

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

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

## **Diplomarbeit**

### **Nature Base at Lucky Bay**

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades einer Diplom-Ingenieurin unter der Leitung von

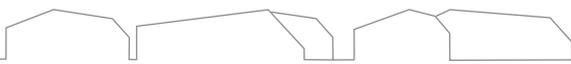
**Univ.Prof. Mag.arch. Françoise-Hélène Jourda**  
E 253/3 Institut für Architektur und Entwerfen  
Abteilung für Raumgestaltung und nachhaltiges Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien,  
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

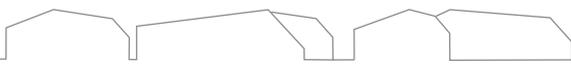
**Linda Kerschbaumer**  
0026780  
Seidengasse 24/21, 1070 Wien

Wien, November 2010





Für meine Eltern Franz und Heidelis





Die Idee zu diesem Projekt entstand während meines Aufenthaltes in Australien. Ich verbrachte mehrere Tage in Lucky Bay, einer einsamen Bucht im Cape Le Grand Nationalpark an der Südküste Westaustraliens.

Bis jetzt gibt es in Lucky Bay nur einen Campingplatz, es gibt jedoch Bestrebungen des Department of Environment and Conservation, den Verwaltern des Nationalparks, die Bucht für den sanften Tourismus zu öffnen.

Mein Projekt zeigt eine Möglichkeit, wie in diesem hochsensiblen Ökosystem ein Tourismusprojekt umgesetzt werden kann. Aufbauend auf den Prinzipien des nachhaltigen Tourismus und ökologischer Bauweise sollen Unterkünfte für 30 Gäste geschaffen werden.

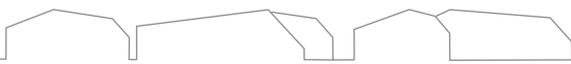
Tourismus ist für den Nationalpark eine wichtige Einnahmequelle und trägt so zur Erhaltung und zum Schutz der Tier- und Pflanzenwelt bei. Der Nationalpark wurde aber nicht nur zum Schutz gefährdeter Arten gegründet sondern auch um den Menschen Erholung in der Natur, kombiniert mit Umweltbildung, zu ermöglichen. Durch dieses Projekt wird das Bewusstsein der Gäste für die Belange des Naturschutzes gefördert und auch ein wirtschaftlicher Impuls für die Region gesetzt.

Die Phrase „educational retreat“ beschreibt am besten die Intention, die diesem Projekt zu Grunde liegt; es wird eine Brücke

zwischen Erholung und aktivem Naturschutz geschlagen.

Die Besonderheit der Lage des gewählten Bauplatzes und der Anspruch, ein gesamtökologisches Konzept zu entwickeln, prägen das gesamte Projekt.

Das Thema Ressourcen und der verantwortungsvolle Umgang mit ihnen ist das Herzstück dieser Arbeit. Die Nature Base ist energieautark, d.h. 100% der Energie die konsumiert wird, wird auch dort erzeugt.





## 1 EINLEITUNG

## ANALYSE

### 2 AUSTRALIEN

2.1 Lage	11
2.2 Westaustralien und Esperance	13

### 3 NATIONALPARKS UND TOURISMUS

3.1 Nationalparks in Westaustralien	16
3.2 Nachhaltiger Tourismus	18
3.3 Tourismus in Esperance	21
3.4 Referenzen	22

### 4 CAPE LE GRAND NATIONAL PARK

4.1 Geschichte	27
4.2 Flora und Fauna	28
4.3 Klima	37
4.4 Naturgefahren	45
4.5 Geologie	47
4.6 Grundwasser	50

### 5 BAUPLATZ

Lucky Bay	53
Infrastruktur	55
Analyse des Bauplatzes	58

## ENTWURF

6 TOURISMUSKONZEPT	64
--------------------	----

7 LANDSCHAFTSPANUNG	69
---------------------	----

7.1 Straßen- und Wegenetz	70
---------------------------	----

7.2 Vegetation	72
----------------	----

7.3 Bebaute Fläche	74
--------------------	----

8 RESSOURCENMANAGEMENT	78
------------------------	----

8.1 Wasser	83
------------	----

8.2 Elektrizität	102
------------------	-----

8.3 Gemüseanbau	114
-----------------	-----

### 9 PROJEKT

9.1 Pläne	120
-----------	-----

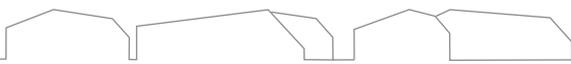
9.2 Klimatisches Konzept	141
--------------------------	-----

