

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/
Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Tech-
nischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<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/eng>



01
MASTER- /
DIPLOMARBEIT



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

RACHEL-ARCHITEKTUR-PROJEKT

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

Berthold, Manfred; Ao.Univ.Prof. Arch. Dipl.-Ing. Dr.techn.
E253 Institut für Architektur und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Adrian Susoi

1127880

susoi.adrian@t-online.de

Wien, am

02 ABSTRACT

DOIL **Dream Of Independent Living**

Um die Anforderungen des Wettbewerbs zu erfüllen, fließen verschiedene Überlegungen und Parameter in den Entwurf ein. Der Faktor Mobilität, also der schnelle und einfache Standortwechsel, spielt eine große Rolle. Dieses "Mobil-sein" wird erreicht, indem das Gebäude auf die Standard-Transportmaße eines LKWs (BxHxL = 3x4x23m) abgestimmt wird.

Aus konstruktiven und transporttechnischen Gründen wird ein Grundmodul von 3x3x4m entwickelt. Obwohl die Anzahl der kombinierten Module durch die Beschaffenheit flexibel wäre, besteht der vorgelegte Entwurf aus lediglich vier Modulen, um innerhalb der vorgegebenen Budgetgrenze von 25.000 Euro zu bleiben.

Kernidee des Projektes ist, durch vorgefertigte Einzelteile und eine genaue Montageanleitung jedem zu ermöglichen sich sein Heim eigenhändig zu errichten. Realisierbar wird dies auch durch die ausschließliche Verwendung zweier so gut wie überall erhältlicher Materialien: Holz und Isofloc.

Das Projekt DOIL soll auf minimaler Grundfläche alle Ansprüche eines zwei-Personen-Haushalts erfüllen.

Zusätzlich soll das Gebäude auch komplett autark sein. Hierfür spielt die Haustechnik eine wichtige Rolle.

3x3x4 meters has been developed.

Even though the amount of the combinable modules would be flexible due to its configuration, the conceptual design includes only four modules, in order to stay within the given budget of 25.000 Euros.

The core idea of the project is to allow anyone to build their own home through pre-built component parts and a detailed assembly instruction. Moreover this is made feasible through the exclusive utilization of two types of materials, which are accessible almost anywhere: timber and isofloc.

The DOIL project wants to fulfill all the requirements of a two-person household on a minimal floor space.

The building should be independent, too. The building equipment and appliances are very important.

DOIL

Dream Of Independent Living

In order to comply with the requirements of the contest, several different ideas and parameters are included in the conceptual design. Mobility, i.e. the fast and simple relocation, plays an important role. This important factor is safeguarded through the sizing of the building, which fits the standard transportation size of a truck (WxHxL = 3x4x23 meters). Due to constructional and transport technical reasons, a basic module measuring

03 INHALTS VER ZEICHNIS

01	MASTER- / DIPLOMARBEIT	2
02	ABSTRACT	4
03	INHALTSVERZEICHNIS	6
04	VORWORT	8
05	AUFGABENSTELLUNG	10
06	EINLEITUNG	14
07	KONZEPT	16
08	UMSETZUNG	26
09	DETAILS	46
10	HAUSTECHNIK	68
11	KOSTENSCHÄTZUNG	92
12	KOSTENBERECHNUNG	100
13	VERDICHTUNG	114
14	RENDERINGS	120
15	ZUSAMMENFASSUNG	130
16	ERWEITERUNG	132
17	AUFGABENSTELLUNG DETAILLIERT	140
18	QUELLEN	158

04 VORWORT

HIERMIT MÖCHTE ICH MICH BEI ALL DENJENIGEN BEDANKEN, DIE MICH IN MEINEM STUDIUM BEGLEITET UND IN VIELERLEI HINSICHT UNTERSTÜTZT HABEN.

**VORALLEM MÖCHTE ICH MICH BEI MEINEN ELTERN BEDANKEN.
DANK IHNEN WAR ES MIR ÜBERHAUPT MÖGLICH, DIESES STUDIUM AUFZUNEHMEN UND ALLE DAZUGEHÖRIGEN
ERFAHRUNGEN ZU SAMMELN.**

DANKE !!!

„Die kleinen Zimmer oder Behausungen lenken den Geist zum Ziel,
die großen lenken ihn ab“

Leonardo da Vinci (1452 - 1519)

05 AUF GABEN STELLUNG

RACHEL 2.0

ALLES AUF NULL

OFFENER ARCHITEKTURWETTBEWERB

"You never change things by fighting the existing reality. - To change something, build a new model that makes the existing model obsolete."

PREISGELD
6.000,- €

ABGABEFRIST
22.09.2014

MEHR INFOS
RACHELARCHITEKTUR.ORG

NACHHALTIG
NUTZUNG VON REGIONALEN,
TRADITIONELLEN UND
WIEDERVERWERTBAREN
MATERIALIEN

MOBIL
DE- UND
REMONTIERBAR
TEMPORÄRE FREIFLÄCHEN
NUTZEN

MODULAR
VERNETZBAR
CLUSTERBILDEND
Maximal 3-Geschossig

25.000 €
BAUKOSTEN
WOHNRAUM ALS
MENSCHEN SELBSTBAU
ERMÖGLICHEN

AUTARK
KEINE FREMDVERSORGUNGSNETZE
REGENERATIV
AUTARKE STROM UND
WASSERVERSORGUNG

OPENSOURCE
ALLE PLÄNE SIND
FREI DOKUMENTIERT
AUFBAU WISSENSALLMENDE



RACHEL



Gebäudetyp:

Modularer, autarker Baukörper

Verfahren:

Offener, Open Source Ideenwettbewerb. Studierende sind erwünscht und zugelassen. Die Teilnahme an der 2. Stufe ist auch ohne die Teilnahme an der 1. Stufe voraussetzungslos für alle möglich.

Art der Leistung:

Konstruktive Ausarbeitung

Aufgabe:

Das RACHEL-Baukonzept ist ein Open-Source-Projekt zur Entwicklung kostengünstiger, modularer und nachhaltiger Baukörper. Es soll der dynamische Zusammenschluss verschiedener Baukörper ermöglicht werden, die autark zu Kleinstsiedlungen zusammenwachsen können.

RACHEL wird für alle Menschen frei dokumentiert und ermöglicht die Entwicklung einer offenen Wissensgemeinschaft.

Wie sieht das Wohnen der Zukunft aus, wenn ein Haus einen Verbrauchshorizont vorgibt? Welche sozialen Möglichkeiten bieten modulare, autarke Baukörper? Welche ökonomischen Implikationen entfalten sich im subsistenten Zusammenleben von Menschen? Wie sehen Arbeitswelten aus, die dieses Zusammenleben erhalten? Welche Gestaltungsmöglichkeiten ergeben sich für das bebaute Gelände, welche Nutzungsmöglichkeiten sind neben Wohnen noch denkbar, wie können flexible Anwendungsszenarien baulich gelöst werden? Welches Potential bietet kostengünstiger Selbstbau? Wie sieht die Zuwegung aus?

Der Schwerpunkt der zweiten Stufe fokussiert Realisierbarkeit und Kosten. Der Materialwert¹ soll 15.000 Euro pro Person nicht übersteigen. Darin enthalten sind alle Gebäudeteile samt sanitären Anlagen, die autarke Strom- und Wasserversorgung, Heizmöglichkeit, eine Gelegenheit zur Nahrungszubereitung, Vorrichtungen zum modularen, reversiblen Bauen, und die Zuwegung. Die Wettbewerbsteilnehmenden entscheiden selbst, ob sie ein einzelfunktionierendes Modul oder eine zusammenfunktionierende Gruppe von Modulen, also Kooperatives Wohnen, planen. Die Wohnfläche oder Modulgröße wird nicht definiert. So können Funktionsmodule einerseits und Wohnmodule andererseits mit flexiblen Größen entworfen werden. Entscheidend sind die Kosten pro Person. Falls sich die Teilnehmenden für die Variante Kooperatives Wohnen entscheiden, so bleibt den Teilnehmenden überlassen, ab welcher Personenzahl ihr Modulsystem funktioniert. Um den geforderten Kostenrahmen einhalten zu können, werden kreative Lösungen²

nötig sein.

Die Bauten sollen – trotz einer auf Dauerhaftigkeit ausgerichteter Konstruktion – de- und remontierbar, jedoch nicht notwendigerweise mobil sein.

Überlegungen zur Barrierefreiheit werden wohlwollend aufgenommen. Bei der Konstruktion ist der Aspekt des einfachen Selbstbaues wichtig. Zusätzlich zu den soziologischen und technischen Aspekten von RACHEL ist die Gestaltungsfrage zu bedenken. Wir ermutigen die Wettbewerbsteilnehmenden, interdisziplinäre Teams zu bilden.

¹ Das gewählte Material sollte möglichst regional verfügbar und gemäß verantwortbarer Sozialstandards hergestellt sein.

² Bitte denken sie einfach: sie könnten auf einen Herd oder eine Küchenhexe verzichten, in dem sie eine simple Anrichte zu einer Rohkötler-Küche erklären. Oder planen sie einen Pyrolysekocher für 100 Euro ein. Planen sie mit gebrauchten Materialien – seien sie kreativ!

06 EIN LEITUNG

Es gibt ein Sprichwort, das besagt: „Ein Mann muss drei Dinge im Leben tun: Ein Haus bauen, einen Sohn zeugen und einen Baum pflanzen.“

Ich glaube sehr viele Architekten träumen davon ihren eigenen Entwurf in die Tat umzusetzen und darin zu leben. Ich persönlich habe auch diesen Traum, jedoch möchte ich noch einen Schritt weiter gehen. Ich möchte es nicht nur entwerfen, sondern auch selber bauen.

Wie soll mein TRAUM Haus aussehen?

Es sollte finanzierbar bleiben, UNABHÄNGIG sein, keine komplizierte Bauweise besitzen, es sollte multifunktional sein und es sollte eine hohe LEBENSQUALITÄT aufweisen.

Wenn das alles erledigt ist, dann fehlt noch der Sohn und der Baum...

07 KONZEPT

Grundkonzept

Das Grundkonzept besteht aus einem 3x3x3m großen Würfel, der sich beliebig oft zusammenschließen lässt. Dadurch ergeben sich unterschiedlichste Gebäudeformen. Diese sind auch unterschiedlich teuer.

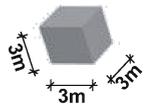
Mit Hilfe einer Kostenschätzung konnte die mögliche Größe des Gebäudes bestimmt werden.

Durch die Einschränkung von 25.000€ wird das Gebäude ein vierfaches des

Grundmoduls. Somit ist das Gebäude 6x6m groß.

Diese Größe eignet sich gut für einen zwei Personen Haushalt.

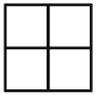
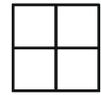
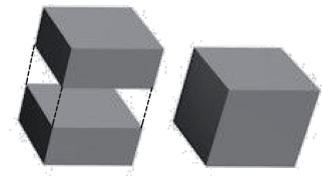
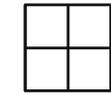
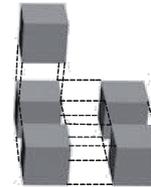
Kosten < 25.000€



Kosten = 25.000€



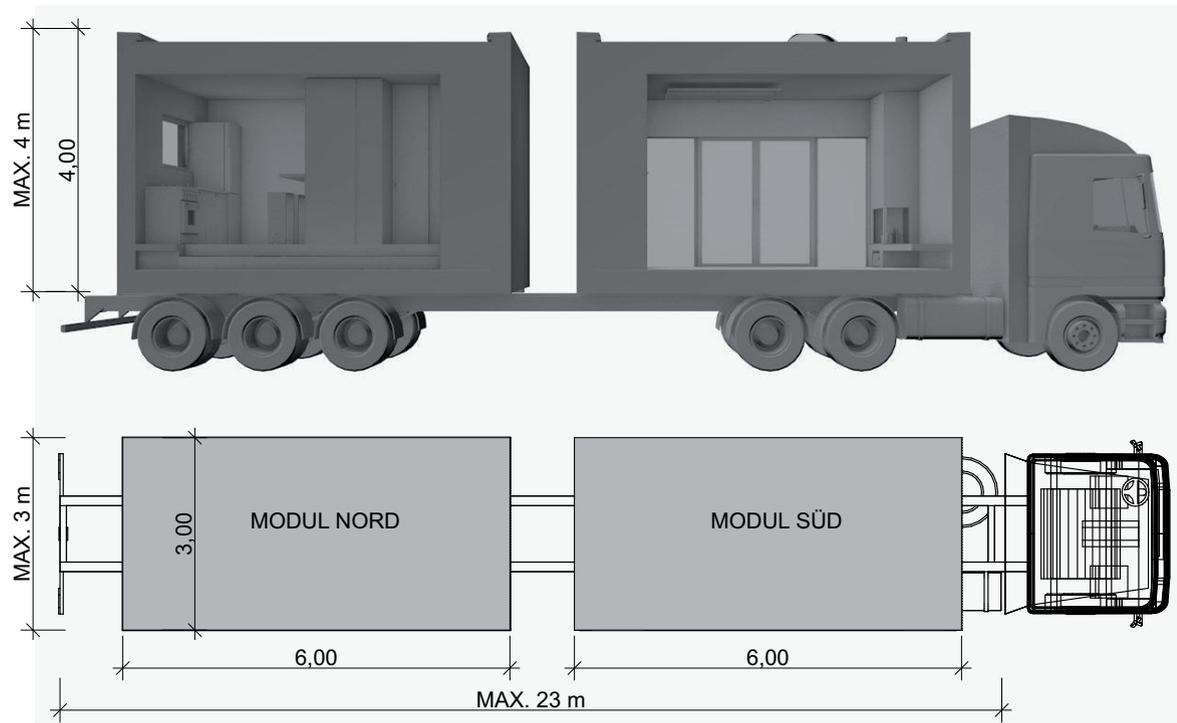
Kosten > 25.000€



Transport

Da das Gebäude ohne großen Aufwand mobil sein soll, ist man an die Dimensionen eines Sattelzugs gebunden. Diese betragen eine maximale Länge von 23m, eine maximale Breite von 3m und eine maximale Höhe von 4m.

Auf Grund dessen, wird das Gebäude in zwei Module geteilt. Die Maße eines Moduls betragen 6x3x4m. So kann das absolute Maximum ausgereizt werden.



DOIL ist äußerst wandelbar und passt sich jeder Lebenssituation an.

Man betritt das Gebäude über die südlich vorgelagerte Terrasse von wo aus man in den großzügigen Wohnraum gelangt. Dieser Raum nimmt die Funktionen Wohnen, Schlafen und Essen auf. Der angrenzende, nördliche Gebäudeteil beherbergt sowohl Küche - inklusive energiesparendem Bio-Kühlschrank - und Badezimmer, wie auch Arbeits- und Ankleidebereich. Um so vielen Funktionen Platz zu bieten wird mit dem Prinzip von

Archivschränken gearbeitet. Während im Osten die Sanitäranlagen und im Westen der Küchenbereich fix eingebaut sind, befinden sich Arbeitsbereich und Stauraum in zwei zwischen Küche und Bad verschiebbaren Schränken. So entstehen bei komplettem Zusammenschieben der Schrankelemente zwei große Zimmer (Küche, Bad) oder durch Auseinanderschieben in ihrer Größe variierbare drei Zimmer. In der dadurch verkleinerten Küche kann die Arbeitsplatte zur Hälfte im Schrank versenkt werden, um wieder mehr Raum zu schaffen.

Das nördliche Modul befindet sich auf einem erhöhten Podest, aus dem bei Bedarf ein Bett herausgezogen werden kann, wodurch sich das Wohn- in ein Schlafzimmer verwandelt. Ein eingebauter Lehmkamin mit Sitznische sorgt für eine wohlige Atmosphäre. Tagsüber kann das Bett wieder unter dem Podest verschwinden und ein mittels Flaschenzug montierter Tisch heruntergelassen werden.

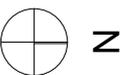
Entlang der Ostwand bildet ein Einbauschränk den Rahmen für

eine Liegenische mit Ausblick nach draußen. Diese Liegefläche besteht aus sechs gepolsterten Hockern, die sich herausnehmen lassen und beliebig im Raum verteilt werden können.

Auf der südlich angehängten Terrasse befinden sich ein kleiner Garten und eine Outdoor-Dusche. Als Verschattungselement wird ein vertikaler Kräutergarten angelegt, der sich mittels Schienen verschieben lässt.

Die Fassade ist individuell durch die Bewohner gestaltbar, wodurch jedes Gebäude seinen eigenen Charakter erhält. Es kann zwischen einer textilen Membran, einer Holzfassade, einer Blechfassade oder speziellen Folien aus nachwachsenden Rohstoffen gewählt werden. Auch recycelte Segel oder LKW-Planen, wie beispielhaft dargestellt, können eine interessante Lösung darstellen.

Um den Baugrund selbst nicht zu beschädigen wird ein Schwellenkranz aufgelegt und ausnivelliert, worauf dann die beiden Baukörper installiert werden.



Variante 1

- der Wohnbereich steht leer
- die beiden Schränke stehen zusammen in der Mitte
- Küche und Bad ohne Einschränkungen nutzbar



Variante 2

- im Wohnbereich wird der Tisch mittels eines Flaschenzugs abgesenkt
- die Hocker aus der Schranknische werden zum Sitzen um den Tisch hingeschoben
- im Nordteil gibt es keine Veränderung





Variante 3

- im Wohnbereich wird das Bett, das unter dem Podest im Nordteil verstaut ist, in den Wohnbereich rausgezogen
- neben dem Bett gibt es noch zwei rausziehbare Schubladen für z.B. Bettwäsche
- im Nordteil gibt es keine Veränderung



Variante 4

- der Wohnbereich steht leer
- der kleine Schrank wird zum Bad geschoben, dadurch ergibt sich der Ankleideraum / das Arbeitszimmer
- Küche ohne Einschränkungen nutzbar
- Bad nicht nutzbar

Variante 5

- der Wohnbereich steht leer
- der kleine und der große Schrank werden zum Bad geschoben
- die Küche wird um 1m vergrößert
- Bad nicht nutzbar



Variante 6

- der Wohnbereich steht leer
- der große Schrank wird zur Küche geschoben
- die Arbeitsfläche wird 20cm in den Schrank geschoben
- der Raum zwischen den Schränken kann wieder genutzt werden
- die Küche ist beschränkt nutzbar
- Bad ohne Einschränkungen nutzbar



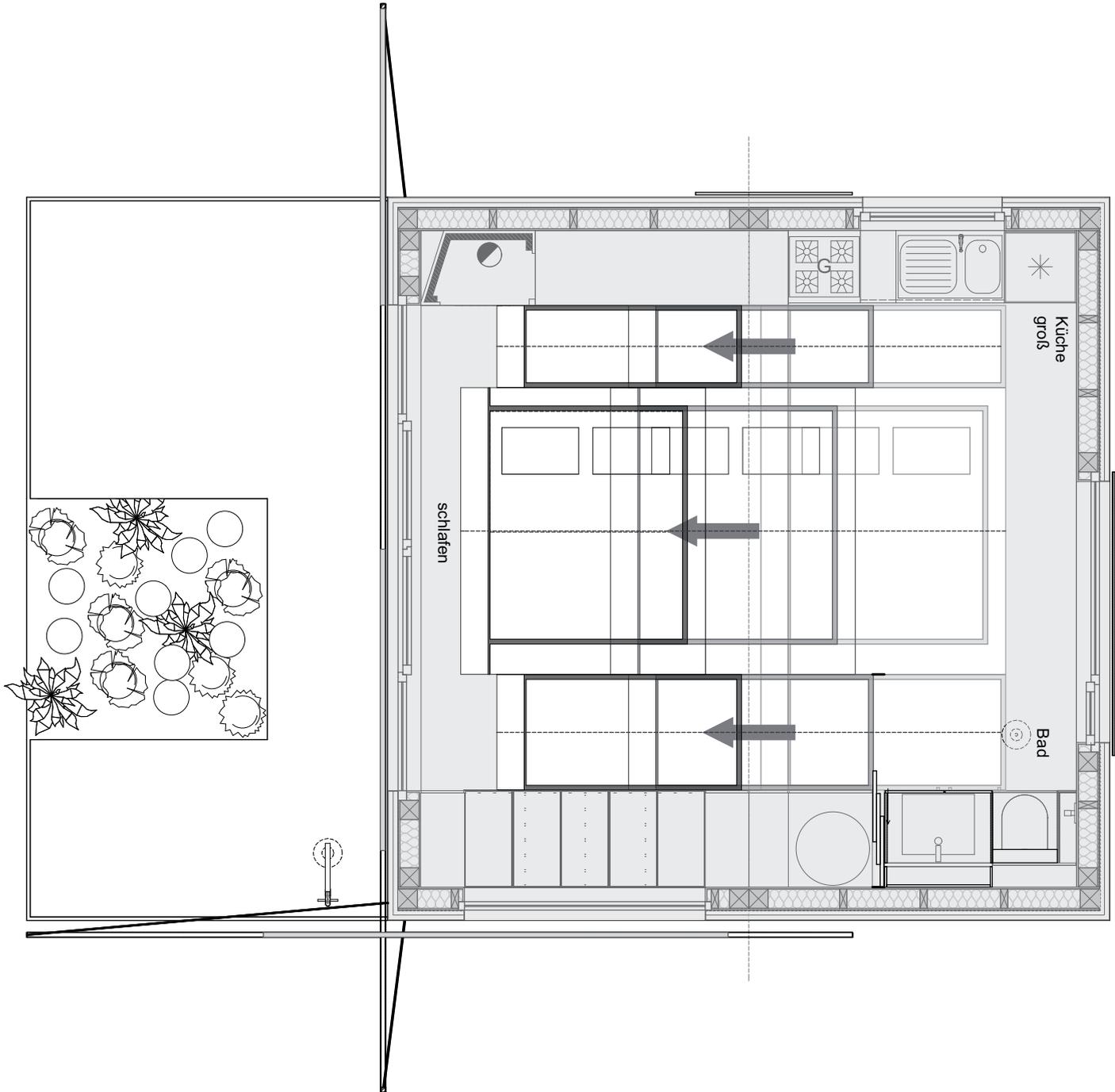


Variante 7

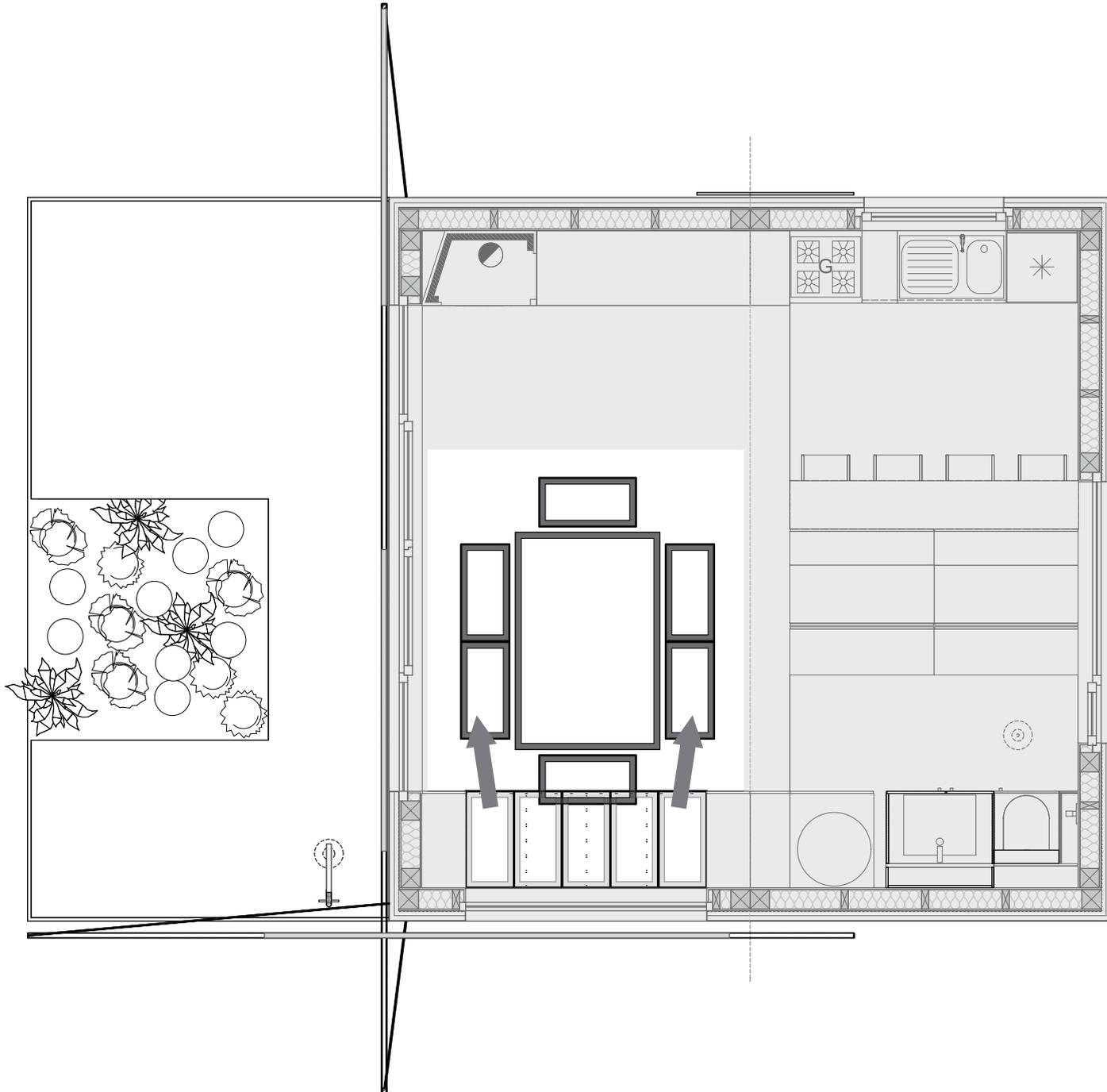
- der Wohnbereich steht leer
- der große Schrank wird zur Küche geschoben und der kleine Schrank zum Bad
- die Arbeitsfläche wird 20cm in den Schrank geschoben
- der Raum zwischen den Schränken hat sein Maximalmaß von 1,8m erreicht
- die Küche ist beschränkt nutzbar
- Bad nicht nutzbar

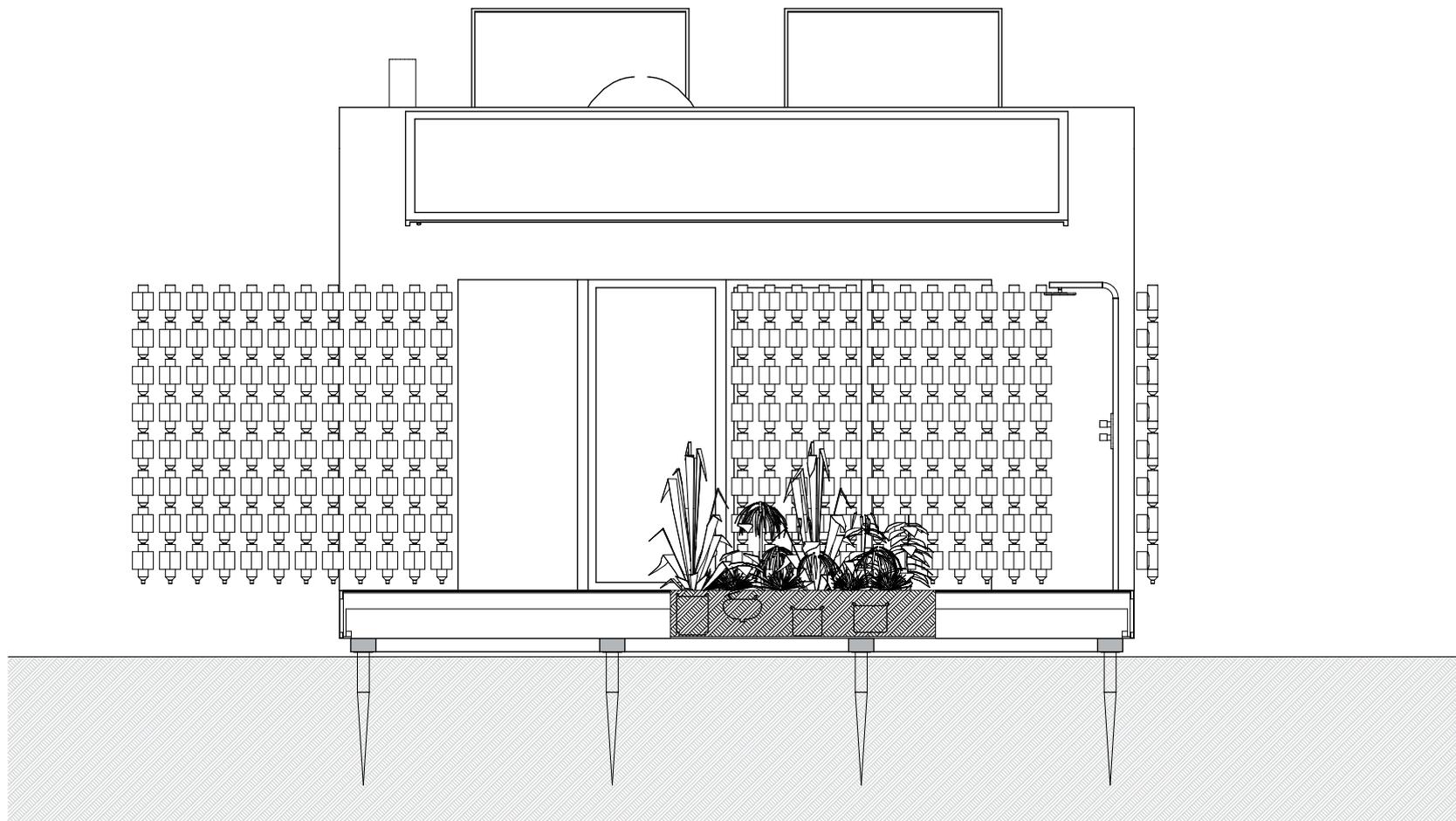
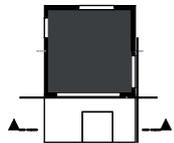
08 UM SETZUNG

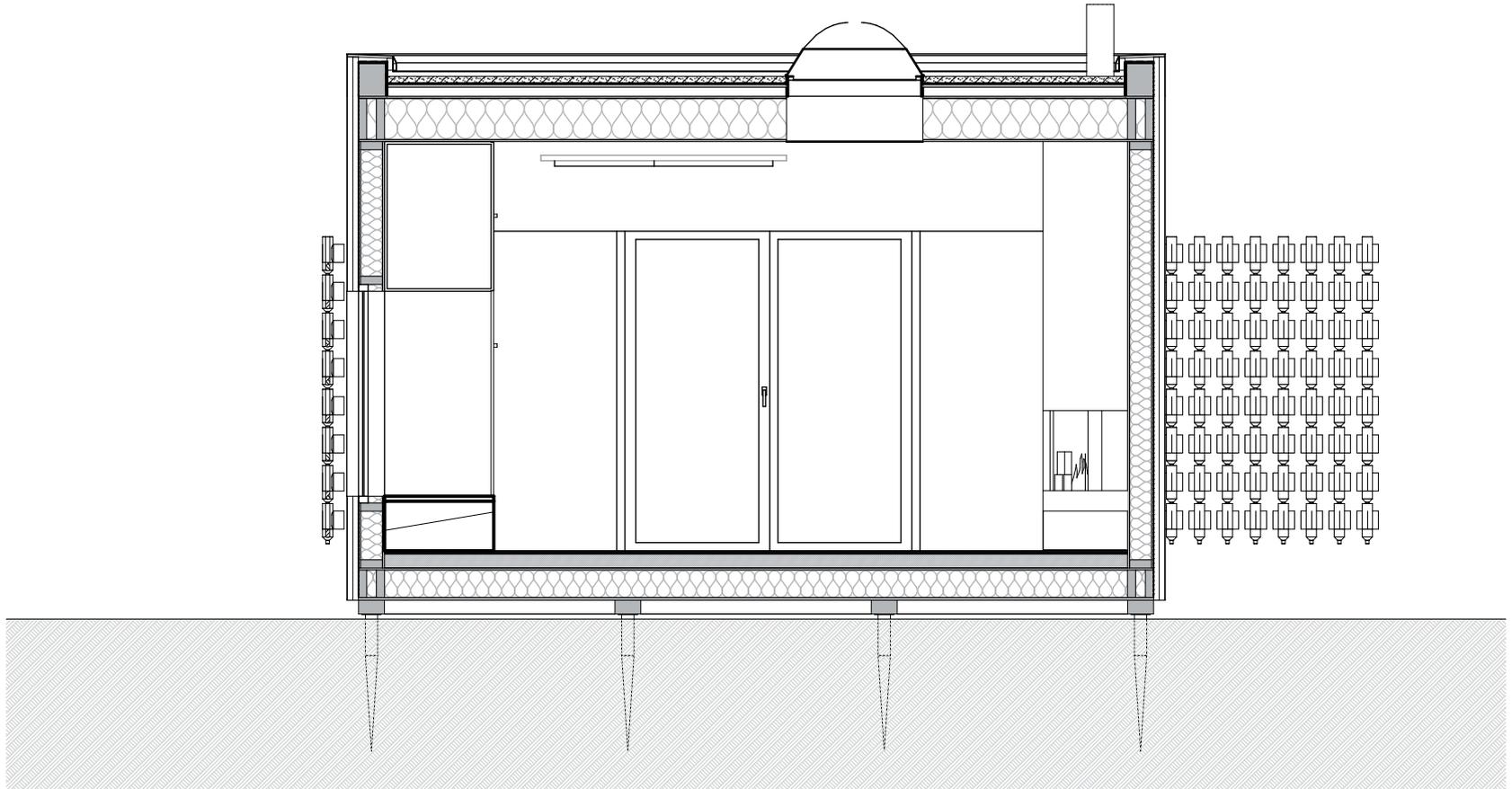
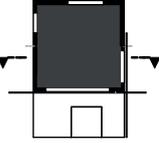




