. Seit Sara in Bozen lebt, ist sie des öfteren umgezogen, weil sich die Preise immer mehr in die Höhe entwickelt haben. Mittlerweile wohnt sie in einer Garconniere im Zentrum von Bozen. Ein Auto kann sie sich nicht leisten, setzt jedoch auf die sich entwickelnde Car-sharing Initiative in Bozen. Aussichten auf eine Eigentumswohnung gibt es keine.

Name.....Thomas
Alter.....28 Jahre alt
Beruf.....Geometer
Wohnort.....Terlan
Zurückzulegende Strecke.....ca. 20km
Fahrzeit.....15-25 min.

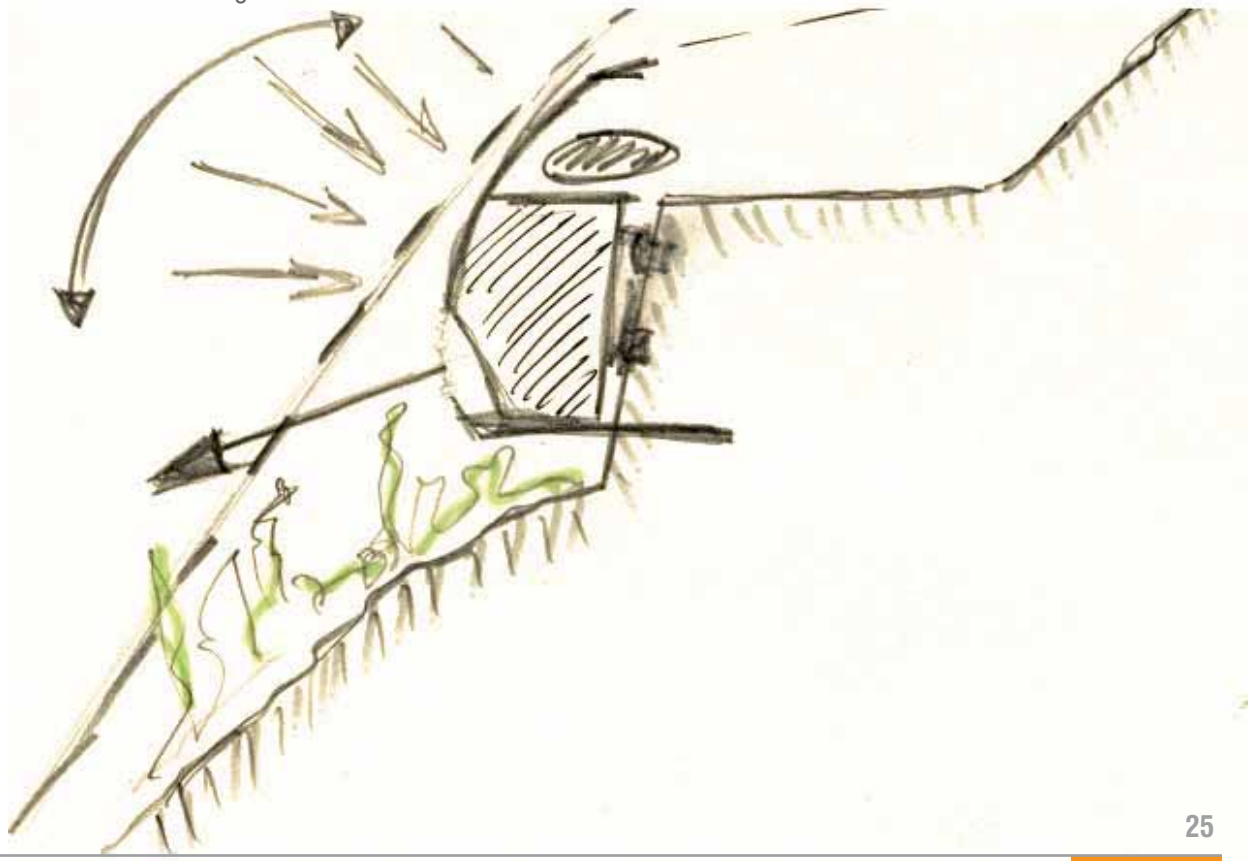
Wohnt seit 4 Jahren in einer Mietwohnung, zusammen mit seiner Freundin. Sein Einkommen beträgt netto: 1400 Euro. Das seiner Lebensgefährtin etwa genauso. Die Gesamtmiete ohne Nebenkosten beträgt in etwa 850 Euro für eine 55m² große Wohnung. Schon lange haben sie den Wunsch, eine Eigentumswohnung zu kaufen. Doch, wie sie selbst sagen, stecken sie in einer verzwickten Situation: sie haben zwar mehr Geld als die Miete erfordert, jedoch zu wenig für ein eigenes Heim. In Bozen würden die Mieten noch höher sein, da könnten sie sich – eigenen Angaben zu Folge- das Sparen auf ein Eigenheim sowieso „vergessen“.
Somit kommen einerseits die vielen Fahrten zur Arbeit sowie die eher aussichtslose Lage auf ein Eigenheim zusammen. Für eine geförderte Wohnung ist das Einkommen beider zu hoch. Einzige Lösung wäre eine hohe Verschuldung über mehrere Jahrzehnte.

Die Bolzanos Cliffhanger benötigen eine der traditionellen Verkehrsituation angepasste Alternative. Wenn der städtebauliche Ansatz von der Annahme ausgeht, 400-500 Einheiten in der Umgebung von Bozen zu platzieren, würde das ein zusätzliches Verkehrsaufkommen bedeuten. Um der Situation entgegenzuwirken, dass jeder Bewohner mit seinem eigenen PKW anfährt, wurde folgendes Szenario überlegt:
Jene Pendler, die aus den umliegenden Gebieten mit dem Privatauto anreisen, haben die Möglichkeit, ihr Auto in einer Peripheren Zone von Bozen abzustellen. Dort steht bereits ein Auto zur Verfügung, das als Sammeltaxi fungiert. Jeweils 5 Bewohner teilen sich dieses und fahren zu ihren Bolzanos Cliffhangern. Dort angekommen wird es in einer der dafür vorgesehenen Verkehrsebenen abgestellt und bei Bedarf mit Wasserstoff oder Strom betankt. Am Morgen treffen sich die gleichen 5 Bewohner um zur Arbeit zu fahren. An einem Treffpunkt in Bozen werden die „Sammeltaxis“ abgegeben, die als richtige Taxis weiter ihren Dienst erfüllen. Die Bewohner können nun mit dem öffentlichen Verkehrsnetz, zu Fuß oder mit einem ausgeliehenen Fahrrad ihre Arbeitsstelle aufsuchen. Bei Bedarf ist der Taxifahrer abrufbar, um einzelne Cliffhanger Bewohner zu ihren Wohneinheiten zu fahren oder dort abzuholen –z.B. im Krankheitsfall.
Gesteuert wird dieses System mit einer dafür vorgesehenen Datenbank, die im Internet abrufbar ist. Jeder Bewohner hat die Möglichkeit sich einzuloggen und bei Bedarf Fahrgemeinschaften zu gründen oder Reservierungen vorzunehmen.
Mit diesen Überlegungen ist es möglich jeglichen Arbeitsort in Bozen innerhalb von 20 Minuten zu erreichen. Diese Zeitangabe nähert sich übrigens den Vorstellungen der „Idee/Idea 2015“, die von der Gemeinde Bozen beschlossen wurden.



Als Einwohner von Bozen und junger Berufseinsteiger wird man in Zukunft mit dieser Situation konfrontiert werden. Es ist statistisch erwiesen, dass die Jugendlichen von Bozen mehrheitlich bis im Alter von über 30 Jahren im Elternhaus leben. Die „Bolzanos Cliffhanger“ bieten eine Lösung an, selbstständig die Wohnsituation in den Griff zu bekommen.

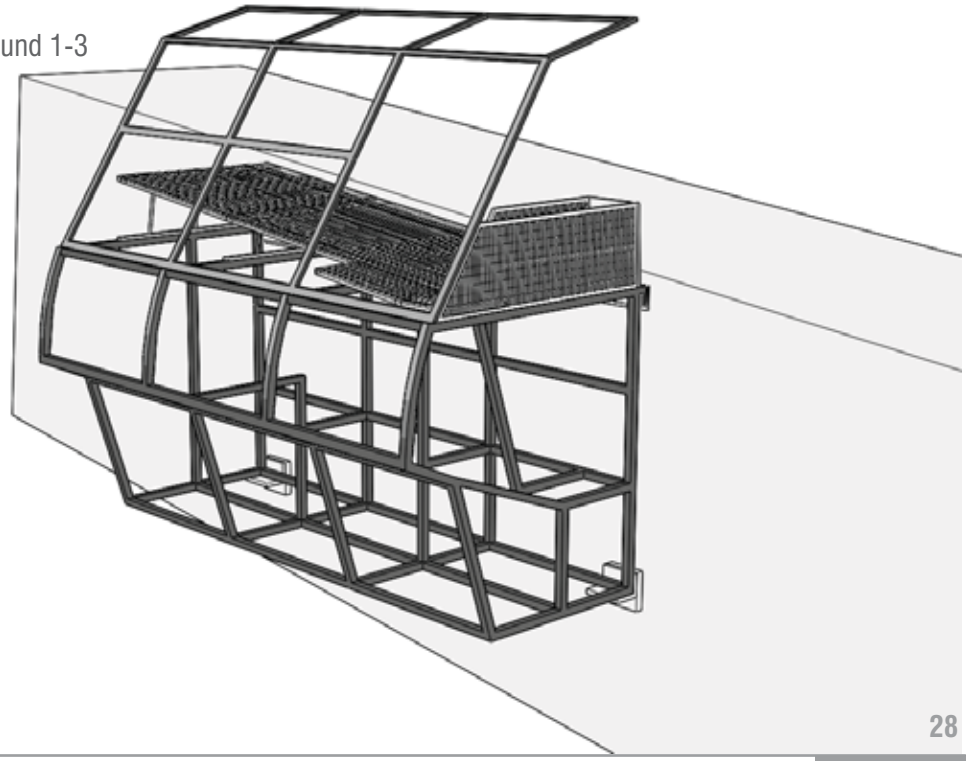
Die Grundidee des Entwurfes basiert auf der Annahme, dass die Straße eine Art Andockstelle bildet. Am abfallenden Teil der Straße, die des öfteren eine Stützmauer von über 5m aufweist, ist genügend Platz vorhanden, um eine hängende Wohneinheit anzubringen ohne die darunter liegende Vegetation zu beeinträchtigen. An dieser Stelle werden dann die einzelnen Raummodule eingehängt, die eine Übergangslösung für junge Arbeitnehmer, eine Bleibe für Pendler unter der Arbeitswoche und bei Bedarf auch Touristen eine Unterkunftsmöglichkeit bietet.



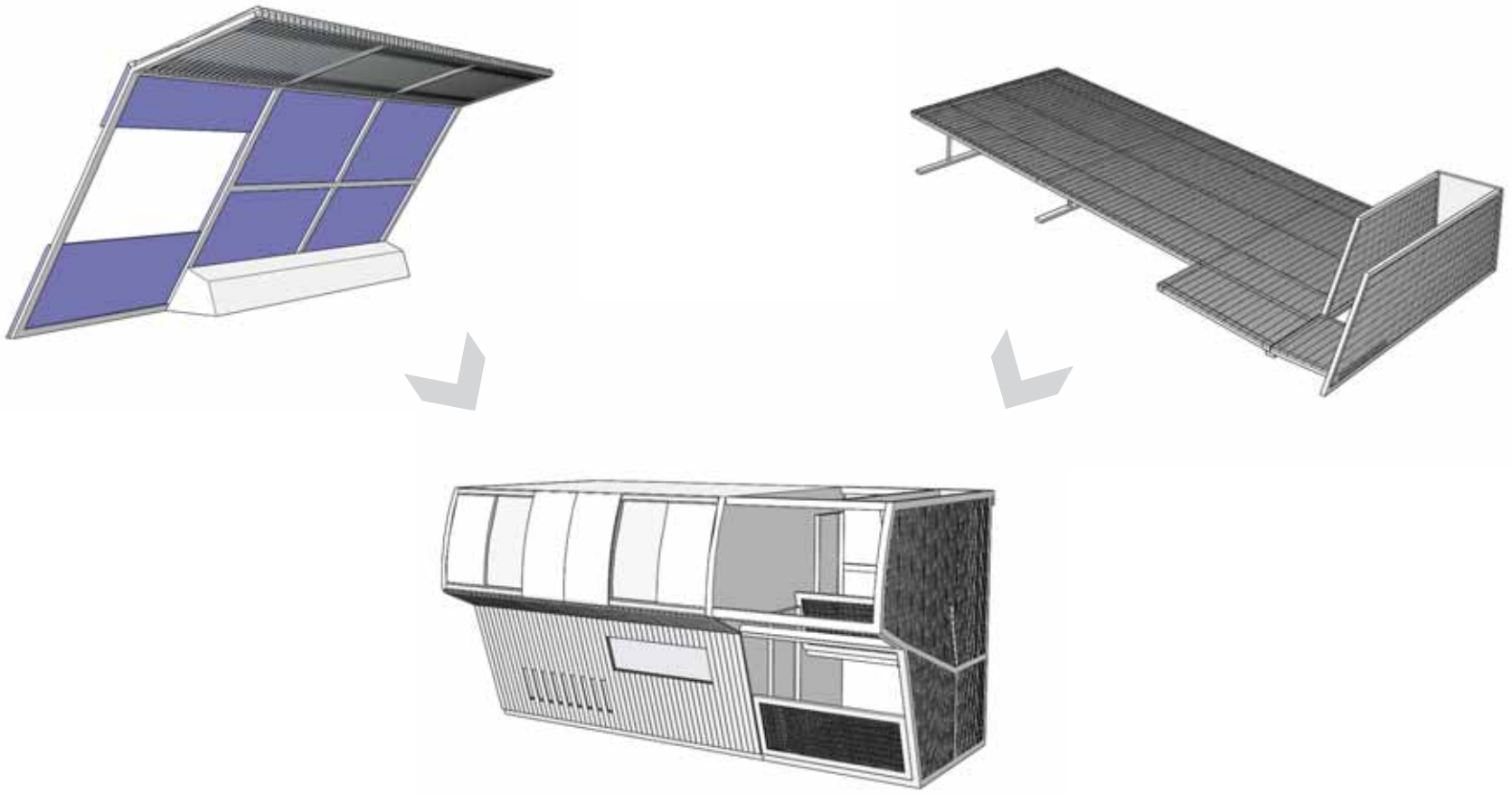
Grundsätzlich sollte die Wohneinheit aus Schichten aufgebaut sein, die in verschiedenen Zonen wie Hülle–Wohnen–Technik (Kybernetik) unterteilt sind. Die Hülle der Wohneinheit sollte möglichst in Leichtbauweise geplant werden um das Eigengewicht möglichst gering zu halten. Der Wohnraum müsste möglichst Platz sparend nach dem „Ein Raum“ – Prinzip gestaltet werden und mit nur einem fixen Technik–Koch–Sanitätskern ausgestattet sein. Die weiteren Wohnzonen können durch Schiebeelemente sowie im Boden integrierten Mobiliar umgestaltet werden und sich so dem Bedürfnis des Bewohners anpassen. Es sollte hierbei eine eineinhalb bis zweistöckige Nutzung der Wohneinheit in Betracht gezogen werden. Zusammenfassend sollte der Raum ohne Möbel auskommen, minimalistische Details aufweisen und mit wenigen, jedoch langlebigen Materialien gebaut sein.
Die Beleuchtung betreffend sollte die gegen Süden orientierte Fassade möglichst transparent sein und ein kontrolliertes Beschattungssystem beinhalten. Die künstliche Beleuchtung sollte auf ein Minimum reduziert werden und sich reflektierender aufhellender Materialien bedienen.
Die gesamte Wohneinheit sollte bis auf die Trinkwasserversorgung, die sich unterhalb der Straße befinden, autark sein. Sprich, es wird versucht Passivhaus – Standard zu erreichen. Durch eine solare Bauweise, die auf Sonnenkollektoren sowie auf PV-Zellen zurückgreift, wird eine energetische Selbsterhaltung angestrebt. Durch das Andenken weiterer alternativer Energiequellen, wie Windkraft und Wärmespeicherung bestimmter Materialien, sollten weitere Lösungswege erprobt werden.
Statisch gesehen muss ein System überlegt werden mit dem die Einheit am unteren Teil der Straße befestigt wird. Dieses sollte aus fixen Auflagern ausformuliert werden an denen das Modul aufgelegt und fixiert werden kann. Da die geologischen Voraussetzungen gegeben sind, sollten die vibrationtstechnischen Aspekte berücksichtigt werden.
Aufgrund der akustischen Störung durch den Straßenverkehr würde das Modul so angedacht werden, dass die obere Dachkante eine Linie mit der Fahrbahn bildet, um so die Störung zu minimieren.

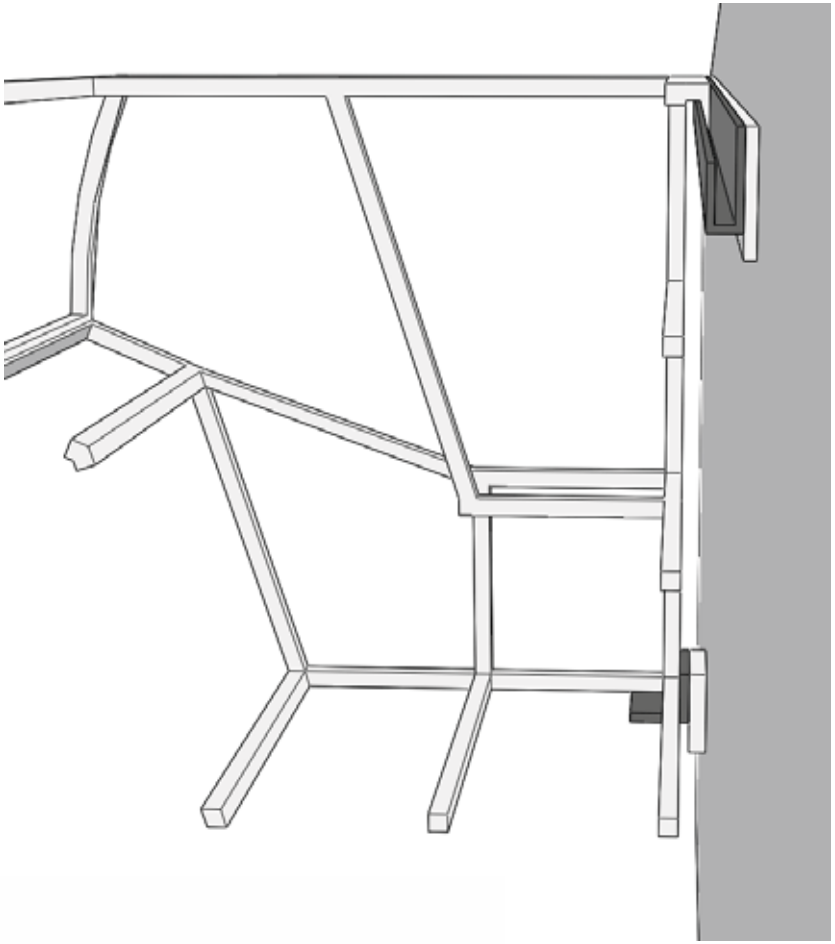
KONSTRUKTION

Bei den statischen Überlegungen wurde versucht eine möglichst einfache Lösung zu finden. Das „Andocken“ der Wohneinheit sollte unter geringem technischen Aufwand möglich sein und die umgebende Umwelt einer kleinstmöglichen Belastung aussetzen. Aus diesen Gründen war vom Anfang an klar eine Einheit zu planen, die hängend an der Stützmauer anliegt und die darunter liegende Grünfläche nicht nennenswert schadet oder beeinträchtigt. Nach dem Leitsatz der Mikroarchitektur, die Erde möglichst sanft oder gar nicht zu berühren richteten sich die weiteren Planungsschritte. Um dies zu erreichen entschied man sich für eine fixe Andockvorrichtung an der jeweiligen Stelle und einem getrennten statischen System für die gesamte Einheit. Darüber hinaus wird bei der Anbringung der Einheit eine Verkehrsebene eingebracht, die sich der Straßenneigung anpasst und Platz bietet für das Fahrzeug.
Die Einheit ca. 10-13 Tonnen wiegen und eine Verkehrslast von einem Auto und 1-3 Personen tragen.

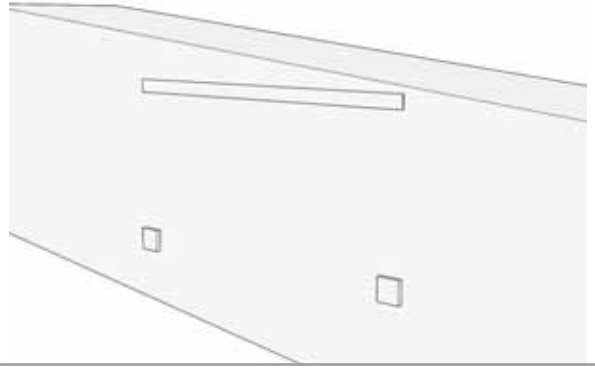


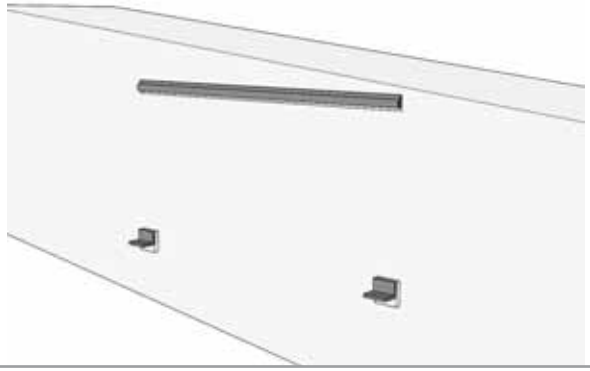
Aus transporttechnischen Gründen darf die Einheit bestimmte Grenzwerte in Länge, Höhe und Breite nicht überschreiten. Deshalb wurde das gesamte Modul aus 3 Teilen und einem Einhängemechanismus zusammengesetzt:



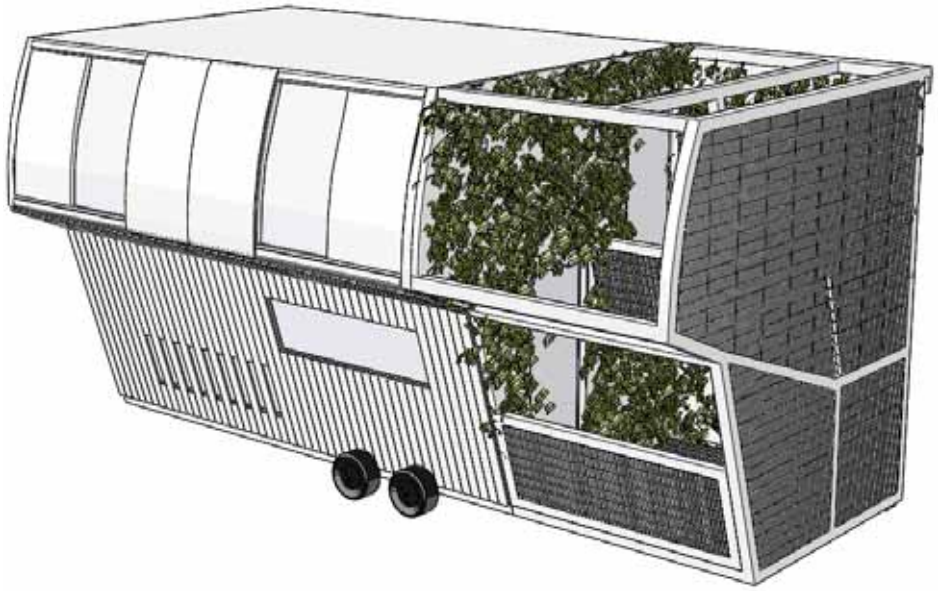


Der Einhängemechanismus besteht aus einer Einhängeschiene, die an der Stützmauer, oder dem sich unter der Straße befindenden Material befestigt wird. Diese wird mit einem Elastomerlager verschraubt und ist damit akustisch entkoppelt. Die U-Profil förmige Schiene mit dem Elastomer ist mit dem Gelände verankert. Am Fuße der Einheit befinden jeweils an den 2 Enden kleinere Auflagerflächen, die manuell regulierbar etweiige Geländeunebenheiten ausgleichen können. Diese sind ebenfalls akustisch entkoppelt und durch das eingesetzte Material vibrationsdämpfend.
Diese sogenannten Andockflächen werden einmalig installiert und bei Bedarf nachjustiert. Die Anbringung erfolgt mittels Lasereinmessung.

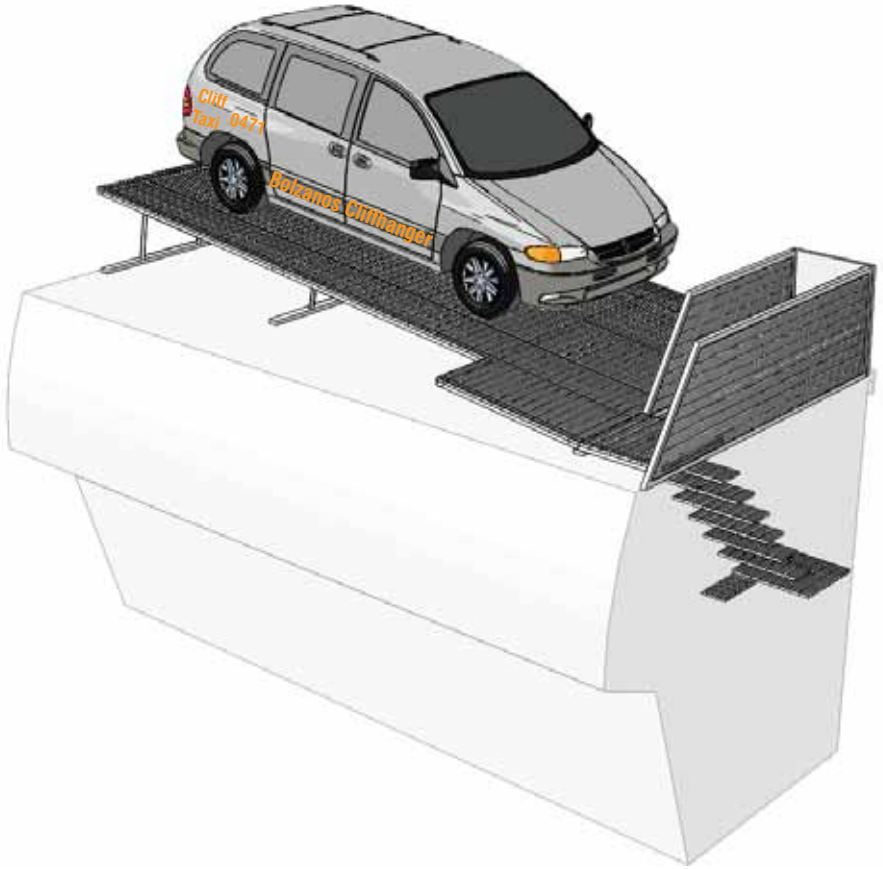




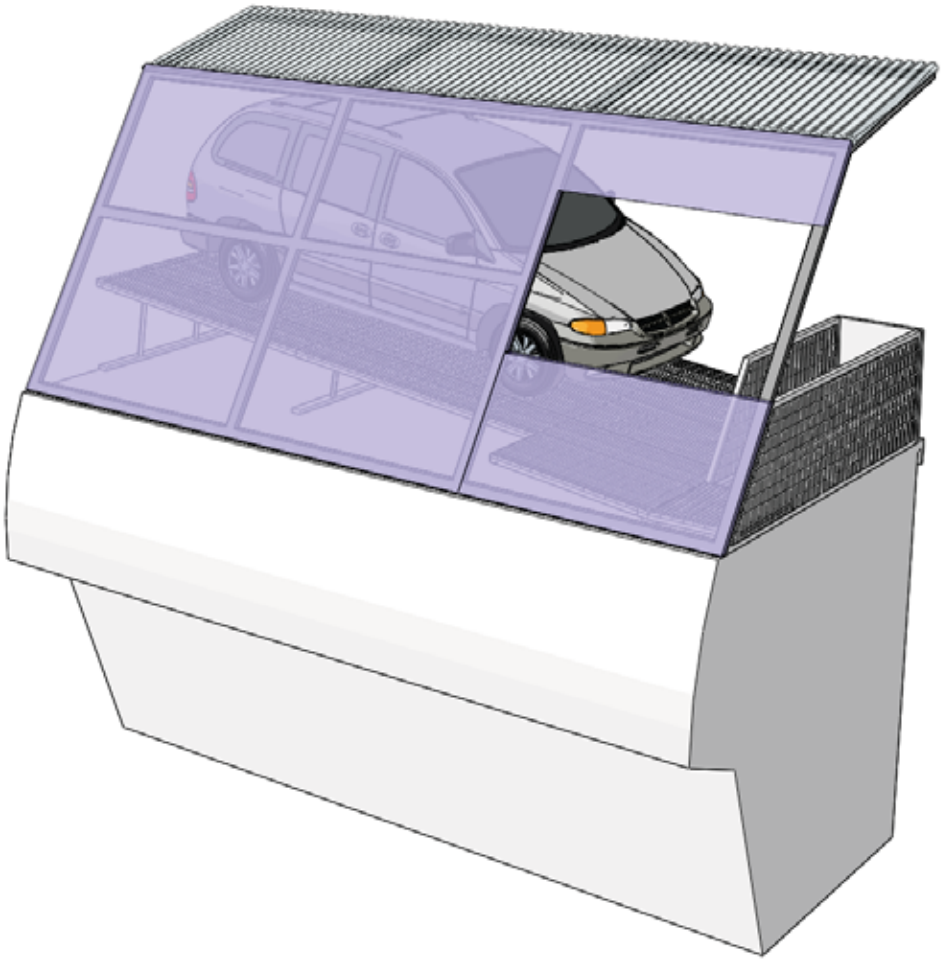
Die Einheit selbst, besteht aus einem ausgesteiften Stahlrahmen und erstreckt sich über 7,40m Länge. Diese ist unterteilt in einem geschlossenen und einem offenen Bereich. Der offene Bereich beinhaltet den Zugang zum Balkon sowie den vertikalen Garten. Im geschlossenen Teil hingegen befindet sich der Wohnbereich. Die Wohneinheit wird als gesamtes Teilmodul zum Bauplatz transportiert und mittels eines mobilen Lastenkrans an der Einhängung angebracht.
Der Antransport erfolgt durch das Ziehen der Wohneinheit, die im Zentrum mit jeweils 2 abmontierbaren Rädern pro Seite bestückt ist.