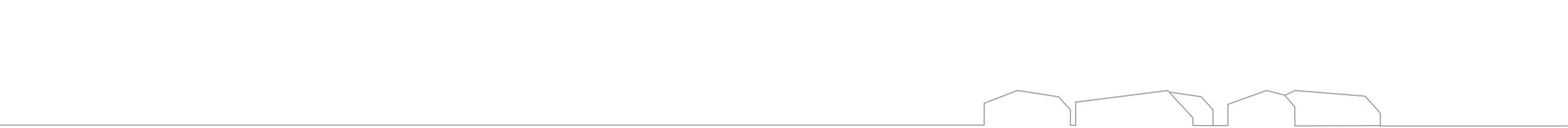
9.3 Konstruktion	144
------------------	-----

9.4 Materialien	151
-----------------	-----

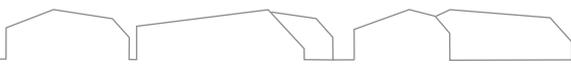
9.5 Gemüseanbau - Pläne	154
-------------------------	-----

10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	160
--------------------------	-----





ANALYSE



# Australien

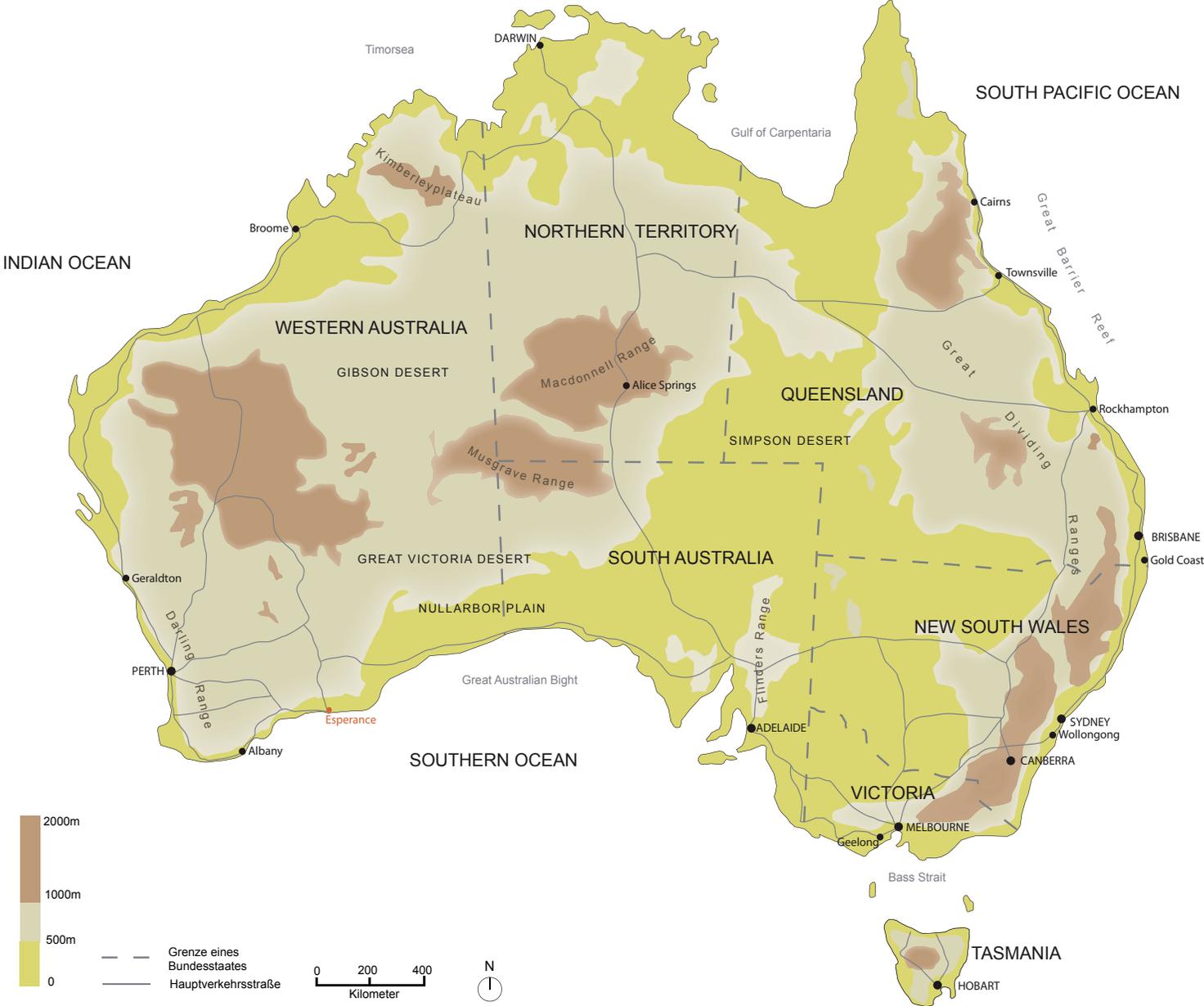


Abb.1 Landkarte Australiens

Abb.2 Größenvergleich  
Australien - Europa



Fläche  
Einwohner 2010

7 686 848 km<sup>2</sup>  
22 187 000 -  
92% europäischer  
Abstammung,  
7% Asiaten, 1% Aborigines  
2,8 Personen/km<sup>2</sup>  
Canberra  
Englisch  
75% Christen, 1% Muslime,  
1% Buddhisten, 0,5% Juden  
Australischer Dollar  
GMT +8 - +10,5