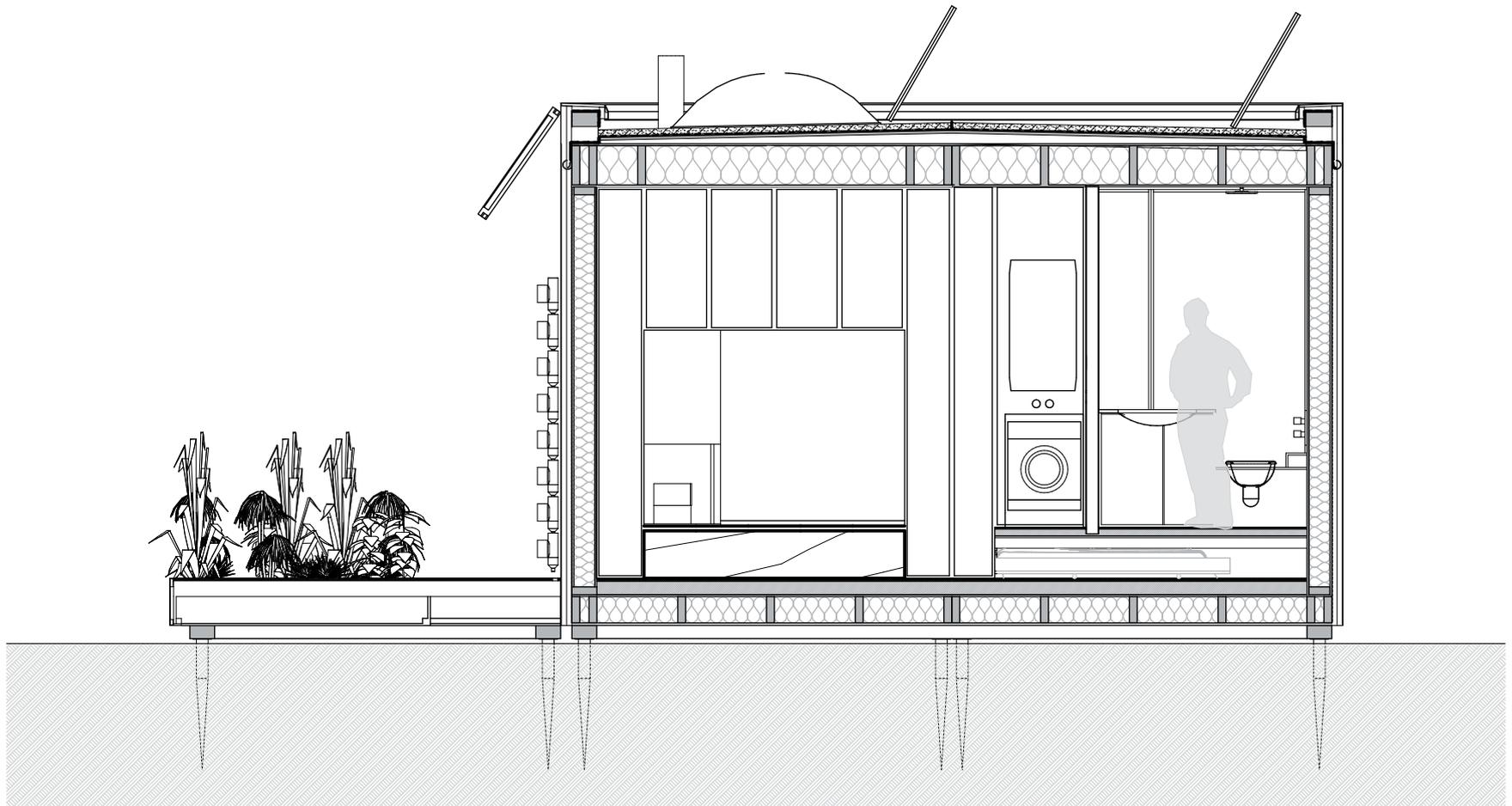
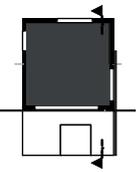
GRUNDRISS
M 1:50

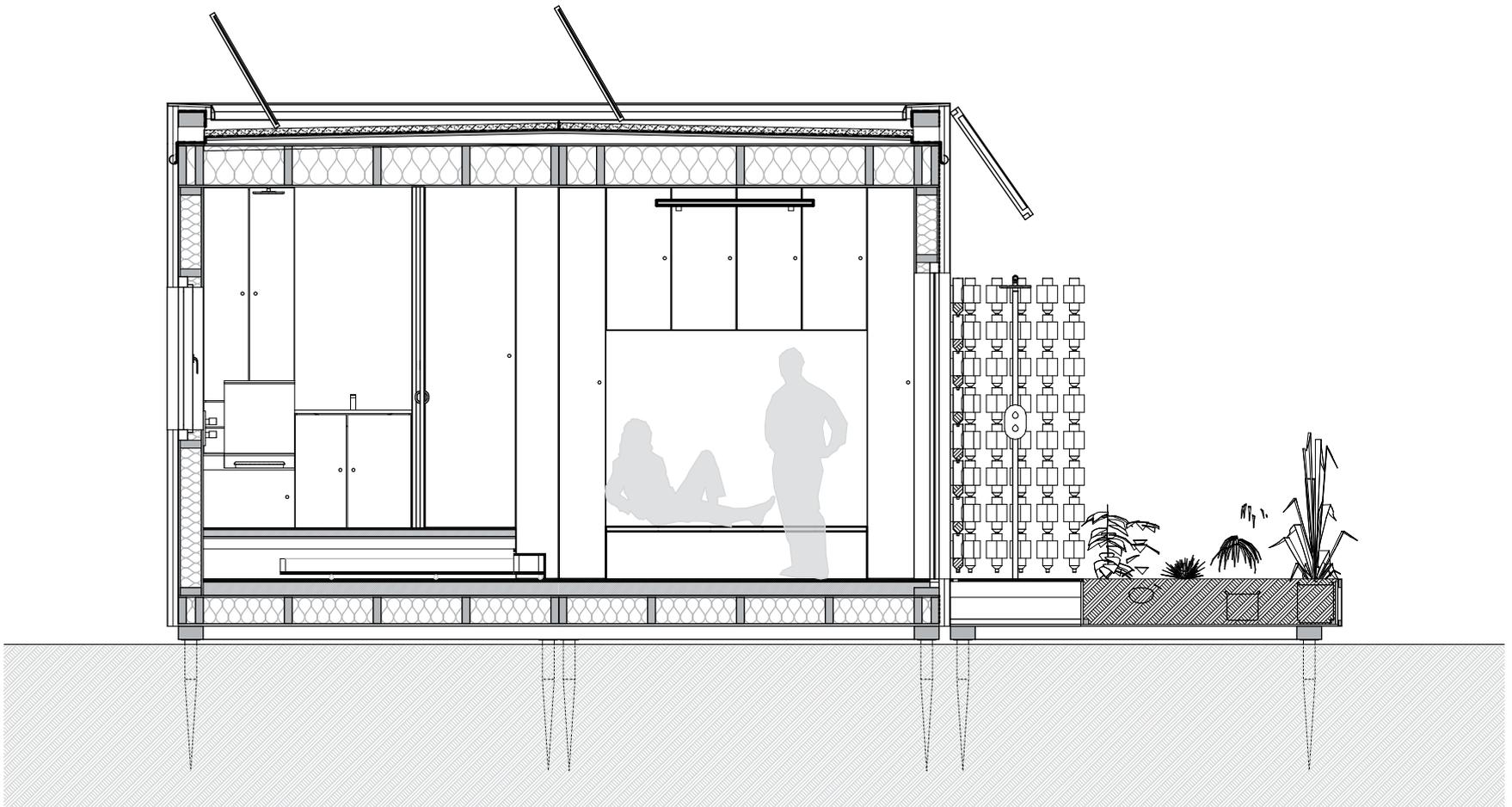
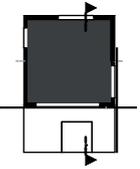




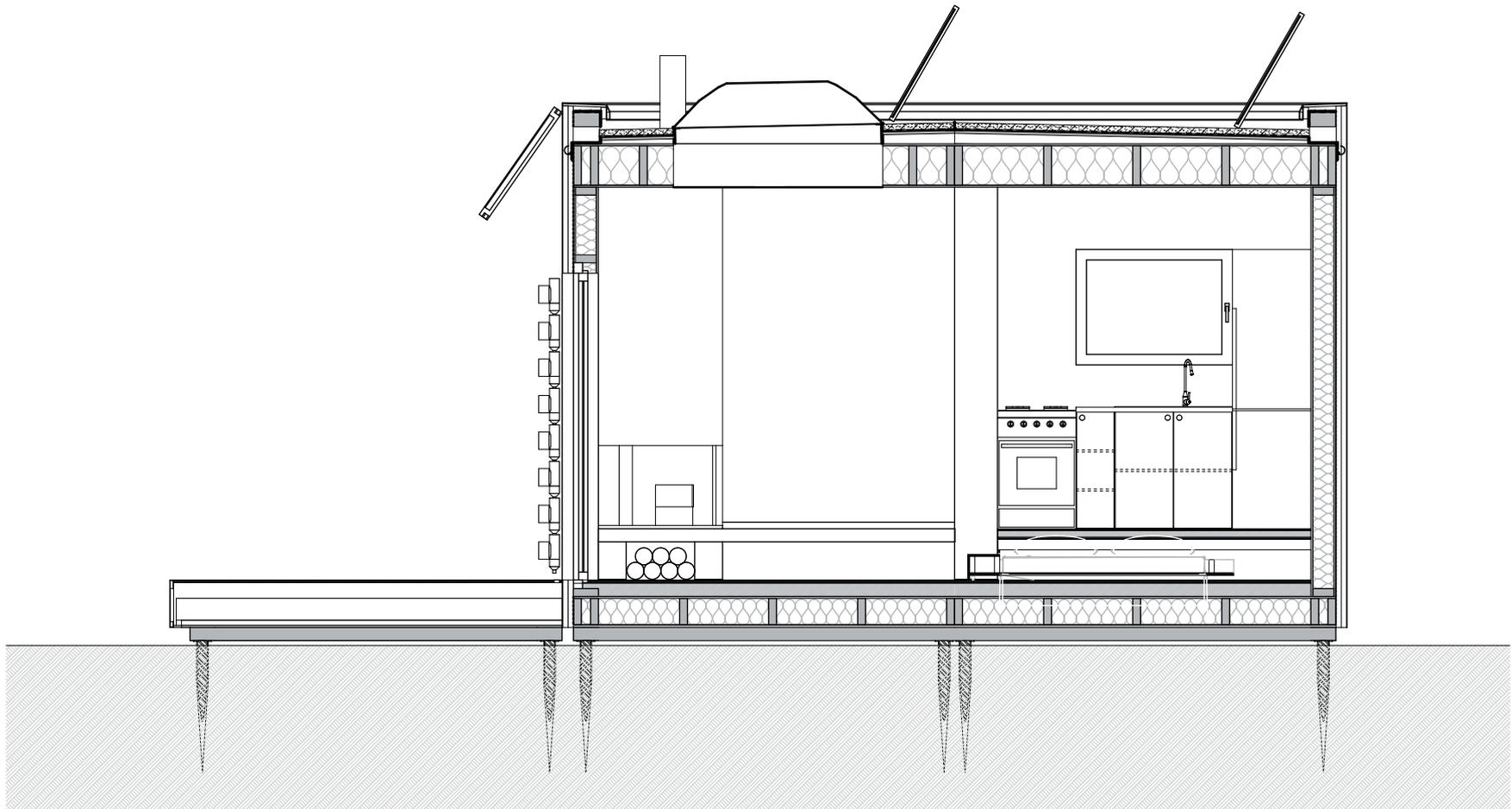
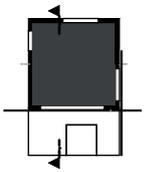


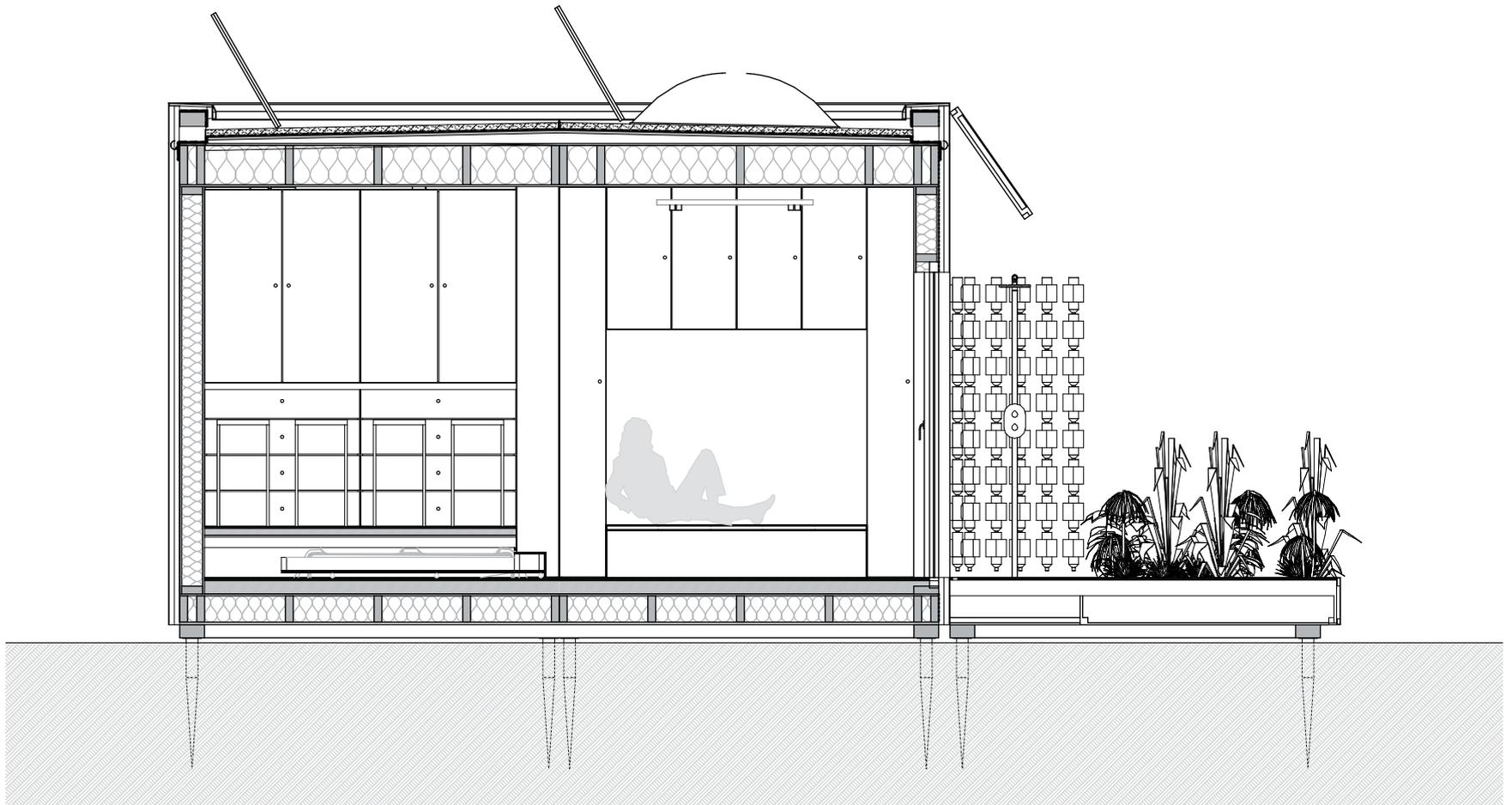
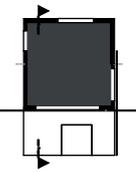
SCHNITT S-02
M 1:50