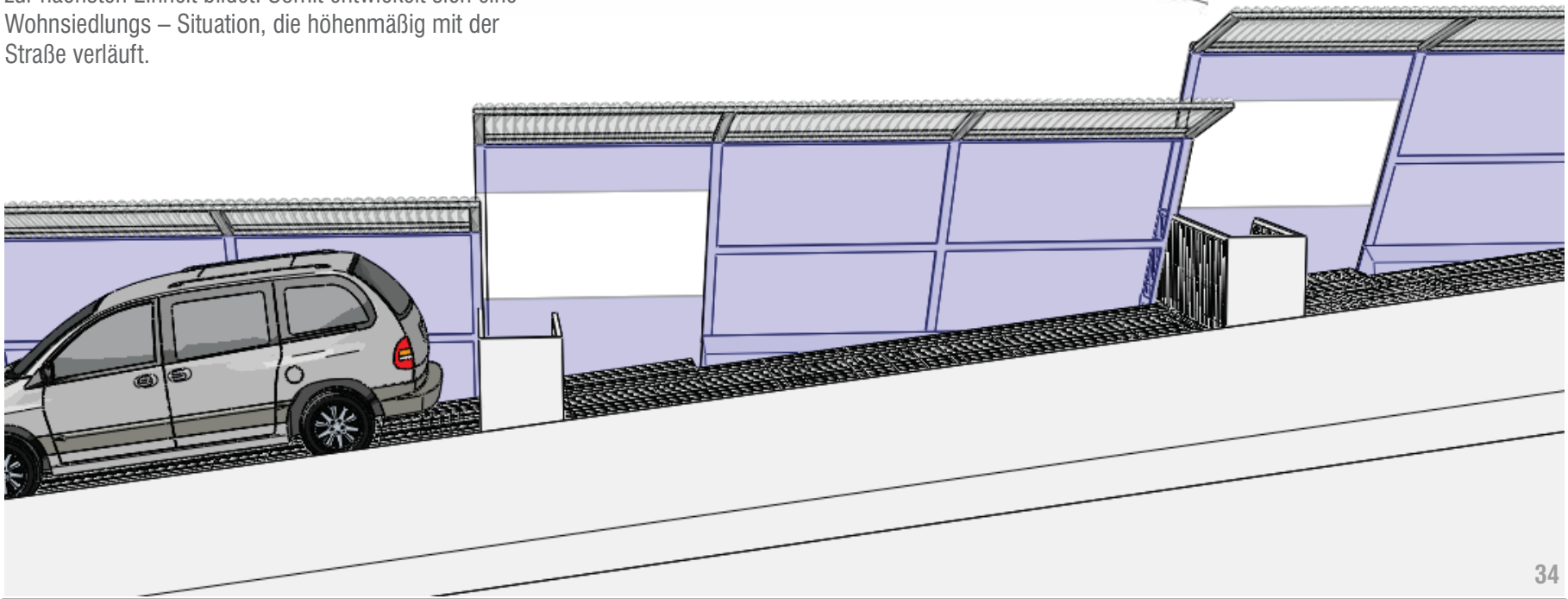
Die Verkehrsebene wird nach Abschluss der Andockung an der Wohneinheit angebracht. Diese bietet genügend Platz für einen bis zu 6m langen PKW und den Abgang in die Wohneinheit. Die Ebene selbst liegt auf dem Wohnmodul auf und wird darauf befestigt. Nach der Befestigung wird die Ebene der Straßenneigung angepasst. Dies folgt mittels Klick-System und wird einmalig eingestellt.
Statisch gesehen besteht die Verkehrsebene aus mehreren Stahlrahmen, in die Strukturen aus Gittergewebe eingesetzt wurden. Die nötige Stabilisation wird von einem Gelenk und Telekopstäben gesichert.



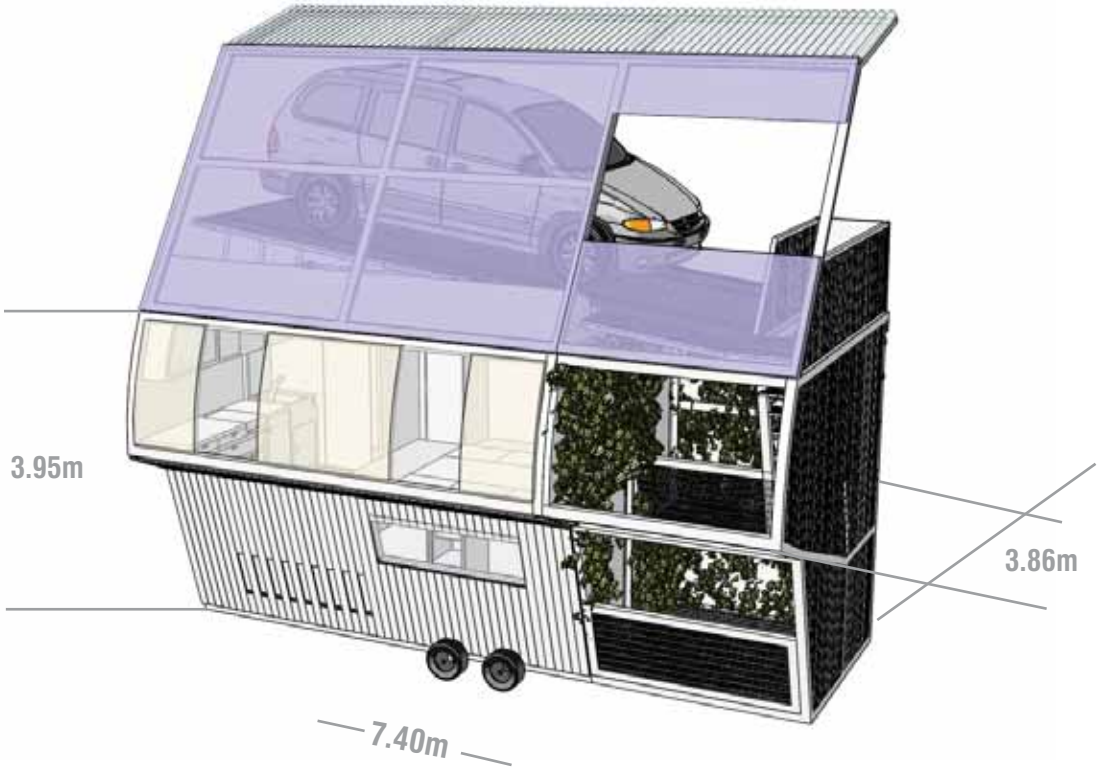
Über die gesamte Länge der Einheit erstreckt sich ein Bogen, der mit PV und Vakuum – Röhrenkollektoren bestückt ist. Während im vorderen Teil hauptsächlich PV- Module und ein Luftkollektor angebracht sind, befinden sich im hinteren Teil die Vakuum – Röhrenkollektoren. Diese werden auf die Wohneinheit geschraubt und enthalten noch eine Installationsebene für die Leitungsführung.
Der Energiebogen ist halbtransparent und kann bei möglichen mechanischen Schäden ohne weiters ausgetauscht werden.



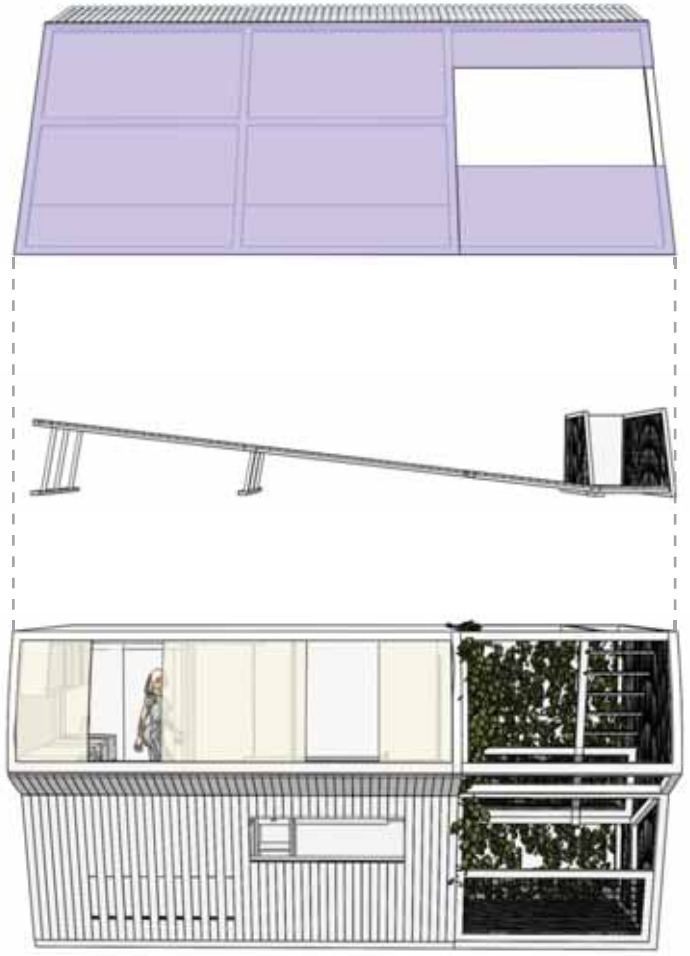
Die einzelnen Wohnmodule können aneinander angedockt werden, wobei die Verkehrsebene immer den Anschluss zur nächsten Einheit bildet. Somit entwickelt sich eine Wohnsiedlungs – Situation, die höhenmäßig mit der Straße verläuft.

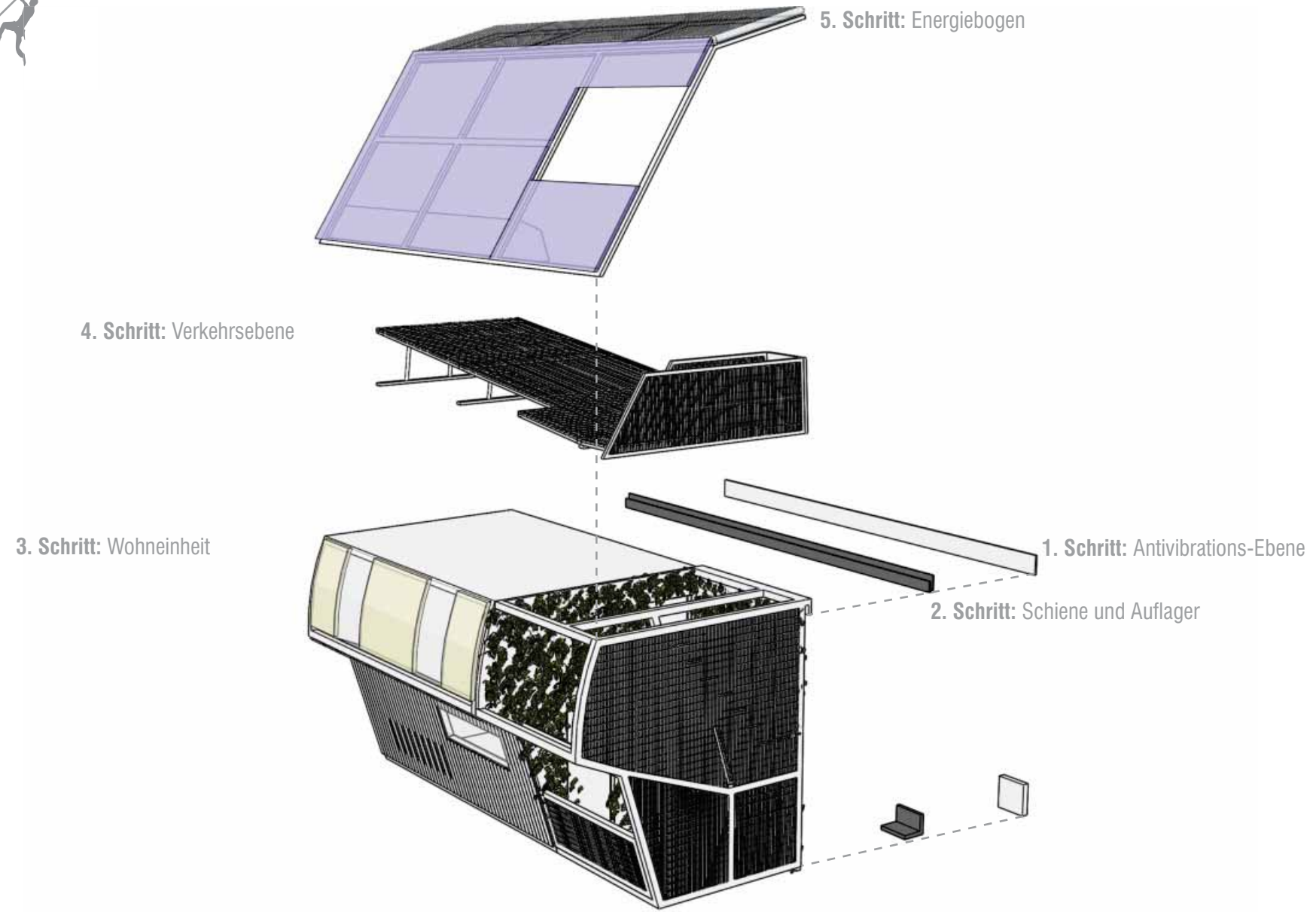


Die Transportsituation sollte unter den gegebenen Umständen so unkompliziert wie möglich erfolgen. Aus diesem Grund wurde die gesamte Einheit so konzipiert, dass ein Sondertransport ohne Eskorte erforderlich wäre. Dies wurde vor allem durch die abnehmbaren Räder und den Ausmaßen der Einheit selbst erreicht. Somit kann die Wohneinheit mit einem üblichen Abschleppwagen abgeholt werden und zum Einsatzort gebracht werden. Anhand vom Lastenkran wird die Einheit in die vorgesehene Schiene gegeben.



Die Bolzanos Cliffhanger werden in den meisten Fällen an gering gebogenen oder geraden Straßenabschnitten eingesetzt. Da eine Modulhöhe von ca. 4m vorgesehen ist, kann es in einigen Einsatzgebieten zu einer minimalen Abtragung des sich darunter befindenden Erdreich kommen. Diese würde bei Bedarf mit Handarbeit zu bewerkstelligen sein.
Noch bevor das Modul eingehängt wird, bedarf es einer Einrichtung des fixen Einhängemechanismus. Anschließend wird die Wohneinheit antransportiert und mit einem Kran eingehängt. Nach diesem Vorgang kommt es zu einer Feineinstellung der Auflagerelemente am unteren Teil der Einheit. Diese erfolgt händisch anhand von Reglern.
Ist dieser Teil der Montage abgeschlossen wird die sogenannte Verkehrsebene der Einheit aufgesetzt. Zusammengesetzt wird diese durch eine größere Ebene, die als Autostellplatz dient, und einer Personenebene für den Abstieg in die Wohneinheit. Die Verkehrsebene wird einseitig wie ein Scharnier eingehängt. An der gegenüberliegenden Seite kann diese aufgeständerte Ebene durch ein „Klick“- Mechanismus höhenmäßig eingestellt werden und erfolgt nach der Einhängung der Wohneinheit.
Als letzter Teil wird der Energieteil auf die Einheit aufgesetzt. Dieser enthält außer den PV´s und den Vakuum – Röhrenkollektoren sowie dem Luftkollektor auch noch eine Installationsebene.
Zusammenfassend kann man sagen, dass bis zu mehreren Einheiten an einem Arbeitstag installiert werden können. Außerdem können durch eine solche Aufbauweise beschädigte Elemente ohne weitere Probleme ausgetauscht werden.
Während des Aufbaus ist es unumgänglich eine Fahrspur der Straße als vorübergehende Baustellensituation auszuweisen.




5. Schritt: Energiebogen
4. Schritt: Verkehrsebene
3. Schritt: Wohneinheit
1. Schritt: Antivibrations-Ebene
2. Schritt: Schiene und Auflager

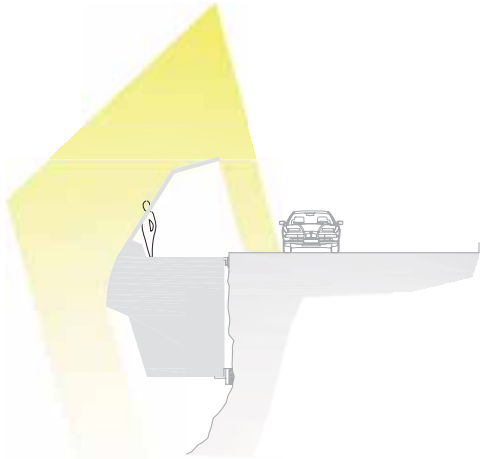
HÜLLE

„Ob es der gravitätische Adler in seinem Flug oder die geöffnete Apfelblüte, das sich abplagende Arbeitspferd, der anmutige Schwan, die sich abzweigende Eiche, der sich schlängelnde Strom an seiner Quelle, die treibenden Wolken, die überall scheinende Sonne, die Form folgt immer der Funktion, und das ist das Gesetz.“

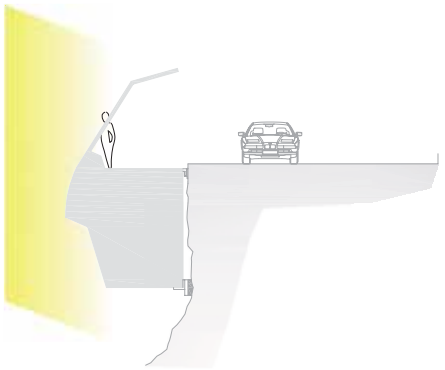
Louis Sullivan, Aufsätze, 1896, S.111

Quelle: http://de.wikipedia.org/wik

Die Schaffung der Form folgte den Gesetzen des solaren Bauens. Da es sich hierbei jedoch um ein kleineres mobiles Bauvolumen handelt, war eine der Situation gerechte Planung nötig.
Die hängende Wohneinheit öffnet sich einseitig nach Süden, da die restlichen 3 Seiten an Stützmauer und weiteren Einheiten angrenzen. Demnach musste einerseits vor zuviel einfallender Sonne geschützt werden und andererseits sollte ein gewisser Anteil zur Erwärmung des Wohnbereichs beitragen. Man entschied sich diesen Aspekt der Lage und den Wohnzonen zuzuordnen. Somit wurde die Einheit in 2 Geschoßen bzw. halb- und viertel Geschoßen unterteilt. Im Oberen Teil befindet sich der Zugang, Sanitärkern, sowie Wohnbereich, im Unteren hingegen der Schlaf und Relax –Bereich – sowie die gesamte Technik. Um diesen Planungspunkten gerecht zu werden entschied man sich im oberen Bereich für eine abgerundete Form, die nicht nur Belichtungs-, sondern auch wärmetechnische Vorzüge aufweist. Der untere Teil wurde mit einem schrägen Rücksprung versehen, damit die Schlafzone einerseits im Sommer vor Überhitzung geschützt wird, sowie im Winter auf natürliche Weise beheizt und belichtet wird. Darüber hinaus wird durch die leichte Schräge der Wand, die mit Sehschlitzen versehen ist eine schöne Aussicht ins Tal geboten.
Durch die Wahl der Form wird darüber hinaus auch die Luftzirkulation unterstützt, die in diesem Fall durch Ab- und Zuluft geregelt wird.

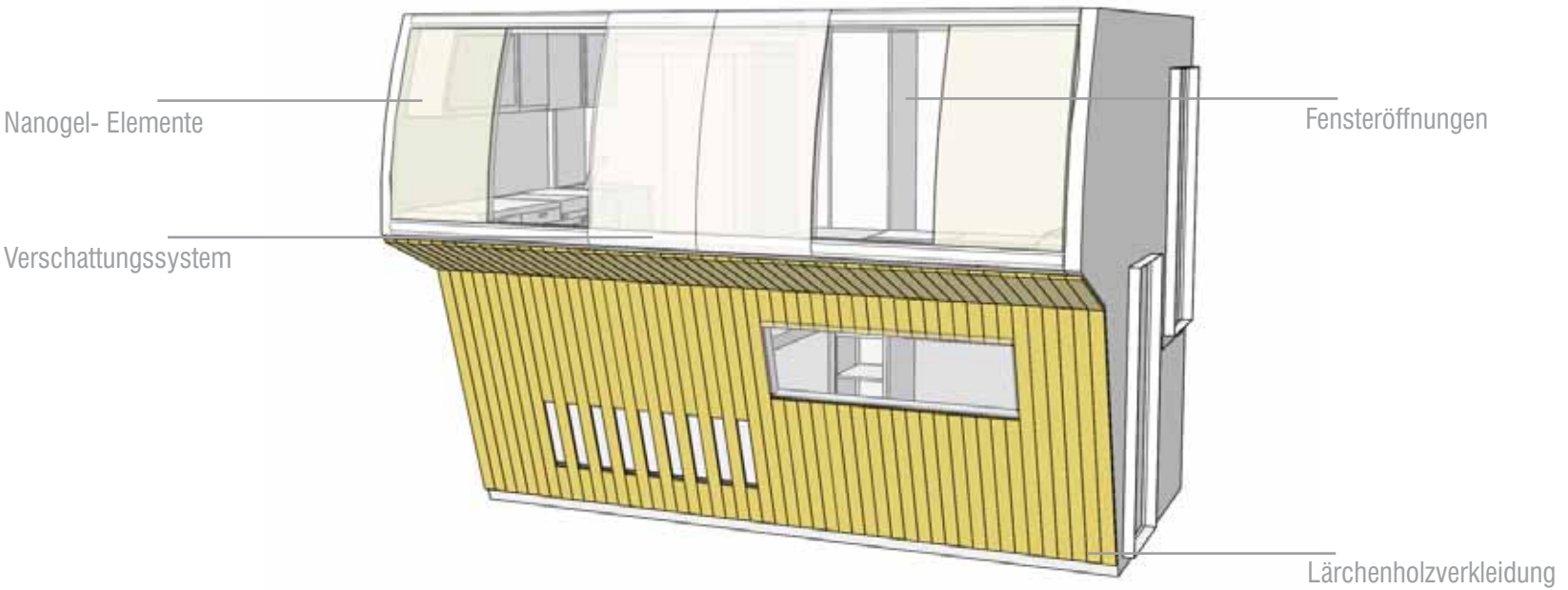


Sonneneinstrahlung Sommer 75°

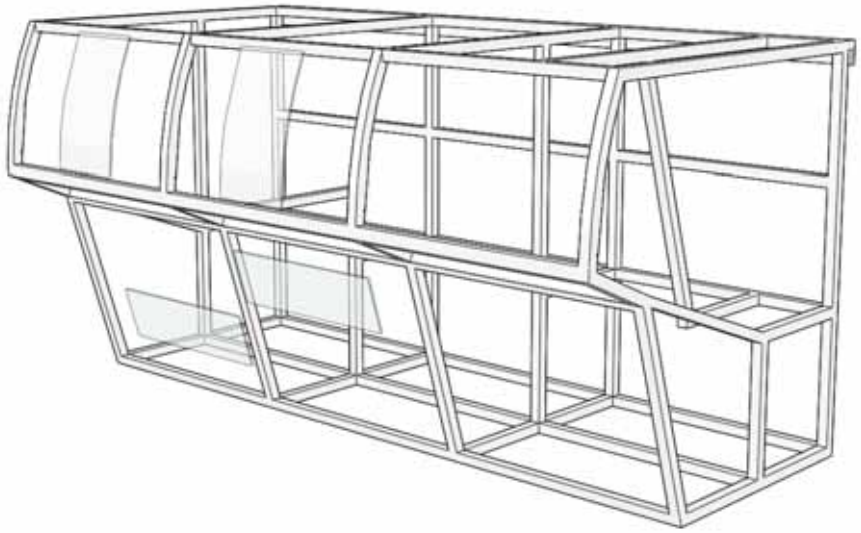


Sonneneinstrahlung Winter 21°

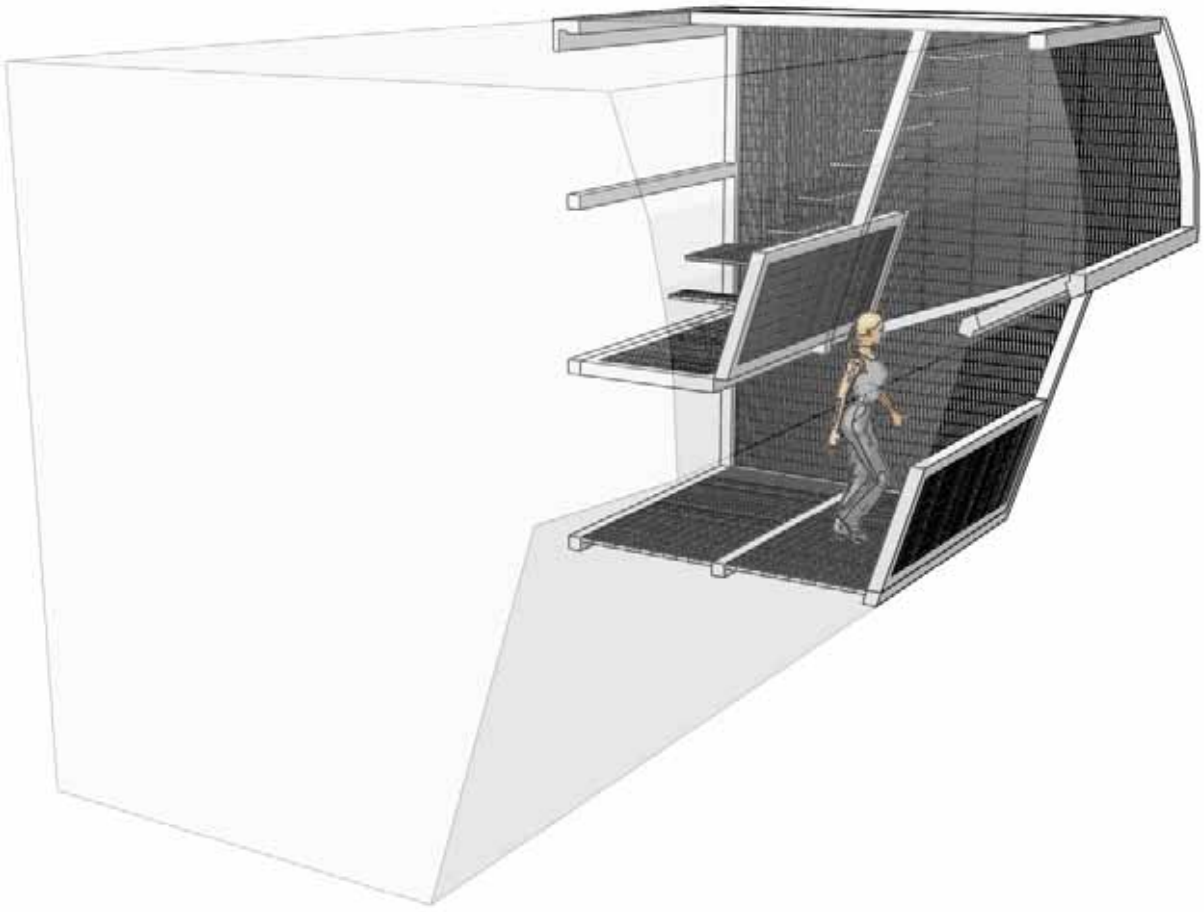
Bei der Verkleidung wurde versucht, die Wohneinheit möglichst in die Umwelt zu integrieren und dabei die Wirkung auf den Innenraum nicht zu vernachlässigen. So hielt man den Konzeptpunkt der Beziehungen von innen- nach außen als sehr wichtig und versuchte diesen nach dem neuesten Stand der Technik zu gestalten.
Der obere Teil der Südfassade wurde möglichst vollflächig transluzent gehalten, da sich in diesem Bereich der Aufenthaltsbereich sowie der Wohnbereich befindet. Erreicht wurde dies durch eine in Abschnitte gegliederte transluzente Wärmedämmung mit Nanogel. Dazwischen befinden sich jeweils zwei Fensteröffnungen, die bei Bedarf wie eine Schiebetür geöffnet werden können. Damit diese jedoch vor Überhitzung geschützt werden, wurde ein Sonnenschutzsystem auf Schienen, bestehend aus Polycarbonat angebracht. Mit dieser Lösung wird auch der natürlichen Ventilation in wärmeren Jahreszeiten entgegengekommen.
Im unteren Teil entschied man sich für eine Lärchenholz Verkleidung, da Holz in der Fassade einen natürlichen Charakter verleiht und zusätzlich noch eine billige und nachhaltige Lösung bietet. Außerdem behält Lärchenholz auch im Laufe der Zeit seine natürlichen Erscheinungsform bei. Der gute Verwitterungswiderstand kommt dem Material zu Gute, da die Verbauung an einer sehr wetterexponierten Stelle erfolgt.



Bei den Fensteröffnungen wurde vor allem auf eine ausreichende Belichtung des Innenraumes geachtet. Da die Wohneinheit in ihren Ausmaßen begrenzt ist und für freizügige Flächen ziemlich wenig Platz bietet, sind die Öffnungen der Fassade von innen nach außen entwickelt worden. So ergaben sich jeweilige Situationen in den einzelnen Wohnebenen, an die die Fensteröffnungen angepasst wurden.
An besonders schönen Aussichtsstellen wurden die Fenster wie Monitore in die Fassade eingeschnitten. Im oberen Bereich kann man am Fenster sitzen und in die Landschaft blicken.
Darüber hinaus bieten die transparenten Wärmedämmungen im oberen Teil der Fassade sowie an den Türen eine Aufwertung der Helligkeit im Innenraum.
Die Verschattung erfolgt teilweise durch die Verkleidung der Fassade. Im unteren Teil wird das Fenster im Schlafbereich mit der teilweise durchgehenden Lärchenverkleidung beschattet.
Die Fenster lassen sich in der oberen Wohnebene zur Gänze öffnen, während in der Unteren diese gekippt werden können. Somit ist es möglich eine natürliche Belüftung der Wohneinheit aufrecht zu erhalten.