Bevölkerungsdichte  
Hauptstadt  
Sprache  
Religion

Währung  
Zeitzone

Regierung

Staatsoberhaupt  
Regierungschef  
Administrative Gliederung

Wichtige Industriezweige

Küstenverlauf und Strände

Parlamentarische Demokratie  
und konstitutionelle Monarchie

H.M. Queen Elizabeth II  
Prime Minister Julia Gillard  
6 Bundesstaaten und 2  
Territorien  
Mineralien\_Kohle, Gold,  
Eisenerz  
Landwirtschaft\_Getreide,  
Wolle, Rindfleisch  
Tourismus und Ausbildung  
25,800km lang mit mehr als  
7000 Stränden

<http://www.lonelyplanet.com>

<http://australia.gov.au>

# Westaustralien

Fläche	2,5 Millionen km <sup>2</sup>
Einwohner	2,2 Millionen
Bevölkerungsdichte	0,88 Personen/km <sup>2</sup>
Hauptstadt	Perth
Zeitzone	GMT +8
Regierung	Konstitutionelle Monarchie
Höchste Erhebung	Mount Meharry 1 251m
Emblems	<i>Blume:</i> Red and green Kangaroo Paw, <i>Säugetier:</i> Numbat <i>Vogel:</i> schwarzer Schwan, <i>Farben</i> - schwarz und gold



Westaustralien ist Australiens größter Bundesstaat und nimmt mit einer Größe von 2,5 Millionen km<sup>2</sup> ungefähr ein Drittel der Landmasse Australiens ein.

In Westaustralien leben ca. 2,2 Millionen Menschen, 75% der Bevölkerung leben in der Hauptstadt Perth. Weitere größere Städte sind Bunbury und Albany im Südwesten und Broome im Norden des Landes. Mit Kalgoorlie als Ausnahme liegen alle Städte an der Küste.

Die Landschaft Westaustraliens ist sehr vielfältig und beeindruckend. Traumhafte Strände, die Kargheit und endlose Weite des Outbacks und die spektakuläre Flora und Fauna ziehen Besucher aus aller Welt an.

Geographisch gliedert sich der Staat in das Kimberly Plateau und in die Große Sandwüste im Norden, die Gibsonwüste und die Große Victoriawüste im Landesinneren, sowie der Nullarbor ebene im Süden. Mount Meharry, Teil der Hamersley Range ist mit 1251m die höchste Erhebung des Landes. Flüsse sind von eher geringer Bedeutung da sie entweder nach einem kurzem Lauf im Pazifik münden oder sehr wasserarm sind.

Die klimatischen Bedingungen unterteilen sich in den tropischen Norden und den eher gemäßigten Süden mit allen vier Jahreszeiten. Im Norden gibt es dagegen nur Trocken- und Regenzeit.

## Geschichte und Kultur

Australien ist einer der ältesten Kontinente der Erde und kann auf eine Geschichte der Aborigines zurückblicken, die mehr als 40.000 Jahre alt ist. Die Ureinwohner lebten als Nomaden, in viele verschiedene Stämme gegliedert, verstreut über den gesamten Kontinent. Ihre Kultur ist durch eine starke Verbundenheit zur Natur und zu den Naturgeistern geprägt.

Die ersten europäischen Entdecker waren vermutlich portugiesische Seeleute im 16. Jahrhundert, es gelten jedoch die Niederländer im 17. Jahrhundert als die offiziellen Entdecker Australiens.

Die Besiedelung Westaustraliens durch Europäer begann erst ab dem Jahre 1826, als der im Süden gelegene Hafen von Albany als Militärstützpunkt angelegt wurde. Der Hauptsitz der Kolonie wurde jedoch nach Perth, in die heutige Hauptstadt des Bundesstaates, verlegt.



Westaustraliens Geschichte ist ungewöhnlich, denn er ist einer der wenigen Bundesstaaten, der nicht als Sträflingskolonie besiedelt wurde - eine Tatsache, die sich noch heute im freien und unkonventionellen Wesen der Bewohner widerspiegelt.

Der erste gravierende Bevölkerungsanstieg erfolgte um 1890 mit Goldfunden im zentralen und südlichen Teil des Outbacks. Mit dem darauf folgenden Goldrausch strömten Menschen aus dem Rest Australiens und aus der ganzen Welt nach Westaustralien, um in der goldhaltigen Erde der zentralen Goldfelder ihr Glück zu finden.

Während der beiden Weltkriege war die Lage Westaustraliens von strategisch wichtiger Bedeutung und zahlreiche Städte und Ortschaften, wie etwa Broome waren auch Schauplätze des Krieges. Nach dem Krieg kam es im Norden zu einem wirtschaftlichen Aufschwung durch Rinderhandel und die Perlenzuchtindustrie. Auch der Süden florierte durch den starken Landwirtschaftssektor und durch den Walfang.