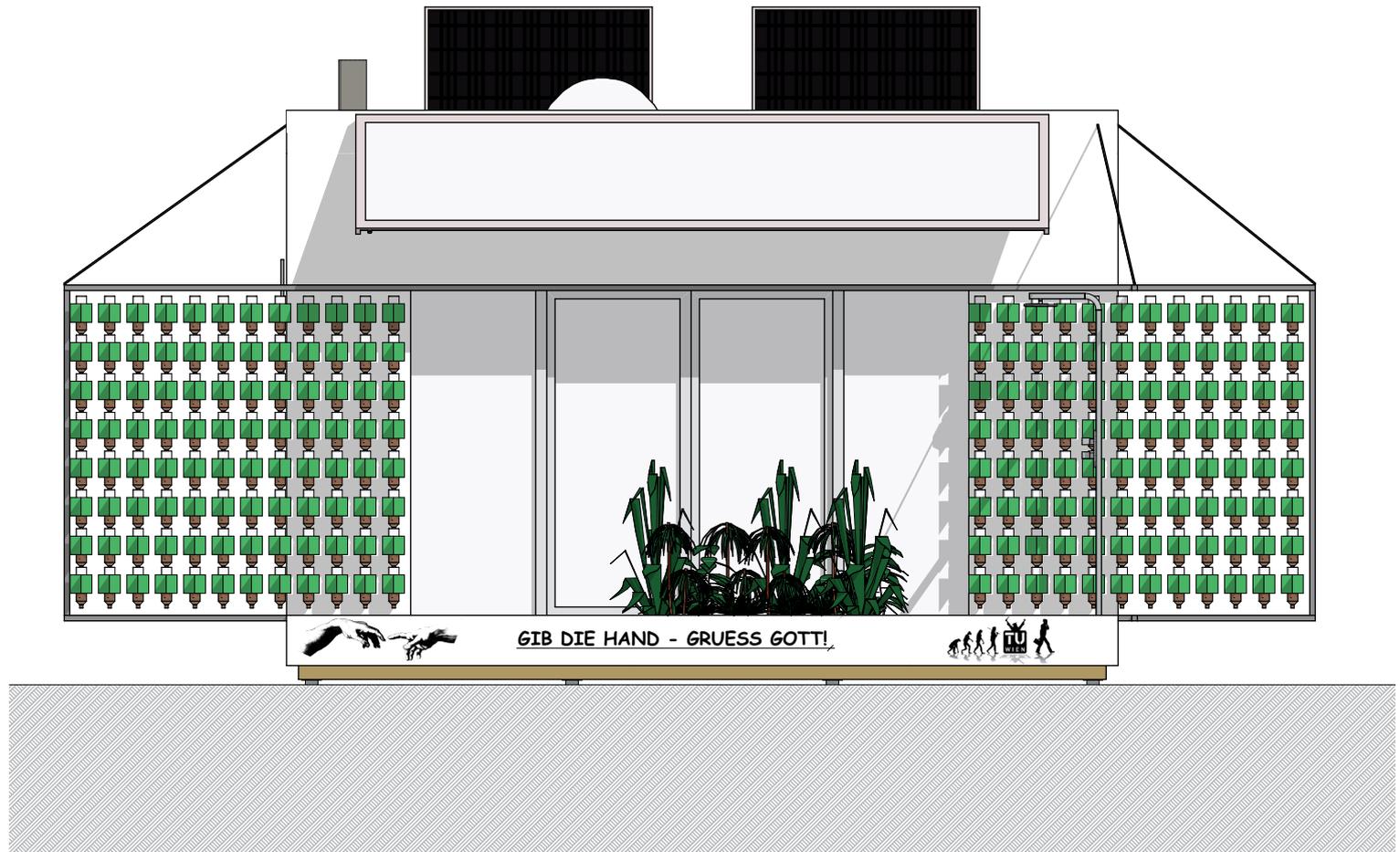


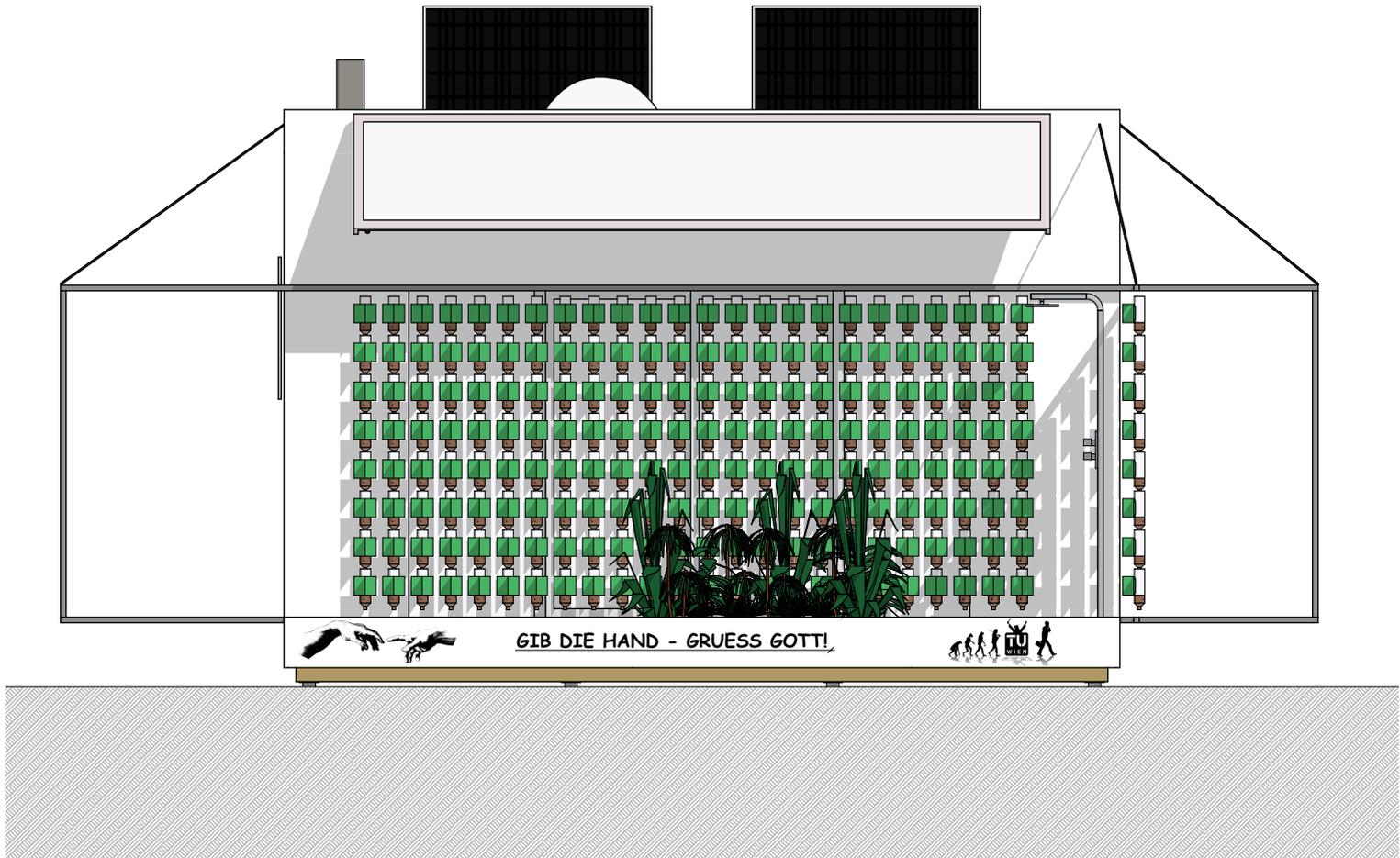
SCHNITT S-04
M 1:50



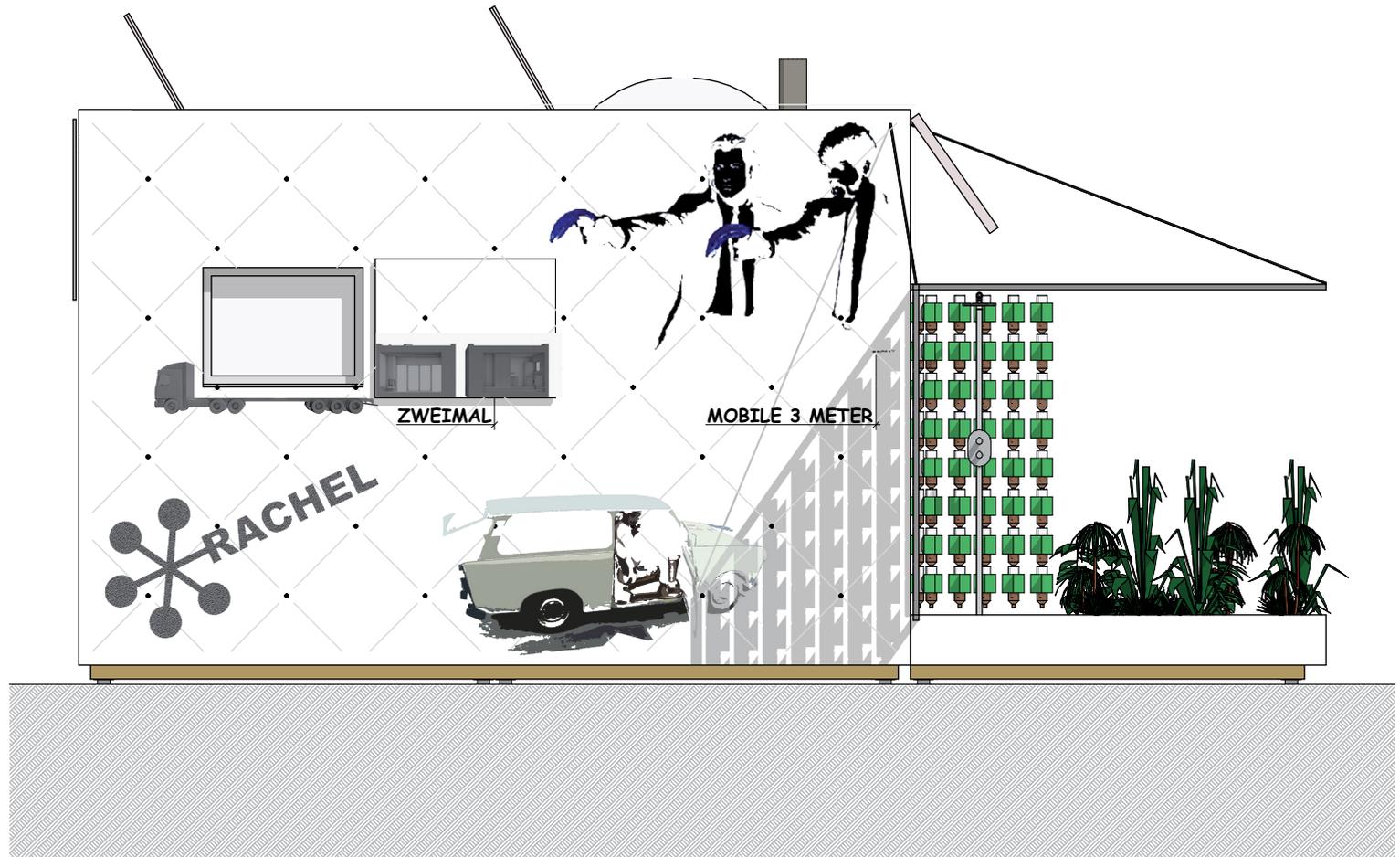


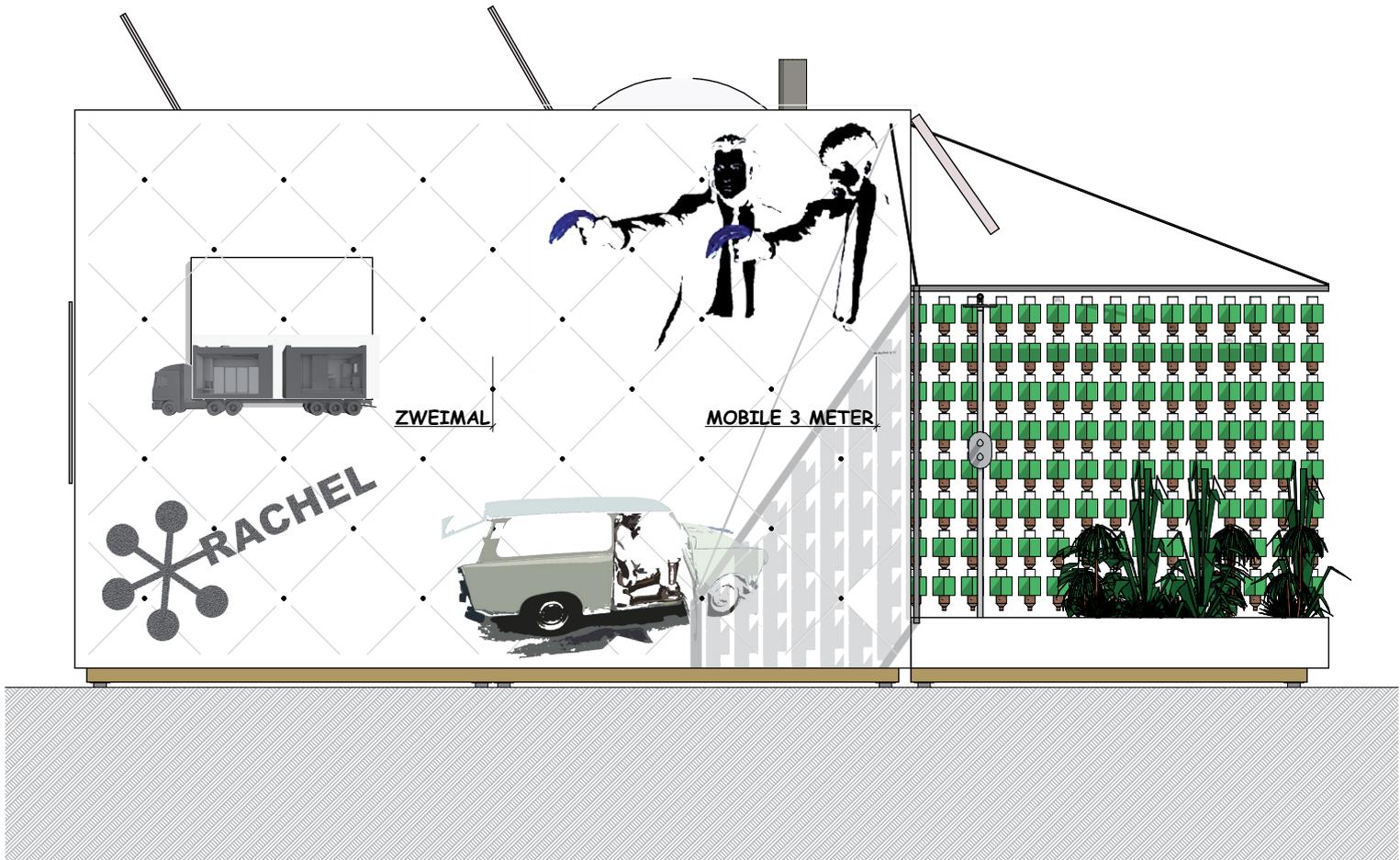
SCHNITT S-06
M 1:50





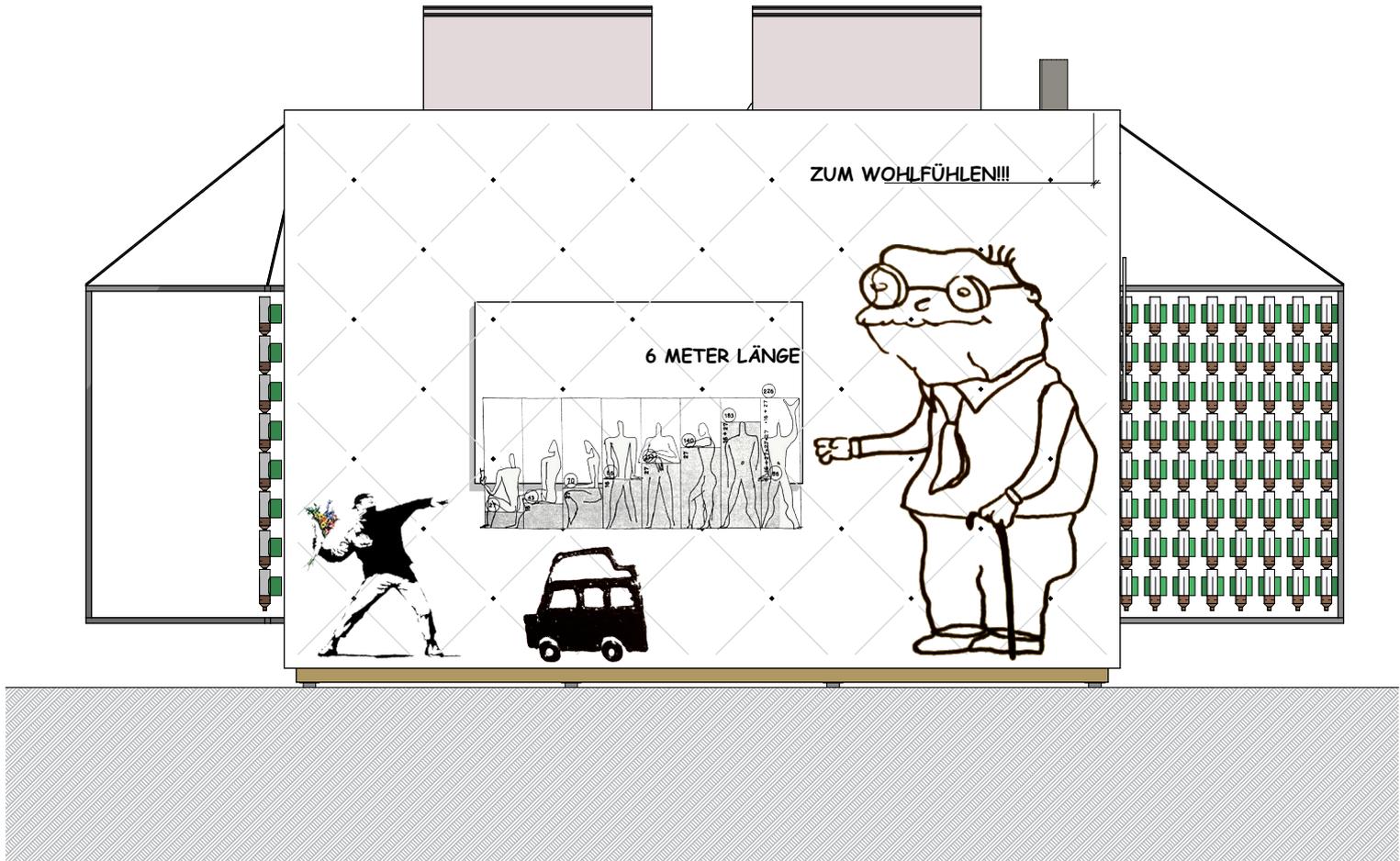
ANSICHT SÜD
M 1:50



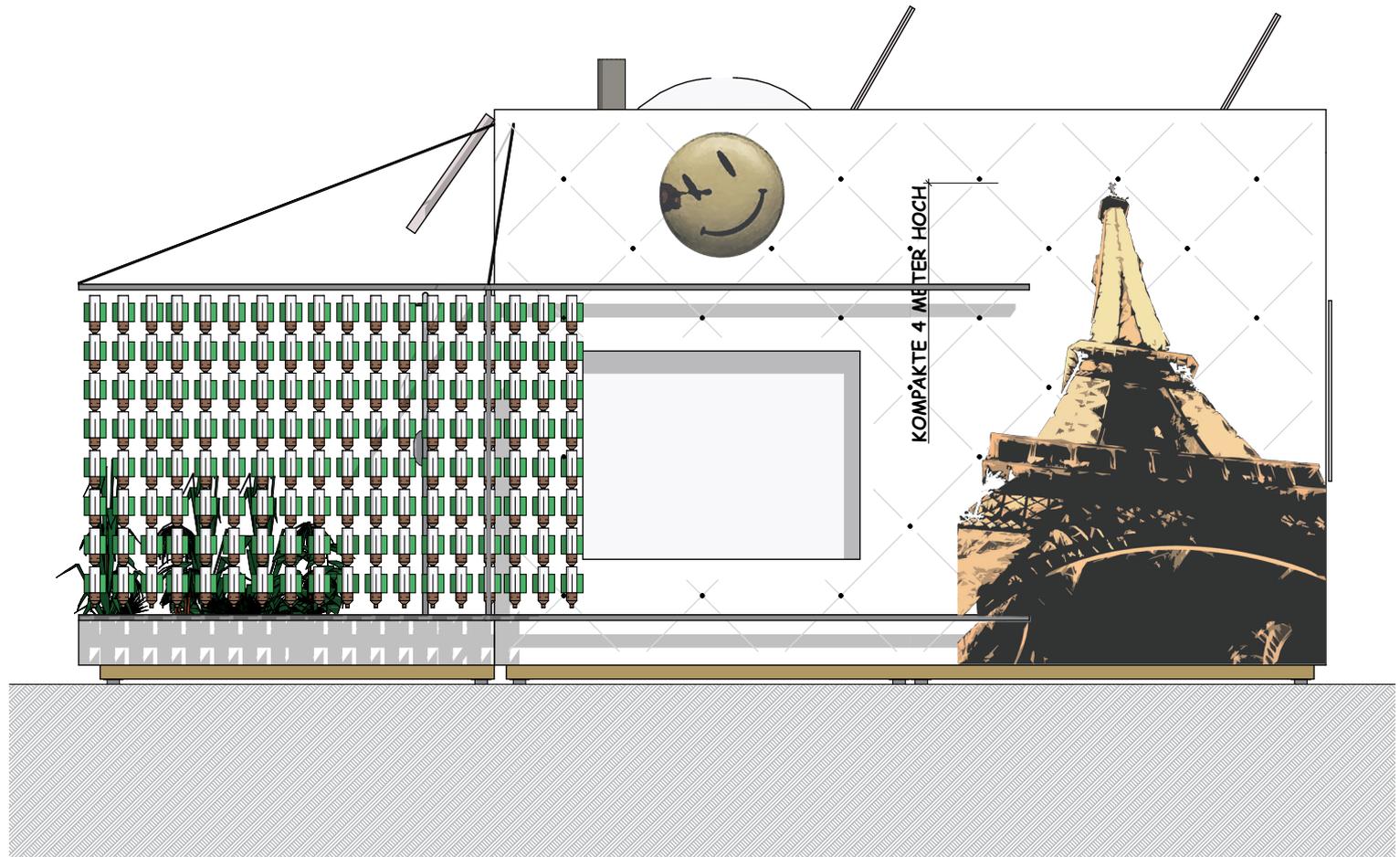


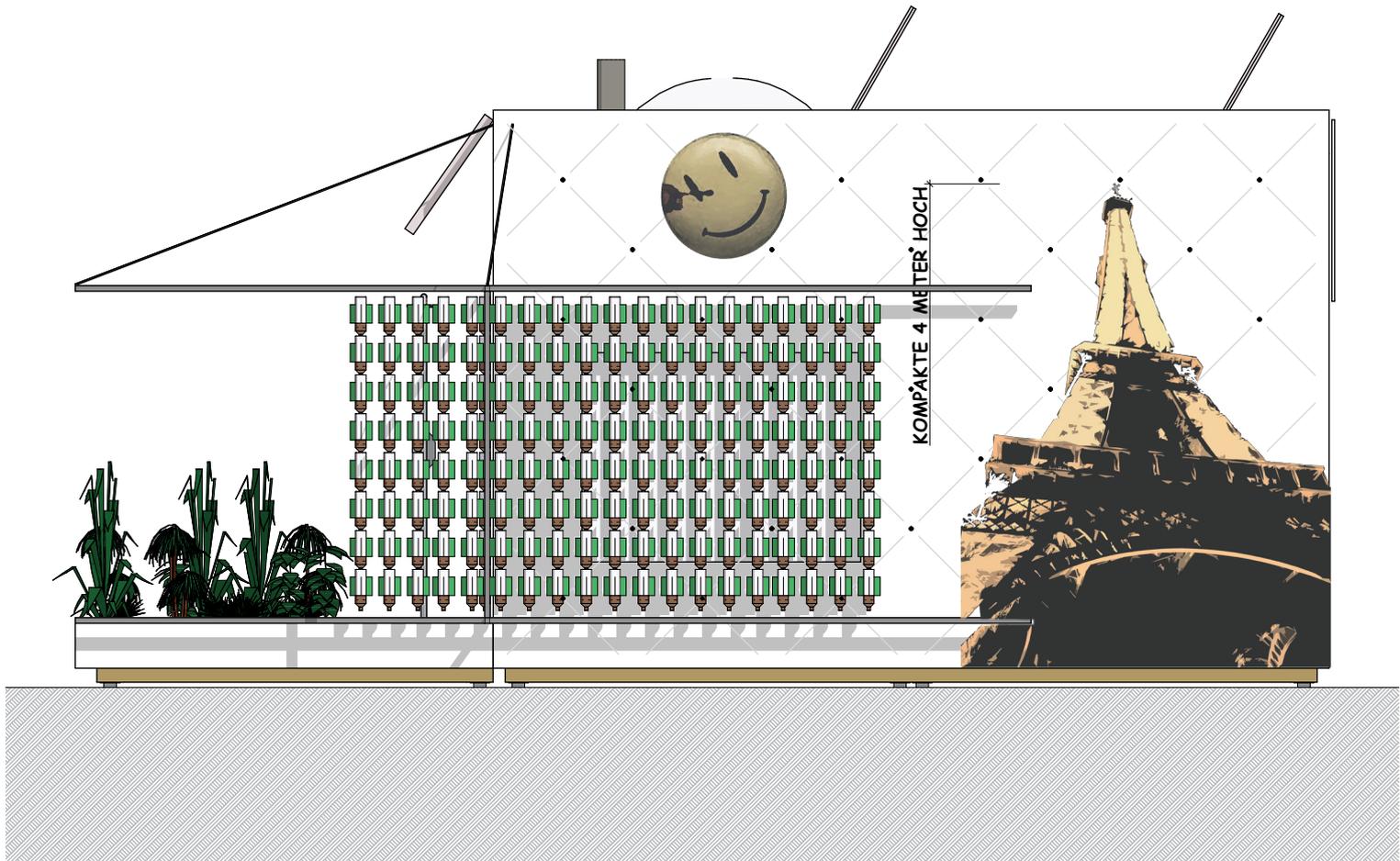
ANSICHT WEST
M 1:50





ANSICHT NORD
M 1:50





ANSICHT OST
M 1:50

09 DETAILS

1. Wand Aufbau

Holzplatte	1,5 cm
Dampfsperre	
Holzrahmenbau mit Zellulose	16 cm
Holzfaserplatte	1,5 cm
Windpapier	
Vertikale Lattung	4,0 cm
Horizontale Lattung	4,0 cm
Textile Membran	

2. Dach Aufbau

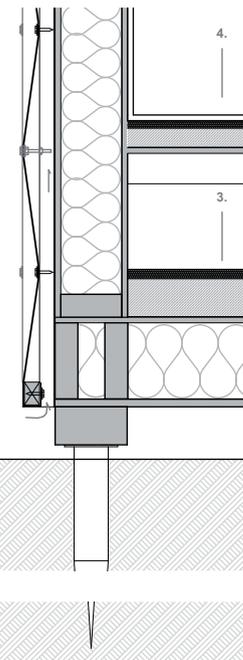
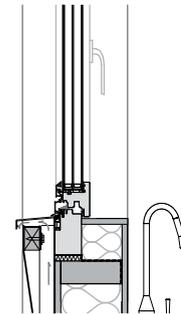
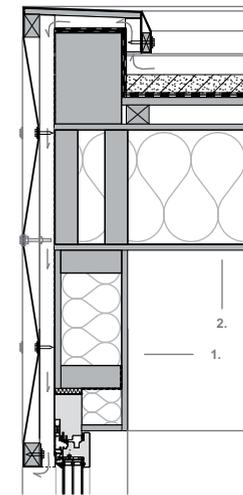
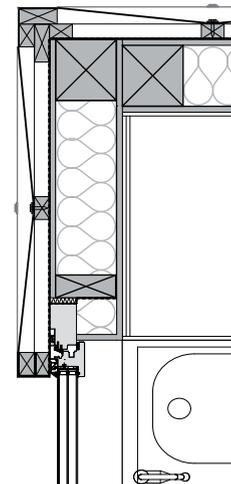
Holzplatte	1,5 cm
Dampfsperre	
Holzrahmenbau mit Zellulose	30 cm
Diffusionsoffene Unterspannbahn	
OSB-Platte	1,5 cm
Unterkonstruktion aus Holz keilförmig zugeschnitten für die 2% Dachneigung	8,0 cm
Holzschallung	2,0 cm
Dachbahn Bitumen	
Kies	5,0 cm

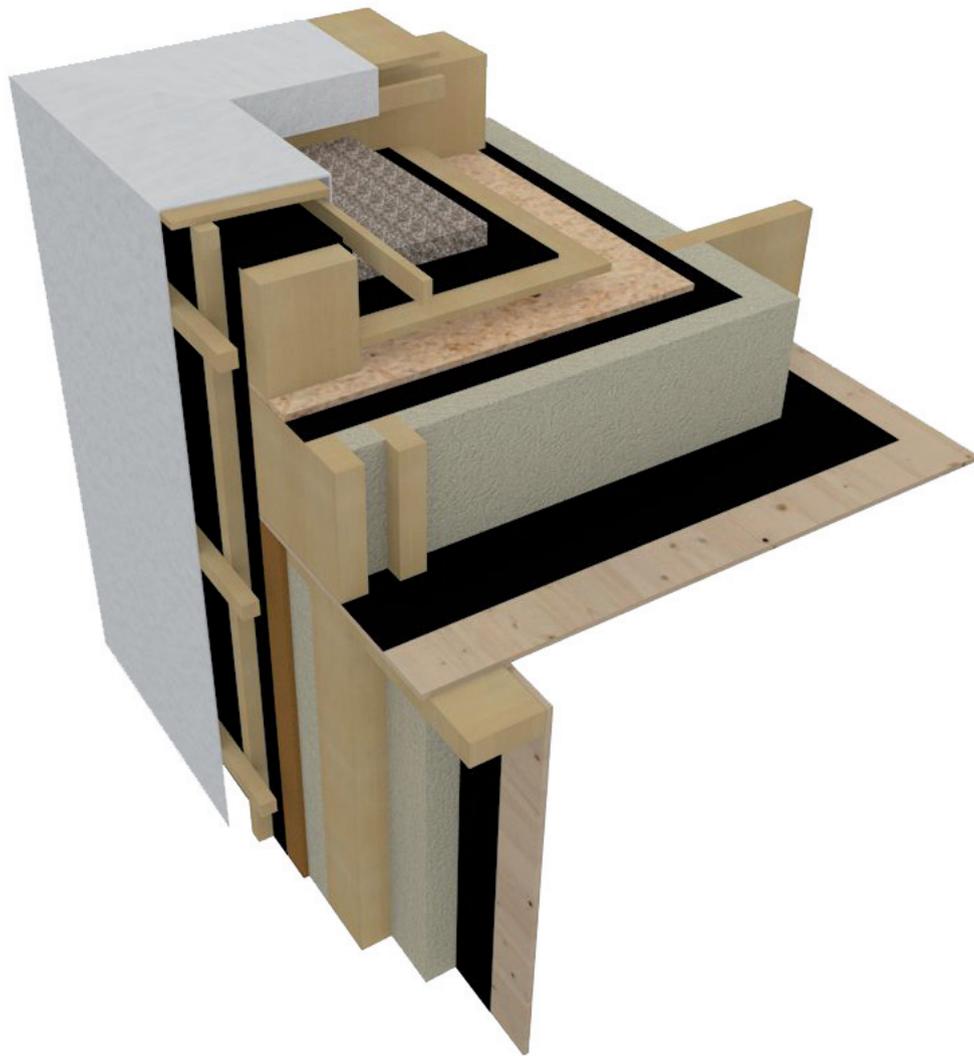
3. Boden Aufbau

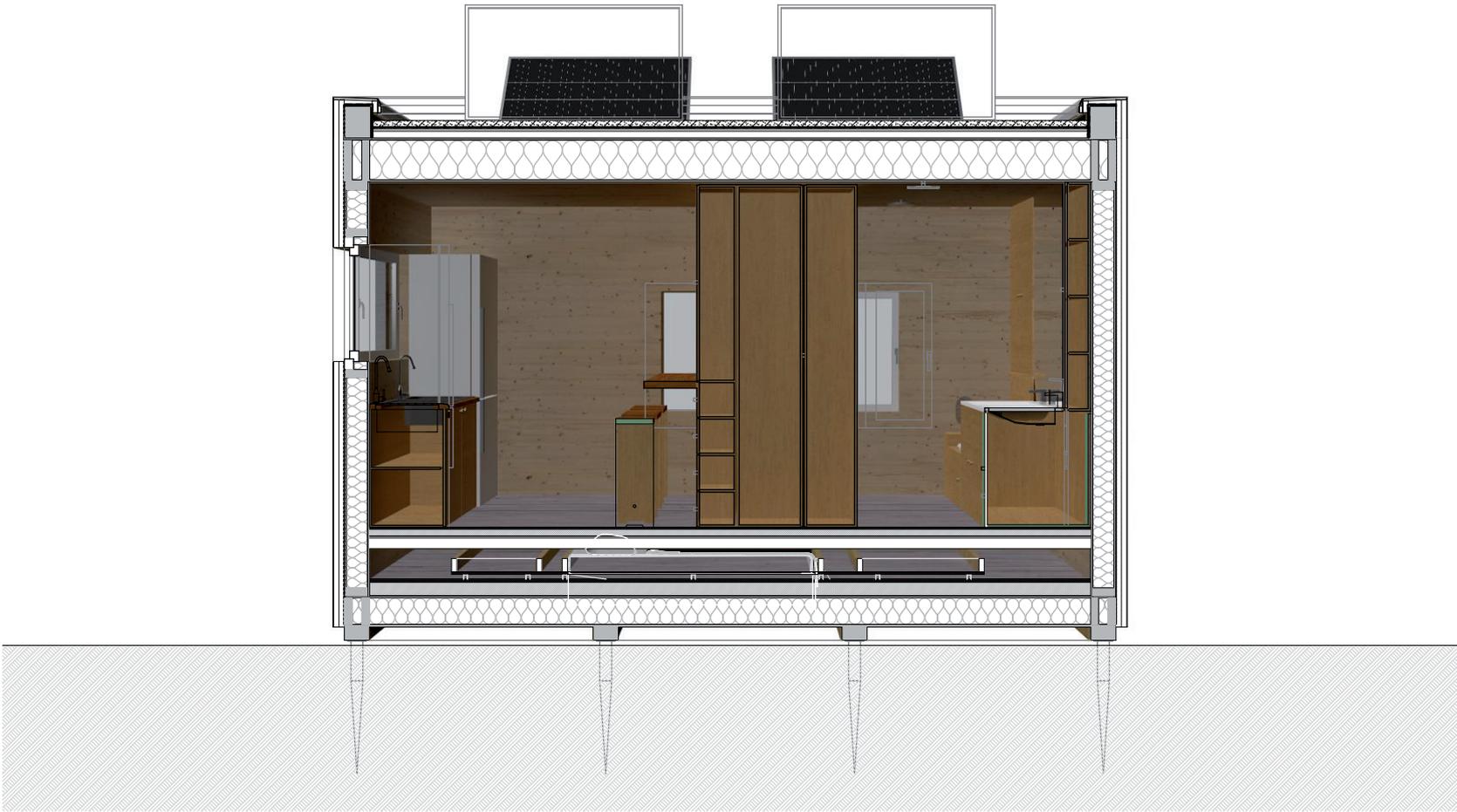
Parkett	2,5 cm
Estrich mit Fußboden- heizung und sonstigen Installationen	10 cm
Folie	
OSB-Platte	1,5 cm
Holzrahmenbau mit Zellulose	
Windpapier	20 cm
Holzschallung	2,0 cm

4. Podest Aufbau

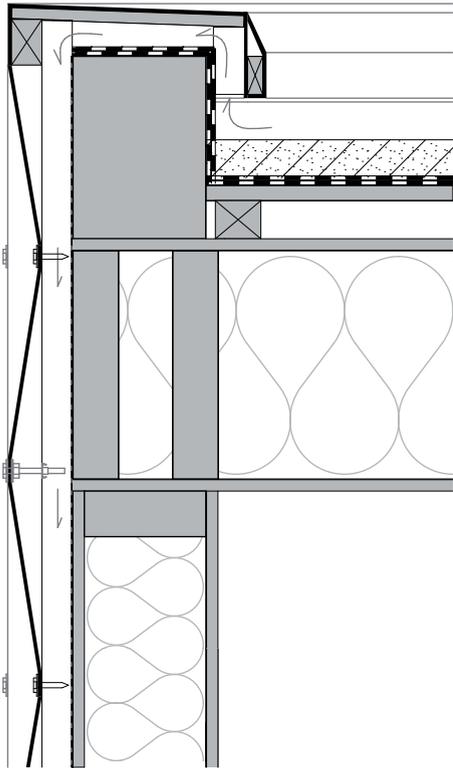
Parkett	2,5 cm
Estrich mit Fußboden- heizung und sonstigen Installationen	10 cm
Folie	
OSB-Platte	1,5 cm
Unterkonstruktion aus Holz	8,0 cm







3D SCHNITT
M 1:50
14

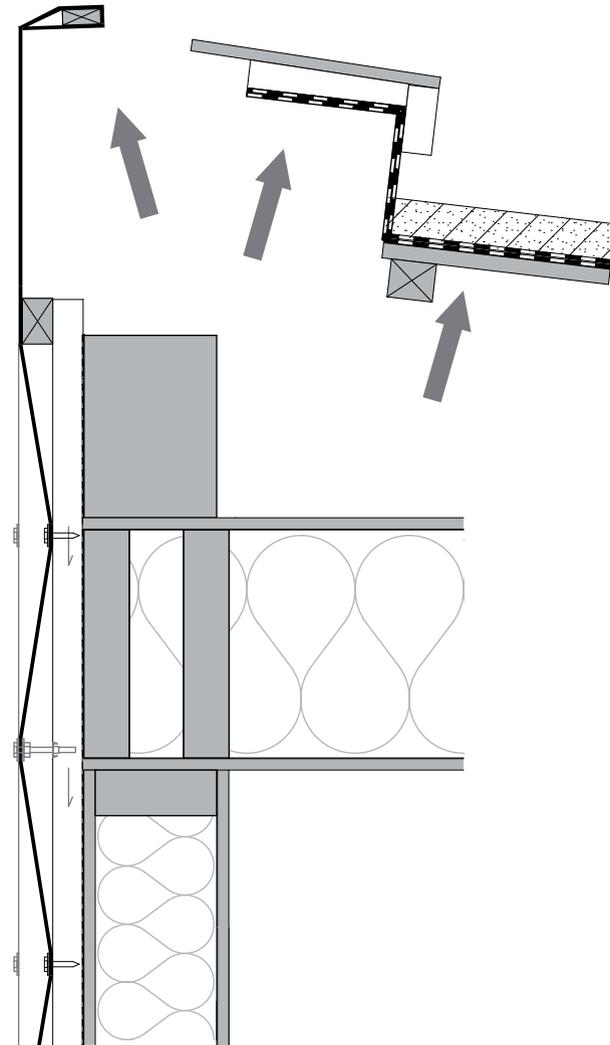


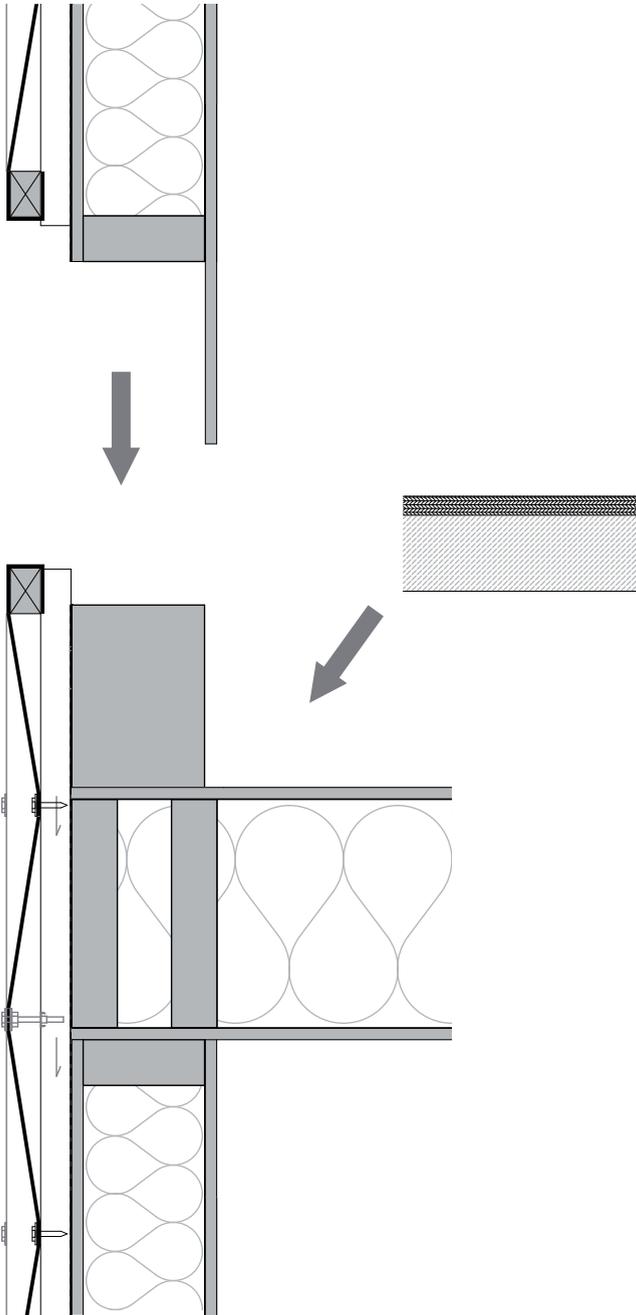
Die Attika ist so ausgebildet, dass sie beim eingeschossigen Gebäude die Aufgabe einer Attika voll erfüllt.

Wenn das Gebäude DOIL gestapelt wird, wird die Attika zum Fundament für das darüber liegende Gebäude.

Der Kies, die Bitumenbahn, die Schalung und die Unterkonstruktion werden abgenommen. Diese können für das darüber liegende Gebäude wiederverwendet werden.

Die Membran wird erstmal aufgeklappt.





Die Membran wird jetzt wieder umgestülpt und an der Unterkonstruktion wieder befestigt.

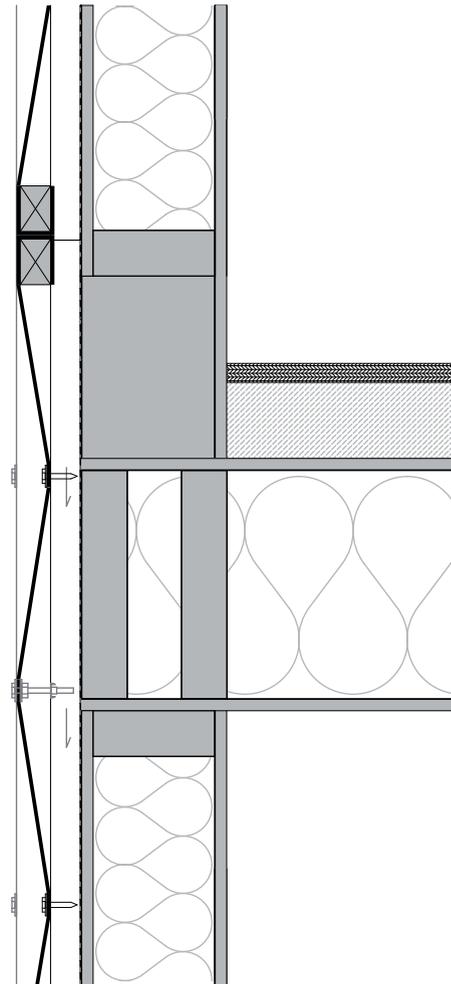
Die große Attikaschwelle dient jetzt als Schwelle für die Wand, die draufgesetzt wird.

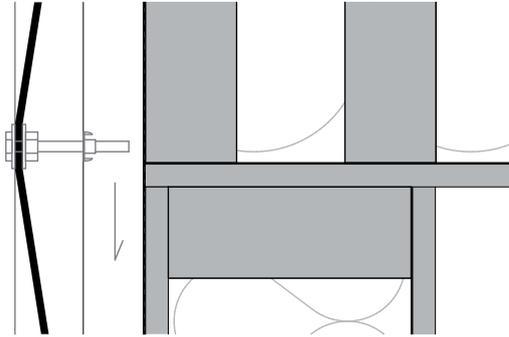
Das Dach wird jetzt zur Decke. Es wird der normale Bodenaufbau hergestellt.

Fertig ist die Verwandlung von der Attika in die Wandschwelle.

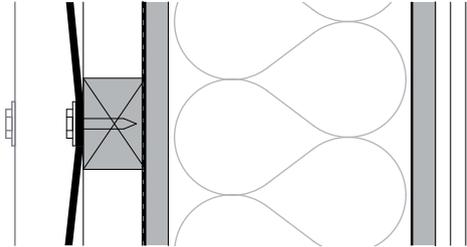
Das selbe Prinzip kann darüber nochmals angewand werden.

Der Vorteil dieser Methode ist, dass die Materialien wiederverwendet werden und somit auch Kosten gespart werden.

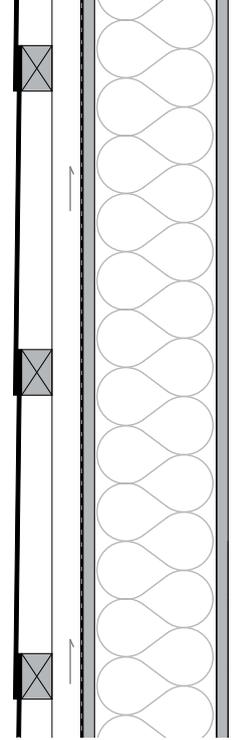
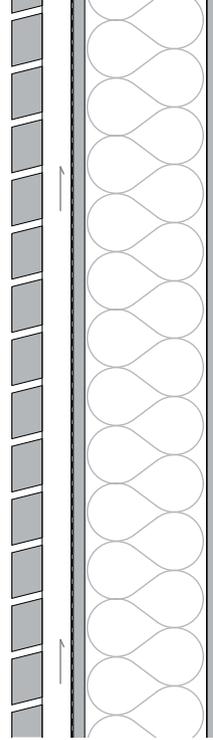
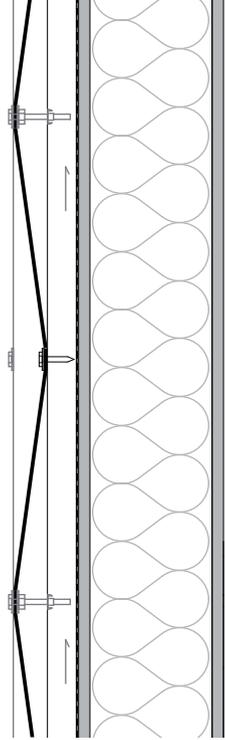




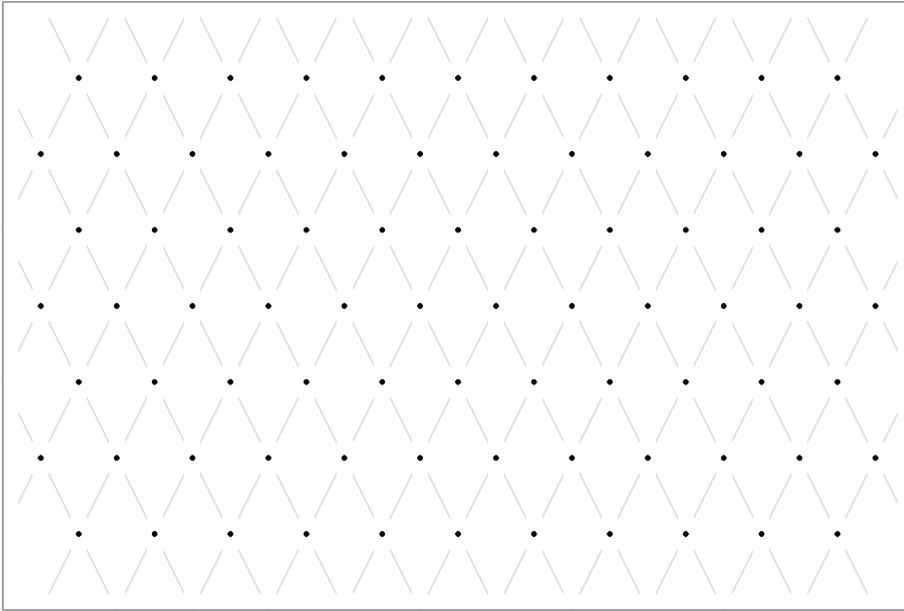
Um die textile Membran von der Unterkonstruktion fern zu halten, werden Schlagmuttern in die Unterkonstruktion reingeschlagen und mit einer Polyamid-Schraube mit Mutter und zwei Beilagscheiben auf Distanz gebracht.



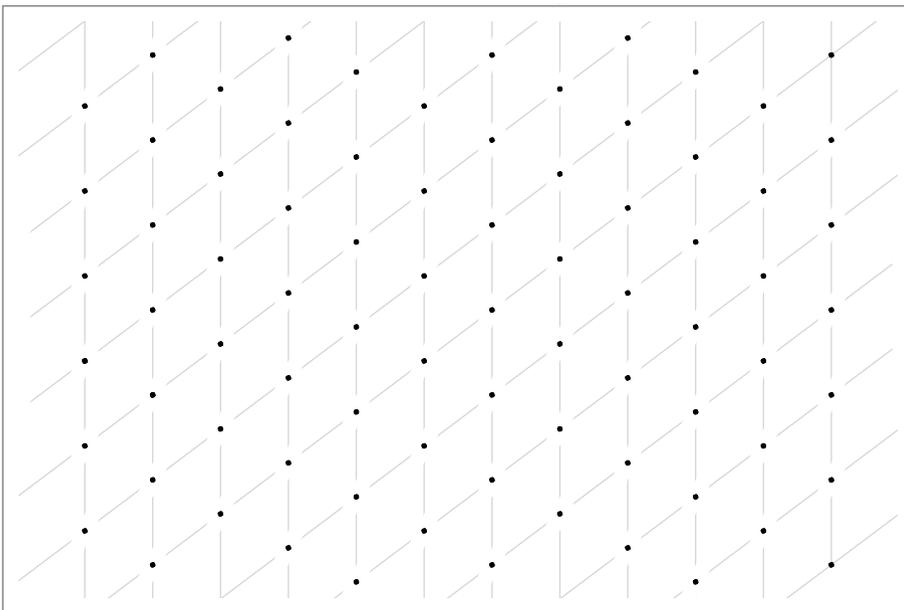
Um die textile Membran an die Wand ran zu ziehen, wird mit einer Polyamid-Schraube mit Beilagscheibe die Membran rangeschraubt.