Der Außenbereich schließt sich an der Wohneinheit an und bildet den auslaufenden Teil des statischen Systems. Dieser beinhaltet im oberen Teil den Zugang zur Einheit, sowie im unteren Teil einen Freibereich mit Stauraum.
Gestalterisch wurde der Freibereich als Gegenstück zum massiveren Teil der Wohneinheit geplant. Dieser wirkt, besonders durch die Materialwahl, leichter und durchlässiger. Die Verbindung mit dem natürlichen Umfeld wurde damit verstärkt.



Im Außenbereich wurde bereits die Verbindung mit dem natürlichen Umfeld erwähnt, was durch die Einplanung eines vertikalen Gartens zusätzlich verstärkt wurde. Dieser sieht eine vertikale an der Wand angebrachte Bepflanzung vor, die auf einen biologischen Untergrund wächst. Dem Benutzer ist es selbst überlassen, welche Art von Grün angebracht wird. Die Produktpalette dieses Systems, das bereits auch im Interior verwendet wird, reicht von Gras- ähnlichen- bis zu strauchartigen Pflanzen.
Des weiteren wurde genanntes Begrünungssystem ausgedacht um eine Pufferzone zwischen Straße und Wohneinheit zu schaffen. Neben den positiven Auswirkungen auf die Luftbedingungen kommen auch klimatische Vorzüge zu Gute, zumal man mit einer begrünten Fläche von etwa 20m^2 eine messbare Verbesserung des Mikroklimas erhält.

Bei der Materialität wurde vor allem auf nachhaltige Produkte gesetzt die von lokalen Produzenten stammen. In Zusammenarbeit mit dem TIS - Innovation Park und durch Eigenrecherche wurden Materialien ausgesucht, die sich für den Einsatz in dieser Arbeit eignen. Daraus ergaben sich folgende Materialien für die Fassade:

Lärche

Nanogel

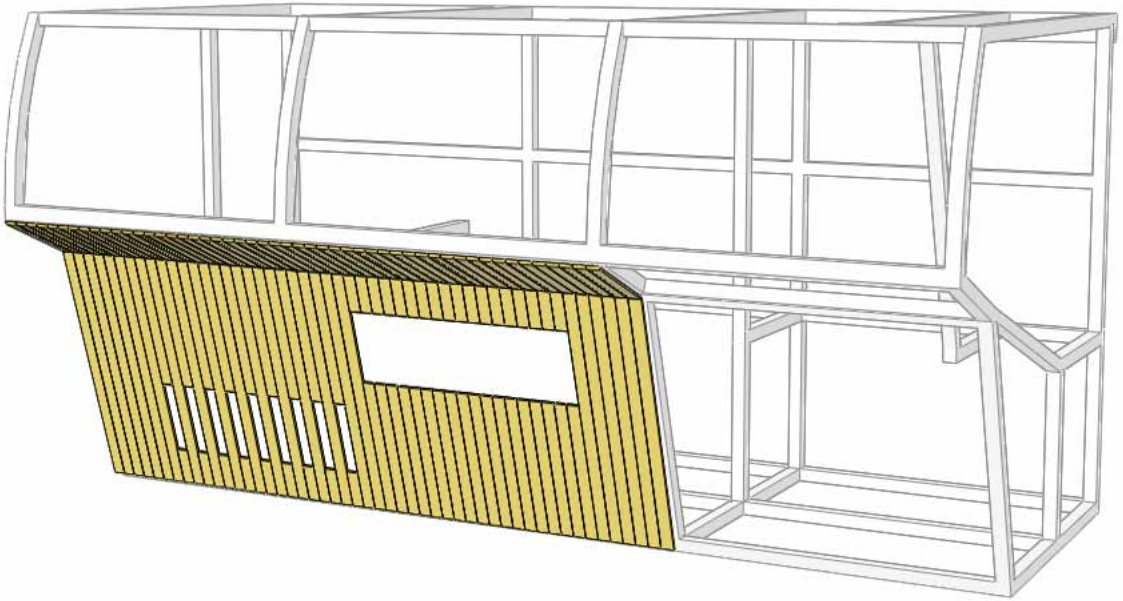
Vertikale Begrünung

Gittergewebe

Die Entscheidung für Lärchenholz, fiel aufgrund seiner guten Festigkeitseigenschaften. Das Holz ist mittelhart und eignet sich vor allem für den Außenbereich sowie dem Innenbereich. Es wird besonders für hoch beanspruchte Teile eingesetzt, da es sich gut trocknen lässt. Was die Dauerhaftigkeit gegen Pilze betrifft, wird die Holzart des öfteren überschätzt. Eine Oberflächenbehandlung ist daher von nöten. Der Farbton des Kernholzes variiert mit der Zeit stark, behält jedoch ein akzeptables Erscheinungsbild bei. Lärche ist in den Südtiroler Wäldern stark vorhanden und weist einen kulturgeschichtlichen Verwendungspfad über Jahrhunderte, z.B. in typischen Bauernhäusern, auf.

Abb. 19: Lärchenholz verarbeitet; www.moebelservice.laserer.at/.../img/Laerche.jpg

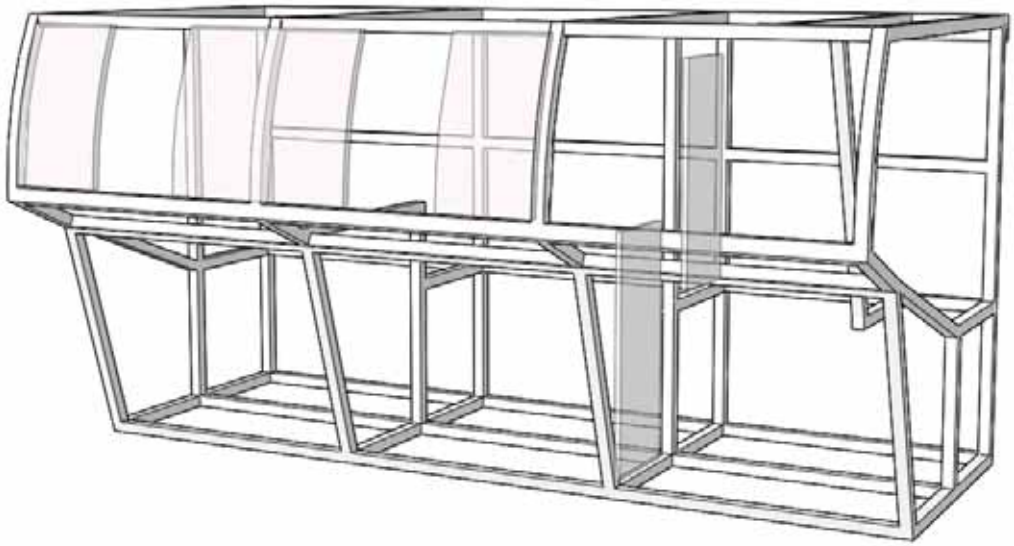
Abb. 20: Lärchenholz verwittert; www.detail360.de/.../projekte/496/foto1_thumb



Der Einsatz von Nanogel Elementen erlaubt dem Bolzanos Cliffhanger eine ausreichende Belichtung mit sehr guten wärmetechnischen Eigenschaften der Fassade. Die Elemente sind doppelschalige Verbundelemente aus glasfaserverstärkten Polyesterharzen, die mit Aerogelen gefüllt sind. Die Lichtdurchlässigkeit beträgt ca. 80% und weist auch gute Werte im Schallschutzbereich auf.
Die preiswerten Ausführungen und die guten Eigenschaften des Materials überzeugen von selbst und sind für den Einsatz im Cliffhanger geeignet.

Abb. 21: Nanogel Elemente im Einsatz; www.ison21.es/.../2007/07/kalwallscene.jpg

Abb. 22: Nanogelprobe; www.boingboing.net/200602061740.jpg



Da der Platz für eine eigene traditionsgemäß „ebene“ Begrünung im Bolzanos Cliffhanger nicht vorhanden ist, wird diese vertikal an den Wänden in die Höhe gezogen. Somit konnte das Vorhaben in der Planung berücksichtigt werden, ohne auf Grünflächen zu verzichten.
Begrünte Wände werden bereits im Innenbereich erfolgreich angewendet wo an Platz sparenden Anbringungssystemen aus Aluminium Wachstumspaneele angebracht werden in denen Pflanzen gedeihen können. Das System beruht auf der Annahme, dass Pflanzen und Grasarten keinen Untergrund zum heranwachsen brauchen (z.B. Pflanzen auf Gestein). Demnach wird nur ein strukturstabiles Substrat benötigt auf dem die Einzelpflanzen im Plug-in System ihren Platz finden. Das Substrat wird auf Platten angebracht, die bei Bedarf oder bei Pilzbefall ausgetauscht werden können.
Erhalten wird die Begrünung durch die natürlichen klimatischen Einflüsse, die eine Anpassung der Vegetation an die jeweilige Jahreszeit ermöglichen. Die Legung einer Tropfanlage erscheint aus diesem Standpunkt somit überflüssig.

Abb. 23: Grüne Wand Systeme;
www.indoorlandscaping.com

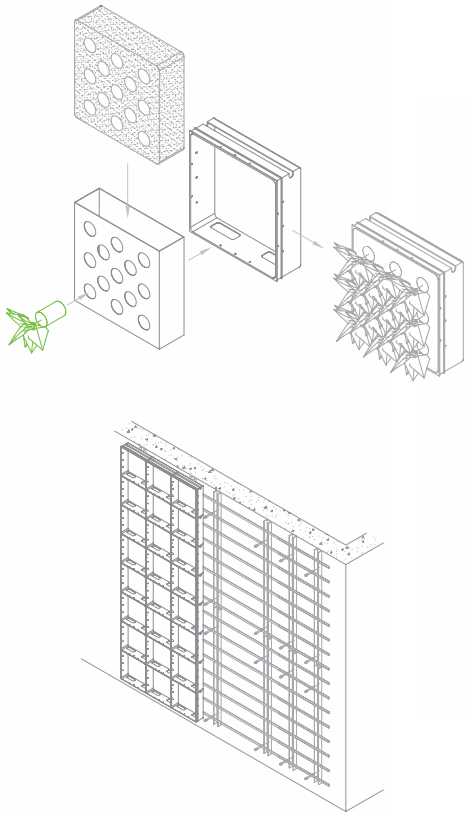


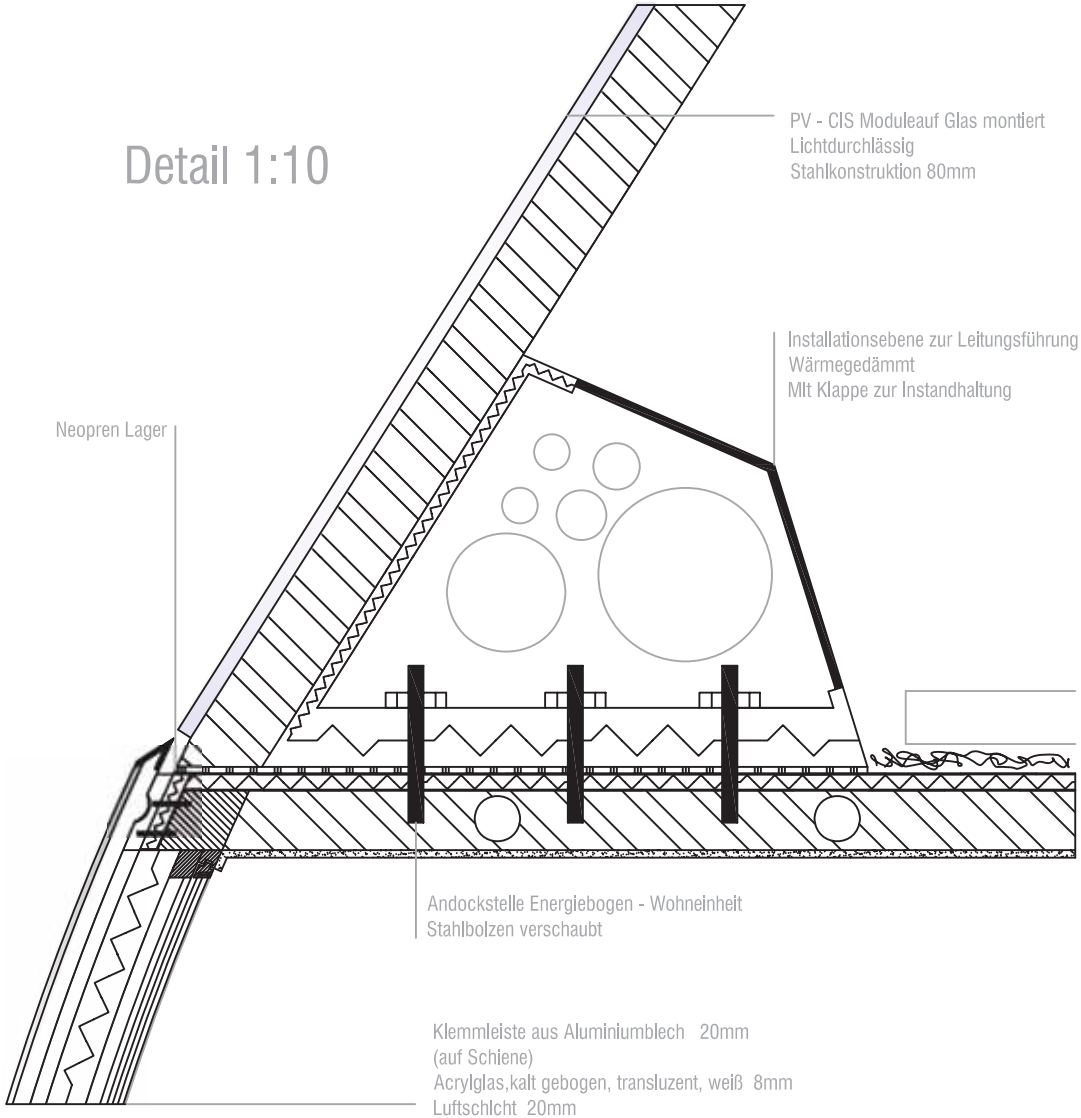
Abb. 24: Green wall outdoor system; www.g-sky.com

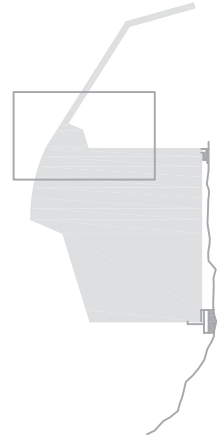
Abb. 25: Growing panel; www.indoorlandscaping.com

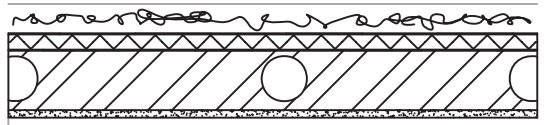
Gitterstrukturen aus Edelstahl weisen mit Sicherheit nicht eine der ökologischsten Materialien auf. Berücksichtigt man jedoch die Langlebigkeit und den Aspekt der Instandhaltung, sind klare Vorzüge zu erkennen. Die gestalterische Freiheit der Formen sowie die preiswerten Ausführungen im Fassadenbereich sprechen für den Einsatz dieses Materials.
Des weiteren bietet eine derartige Stahl- Gewebestruktur zusätzlich Schutz und Transparenz, die der gesamten Einheit eine gewisse Leichtigkeit verleihen.

Abb. 26: Palais des Congrès, Pierre Baudis - Toulouse, Treppenanlage
Architkt: JP&N Loupiac; Euroslot

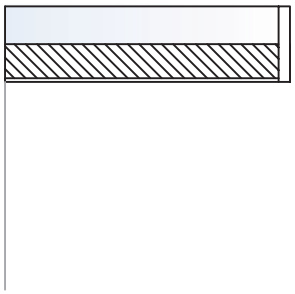
Detail 1:10


PV - CIS Moduleauf Glas montiert
Lichtdurchlässig
Stahlkonstruktion 80mm
Installationsebene zur Leitungsführung
Wärmegedämmt
Mit Klappe zur Instandhaltung
Neopren Lager
Andockstelle Energiebogen - Wohneinheit
Stahlbolzen verschaubt
Klemmleiste aus Aluminiumblech 20mm
(auf Schiene)
Acrylglas,kalt gebogen, transluzent, weiß 8mm
Luftschicht 20mm
Isolationselemnte mit Nanogel- technologie 50mm
Vakuumisolierverglasung (VIG) beweglich auf
Schiene 12mm
Innenputz mit PCM 15mm

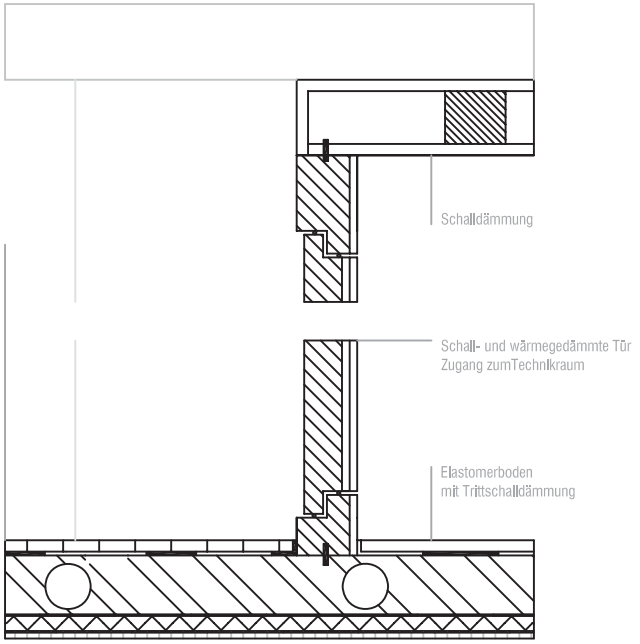



Verkehrsebene 70mm
Stahlgerüst mit Gittergewebe
Gespanntes Tarnnetz ca. 20mm
Schutzabdichtung
VIP (Vakuum-Isolations-Paneele) 25mm
Dampfbremse
Stahlkonstruktion 80mm
Innenputz mit PCM 15mm

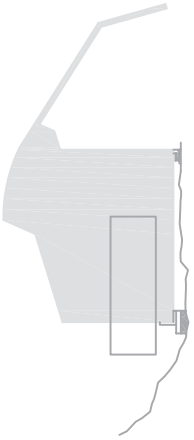
Detail 1:10



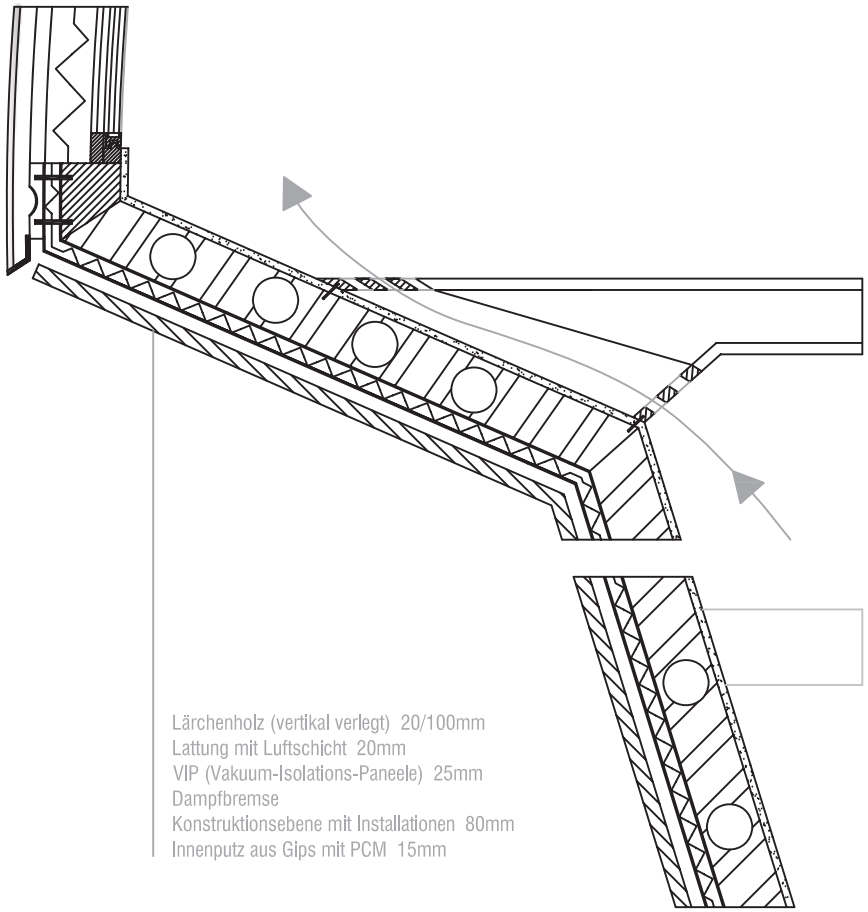
Technogel Elemente (auf Schienen) 50mm
Trennlage
Holzbalken aus Lärche
Trennlage
Furnierschichtholz Birke 20mm



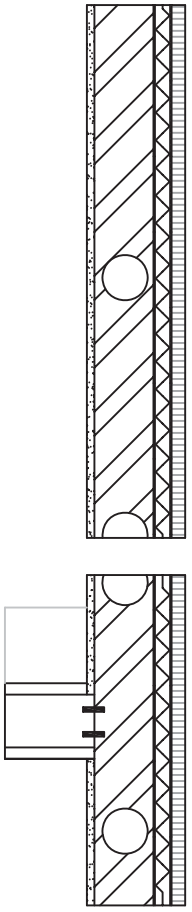
Furnierschichtholz Birke 20mm
Trennlage
Stahlkonstruktion (mit Installationsebene) 80mm
Dampfbremse
VIP (Vakuum-Isolations-Paneele) 25mm
Schutzschicht
Gittergewebe 5mm



Detail 1:10

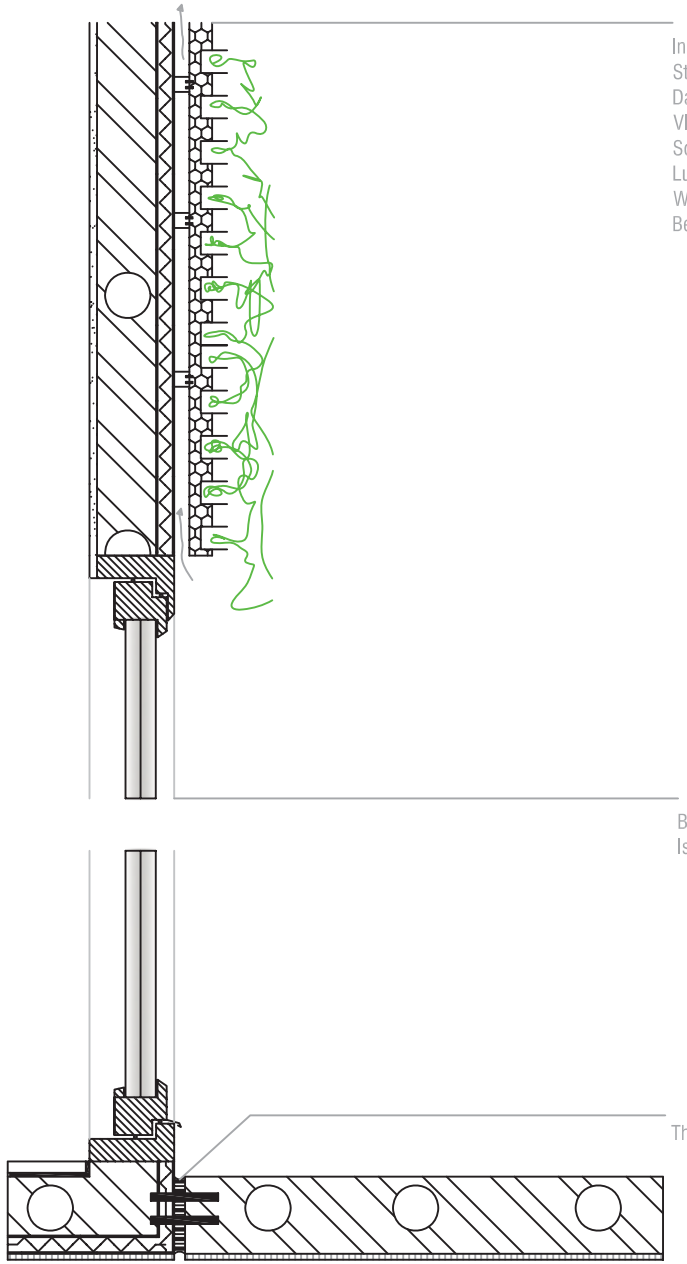


Lärchenholz (vertikal verlegt) 20/100mm
Lattung mit Luftschicht 20mm
VIP (Vakuum-Isolations-Paneele) 25mm
Dampfbremse
Konstruktionsebene mit Installationen 80mm
Innenputz aus Gips mit PCM 15mm



Gittergewebe 10mm
Schutzschicht
VIP (Vakuum-Isolations-Paneele) 25mm
Dampfbremse
Stahlkonstruktion tragend mit
Installationsebene 80mm
Innenputz mit PCM 15mm

Detail 1:10


Innenputz aus Gips mit PCM 15mm
Stahlkonstruktion mit Installationsebene 80mm
Dampfbremse
VIP 25mm
Schutzabdichtung
Luftschicht mit Unterkonstruktion aus Aluminium 20mm
Wachstumspaneel 30mm
Bepflanzung
Balkontür aus Holz
Isolierglas mit Aerogel
Thermische Entkopplung

INTERIOR

Maßlösungen da geringe Wohnfläche

Veränderbarkeit und Anpassbarkeit

Optische Langlebigkeit durch einfache Formen

Farbe zur Funktionsteilung

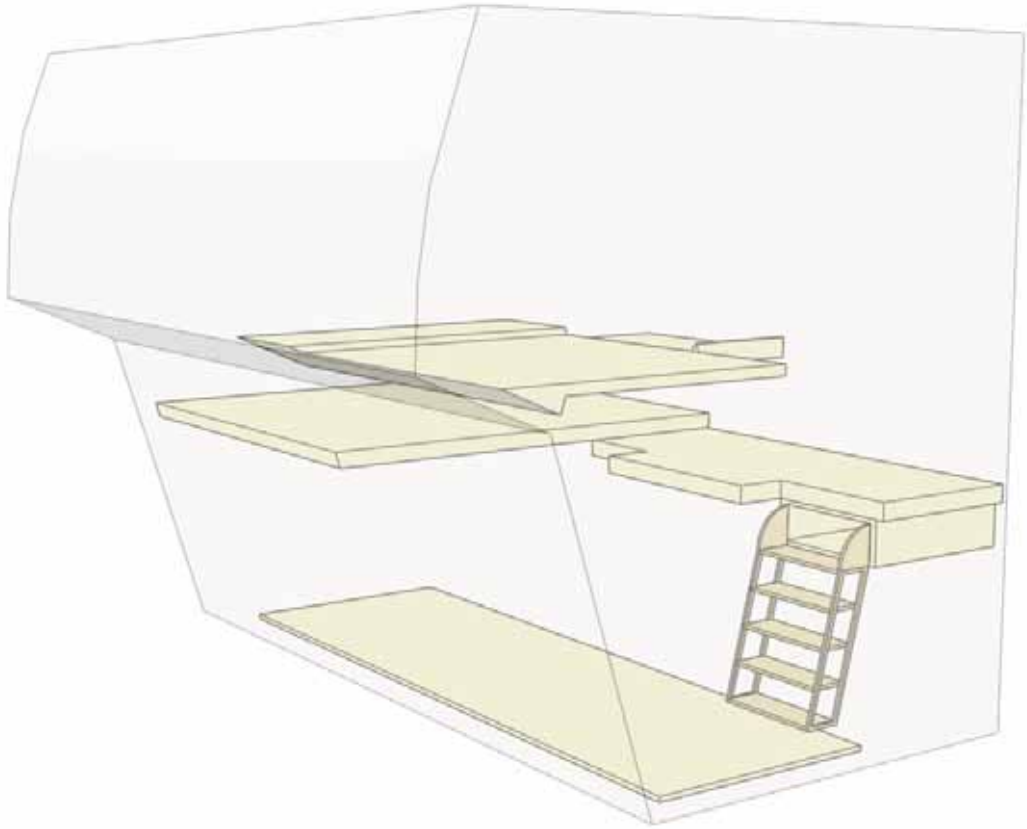
Bereits in der frühen Phase des Entwurfes wurde ein „Ein - Raum“ – Prinzip angestrebt. Aufgrund der Einschränkungen durch die Ausmaße des Cliffhangers wurde eine Unterteilung in Wohnebenen erforderlich. Diese unterscheiden sich insbesondere in zugeordneter Funktion, Raumhöhe und Grundfläche.
Die Wohnebenen sind auf 2 Halbgeschoßen unterteilt, die mit einer ausziehbaren Spartreppe verbunden sind.
Folgende Wohnebenen wurden eingeplant:

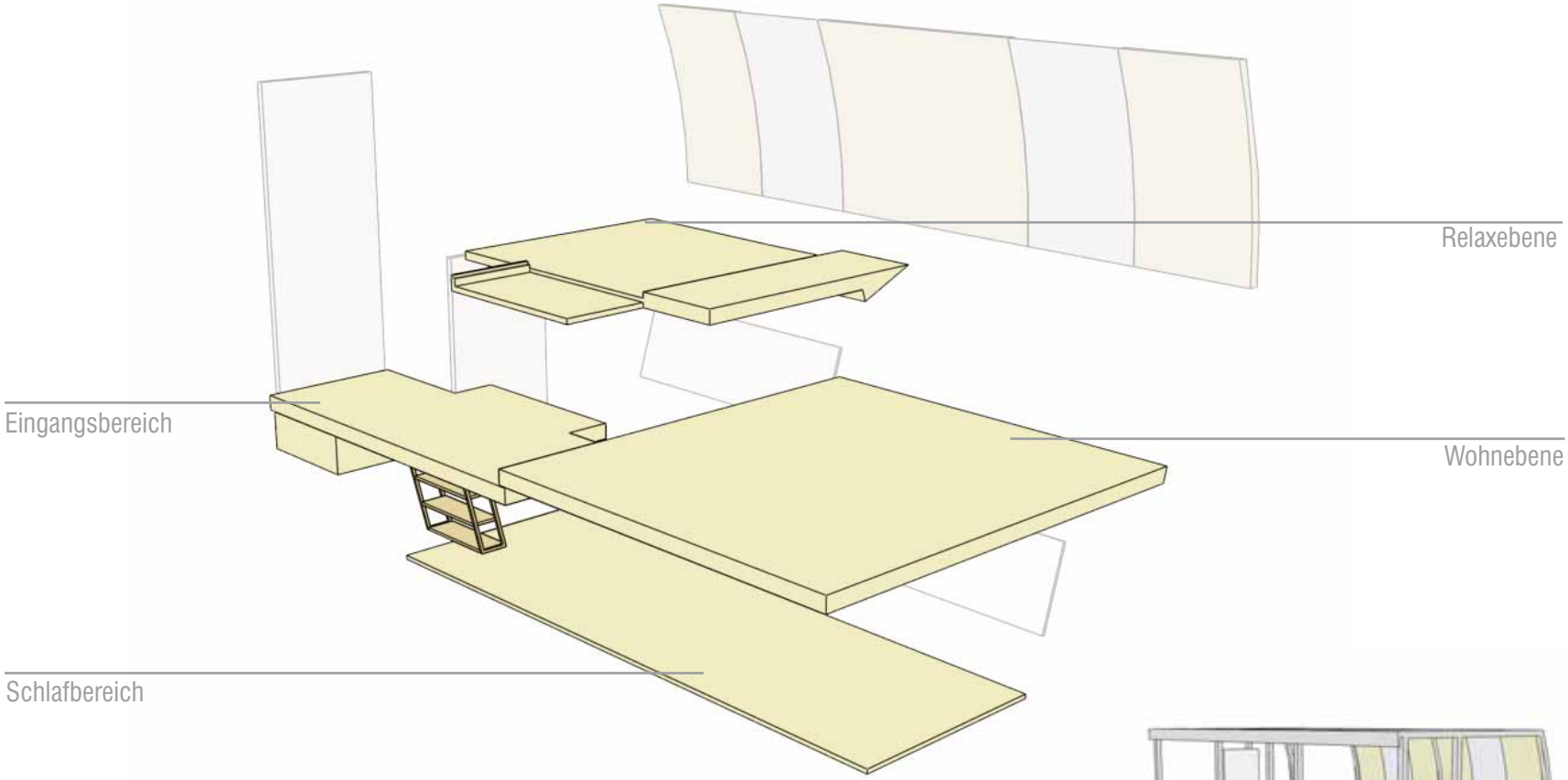
Eingangsbereich

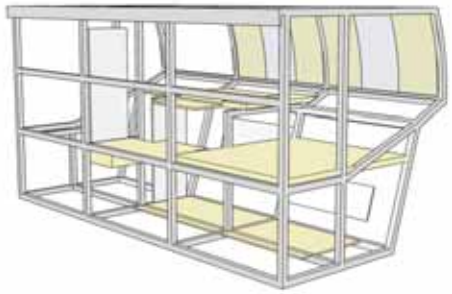
Wohnebene

Relaxebene

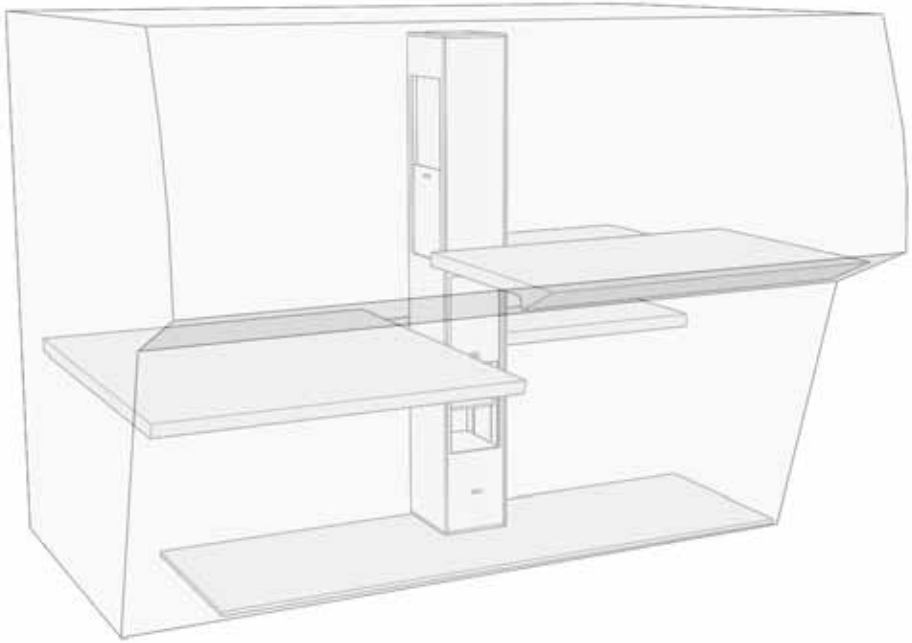
Schlafbereich

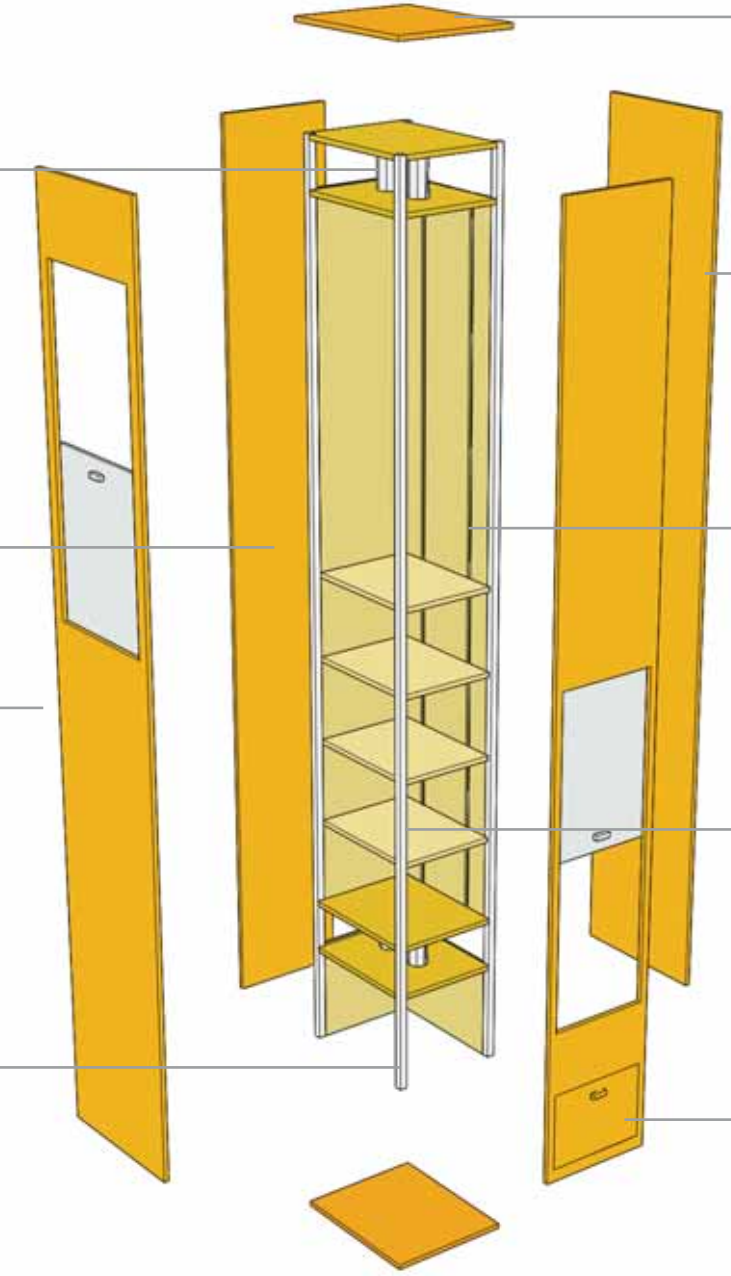



Relaxebene
Eingangsbereich
Wohnebene
Schlafbereich



Im Laufe der Planung wurde erkannt, dass die Bolzanos Cliffhanger ein eigenes Schranksystem benötigen. Da sich die Einheit grob in 2 Ebenen unterteilen lässt, lag die Lösung nahe, ein Schranksystem zu entwickeln, das beide verbindet und daher für einen größeren Wohnkomfort sorgt. Anlehnend an die Aufzugtechnik entstand die Idee, verschiebbare Fächer als Kern des Schrankes zu planen. Somit ergab sich ein Hebeschrank mit zwei verschiedenen Öffnungen in der jeweiligen Ebene. Die Fächer werden mittels Seilzug und Gegengewicht in die gewünschte Höhe verschoben und laufen auf Schienen, die an den vier Eckpunkten angebracht sind. Eine satinierte Schiebeverglasung ermöglicht einen einfachen Zugriff.
Da sich der Hebeschrank über die gesamte Höhe des Cliffhangers zieht und die einzige Raumteilung bildet, wurde eine Beplankung mit oranger Farbe als Stilbruch mit der Holzverkleidung vorgesehen. Orange steht für Aktivität und Dominanz und wiederspiegelt damit das Ideenkonzept.





Abschlusselemente, oben und unten aus Pressschichtholz

Umlenkrollen zwischen Aktiv Gewicht und Gegengewicht Platten. Oben und unten angebracht

Plattenbeschichtete Sperrholzplatten die auf Sparren angebracht werden Farbe: orange/papaya

Gegengewichtskörper

Aktiv Gewichte auf Schienen an denen die Hebefächer hängen

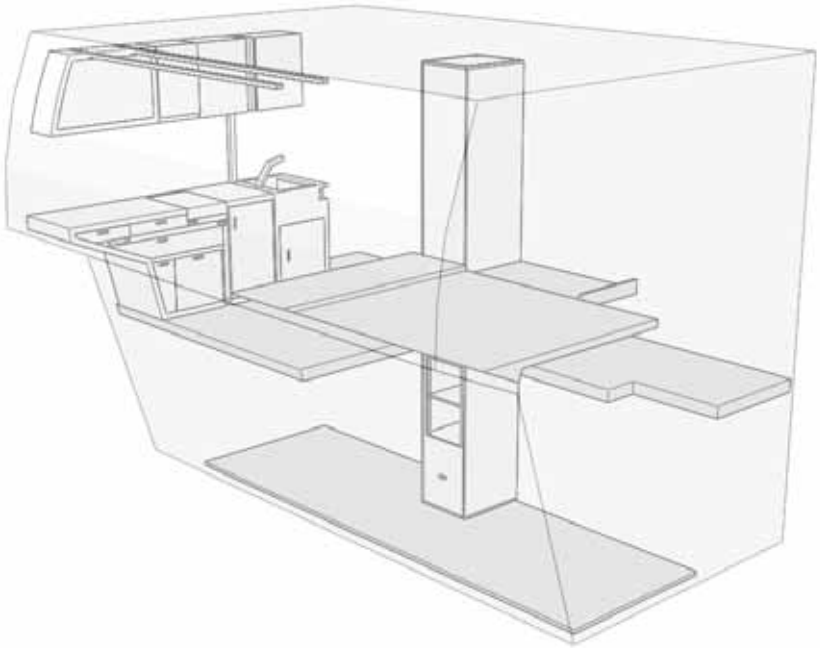
Schiebelement aus satiniertem Acrylglas auf Schienen.

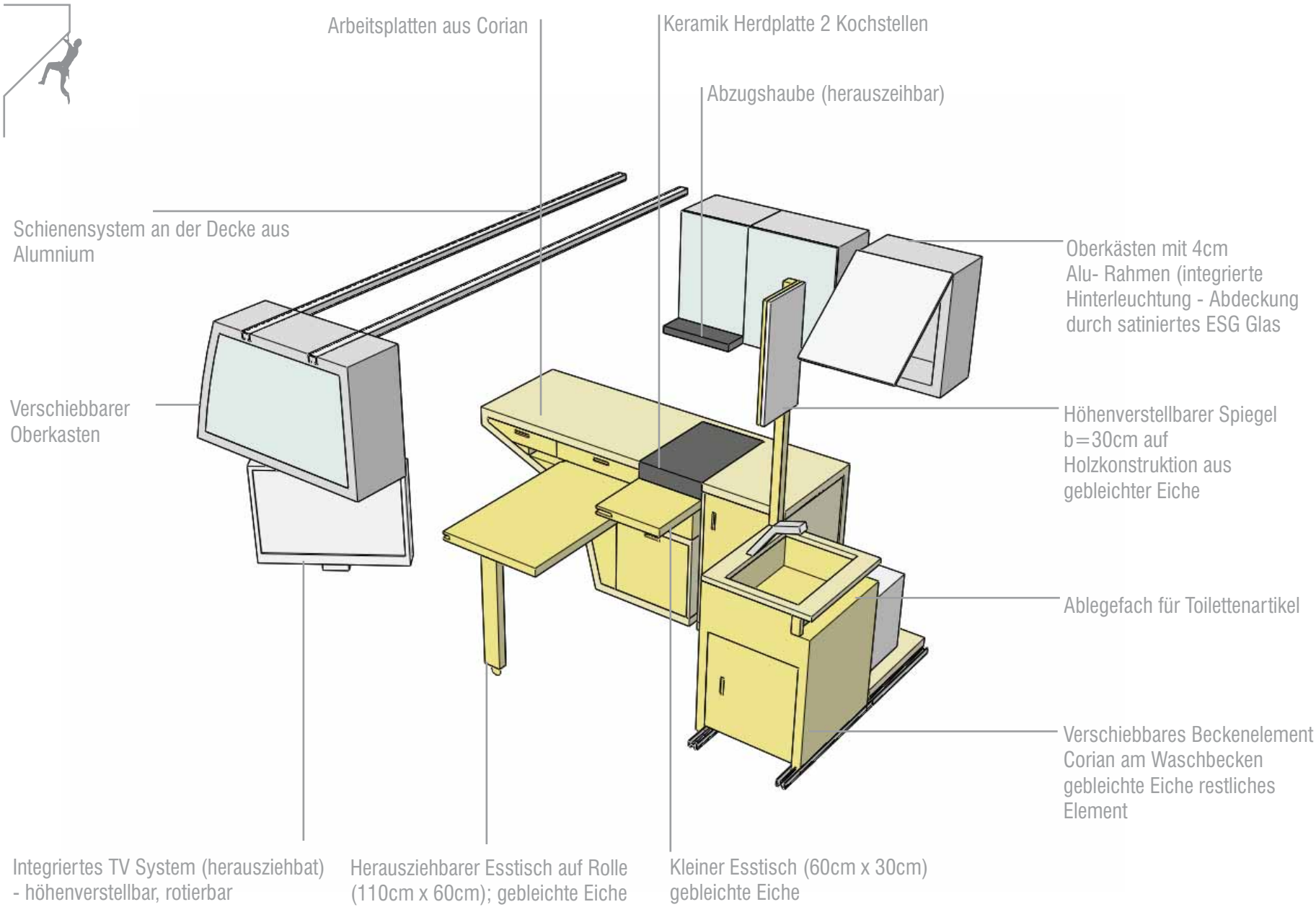
Höhenverschiebbare Hebefächer- 4 Fächer zu je 40cm

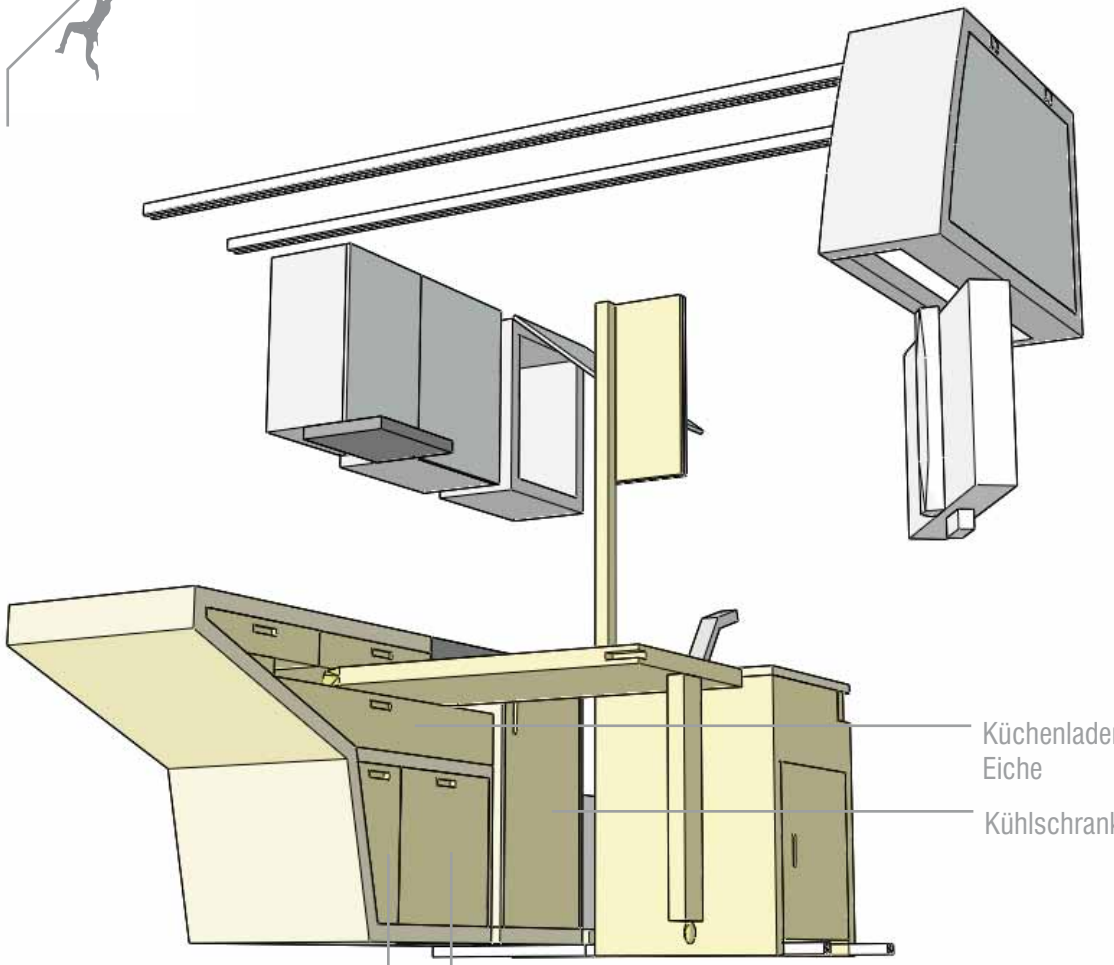
Aussteifende Holzsparren mit integrierten Mikroschienen für die Hebefächer

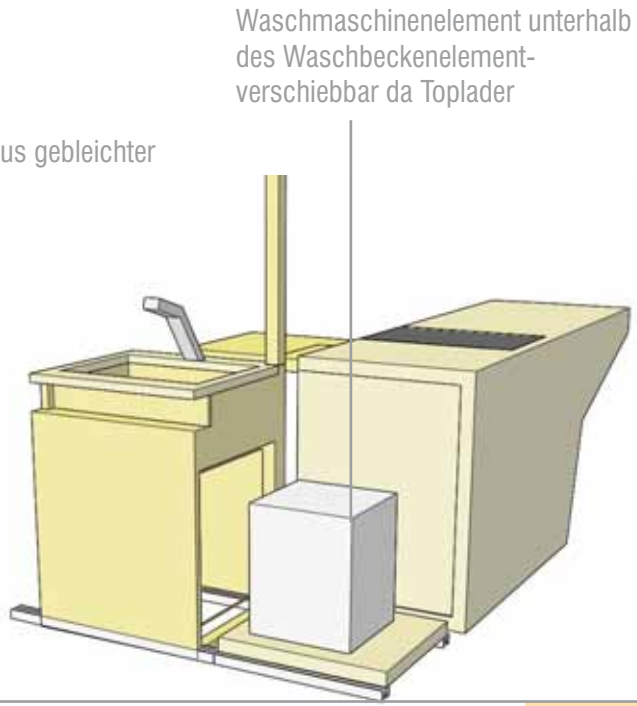
Fixe Zusatzschublade

Durch die temporäre Nutzung des Cliffhangers ist auch eine Kochstelle nötig. Während der Planung wurde ein solcher Bereich stets miteingeplant. Doch schon bald erkannte man, dass eine alleinige Nutzung des Küchenmoduls nicht genügte, um den Bedürfnissen der Bewohner nachzukommen. Aus diesem Grund entschied man sich, im Küchenelement mehrere Funktionen zu verkörpern.
Daraus ergab sich eine funktionale Kocheinheit mit einem ausziehbaren Einzeltisch, sowie Gästetisch für 4 Personen. Aus Platzgründen entschied man sich, das Spülbeckenelement auch als Waschbeckenelement für den Sanitärkern zu nutzen. Dieses lässt sich auf Schienen in die jeweilige Position zurechtrücken.
Als Multimediaelement wurde ein Touchscreen eingebaut, der bei Bedarf hinter den Oberkästen verschwindet. Dieser kann auch, falls erwünscht, in die Relaxebene verschoben werden und verkörpert Funktionen wie Internet, TV und Überwachung der Haustechnik.
Trotz allem bietet der Multitask_board auch traditionelle Einlagerungsmethoden in den Oberkästen sowie genügend Stauraum für Geschirr und Töpfe in den Schuhbladen im unteren Teil des Boards. In diesem Teil befinden sich auch der Kühlschrank, Spülmaschine sowie Waschmaschine. Diese Geräte wurden eigens, aufgrund der reduzierten Ausmaße ausgewählt und sind im Elektrohandel erhältlich.
Zusammenfassend bietet der Multitask_board eine funktionstüchtige Küche, deren Komponenten übergeordnete Aufgaben erfüllen können und sich der jeweiligen Wohnsituation anzupassen vermögen.

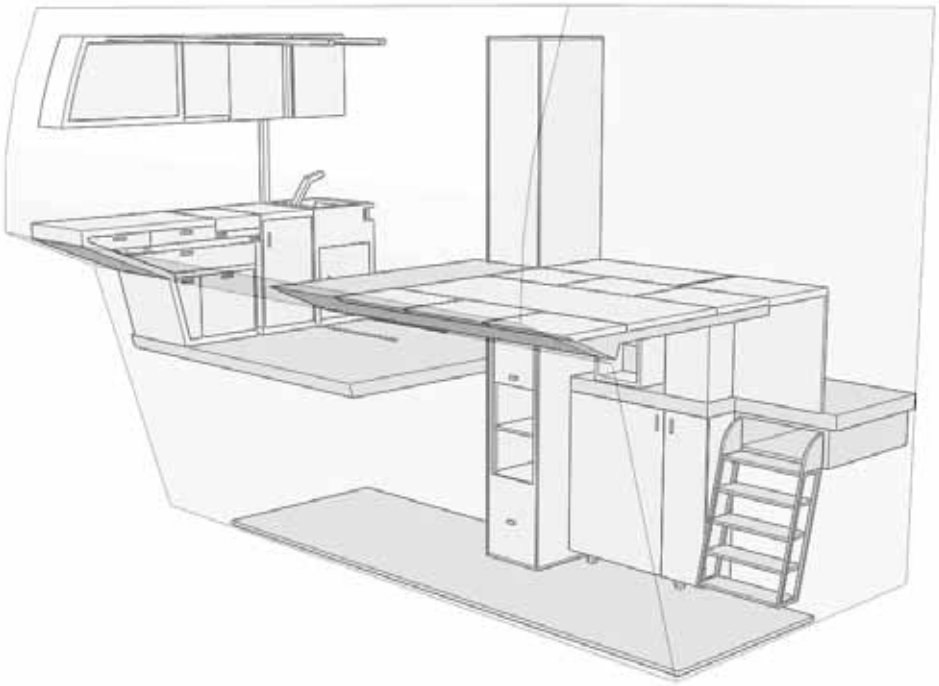


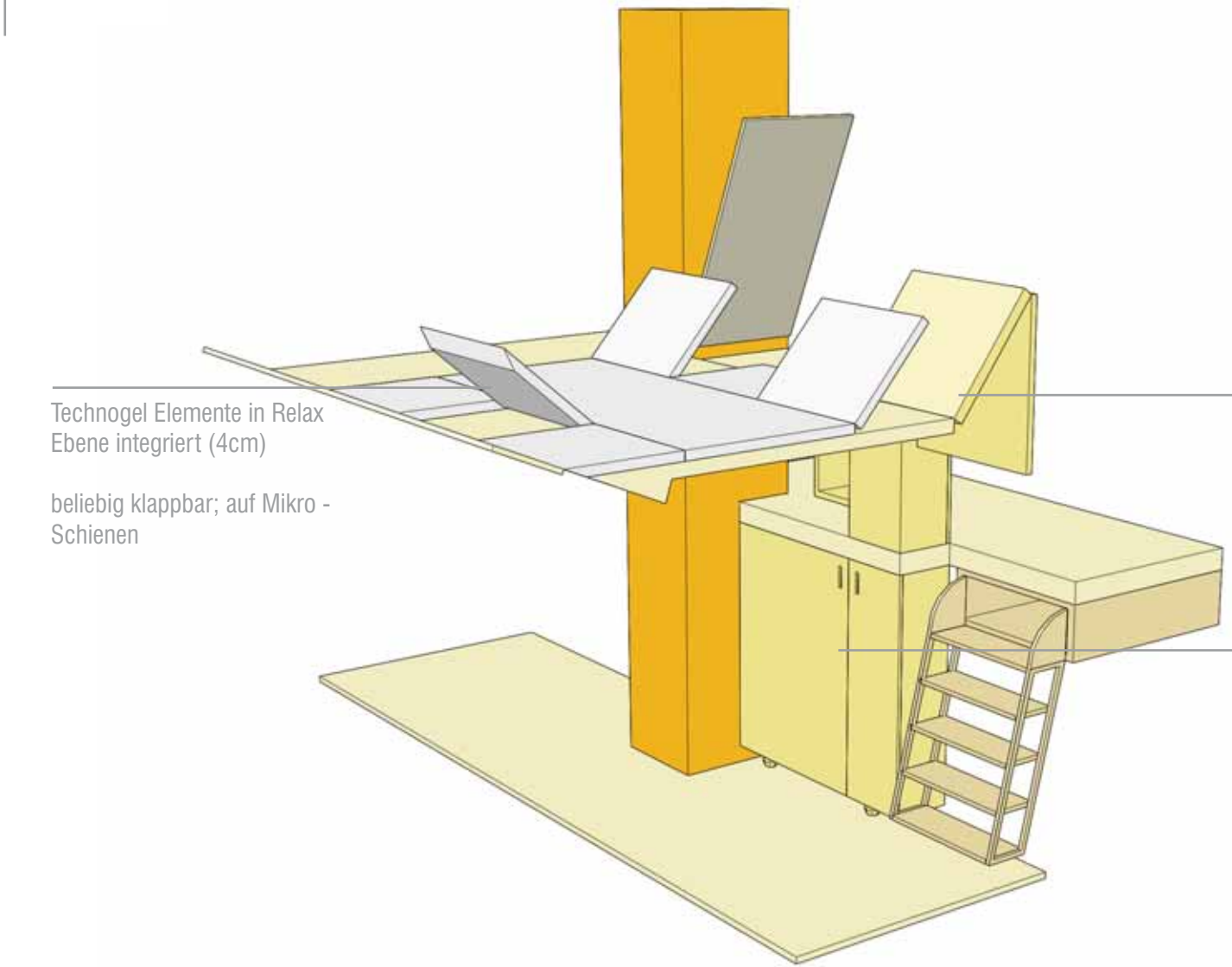

Arbeitsplatten aus Corian
Keramik Herdplatte 2 Kochstellen
Abzugshaube (herauszeihbar)
Schienensystem an der Decke aus Alumnium
Oberkästen mit 4cm Alu- Rahmen (integrierte Hinterleuchtung - Abdeckung durch satiniertes ESG Glas
Verschiebbarer Oberkasten
Höhenverstellbarer Spiegel b=30cm auf Holzkonstruktion aus gebleichter Eiche
Ablegefach für Toilettenartikel
Verschiebbares Beckenelement Corian am Waschbecken gebleichte Eiche restliches Element
Integriertes TV System (herausziehbat) - höhenverstellbar, rotierbar
Herausziehbarer Esstisch auf Rolle (110cm x 60cm); gebleichte Eiche
Kleiner Esstisch (60cm x 30cm) gebleichte Eiche

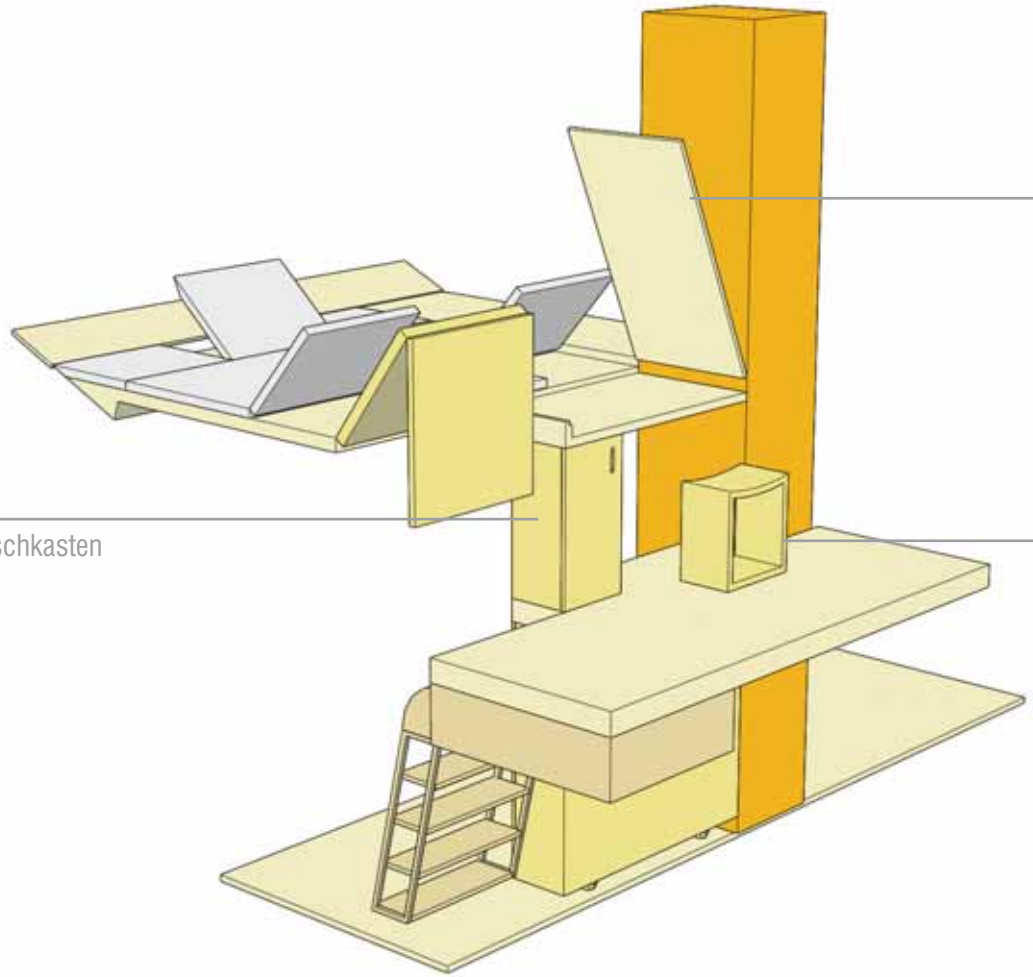

Küchenladen aus gebleichter Eiche
Kühlschrank
Abfalllade / Biomüll / Restmüll
Spülmaschine / Verkleidung aus gebleichter Eiche


Waschmaschinenelement unterhalb des Waschbeckenelement- verschiebbar da Toplader

Die Relaxebene wurde als Zwischenebenen – Insel ausformuliert und wird umgeben vom Eingangsbereich und der Wohnzone. Neben den Zugängen über die erwähnten Flächen, bietet sie auch den Abgang in den Schlafbereich. Dieser ist durch einem Klappelement verborgen und wird nur bei Bedarf geöffnet.
Im Eingangsbereich angelangt, bietet die Relaxebene eine Schreibtischfläche, die nach dem herunterklappen eines Elements auch als Bügelbrett genutzt werden kann.
Die Relaxebene selbst besteht aus mehreren Technogel Elementen, die als Lehnen genutzt werden und bei Bedarf aufgeklappt eine Couchsituation bieten. Diese Elemente sind auf Schienen gelagert und können somit in die gewünschte Position gebracht werden. Dieser Teil der Ebene kann auch als Schlafplatz dienen.
An der Seite der Wohnzone bietet die Relaxebene Stauraum für zwei Klappstühle, die bei Notwendigkeit dem Esstisch zugefügt werden können.
Im unteren Bereich der Ebene findet ein Zusatzschrank seinen Platz, der bei Instandhaltungarbeiten im Technikbereich zur Seite geschoben werden kann, da er auf Rollen montiert wird.
Durch die Materialwahl und Planung der Elemente wurde eine Ebene geschaffen, die in ihrem Erscheinungsbild schlicht wirkt, jedoch auch den Bedürfnissen angepasst werden kann.