Öl- und Gasfunde, sowie die weltweit größten Eisenerzvorkommen, sorgten in den 1970er Jahren für eine wahre Bevölkerungsexplosion im Nordwesten des Bundesstaats, die sich bis heute fortsetzt.

<http://www.westernaustralia.com>

Meyers Neuer Weltatlas

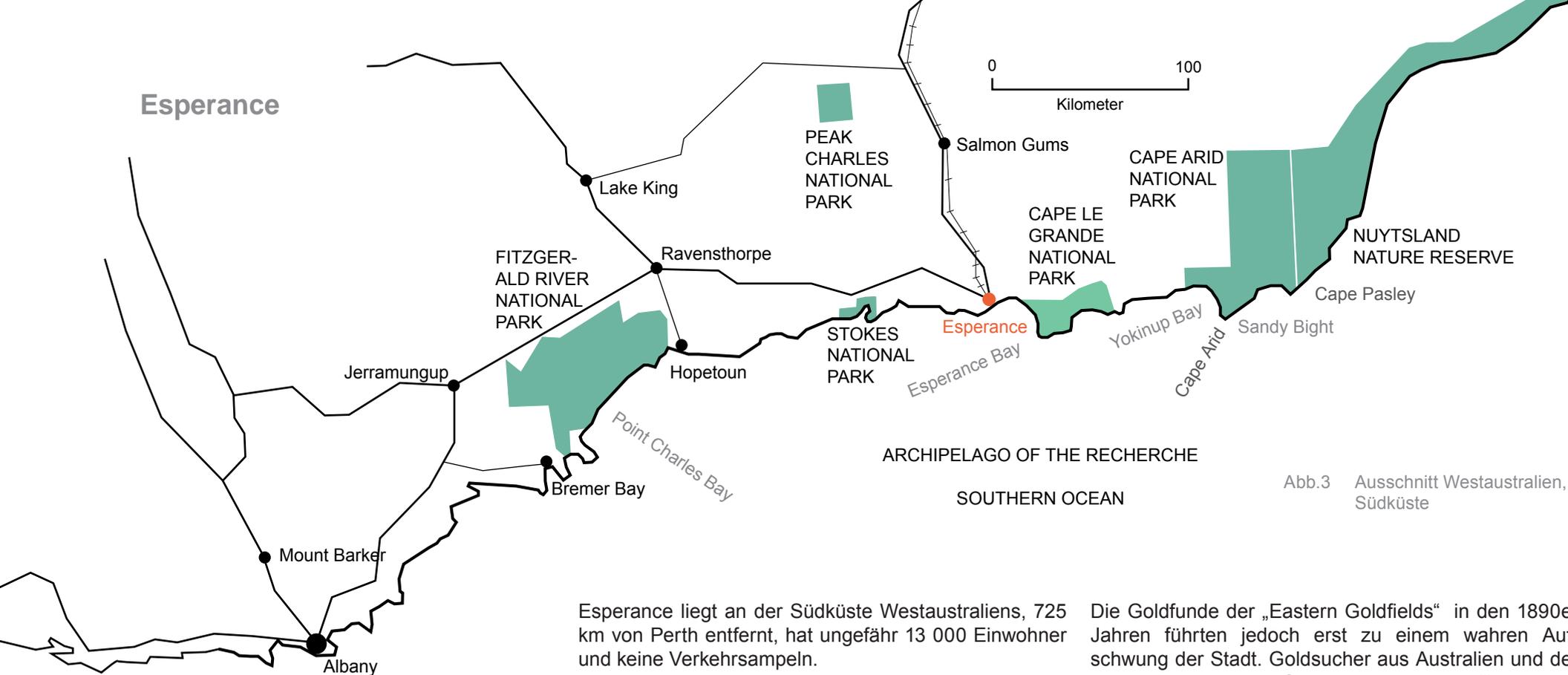


Abb.3 Ausschnitt Westaustralien, Südküste

Esperance liegt an der Südküste Westaustraliens, 725 km von Perth entfernt, hat ungefähr 13 000 Einwohner und keine Verkehrsampeln.

Die Stadt hat eine der schönsten Küstenverläufe des Landes aufzuweisen und die Strände dort werden zu den spektakulärsten der Welt gezählt. Umgeben von fünf unberührten Nationalparks, die in riesige Farmlandschaften übergehen, ist Esperance eine beliebte Destination für Touristen aus dem In- und Ausland.

Esperance wurde vom französischen Seefahrer Admiral D'Entrecasteaux benannt, als er 1792 mit seinen Schiffen L'Esperance und Recherche in der Bucht Zuflucht vor einem Sturm fand. Die Übersetzung von „Esperance“ lautet „Hoffnung“. Besiedelt wurde die Stadt allerdings erst 1864 als die Pioniere und Brüder Dempster ihre Schafe, Rinder und Pferde nach Esperance trieben und dort eine „pastoral station“ gründeten.