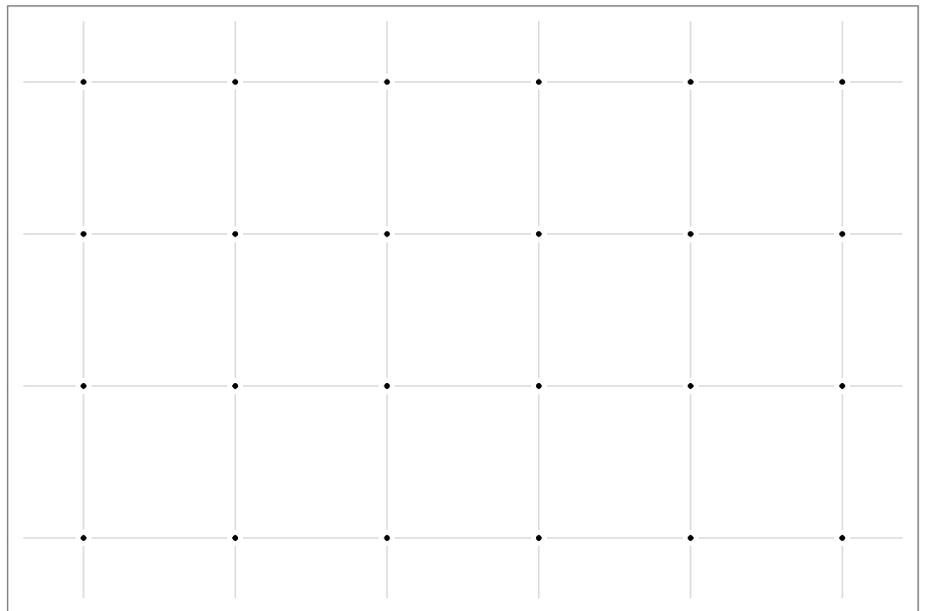
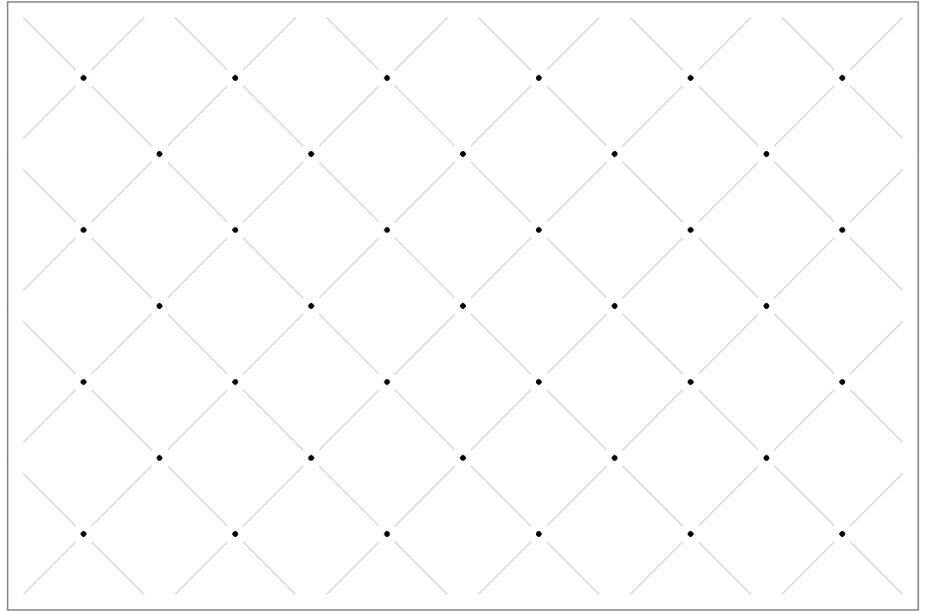


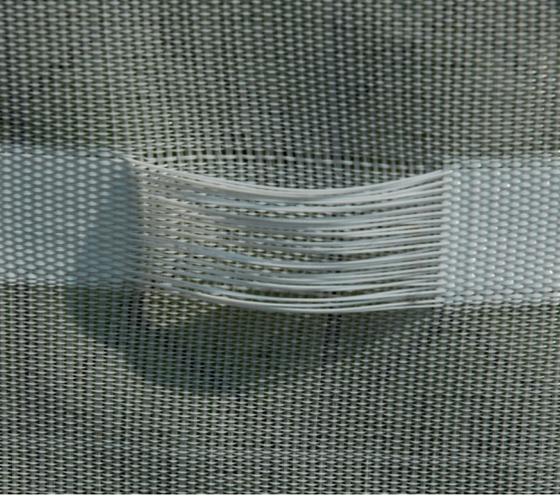
Das Gebäude DOIL ist so konstruiert, dass es einem frei steht, welche Art von Fassade man bevorzugt. Durch geringen Aufwand kann man zwischen einer textilen Membran oder einem speziellen Pneu wählen, einer Holzfassade oder einer Blechfassade. In allen Varianten kann die Fassade leicht demontiert, umweltfreundlich entsorgt oder sogar wiederverwendet werden.



Hier sind verschiedene Möglichkeiten dargestellt, wie eine Membranfassade gestaltet werden kann.







Hier ein Beispiel, wie die Membran auf eine andere Art und Weise zur Wand gezogen werden kann. Dabei wurde eine Schlaufe in das Material bei der Produktion mit eingewebt.



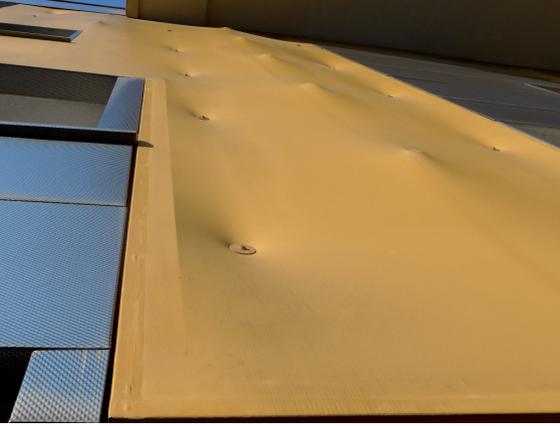
In diesem Beispiel wird die Membran mit Hilfe eines Rohres nach unten gespannt und im Boden verankert.

Im Bild rechts ist ein Beispiel für ein Spannsystem, welches in ähnlicher Weise für die Fassade von DOIL verwendet wird.



Anstelle der Verankerung im Boden können auch Haken verwendet werden, die an der Fassade befestigt sind.

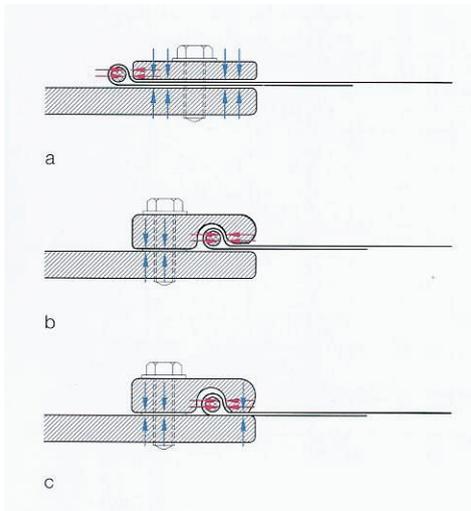
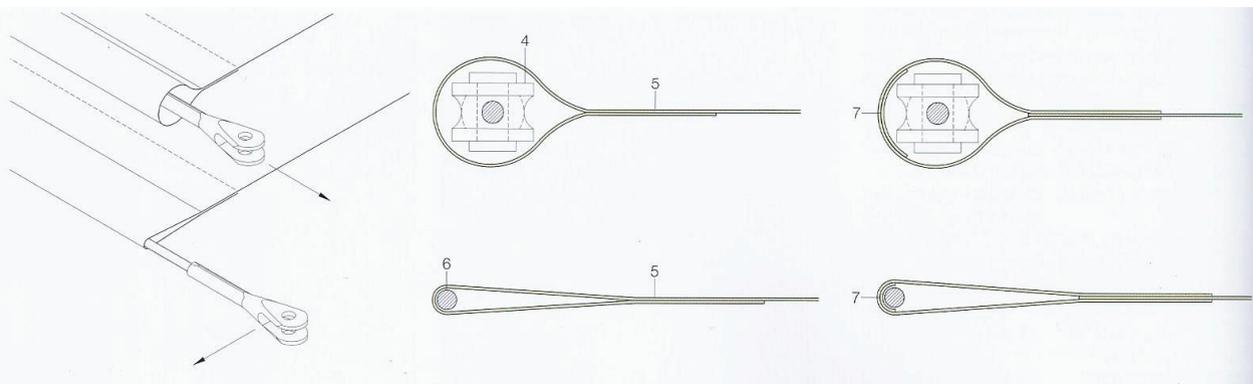




An diesen Beispielen sieht man eine andere Art die Membran nach außen zu drücken. Dies geschieht mit einem Stab der an der Fassade fixiert ist.

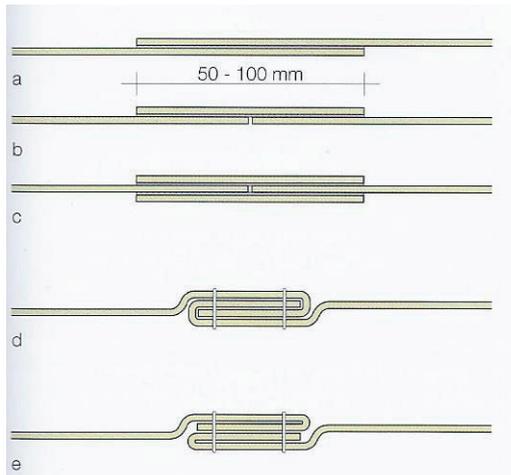


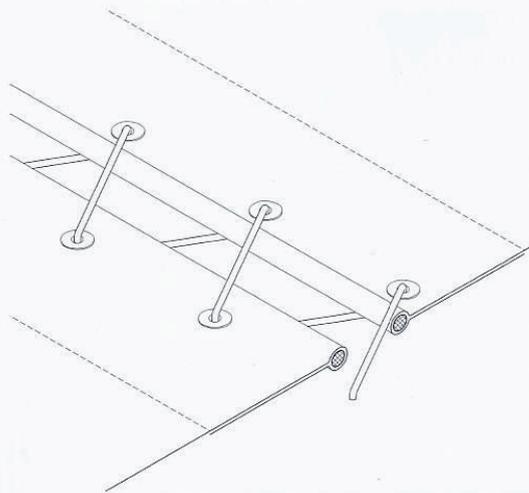




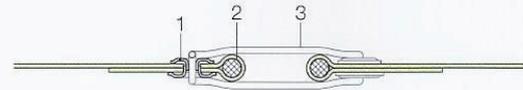
Verschiedene Verbindungen

Das ist eine kleine Auswahl an verschiedenen Verbindungen, die zur Befestigung oder zum Spannen von textilen Membranen hergenommen werden.

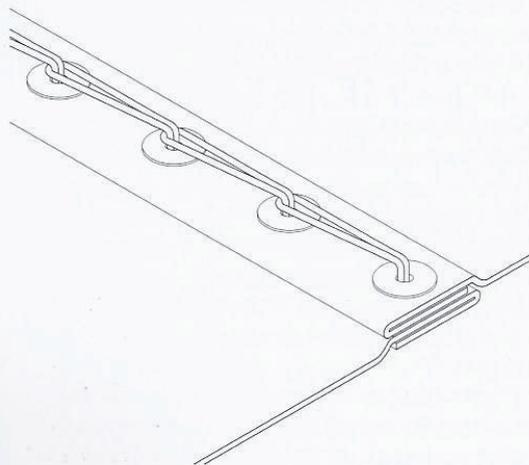




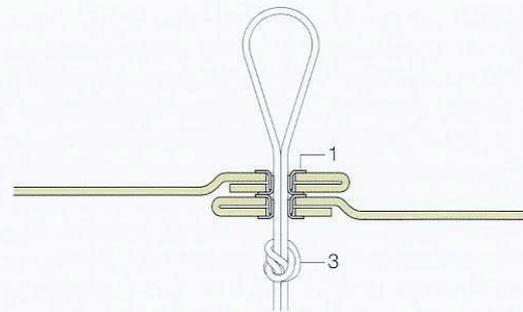
a



- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 Öse | 9 Membranverstärkung |
| 2 Keterschnur | 10 Stahlseil |
| 3 Polyesterseil | 11 Membranschlaufe |
| 4 Klemmplatte | 12 Metallklammer |
| 5 Kederprofil, zweiteilig | 13 Kederprofil/
Schiene |
| 6 Verbindungsblech | 14 Schutzblech |
| 7 doppelte Kappnaht | 15 Abdeckstreifen |
| 8 Gurt | |

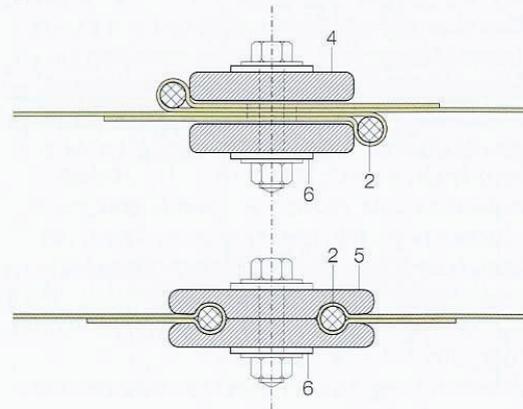
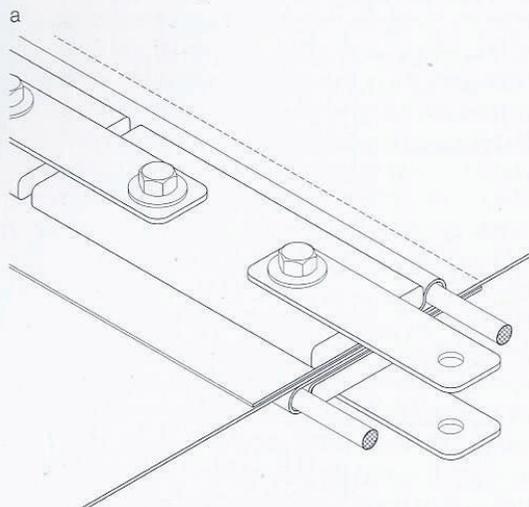


a

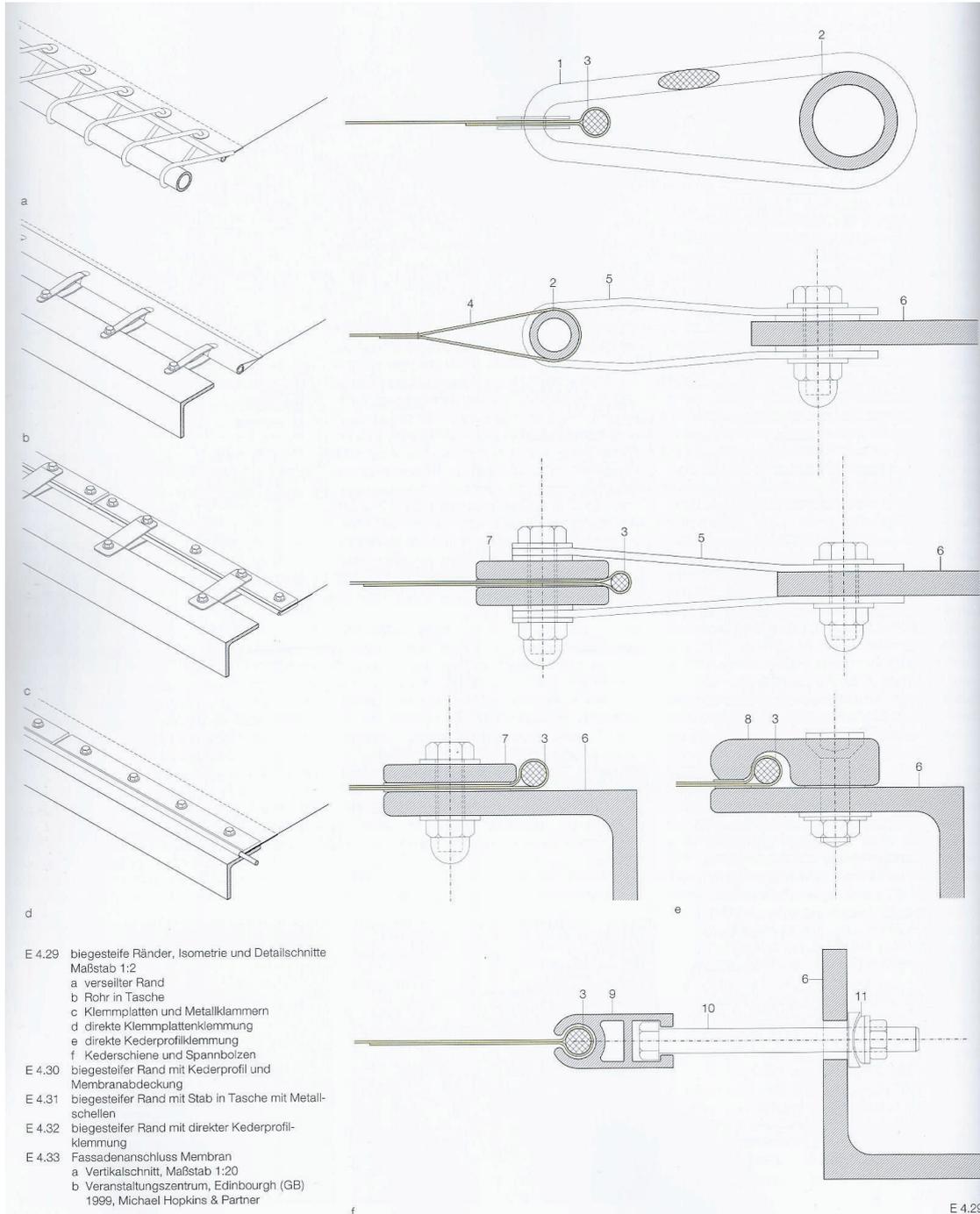


b

E 4.13



E 4.14



E 4.29 biegesteife Ränder, Isometrie und Detailschnitte
Maßstab 1:2

- a versellter Rand
- b Rohr in Tasche
- c Klemmplatten und Metallklammern
- d direkte Klemmplattenklemmung
- e direkte Kederprofilklemmung
- f Keterschiene und Spannboizen

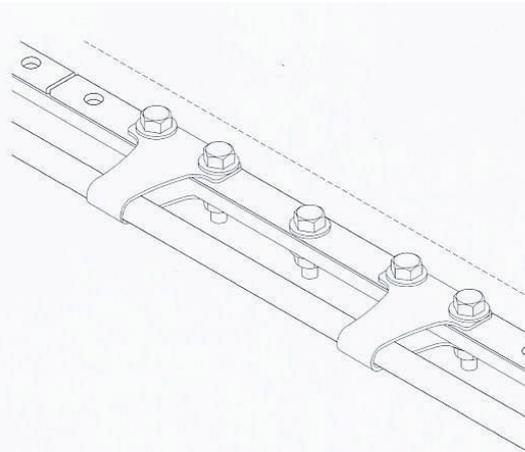
E 4.30 biegesteifer Rand mit Kederprofil und
Membranabdeckung

E 4.31 biegesteifer Rand mit Stab in Tasche mit Metall-
schellen

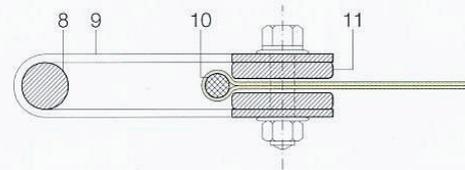
E 4.32 biegesteifer Rand mit direkter Kederprofil-
klemmung

E 4.33 Fassadenanschluss Membran
a Vertikalschnitt, Maßstab 1:20
b Veranstaltungszentrum, Edinburgh (GB)
1999, Michael Hopkins & Partner

E 4.29



a

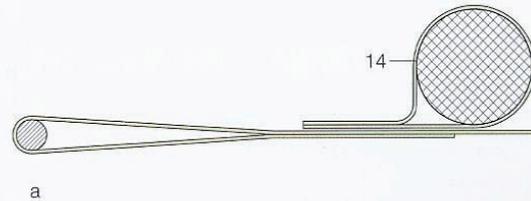
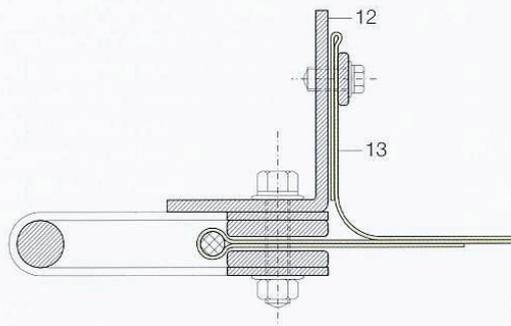


b

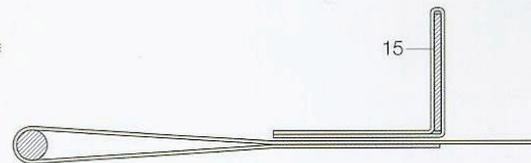
E 4.24

- 1 doppelter Einschlag mit Nahtschutz
- 2 Gurt
- 3 einfacher Einschlag
- 4 Gabelfitting
- 5 Seiltasche
- 6 Stahlseil
- 7 Membranverstärkung

- 8 Randseil
- 9 Metallhammer
- 10 Kederschnur
- 11 Klemmplatte
- 12 Aluminiumwinkel
- 13 aufgestellter Membranrand
- 14 Schaumstoffrolle
- 15 Aluminiumblech



a



15



Vertikaler Garten

Der vertikale Garten dient sowohl als Sichtschutz, als auch als Kräutergarten. Der vertikale Garten besteht aus einem Rahmen, der auf Schienen läuft und PET-Flaschen, die im Boden ein Loch haben, wo die nächste Flasche eingesteckt wird. So läuft das Wasser von ganz oben nach ganz unten und bewässert somit alle Kräuter.

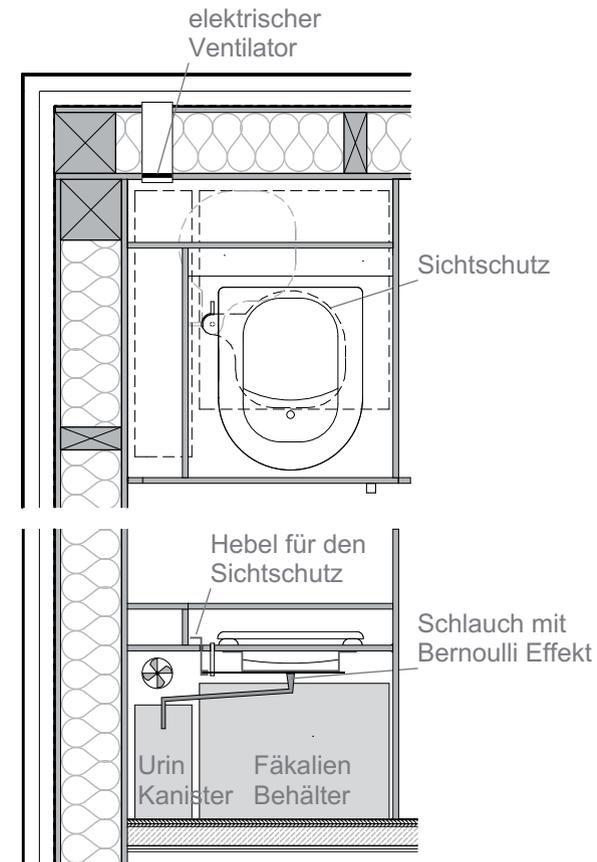
Kompost Toilette

Diese Kompost-Toilette verfügt über einen Holzdeckel, der zugeklappt werden kann. Somit verhindert man das Nasswerden der Klobrille und des Toilettenpapiers während des Duschens.

Es gibt auch einen Sichtschutz, den man, mit Hilfe eines Hebels, zur Seite schieben kann.

Unter der Toilette befinden sich zwei Gefäße: eines für den Urin und das andere für die Fäkalien.

Um dem Geruch vorzubeugen, gibt es einen kleinen Ventilator, der die schlechte Luft nach draußen bläst.



10 HAUS TECHNIK

Photovoltaik

Die vorgegebene pro Person und Jahr zu erzeugende Energie von 250 kWh bedingt für diesen 2-Personen-Haushalt eine 500 kWh/Jahr erzeugende Anlage. Um dies zu erreichen werden vier PV-Module der Größe 1x1,6m, sechs Akkus, ein Laderegler und ein Wechselrichter benötigt. Die Module werden in einem 60°-Winkel montiert. Genaue Simulation siehe Anhang.

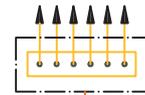
PHOTOVOLTAIK MODULE
HECKERT SOLAR NeMo 60P 255 poly



LADEREGLER



HAUSVERBRAUCHER
24V GLEICHSTROM



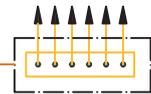
BATTERIESPEICHER



WECHSEL-
RICHTER



HAUSVERBRAUCHER
WECHSELSTROM



Inselanlage mit Akku: Simulationsparameter

Projekt :	Rachel - Adrian Susoi			
Geografische Station	Muenchen	Land	Deutschland	
Lage	Breitengrad	48.4°N	Längengrad	11.8°E
Zeit definiert als	Ortszeit	Zeitzone UT+1	geo. Höhe	440 m
	Albedo	0.20		
Wetterdaten:	Muenchen	Synthetic - Meteonorm 6.1		

Simulationsvariante : 4x255Wp+24V360AH_plus1Modul+2Batterien

Simulationsdatum 17/09/14 00h48

Simulationsparameter

Kollektorflächenausrichtung	Neigung	60°	Azimut	0°
verwendete Modelle	Transposition	Perez	Diffus	Erbs, Meteonorm

PV-Feld Eigenschaften

PV-Modul	Si-poly	Modell	NeMo@60 P 255	
		Hersteller	Heckert Solar AG	
Anzahl PV-Module		In Reihe	1 Module	Parallel 4 Stränge
Gesamtzahl der PV-Module		Anzahl Module	4	Nennleistung 255 Wp
PV-Feld Leistung		Nennleistung (STC)	1020 Wp	Bei Betriebsbed. 922 Wp (50°C)
Feld Betriebsbedingungen (50°C)		U mpp	27 V	I mpp 34 A
Gesamtoberfläche		Moduloberfläche	6.5 m²	

PV-Feld Verlustgrößen

Thermischer Verlustfaktor	Uc (konst)	20.0 W/m²K	Uv (Wind)	0.0 W/m²K / m/s
Kabelverluste	Gesamtfeld-Widerstand	14 mOhm	Verlustanteil	1.5 % bei STC
Leistungstolleranzabzug			Verlustanteil	-0.5 %
Mismatch-Verluste Module			Verlustanteil	2.5 % (feste Sp.)
Einfallswinkeleffekt (ASHRAE)	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05

Systemparameter

	Systemtyp	Inselanlage mit Akku		
Akku	Modell	S12-160 AGM		
	Hersteller	Rolls		
Akkueigenschaften	Spannung	24 V	Nennkapazität	366 Ah
	Anzahl der Einheiten	2 in Reihe x 3 parallel		
	Temperatur	Fest (20°C)		
Regler	Modell	Tristar-45 12/24V		
	Hersteller	Morningstar		
	Technologie	uP, Series transistor		
Akkuregelungs-Schwellwerte	Laden	28.3/25.2 V	Temp.-Koeff.	-5.0 mV/°C/elem.
	Hilfsgenerator-Befehl	22.2/25.8 V	Entladen	22.8/25.2 V

Benutzeranforderungen : Tägl. Haushalts-Verbraucher Gleich bleibend übers Jahr
mittlere 1.4 kWh/Tag

Inselanlage mit Akku: Detaillierter

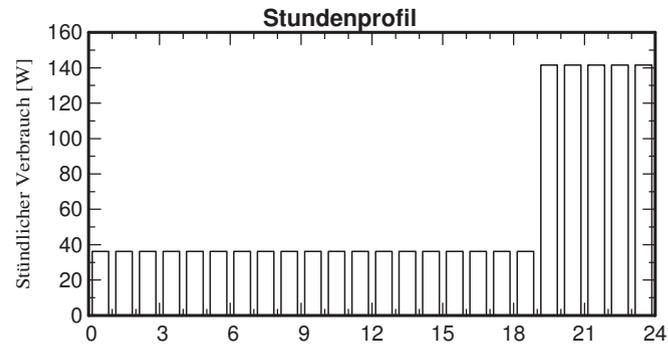
Projekt : Rachel - Adrian Susoi
Simulationsvariante : 4x255Wp+24V360AH_plus1Modul+2Batterien

Hauptsystemparameter	Systemtyp	Insel mit Akkus		
PV-Feld-Ausrichtung	Neigung	60°	Azimut	0°
PV-Feld	Anzahl der Module	4	Pnenn Total	1020 Wp
Akku	Modell	S12-160 AGM	Technologie	geschlossen, AGM
Akkupack	Anzahl der Einheiten	6	Spannung / Leistung	24 V / 366 Ah
Benutzeranforderungen	Tägl. Haushalts-Verbraucher	Gleich bleibend übers Jahr	global	509 kWh/Jahr

Tägl. Haushalts-Verbraucher, Gleich bleibend übers Jahr, mittlere = 1.4 kWh/Tag

Jahreswerte

	Nummer	Leistung	Nutzung	Energie
Fluoreszierende Lampen	1	45 W/Lampe	5 h/Tag	225 Wh/Tag
TV / Video / PC	1	100 W/Gerät	3 h/Tag	300 Wh/Tag
Haushaltsgeräte	1	100 W/Gerät	1 h/Tag	100 Wh/Tag
Kühlschrank / Tiefkühltruhe	1		400 Wh/Tag	400 Wh/Tag
Andere Verwendungen	1	500 W tot.	1 h/Tag	250 Wh/Tag
Verbraucher im Stand-by-Modus		5 W tot.	24 h/Tag	120 Wh/Tag
Tagesgesamtenergie				1395 Wh/Tag

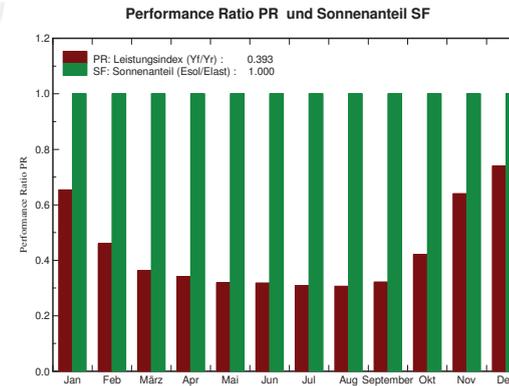
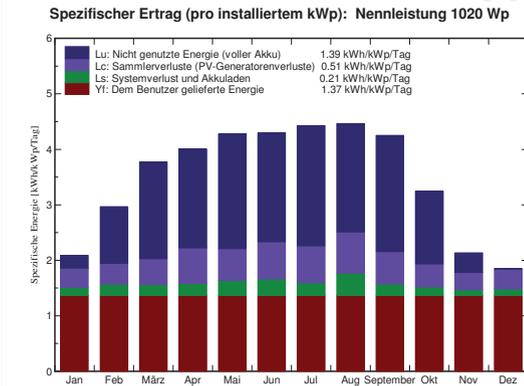


Inselanlage mit Akku: Hauptergebnisse

Projekt : Rachel - Adrian Susoi
Simulationsvariante : 4x255Wp+24V360AH_plus1Modul+2Batterien

Hauptsystemparameter		Systemtyp	Insel mit Akkus	
PV-Feld-Ausrichtung		Neigung	60°	Azimut 0°
PV-Feld		Anzahl der Module	4	Pnenn Total 1020 Wp
Akku		Modell	S12-160 AGM	Technologie geschlossen, AGM
Akkupack		Anzahl der Einheiten	6	Spannung / Leistung 24 V / 366 Ah
Benutzeranforderungen	Tägl. Haushalts-Verbraucher	Gleich bleibend übers Jahr	global	509 kWh/Jahr

Hauptsimulationsergebnisse		Verfügbare Energie	1106 kWh/Jahr	Produzierbar	1084 kWh/kWp/Jahr
Systemproduktion		Genutzte Energie	509 kWh/Jahr	Überfluss	518 kWh/Jahr
		Performance Ratio PR	39.3 %	Sonnenanteil SF	100.0 %
Lastverlust		Zeitanteil	0.0 %	Fehlende Energie	0 kWh/Jahr



4x255Wp+24V360AH_plus1Modul+2Batterien Bilanzen und Hauptergebnisse

	GlobHor	GlobEff	E Avail	EUnused	E Miss	E User	E Load	SolFrac
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
Januar	32.0	63.6	55.1	7.30	0.000	43.25	43.25	1.000
Februar	50.4	81.3	73.9	29.07	0.000	39.06	39.06	1.000
März	89.3	113.7	104.8	55.08	0.000	43.25	43.25	1.000
April	120.2	116.3	103.0	54.55	0.000	41.85	41.85	1.000
Mai	156.2	127.6	117.0	65.28	0.000	43.25	43.25	1.000
Juni	162.7	123.7	110.7	59.88	0.000	41.85	41.85	1.000
Juli	167.4	132.0	118.9	68.48	0.000	43.25	43.25	1.000
August	142.9	133.8	117.7	61.86	0.000	43.25	43.25	1.000
September	105.8	123.7	112.2	64.01	0.000	41.85	41.85	1.000
Oktober	66.2	98.5	89.4	41.39	0.000	43.25	43.25	1.000
November	33.8	62.8	55.8	10.81	0.000	41.85	41.85	1.000
Dezember	24.5	56.3	47.1	0.21	0.000	43.25	43.25	1.000
Jahr	1151.6	1233.4	1105.6	517.92	0.000	509.18	509.18	1.000