Technogel Elemente in Relax Ebene integriert (4cm)
beliebig klappbar; auf Mikro - Schienen
Zugangsabdeckung in den unteren Bereich Verkleidung aus Weichselbirke
Mobiles Einrichtungsmöbel auf Rollen.
Verkleidung aus gebleichter Eiche



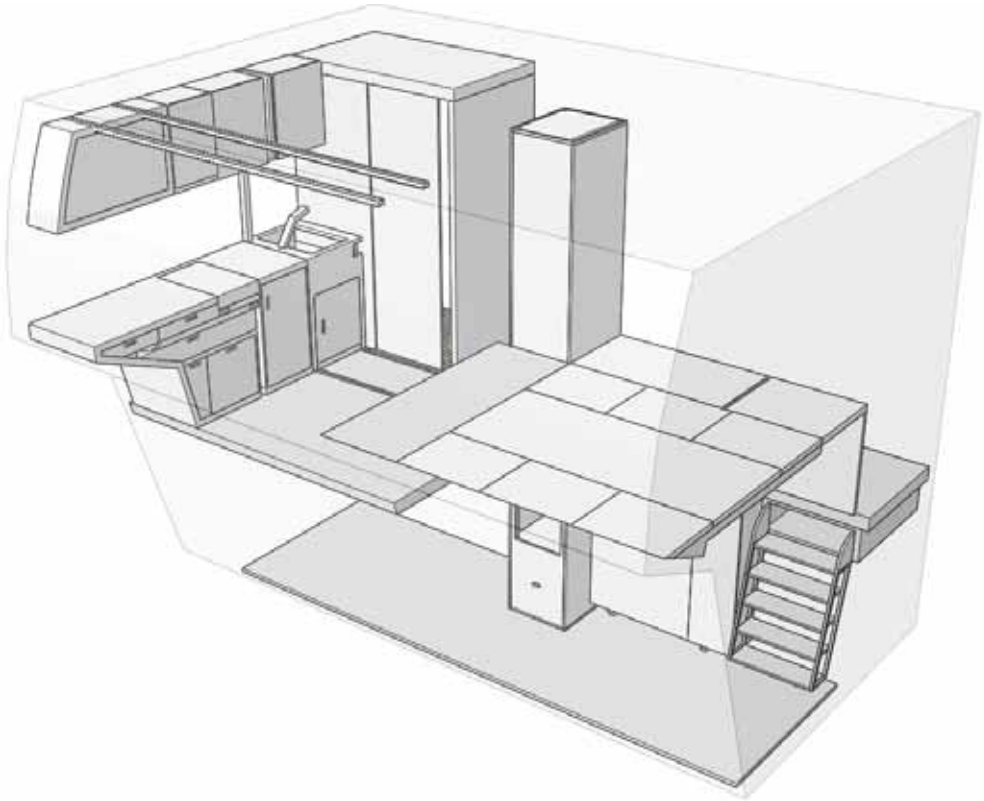
Klappbares Holzelement mit darunterliegender Schreibtischfläche aus Birke

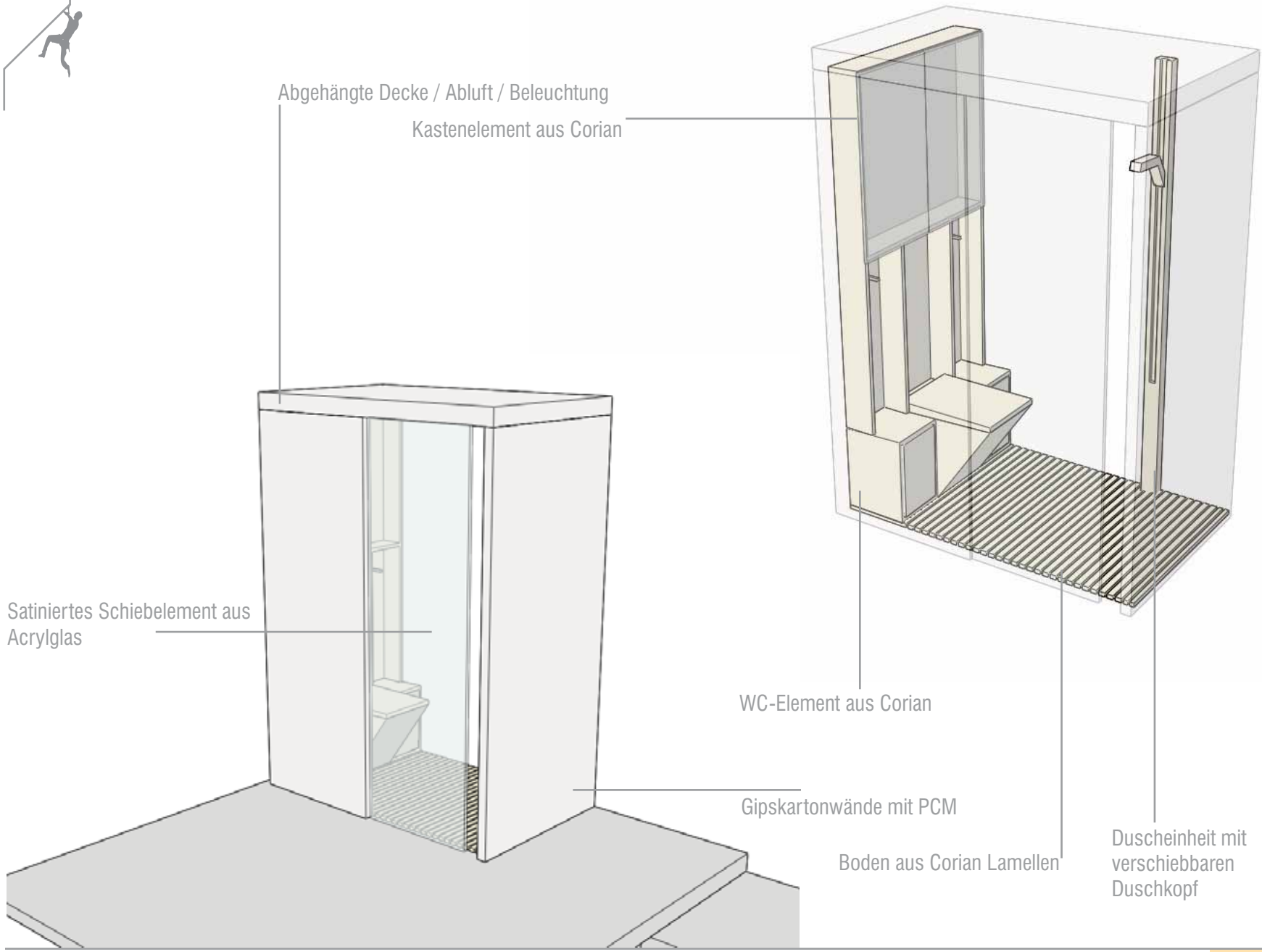
Zusatzfunktion: Bügelbrett

Aussteifender Schreibtischkasten aus gebleichter Eiche

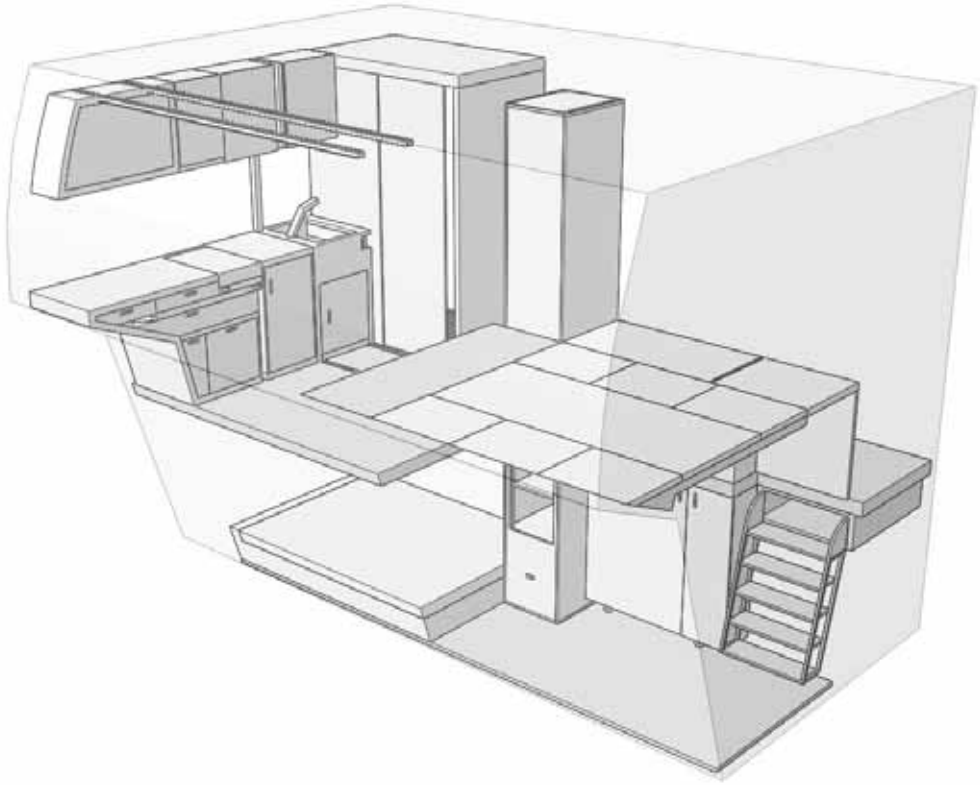
Schreibtischhocker aus gebleichter Eiche

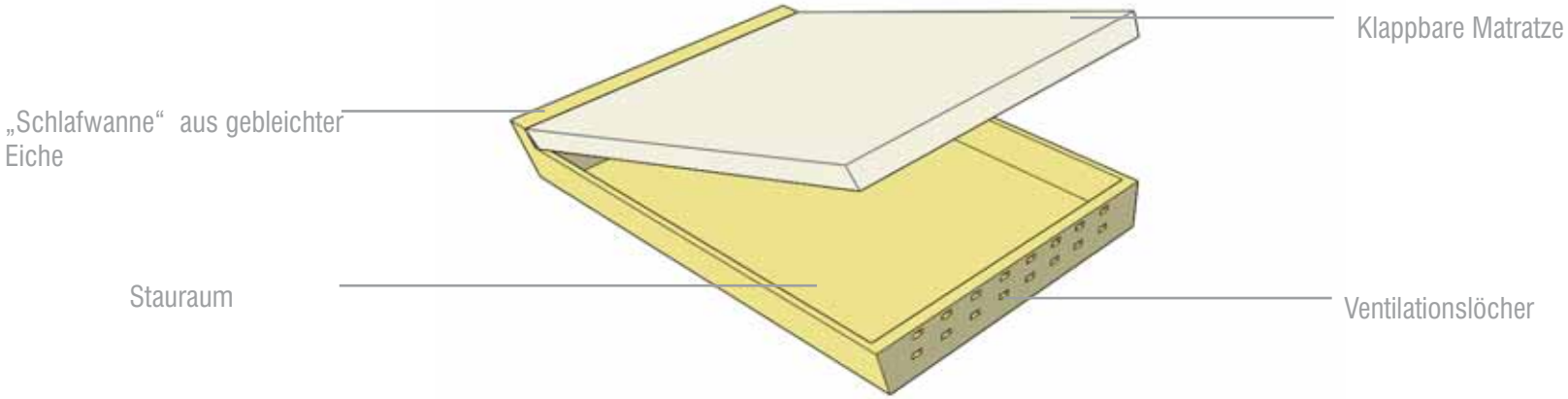
Im Bolzanos Cliffhanger wurden das WC und das Bad in einem Bereich zusammengefasst. Der Nassbereich wurde so einfach wie möglich gestaltet um den restlichen Funktionen genug Platz zu bieten. Diese wurden auf das Duschsystem und das WC, als notwendigste Installationen reduziert. Auf engstem Raum wurden außerdem noch Kastenelemente sowie die gesamten technischen Installationen und die Beleuchtung eingeplant. Der Entwurf erfolgte im Sinne der optischen Raumerweiterung durch Platz sparende Lösungen und ausgewählten Materialien.
Die dünnen Wände aus Gipskarton mit PCM wurden mit Corian verkleidet, da dieses Material leicht zu reinigen ist und keine größeren Instandhaltungsaufwand benötigt. Abluft und die LED – Flächenelemente zur Beleuchtung befinden sich in der abgehängten Decke des Sanitärkerns. Diese können je nach Stimmung des Bewohners eine andere Farbe annehmen und sich somit positiv aufs Wohlbefinden auswirken.

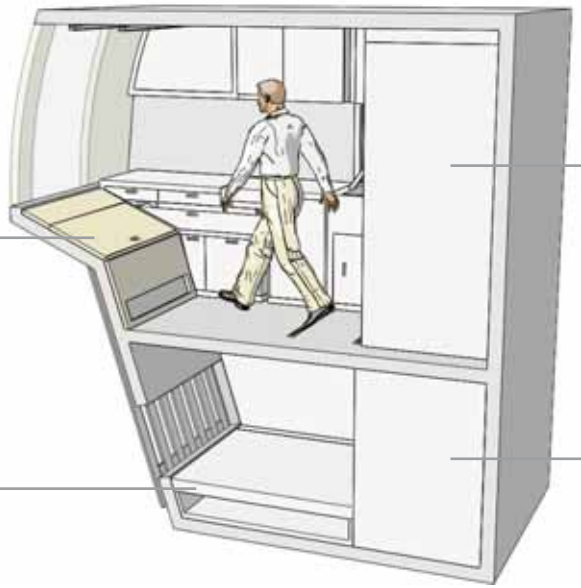



Abgehängte Decke / Abluft / Beleuchtung
Kastenelement aus Corian
Satiniertes Schiebelement aus Acrylglas
WC-Element aus Corian
Gipskartonwände mit PCM
Boden aus Corian Lamellen
Duscheinheit mit verschiebbaren Duschkopf

Der Schlafbereich des Bolzanos Cliffhanger ist im unteren Teil der Wohneinheit angesiedelt. Es handelt sich hierbei um eine Schlafnische, da dieser Bereich eine Höhe von 1,30m aufweist. Um die Wahrnehmung des Raumes zu erweitern wurde ein waagrechtes Fenster eingeplant, das sich auf Höhe der Matratze befindet und sich über die gesamte Länge des Schlafelementes zieht.
Die Öffnung wurde optisch durch die Fassadenverkleidung teilweise abgeschirmt und kann bei Bedarf auch verschattet und gekippt werden.
Das Bett selber wurde aufs nötigste reduziert und bietet beim Aufklappen der Matratze zusätzlichen Stauraum für Gepäck.




Klappbare Matratze
„Schlafwanne“ aus gebleichter Eiche
Stauraum
Ventilationslöcher

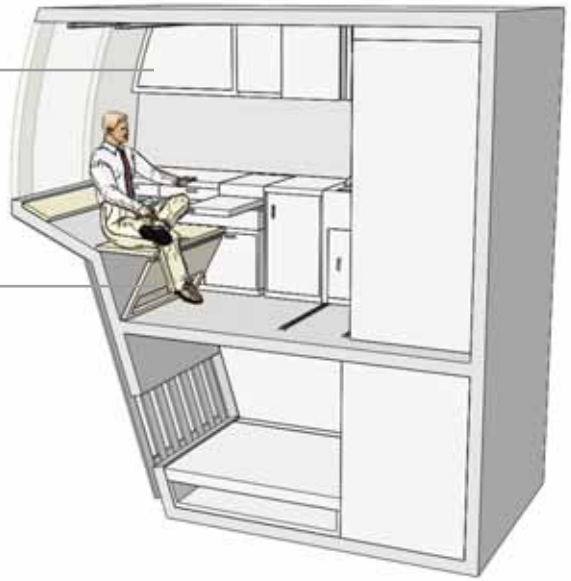


Sanitärbereich

Sitzelement an Wand auf Schienen

Technikraum

Schlafbereich



Multitaks_board

Ausgeklappte Sitzgelegenheit - in gebleichter Eiche furniert

Schreibtischbereich

Hebeschrank

Mehrzweck - Klapptisch

Relax-Ebene

Tisch im ausgeklappten
Zustand 90cm x 40cm

Technik

Die ausgewählten Materialien wurden aufeinander abgestimmt um den Bewohnern der Bolzanos Cliffhanger eine angenehme Wohnatmosphäre zu bieten. Dabei beschränkte man sich vor allem auf farblich neutrale Werkstoffe, die zu einer optischen Raumerweiterung beitragen:

Weichselbirke

Gebleichte Eiche

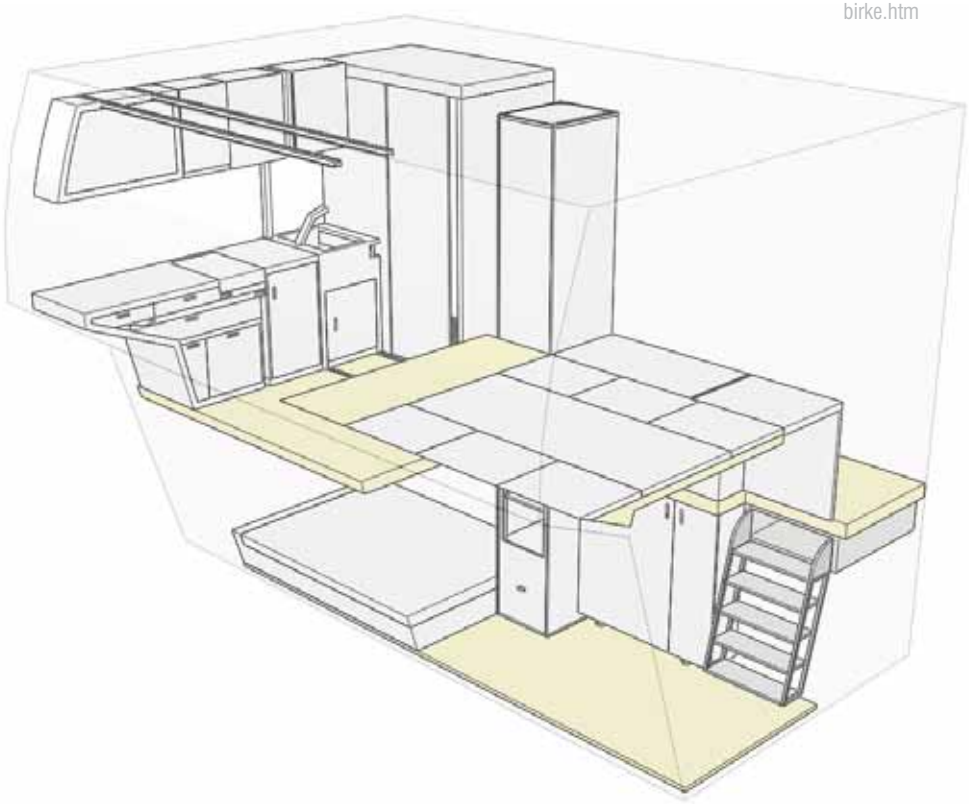
Kunststoffplatte (Fundermax)

Corian

Technogel

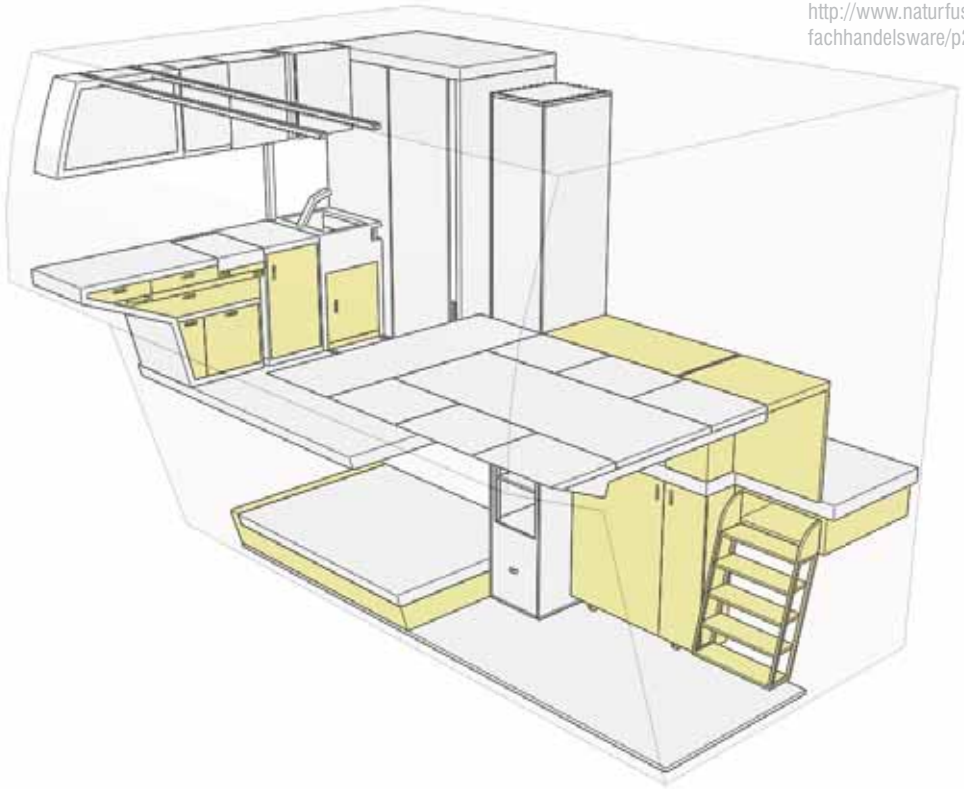
Die Weichselbirke eignet sich durch seine leichte Verarbeitbarkeit für den Innenausbau. Aus diesem Grund entschied man sich, die gesamten Wohnebenen mit diesem Material zu verkleiden. Die neutrale Farbe und die geringe Maserung tragen zu einem ruhigen Anblick der begehbaren Zonen bei.

Abb. 27: Weichselbirke; http://www.proholz.at/holzistgenial/2007/holz-arten-1-birke.htm



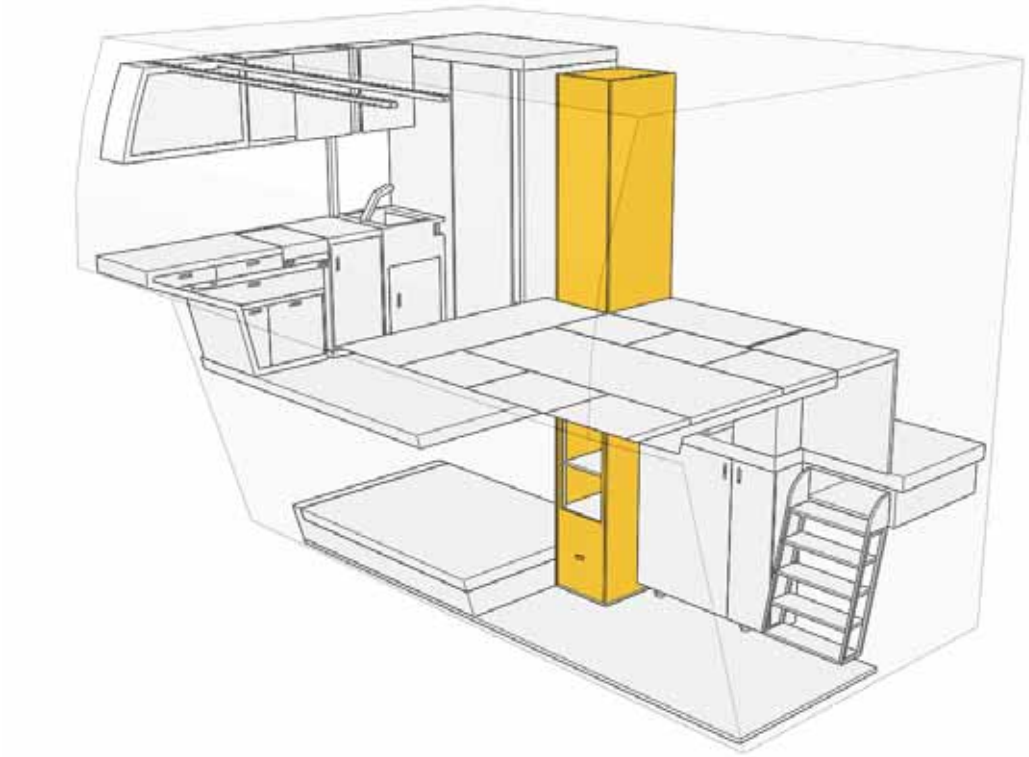
Vorteile in der Verarbeitung des Innenausbaus sowie gute Festigkeitseigenschaften zeichnen die Eiche aus. Im Bolzanos Cliffhanger wurde die Möblierung zum großen Teil mit gebleichter Eiche furniert. Das natürliche Erscheinungsbild und die helle Farbe tragen zu einem wohnlichen und warmen Raumgefühl bei.

Abb. 28: Gebleichte Eiche;
http://www.naturfussboden.com/edelfurnierboeden/brillante-fachhandelsware/p20712_furbo-eiche-3-stab.html

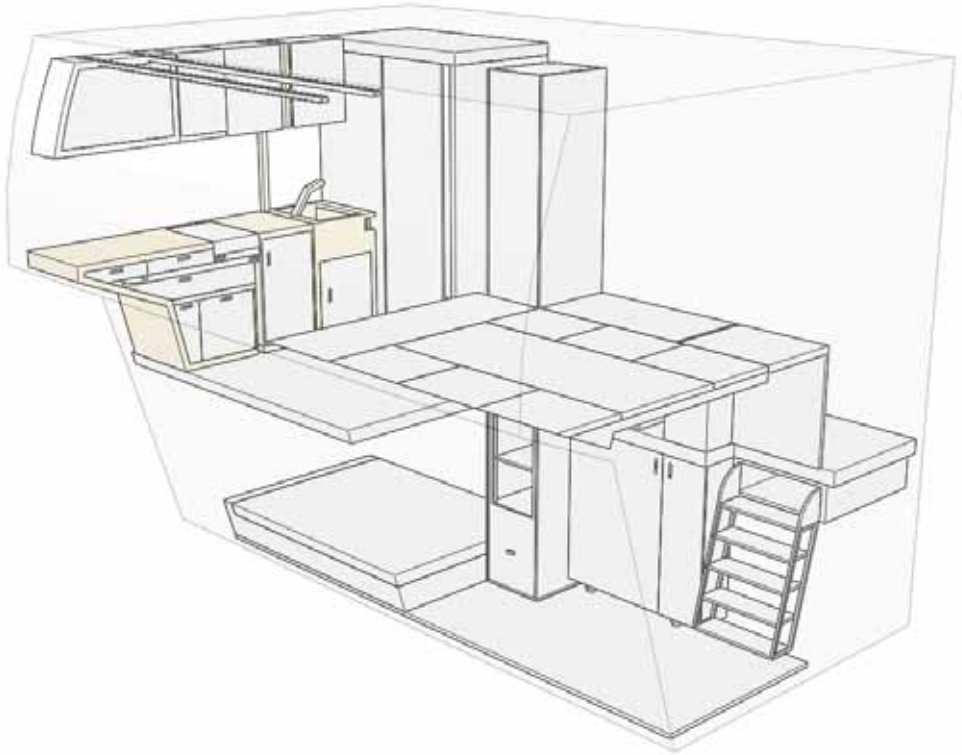


Der Hebeschrank in der Wohneinheit ist das einzige Möbelstück, das die gesamte Raumhöhe des Cliffhangers in Anspruch nimmt. Aus diesem Grund wurde versucht, durch die Materialwahl dieses Objektes, einen optischen Stilbruch zu erzielen. Dafür eigneten sich die Kunststoffplatten der Firma Fundermax hervorragend. Die ausgewählte Farbe „Papaya“ unterscheidet sich von der restlichen Einrichtung und behält zugleich einen „aktivierenden“ Charakter bei.