Die Goldfunde der „Eastern Goldfields“ in den 1890er Jahren führten jedoch erst zu einem wahren Aufschwung der Stadt. Goldsucher aus Australien und der ganzen Welt machten Station in der kleinen Küstenstadt. Nachdem der Goldrausch versiegt war, entwickelte sich Esperance zu einem wichtigen landwirtschaftlichen Zentrum. Durch die Zugabe von Düngern wurde die Erde fruchtbar gemacht. Mit den negativen Auswirkungen auf das Ökosystem hat die Region jedoch jetzt zu kämpfen. Die Haupteinnahmequellen sind der Tourismus, die Landwirtschaft und der Fischfang.

Erreichbar ist Esperance über den Luftweg oder mit einem Überlandbus von Perth, die meisten Touristen reisen jedoch mit dem eigenen Auto oder Campingbus an. Das öffentliche Verkehrsnetz ist schlecht ausgebaut, die bestehende Eisenbahnlinie von Kalgoorlie nach Esperance ist hauptsächlich dem Gütertransport vorbehalten. Laut dem „Strategic Action Plan 2007-2027“ der Stadt sind Verbesserungen in diesem Bereich geplant.

<http://www.visitesperance.com/>

Perth & Western Australia,  
Lonely Planet, Seite 148



Abb.4 Quokka mit Jungem

### Flora und Fauna

Australien hat ein sehr artenreiches wie auch hochsensibles Ökosystem. Ein Grund dafür ist die Isolation des Kontinents, der seit ca. 45 Millionen Jahren mit keinem anderen Kontinent verbunden ist. Die Evolution von Vögeln, Säugetieren, Reptilien und Pflanzen nahm einen eigenständigen und sehr differenzierten Weg.

Aus diesem Grund verfügt Australien über einen Artenreichtum der auf der Erde einmalig ist. Ein Großteil der 20.000 verschiedenen heimischen Pflanzenarten Australiens sind nur noch hier zu bestaunen.

Es gibt über 600 Arten Eukalyptus- und Akazienbäume und besonders Westaustralien ist für seine große Zahl an Wildblumen bekannt. In der Tierwelt finden sich vor allem Beuteltiere wie Koalas, Wombats, Kängurus, Quokkas, aber auch den tasmanischen Teufel, die Beutelmaus und Possums. Als europäische Siedler Australien bevölkerten, kamen mit ihnen auch Hunde, Kamele, Füchse, Katzen und Kaninchen, die eine große Gefahr für heimische Tierarten darstellen. Bereits 10 Säugetierarten wurden ausgerottet, viele andere sind in Gefahr.

Neben Krokodilen, Echsen, giftigen Schlangen und Spinnen sind auch Quallen und Haie in Australien, bzw. in australischen Meeren, heimisch.

Die Australische Regierung erkannte die Gefährdung der Flora und Fauna frühzeitig und reagierte darauf mit der Gründung verschiedener Naturschutzgebiete, die auch Teile des Meeres umfassen. Bereits 1879 wurde in New South Wales der Royal - Nationalpark gegründet, der zweitälteste Nationalpark der Welt.

Westaustralien verfügt über mehr als 70 Nationalparks und Unterwasserparks und unzähligen staatlichen Walderholungsgebieten, die zusammen eine Fläche von mehr als 20 Millionen Hektar haben. Die meisten Parks und Erholungsgebiete sind mit Picknick-Bereichen, Campingplätzen, Wanderwegen und anderen Attraktionen ausgestattet.

Zu den bekanntesten Parks zählen Kalbarri Nationalpark, ca. 700 km nördlich von Perth, Stirling Range Nationalpark, mit Bluff Knoll als höchstem Gipfel im Südwesten, Karijini National Park als einem der größten Parks im Norden und Cape Le Grande National Park an der Südküste Westaustraliens. Die Landschaft ist so spektakulär wie vielseitig: rote Erde, endlosweites Buschland, Schluchten, gewaltige Meeresklippen entlang der Küstenregionen, Sandebenen und Heideland, riesige Eukalyptusbäume, Wildblumen und bizarre Felsformationen prägen das

<http://www.dec.wa.gov.au>  
<http://www.westernaustralia.com>

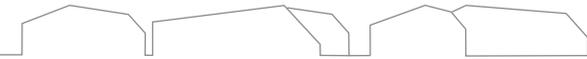


Abb.5 Pinnacles Desert,  
Nambung-Nationalpark

Bild. Besucher der Nationalparks verbringen ihre Zeit dort mit ausgedehnten Wanderungen und Klettertouren, Kanu fahren, Fischen, Schwimmen, Schnorcheln und Beobachtung der Tier- und Pflanzenwelt.

Nationalparks wurden errichtet um die Natur zu schützen und gefährdete Tier- und Pflanzenarten zu erhalten, aber auch um dem Menschen die Natur in einer kontrollierten Art und Weise erlebbar zu machen und näherzubringen. Besucher unterstützen mit der Entrichtung einer Gebühr die Erhaltung und Wartung der Nationalparks.