Legenden:

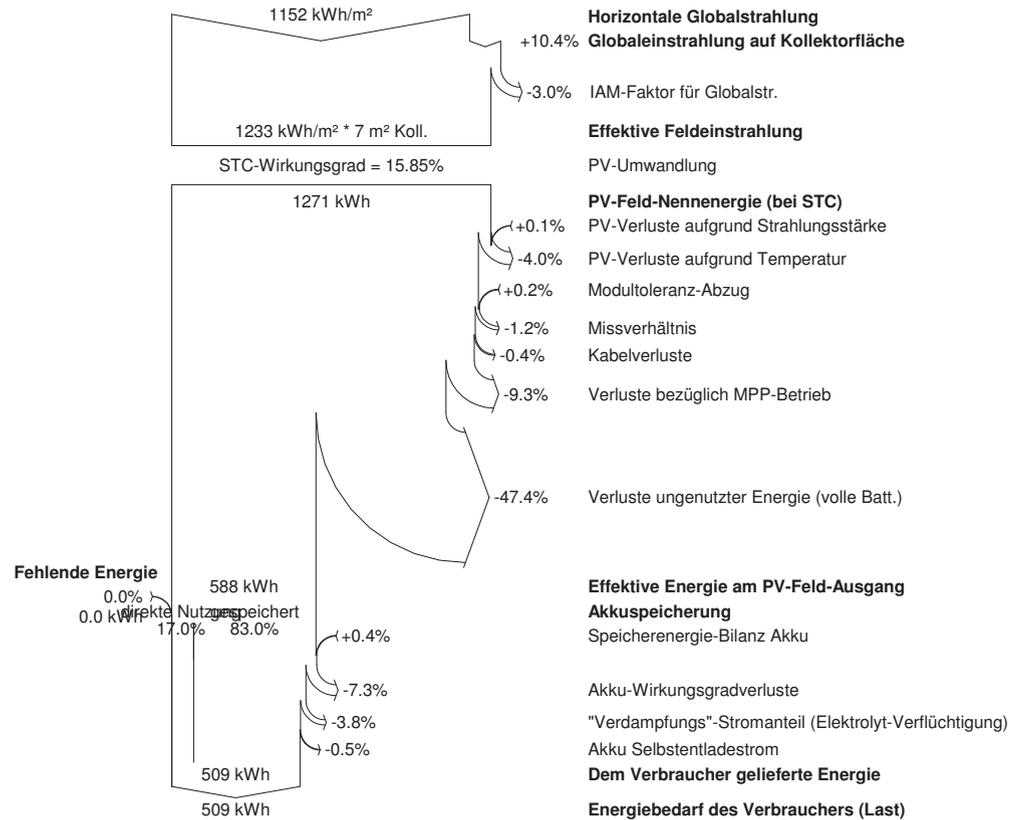
GlobHor	Horizontale Globalstrahlung	E Miss	Fehlende Energie
GlobEff	Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen)	E User	Dem Verbraucher gelieferte Energie
E Avail	Verfügbare Solarenergie	E Load	Energiebedarf des Verbrauchers (Last)
EUnused	Verluste ungenutzter Energie (volle Batt.)	SolFrac	Solarer Anteil (Enutz / Ebenöt)

Inselanlage mit Akku: Verlust-Diagramm

Projekt : Rachel - Adrian Susoi
 Simulationsvariante : 4x255Wp+24V360AH_plus1Modul+2Batterien

Hauptsystemparameter	Systemtyp	Insel mit Akkus		
PV-Feld-Ausrichtung	Neigung	60°	Azimut	0°
PV-Feld	Anzahl der Module	4	Pnenn Total	1020 Wp
Akku	Modell	S12-160 AGM	Technologie	geschlossen, AGM
Akkupack	Anzahl der Einheiten	6	Spannung / Leistung	24 V / 366 Ah
Benutzeranforderungen	Tägl. Haushalts-Verbraucher	Gleich bleibend übers Jahr	global	509 kWh/Jahr

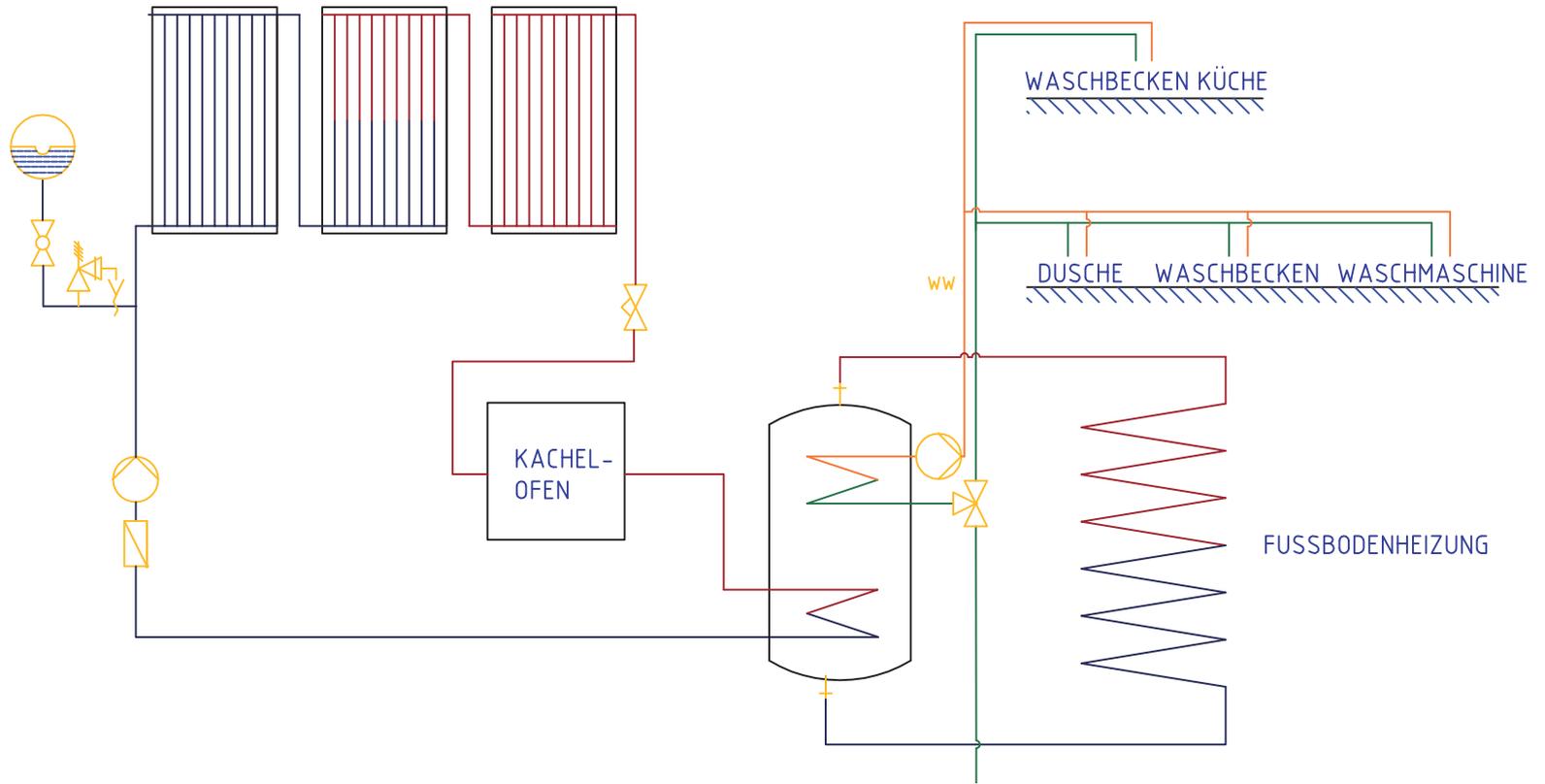
Ganzjahres-Verlustdiagramm

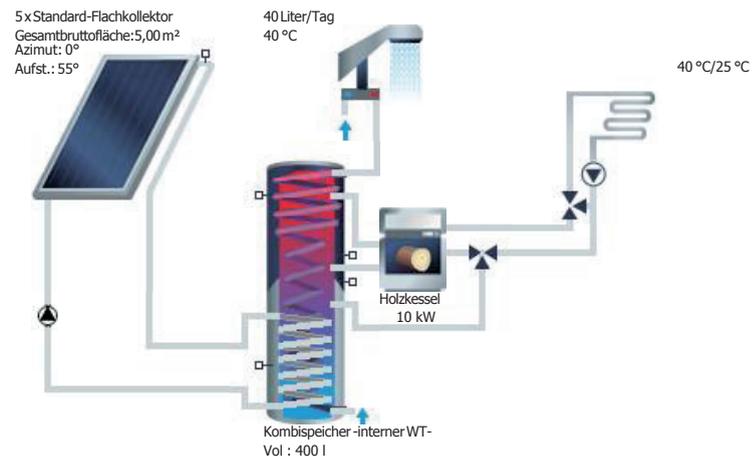


Solarthermie

Aufgrund der Wettbewerbsvorgaben wird eine Kollektorfläche von 5m² benötigt. Dieser Kollektor wird selbst zusammengebaut und in einem 55°-Winkel montiert. Der Anschluss an den 400l-Kombispeicher mit internem Wärmespeicher verläuft über den Kamin, der im Winter zusätzlich für eine Erwärmung des Wassers sorgt. Die angeschlossene Fußbodenheizung sorgt vor allem in der Übergangszeit für ein angenehmes Raumklima. Zusätzlich versorgt der Speicher Bad, Küche und Waschmaschine mit Warmwasser.

Selbstbau Flachkollektoren
6m² Bruttofläche
Azimut 0° / Aufstellwinkel 55°





Ergebnisse der Jahressimulation

Installierte Kollektorleistung:		3,50 kW
Installierte Kollektorfläche (Brutto):		5 m ²
Einstrahlung Kollektorfläche (Bezug):	6,45 MWh	1 289,27 kWh/m ²
Abgegebene Energie Kollektoren:	1 738,64 kWh	347,73 kWh/m ²
Abgegebene Energie Kollektorkreis:	1 408,43 kWh	281,69 kWh/m ²
Energielieferung Trinkwarmwassererwärmung:		545,32 kWh
Energielieferung Heizwärme:		1 514,57 kWh
Energie Solarsystem an Kombispeicher:		1 163,69 kWh
Zugeführte Energie Zusatzheizung:		1 539,5 kWh
Einsparung Holz -Hackgut trocken:		377,8 kg
Deckungsanteil Warmwasser:		73,0 %
Deckungsanteil Heizung:		19,6 %
Deckungsanteil gesamt:		43,0 %
Anteilige Energieeinsparung (DIN CEN/TS 12977-2):		32,8 %
Systemnutzungsgrad:		18,1 %

Vorgaben

Klimadaten

Standort:	München
Klimadatensatz:	München
Jahressumme Globalstrahlung:	1168,512 kWh/m ²
Breitengrad:	48,14 °
Längengrad:	-11,57 °

Trinkwarmwasser

Durchschnittlicher Tagesverbrauch:	40 l
Solltemperatur:	40 °C
Lastgangprofil:	Einfamilienhaus (Abendspitze)
Kaltwassertemperatur:	Februar: 5 °C August: 11 °C
Zirkulation:	nein

Heizung

Normgebäudewärmestrombedarf:	1,3 kW
Normaußentemperatur:	-15,8 °C
Auslegungstemperaturen :	40 °C/25 °C

Anlage

Kollektorkreis

Hersteller:	Standard
Typ:	Standard-Flachkollektor
Anzahl:	5,00
Gesamtbruttofläche:	5 m ²
Gesamtbezugsfläche:	5 m ²
Aufstellwinkel:	55 °
Ausrichtung:	180 °
Azimut:	0 °

Kombispeicher -interner WT-

Hersteller:	Standard
Typ:	Kombispeicher -interner WT-
Volumen:	400 l

Zusatzheizung

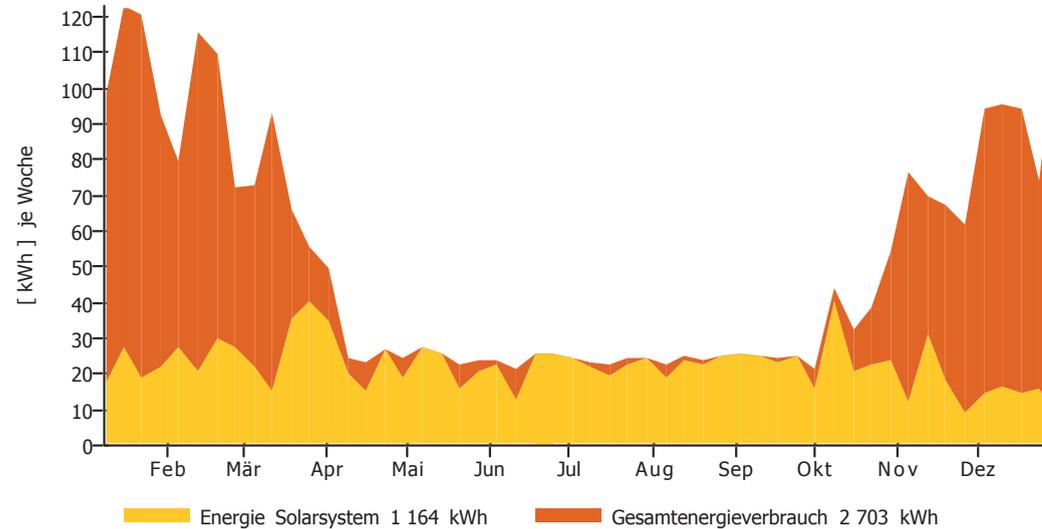
Hersteller:	Standard
Typ:	Holzessel
Nennleistung:	10 kW

Legende

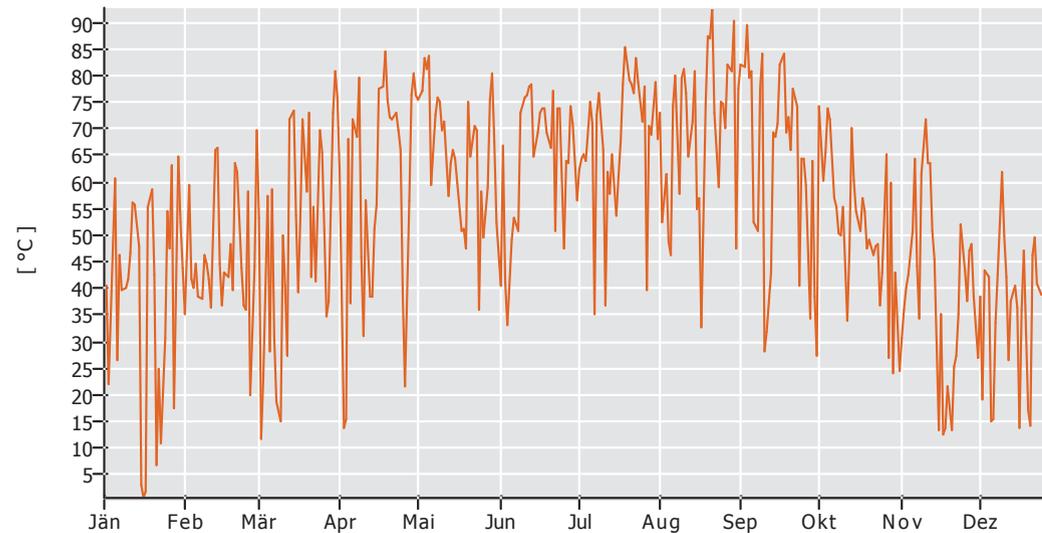
Mit Prüfbericht
Solar Keymark



Anteil der Solarenergie am Energieverbrauch



Tägliche Maximaltemperaturen im Kollektor



Die Berechnungen wurden mit dem Simulationsprogramm für thermische Solaranlagen T*SOL Pro 5.5 (R5) durchgeführt. Die Ergebnisse sind durch eine mathematische Modellrechnung mit einer variablen Zeitschrittweite von max. 6 Minuten ermittelt worden. Die tatsächlichen Erträge können aufgrund von Schwankungen des Wetters, des Verbrauchs und anderen Faktoren davon abweichen. Das obige Anlagenschema ersetzt keine fachtechnische Planung der Solaranlage.

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Anlage

Bezugsfläche:	5 m ²
Ertrag des Systems:	1 460,08 kWh
Jährl. Brennstoffeinsparung:	377,8 kg Holz -Hackgut trocken

Wirtschaftlichkeitsparameter

Lebensdauer:	20 Jahre
Kapitalzins:	2,5 %
Wiederanlagezins:	2,5 %
Preissteigerungsrate Energiebezug:	3,0 %
Preissteigerungsrate Betriebskosten:	1,5 %

Finanzierung

Gesamtinvestition:	5 000 €
Zuschüsse:	0 €
Fremdkapital:	0 €
Restinvestition:	5 000 €

Betriebskosten im ersten Jahr:	0 €
Einsparungen im ersten Jahr:	0 €

Wirtschaftlichkeit

Solare Gestehungskosten:	0,220 €/kWh
Kapitalrückflusszeit:	---
Amortisationszeit:	---

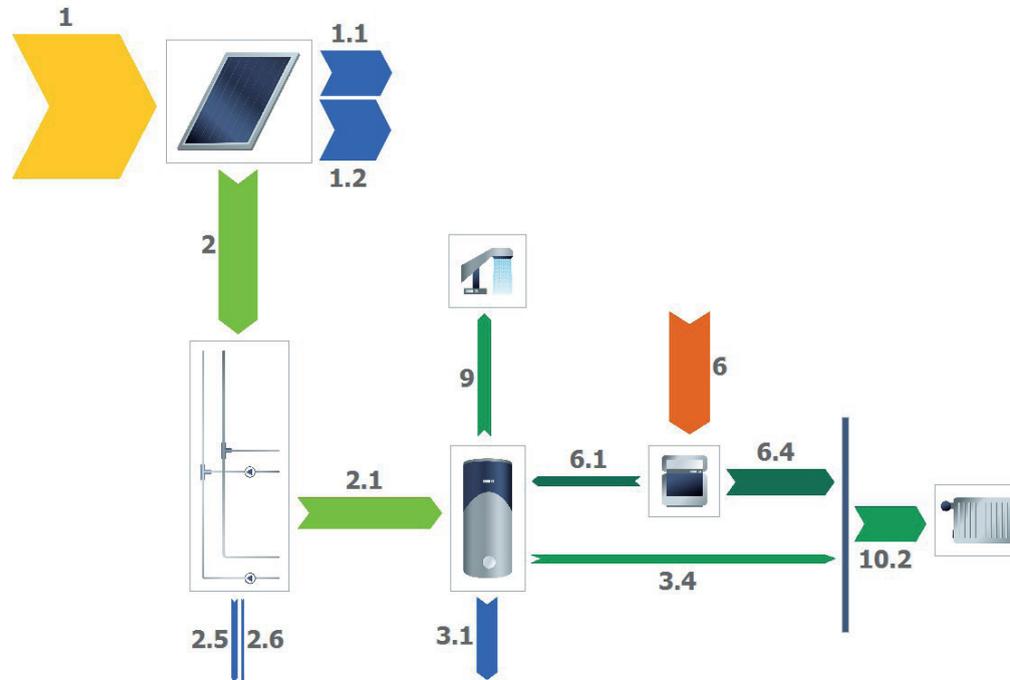
Rentabilität

Gesamtkapitalrendite:	0,0 %
Eigenkapitalrendite:	---
Interner Zinsfuß, IRR:	---
Kapitalwert:	-5 000 €

Wiederanlageprämisse

Gewinn:	-5 000 €
Modifizierter interner Zinsfuß, MIRR:	---

Energiebilanzschema

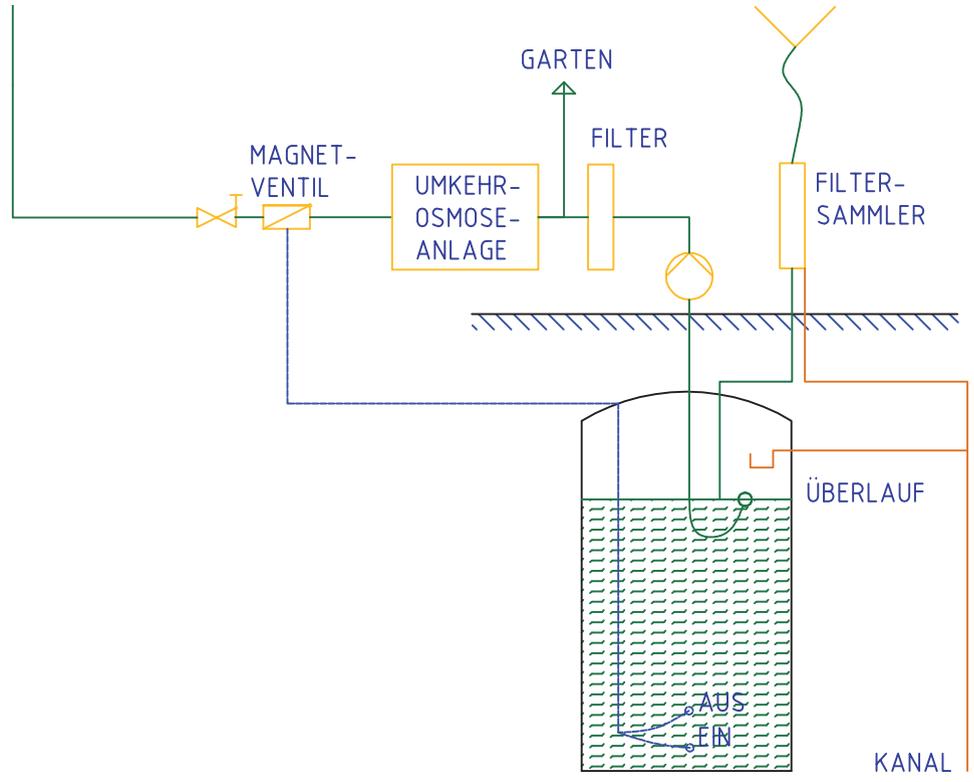


Legende

1	Einstrahlung Kollektorfläche (Bezug)	6 446 kWh
1.1	Optische Kollektorverluste	2 013 kWh
1.2	Thermische Kollektorverluste	2 695 kWh
2	Energie vom Kollektorfeld	1 739 kWh
2.1	Solarenergie an Speicher	1 408 kWh
2.5	Rohrverluste innen	264 kWh
2.6	Rohrverluste außen	66 kWh
3.1	Speicherverluste	881 kWh
3.4	Speicher an Heizung	350 kWh
6	Endenergie	1 819 kWh
6.1	Zusatzenergie an Speicher	375 kWh
6.4	Zusatzenergie an Heizung	1 164 kWh
9	WW-Energie aus dem Speicher	545 kWh
10.2	Wärme an NT-Heizung.	1 515 kWh

Wasserversorgung

Für die Wasserversorgung wird das Regenwasser in einer 1.600l fassenden Zisterne aufgefangen. Von dort wird das Wasser durch einen Filter entweder zur Blumenbewässerung in den Außenbereich oder zur Umkehrosmoseanlage gepumpt. Über einen Warmwasserspeicher gelangt das Wasser schließlich zum Verbraucher. Zusätzlich verfügt die Anlage über ein Magnetventil, worüber, bei Bedarf, die Zisterne zusätzlich mit Trinkwasser befüllt werden kann.



Berechnung der Wasserversorgungsanlage

1. Regenwasserertrag ermitteln

Ort:	München	800 mm/a
Dachkonstruktion:	Flachdach mit Kiesschüttung	0,6
	Fläche	30 m ²

$$800 \times 0,6 \times 30 = 14.400 \text{ L}$$

2. Regenwasserbedarf berechnen, schätzen

Waschmaschine	15L/a pro Person	2 Personen	10.950 L/a
Garten	60L/m ² pro Jahr	5 m ²	1.200 L/a
Trinkwasser	25L/a pro Person	2 Personen	18.250 L/a

$$\text{SUMME: } 30.400 \text{ L/a}$$

3. Größe des Regenwasserspeichers ermitteln

Trockenperiode 2-3 Wochen

a) Berechnung nach Bedarf

$$30400 \times 21 / 365 = 1.749 \text{ Liter}$$

b) mit Diagramm

$$\text{durchs ablesen ergibt sich ein Wert von ca. } 1.700 \text{ Liter}$$

Abwasser und Abfall

Die Fäkalien und der Biomüll werden kompostiert, wodurch zusätzlicher Abfall in Form von Gelb- und Grauwasser entsteht. Je nach Bedarf und Fall muss speziell über die Wahl der Kläranlage entschieden werden.

Eine Pflanzenkläranlage eignet sich beispielsweise für den Selbstbau, benötigt aber Platz. Nur wenn der vorhanden ist, und die Kläranlage nur ein Gebäude oder eine kleine Anzahl von Bauwerken versorgen soll, wird dieses System zum Einsatz kommen. Handelt es sich jedoch um eine verdichtete Siedlungsstruktur, ist ein dezentrales System, auch aus kostentechnischen Gründen, sinnvoller.

Technikraum

Im Technikraum befindet sich der Wärmespeicher, die Waschmaschine und alle notwendigen Geräte.

Kochen

Zum Einsatz kommt ein Gasherd, der an eine 25kg Gasflasche angeschlossen wird, welche sich unter der Arbeitsfläche, in einem luftdichten Einbauschränk befindet.

Bei sparsamem Verbrauch ist eine 4-wöchige Versorgung gewährleistet.

Heizwärmebedarf

Durch den gewählten Aufbau ergibt sich ein Heizwärmebedarf von $65 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Der geforderte Niedrigenergiehaus-Standard von $70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ wird somit eingehalten.

FLÄCHENERMITTLUNG

Objekt: MOBIFLEX

Zusammenstellung				
Gruppe Nr.	Gruppe	Fläche	Einheit	Bemerkung
1	Energiebezugsfläche	29,70	m²	Wohnfläche nach 2. BV innerhalb der thermischen Hülle
2	Fenster Ost	2,88	m²	
3	Fenster Süd	10,00	m²	
4	Fenster West	1,10	m²	
5	Fenster Nord	2,76	m²	
6	Fenster horizontal	2,00	m²	
7	Außentür	0,00	m²	
8	Außenwand gegen Außenluft	79,3	m²	Fenster- und Türflächen werden automatisch abgezogen
9	Außenwand gegen Boden	0,0	m²	
10	Dach	32,1	m²	Fensterflächen werden automatisch abgezogen
11	Boden	34,1	m²	
Summe thermische Hülle		164,21	m²	

Diese Zeile markieren, um weitere Gruppen einzufügen; Übernahme ins Heizwärmeblatt selbst erstellen

Flächeneingabe														
Code	Bauteil Bezeichnung	Gruppe Nr.	Zuordnung an Gruppe	Anzahl	x (	a	x	b	+	Eigene Ermittlung	-	Abzug	) =	Fläche
	Energiebezugsfläche	1	Energiebezugsfläche	1	x (	5,450	x	5,450	+		-		) =	29,70
	Fenster Ost	2	Fenster Ost	1	x (	2,400	x	1,200	+		-		) =	2,88
	Fenster Süd	3	Fenster Süd	1	x (	4,000	x	2,500	+		-		) =	10,00
	Fenster West	4	Fenster West	1	x (	1,830	x	0,600	+		-		) =	1,10
	Fenster Nord	5	Fenster Nord	2	x (	0,600	0	2,300	+		-		) =	2,76
	Fenster horizontal	6	Fenster horizontal	1	x (	1,000	x	2,000	+		-		) =	2,00
	Außentür	7	Außentür	0	x (	1,150	x	2,200	+		-		) =	0,00
	Fassade Ost	8	Außenwand gegen Außenluft	1	x (	6,000	x	4,000	+		-		) =	24,00
	Fassade Süd	8	Außenwand gegen Außenluft	1	x (	6,000	x	4,000	+		-		) =	24,00
	Fassade West	8	Außenwand gegen Außenluft	1	x (	6,000	x	4,000	+		-		) =	24,00
	Fassade Nord	8	Außenwand gegen Außenluft	1	x (	6,000	x	4,000	+		-		) =	24,00
	Dach	10	Dach	1	x (	5,840	x	5,840	+		-		) =	34,11
	Boden	11	Boden	1	x (	5,840	x	5,840	+		-		) =	34,11
					x (		x		+		-) =	
					x (		x		+		-) =	

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Objekt: **mOBIFLEX**
Standort: **Deutschland**

Gebäudetyp/Nutzung: **Mobiles Gebäude**
Energiebezugsfläche A_{EB}: **29,7** m²

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Reduktionsfaktor f _i	G _t kWh/a	=	kWh/a	pro m ² Energiebezugsfläche	
1. Außenwand	A	79,3	0,246	1,00	84,0	=	1639		
2. Dach	A	32,1	0,132	1,00	84,0	=	357		
3. Boden	B	34,1	0,185	0,50	84,0	=	265		
4.						=			
5.						=			
6.						=			
7.						=			
8.						=			
9.						=			
U-Wert Verglasung			0,50						
10. Fenster	A	18,7	0,67	1,00	84,0	=	1049		
x wärmebrückenfrei konstruiert		Länge [m]	Ψ-Wert [W/(mK)]						
Wärmebrücken		65,7	-0,01	1,0	84	=	-55		
Summe aller Hüllflächen		164,2							
							Summe	3256	109,6

Transmissionswärmeverluste Q_T

Lüftungsanlage:	wirksames Luftvolumen V _L m ³	A _{EB} m ²	lichte Raumhöhe m	=	m ³	
effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung	η _{eff} 80%	29,7	2,50	=	74,3	
Wärmebereitstellungsgrad des Erreichwärmetauschers	η _{EWT} 33%					
energetisch wirksamer Luftwechsel n _L 1/h	0,40	Φ _{WRG} 0,87	n _{L, Rest} 1/h	0,042	=	0,096

Lüftungswärmeverluste Q_L

V _L m ³	n _L 1/h	c _{Luft} Wh/(m ³ K)	G _t kWh/a	=	kWh/a	kWh/(m ² a)
74	0,096	0,33	84,0	=	197	6,6

Summe Wärmeverluste Q_V

Q _T kWh/a	Q _L kWh/a	Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenendaussenkung	=	kWh/a	kWh/(m ² a)
3256	197	1,0	=	3453	116,2

Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²	Globalstr. Heizzeit kWh/(m ² a)	=	kWh/a	kWh/(m ² a)	
1. Ost	0,45	0,54	2,88	220	=	154		
2. Süd	0,45	0,54	10,00	370	=	899		
3. West	0,45	0,54	1,10	225	=	60		
4. Nord	0,45	0,54	2,76	140	=	94		
5. Horizontal	0,45		2,00	360	=			
Summe							1207	40,6

Interne Wärmequellen Q_I

kh/d	Länge Heizzeit d/a	spezif. Leistung q _I W/m ²	A _{EB} m ²	=	kWh/a	kWh/(m ² a)
0,024	225	2,1	29,7	=	337	11,3

Freie Wärme Q _F	Q _S + Q _I =	1544	kWh/(m ² a)	52,0
Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	Q _F / Q _V =	0,45		

Wärmegewinne Q_G

Nutzungsgrad Wärmegewinne η _G	(1 - (Q _F / Q _V) ⁵) / (1 - (Q _F / Q _V) ⁶) =	99%		
Wärmegewinne Q _G	η _G * Q _F =	1528	kWh/a	51,5

Heizwärmebedarf Q_H

Q _V - Q _G =	1924	kWh/a	64,8
-----------------------------------	------	-------	------

Grenzwert kWh/(m²a) **70** Anforderung erfüllt? **ja** (ja/nein)

U-WERTE DER BAUTEILE

Objekt:

1 Außenwand

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung
 Wärmeübergangswiderstand [m²K/W] innen R_{si} : 0,13
 außen R_{sa} : 0,04

Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]
1. Fichtenplatte	0,130				
2. Zellulosedämmung	0,035			Pfosten + Riegel	0,130
3. Holzfaserplatte	0,130				
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					

Summe Breite
Dicke [mm]

15
160
15

Flächenanteil Teilfläche 2
 Flächenanteil Teilfläche 3
 10,0%

Summe
19,0 cm

U-Wert: **0,246** W/(m²K)

2 Dach

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung
 Wärmeübergangswiderstand [m²K/W] innen R_{si} : 0,10
 außen R_{sa} : 0,10

Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]
1. Fichtenplatte	0,130				
2. Zellulosedämmung	0,035	Holzträger	0,130		
3. OSB	0,150				
4. Luftschicht	0,433				
5. Holzschallung	0,130				
6. Kies	1,500				
7.					
8.					

Summe Breite
Dicke [mm]

15
300
15
40
20
50

Flächenanteil Teilfläche 2
 Flächenanteil Teilfläche 3
 10,0%

Summe
44,0 cm

U-Wert: **0,132** W/(m²K)

3 Boden

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung
 Wärmeübergangswiderstand [m²K/W] innen R_{si} : 0,17
 außen R_{sa} : 0,17

Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]
1. Parkett	0,200				
2. Estrich	1,400				
3. OSB	0,150				
4. Zellulosedämmung	0,035	Holzträger	0,130		
5. Holzschallung	0,130				
6.					
7.					
8.					