Abb. 29: Fundermax - Platte (Papaya);
http://www.fundermax.at/decor.51.htm



Besonders bei beanspruchten Einrichtungsmöbeln, wie dem Sanitärbereich und das Multitask_board, wurde auf die Verwendung von Corian zurückgegriffen. Das Material zeichnet sich durch seine Langlebigkeit und den geringen Instandhaltungsaufwand aus. Des weiteren weist dieser mineralische Verbundstoff eine gute Bearbeitungsfreiheit auf und eignet sich ideal für den Einsatz im Cliffhanger.



Technogel sandwich – Elemente wurden vor allem in der Relaxebene eingesetzt, da diese eine geringe Schichtdicke benötigen um eine angenehme Sitzsituation zu ermöglichen. Die Elemente bestehen aus einer Gelummantelung, in dessen Inneren sich eine Nylongitter Struktur befindet. Somit entsteht eine transluzente Minimalstruktur mit Sitzkomfort, da die Oberflächenstruktur des Materials jener, der menschlichen Haut nahe kommt. Die einzelnen Elemente sind auf Schienen angebracht und lassen sich nach belieben in die jeweilige Neigung kippen.

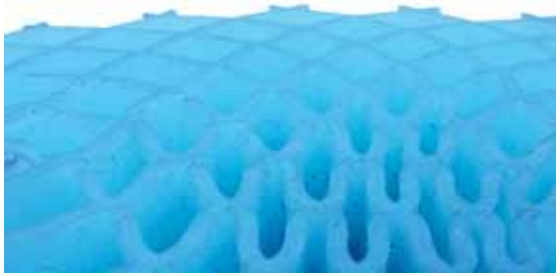
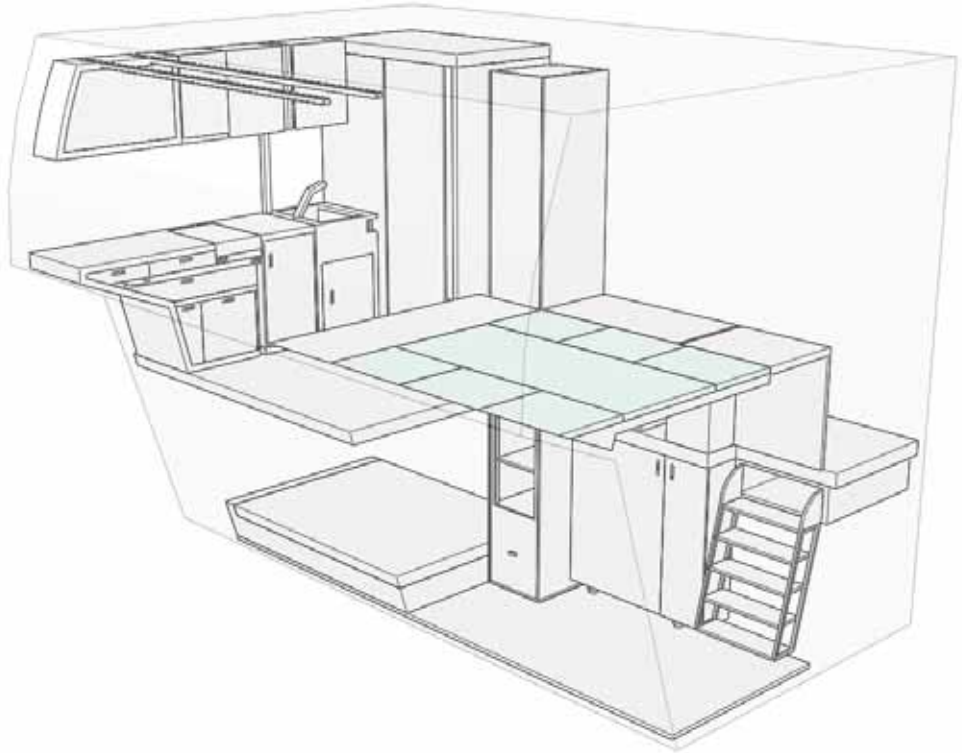
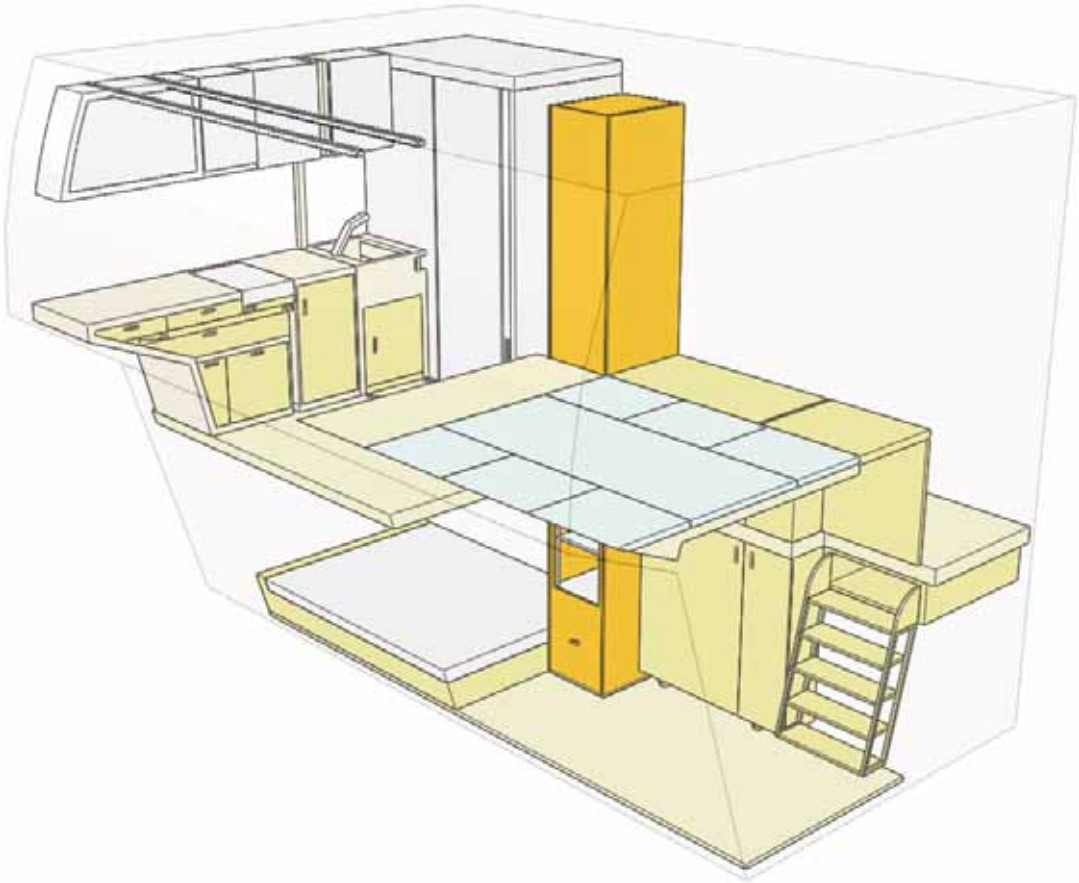


Abb. 30: Technogel Element - Struktur; http://soa.utexas.edu/matlab/index_2/materials_polymers_gelresin.html



Eine grundlegende Rolle zur Funktionsteilung spielen die Materialfarben, die bei der Einrichtung zum Einsatz gekommen sind. Diese bilden auch einen wesentlichen Bestandteil des psycho-physischen Wohlbefindens der Bewohner.
Mit sanften Materialfarben wurde ein neutrales Raumklima erzielt, das eine helle Wohnumgebung bietet. Die Beschaffenheit der Einrichtung kommt außerdem den künstlichen und natürlichen Lichtquellen zu Gute, die zu einer Lichtdurchflutung des Wohnraumes beitragen.



Die Einheit sollte größtenteils tagsüber durch natürliche Beleuchtung auskommen. Ausreichend groß dimensionierte Fenster erlauben eine regelrechte Lichtdurchflutung der Einheit. Gezielte Öffnungen ermöglichen außerdem eine ausreichende Beleuchtung der jeweiligen Wohnzonen.
Nachts erfolgt die Belichtung der Einheit durch LED–Flächenelemente, die oberhalb der Fenster angeordnet sind und somit die natürliche Quelle des Lichts ersetzen.
In manchen Fällen befinden sich in den Einrichtungselementen selbst Lichtquellen, die sich nachts in Leuchtkörpern verwandeln und zur Helligkeit des Wohnraumes beitragen.

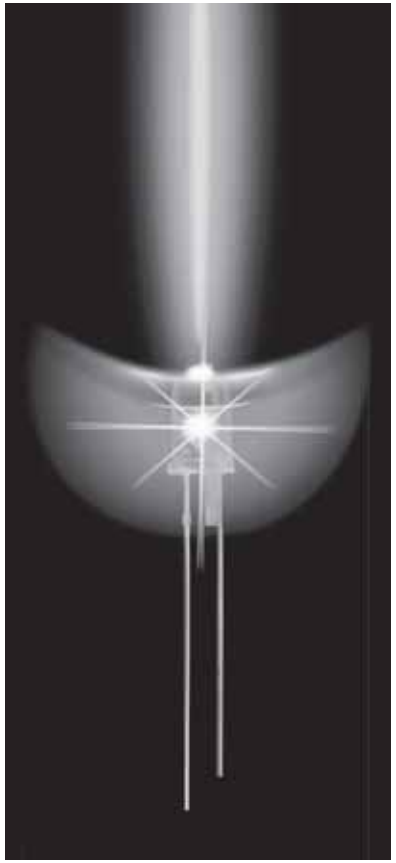


Abb. 31: LED - Lampe;
www.kairies.com/grafik/LED_white.jpg

TECHNIK

Bei der Planung des Moduls wurde versucht eine möglichst autarke Energieversorgung zu erreichen. Anfangs musste man sich über die Möglichkeiten im Klaren sein, wie eine autarke Einheit versorgt werden könnte. Um diese Planung zu erleichtern wurden 5 Hauptpunkte festgelegt:

Stromerzeugung

Energiespeicherung

Warmwasser

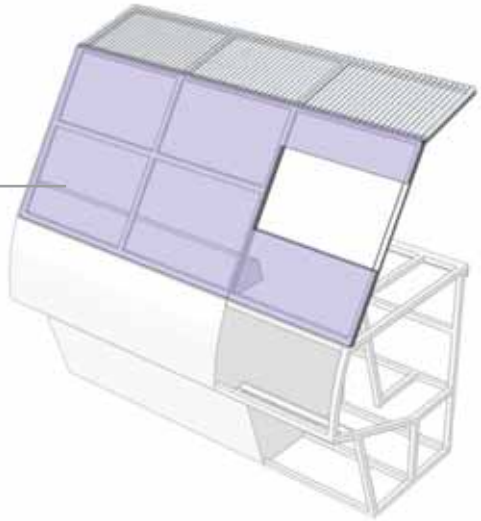
Abfallwirtschaft

Backup System

Durch eine optimale Ausrichtung und einer eher monolithischen Form sollte Energiegewinnung und Energiespeicherung maximiert werden.
Diesen Richtlinien und Zielen folgend wurde eine Einheit geschaffen, die diesen Punkten gerecht wird.

Da in der Arbeit eine autarke Wohnsituation angestrebt wird, bedarf es einer ausreichenden Stromversorgung durch Nutzung alternativer Energieressourcen. Erreicht wurde dieses Vorhaben durch eine Photovoltaik (PV) – Anlage die am Energiebogen angebracht ist. Bei den installierten PV`s handelt es sich um CIS Module, da diese ein großes Entwicklungspotenzial aufweisen und einen hohen Wirkungsgrad (bis zu 13% - Würth) erzielen.
CIS Module eignen sich durch ihre Dünnschicht-Bauweise auf Glas angebracht zu werden und lassen dadurch einen gestalterischen Spielraum. Durch den Einbau erzielt man eine transluzente Solar – Fassade, die der gesamten Struktur eine gewisse Leichtigkeit und Durchsicht verleiht.
Der Bogen weist eine Neigung von ca. 60° in Süd – Ausrichtung auf, das den Idealbedingungen für PV- Anlagen in diesen Breiten entspricht. Die verbaute Fläche beträgt 19m^2 und die damit erzeugte Energie wird in Wasserstoff H2 gespeichert.

Abb. 32: PV Module auf Glas; Photon - das Solarstrommagazin; 02/2001; S.38



Im Laufe der Arbeit hat sich die Frage gestellt, welche wohl die nachhaltigste Methode ist, gewonnene Energie zu verwenden und zu speichern. Die Wasserstofftechnologie bietet eine viel versprechende Methode Energie bereit zu stellen und zu akkumulieren. Durch Elektrolyse lässt sich Wasserstoff und Sauerstoff trennen und somit gut Wasserstoffflaschen lagern. Der so gewonnene Wasserstoff setzt bei seiner Verbrennung in der Brennstoffzelle Energie frei, welche wiederum in Strom umgewandelt wird.
Diese Technik bietet die Möglichkeit einer ökologischen, geräuscharmen und schadstofffreien Energiebereitstellung. Die erreichten Wirkungsgrade erreichen bei heutigem Stand der Technik mittlerweile 70%.

In dieser Arbeit entschied man sich für eine hybride Brennstoffzelle mit integrierter Wechselrichtelektronik von Fronius ®. Diese bietet ein einfaches Funktionsprinzip und ist durch seine kompakte Bauweise und geringem Gewicht für einen Einsatz in mobilen Wohneinheiten zu begrüßen. Außerdem lässt sich vom erzeugtem Wasserstoff beliebig viel in dafür vorgesehene H2 Flaschen speichern, sodass Schlechtwetter Perioden ohne Probleme überbrückt werden können. Im Bolzanos Cliffhanger wurde eine Speicherkapazität für 12 Tage eingeplant.

Abb. 33: Energiezelle Fronius; Funktionsschema; www.fronius.com

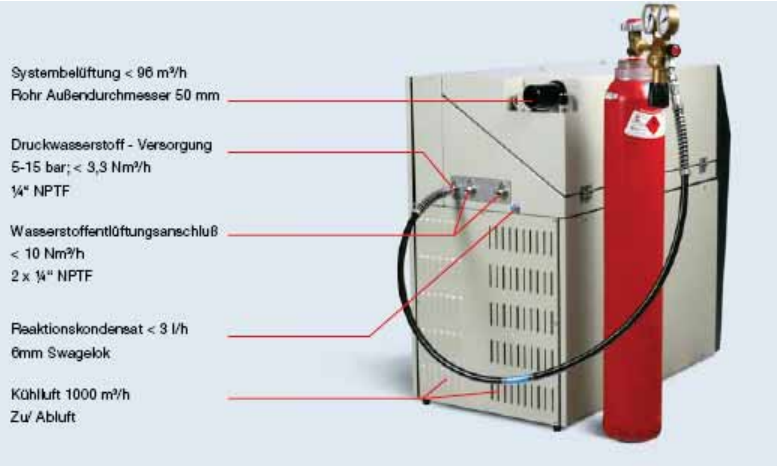
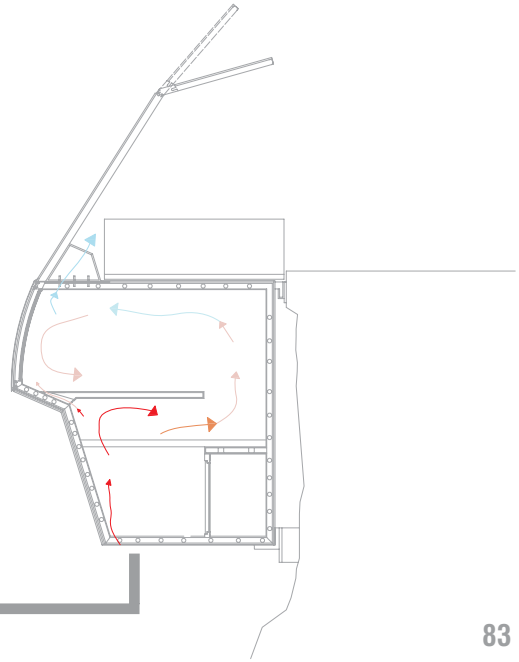


Abb. 34: Energiezelle Fronius; Datenblatt; www.fronius.com

Da es sich in der Arbeit um ein kleines Bauvolumen handelt, wurde auf natürliche Belüftung gesetzt die zusätzlich kontrolliert erfolgen kann. In der Wohneinheit ist Querlüftung möglich und die abgerundete Beschaffenheit trägt zur Luftzirkulation bei.
Für die kälteren Jahreszeiten wurde zusätzlich ein Luftkollektor in die Fassade eingeplant. Dieser besteht aus einem Komplettsystem, mit dem kleinere Räume vollautomatisch beheizt werden können. Mit einer Kollektorfläche von 0,5m² lassen sich bis zu 30m² erwärmen. Dies entspricht ungefähr den Bedingungen, die das Modul vorgibt.
Man entschied sich für diese Art von Kollektoren, da diese im Gegensatz zu den herkömmlichen Solarwärmeanlagen bereits bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen arbeiten. Die Temperatur im Kollektor muss nämlich lediglich über der Lufttemperatur in dem zu erwärmenden Raum liegen. Deshalb sind die solaren Lufterhitzer selbst bei geringer Einstrahlung energetisch wirksam und können sehr effizient sein. Darüber hinaus trägt auch die solare Bauweise zur Erwärmung des Cliffhangers bei.
Sollte der Luftkollektor ausfallen, ist es möglich die Einheit durch einen neuartigen Heizkörper aus Glas zu beheizen. Dieser funktioniert mit traditioneller Stromversorgung und kann problemlos an der Wand befestigt werden. Dieses Heizpaneel, „Thermoglance“ © genannt, erreicht eine Oberflächentemperatur von 75°C wobei eine Wärmeabgabe von bis zu 70% Strahlung und nur 30% Konvektion erfolgt. Gegenüber normalen Heizkörpern ist diese Wärmeverteilung homogen und verteilt sich gleichmäßig ins Umfeld. Die Heizleistung beträgt nahezu 100%.

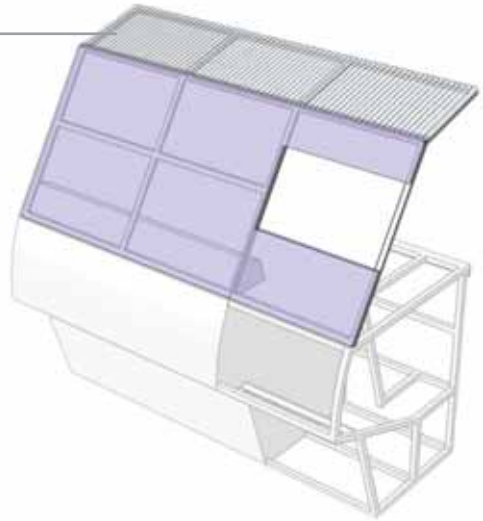
Abb. 35: Luftkollektor Solarventi; Preisliste 2008-01

Abb. 36: Thermoglance Heizkörper; www.thermoglance.com



Im Energiebogen wurden weiters Vakuum – Röhrenkollektoren eingebaut. Diese werden zur Erhitzung von Wasser benötigt und können je nach Jahreszeit und Einfallswinkel der Sonne in die optimale Schräglage gebracht werden. Die besonders hohen Wirkungsgrade, sowie die einfache Austauschart bei Defekten Rohren sprach für den Einsatz solcher. In Brauchwasseranlagen sind zudem höhere Erträge zu erzielen als bei Flachkollektoren.
Bei Schlechtwetter oder geringen Erträgen wurde ein zusätzlicher dezentraler „Nachhitzer“ eingeplant, der im Bedarfsfall mit Strom aus der Brennstoffzelle betrieben wird.
Der Warmwasserspeicher wurde mit 350l vorgesehen, der Nachhitzer mit einem Wassergehalt von 150l. Die Kollektoren Fläche hingegen beträgt 14,5m^2 und ist für einen autarken 2-Personen Haushalt ausreichend dimensioniert.

Abb. 37: Vakuum - Röhrenkollektoren; http://www.bohn-haustechnik.de/images/Solar_KleinH_2.jpg



Eines der größten Problemstellungen bei mobilen Bauten bilden die Abfälle, im Besonderen die Abwassersituation. Während der Recherchen wurde ein System gesucht, das Platz sparend ist, wenig Energie verbraucht und eine nachhaltige Lösung zur Abwasserklärung bietet. Außerdem war es wichtig, das geklärte Wasser als Brauchwasser für WC – Spülung und Waschmaschine wieder verwenden zu können. Somit musste das eingesetzte System hohen Reinigungsvorschriften entsprechen und einen niederen Kalkgehalt aufweisen.
In dieser Arbeit entschied man sich für ein Reinigungsverfahren von Aqua-Biomant ®. Dieses integriert einen zweistufigen Kreislaufprozess aus Biofiltration und Oxidationsverfahren mittels Diamantenelektroden. Von zentraler Wichtigkeit ist, dass bei diesen Prozessen keine organische Verschmutzung entsteht, da Bakterien und Mikroorganismen diese eliminieren. Somit sind keine aufwändigen Wartungen von Nöten um den geklärten Schlamm abzutransportieren.
Der Stromverbrauch dieses Verfahrens liegt bei 2-5kWh/m^3 und ist somit mit anderen System verglichen, eine durchaus stromsparende Variante.
Die Anlagen selbst werden in verschiedenen Größen Angeboten und benötigen in Relation zu anderen Anlagen bis zu 80% weniger Platz, - ein weiterer Grund, wenn man die geringen Platzverhältnisse im Cliffhanger berücksichtigt.

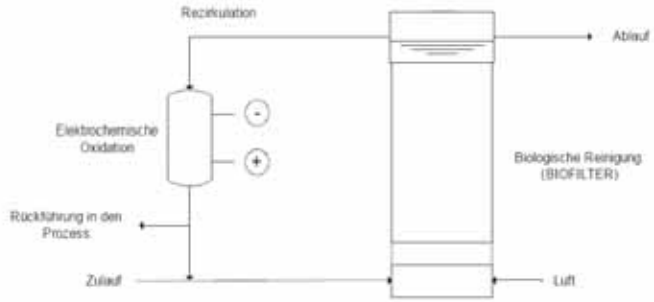


Abb. 38: Grundfliesbild des Aqua Biomant - Verfahrens; http://www.aquabiotec.com/pdf/AQUA-BIOMANT_D.pdf

Die Müllentsorgung erfolgt auf traditionelle Weise. Die Bewohner der Cliffhanger haben die Möglichkeit Biomüll und Restmüll zu trennen. Der Biomüll wird in dafür vorgesehene Kleincontainer gegeben, die mehrmals die Woche entleert werden. Das Szenario der Müllentsorgung entspricht dem der urbanen Situation, da die Diplomarbeit von einer größeren Anzahl von Cliffhanger-Siedlungen ausgeht.

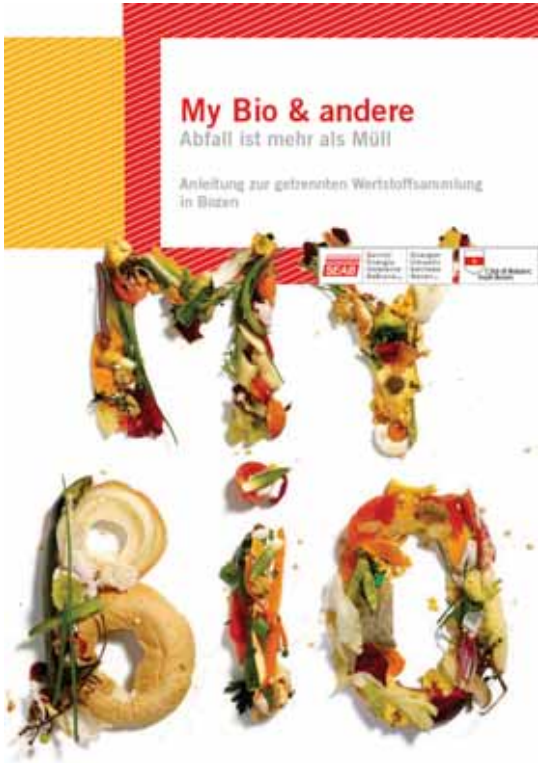


Abb. 39: My Bio - Logo; Gemeinde Bozen / SEAB

Der Cliffhanger bietet ein geschlossenes Reinigungssystem, das sich im Technikraum befindet. Aufgrund des stark eingeschränkten Raumes in der Wohneinheit, wurde auf eine zentrale Staubsauganlage gesetzt. Dabei sollte aber ein gewisser Hygienestandard erhalten bleiben. Man entschied sich für ein patentiertes System der Firma NEXUS AG PLC. Diese haben ein
Komplettsystem entwickelt, das ohne Beutel und Filter auskommt. Dieses so genannte Zyklonsystem des Husky H2O © trennt die Luft von Staub und Verschmutzung sofort bei der Absaugung. Wasser wird bei der Staubzufuhr zur Partikelbindung eingespritzt und transportiert alles automatisch in den Abfluss. Der Abfluss mündet dann direkt in den Biofilter.
Somit wird bei diesem System staub gesaugt, gewischt und zugleich getrocknet. Auch verfügt der Husky H2O über eine Wärmerückgewinnungsanlage, die die abgesaugte Luft, keimfrei und gefiltert in den Wohnraum zurückführt.
Zu beanstanden wäre der Hohe Energieverbrauch solcher Anlagen, die jedoch aufgrund der größe des Wohnobjektes eher gering ausfallen würden. Außerdem sprechen die Kompakte Anlage und die Sauberkeitsbedingungen für einen Einsatz.
In der Wohneinheit wurden 2 Andockstellen für die Schläuche eingeplant, wobei sich eine im unteren und eine im oberen Teil des Moduls befinden.

Abb. 40:Husky H2O; Datenblatt; www.zentralstaubsauger24.de

Im Laufe der Planung und Ausführung des Moduls, wurde die Notwendigkeit eines separaten autonomen Systems zur Energiebereitstellung erkannt. Dieses sollte parallel zum bestehenden Energiesystem installiert werden und bei Bedarf dessen Eigenschaften übernehmen. Hierbei wurde vor allem eine nachhaltige und möglichst kompakte sowie billige Lösung gesucht. In anbetracht der aktuellen Biomüllverwertungsanlage in Bozen, lag ein Direktmethanol-Brennstoffzellen-System nahe. Dieses wandelt Methanol als Brennstoff in elektrische Energie um, ist unter den gegebenen Umständen umweltfreundlich und eignet sich durch seine geringen Abmessungen für einen mobilen Einsatz.
Bei diesem System wurde an folgendes Szenario gedacht:
Beim Modul das zum Einsatz kommt, handelt es sich um einen Sabik DMFC 1600 ®, der vor allem in der Schifffahrt seinen Einsatz findet. Dieses wurde eigens für autonome Anlagen mit bis zu einer Leistung von 1600 Watt konzipiert. Der Treibstoff selbst wird aus regenerativen Methanol aus Biomasse gewonnen. Zurzeit gibt es in der Gemeinde Bozen ein Pilotprojekt, das eine Biomüllverwertung in einer dafür vorgesehenen Anlage vorsieht. Demnach könnte der entsorgte Biomüll der Cliffhanger – Anlage, dieser wieder als Flüssigmethanol zukommen und somit den Kreislauf schließen.
Da nur geringe Mengen im Notfall (bei Ausfall der übrigen Geräte) ausreichend sind, würde ein solches Szenario den realen Bedingungen sehr nahe kommen. Darüber hinaus, ginge man der Problematik der „Biofuel´s“ aus dem Weg, die bekanntlich keine nachhaltigen Lösungen mehr bieten.
Als Back-up System würde eine Brennstoffzelle mit einer Kapazität von 20l Methanol ausreichen. Das würde einer energetischen Überbrückung von 14 Tagen entsprechen, wobei nach Bedarf der Tank weiter aufgefüllt werden kann.