Haustiere wie Hunde und Katzen dürfen nicht mitgebracht werden, da sie die dort heimischen Tiere gefährden können. Besonders während des heißen australischen Sommers ist das Risiko von Buschfeuern sehr hoch und aus diesem Grund ist auch das Entzünden von Feuer strengstens untersagt.

#### Department of Environment and Conservation

Die meisten Nationalparks sind im Besitz des Staates und werden von den Mitarbeitern des Department of Environment and Conservation (DEC) betreut und verwaltet. Ihr Aufgabengebiet besteht im Schutz und Erhaltung der Umwelt Australiens. Neben den Nationalparks ist DEC auch für die Verwaltung von

„marine parks“, „conservation parks“, staatlichen Wäldern und den natürlichen Reservaten verantwortlich. Weitere Aufgaben sind der Schutz, die Verwaltung, Regulierung und Beurteilung natürlicher Ressourcen.

„The department has the lead responsibility for protecting and conserving the State's environment on behalf of the people of Western Australia. This includes managing the State's national parks, marine parks, conservation parks, State forests and timber reserves, nature reserves, marine nature reserves and marine management areas.“

(Quelle: <http://www.dec.wa.gov.au>)



„Nachhaltigkeit, die: längere Zeit anhaltende Wirkung“

(Quelle: Duden, Deutsches Universalwörterbuch)

„Sustainable tourism: Environmentally responsible travel and visitation to natural areas, in order to enjoy and appreciate nature in a way that promotes conservation, has a low visitor impact, and provides for beneficially active socio-economic involvement of local peoples“

(World Conservation Union,1996)

Nationalparks werden geschaffen um einerseits den Lebensraum von gefährdeten Pflanzen- und Tierarten zu verbessern und zu erhalten, und andererseits um den Menschen die Natur näherzubringen. Ortsansässigen, wie auch Touristen, wird die Möglichkeit gegeben, in gelenkten Bahnen über lokale Traditionen, Kultur und Ökosysteme zu lernen.

Naturraum-Management inklusive Erhaltung der Kulturlandschaft, Wissenschaft, sowie Bildung und Besucherinformation sind die zentralen Aufgaben eines jeden Nationalparks.

Tourismus ist ein wichtiger Teil der Nationalparkidee, ein Impuls für die Wirtschaft, schafft Arbeitsplätze und ist wichtig für die Finanzierung der Nationalparks. Er bringt aber auch Herausforderungen, die Umsetzung eines sozial, ökologisch, kulturell und wirtschaftlich nachhaltigen Tourismus ist daher besonders wichtig.

Nachhaltiger Tourismus muss ökologisch tragbar und wirtschaftlich machbar sein und mit ökologischem, sozialem und verantwortungsvollem Handeln verbunden sein.

Es ist besonders wichtig jeden Einzelnen für umweltrelevante Themen zu sensibilisieren und dessen Rolle bei der Bewahrung unserer Umwelt zu betonen.

„Der naturnahe Tourismus und Freizeitaktivitäten im Freien können zu diesem Gedanken des Bewahrens beitragen,

indem die Menschen dazu gebracht werden, die Natur mehr zu schätzen, aber auch sich des Einwirkens unserer Lebensweise auf die natürliche Umgebung stärker bewusst zu werden. Dieses Bewusstsein trägt zur Bereitschaft bei, Schutzmaßnahmen zu unterstützen und sich vielleicht auch verstärkt zu engagieren.“

(Quelle: <http://www.cipra.org/de> „Vom Ökotourismus zum nachhaltigen Tourismus in den Alpen“)

Das ist auch der Ansatz der Arbeit der Ranger des Department of Environment and Conservation und wird in der Nature Base at Lucky Bay aufgegriffen und weitergeführt.

Auszug aus der Aufgabenbeschreibung des DEC:

„providing visitor information and designing and initiating educational and interpretive activity programs that enrich visitor experience and help develop greater community awareness and support for parks, natural areas, astronomy, naturebased tourism and recreation services and policies.“

„ DEC aims to achieve high quality visitor services and facilities that are planned, designed, developed and managed in a sustainable way.“

(Quelle: <http://www.dec.wa.gov.au>)



### Naturebank Projekt

Im Oktober 2009 wurde „Naturebank“, ein Gemeinschaftsprojekt von Tourism Western Australia und der Regierung Westaustraliens/Department of Environment and Conservation ins Leben gerufen. Es geht bei diesem Projekt darum, Land in Nationalparks und geschützten Gebieten für umweltfreundlichen Ökotourismus freizugeben. Mit dem Bau von umweltbewussten Unterkünften soll der Schutz und Erhalt der Kultur und Natur sowie der lokale Tourismus unterstützt werden. Eher abgelegenen Gebieten soll zu einem wirtschaftlichen Aufschwung verholfen werden, neue Arbeitsplätze geschaffen werden. Ebenso soll den Aboriginies, die großteils in Besitz der Nationalparks sind, die Möglichkeit gegeben werden, sich als Unternehmer in den touristischen Sektor einzubringen und in sozialer wie auch in wirtschaftlicher Sicht davon zu profitieren. Ziel ist es hochwertige Unterkünfte zu schaffen und die Aufmerksamkeit der Besucher auf die Notwendigkeit des nachhaltigen Tourismus zu lenken.