Summe Breite
Dicke [mm]

25
100
15
200
20

Flächenanteil Teilfläche 2
 Flächenanteil Teilfläche 3
 10,0%

Summe
36,0 cm

U-Wert: **0,185** W/(m²K)

JAHRESHEIZWÄRMEBEDARF EnEV

Objekt:

Gebäudetyp/Nutzung:

Standort:

Umbautes Volumen m³ vgl: Wohnfläche

EnEV-Nutzfläche m² m²

AV-Verhältnis m⁻¹

Achtung: in diesem Blatt wird konsequent mit der EnEV-Bezugsfläche gerechnet.
Alle flächenbezogenen Kennwerte sind daher mit den PHVP-Werten nicht vergleichbar.

Wärmeverluste:

Bauteile	Fläche	m ²	U-Wert	W/(m ² K)	Temperatur-Korrekturfaktor EnEV	spez. Transm. Wärmeverlust W/K	
1. Außenwand	A	79,3	0,25	1,0	=	19,5	
2. Dach	A	32,1	0,13	1,0	=	4,3	
3. Boden	B	34,1	0,19	0,6	=	3,8	
4.					=	0,0	
5.					=	0,0	
6.					=	0,0	
7.					=	0,0	
8.					=	0,0	
9.					=	0,0	
10. Fenster	A	18,7	0,67	1,0	=	12,5	
SUMME Hüllflächen m ²		164,2	0,05			=	8,2

spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T

Jahres-Transmissionswärmeverluste Q_T

W/K * = kWh/a

F_{GT} [kKh/a]

Luftvolumenfaktor: Im vereinfachten Heizperiodenverfahren immer 0.8

Faktor * umbautes Vol. m³ = m³

Luftvolumen V_L

1/h

Luftwechsel: Achtung: kein Ansatz für WRGI Mit Drucktestergebnis <3.0 h⁻¹ Ansatz 0.6; sonst 0.7 h⁻¹

spezifischer Lüftungswärmeverlust H_V

Jahres-Lüftungswärmeverluste Q_V

V_L m³ * 1/h * c_{Luft} Wh/(m³K) * H_V W/K = W/K

* * = W/K

* = kWh/a

Jahreswärmeverluste Q_L

Q_T kWh/a + Q_V kWh/a = kWh/a

(+) =

Wärmegewinne:

Ausrichtung der Fensterfläche

Ausrichtung	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fensterfläche Aw m ²	Globalstr. Heizzeit kWh/(m ² a)	kWh/a
1. Ost	0,567	0,54	2,9	155
2. Süd	0,567	0,54	10,0	270
3. West	0,567	0,54	1,1	155
4. Nord	0,567	0,54	2,8	100
5. Horizontal	0,567	2,0	225	

Wärmeangebot Solarstrahlung Q_{S,HP}

spez. int. Quellen kWh/(m²a) * A_N m² = kWh/a

* = kWh/a

Interne Wärmequellen Q_{i,HP}

Wärmegewinne Q_{g,HP}

Q_S + Q_{i,HP} = kWh/a

Jahresheizwärmebedarf Q_h

Q_L - 0.95 Q_{g,HP} = kWh/a

Q_h kWh/(m²a)

Anforderung an den spezifischen Transmissionswärmeverlust

H_T Anforderung W/(m²a) erfüllt? (ja/nein) W/(m²a)

Auswahl der Anlagenkonfiguration

Bitte wählen Sie eine Anlagenkonfiguration. Die Auswahl ist zur Primärenergiekennwertberechnung nach EnEV notwendig.

- Wärmepumpen-Kompaktaggregat (Zuluflheizung, Trinkwarmwasser und Heizwärme liefert eine Wärmepumpe)
- Niedertemperaturkessel (Zuluflheizung, indirekte Trinkwarmwassererzeugung über den Kessel)
- Fernwärmeversorgung (Zuluflheizung, indirekte Trinkwarmwassererzeugung über Fernwärme)
- Direkt-elektrische Wärmeversorgung (Zuluflheizung, dezentrale Trinkwarmwasserbereitung mit Durchlauferhitzern)

Sind zusätzlich zur Zuluflheizung noch Radiatoren zur Wärmeübergabe vorgesehen?

- Ja
- Nein

Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10

für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes oder des Gebäudeteils: _____
 Ort: Straße und Hausnummer: _____
 Gemarkung: _____ Flurstücksnummer: _____

I. Eingaben

$n_A =$ A/V-Verhältnis =
 $A_N =$ $t_{HP} =$

TRINKWASSER-ERWÄRMUNG

absoluter Bedarf $Q_{TW} =$
 spezifischer Bedarf $q_{TW} =$

HEIZUNG

$Q_H =$
 $q_H =$

LÜFTUNG

II. Systembeschreibung

Übergabe		-	Lüftungsanlage mit Nachheizung, Luftauslässe im Innenwandbereich, ohne Einzelraumregelung, mit zentraler Vorregelung																		
Verteilung	mit Zirkulation, Verteilung im beheizten Bereich	-	Verteilung im beheizten Bereich, Heizregister Auslegung 45°C, mit/ohne WÜT, mit/ohne WP																		
Speicherung	indirekt beheizter Speicher, Aufstellung im beheizten Bereich	-																			
Erzeugung	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>Erzeuger 1</th> <th>Erzeuger 2</th> <th>Erzeuger 3</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3	1			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>Erzeuger 1</th> <th>Erzeuger 2</th> <th>Erzeuger 3</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3	1			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>Erzeuger WÜT</th> <th>Erzeuger LL-WP</th> <th>Erzeuger Heizregis-ter</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Erzeuger WÜT	Erzeuger LL-WP	Erzeuger Heizregis-ter			
Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3																			
1																					
Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3																			
1																					
Erzeuger WÜT	Erzeuger LL-WP	Erzeuger Heizregis-ter																			
Deckungs-anteil																					
Erzeuger	Niedertemperatur-Kessel	Niedertemperatur-Kessel, im unbeheizten Bereich	WRG durch Wärmeübertrager, Wärmebereitstellungsgrad 80%, DC-Ventilatoren Luftnach-Heizung mit Niedertemperaturkessel																		

III. Ergebnisse

Deckung von q_h $q_{h,TW} =$ <input type="text" value="7,8 kWh/(m²a)"/>	Beitrag des Heizungsstrangs an q_h $q_{h,H} =$ <input type="text" value="0,0 kWh/(m²a)"/>	Lüftungsbeitrag an q_h $q_{h,L} =$ <input type="text" value="51,6 kWh/(m²a)"/>
Σ WÄRME Σ HILFS-ENERGIE Σ PRIMÄR-ENERGIE	Endenergie Trinkwarmwassererwärmung $Q_{TW,E} =$ <input type="text" value="1.667 kWh/a"/> <input type="text" value="71 kWh/a"/> <input type="text" value="2.048 kWh/a"/>	Endenergie Heizungsstrang $Q_{H,E} =$ <input type="text" value="0 kWh/a"/> <input type="text" value="128 kWh/a"/> <input type="text" value="383 kWh/a"/>
		Endenergie Lüftungsstrang $Q_{L,E} =$ <input type="text" value="2.460 kWh/a"/> <input type="text" value="97 kWh/a"/> <input type="text" value="2.996 kWh/a"/>

ENDENERGIE $Q_E =$ Σ WÄRME
 Σ HILFSENERGIE

PRIMÄRENERGIE $Q_P =$ Σ PRIMÄRENERGIE

ANLAGEN-AUFWANDSAZahl $e_p =$

Anforderung an den Jahres-Primärenergiebedarf

Q_p^* Anforderung
 kWh/(m²a)

erfüllt?
 ja
 (ja/nein)

Q_p^{**}
 kWh/(m²a)

11 KOSTEN SCHÄTZUNG

DIN 277

Laut DIN 277 wird ein BRI-Wert von 144m³, eine BGF von 36m² und einen NGF von 29,7m² errechnet.

DIN 276

Die Kostenschätzung nach DIN 276 mit 4 Vergleichsobjekten ergab einen Wert von 25.500 Euro.

Die Kostenberechnung ergab einen Wert von 25.400 Euro.

KOSTENSCHÄTZUNG - DIN 276 (September 2014)

Bauvorhaben : MOBILE HOME

vorgesehene Nutzung : MOBILES WOHNHAUS FÜR 2 PERSONEN

Bauherr : --

Planverfasser : Adrian Susoi

Grundstück, Lage : mobil, nach Süden ausgerichtet

Grundstück, Größe :

Gebäudeform : kubisch, klar gegliedert, flach geneigtes Dach (2% Neigung)
EG

Bauart : Holz Ramen Bau, fließ Estrich, Parkett
Fassade Textile Membran (recyceltes Segel, Schalung, Lattung)
Flachdach (Dachbahn, Schalung, abgeschrägte Lattung, HDF,
Balken mit Zellulose gefüllt, OSB)

DIN 277 - Flächen/Rauminhalte

- BRI	:	144,00 m3
- BGF	:	36,00 m2
- NF 1-6	:	29,70 m2

Grundlagen der Kostenermittlung : BKI Vergleichobjekte: (Quelle: BKI 1.Quartal 2014)
Ein- und Zweifamilienhäuser, nicht unterkellert, einfacher Standard
Ein- und Zweifamilienhäuser, Holzbauweise, nicht unterkellert
Mehrfamilienhäuser, energiesparend, ökologisch
Ein- und Zweifamilienhäuser, Passivhausstandard, Holzbau

Baupreisindex : 109,20 (2010=100) 2.Quartal 2014 (Berechnung siehe Anlagen 3)

Bearbeiter : Adrian Susoi

Erstellungsort, -datum : Wien, den 18.09.2014

KOSTENSCHÄTZUNG - DIN 276 (September 2014)

Einzelkostenermittlung

Alle Beträge einschließlich Mehrwertsteuer!!!

Kostengruppe	Menge	Mengen- einheit	Einheits- preis	Teilbetrag incl. MwSt	Gesamtbetrag incl. MwSt.
Nr. Bezeichnung		[ME]	€ / ME	€	€
100 Grundstück	-	m2	-	siehe Anlage 1	siehe Anlage 1
200 Herrichten und Erschließen (siehe Anlage 2)	-	m2	-	siehe Anlage 2	siehe Anlage 2
300 Bauwerk - Baukonstruktionen					
BRI [m3] x €/m3	144,00	m3	247,21	35.598,30	
BGF [m2] x €/m2	36,00	m2	730,53	26.299,15	
Kosten Baukonstruktionen - Mittelwert				30.948,72	30.948,72
400 Bauwerk - Technische Anlagen					
BRI [m3] x €/m3	144,00	m3	59,88	8.623,19	
BGF [m2] x €/m2	36,00	m2	176,96	6.370,60	
Kosten Technische Anlagen - Mittelwert				14.993,79	14.993,79
500 Außenanlagen (siehe Anlage 5)	36,00	m2	60,50	2.178,00	2.178,00
600 Ausstattung und Kunstwerke	-	psch	-	siehe Anlage 6	siehe Anlage 6
700 Baunebenkosten	48.120,52	psch	0,05	2.406,03	2.406,03
GESAMTKOSTEN (VOR RUNDUNG)					50.526,54

KOSTENSCHÄTZUNG - DIN 276 (September 2014)

Kostenzusammenstellung

Alle Beträge einschließlich Mehrwertsteuer!!!

Kostengruppe Nr. Bezeichnung	% von BKK € / ME	Teilbetrag incl. MwSt €	Gesamtbetrag incl. MwSt. €
100 Grundstück		siehe Anlage 1	
200 Herrichten und Erschließen		siehe Anlage 2	
300 Bauwerk - Baukonstruktionen [BKK]	100,00	30.948,72	
400 Bauwerk - Technische Anlagen	48,45	14.993,79	
500 Außenanlagen	7,04	2.178,00	
600 Ausstattung und Kunstwerke		siehe Anlage 6	
700 Baunebenkosten	7,77	2.406,03	
GESAMTKOSTEN (VOR RUNDUNG)			50.526,54
GESAMTKOSTEN (GERUNDET) inkl. Mehrwertsteuer			51.000,00
Mehrwertsteuer, 19 %	keine Mehrwertsteuer ausgewiesen, da Mehrwertsteuer bereits in Einzelkosten enthalten!		
GESAMTKOSTEN (GERUNDET) inkl. Mehrwertsteuer			51.000,00
Lohnkosten, 50%	da das Gebäude selbst gebaut werden soll, fallen die Lohnkosten weg. Diese sind mit 50 % angesetzt.		
GESAMTKOSTEN (GERUNDET) inkl. Mehrwertsteuer			25.500,00

KOSTENSCHÄTZUNG - DIN 276 (September 2014)

Anlage 1 - KGR 100 - Grundstück

Kosten fallen weg, da es ein mobiles Gebäude ist.

KOSTENSCHÄTZUNG - DIN 276 (September 2014)

Anlage 2 - KGR 200 - Herrichten und Erschließen

Kosten fallen weg, da es ein mobiles Gebäude ist.

KOSTENSCHÄTZUNG - DIN 276 (September 2014)

Anlage 6 - KGR 600 - Ausstattung und Kunstwerke

Keine Kosten in KGR 600.

KOSTENSCHÄTZUNG - DIN 276 (September 2014)

Anlage 7 - KGR 700 - Baunebenkosten

Da das Gebäude mobil ist wird nur ein Prozentsatz von 5% angenommen anstatt der üblichen 15%-18%

KOSTENSCHÄTZUNG - DIN 276 (September 2014)

Anlage 3 - KGR 300+400 - Bauwerk - Baukonstruktionen + Technische Anlagen

Mittelung von 3 BKI Vergleichsgruppen: (Quelle: BKI 1.Quartal 2014; siehe Kopie in den Anlagen)

ANMERKUNG: Aufgrund des niedrigen Standards des Gebäudes wird der "Von"-Wert hergenommen

Ein- und Zweifamilienhäuser, nicht unterkellert, einfacher Standard

Schätzung für Kostengruppe 300+400:	260 €/m³ BRI	82,8%
	710 €/m² BGF	17,2%

Ein- und Zweifamilienhäuser, Holzbauweise, nicht unterkellert

Schätzung für Kostengruppe 300+400:	305 €/m³ BRI	80,8%
	860 €/m² BGF	19,2%

Mehrfamilienhäuser, energiesparend, ökologisch

Schätzung für Kostengruppe 300+400:	315 €/m³ BRI	79,6%
	980 €/m² BGF	20,4%

Ein- und Zweifamilienhäuser, Passivhausstandard, Holzbau

Schätzung für Kostengruppe 300+400:	345 €/m³ BRI	78,8%
	1070 €/m² BGF	21,2%

Mittelung der Kostenkennwerte (1.Quartal 2014):	306,25 €/m³ BRI	80,50% (Mittelwert)
	905,00 €/m² BGF	19,50% (Mittelwert)

Aktualisierung der Kostenkennwerte:

(2010=100) 1.Quartal 2014 : 108,9

(2010=100) 2.Quartal 2014 : 109,2

$$\begin{aligned} 306,25 \times 109,2 / 108,9 &= 307,09 \text{ €/m}^3 \text{ BRI} \\ 905 \times 109,2 / 108,9 &= 907,49 \text{ €/m}^2 \text{ BGF} \end{aligned}$$

Multiplikation des Regionalfaktors für Deutschland:

$$\begin{aligned} 307,09 \times 1,0 &= 307,09 \text{ €/m}^3 \text{ BRI} && \text{für Kostengruppe 300+400} \\ 907,49 \times 1,0 &= 907,49 \text{ €/m}^2 \text{ BGF} && \text{für Kostengruppe 300+400} \end{aligned}$$

prozentuale Umrechnung:
(Mittelwert aus den 3 Fallbeispielen)

KG	300	247,21 €/m³ BRI	80,5%
KG	400	59,88 €/m³ BRI	19,5%
Bauwerk	300+400	307,09 €/m³ BRI	100,0%
KG	300	730,53 €/m² BGF	80,5%
KG	400	176,96 €/m² BGF	19,5%
Bauwerk	300+400	907,49 €/m² BGF	100,0%

Mittelung von 3 BKI Vergleichsgruppen: (Quelle: BKI 1.Quartal 2014; siehe Kopie in den Anlagen)

Ein- und Zweifamilienhäuser, nicht unterkellert, einfacher Standard

Schätzung für Kostengruppe 500: 40 €/m² BGF 9,2% von 300+400 KG

Ein- und Zweifamilienhäuser, Holzbauweise, nicht unterkellert

Schätzung für Kostengruppe 500: 21 €/m³ BGF 6,0% von 300+400 KG

Mehrfamilienhäuser, energiesparend, ökologisch

Schätzung für Kostengruppe 500: 142 €/m³ BGF 3,6% von 300+400 KG

Ein- und Zweifamilienhäuser, Passivhausstandard, Holzbau

Schätzung für Kostengruppe 500: 39 €/m³ BGF 4,6% von 300+400 KG

Mittelung der Kostenkennwerte (1.Quartal 2014): 60,50 €/m² BGF 5,9% von 300+400 KG (Mittelwert)

Aktualisierung der Kostenkennwerte:

(2010=100) 1.Quartal 2014 : 108,9

(2010=100) 2.Quartal 2014 : 109,2

$$60,5 \times 109,2 / 108,9 = 60,50 \text{ €/m}^2 \text{ BGF}$$

Multiplikation des Regionalfaktors für Deutschland:

$$60,5 \times 1,0 = 60,50 \text{ €/m}^2 \text{ BGF} \quad \text{für Kostengruppe 300+400}$$

prozentuale Umrechnung:
(Mittelwert aus den 3 Fallbeispielen)

KG 500 60,50 €/m² BGF 5,9%

Anlage 8 - Lohnkosten

Auf Grund dessen, das dieses Gebäude Selbstbaubar sein soll, fallen die Lohnkosten weg.

Materialkosten Lohnkosten

Nach eigener Erfahrung und nach der Erfahrung erfahrener Architekten werden die Materialkosten mit rund 1/3 angesetzt und die Lohnkosten mit rund 2/3.	33,0%	67,0%
Durch meine Auswertung des SIRADOS Kalkulationsatlases bin ich auf einen groben Wert von 50:50 gekommen	50,0%	50,0%
Laut der http://hausbaukosten.eu/ liegt der Wert der Materialkosten bei 40% und der Wert für Lohnkosten bei 60%.	40,0%	60,0%

Gewerk	Materialkosten	Arbeitskosten
Maurerarbeiten	55 %	45 %
Teppichboden	70 %	30 %
Dacheindeckung	65 %	35 %
Sanitärinstallation	60 %	40 %
Fliesenarbeiten	50 %	50 %
Innenputz	25 %	75 %
Elektroinstallation	60 %	40 %
Heizungsinstallation	75 %	25 %
Malerarbeiten	40 %	60 %
Außenputz	30 %	70 %
Hausbau gesamt	40 %	60 %

**Eigenleistung
Hausbau
Tabelle**

**hausbaukosten.eu
ohne Gewähr**

MITTELWERT: 41,0% 59,0%

Für unerwartete Kosten setze ich noch eine Toleranz von 9% drau 9,0%

ERGEBNIS: 50,0% 50,0%

12 KOSTEN BE RECHNUNG

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)

Bauvorhaben : MOBILE HOME

vorgesehene Nutzung : MOBILES WOHNHAUS FÜR 2 PERSONEN

Bauherr : --

Planverfasser : Adrian Susoi

Grundstück, Lage : mobil, nach Süden ausgerichtet

Grundstück, Größe :

Gebäudeform : kubisch, klar gegliedert, flach geneigtes Dach (2% Neigung)
EG

Bauart : Holz Ramen Bau, fließ Estrich, Parkett
Fassade Textile Membran (recyceltes Segel, Schalung, Lattung)
Flachdach (Dachbahn, Schalung, abgeschrägte Lattung, HDF,
Balken mit Zellulose gefüllt, OSB)

DIN 277 - Flächen/Rauminhalte

- BRI	:	144,00 m3
- BGF	:	36,00 m2
- NF 1-6	:	29,70 m2

Grundlagen der Kostenermittlung : BKI Vergleichobjekte: (Quelle: BKI 1.Quartal 2014)
Ein- und Zweifamilienhäuser, nicht unterkellert, einfacher Standard
Ein- und Zweifamilienhäuser, Holzbauweise, nicht unterkellert
Mehrfamilienhäuser, energiesparend, ökologisch

Baupreisindex : 109,20 (2010=100) 2.Quartal 2014 (Berechnung siehe Anlagen 3)

Bearbeiter : Adrian Suosi

Erstellungsort, -datum : Wien, den 18.09.2014

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)

Einzelkostenermittlung

Alle Beträge einschließlich Mehrwertsteuer!!!

Kostengruppe	Menge	Mengen- einheit	Einheits- preis	Teilbetrag incl. MwSt	Gesamtbetrag incl. MwSt.
<u>Nr. Bezeichnung</u>		<u>[ME]</u>	<u>€ / ME</u>	<u>€</u>	<u>€</u>
100 Grundstück	-	m2	-	siehe Anlage 1	siehe Anlage 1
200 Herrichten und Erschließen (siehe Anlage 2)	-	m2	-	siehe Anlage 2	siehe Anlage 2
300 Bauwerk - Baukonstruktionen					
320 Gründung	34,00	m2	156,33	5.315	
330 Außenwände	90,34	m2	154,12	13.923	
(Sonnenschutz / Fenster / Türen)	17,41	m2	415,14	7.228	
360 Dächer	29,66	m2	124,94	3.706	
(Dachfenster)	1,60	m2	780,14	1.248	
370 Baukonstruktive Einbauten	36,00	m2	3,41	123	
390 Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	36,00	m2	2,71	97	
Kosten Bauwerk - Baukonstruktionen				31.640	
Abzug der Lohnkosten (siehe Anlage 8)			0,50	15.820	15.820

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)

Einzelkostenermittlung

Alle Beträge einschließlich Mehrwertsteuer!!!

400 Bauwerk - Technische Anlagen					
Photovoltaikanlage	-	psch.	-	2.799	
Solarthermie	-	psch.	-	2.906	
Fußbodenheizung	-	psch.	-	172	
Kosten Bauwerk - Technische Anlagen				5.877	5.877
500 Außenanlagen (siehe Anlage 5)					
Wasseraufbereitungsanlage	-	psch.	-	1.562	
Sonstige Aussenanlagen	-	psch.	-	950	
Kosten Außenanlagen - kalkuliert				2.512	2.512
600 Ausstattung und Kunstwerke (siehe Anlage 6)	-	psch.	-	siehe Anlage 7	siehe Anlage 7
700 Baunebenkosten	24.209	EUR	0,05	1.210	1.210
GESAMTKOSTEN (VOR RUNDUNG)					25.419

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)

Kostenzusammenstellung

Alle Beträge einschließlich Mehrwertsteuer!!!

Kostengruppe	% von BKK € / ME	Teilbetrag incl. MwSt €	Gesamtbetrag incl. MwSt. €
Nr. Bezeichnung			
100 Grundstück		siehe Anlage 1	
200 Herrichten und Erschließen		siehe Anlage 2	
300 Bauwerk - Baukonstruktionen [BKK]	100,00	15.819,90	
400 Bauwerk - Technische Anlagen	37,15	5.876,72	
500 Außenanlagen	15,88	2.512	
600 Ausstattung und Kunstwerke		siehe Anlage 6	
700 Baunebenkosten	7,65	1.210,43	
GESAMTKOSTEN (VOR RUNDUNG)			25.419,05
GESAMTKOSTEN (GERUNDET) inkl. Mehrwertsteuer			25.000,00
Mehrwertsteuer, 19 %	keine Mehrwertsteuer ausgewiesen, da Mehrwertsteuer bereits in Einzelkosten enthalten!		
GESAMTKOSTEN (GERUNDET) inkl. Mehrwertsteuer			25.000,00

KOSTENAUSWERTUNGEN

sämtliche Kosten und Kostenkennwerte einschließlich Mehrwertsteuer

Bauvorhaben	:	MOBILE HOME
vorgesehene Nutzung	:	MOBILES WOHNHAUS FÜR 2 PERSONEN
Bauherr	:	--
Planverfasser	:	Adrian Susoi

Kostenkennwerte - Kostenschätzung

Kennwerte [€/ME] - incl. MwSt

DIN 277 - Flächen/Rauminhalte

Baukonstruktionen KGR 300	Technische Anlagen KGR 400
------------------------------	-------------------------------

- BRI	:	144,00 m3	214,92	104,12
- BGF	:	36,00 m2	859,69	416,49
- NF 1-6	:	29,70 m2		

Kostenkennwerte - Kostenberechnung

Kennwerte [€/ME] - incl. MwSt

DIN 277 - Flächen/Rauminhalte

Baukonstruktionen KGR 300	Technische Anlagen KGR 400
------------------------------	-------------------------------

- BRI	:	144,00 m3	109,86	40,81
- BGF	:	36,00 m2	439,44	163,24
- NF 1-6	:	29,70 m2		

Kostenentwicklung

(alle Kostenangaben incl. MwSt)

Kosten-schätzung	Kosten-berechnung	Abweichung Prozent
------------------	-------------------	-----------------------

100 - Grundstück	:	-	-	-
200 - Herrichten und Erschließen	:	-	-	-
300 - Bauwerk - Baukonstruktionen	:	15.474	15.820	2,2
400 - Bauwerk - Techn. Anlagen	:	7.497	5.877	-21,6
500 - Außenanlagen	:	1.089	2.512	130,7
600 - Ausstattung und Kunstwerke	:	-	-	-
700 - Baunebenkosten	:	962	1.210	25,8
Gesamtkosten	:	25.023	25.419	1,6

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)

Anlage 6 - KGR 600 - Ausstattung und Kunstwerke

Keine Kosten in KGR 600.

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)

Anlage 7 - KGR 700 - Baunebenkosten

Da das Gebäude mobil ist wird nur ein Prozentsatz von 5% angenommen anstatt der üblichen 15%-18%

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)

Anlage 2 - KGR 200 - Herrichten und Erschließen

Kosten fallen weg, da es ein mobiles Gebäude ist.

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)

Anlage 1 - KGR 100 - Grundstück

Kosten fallen weg, da es ein mobiles Gebäude ist.

I. AKTUALISIERUNG DER KOSTENKENNWERTE

Aktualisierung der Kostenkennwerte: (2010=100) 1.Quartal 2014: 108,9
 (Quelle: www.BKI.de) (2010=100) 2.Quartal 2014: 109,20

Berechnung der prozentualen Veränderung:
 $109,2 / 108,9 = 1,003$ Faktor zur Aktualisierung der Kostenkennwerte von
 1. Quartal 2014 auf 2. Quartal 2014.

II. REGIONALE ANPASSUNG

Multiplikator für Regionalfaktor Deutschlands: 1,0
 (Quelle: www.BKI.de)

III. BAUKONSTRUKTION ANBAU IN GROBELEMENTEN (Quelle: BKI 2014 Teil 2 / 1.Quartal 2014 / Ein- und Zwei-

ANMERKUNG: Aufgrund des niedrigen Standarts des Gebäudes wird der "Von"-Wert hergenommen Familienhäuser, Holzbauweise, nicht unterkellert)

320 Gründung

	Fläche	Fläche
(Gründungsfläche aus Plan <i>Anbau</i>)	34,00 m ²	34,00 m ²
SUMME		34,00 m ²

322 / 6 Flachgründungen		x 1 x 1 =	0 €/m ²
324 / 6 Unterböden und Bodenplatten	55 €/m ²	x 1 x 1 =	55 €/m ²
325 / 6 Bodenbeläge	91 €/m ²	x 1 x 1 =	91 €/m ²
326 / 6 Bauwerksabdichtungen	10 €/m ²	x 1 x 1 =	10 €/m ²
327 / 6 Dränagen		x 1 x 1 =	0 €/m ²

(Quelle: BKI 2008 Teil 2) 156 €/m²

330 Außenwände

Außenwandfläche	Länge x	Höhe =	Volumen
Fassade Nord	6,00 m	3,76 m	23 m ²
Fassade Ost	6,00 m	3,76 m	23 m ²
Fassade Süd	6,00 m	3,76 m	23 m ²
Fassade West	6,00 m	3,76 m	23 m ²
SUMME			90,34 m ²

331 / 6 Tragende Außenwände	96 €/m ²	x 1 x 1 =	96 €/m ²
335 / 6 Außenwandbekleidung außen	51 €/m ²	x 1 x 1 =	51 €/m ²
336 / 6 Außenwandbekleidung innen		x 1 x 1 =	0 €/m ²
339 / 6 Außenwände sonstiges	7 €/m ²	x 1 x 1 =	7 €/m ²

(Quelle: BKI 2008 Teil 2)

154 €/m²

Außentüren und -fensterfläche	Länge x	Höhe =	Fläche
Fassade Süd	4,00 m	2,50 m	10 m ²
Fassade West	1,31 m	1,00 m	1 m ²
Fassade Nord	2,32 m	1,25 m	3 m ²
Fassade Ost	2,00 m	1,60 m	3 m ²
SUMME			17,41 m ²

334 / 6 Außentüren und Fenster	414 €/m ²	x 1 x 1 =	415 €/m ²
--------------------------------	----------------------	-----------	----------------------

(Quelle: BKI 2008 Teil 2)

415 €/m²

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)**Anlage 3 - KGR 300 - Bauwerk - Baukonstruktionen****360 Dächer**

Dachfläche	Länge x	Breite =	Fläche
(Dachfläche aus Plan <i>Anbau</i>)	5,45 m	5,4 m	30 m ²
SUMME			29,66 m ²

361 / 6 Dachkonstruktionen	61 €/m ²	x 1 x 1 =	61 €/m ²
363 / 6 Dachbeläge	60 €/m ²	x 1 x 1 =	60 €/m ²
364 / 6 Dachbekleidungen		x 1 x 1 =	0 €/m ²
369 / 6 Dach sonstiges	4 €/m ²	x 1 x 1 =	4 €/m ²
(Quelle: BKI 2008 Teil 2)			125 €/m ²

Dachfenster	Länge x	Breite =	Fläche
(Dachfenster aus Plan <i>Anbau</i>)	1,60 m	1,0 m	2 m ²
SUMME			1,60 m ²

362 / 6 Dachkonstruktionen	778 €/m ²	x 1 x 1 =	780 €/m ²
(Quelle: BKI 2008 Teil 2)			780 €/m ²

370 Baukonstruktive Einbauten

(Quelle: Flächenberechnung Neubau)		BGF	36 m ²
SUMME			36 m ²
371 / 6 Allgemeine Einbauten	3 €/m ²	x 1 x 1 =	3 €/m ²
(Quelle: BKI 2008 Teil 2)			3 €/m ²

390 Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen

(Quelle: Flächenberechnung Neubau)		BGF	36 m ²
SUMME			36,00 m ²
393 / 6 Sicherungsmaßnahmen	2 €/m ²	x 1 x 1 =	2 €/m ²
397 / 6 Zusätzliche Maßnahmen	1 €/m ²	x 1 x 1 =	1 €/m ²
(Quelle: BKI 2008 Teil 2)			3 €/m ²

KOSTENBERECHNUNG - DIN 276 (September 2014)**Anlage 4 - KGR 400 - Bauwerk - Technische Anlagen****Photovoltaikanlage**

(Quelle: Diverse Firmen, siehe Datenblätter)

Beschreibung	Quelle	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
Solarmodul Heckert NeMo 60P 255	photovoltaik-shop.com	4	205,39 €	821,56 €
Bleiakku RS Bleiakku 12V AGM Bauform, 120 Ah	de.rs-online.com	6	243,08 €	1.458,48 €
Wechselrichter Mean Well A-302-1K7-F3	hed-radio.com	1	238,00 €	238,00 €
Solarladeregler Morningstar TriStar 12 - 48 V 45A	ebay.de	1	160,00 €	160,00 €
Sonstiges				
Stromkabel Gleichstrom	at.rs-online.com	3	13,53 €	40,59 €
Solarkabel	at.rs-online.com	1	80,05 €	80,05 €
SUMME:				2.798,68 €

Solarthermie

(Quelle: Diverse Firmen, siehe Datenblätter)

Beschreibung	Quelle	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
Acrylglas 4mm	www.acrylglas-shop.com	2	111,78 €	223,56 €
Steinwolldämmung 70mm	www.eu-baustoffhandel.de	6	2,49 €	14,94 €
Kupferblech	www.ebay.de	9	39,60 €	356,40 €
Kupferrohr	www.ebay.de	50	5,35 €	267,50 €
Umwälzpumpe WILO Star Z Nova	www.baumarkteu.at	3	88,90 €	266,70 €
Warmwasserspeicher 400l	www.ebay.de	1	485,00 €	485,00 €
Druckausdehnungsgefäß	www.heima24.de	1	40,90 €	40,90 €
Sicherheitsventil	www.solarheizungsshop.de	2	10,50 €	21,00 €
Sonstiges				
Kupferrohr	www.ebay.de	5	17,80 €	89,00 €
Formteile Mapress	www.ebay.de	20	2,50 €	50,00 €
Rohrdämmung	www.ebay.de	25	2,66 €	66,50 €
Verbindungsstücke		2	5,00 €	10,00 €
Ofen	ebay.de	1	1.000,00 €	1.000,00 €
Rückschlagklappe	solardirekt24.de	1	14,90 €	14,90 €
SUMME:				2.906,40 €

Fußbodenheizung

(Quelle: Diverse Firmen, siehe Datenblätter)

Beschreibung	Quelle	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
Fußbodenheizungsrohr PE-RT	ebay.de	1	99,90 €	99,90 €
Heizkreisverteiler	ebay.de	1	67,54 €	67,54 €
Sonstiges				
Klemmringverschraubung	ebay.de	2	2,1 €	4,20 €
SUMME:				171,64 €

Anlage 5 - KGR 500 - Außenanlagen**Wasseraufbereitungsanlage**

(Quelle: Diverse Firmen, siehe Datenblätter)

Beschreibung	Quelle	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
Wilo-Jet FWJ	ebay.de	1	350,00 €	350,00 €
AQUA'TERNE 122 AV2	rikutec.de	1	854,00 €	854,00 €
Umkehrosmoseanlage	ebay.de	1	100,00 €	100,00 €
Wasserfilter	ebay.de	1	15,00 €	15,00 €
Schwimmerschalter	mercateo.at	1	28,00 €	28,00 €
Magnetventil	mercateo.at	1	15,00 €	15,00 €
Sonstiges (Wasserrinne, Fallrohr, Wasserrohr, Anschlüsse, etc...)		1	200,00 €	200,00 €
			SUMME:	1.562,00 €

Sonstige Aussenanlagen

(Quelle: Diverse Firmen, siehe Datenblätter)

Terrasse	18,0 m ²	40,00 €	720,00 €	
Blumenkästen	6,0 m ²	30,00 €	180,00 €	
Vertikaler Kräutergarten	1	50,00 €	50,00 €	
			SUMME:	950,00 €

Anlage 8 - Lohnkosten

Auf Grund dessen, das dieses Gebäude Selbstbaubar sein soll, fallen die Lohnkosten weg.