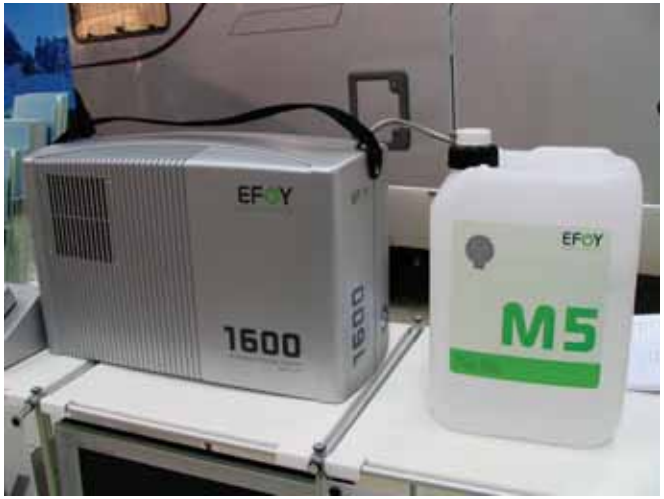
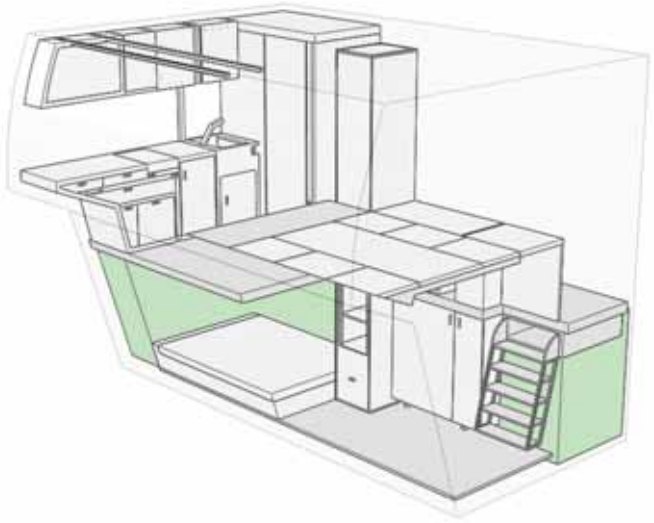
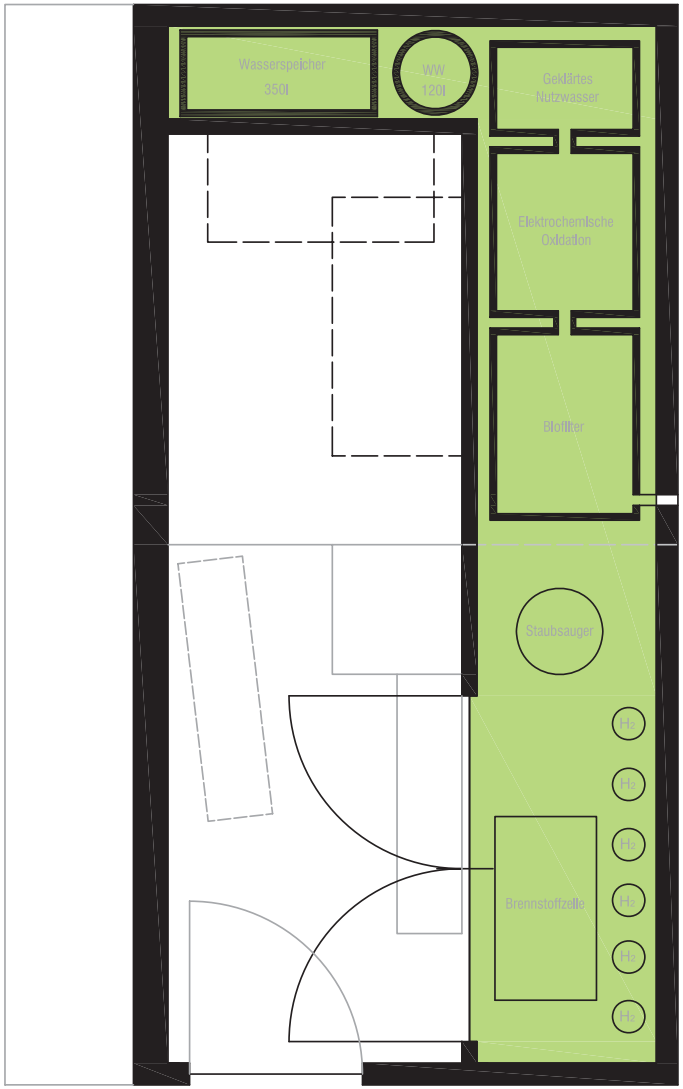


Abb. 41:Methanol Brennstoffzelle von Sabik; EFOY 1600; www.sabik.fi

Aufgrund der zahlreichen technischen Installationen, bedurfte es einer großen Raumfläche. Diese wurde so angeordnet, dass ein Wartungszugang möglich ist, jedoch vollkommen vom Wohnbereich abgeschottet ist. Durch Klappen und Öffnungen erreicht man den Technikraum, die einerseits den Zugang ermöglichen und andererseits Schall- und Luftgedämmt sich vom Wohnraum abtrennen.
Des weiteren teilt sich der Technikraum wie folgt auf:





SIMULATION, DATEN & SCHAUBILDER

Die Berechnungen im PHPP wurden mithilfe des TIS Innovation Park und Herrn Dr. Peterpaul Hofer aufgestellt. Folgende Simulationen wurden durchgeführt:

Klimatische Daten
U-Werte
Wärmeverluste gegen Erdreich
Flächenermittlungen
Reduktionsfaktor solare Einstrahlung
Berechnung von Verschattungsfaktoren
Lüftungsdaten (Werte wurden angenommen)
Energiekennwert Heizwärme
Heizwärmelast
Sommerfall
Solare Warmwasserbereitung
Strombedarf
PV-Simulation

Objekt:	Bolzanos Cliffhanger
Standort und Klima:	I - Bolzano
Straße:	Landesstraße nach Jenesien
PLZ/Ort:	39100 Bozen/Bolzano
Land:	Italien
Objekt-Typ:	Bolzanos Cliffhanger (mobile Wohneinheit)

Klimadaten Bozen	
Meereshöhe	262m
Klimazone	E
Heiztage	183
Heizgradtage	2791
Durchschnittstemperatur	11,8°
Maximale Durchschnittstemperatur	18,2°
Minimale Durchschnittstemperatur	5,2°
Durchschnittliche Niederschläge	710mm
Durchschnittliche Regentage	78
Durchschnittliche Sonnenstunden	5,2
Maximaler Sonneneinstrahlungswinkel (Sommer)	75°
Maximaler Sonneneinstrahlungswinkel (Winter)	21°

Quellen: Autonome Provinz Bozen / Abteilung für Wasser und Energie [Energeieinsparung] Klimadaten der Gemeinden in Südtirol; 2007; S.1

Baujahr:			
Zahl WE:	1		
Umbautes Volumen V_e:	60,1	m³	
Personenzahl:	2,0		
Innentemperatur:	20,0	°C	
Interne Wärmequellen:	2,1	W/m²	

Personenzahl projektiert: 2 Projektierung

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche

Energiebezugsfläche: 19,3 m²

	Verwendet:	Jahresverfahren	PH-Zertifikat:	Erfüllt?
Energiekennwert Heizwärme:	14	kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	ja
Drucktest-Ergebnis:	0,3	h⁻¹	0,6 h⁻¹	ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	250	kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a)	nein
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	56	kWh/(m²a)		
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:	280	kWh/(m²a)		
Heizlast:	14	W/m²		
Übertemperaturhäufigkeit:	17	%	über 25 °C	
Energiekennwert Nutzkälte:		kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	
Kühllast:	4	W/m²		

Nachweis: Jahresverfahren

Energiekennwert Heizwärme Jahresverfahren	14,1
Energiekennwert Heizwärme Monatsverfahren	14,4

Kennwert mit Bezug auf Nutzfläche nach EnEV

Nutzfläche nach EnEV: 19,2 m²

			Anforderung:	Erfüllt?
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	56	kWh/(m²a)	40 kWh/(m²a)	nein

U - LISTE

Zusammenstellung der im Blatt U-Werte berechneten Aufbauten und weiterer Aufbauten aus Datenbanken.

	TYP		
Aufbau Nr.	Aufbau-Bezeichnung	Gesamt-dicke	U-Wert
		m	W/(m²K)
1	Transparente Wärmedämmung	0,070	0,25
2	Boden	0,155	0,06
3	Außenwände	0,155	0,06
4	Dach	0,155	0,06

Hilfsmittel: Äquivalente Wärmeleitfähigkeit ruhender Luftschichten

Dicke der Luftschicht	80	mm			λ
Richtung des Wärmestroms	x	Aufwärts	h_u	1,25 W/(m²K)	0,434 W/(mK)
(nur ein Feld ankreuzen)		Horizontal	h_h	4,17 W/(m²K)	
		Abwärts			

1 Transparente Wärmedämmung

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²K/W] innen R_{si}: 0,13; außen R_{se}: 0,04

	Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite Dicke [mm]
1.	Nanogel	0,018					70
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							

Flächenanteil Teilfläche 2 | Flächenanteil Teilfläche 3 | Summe: 7,0 cm

U-Wert: 0,246 W/(m²K)

2 Boden

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²K/W] innen R_{si}: 0,17; außen R_{se}: 0,17

	Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite Dicke [mm]
1.	Gips mit PCM	0,180					15
2.	Stahlkonst. + Luft	0,136					80
3.	VIP	0,004					60
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							

Flächenanteil Teilfläche 2 | Flächenanteil Teilfläche 3 | Summe: 15,5 cm

U-Wert: 0,062 W/(m²K)

3 Außenwände

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²K/W] innen R_{si}: 0,13; außen R_{se}: 0,04

	Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite Dicke [mm]
1.	Gips mit PCM	0,180					15
2.	Stahlkonst. + Luft	0,136					80
3.	VIP	0,004					60
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							

Flächenanteil Teilfläche 2 | Flächenanteil Teilfläche 3 | Summe: 15,5 cm

U-Wert: 0,063 W/(m²K)

4 Dach

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²K/W] innen R_{si}: 0,10; außen R_{se}: 0,04

	Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite Dicke [mm]
1.	Gips mit PCM	0,180					15
2.	Stahlkonst. + Luft	0,136					80
3.	VIP	0,004					60
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							

Flächenanteil Teilfläche 2 | Flächenanteil Teilfläche 3 | Summe: 15,5 cm

U-Wert: 0,063 W/(m²K)

WÄRMEVERLUSTE GEGEN ERDREICH

Eigenschaften des Erdreichs			
Wärmeleitfähigkeit	λ	2,0	W/(mK)
Wärmekapazität	ρc	2,0	MJ/(m³K)
periodische Eindringtiefe	δ	3,17	m

Klimadaten			
mittl. Innentemperatur Winter	T_i	20,0	°C
mittl. Innentemperatur Sommer	T_i	25,0	°C
mittl. Erdoberflächentemp.	$T_{e,m}$	13,1	°C
Amplitude von $T_{e,m}$	$T_{e,\wedge}$	10,9	°C
Länge der Heizperiode	n	6,7	Monate
Heizgradstunden außen	G_t	68,1	kKh/a

Gebäudedaten				U-Wert Bodenplatte	U_f	0,117	W/(m²K)
Fläche Bodenplatte	A	12,2	m²	Wärmebrücken Bodenplatte	Ψ_B*l	0,00	W/K
Umfang Bodenplatte	P	14,9	m	U-Wert Bodenplatte incl. WB	U_f'	0,117	W/(m²K)
charakt. Bodenplattenmaß	B'	1,64	m	wirksame Dicke des Bodens	d_t	17,1	m

Art der Bodenplatte (nur ein Feld ankreuzen)

	Beheizter Keller oder Bodenplatte im Erdreich		Unbeheizter Keller
	Bodenplatte auf Erdreich	x	Aufgeständerte Bodenplatte

Bei Unterkellerung oder Bodenplatte im Erdreich

Tiefe Keller	z		m	U Kellerwand unterirdisch	U_{wK}		W/(m²K)
Zusätzlich bei unbeheiztem Keller				Höhe Kellerwand oberirdisch	h		m
Luftwechsel im unbeh. Keller	n	0,20	h^{-1}	U Kellerwand oberirdisch	U_W	0,246	W/(m²K)
Kellervolumen	V		m³	U-Wert Kellerboden	U_{fK}		W/(m²K)

Bei Randdämmung für Bodenplatte auf Erdreich			
Breite/Tiefe Randdämmung	D		m
Dicke Randdämmung	d_n		m
Wärmeleitfähigkeit Randdämmung	λ_n		W/(mK)
Lage Randdämmung	waagerecht		
(nur ein Feld ankreuzen)	senkrecht		

Bei aufgeständerter Bodenplatte			
U-Wert Hohlraumboden	U_{Hohl}		W/(m²K)
Höhe Hohlraumwand	h		m
U-Wert Hohlraumwand	U_W		W/(m²K)
Fläche Lüftungsöffnungen	εP		m²
Windgeschw. in 10 m Höhe	v	4,0	m/s
Windabschirmungsfaktor	f_W	0,05	-

Zusätzlicher Wärmebrückenverlust am Perimeter				stationärer Anteil	$\Psi_{P,stat}$*l	0,000	W/K
Phasenverschiebung	β		Monate	harmonischer Anteil	$\Psi_{P,harm}$*l	0,000	W/K

Grundwasser-Korrektur							
Tiefe Grundwasserspiegel	z_w	3,0	m	Leitwert erdb. Bauteile (ohne Erdreich)	L_{reg}	0,00	W/K
Fließgeschwindigkeit	q_w	0,05	m/d	relativer Dämmstandard	d_t/B'		-
				relative Grundwassertiefe	z_w/B'	1,83	-
Korrekturfaktor Grundwasser	G_w		-	relative Grundwassergeschwindigkeit	l/B'	0,50	-

Zusammenstellung

Gruppe Nr.	Flächengruppe	Temperaturzone	Fläche	Einheit	Bemerkung		Bauteil-Übersicht	U-Mittel-Wert [W/(m²K)]
1	**Energiebezugsfläche**		**19,30**	m²	*Wohnfläche nach WoflV bzw. Nutzfläche nach DIN 277 innerhalb der thermischen Hülle*			
2	**Fenster Nord**	**A**	**0,00**	m²	Ergebnisse kommen aus dem Blatt "Fenster"		**Fenster Nord**	
3	**Fenster Ost**	**A**	**3,20**	m²			**Fenster Ost**	**0,544**
4	**Fenster Süd**	**A**	**4,21**	m²			**Fenster Süd**	**0,734**
5	**Fenster West**	**A**	**0,00**	m²			**Fenster West**	
6	**Fenster horizontal**	**A**	**0,00**	m²			**Fenster horizontal**	
7	**Außentür**	**A**	**0,00**	m²	*Fläche der Außentür bitte selbst im entsprechenden Bauteil abziehen*		**Außentür**	
8	**Außenwand Außenluft**	**A**	**37,48**	m²	*Fensterflächen werden bei den Einzelflächen abgezogen, die im Blatt "Fenster" angegeben sind.*		**Außenwand Außenluft**	**0,063**
9	**Außenwand Erdreich**	**B**	**19,00**	m²	*Temperaturzone "A" ist Außenluft*		**Außenwand Erdreich**	**0,063**
10	**Dach/Decken Außenluft**	**A**	**17,10**	m²	*Temperaturzone "B" ist Erdreich*		**Dach/Decken Außenluft**	**0,063**
11	**Bodenplatte**	**B**	**12,20**	m²			**Bodenplatte**	**0,062**
12			**0,00**	m²	*Temperaturzone "A", "B","P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"*			
13			**0,00**	m²	*Temperaturzone "A", "B","P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"*	Faktor zu X		
14		**X**	**0,00**	m²	*Temperaturzone "X": Bitte Temperaturgewichtfaktor hier selbst eingeben (0 < f_t < 1):*	75%		
							WBV - Übersicht	**Ψ [W/(mK)]**
15	**Wärmebrücken Außenluft**	**A**	**0,00**	m	*Einheit in lfm*		**Wärmebrücken Außenluft**	
16	**Wärmebrücken Perimeter**	**P**	**0,00**	m	*Einheit in lfm; Temperaturzone "P" ist Perimeter (siehe Erdreichblatt)*		**Wärmebrücken Perimeter**	
17	**Wärmebrücken Bodenplatte**	**B**	**0,00**	m	*Einheit in lfm*		**Wärmebrücken Bodenplatte**	
18	**Wand zum Nachbarn**	**I**	**0,00**	m²	*kein Wärmeverlust, nur für die Heizlastauslegung berücksichtigen*		**Wand zum Nachbarn**	
Summe thermische Hülle			**93,19**	**m²**			**Mittel thermische Hülle**	**0,110**

Flächeneingabe

Fläche Nr.	Bauteil Bezeichnung	zu Gruppe Nr.	Zuordnung zu Gruppe	Anzahl	x (	a [m]	x	b [m]	+	Eigene Ermittlung [m²]	-	eigener Abzug [m²]	-	Abzug Fenster [m²]	) =	Fläche [m²]	Auswahl des zugehörigen Bauteilaufbaus	Nr.	U-Wert [W/(m²K)]
	Energiebezugsfläche	1	Energiebezugsfläche	1	x (		x		+	19,30	-				) =	19,3			
	Fenster Nord	2	Fenster Nord													0,0	Wert aus Fensterblatt		0,000
	Fenster Ost	3	Fenster Ost													3,2	Wert aus Fensterblatt		0,544
	Fenster Süd	4	Fenster Süd													4,2	Wert aus Fensterblatt		0,734
	Fenster West	5	Fenster West													0,0	Wert aus Fensterblatt		0,000
	Fenster horizontal	6	Fenster horizontal													0,0	Wert aus Fensterblatt		0,000
	Außentür	7	Außentür		x (		x		+		-		) -		=		U-Wert Außentür		
1	Außenwand Süd	8	Außenwand Außenluft	1	x (	4,17	x	5,00	+		-		) -	4,2	=	16,6	Außenwände	3	0,063
2	Außenwand Nord	9	Außenwand Erdreich	1	x (	3,80	x	5,00	+		-		) -	0,0	=	19,0	Außenwände	3	0,063
3	Außenwand West-Ost	8	Außenwand Außenluft	2	x (		x		+	12,02	-		) -	3,2	=	20,8	Außenwände	3	0,063
4	Dach	10	Dach/Decken Außenluft	1	x (	3,42	x	5,00	+		-		) -	0,0	=	17,1	Dach	4	0,063
5	Bodenfläche	11	Bodenplatte	1	x (	2,44	x	5,00	+		-		) -	0,0	=	12,2	Boden	2	0,062

REDUKTIONSFAKTOR SOLARE EINSTRAHLUNG, FENSTER-U-WERT

Objekt: Bolzanos Cliffhanger

Heizwärme: 14 kWh/(m²a)

Heizgradstunden: 68,1

Klima: I - Bolzano

Ausrichtung der Fensterfläche	Global-strahlung (Haupt richtungen)	Verschat-tung	Ver-schmut-zung	nicht-senkrech-ter Strahlungs-einfall	Vergla-sungs-anteil	g-Wert	Abminderungs-faktor solare Einstrahlung	Fenster-Fläche	Fenster-U-Wert	Vergla-sungs-Fläche	mittlere Global-strahlung	Transmissions-verluste	Wärme-angebot Solarstrah-lung
maximal:	kWh/(m²a)	0,75	0,95	0,85				m²	W/(m²K)	m²	kWh/(m²a)	kWh/a	kWh/a
Nord	112	0,75	0,95	0,85	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	112	0	0
Ost	295	0,00	0,95	0,85	0,560	0,25	0,00	3,20	0,54	1,8	295	119	0
Süd	596	0,57	0,95	0,85	0,532	0,54	0,24	4,21	0,73	2,2	548	211	304
West	280	0,75	0,95	0,85	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	280	0	0
Horizontal	437	0,75	0,95	0,85	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	437	0	0
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,41	0,14	7,41	0,65	4,0		329	304

					Rohbaumaße Fenster		eingebaut		Verglasung		Rahmen		g-Wert	U-Werte		Rahmenmaße				Einbau				Ψ-Werte		Ergebnisse			
An-zahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrich-tung	Neigung gegen die Horizontale	Orientie-rung	Breite	Höhe	in Fläche im Flächenblatt	Nr	Auswahl Verglasung aus FenTyp	Nr	Auswahl Rahmen aus FenTyp	Nr	senkr. Einstrah-lung	Vergla-sung	Rahmen	Breite links	Breite rechts	Breite unten	Breite oben	links 1/0	rechts 1/0	unten 1/0	oben 1/0	$\Psi_{Glasrand}$	Ψ_{Einbau}	Fenster-fläche	Vergla-sungs-fläche	U-Wert Fenster	Glas-anteil je Fenster
		Grad	Grad		m	m	auswählen:		auswählen:		auswählen:		-	W/(m²K)	W/(m²K)	m	m	m	m					W/(mK)	W/(mK)	m²	m²	W/(m²K)	%
2	VIG-oben	180	106	Süd	0,800	1,370	Außenwand Süd	1	VIG	1	Rahmen_VIG	1	0,54	0,45	0,70	0,09	0,09	0,09	0,09	1	0	1	1	0,030	0,040	2,2	1,48	0,74	0,67
2	VIG-unten	180	73	Süd	1,800	0,560	Außenwand Süd	1	VIG	1	normal-PU-auf-H	2	0,54	0,45	0,59	0,14	0,14	0,18	0,14	1	0	1	1	0,049	0,005	2,0	0,77	0,73	0,38
2	Nanogeltür	90	90	Ost	0,800	2,000	Außenwand Wes	3	Nanogeltür	2	normal-PU-auf-H	2	0,25	0,25	0,59	0,14	0,14	0,18	0,14	1	0	1	1	0,049	0,005	3,2	1,79	0,54	0,56

BERECHNUNG VON VERSCHATTUNGSFAKTOREN

Orien-tierung	Verglasungs-fläche m²	Abminderungs-faktor r_V
Nord	0,00	100%
Ost	1,79	0%
Süd	2,24	57%
West	0,00	100%
Horizontal	0,00	100%

Orientierung	Breite der Verglasung	Höhe der Verglasung	Verglasungs-fläche	Höhe des Verschattungs-objekts	Horizontal-entfernung	Laibungstiefe	Abstand des Verglasungs-rands zur Laibung	Tiefe des Überstands	Abstand des oberen Vergla-sungsrands zum Überstand	zusätzlicher Abminderungs-faktor Verschattung	Abminderungs-faktor Verschattung Horizont	Abminderungs-faktor Verschattung Laibung	Abminderungs-faktor Verschattung Überstand	Abminderungs-faktor Verschattung Gesamt
	m	m		m	m	m	m	m	m	%	%	%	%	%
	b_F	h_F	A_F	h_{Hori}	a_{Hori}	$ü_{Laib}$	a_{Laib}	$ü_{oben}$	a_{oben}	r_{so}	r_H	r_L	$r_ü$	r_V
Süd	0,62	1,19	1,5	3,80	5,46	0,06	0,030	0,05	0,08		54%	96%	99%	51%
Süd	1,53	0,25	0,8	2,25	5,46	0,04	0,030	0,70	0,73		78%	99%	88%	68%
Ost	0,53	1,69	1,8	0,00	0,00	0,04	0,030	0,08	0,11			94%	98%	

VERGLASUNGSTYP NACH ZERTIFIKAT

zu den Rahmen ab Zeile: 71

	TYP		
Aufbau Nr.	Verglasung	g-Wert	U_g-Wert
			W/(m²K)
1	VIG	0,540	0,450
2	Nanogeltür	0,250	0,246

RAHMENTYP NACH ZERTIFIKAT

zu den Verglasungen ab Zeile: 2

	TYP	U_f-Wert	Rahmenmaße				Wärmebr.	Wärmebr.
Aufbau Nr.	Rahmen	Rahmen	Breite links	Breite rechts	Breite unten	Breite oben	$\Psi_{Glasrand}$	Ψ_{Einbau}
		W/(m²K)	m	m	m	m	W/(mK)	W/(mK)
1	Rahmen_VIG	0,70	0,090	0,090	0,090	0,090	0,030	0,040
2	normal-PU-auf-Holz	0,59	0,135	0,135	0,175	0,135	0,049	0,005

LÜFTUNGSDATEN

Objekt: Bolzanos Cliffhanger

Energiebezugsfläche A_{EB}	m²	19	*(Blatt Flächen)*
Raumhöhe h	m	3,6	*(Blatt Heizwärme)*
Raumluftvolumen Lüftung (A_{EB}*h) = V_L	m³	69	*(Blatt Heizwärme)*

Auslegung Lüftungsanlage Standard-Betriebsart

Personenbelegung	m²/P	10				
Anzahl Personen	P	2,0				
Frischluft pro Person	m³/(P*h)	30				
Frischluftbedarf	m³/h	**60**				
Ablufträume		Küche	Bad	Dusche	WC	
Anzahl		1	1	0	0	
Abluftbedarf pro Raum	m³/h	60	40	20	20	
Abluftbedarf gesamt	m³/h	**100**				

Auslegungsvolumenstrom (Maximum) m³/h: 100

Berechnung des mittleren Luftwechsels

Betriebsarten	tägl. Betriebszeiten h/d	Faktoren bezügl. Maximum	Luftvolumenstrom m³/h	Luftwechsel 1/h
Maximum		1,00	100	1,46
Standard	24,0	0,50	50	0,73
Grundlüftung		0,30	30	0,44
Minimum		0,20	20	0,29
			mittlerer Luftaustausch (m³/h)	mittlerer Luftwechsel (1/h)
x Wohngebäude		**Mittelwert** 0,50	**50**	**0,73**

Infiltrationsluftwechsel nach DIN EN 13790

Windschutz-Koeffizienten e und f gemäß EN 13790		
Koeffizient e für Abschirmungsklasse	mehrere Einwirkungsseiten	eine Einwirkungsseite
keine Abschirmung	0,10	0,03
mäßige Abschirmung	0,07	0,02
starke Abschirmung	0,04	0,01
Koeffizient f	15	20

			für Jahresbedarf:	für Heizlastfall:			
Windschutzkoeffizient e			0,01	**0,03**			
Windschutzkoeffizient f			20	**20**	Netto Luftvolumen für Drucktest V_{n50}	Luftdurchlässigkeit q_{50}	
Luftwechsel bei Drucktest	n_{50}	1/h	0,25	0,25	100 m³	0,27	m³/(hm²)

Art der Lüftungsanlage

			für Jahresbedarf:	für Heizlastfall:
x	Balancierte Passivhauslüftung	*bitte ankreuzen*		
	Reine Abluft			
Abluftüberschuss		1/h	0,00	0,00
Infiltrationsluftwechsel	$n_{L,Rest}$	1/h	**0,004**	**0,009**

Effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

x Gerät innerhalb der thermischen Hülle

Gerät außerhalb der thermischen Hülle

Wärmebereitstellungsgrad Gerät	η_{WRG}		0,83	Recovery Deluxe 250P - Schrag
Leitwert Außenluftkanal	Ψ	W/(mK)	0,000	Berechnung siehe Nebenrechnung
Länge des Außenluftkanals		m		
Leitwert Fortluftkanal	Ψ	W/(mK)	0,000	Berechnung siehe Nebenrechnung
Länge des Fortluftkanals		m		
Temperatur des Aufstellraumes (nur eintragen falls Gerät außerhalb der thermischen Hülle)		°C		

Innenraumtemperatur (°C)	20
mittl. Außentemp. Heizp. (°C)	6,1
mittl. Erdreichtemp. (°C)	13,1

Effektiver Wärmebereitstellungsgrad $\eta_{WRG,eff}$ **83,0%**

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Klima: I - Bolzano
Objekt: Bolzanos Cliffhanger
Standort:

Innentemperatur: 20,0 °C
Gebäudetyp/Nutzung: Bolzanos Cliffhanger (mobile Wohneinheit)
Energiebezugsfläche A_{EB}: 19,3 m²

	Bauteile	Temperaturzone	Fläche m²		U-Wert W/(m²K)		Temp.-faktor f_t		G_t kKh/a		kWh/a	pro m² Energie-bezugsfläche
1.	Außenwand Außenluft	A	37,5	*	0,063	*	1,00	*	68,1	=	161	
2.	Außenwand Erdreich	B	19,0	*	0,063	*	0,54	*	68,1	=	44	
3.	Dach/Decken Außenluft	A	17,1	*	0,063	*	1,00	*	68,1	=	74	
4.	Bodenplatte	B	12,2	*	0,062	*	0,54	*	68,1	=	28	
5.		A		*		*	1,00	*		=		
6.		A		*		*	1,00	*		=		
7.		X		*		*	0,75	*		=		
8.	Fenster	A	7,4	*	0,652	*	1,00	*	68,1	=	329	
9.	Außentür	A		*		*	1,00	*		=		
10.	Wbrücken außen (Länge/m)	A		*		*	1,00	*		=		
11.	Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P		*		*	0,54	*		=		
12.	Wbrücken Boden (Länge/m)	B		*		*	0,54	*		=		
	Summe aller Hüllflächen		93,2									kWh/(m²a)
Transmissionswärmeverluste Q_T										Summe	636	32,9

			A_{EB} m²		lichte Raumhöhe m		m³	
Lüftungsanlage:	wirksames Luftvolumen V_L		19,3	*	3,56	=	68,7	
effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung	η_{eff}	83%						
Wärmebereitstellungsgrad des Erdreichwärmeübertr.	$\eta_{EWÜ}$	0%						

	n_{L_Anlage} 1/h		Φ_{WRG}		n_{L_Rest} 1/h		1/h
energetisch wirksamer Luftwechsel n_L	0,728	(1	0,83	) +	0,004	=	0,127

	V_L m³		n_L 1/h		c_{Luft} Wh/(m³K)		G_t kKh/a		kWh/a	kWh/(m²a)
Lüftungswärmeverluste Q_L	69	*	0,127	*	0,33	*	68,1	=	197	10,2

	Q_T kWh/a		Q_L kWh/a		Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenend-absenkung		kWh/a	kWh/(m²a)
Summe Wärmeverluste Q_V	(636	+	197	)	1,0	=	832	43,1

	Ausrichtung der Fläche	Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster		g-Wert (senkr. Einstr.)		Fläche m²		Globalstr. Heizzeit kWh/(m²a)		kWh/a
1.	Nord	0,40	*	0,00	*	0,00	*	112	=	0
2.	Ost	0,40	*	0,25	*	3,20	*	295	=	94
3.	Süd	0,24	*	0,54	*	4,21	*	548	=	304
4.	West	0,40	*	0,00	*	0,00	*	280	=	0
5.	Horizontal	0,40	*	0,00	*	0,00	*	437	=	0
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S									Summe	398 kWh/(m²a) 20,6

	kh/d		Länge Heizzeit d/a		spezif. Leistung q_I W/m²		A_{EB} m²		kWh/a	kWh/(m²a)
Interne Wärmequellen Q_I	0,024	*	205	*	2,10	*	19,3	=	199	10,3

			kWh/a	kWh/(m²a)
Freie Wärme Q_F	$Q_S + Q_I$	=	597	30,9
Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	Q_F / Q_V	=	0,72	
Nutzungsgrad Wärmegewinne η_G	$(1 - (Q_F/Q_V)^5) / (1 - (Q_F/Q_V)^6)$	=	94%	
Wärmegewinne Q_G	$\eta_G * Q_F$	=	560	29,0
Heizwärmebedarf Q_H	$Q_V - Q_G$	=	273	14

HEIZWÄRMELAST

Objekt: Bolzanos Cliffhanger
Standort:

Gebäudetyp/Nutzung: Bolzanos Cliffhanger (mobile Wohneinheit)
Energiebezugsfläche A_{EB}: 19,3 m² Innentemperatur: 20 °C
Klima (Heizlast): I - Bolzano

	Auslegungstemperatur		Strahlung:	Nord	Ost	Süd	West	Horizontal	
Wetter 1:	-5,6	°C		15	15	25	15	25	W/m²
Wetter 2:	-1,0	°C		10	10	15	10	15	W/m²
Erdreichauslegungstemp.	9,9	°C							

	Bauteile	Temperaturzone	Fläche m²		U-Wert W/(m²K)		Faktor immer 1 (außer "X")		TempDiff 1 K		TempDiff 2 K		P_T 1 W		P_T 2 W
1.	Außenwand Außenluft	A	37,5	*	0,063	*	1,00	*	25,6	bzw.	21,0	=	61	bzw.	50
2.	Außenwand Erdreich	B	19,0	*	0,063	*	1,00	*	10,1	bzw.	10,1	=	12	bzw.	12
3.	Dach/Decken Außenluft	A	17,1	*	0,063	*	1,00	*	25,6	bzw.	21,0	=	28	bzw.	23
4.	Bodenplatte	B	12,2	*	0,062	*	1,00	*	10,1	bzw.	10,1	=	8	bzw.	8
5.		A		*		*	1,00	*	25,6	bzw.	21,0	=		bzw.	
6.		A		*		*	1,00	*	25,6	bzw.	21,0	=		bzw.	
7.		X		*		*	0,75	*	25,6	bzw.	21,0	=		bzw.	
8.	Fenster	A	7,4	*	0,652	*	1,00	*	25,6	bzw.	21,0	=	124	bzw.	101
9.	Außentür	A		*		*	1,00	*	25,6	bzw.	21,0	=		bzw.	
10.	Wbrücken außen (Länge/m)	A		*		*	1,00	*	25,6	bzw.	21,0	=		bzw.	
11.	Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P		*		*	1,00	*	10,1	bzw.	10,1	=		bzw.	
12.	Wbrücken Boden (Länge/m)	B		*		*	1,00	*	10,1	bzw.	10,1	=		bzw.	
13.	Haus/Wohnungstrennwand	I		*		*	1,00	*	3,0	bzw.	3,0	=		bzw.	