Als Vorbild werden die bereits realisierten Ökoresorts Salis - Ningaloo Reef, Karijin Eco Retreat und die „Bungle Bungle Wilderness Lodge“ at Purnululu genannt (siehe: Referenzen).

#### Potenzielle Entwicklungsgebiete

Sechs Regionen in Westaustralien wurden ausgewählt, die aufgrund ihrer außergewöhnlichen Landschaft und Attraktionen bedeutsam sind und somit ein großes Potential für zukünftige Entwicklungen haben. Im Norden sind das der Purnululu National Park, Miriuwung Gajerrong Country, West and North Kimberley,

an der Westküste die Region Coral Coast und Pilbara Environs, sowie die Südküste mit den Nationalparks Cape Le Grande und Cape Arid.

Es wird besonders darauf Wert gelegt, eine sorgfältige Grundlage für die Freigabe von Land zu schaffen. Es geht darum, mögliche Grundstücke genau zu analysieren, d.h. Erhebungen zur Flora und Fauna, Beurteilung des kulturellen Erbes, Klärung des Eigentumsrechtes und Grundwasserstudien zu erstellen. Ebenso soll die Notwendigkeit von Managementplänen für die Parks, notwendige Infrastrukturmaßnahmen und die Anliegen der lokalen Bevölkerung angesprochen werden. Die Regierung möchte noch vor der Freigabe des Landes einen Masterplan, aufbauend auf den Prinzipien nachhaltigen Tourismus, entwickeln und die Verantwortung nicht an den jeweiligen Projektentwickler abgeben.

#### Zukünftige Investoren

„The Naturebank project seeks to find investment partners able to develop high-quality short stay accommodation that helps to optimise visitor experience and appreciation of our natural and cultural icon attractions, create unforgettable experiences and teach people about our environment.“

Naturebank Brochure 2009, Seite 4

## Priority Areas for Naturebank

West and North Kimberley

Miriuwung Gajerrong Country

Purnululu National Park

Pilbara Environs –  
Millstream to Karijini

Coral Coast  
The Coastline between Geraldton and Exmouth

### The Southern Coast

„Protected areas on the State’s far south coast provide a window to some of Western Australia’s most stunning landscapes and seascapes. Visitors to these areas are able to experience desolate stretches of secluded beach, witness whales close to shore and study some of the world’s most diverse flora and fauna.

A Naturebank project on the southern coast would face an environment vastly different to one established in the north. It is likely that the tented safari camp model suited to the north would give way to environmentally sensitive *eco lodge style* developments. Tourism WA and DEC intend to explore prospects for Naturebank projects in the Cape Le Grand and Cape Arid national parks east of Esperance. Other protected areas along the southern coast may lend themselves to eco lodge style projects.“

Naturebank Brochure 2009, Seite 3



Abb.6 Priority areas for Naturebank

Laut einer Umfrage im Auftrag des „Tourism Western Australia“ wurden im Mai 2009 folgende Daten erhoben:

**Visitors to Esperance:** (8 years average 2001-2008)  
overnight visitors, Total: 164 000  
Intrastate visitors (Western Australia)\_107 500  
Interstate visitors (Australia)\_40 300

International visitors\_16 200

**Holiday Visitors** – Overnight (percentage of overall market)  
Intrastate visitors\_54 900 (51%)  
Interstate visitors\_33 600 (83%)  
International visitors\_15 000 (93%)  
Total: 103 500

### Top Regional Destinations in Western Australia

Holiday Visitors – Overnight

- 1 Busselton 427,000
- 2 Augusta-Margaret River 387,200
- 3 Albany 214,500
- 4 Broome 162,000
- 5 Manjimup (Pemberton) 154,200
- 6 Northampton (Kalbarri) 138,000
- 7 Geraldton-Greenough 119,300
- 8 Bunbury 107,800
- 9 Carnarvon (inc Coral Bay) 107,000
- 10 Shark Bay 105,000
- 11 Esperance 103,500

### INTERNATIONAL MARKET

**Top International markets:** holiday visitors, annual  
United Kingdom: 3,600 Visitors, 2.8 nights  
Germany: 2,800 Visitors, 3.1 nights  
Netherlands: 1,600 Visitors, 2.5 nights  
Switzerland: 1,300 Visitors, 2.4 nights

#### Accommodation:

Caravan/Camping – 6,300 (3.0 nights)  
Below 4 star – 3,800 (2.1 nights)  
Backpackers/Hostel – 2,700 (2.8 nights)  
Other 2,300