	Materialkosten	Lohnkosten
Nach eigener Erfahrung und nach der Erfahrung erfahrener Architekten werden die Materialkosten mit rund 1/3 angesetzt und die Lohnkosten mit rund 2/3.	33,0%	67,0%
Durch meine Auswertung des SIRADOS Kalkulationsatlases bin ich auf einen groben Wert von 50:50 gekommen	50,0%	50,0%
Laut der http://hausbaukosten.eu/ liegt der Wert der Materialkosten bei 40% und der Wert für Lohnkosten bei 60%.	40,0%	60,0%

Gewerk	Materialkosten	Arbeitskosten
Maurerarbeiten	55 %	45 %
Teppichboden	70 %	30 %
Dacheindeckung	65 %	35 %
Sanitärinstallation	60 %	40 %
Fliesenarbeiten	50 %	50 %
Innenputz	25 %	75 %
Elektroinstallation	60 %	40 %
Heizungsinstallation	75 %	25 %
Malerarbeiten	40 %	60 %
Außenputz	30 %	70 %
Hausbau gesamt	40 %	60 %

**Eigenleistung
Hausbau
Tabelle**

**hausbaukosten.eu
ohne Gewähr**

MITTELWERT:	41,0%	59,0%
Für unerwartete Kosten setze ich noch eine Toleranz von 9% drau	9,0%	
ERGEBNIS:	50,0%	50,0%

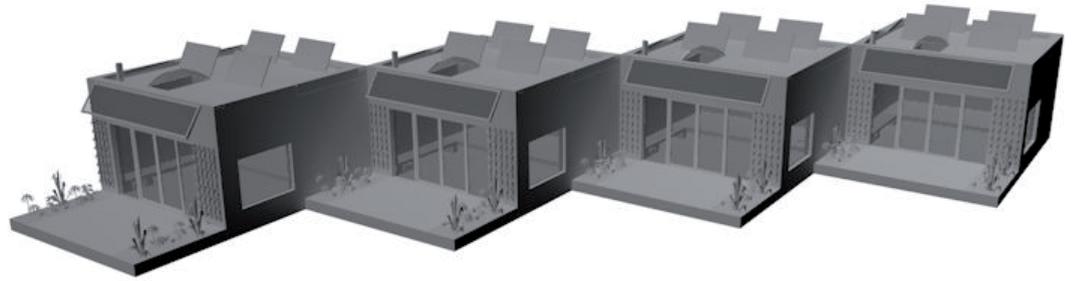
13 VER DICHTUNG

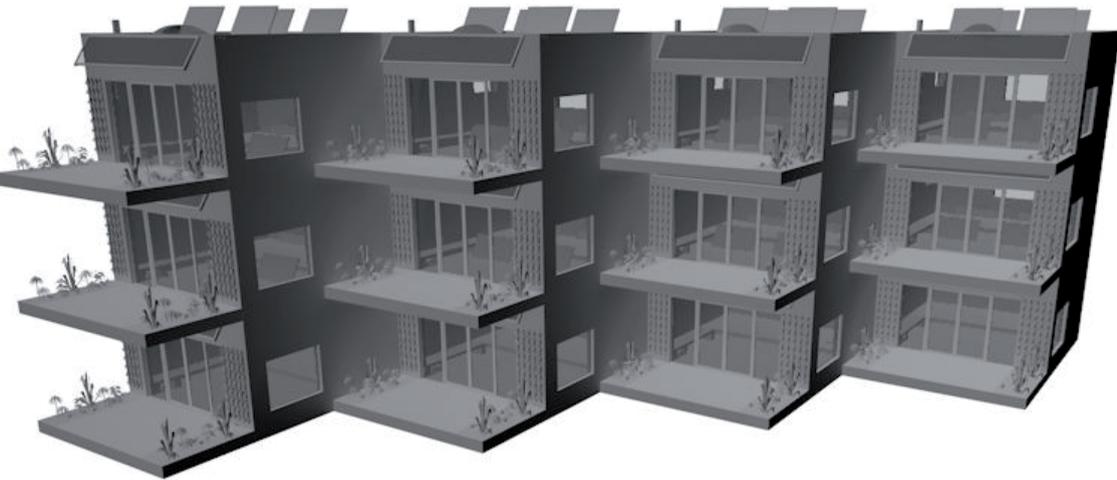
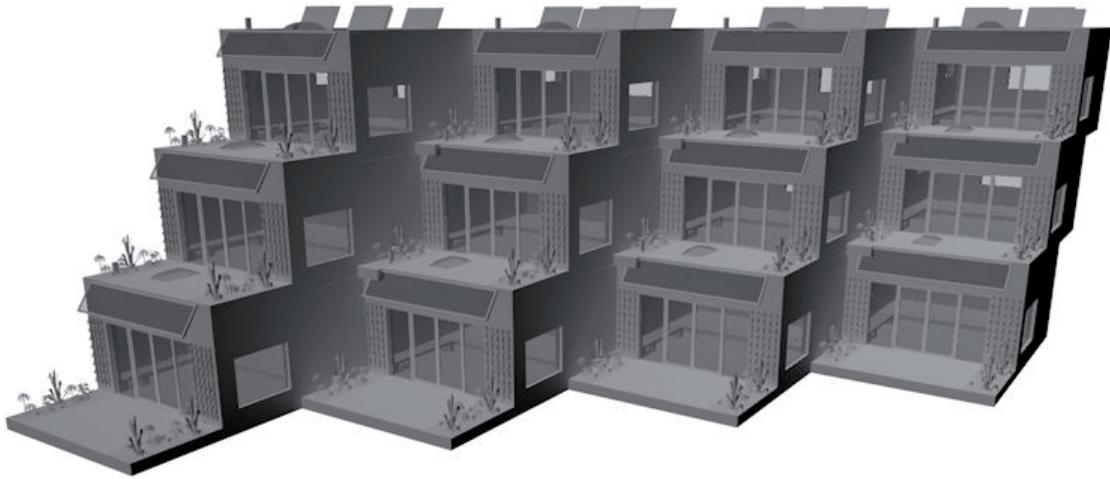
werden durch die 16x16cm großen Stützen in der Wandkonstruktion abgetragen. Bei horizontaler Verdichtung kann die Fassade an der gewünschten Stelle abgenommen und am nächsten Modul wiederverwendet werden.

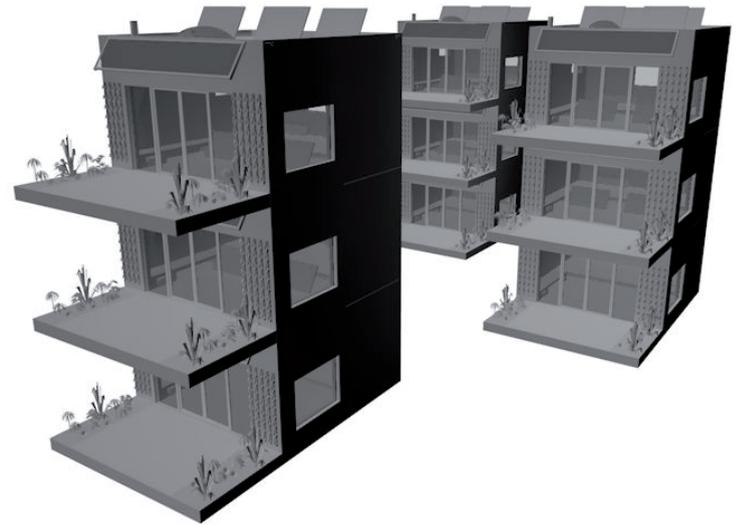
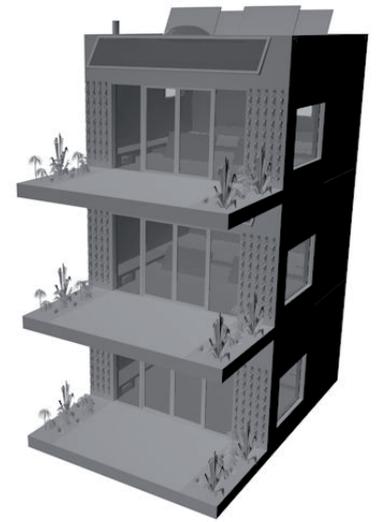
Die oberen Geschosse werden über eine außen liegende Treppe erschlossen, die von den Brücken zu den jeweiligen Wohneinheiten führen.

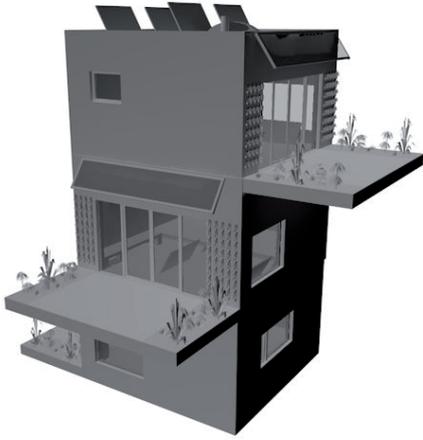
Modular

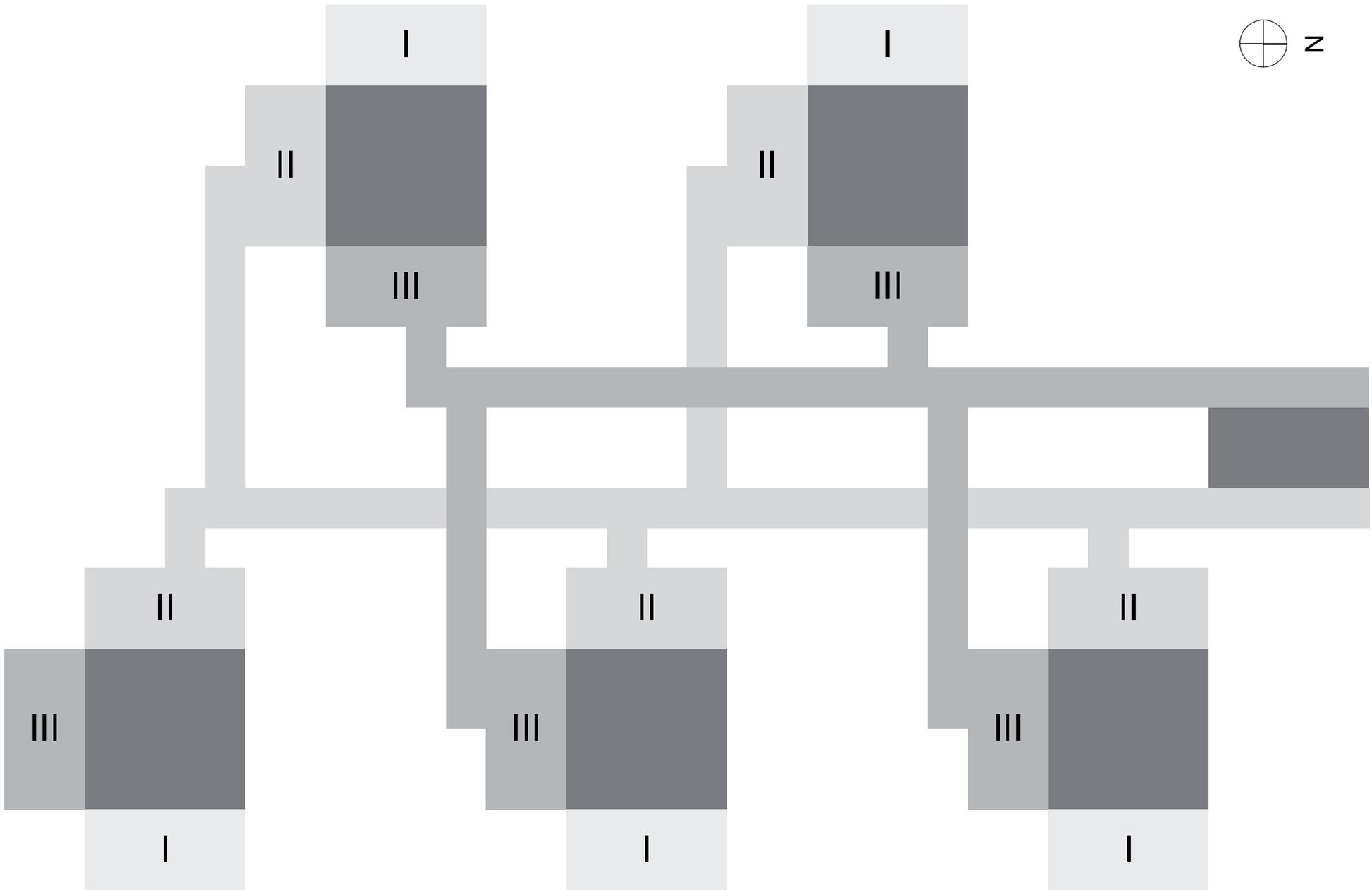
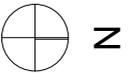
Durch die simple Kubatur und den je nach Situation wählbaren Aufbau, lässt sich DOIL sehr leicht stapeln und vernetzen. Durch das Abtragen der Kiesschicht, der Bitumenbahn, der Schalung und der Unterkonstruktion lässt sich das Dach einfach zur Decke umbauen. Die Attika kann dann als Schwelle für den Wandaufbau genutzt werden. Somit können ganz einfach weitere Geschosse aufgesetzt und die Materialien für das neue Dach wiederverwendet werden. Die Lasten









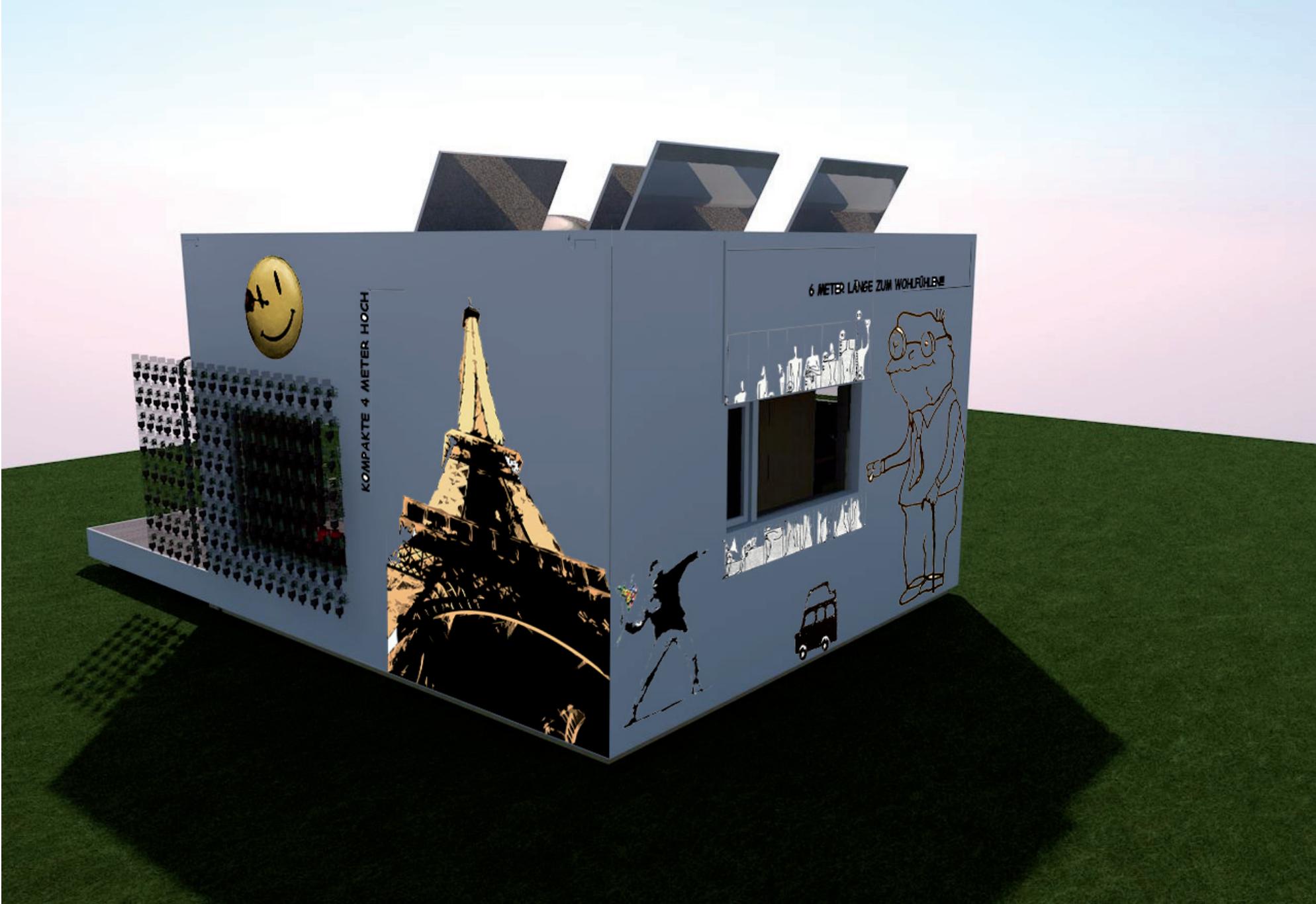


VERDICHUNG
M 1:200

14 REN DERINGS



















15 ZUSAMMEN FASSUNG

DOIL

Dream Of Independent Living

Durch viele Überlegungen und Feinabstimmungen, hält DOIL alle Vorgaben, die der Wettbewerb mit sich bringt ein. DOIL ist ein kompaktes, multifunktionales Gebäude. Durch die gut abgestimmte Haustechnik funktioniert DOIL komplett autark. Trotz der kompakten 30m² wird ein hoher Lebensstandard, für zwei Personen, erhalten.

Wenn DOIL nicht autark sein

muss, sondern an das Stromnetz angeschlossen werden kann, können noch einige Kosten eingespart werden. Der Jahresenergieertrag wäre größer und würde somit dem Allgemeinwohl zugutekommen. Es würden die Kosten für die Akkus wegfallen. Die Neigung der PV-Module würde sich ändern.

Durch mehr Spielraum bei den Kosten, wäre eine Kompletterverglasung im Süden möglich. Über eine außenliegende Treppe könnte man das Dach zusätzlich nutzen.

Durch geringe Änderungen kann DOIL noch optimiert werden.

Die großen Vorteile von DOIL sind die Multifunktional nutzbaren Flächen, die sich immer wieder überlagern. Somit fallen auch die überflüssigen Verkehrsflächen weg. Durch die Kompaktheit wird kein großes Grundstück benötigt. Für ein angenehmes Raumklima sorgt der Kamin aus Lehm und das verbaute Holz. Die Konstruktion ist sehr einfach gehalten und somit für eine

Handwerklich geschickte Person selbst baubar.

Aufgrund der niedrigen Kosten kann der Traum eines unabhängigen Wohnens wahr werden.

16 ER WEITERUNG













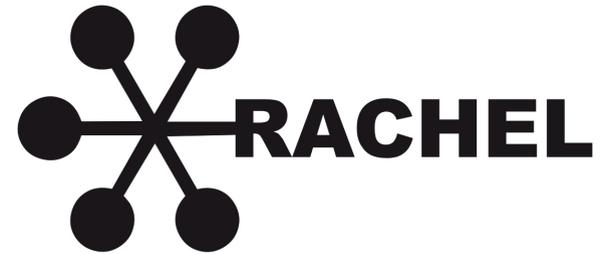




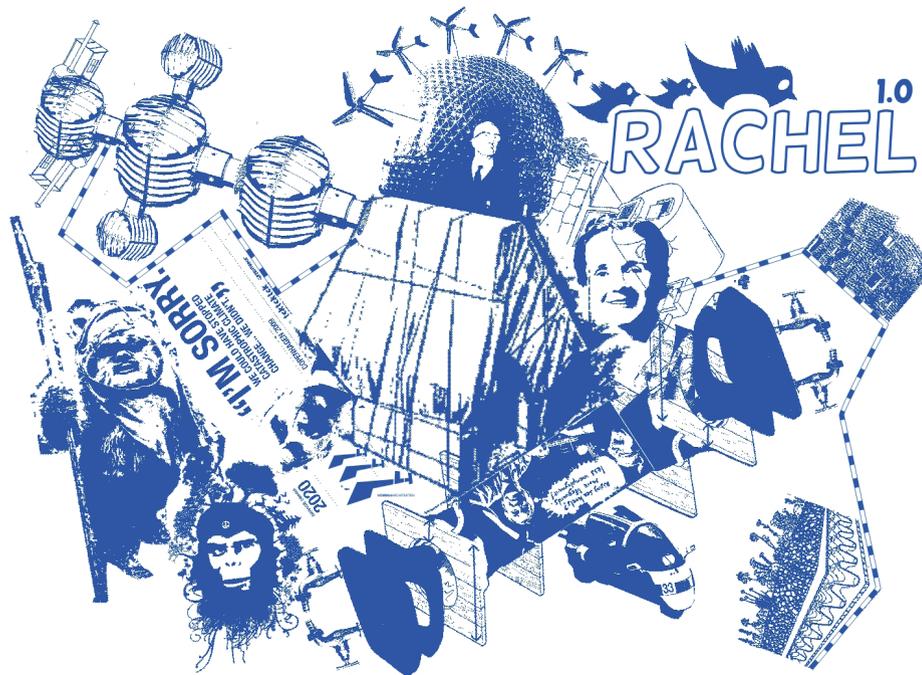




17 AUFGABEN STELLUNG DETAILLIERT



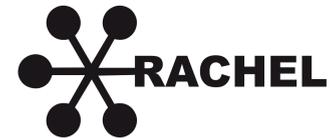
Offenes Konzept zur Entwicklung nachhaltiger,
kostengünstiger und modularer Wohnkörper





"You never change things by fighting the existing reality. To change something, build a new model that makes the existing model obsolete."

Richard Buckminster Fuller



nach einer Idee von Lars Lange

CC BY-SA 3.0

Text: Vanessa Laumann

Grafik S.1: KOMMA4 Pütz / Reetz GbR

Logo: © COR5 / P. Pütz / L. Lange

Kontakt: lars.lange@koelnerbox.de; 0049 (0)221 16537783

c/o Jack in the Box e.V., Vogelsangerstr. 231, 50825 Köln

JACK IN THE BOX 
Verein für Entwicklung innovativer Modelle der Beschäftigungsförderung



Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung	4
2	Ausgangslage	5
2.1	Raumgestaltung	5
2.2	Energieversorgung	5
2.3	Wasserversorgung	7
2.4	Baustoffe und Abfall	8
3	Kriterien der RACHEL-Baukörper	9
4	Realisation eines Baukörpers	10
4.1	Stromversorgung	10
4.2	Thermische Energieversorgung	11
4.3	Wasserversorgung und Abfall	11
4.4	Gebäudekonstruktion und Baustoffe	12
4.5	Grundversorgung	13
4.6	Partizipation	14
5	Ausblick	15



1 Zielsetzung

Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung der Gebäudekonstruktion RACHEL in flexibler Modulbauweise. Die Herausforderung besteht darin, eine Vereinheitlichung der Grundkomponenten der Gebäudekonstruktion vorzunehmen und dabei möglichst viel Spielraum für individuelle Gestaltungsmöglichkeiten unterschiedlicher Baukörper zuzulassen, sodass eine Vielzahl von Häusern entstehen kann, die einfach umbaubar und untereinander kompatibel sind.

Zunächst wird als Grundmodul ein ökologisch optimierter Prototyp entwickelt, der bezüglich Energie- und Wasserversorgung unabhängig von den vorhandenen Netzen funktioniert und bestehende Technologien nutzt. Für die Wahl der Baustoffe (umwelt- und humantoxikologisch unbedenklich, möglichst lokal verfügbar) sollen klare Vorgaben erfüllt werden. Dies gilt auch für die anfallenden Abfälle sowie die anfallenden Kosten (unter 25.000 Euro). Die modulare Konstruktion bekommt einen temporären, wenn auch langlebigen Charakter, sodass einzelne Elemente schnell, einfach und umweltfreundlich entfernt bzw. entsorgt, ausgetauscht und wiederverwendet werden können. Ziel ist es, einen kostengünstigen und ökologisch optimierten Baukörper zu entwickeln, dessen Konstruktion sich an die wechselnden Anforderungen der Bewohner anpassen kann und eine rückstandsfreie Entfernung möglich macht.

Gleichzeitig soll eine Open-Source-Datenbank in einem dynamischen Prozess entstehen, in der technische Lösungsansätze zur Entwicklung individueller, standortgerechter Baukörper frei verfügbar gemacht werden, die bestimmte Kriterien im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung erfüllen.

Langfristig soll ein dynamischer Zusammenschluss einzelner Baukörper (Module) ermöglicht werden, sodass in einem integralen Ansatz baulich und funktional durchmischte Siedlungen entstehen, in denen leben, arbeiten und die Befriedigung der sozialen und kulturellen Bedürfnisse geschehen kann, ohne die Umwelt langfristig aus dem notwendigen Gleichgewicht zu bringen.[4]



2 Ausgangslage

Weltweit zieht es immer mehr Menschen in die Stadt. Mittlerweile lebt mehr als die Hälfte der Bevölkerung in Städten. Doch ökonomische, ökologische und soziale Probleme gefährden die Lebensqualität in den Städten. Die technisch komplexe Infrastruktur verschlingt viel Kapital und Ressourcen. Nachhaltigkeitskriterien bleiben im Bauwesen aufgrund der Komplexität des Themas oft unberücksichtigt. Zusätzlich ist die Interpretation des Begriffs der Nachhaltigkeit sehr vielfältig. Für eine zukunftsfähige Entwicklung sollten jedoch umfassende Kriterien des nachhaltigen Bauens schon in der Planungsphase berücksichtigt werden.[12]

In den folgenden Kapiteln werden zunächst die Probleme im Bausektor aufgezeigt, um anschließend Kriterien und Ziele zur Entwicklung eines nachhaltigen Baukörpers zu definieren.

2.1 Raumgestaltung

Mit der Charta von Athen (1933) wurde eine strikte Trennung der Funktionen Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Bildung, Verkehr und Erholung erzielt. Ein Anwachsen der Pendlerströme und damit des motorisierten Individualverkehrs sind die Folge. Ausgedehnte Verkehrsflächen führen zur Versiegelung der Böden. Eine verminderte Bioaktivität, Verringerung der Biodiversität und Störungen des Wasserkreislaufs sind die Folgen zusammen mit der Verringerung der Aufenthaltsqualität in den Städten.

Um die Lebensqualität in den Städten zu verbessern und eine nachhaltige Stadtentwicklung zu ermöglichen, soll durch dieses Konzept die Entstehung einer Siedlung ermöglicht werden, die die Vorteile einer Verdichtung und Mischung der Nutzung in den Blickpunkt rückt. Arbeiten, Wohnen, Verkehr, Freizeit, Kultur und Kommunikation sollen zu einem lebendigen und interessanten Konglomerat vermischt werden.[4][12]

Zusätzlich soll bei der Raumgestaltung und Gebäudekonstruktion eine flexible Anpassung an den Klimawandel berücksichtigt werden, denn städtische Räume, Häuser und Infrastrukturen, können sensibel auf die absehbare Veränderung des Klimas (Hochwasser, Extremwetterungen, hochsommerliche Hitzeperioden) reagieren. [18]

2.2 Energieversorgung

Im Zusammenhang mit dem derzeitigen Energiebedarf, dessen Nachfrage in Zukunft stark ansteigen wird, treten eine Reihe von Problemen auf: Die Energieversorgung stützt sich derzeit zu einem großen Teil auf fossile Brennstoffe (Kohle, Öl, Gas). Dabei werden nicht nur begrenzte Ressourcen beansprucht, sondern es werden auch eine Vielzahl von Schadstoffen während der gesamten Umsetzung freigesetzt. Die Emissionen von Treibhausgasen führen zu einem Anstieg der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit negativ auf das Klima auswirken wird und einen Klimawandel mit weitreichenden Folgen auf Ökosysteme und Menschen verursachen wird. Durch die begrenzte Menge an Ressourcen erscheint die Entwicklung von Alternativen und deren Umsetzung notwendig, um nicht in die Abhängigkeit der Energieversorgung zu anderen Ländern zu geraten und um Konflikte um Gasleitungen

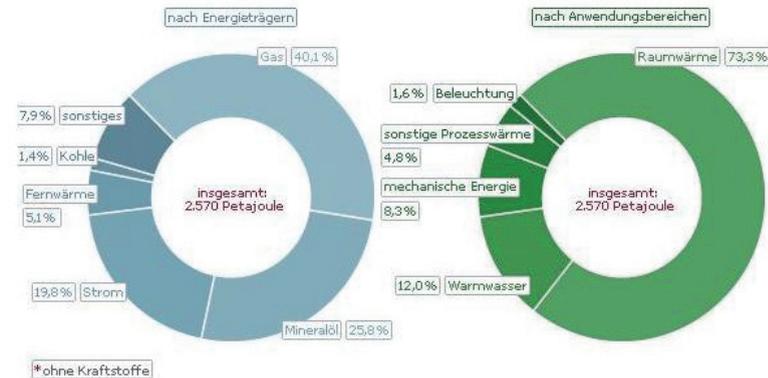


Abbildung 1: Energieverbrauch der privaten Haushalte, nach Energieträgern und Anwendungsbereichen, Anteile in Prozent, 2006

und um die Beanspruchung von Erdölvorkommen zu vermeiden. Weiterhin bedroht z.B. der Abbau von schwer zugänglichen Ölreserven die Ökosysteme. Die Nutzung der Atomenergie kann nur einen geringen Anteil der Stromversorgung decken und birgt Gefahren durch drohende schwere Atomunfälle und eine ungelöste Atommülllagerproblematik. Zusätzlich hemmen verlängerte Laufzeiten den Innovationsdruck auf die Energiewirtschaft.[1]

Der Verbrauch an Ressourcen und Energie ist ungleich verteilt. In den westlichen Ländern, in denen 20 Prozent der Weltbevölkerung leben, ist die Wirtschaft und der Konsum für 80 Prozent des Umweltverbrauchs verantwortlich. Der ökologische Fußabdruck beträgt in Industrieländern 6,5 ha pro Person, in Entwicklungsländern 0,9 bis 1,7 ha.¹ Der Ressourcen- und Energieverbrauch überschreitet schon seit Mitte der 1970er Jahre die globale Biokapazität. Im globalen Durchschnitt verbraucht die Welt Jahr für Jahr mehr Ressourcen, als die Natur erneuern kann. Jedem Erdenbürger steht lediglich eine globale Biokapazität von etwa 1,7 ha zur Verfügung.

Durchschnittlich verbraucht zurzeit ein Europäer 125 kWh Energie pro Tag. Dabei fällt ein wesentlicher Anteil des Energieverbrauchs auf den Verbrauch privater Haushalte. In Deutschland werden 27 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs in Haushalten verwendet (neben Industrie, Verkehr, Gewerbe, Handel und dem Dienstleistungssektor). Dabei entfällt ein großer Teil auf den Bereich Heizen (neben Wassererwärmung, Licht, Kühlen und Kochen) (Abbildung 1). Hier bestehen große Einsparpotentiale.

Um die Probleme, die mit dem derzeitigen Energieverbrauch verbunden sind, zu verhindern, gibt es mehrere Möglichkeiten. Lokal verfügbare erneuerbare Energien bieten ein großes Potential - können aber unseren derzeitigen Energiekonsum

¹Der ökologische Fußabdruck ist eine ökologische Buchhaltung, die die menschliche Nachfrage nach natürlichen Ressourcen mit der Kapazität der Erde vergleicht. Sie misst die Land- und Wasserfläche, die zur Erneuerung von Ressourcen unter Berücksichtigung gegenwärtiger Technologien benötigt wird, um den gegenwärtigen Konsum einer bestimmten Bevölkerung zu befriedigen. Die Aufnahme von Abfällen wird ebenfalls in diese Flächenberechnung einbezogen.