Transmissionswärmelast P_T

Summe = 232 bzw. 194

Lüftungsanlage:

	A_{EB} m²		lichte Raumhöhe m		m³
wirksames Luftvolumen V_L	19,3	*	3,56	=	69

					$\eta_{EWÜ}$ 1		$\eta_{EWÜ}$ 2
Wärmebereitstellungsgrad des Wärmeübertragers	η_{WRG} 83%	Wirkungsgrad des EWÜ		Wärmebereitstellungsgrad EWÜ	0%	bzw.	0%

	n_{L_Rest} (Heizlast) 1/h		n_{L_Anlage} 1/h		Φ_{WRG}		Φ_{WRG}		1/h		1/h
energetisch wirksamer Luftwechsel n	0,009	+	0,728	*(1-	0,83	bzw.	0,83	) =	0,133	bzw.	0,133

Lüftungswärmelast P_L

V_L m³		n_L 1/h		n_L 1/h		c_{Luft} Wh/(m³K)		TempDiff 1 K		TempDiff 2 K		P_L 1 W		P_L 2 W
68,7	*	0,133	bzw.	0,133	*	0,33	*	25,6	bzw.	21,0	=	77	bzw.	63

Summe Wärmelast P_V

	P_V 1 W		P_V 2 W
$P_T + P_L$ =	309	bzw.	257

	Ausrichtung der Fläche	Fläche m²		g-Wert (senkr. Einstrahlung)		Abminderungsfaktor (vgl. Blatt Fenster)		Strahlung 1 W/m²		Strahlung 2 W/m²		P_S 1 W		P_S 2 W
1.	Nord	0,0	*	0,0	*	0,4	*	15	bzw.	10	=	0	bzw.	0
2.	Ost	3,2	*	0,3	*	0,4	*	15	bzw.	10	=	5	bzw.	3
3.	Süd	4,2	*	0,5	*	0,2	*	22	bzw.	13	=	12	bzw.	7
4.	West	0,0	*	0,0	*	0,4	*	15	bzw.	10	=	0	bzw.	0
5.	Horizontal	0,0	*	0,0	*	0,4	*	25	bzw.	15	=	0	bzw.	0

Wärmeangebot Solarlast P_S

Summe = 17 bzw. 11

Interne Wärmelast P_I

spez. Leistung W/m²		A_{EB} m²		P_I 1 W		P_I 2 W
1,6	*	19	=	31	bzw.	31

Wärmegewinne P_G

	P_G 1 W		P_G 2 W
$P_S + P_I$ =	48	bzw.	41
$P_V - P_G$ =	261	bzw.	215

Heizwärmelast P_H = 261 W

wohnflächenspezifische Heizwärmelast P_H / A_{EB} = 13,5 W/m²

Eingabe max. Zulufttemperatur: 52 °C
Max. Zulufttemperatur $\vartheta_{zu,Max}$: 52 °C

Zulufttemperatur ohne Nachheizung $\vartheta_{zu,Min}$: 15,6 °C | 16,4 °C

zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist $P_{Zuluft,Max}$ = 600 W spezifisch: 31,1 W/m²

Über die Zuluft beheizbar? (ja/nein): ja

SOMMERFALL

Klima: I - Bolzano
Objekt: Bolzanos Cliffhanger
Standort:
spez. Kapazität: 204 Wh/K pro m² WFL
Übertemperaturgrenze: 25 °C

Innentemperatur: 20 °C
Gebäudetyp/Nutzung: Bolzanos Cliffhanger (mobile Wohneinheit)
Energiebezugsfläche A_{EB}: 19,3 m²

	Bauteile	Temperaturzone	Fläche m²		U-Wert W/(m²K)		Reduktionsfaktor $f_{T,Sommer}$		H_{Sommer} Wärmeleitwert
1.	Außenwand Außenluft	A	37,5	*	0,063	*	1,00	=	2,4
2.	Außenwand Erdreich	B	19,0	*	0,063	*	1,00	=	1,2
3.	Dach/Decken Außenluft	A	17,1	*	0,063	*	1,00	=	1,1
4.	Bodenplatte	B	12,2	*	0,062	*	1,00	=	0,8
5.		A		*		*	1,00	=	
6.		A		*		*	1,00	=	
7.		X		*		*	0,75	=	
8.	Fenster	A	7,4	*	0,652	*	1,00	=	4,8
9.	Außentür	A		*		*	1,00	=	
10.	Wbrücken außen (Länge/m)	A		*		*	1,00	=	
11.	Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P		*		*	1,00	=	
12.	Wbrücken Boden (Länge/m)	B		*		*	1,00	=	

Transmissionsleitwert außen $H_{T,e}$ 8,3 W/K
Transmissionsleitwert Erdreich $H_{T,g}$ 2,0 W/K

Wärmebereitstellungsgrad Wärmerückgewinnung η_{WRG} 83%
Wirkungsgrad Erdreichwärmeübertrager $\eta_{EWÜ}$ 0%

wirksames Luftvolumen V_L: A_{EB} 19,3 m² * lichte Raumhöhe 3,56 m = 69 m³

Lüftung Sommer

kontinuierliche Lüftung zur Sicherstellung ausreichender Luftqualität

Luftwechsel durch freie Lüftung (Fenster & Fugen) oder mechanische Abluft, Sommer: 1/h

Anlagenluftwechsel Sommer: 1/h ☐ mit WRG (ggf. ankreuzen)

energetisch wirksamer Luftwechsel n_L: $n_{L,frei}$ 0,000 + $n_{L,Anlage}$ 0,000 * (1 - Φ_{WRG} 0,000) + $n_{L,Rest}$ 0,004 = 0,004 1/h

Lüftungsleitwert außen $H_{V,e}$: V_L 69 m³ * $n_{L,äqui\ Anteil}$ 0,004 1/h * c_{Luft} 0,33 Wh/(m³K) = 0,1 W/K
Lüftungsleitwert Erdreich $H_{V,g}$: 69 * 0,000 * 0,33 = 0,0 W/K

Zusätzliche Sommerlüftung zur Auskühlung

Temperaturamplitude Sommer: 9,5 K

ankreuzen: x nächtliche Fensterlüftung, manuell
☐ mechanische, automatisch geregelte Lüftung

zugehöriger Luftwechsel: 1/h
(für Fensterlüftung: bei 1 K Temperaturdifferenz innen - außen)

minimal zulässige Innentemperatur: 22,0 °C

	Ausrichtung der Fläche	Winkelfaktor Sommer		Versch.-faktor Sommer		Verschmutzung		g-Wert (senkr. Einstr.)		Fläche m²		Verglasungsanteil		Apertur m²
1.	Nord	0,9	*	1,00	*	0,95	*	0,00	*	0,0	*	0%	=	0,0
2.	Ost	0,9	*	0,00	*	0,95	*	0,25	*	3,2	*	56%	=	0,0
3.	Süd	0,9	*	0,14	*	0,95	*	0,54	*	4,2	*	53%	=	0,1
4.	West	0,9	*	1,00	*	0,95	*	0,00	*	0,0	*	0%	=	0,0
5.	Horizontal	0,9	*	1,00	*	0,95	*	0,00	*	0,0	*	0%	=	0,0
6.	Summe opake Flächen													0,0

Solarapertur Summe 0,1 m²/m² 0,01

Innere Wärmequellen Q_i: spezif. Leistung q_i 2,10 W/m² * A_{EB} 19 m² = 41 W 2,1 W/m²

Übertemperaturhäufigkeit $h_{\vartheta \geq \vartheta max}$ **17,5%** **bei der Übertemperaturgrenze ϑ_{max} = 25 °C**

Wenn die "Häufigkeit über 25°C" 10% überschreitet, sind zusätzliche Maßnahmen zum Schutz vor Sommerhitze erforderlich.

SOLARE WARMWASSERBEREITUNG

Objekt:	Bolzanos Cliffhanger	Gebäudetyp/Nutzung:	Bolzanos Cliffhanger (mobile Wohneinheit)
Standort:		Energiebezugsfläche A_{ES}:	19,3 m²

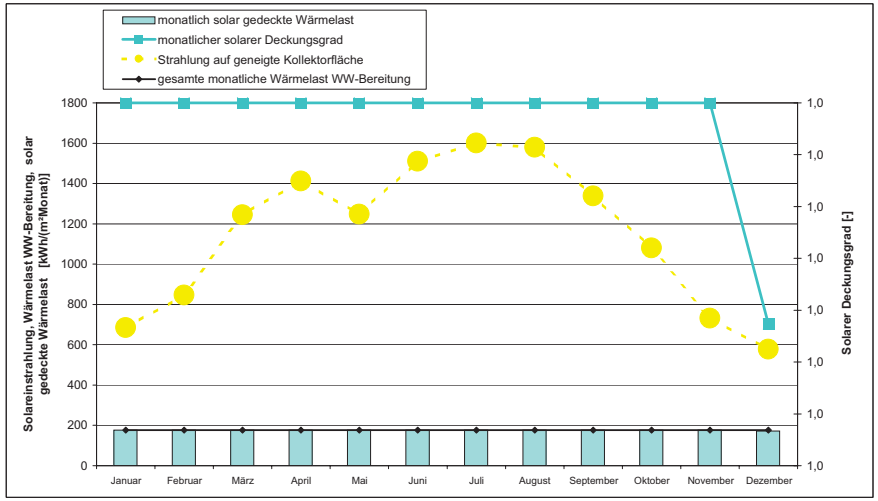
Solarer Deckungsgrad mit Wärmebedarf WW incl. WW-Bedarf Wasch&Spül

WW-Wärmebedarf	q_{spWW}	2117	kWh/a	aus Blatt WW+Verteil
Geogr. Breite		46,5	°	aus Blatt Klimadaten
Auswahl Kollektor aus Liste (s.u.):		8	Auswahl:	8 Vakuum-Röhrenkollektor
Kollektorfläche		9,00	m²	
Abweichung zur Nordrichtung		180	°	
Neigung gegen die Horizontale		45	°	
Höhe des Kollektorfelds		1,46	m	
Höhe des Horizonts	h_{Hori}		m	
Horizontentfernung	a_{Hori}		m	
zusätzlicher Abminderungsfaktor Verschattung	r_{so}	100%	%	
Personenbelegung		2,0	Personen	
spezifische Kollektorfläche		4,5	m²/Pers	

geschätzter solarer Deckungsbeitrag an WW-Bereitung	**100%**		
Solarer Wärmebeitrag zur Nutzwärme	**2113**	kWh/a	**109** kWh/(m²a)

Nebenrechnung Speicherverluste

Auswahl WW-Speicher aus Liste (s.u.)	8	Auswahl:	8 einfacher Solarspeicher
gesamtes Speichervolumen	400	Liter	
Volumen Bereitschaftsteil (oben)	120	Liter	
Volumen Solarteil (unten)	280	Liter	
spezifische Wärmeverluste Speicher (gesamt)	3,2	W/K	
typische Bereitschaftstemperatur WW	0	°C	
Temperatur im Aufstellraum	0	°C	
Wärmeverluste Speicher (nur Bereitschaftsteil, oben)	0	W	
Wärmeverluste Speicher (gesamt)	0	W	



Solarer Deckungsgrad monatlich	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
Strahlung auf geneigte Kollektorfläche	685	846	1245	1413	1248	1510	1601	1580	1338	1081	732	577	kWh/m²/Monat
monatlicher solarer Deckungsgrad	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	-
gesamte monatliche Wärmelast WW-Bereitung	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	kWh/Monat
monatlich solar gedeckte Wärmelast	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	173	kWh/Monat

Objekt: Bolzanos Cliffhanger

STROMBEDARF

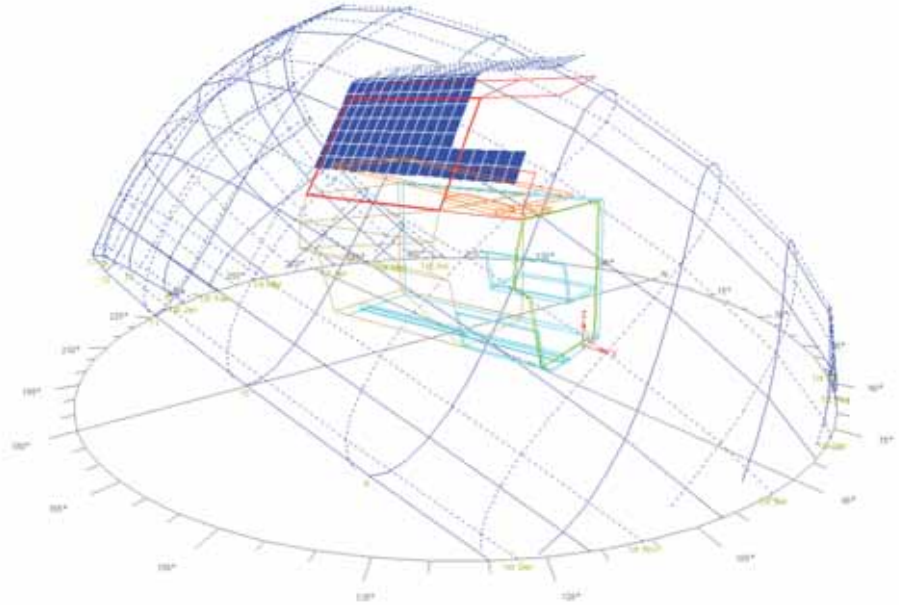
Haushalte	1	HH
Personen	2,0	P
Wohnfläche	19	m²
Heizwärmebedarf	14	kWh/(m²a)

solarer Anteil an WW Wasch&Spül	
Grenzaufwandszahl Warmwasser	100%
Grenzaufwandszahl Heizung	100%

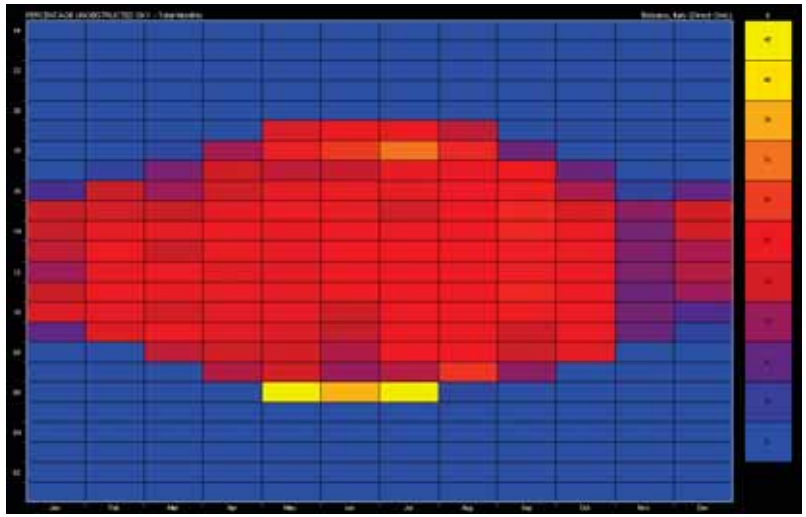
Primärenergiefaktoren:		
Strom	2,7	kWh/kWh
Erdgas	1,1	kWh/kWh
Energieträger für Heizung/Warmwasser:		

Spalte Nr.	1	2	3			4		5			6			7		8	8a		9		10		11		12		13		14
Anwendung	vorhanden? (1/0)	In der thermischen Hülle? (1/0)	Normbedarf			Nutzungsfaktor		Häufigkeit			Bezugsgröße			Nutzenergie (kWh/a)		Anteil elektrisch	Anteil nichtelektrisch		Strombedarf (kWh/a)		Mehr-/Minder-bedarf		Grenzauf-wandszahl		solarer Deckungsgrad		nichtelektrischer Bedarf (kWh/a)		Primärenergie-bedarf (kWh/a)
Geschirrspülen	1	1	0,50	kWh/Anw.		* 1,00	*	65	/(P*a)	*	2,0	P	=	65	*	100%		=	65										176
Kaltwasseranschluß															*		0%				* (1+	0,30	) *	1,00	*(1-		) =		
Waschen	1	1	0,33	kWh/Anw.		* 1,00	*	57	/(P*a)	*	2,0	P	=	38	*	100%		=	38										102
Kaltwasseranschluß															*		0%				* (1+	0,05	) *	1,00	*(1-		) =		
Trocknen mit:	1	1	0,00	kWh/Anw.	Restfeuchte	0,88	*	57	/(P*a)	*	2,0	P	=	0		0%		=	0										0
Wäscheleine					0,60								=	0			0%							1,00	*			0	0
Energieverbr. durch Verdunstung	1	1	3,13	kWh/Anw.		* 0,60	*	57	/(P*a)	*	2,0	P	=	214	*	100%					* (1+	0,00	) *	1,00	*(1-	0,74	) =	56	152
Kühlen	1	1	0,78	kWh/d		* 1,00	*	365	d/a	*	1	HH	=	285	*	100%		=	285										769
Gefrieren	1	1	1,00	kWh/d		* 1,00	*	365	d/a	*	1	HH	=	365	*	100%		=	365										986
oder Kombination	0	1	0,00	kWh/d		* 1,00	*	365	d/a	*	1	HH	=	0	*	100%		=	0										0
Kochen mit	1	1	0,10	kWh/Anw.		* 1,00	*	500	/(P*a)	*	2,0	P	=	100	*	100%		=	100										270
Strom					Anteil Energie-sparlampen										*		0%											0	0
Beleuchtung	1	1	60	W	0%	* 1,00	*	2,90	kh/(P*a)	*	2,0	P	=	348	*	100%		=	348										940
Elektronik	1	1	80	W		* 1,00	*	0,55	kh/(P*a)	*	2,0	P	=	88	*	100%		=	88										238
Kleingeräte etc	1	1	50	kWh		* 1,00	*	1,00	/(P*a)	*	2,0	P	=	100	*	100%		=	100										270
Summe Hilfsstrom														125					125										338
Sonstiges:																													
														0					0										0
														0					0										0
														0					0										0
Summe														1728	kWh				1514	kWh	Warmwasser nichtelektr. Wasch&Spül		0	kWh			56	4239
Kennwert																			78,4	kWh/(m²a)	nichterneu. nichtelek. WW Wasch&Spül		0,0	kWh/(m²a)			2,9	219,6
Empfehlung Maximalwert																			18										50

Die Photovoltaik - Anlage besteht aus 19m² CIS Modulen. Diese sind 60° geneigt und produzieren jährlich bis zu 2700 kwh/a.
Die Gesamtleistung der Anlage beträgt 2,1kWp.



Annual sunpath/Jährlicher Sonnenverlauf - ECOTECT



Direkte jährliche Sonneneinstrahlung auf PV-Anlage

Die angeführte Kostenschätzung wurde erstellt, um die Arbeit über die Planungsphase hinaus zu projizieren und den Bolzanos Cliffhanger einem realen Finanzierungsszenario zu unterwerfen.
Die Schätzungen wurden nach dem Richtpreisverzeichnis 2008 der Provinz Bozen und auf Basis von Eigenrecherchen durchgeführt. Manche der eingesetzten technischen Gerätschaften waren zum Abschluss der Arbeit erst in der Entwicklungsphase und somit nur durch geschätzte Werte preislich erfassbar.

Das Ergebnis der Kostenschätzung bietet klarerweise lediglich einen groben Anhaltspunkt. Vergleiche mit anderen Projekten der Mikroarchitektur (Richard Horden: micro compactHouse, SkiHaus) zeigen, dass Kostenschätzungen bis zu 30% beim Bau eines Prototyps abweichen können. Aus diesem Grund sollte der Endbetrag des Cliffhangers in etwa um diesen Prozentsatz erhöht werden, um einen wahrscheinlichen Gesamtkostenbetrag zu erhalten.

Ausschreibungsnr.	Bezeichnung	Artikel	Einheit	Preis	Menge	Gesamtpreis
	Anbringung - Bau der Einheit					
01.02.05.03	Mobilkran	Miete eines hydraulischen Mobilkranes auf gummibereiftem Fahrwerk, mit einer Tragkraft von 15 t.	h	74,23 €	3h	€ 222,69
01.01.01.03	Qualifizierter Facharbeiter	Qualifizierter Arbeiter	h	31,05 €	800h	€ 24.840,00
	Einheit - Rohbau					
	Hohlprofile quadratisch	EN 10219 / EN 10210	m	57,08 €	141,14m	€ 8.056,27
	Hohlprofile Energiebogen	EN 10219 / EN 10210	m	18,16 €	47,36m	€ 860,06
	Bearbeitung Anpassung	Geschätzt 30% des Materialpreises				€ 2.674,89
	Hülle					
01.04.05.01.B	Gipskartonplatte PCM	Dicke: 15 mm	m²	20,16 €	91m²	€ 1.834,56
01.04.09.03.A	Schutzschicht	von 300 g/m2	m²	0,34 €	83m²	€ 28,22
	VIP	Vakuumisolationspaneele 25mm	m²	22 €	83,0m²	€ 1.826,00
02.11.04.02	Dampfsperre; liefern und verlegen	Polyäthylenfolie Dicke 0,16 mm	m²	8,73 €	86,2m²	€ 752,52
07.02.06.02	Schutzgitter		m²	95,10 €	43,22m²	€ 4.110,22
01.04.18.05.A	Natürlicher Kautschuk	Dichte 0,75 kg/dm3; Abmessungen 80x80 cm; Dicke 25 mm, ohne Zertifikat	m²	52,19 €	5,55m²	€ 289,65
01.04.18.01.A	D 2mm	Vinylbelag, Dicke: 2 mm	m²	11,25 €	25,55m²	€ 287,38
01.04.21.06	Furnierschichtholz Birke	20mm	m²	20,31 €	20,1m²	€ 406,10
07.01.03.10	Lärchenverschalung Lattung	Äußere vertikale Wandschalung / Güteklasse 2	m²	54,74 €	12,84m²	€ 702,86
09.04.03.01	Verschattung auf Schienen		m²	207,53 €	2,21m²	€ 458,23
	Begrünung					
	Vertical green Pannels	80mm	m²	800,00 €	17,8m²	€ 14.268,80
	Einrichtung -Material					
01.04.21.07.B	Spanplatten	Dicke: 13 mm	m²	4,82 €	32,2m²	€ 155,20
	Fundermax Platten	Papaya	m²	26,76 €	7,2m²	€ 192,67
	CORIAN	Mineralwerkstoff der Firma DuPont	m²	450 €	10,4m²	€ 4.680,00
01.04.18.21.A	Gebleichte Eiche	Holzart: Eiche; Sortierung: UNI Klasse 2 (4376)	m²	43,40 €	5,2m²	€ 225,68
	Technogel		Element			€ 6.800,00

	Energietechnik					
	Vakuum Röhrenkollektoren	CPC 14	m²	756 €	11m²	€ 8.316,00
	Luftkollektor	SolarVenti Medi	Element			€ 1.184,90
	Brennstoffzellensystem	Fronius Energiezelle 50 F (da sich diese in der Projektphase gefindet wurde ein Stückpreis angenommen)	Element			€ 3.500,00
	Wasserstoffflaschen	Für Brennstoffzelle Fronius 50 F seriell geschaltet zu 10l hat 6kWh	Element	22 €	6	€ 132,00
	Back up System	Sabik DMFC 100 - Reliable power supply	Element			€ 3.199,00
	Mini Kläranlage	Aqua BIOTEC - Aqua-Biomant	Element			ca. 11.000€
	PV	Gesamtanlage mit Wechselrichter Wirkungsgrad 15% - 2,15kwp	m²	6800€/kwp	2,15kwp	€ 14.620,00
	Back up System Elektroheizung	Solaris 450W (50x63)	Element			€ 1.056,00
	Elektrischer Nachhitzer	Vaillant eloSTOR VEH 120 cl	Element			€ 300,00
	Kontrollierte Lüftung	Recovery Deluxe 250P	Element			€ 4.000,00
	Zentralisierte Staubsauganalage	Husky H2O				€ 870,00
14.05.02.02	Solarspeicher	Für Warmwasser zu 350l	Element			€ 2.067,13
14.06.02.01	Rohrleitungen	øa 10 * 1 mm	m	13,82 €	20m	€ 276,40
	Control Panel	Gesamtübersicht + Installationskosten				€ 8.000,00
	Exterior					
	Gittergewebe	Euroslot	m²	250 €	59,9m²	€ 14.985,00
	Einrichtungselemente					
	Kühlschrank	A++ Energieeffizienzklasse				€ 800,00
	Waschmaschine	Niederer Stromverbrauch 1,5kg				50-60€
	Spülmaschine	Kleinstmaße				€ 500,00
	Herdplatte	Glaskeramik/ 2 Felder				€ 300,00
	Kästchen	Geschätzer Wert da Eigendesign				ca. 700 €
	Multimediasystem	TV - Internet - Überwachung der Haustechnik	Element			€ 3.000,00
	Waschbeckenelement	auf Schienen	Element			€ 2.000,00
	Dunstabzugshaube	Falmec MIRA 40	Element			€ 630,00
	Spartreppe		Element			€ 250,00
14.02.02.03	Sanitärbereich	WC -Anlage	Element			€ 440,00
		Duschgarnitur	Element			€ 300,00
	Stühle + Hocker		Element			€ 230,00
						€ 151.821,09

Gesamtkosten

151.821,09 €

LAST BUT NOT LEAST

Nach all den Erklärungen, Skizzen und Simulationen bedarf es letztlich einer anschließenden Stellungnahme meinerseits.
Die Arbeit hat mir sehr viel Spaß bereitet und die Möglichkeit gegeben, einen kleinen Beitrag für meine Heimatstadt Bozen zu leisten. Im Laufe der Arbeit entwickelten sich die Stärken des Projekts, die in drei Punkten zusammengefasst werden können:

Einsparung an Grundfläche und Nutzung bestehender Infrastrukturen

Nachhaltige Unterbringung durch die Mobilität des Bolzanos Cliffhangers

„Mietfreies Wohnen“, zumal die gesamte Wohneinheit Energieautark geplant wurde und somit keine Betriebskosten anfallen. Das produzierte Energieplus des Cliffhangers wird ins Netz eingespeist und die Vergütung zur Instandhaltung verwendet

Der Blick in die zukünftige Entwicklung der Stadt hat mir gezeigt, dass ein großer Handlungsbedarf auf diesem Gebiet notwendig ist. Inwieweit die Problematik der Wohnsituation in den Griff genommen wird/wurde, zeigt sich in den nächsten 15 Jahren. Wünschenswert wäre eine Annäherung an die mobile Mikroarchitektur, die ein enormes Entwicklungspotenzial birgt und durch ihre Erscheinungsform bereits eine nachhaltige Lösung für zahlreiche Problematiken des Wohnens bietet.

LITERATURVERZEICHNIS

Bücher:

Isphording Stephan, Neue kleine Häuser für Singles, Paare und ältere Menschen, DVA Architektur, 2006

Behling Sophia, Behling Stefan, Schindler Bruno, Sol Power –The Evolution of Solar Architecture (Architecture & Design), Prestel,1996

Wojciech Czaja, periscope architecture, Holzhausen Druck & Medien Gmbh, 2007

Treberspurg Martin, Neues Bauen mit der Sonne. Ansätze zu einer klimagerechten Architektur, Springer Wien New York, 1998

Westerhoff Marion, Grusche Rosenkranz, Clarke Matthew, Small Houses, Evergreen, 2003

Mathewsln C. Casey, Xxsmall Huses, Feierabend, 2005

Brown J. David, The HOME House Project – The Future of Affordable Housing, The MIT Press, 2003

Zeitschriften:

DETAIL: Mikroarchitektur, 12/2004
DETAIL: Energieeffiziente Architektur 6/2007
DETAIL: Bauen mit Stahl 7+8/2007
CASA&CLIMA: 5-6/2008
CASA&CLIMA: 4-5/2007
CASA&CLIMA: 3/2007
CASA&CLIMA: 10/2007
CASA&CLIMA: 7-8/2007
CASA&CLIMA: 12/2007
Bozen gestaltet seine Zukunft, Ideen für einen neuen Bauleitplan, 2007
TURRIS BABEL: 15, Semirurali 88
10 - Ein Jahrzehnt im Rückblick; Gemeinde Bozen, 2001
Baumeister: Beiträge zum Wohn- und Städtebau, Bozen, 9/1988

http://www.ibo.at/de/index.htm
http://www.leichtbaumaterial.de/
http://www.g-sky.com/GreenWallPanels.aspx
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/
http://www.solardecathlon.org/
http://www.provincia.bz.it/astat/de.asp
http://gis.gvcc.net/bolzano.htm
http://www.provinz.bz.it/raumordnung/grundkarten/utm/download_d.asp?PAGEID=6120
http://www.edilia2000.it/informazione/formazione/corso.php
http://www.provincia.bz.it/serviziostrade/default.asp
http://www.tis.bz.it/
http://www.solardecathlon.de/