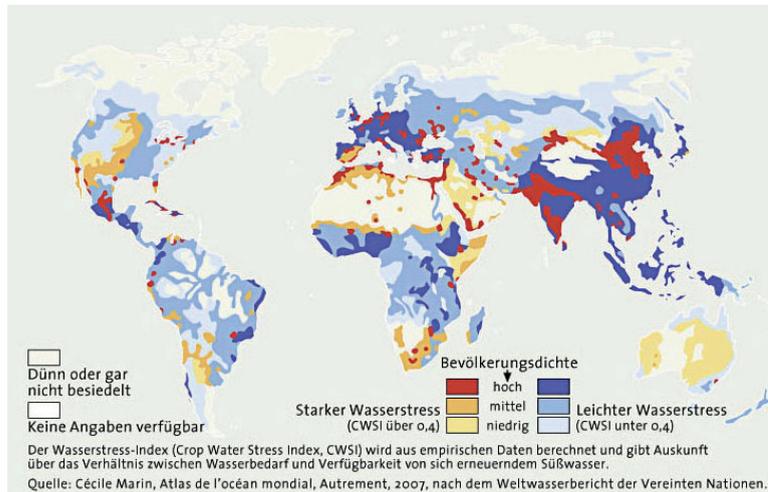


Abbildung 2: Zu wenig Wasser für zu viele Menschen

noch nicht decken. Erneuerbare Energien aus anderen Ländern, z.B. Solarenergie aus der Sahara, könnten genutzt werden. Hier bestehen allerdings neben der technischen Umsetzung Unsicherheiten bezüglich der Finanzierung und der politischen Stabilität. Um die Energieversorgung mit lokal erzeugten erneuerbaren Energien zu decken, sind Änderungen der Verhaltensweisen, drastische Energieeinsparungen und die Nutzung effizienterer Technologien notwendig.[1]

Im vorliegenden Konzept wird aufgezeigt, dass lokal verfügbare erneuerbare Energien in Kombination mit Technologien, die auf eine sparsame Nutzung der Ressourcen abzielen, einen nachhaltigen Lebensstil für den Energiebereich Wohnen ermöglichen. Der Vorteil der Dezentralisierung und Nutzung der jeweiligen regionalen Energie führt zur Senkung der Kosten für die Infrastruktur der Energieversorgung. Gleichzeitig können Umweltfolgekosten (Atommüll, Treibhausgasemissionen) vermieden werden.

2.3 Wasserversorgung

Der weltweite Wasserverbrauch hat sich seit 1930 sechsfach und ist damit doppelt so schnell wie die Weltbevölkerung angestiegen. Es besteht schon längst ein Missverhältnis zwischen der verfügbaren Süßwassermenge und der ständig wachsenden Nachfrage (Abbildung 2).[4]

Die Versorgung der Natur und der Menschen mit Wasser in ausreichender Qualität ist derzeit das größte globale Problem. Weltweit werden 1,24 Millionen Liter pro Person und Jahr verbraucht (über 3000 Liter täglich).²[13]

Deutschland zählt mit einem mittleren Jahresniederschlag von 760 mm pro Jahr

²Der Wasserverbrauch eines Landes, der in der Landwirtschaft, Industrie und in Haushalten eingesetzt wird, setzt sich zusammen aus internem (Wasser zur Bereitstellung der Güter innerhalb eines Landes) und externem Wasserverbrauch (Wassermenge zur Herstellung importierter Güter).



zu den Wasserüberschussregionen der Welt. Insgesamt werden nur 19 Prozent des jährlichen Wasserdargebotes dem Wasserkreislauf entnommen und diesem nach Gebrauch wieder zugeführt. Nur etwa 10 Prozent des Wasserverbrauchs geht an private Haushalte. In diesem Bereich hat der Wasserverbrauch in den letzten Jahren sogar leicht abgenommen und liegt derzeit bei 123 L pro Tag und Person. Dennoch ist Wasser in vielen Regionen Deutschlands ein zentrales Umweltthema. Der übermäßige Wasserverbrauch und das Einleiten von Nährstoffen und Schadstoffen in die Gewässer gefährden vielerorts Wasser- und Nährstoffkreisläufe. Die zentrale Abwasserbehandlung vermischt häusliche, gewerbliche und industrielle Abwässer. Nach der Klärung verbleibt ein nährstoffreicher Klärschlamm, der oft stark belastet ist, teuer entsorgt werden muss und dem Nährstoffkreislauf verloren geht. Zusätzlich ist der finanzielle und energetische Aufwand beträchtlich. Durch die Landschaftsversiegelung und die vollständige, sofortige Regenwasserableitung kommt es zur Entwässerung der Landschaft und zu sinkenden Grundwasserspiegeln.[4]

Um einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser zu gewährleisten, müssen natürliche, örtliche Wasser- und Nährstoffkreisläufe geschlossen werden. Die Einleitung von schwer oder nicht abbaubaren Schadstoffen in den Wasserkreislauf muss vermieden werden, Abwasser sollte reduziert werden und Trinkwassereinsparungen sollten getroffen werden. Dezentrale Anlagen können Abwasser über natürliche Reinigungsvorgänge im Boden in langsamen Prozessen mit geringem Aufwand behandeln. Gleichzeitig entfallen lange Transportleitungen.[4]

2.4 Baustoffe und Abfall

Der konventionelle Umgang mit Baustoffen ist verbunden mit der Belastung der Umwelt und Gesundheit der Menschen. Die Nutzung fossiler Rohstoffe und Ressourcen ist nicht nachhaltig. Jährlich werden 700 bis 800 Millionen Tonnen Rohstoffe für Bauen und Wohnen in Deutschland verbraucht. Die mit der Errichtung von Gebäuden und Infrastrukturen verbundenen Belastungen (Abbau von Rohstoffen, Herstellung von Baumaterialien, Sanierung) belaufen sich auf rund 0,8 Tonnen Treibhausgase pro Kopf und Jahr (von insgesamt 10,5 t im Jahr 2003). Konventionelle Verfahren nutzen neue Stoffgemische, wobei bei nicht umkehrbaren Reaktionen Schadstoffe und Abfälle entstehen. Nach Angaben des statistischen Bundesamtes betrug 2007 in Deutschland das gesamte Aufkommen an Bau- und Abbruchabfällen 202 Millionen Tonnen (davon 8,7 Millionen Tonnen gefährliche Abfälle) bei einem Gesamtabfallaufkommen von insgesamt 351 Millionen Tonnen.

Zur Entwicklung eines nachhaltigen Konzepts müssen Baustoffe in natürlichen oder künstlichen Kreisläufen geführt werden, um eine Umwelt- und Humanverträglichkeit zu gewährleisten. Nachwachsende Rohstoffe als Baumaterialien (z.B. Holz) und Naturdämmstoffe (Holzfasern, Zellulose, Hanf-, Flachsfasern und Schafwolle) scheinen umwelt- und humanverträglich zu sein. Allerdings gilt es Umweltbelastungen beim Anbau (Pestizide, Monokulturen) zu vermeiden. Bestimmte Anforderungen an den Brand-, Wärme- und Schallschutz oder die Haltbarkeit, Länge der Transportwege, Wiederverwertbarkeit oder Recyclebarkeit müssen gegeben sein.[4]



3 Kriterien der RACHEL-Baukörper

Zur Entwicklung nachhaltiger Baukörper werden acht Rahmenkriterien definiert, die im weiteren Verlauf des Projektes konkretisiert und wo möglich quantifiziert (Energie-, Wasserbedarf, Kosten) werden:

Konstruktion: Die Konstruktion hat einen modularen und temporären, wenn auch langlebigen Charakter, sodass einzelne Elemente schnell, einfach und umweltfreundlich entfernt, entsorgt, ausgetauscht und wiederverwendet werden können. Die Verbindung von Räumen und unterschiedlichen Häusern wird durch einheitliche Verbindungsmodule an allen sechs Seiten des Raumes ermöglicht und erlaubt die dynamische Entwicklung einer ganzen Siedlung. Die Konstruktion ermöglicht eine bis zu fünfgeschossige Bauweise.

Energieversorgung: Die Stromversorgung der entstehenden Gebäude ist unabhängig von den herkömmlichen Netzen. Der Strom soll durch lokal angepasste Technologien erzeugt und verteilt werden. Der Verbrauch wird somit an die Verfügbarkeit der lokalen Energieressourcen angepasst und soll möglichst effizient genutzt werden. Der aufgewendete Energieverbrauch zur Herstellung, Nutzung und Entsorgung der Materialien und Geräte wird bei einer Energiebilanzierung berücksichtigt (Lebenszyklusanalyse).

Um den Heizwärmebedarf zu minimieren, soll das Gebäude den Standards eines Niedrigenergiehauses entsprechen.

Wasserversorgung: Die Wasserversorgung der Gebäude ist weitgehend unabhängig von den herkömmlichen Netzen und geschieht unter Berücksichtigung der lokalen, natürlichen Wasserkreisläufe. Der Verbrauch wird auch hier an die Verfügbarkeit der lokalen Ressourcen angepasst und soll möglichst effizient genutzt werden.

Baustoffe und Materialien: Die verwendeten Materialien und Geräte sind umwelt- und humantoxikologisch unbedenklich (Naturbaustoffe) und sind möglichst regional verfügbar sowie aus nachwachsenden Rohstoffen.

Grundversorgung: Die Strukturen zum Eigenanbau und der Herstellung von Lebensmitteln sind ein Element der Konstruktion von RACHEL, um die Selbstversorgung zu ermöglichen.

Technische Anforderungen: Die Konstruktion sowie die verwendeten Geräte erfordern einen technisch möglichst geringen Aufwand, um eine einfache Installation und Wartung zu gewährleisten und den Selbstbau zu ermöglichen.

Kosten: Der Prototyp des Grundmoduls übersteigt in einer ersten Ausführung, die alle notwendigen Funktionen besitzt, die Materialkosten von 25.000 Euro nicht.

Nutzungsrechte: Eine offene Wissensgemeinschaft wird entwickelt, die die Grundlagen und Ausführungen zur technischen Realisierung des Konstruktionsprinzips RACHEL liefert. Das Konstruktionsprinzip steht unter der Lizenz CC0. Alle veröffentlichten Kontributionen sollen unter eine der aktuell gültigen *Crea-*



tive Commons Lizenzen gestellt werden. So wird in einem dialogischen Prozess einer kollektiven Intelligenz der Schwerpunkt des Projektes auf gesellschaftlichen Reichtum statt auf privatwirtschaftliche Bereicherung gelegt.

4 Realisation eines Baukörpers

Um den aufgezeigten Problemen der Stadtentwicklung und Ressourcennutzung entgegen zu wirken, wird das Gebäudekonstruktionsprinzip RACHEL entwickelt. Ein Prototyp wird nach den oben stehenden Kriterien entworfen. Das Kapitel diskutiert technische Realisierungsmöglichkeiten und liefert Anregungen zur Entwicklung von Alternativen.

4.1 Stromversorgung

Bei der Realisierung der Energieversorgung wird der Verbrauch an die Mengen der lokal verfügbaren Energie angepasst. Als Richtwert wird ein Stromverbrauchshorizont von 250 kWh pro Person und Jahr definiert. Bei der Wahl der Energiequelle werden die Faktoren regionale Verfügbarkeit, Kosten und Umweltverträglichkeit berücksichtigt.

Als Realisierungsmöglichkeiten kommen für den Prototyp eine Kleinwindkraftanlage und/oder Solarzellen in Betracht:

Windkraft: Windgeschwindigkeiten zwischen 5 und 12 m/s können zur Erzeugung von Energie sinnvoll genutzt werden. Ein typisches Windrad mit 1 m² Rotorfläche erreicht eine Leistung von etwa 120 W. Wirtschaftlich sinnvoll ist die Windenergienutzung nur an Standorten, an denen das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit über etwa 4 m/s liegt (z.B. an der deutschen Nordsee, wo die durchschnittliche Windgeschwindigkeit 6 m/s beträgt). Nachteilig sind die durch das Getriebe und die Windumströmung der Rotorblätter entstehenden Schallemissionen. Die Beeinträchtigung der Vogelwelt bei ausreichendem Abstand zu geschützten Landschaftsgebieten lässt sich gering halten.[14]

Fotovoltaikanlagen: Ein Solarmodul der Größe 1,2 x 1,0 m bringt eine Spitzenleistung von 110 W. Eine Modulfläche von 11 m² liefert bei optimaler Ausrichtung im Jahr 1.000 kWh Elektrizität. Am häufigsten werden multikristalline Solarzellen verwendet. Zur Speicherung der Energie ist ein Akkumulator nötig. Die Erzeugung von elektrischer Energie mittels Fotovoltaikanlagen verursacht keine Umweltschäden, allerdings ist die Herstellung und Recycling von Solarzellen sehr energieintensiv. Die energetische Amortisation beträgt 3-5 Jahre.[14]

Stromnetz: Zur Stromversorgung soll ein batteriegestütztes System mit einer Spannung von 24 V verwendet werden. Damit können Leistungen bis 1,5 kW mit normaler Haus-Installationstechnik realisiert werden. Viele kompatible Geräte sind standardmäßig in guter Qualität erhältlich.[14]

Stromspeicher: Praktisch alle erneuerbaren Energiesysteme sind auf einen effizienten Speicher angewiesen, der die zeitliche Entkoppelung von Stromerzeugung und Verbrauch ermöglicht. Am weitesten verbreitet ist der Bleiak-



kumulator. Sie wird bis heute bezüglich Wirtschaftlichkeit von keinem anderen System übertroffen, dennoch weist sie einige gravierende Nachteile auf. So ist sie ökologisch nur bei weitgehend vollständiger Rezyklierung verantwortbar und nach P. Brckmann ist der Energiebedarf für die Herstellung meist größer als der Energieumschlag während der Lebensdauer. Leider fehlt eine sinnvolle verfügbare Alternative. Da der Bleiakкумуляtor relativ preiswert ist, einen vernünftigen Energie-Wirkungsgrad aufweist und wartungsfrei bei geschlossenem System ist, soll sie zur Realisierung des Prototyps RACHEL dennoch verwendet werden.[14]

Langfristig ist zu überlegen, ob als Alternative die Speicherung thermischer Energie in einem geeigneten Wärmespeicher zur Energieversorgung dienen kann. In der Entwicklung ist bereits ein System, bei dem Erdnussöl mittels thermischer Hochleistungskollektoren in einem isolierten Speichertank auf etwa 200°C erhitzt wird. Dieses Öl kann einerseits als Heizquelle zum Kochen verwendet werden oder man kann damit mit Hilfe eines Stirling Motors einen Generator antreiben. Ein Prototyp, der eine elektrische Leistung von 1 kW bei einem Wirkungsgrad von 15 Prozent abgibt, ist bereits in Entwicklung.[14]

4.2 Thermische Energieversorgung

Wärme für Raumklima: Der Heizenergiebedarf von Gebäuden kann durch die passive Nutzung der Solarenergie erheblich gesenkt werden. Dabei wird durch bauliche Maßnahmen die Sonne als Wärmequelle genutzt. Wichtig ist in diesem Zusammenhang eine gute Wärmedämmung, die Gebäudegeometrie und die Ausrichtung des Gebäudes. Unter günstigen Bedingungen kann man über Verglasung einen Teil der solaren Wärme gewinnen und zusätzlich das Tageslicht nutzen. Zur Vermeidung der Überhitzung im Sommer sind Verschattungsmaßnahmen vorzusehen.[5]

Zusätzlich wird der Heizwärmebedarf über einen Ofen gedeckt. Dabei dient z.B. der natürlich nachwachsende Rohstoff Holz als regenerativer Energieträger.

Wärme für Warmwasser: Zur Brauchwassererwärmung soll eine solarthermische Anlage dienen. In einem Kollektor wird ein Wärmeträgermedium oder das Wasser direkt erwärmt. Verwendet man einen Wärmeträgermedium, gibt dieser dann seine Energie über einen Wärmetauscher an einen Speicher ab. Am oder im Speicher besteht die Möglichkeit der Nachheizung.[5]

Alternativ kann ein Wasserspeicher, der mit Festbrennstoffen beheizt wird, zur Warmwasserversorgung verwendet werden.

4.3 Wasserversorgung und Abfall

Alle anfallenden Abwässer und Abfälle, wie Regenwasser, Grauwasser³ (aus Dusche, Bad und Waschmaschine), Gelbwasser⁴, Fäkalien, Bioabfall und Restmüll werden als Teilströme getrennt behandelt. Die Behandlung ist so einfacher, effektiver und kostengünstiger als die Abwasserbehandlung des Gemisches in der Kläranlage.

³fäkalienfreies gering verschmutztes Abwasser

⁴Urin und Urin mit Spülwasser



Frischwasser: Regenwasser und gereinigtes Brauchwasser soll zum Wäschewaschen, zur Gartenbewässerung, und zu Reinigungszwecken verwendet werden. Das Regenwasser wird von den Dachflächen in eine Zisterne zur Speicherung geleitet.[4]

Als Richtwert wird ein täglicher Wasserverbrauch von 25 Litern definiert (Küche: 5 Liter, Dusche: 20 Liter). Eine Umkehrosmoseanlage kann zur Herstellung von Trinkwasser genutzt werden.

Sanitäre Anlagen: Der Wasserverbrauch in Haushalten für die Toilettenspülung liegt durchschnittlich bei 35 Liter pro Person und Tag. Hier liegt das Einsparpotential bei 100 Prozent. Wasserlose Urinale und Vakuumtoiletten können zum Einsatz kommen, sodass kein Schwarzwasser⁵ als Abwasser anfällt. Pro Person fallen täglich 1-2 Liter Urin an. Fäkalien können in der Biogasanlage zur Methanherzeugung genutzt oder kompostiert werden. Das Endprodukt ist Dünger oder Kompost. Bioabfälle können hier beigemischt werden.[4]

Trenntoiletten eignen sich für den Selbstbau. Eine ständige Be- und Entlüftung durch einen Ventilator ist zu empfehlen - so kann gänzlich auf Einstreu zur Geruchsbindung verzichtet werden. Trenntoiletten sind auch in Kombination mit Sichtverschlüssen erhältlich.[16]

Abwasser: Auch wenn in Deutschland oft Anschluss- und Benutzungszwang für die zentrale Abwasserentsorgung besteht, soll eine dezentrale Lösung ermöglicht werden. Dezentrale Systeme reinigen das Abwasser meist besser als zentrale Kläranlagen (längere Verweildauer, weniger Schadstoffe). Pflanzenkläranlagen werden bereits seit einiger Zeit für die Reinigung von Grauwasser eingesetzt. Sie zeichnen sich durch geringe Kosten, einfache Herstellung aber einen hohen Flächenbedarf aus (2-5 m² Platz pro Person). Gereinigtes Grauwasser kann im Anschluss an die Aufbereitung versickern oder wieder verwendet werden.[4]

Um die Versickerung des Niederschlagswassers, das nicht verwendet wird, zu gewährleisten und Hochwasser mit einhergehendem Überlaufen der Kläranlagen zu vermeiden, soll die Versiegelung des Bodens minimiert werden. Zur Rückhaltung von Regenwasser können Dachbegrünungen beitragen. Die Vorteile sind Luftkühlung, Sauerstoffproduktion, Regulierung der Luftfeuchtigkeit, Lärmreduktion und Staubbindung.[4]

4.4 Gebäudekonstruktion und Baustoffe

Bei der Wahl der Baustoffe werden Naturbaustoffe bevorzugt, die in ihre natürlichen Kreisläufe ohne Schadstoffemissionen für Mensch und Umwelt zurückgeführt werden können. Lokal gewonnene, nachwachsende Rohstoffe aus biologischem Anbau minimieren Transportwege und gewährleisten ein nachhaltiges Konzept. Die Art der Konstruktion soll den Bodenerhalt und die Bodenzurückgewinnung ermöglichen.

Moderne Strohbauten eröffnen die Möglichkeit, vorgefertigte Baugruppen zu verwenden, mit denen ein Passivhausstandard erreicht werden kann. Das mehrfach ausgezeichnete *S-House* (Abbildung 4) kann hier eine Vorbildfunktion einnehmen. Dieses Strohbauten-Passivhaus besteht ausschließlich aus nachwach-

⁵Schwarzwasser ist mit Fäkalien belastet.



Abbildung 3: Esendo-Haus



Abbildung 4: S-House



Abbildung 5: Nomad Home



Abbildung 6: Sekisui House

senden Rohstoffen und steht auf einer unterlüfteten Gebäudeplatte auf einem Punktfundament.[4][15]

Das *Esendo-Haus* (Abbildung 3) zeigt ebenfalls, dass die Realisierung eines Passivhauses aus nachwachsenden Rohstoffen möglich ist: Die Konstruktion ist in Holzrahmenbauweise mit Lehmbausteinen und Schilf als Dämmstoff.[17]

Als Vorbild für dieses Projekt dienen außerdem *Earthships*: kostengünstige Passivhäuser aus recycelten und natürlichen Materialien mit unabhängiger Strom- und Wasserversorgung.[20]

Eine Flexibilität der Wohnform und eine mögliche Anpassung an sich wandelnde Lebensumstände und Klima sollen bei der Konstruktion von Rachel allerdings ebenfalls berücksichtigt werden. Mit Hilfe von standardisierten Bauteilen soll eine modulare und flexible Konstruktion entwickelt werden.

Das *Nomad Home* (Abbildung 5) kann dafür eine Vorbildfunktion einnehmen. Es ermöglicht einen mehrmaligen Auf- und Abbau und besteht aus Modulen, die an der Baustelle miteinander verbunden werden können. Typische Beispiele für eine modulare Konstruktion sind auch die Fassadenelemente, die von der Firma *Sekisui Chemicals* für ihre Fertigteilhäuser eingesetzt werden (Abbildung 6). Sie sind durch einfach trennbare Verbindungen leicht demontierbar.[17]

4.5 Grundversorgung

Zu einer nachhaltigen Raumnutzung soll auch der Anbau von Lebensmitteln gehören. Vertikale Gärten an der Hauswand nach Permakulturrkriterien sollen in das Projekt integriert werden. Sie dienen nicht nur der Selbstversorgung, sondern auch als gestalterisches Element und fördern das Bewusstsein für die Umwelt durch Reflexion über ökologische Systeme.[19]



4.6 Partizipation

Die Entwicklung eines Gesamtkonzeptes eines Wohnkörpers erfordert eine multidisziplinäre Herangehensweise und ist somit äußerst komplex. Um dem Anspruch der Nachhaltigkeit gerecht zu werden, müssen gewisse Erfordernisse bezüglich ökologischer Kriterien eingehalten sowie sozioökonomische und lokale Gegebenheiten und individuelle Bedürfnisse berücksichtigt werden. Zusätzlich sind oft die wirklichen Bedürfnisse der Nutzer im Vorfeld nicht vorhersehbar. Deshalb sollen zunächst Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines nachhaltigen Baukörpers geschaffen werden, um technische Möglichkeiten für Teillösungen zusammenzutragen und die flexible Entwicklung einer unbegrenzten Anzahl individueller Baukörper zu ermöglichen.

Die Komplexität des Projektes erfordert Kooperation, die durch die globale Kommunikation möglich gemacht wird. Das Internet bietet Möglichkeiten, als Entwicklungs- und Kommunikationsumgebung, Quelle neuer Ideen und Rekrutierungsort zu dienen. Zur Beantwortung von komplexen Fragestellungen haben sich offene Wissensgemeinschaften als sinnvoll erwiesen. Lösungsansätze werden frei zugänglich gemacht, um bestehende Werke in einem dynamisch offenen Prozess weiterzuentwickeln. Der freie Zugang zu Wissen ist Grundvoraussetzung für neues Wissen, ermöglicht Kooperation und Fortschritt und erweist sich als innovationsfördernd. Virtuelle Kommunikationsgemeinschaften ermöglichen die Erweiterung von potentiellen Interaktionspartnern und eine multiperspektivische Sicht. Der nicht-kommerzielle Ansatz könnte als Keimzelle einer neuen Gesellschaftsordnung dienen, muss aber nicht zwangsläufig aus der kapitalistischen Verwertungslogik fallen.

In diesem Projekt soll eine virtuelle Wissensgemeinschaft als Grundlage zur technischen Realisierung individueller Baukörper dienen. Ein dreiteiliges System wäre denkbar: ein Wiki für die strukturierte Speicherung von Informationen und explizitem Wissen, ein Diskussionsforum für die interpersonale Interaktion und Weblogs für die individuelle Komponente. Im Wiki können Inhalte von vielen Benutzern bearbeitet werden, sodass es als Instrument für die kooperative Strukturierung und Speicherung von technischen Informationen dienen kann. Alle veröffentlichten technischen Lösungsansätze sollen unter eine der aktuellen *Creative Commons* Lizenzen gestellt werden. Das RACHEL-Konstruktionsprinzip wird ausschließlich unter die Lizenzen CC BY, CC BY-SA oder CC0 gestellt. So wird garantiert, dass jeder die Technologien benutzen, verändern und weitergeben kann. Das Diskussionsforum erlaubt die Beantwortung von individuellen Fragestellungen. Bei der Realisierung von konkreten individuellen Baukörpern könnten Weblogs dazu dienen, um die Projekte vorzustellen. Hier ist noch zu klären, inwieweit eine Weiterverarbeitung innerhalb der offenen Wissensgemeinschaft zugelassen wird, um die Werkintegrität zu wahren.

Bei der Gestaltung einer solchen Plattform haben sich, wie im Fall von Wikipedia, bestimmte Kriterien als erfolgsversprechend erwiesen: Ein geringer Koordinationsaufwand und die Einfachheit des Editierens ermöglicht die Teilnahme eines breiten weltweiten Publikums; klare und wenige Regeln und eine konsistente Gestaltung sichert die Einheit des Projektes.



5 Ausblick

Die Errichtung autarker Gebäude für jeden Einzelnen ist weder sinnvoll noch notwendig. So dient die Realisierung des Baukörpers RACHEL als Demonstrationsprojekt für dezentrale Energie- und Wasserversorgungssysteme. Im Rahmen dieses Projektes soll langfristig ein Zusammenschluss individueller Häuser zu einer Siedlung möglich gemacht werden, um Synergieeffekte bei der Wasserversorgung, Energieversorgung und Selbstversorgung hervorzurufen. Durch Konstruktion und Zusammenschluss von Modulen mit unterschiedlichsten Funktionen soll ein sozialer und kulturell reichhaltiger Lebensraum entstehen. In diesem Sinne wird es im weiteren Verlauf des Projektes notwendig sein, standortgebundene Konzepte zu den Themen Energie- und Wasserversorgung, Selbstversorgung, Freiflächen und Mobilität zu entwickeln.

Beispielsweise könnte bei der Wahl der Technologie zur Energieversorgung als Entscheidungshilfe ein sogenanntes "Decision Support System" dienen. Die Wahl der Technologie zur Energieerzeugung hängt von verschiedenen standortspezifischen Faktoren (Kosten, Verfügbarkeit der Ressourcen, Umweltverträglichkeit und Bedarf) ab. In Abgrenzung zur Stromversorgung für eine Person können im Zusammenschluss mehrerer Wohneinheiten andere Stromversorgungssysteme sinnvoller sein. Hier eröffnen sich vor Allem neue Möglichkeiten für die Stromspeicherung in Pumpspeicherkraftwerken oder für die Energieerzeugung in Blockheizkraftwerken mit nachhaltigen Rohstoffen aus eigenem Anbau.



Literatur

- [1] Le monde diplomatique (2009): Atlas der Globalisierung
- [2] D.J.C. MacKay (2008): Sustainable Energy - Without the hot air
- [3] International Panel on Climate Change (2007): Mitigation
- [4] D. Glücklich (2005): ökologisches Bauen - Von Grundlagen zu Gesamtkonzepten
- [5] www.ecobine.de
- [6] R. Kümmel: Energy, Entropy, Economy, Ecology - An introduction to the physics and economics of industrial dynamics and sustainable development
- [7] I. Schoenheit (2009): Nachhaltiger Konsum, APuZ, 32-33
- [8] V. Grassmuck (2004): Freie Software - Zwischen Privat- und Gemeineigentum, Bundeszentrale für politische Bildung
- [9] Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2009): Zukunftsfähiges Deutschland in einer globalisierten Welt
- [10] L. Heller, S. Nuss (2004): Open Source im Kapitalismus: Gute Idee - falsches System?, Open Source Jahrbuch 2004: Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell
- [11] U. Preisig (2003): Kooperative Wissensgenerierung in virtuellen Gemeinschaften zur Befriedigung von komplexen Informationsbedürfnissen am Beispiel Tourismus
- [12] H.W. Opaschowski (2005): Besser leben - schöner wohnen? Leben in der Stadt der Zukunft, Bundeszentrale für politische Bildung
- [13] WWF (2008): Living Planet Report 2008 - deutschsprachige Version
- [14] P. Brückmann (2010): Autonome Stromversorgung, 2. Auflage, ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg
- [15] H. Santler, H. & A. Gruber (2008): Neues Bauen mit Stroh, ökobuch Verlag, 3. Auflage, Staufen bei Freiburg
- [16] W. Berger, C. Lorenz-Ladener (2008): Kompost-Toiletten - Sanitärtechnik ohne Wasser, ökobuch Verlag, 1. Auflage, Staufen bei Freiburg
- [17] R. Wimmer (2009): Strategieentwicklung für eine industrielle Serienfertigung ökologischer Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen, Berichte aus Energie- und Umweltforschung
- [18] www.stadt-und-klimawandel.de
- [19] U. Feit, H. Korn (2012): Treffpunkt Ökologische Vielfalt XI, Bundesamt für Naturschutz
- [20] <http://www.earthship.com/>



Weiterführende Literatur

1. A. Mitscherlich (1965): Die Unwirtlichkeit unserer Städte. Thesen zur Stadt der Zukunft
2. H.D. Thoreau (1854): Walden oder Leben in den Wäldern
3. P.M. (1983): bolobolo, Paranoia City, Zürich
4. N. Paech (2012): Befreiung vom Überfluss - Auf dem Weg in die Postwachstumsökonomie, oekom verlag, München

18 QUELLEN

01	S. 011	PDF	http://rachelarchitektur.de
02	S. 012-013	Text	http://rachelarchitektur.de/wp-content/uploads/2014/01/140701AuslobungstextStufe2.pdf
03	S. 017	Graphik	Adrian Susoi
04	S. 019	Rendering	Adrian Susoi
05	S. 021	Rendering	Adrian Susoi
06	S. 022	Rendering	Adrian Susoi
07	S. 022	Rendering	Adrian Susoi
08	S. 023	Rendering	Adrian Susoi
09	S. 023	Rendering	Adrian Susoi
10	S. 024	Rendering	Adrian Susoi
11	S. 024	Rendering	Adrian Susoi
12	S. 025	Rendering	Adrian Susoi
13	S. 048	Rendering	Adrian Susoi
14	S. 049	Rendering	Adrian Susoi
15	S. 058	Foto	Michael Schultes
16	S. 058	Foto	Michael Schultes
17	S. 058	Foto	Michael Schultes
18	S. 059	Foto	Michael Schultes
19	S. 060	Foto	Michael Schultes
20	S. 060	Foto	Michael Schultes
21	S. 060	Foto	Michael Schultes
22	S. 061	Foto	Michael Schultes
23	S. 062	Bild	Jan Knippers, Jan Cremers, Markus Gabler, Julian Lienhard, Atlas Kunststoffe + Membranen, 1. Auflage, Detail, München, 2010, S. 202
24	S. 062	Bild	Jan Knippers, Jan Cremers, Markus Gabler, Julian Lienhard, Atlas Kunststoffe + Membranen, 1. Auflage, Detail, München, 2010, S. 198
25	S. 062	Bild	Jan Knippers, Jan Cremers, Markus Gabler, Julian Lienhard, Atlas Kunststoffe + Membranen, 1. Auflage, Detail, München, 2010, S. 199
26	S. 063	Bild	Jan Knippers, Jan Cremers, Markus Gabler, Julian Lienhard, Atlas Kunststoffe + Membranen, 1. Auflage, Detail, München, 2010, S. 200

Jan Knippers, Jan Cremers, Markus Gabler, Julian Lienhard, Atlas Kunststoffe + Membranen, 1. Auflage, Detail, München, 2010, S. 204	Bild	S. 064	27
Jan Knippers, Jan Cremers, Markus Gabler, Julian Lienhard, Atlas Kunststoffe + Membranen, 1. Auflage, Detail, München, 2010, S. 203	Bild	S. 065	28
Adrian Susoi	Rendering	S. 066	29
Adrian Susoi, Klaus Katschinka, Programm PVSYST	Simulation	S. 070-073	30
Adrian Susoi, Klaus Katschinka, Programm T*SOL Pro	Simulation	S. 076-081	31
Adrian Susoi, Programm Excel	Tabelle	S. 084	32
Adrian Susoi, Programm Excel, PHPP	Tabelle	S. 087-091	33
Adrian Susoi, Programm Excel	Tabelle	S. 093-099	34
Adrian Susoi, Programm Excel	Tabelle	S. 101-113	35
Adrian Susoi	Rendering	S. 115	36
Adrian Susoi	Rendering	S. 115	37
Adrian Susoi	Rendering	S. 116	38
Adrian Susoi	Rendering	S. 116	39
Adrian Susoi	Rendering	S. 117	40
Adrian Susoi	Rendering	S. 117	41
Adrian Susoi	Rendering	S. 118	42
Adrian Susoi	Rendering	S. 118	43
Adrian Susoi	Rendering	S. 121	44
Adrian Susoi	Rendering	S. 122	45
Adrian Susoi	Rendering	S. 123	46
Adrian Susoi	Rendering	S. 124	47
Adrian Susoi	Rendering	S. 125	48
Adrian Susoi	Rendering	S. 126	49
Adrian Susoi	Rendering	S. 127	50
Adrian Susoi	Rendering	S. 128	51
Adrian Susoi	Rendering	S. 129	52
Adrian Susoi	Rendering	S. 133	53
Adrian Susoi	Rendering	S. 134	54
Adrian Susoi	Rendering	S. 135	55

56	S. 136	Rendering	Adrian Susoi
57	S. 137	Rendering	Adrian Susoi
58	S. 139	Rendering	Adrian Susoi
59	S. 141-157	PDF	http://rachelarchitektur.de/wp-content/uploads/2014/01/Gliederung_140403.pdf