### INTERSTATE MARKET

**Origin**\_holiday visitors annual  
Victoria 10,300 visitors, 2.9 nights  
New South Wales 9,400, 2.9  
Queensland 6 300 visitors, 2.5 nights  
South Australia 5,400 visitors, 3.1 nights  
Other 2,000 visitors, 3.2 nights

#### Accommodation:

Caravan/Camping – 11,200 (3.3 nights)  
Other 13,600 (People who have already had 22 stops or more on their journey – most like caravan- campers)  
Estimated Caravan/Camping 24,800  
Below 4 star – 5,300 (1.9 nights)  
4 Star and above – 3,700 (1.5 nights)

Families use Esperance to get away for camping,  
Adult couples (both younger and older) are more likely to use Esperance for short breaks

### Karijini Eco Retreat und Sal Salis Resort at Ningaloo Reef, Australien



Abb.7 Karijini Eco Retreat



Abb.8 Sal Salis

In beiden Resorts übernachten Gäste in Safarizelten, die gut in ihre Umgebung integriert sind. Die Resorts zeichnen sich durch verantwortungsvollen Umgang mit den Wasser- und Energiereserven aus, verfügen über Recyclingmöglichkeiten oder nutzen die Lage der Ecozelte und natürliche Brise des Meeres, um die Unterkünfte ausreichend zu kühlen. Die Tier- und Pflanzenwelt der Umgebung lernen die Gäste bei verschiedenen Ausflügen wie Wanderungen durch Schluchten und Höhlen, Tierbeobachtungen oder Schnorchelausflüge kennen. Erfahrene Tourguides vermitteln dabei ein besseres Verständnis für die einzigartige Natur Westaustraliens.

#### Karijini Eco Retreat

Diese Anlage besteht aus 82 Einzelcampingplätzen, 5 Gruppen-campingplätzen, 40 Ecozelten und einem Restaurant.

Die Ecozelte haben zu zwei Seiten Terrassen, ein privates Badezimmer und sind mit einem King size-Bett oder zwei Einzelbetten ausgestattet. Die Kühlung der Zelte wird durch natürliche Belüftung sichergestellt, Strom gibt es mit Hilfe wiederaufladbarer Laternen nur für Beleuchtung und für Geräte mit minimalem Stromverbrauch, wie z.B. für das Aufladen von Kameras und Laptops. Die Verwendung von Wasserkochern, Toastern und Haarföhns würde die Kapazität des Stromnetzes überschreiten

und ist somit nicht erlaubt.

Die Campingplätze haben keinen Stromanschluss. Die Sanitäreinheiten werden gemeinschaftlich genutzt. Außerdem gibt es vier überdachte „bushkitchens“ mit einem Gasgriller, Spüle, Arbeitsflächen und Sitzgelegenheiten.

Strom wird großteils aus Sonnenenergie gewonnen, zwei große Solarpaneele produzieren Energie, die in Batterien gespeichert wird. Ein Dieselgenerator steht noch für Notfälle zur Verfügung.

#### Sal Salis at Ningaloo Reef

Neun „wilderness tents“ reihen sich entlang der Küste des Cape Range Nationalpark mit dem Anspruch, einen möglichst geringen ökologischen Fußabdruck zu hinterlassen. Strom wird ebenfalls aus Solarenergie gewonnen, in den privaten Badezimmern findet man Komposttoiletten, der Wasserverbrauch wird auf ein Minimum reduziert und Abfall wird recycelt. Es besteht kein Anspruch Hotelzimmer mit 5-Sterne Qualität anzubieten, daher gibt es auch kein Telefon, Fernsehgerät, Minibar etc. Ein Koch sorgt für das kulinarische Wohlergehen der Gäste.

Quelle: <http://www.karijiniecoretreat.com.au/>

<http://www.salsalis.com.au/>

## Wolwedans, Namibia und Permanent Camping von Casey Brown, Australien



Abb.9 Wolwedans Safari Camp



Abb.10 Permanent Camping - Casey Brown

### Wolwedans

*Key Features:* active adventures, wildlife

*Activities:* scenic flights, scenic drives, ballooning, photography, trekking trails, sleep-outs

*Specials:* The Wolwedans Desert Academy

Wolwedans besteht aus vier verschiedenen Safari Camps in den Dünen von Wolwedan. Die Camps liegen im NamibRand Nature Reserve, im Süden von Namibia. Namib Rand ist ein privates, non-profit Naturresevat und wurde gegründet, um den Schutz der einzigartigen Ökologie und Tierwelt zu unterstützen. Das Resevat finanziert sich durch das Einkommen eines „high quality and low impact“ Tourismus selbst. Das Resevat hat aber nicht nur die Aufgabe die Natur zu schützen sondern auch wichtige Arbeitsplätze in der Region zu schaffen.

Es wird großer Wert darauf gelegt ein Beispiel für verantwortungsbewussten Tourismus und Miteinbeziehung der Angestellten zu setzen.

Die Betreiber dieses Camps haben sich auch eine Richtlinie für die Begrenzung der touristischen Entwicklung gesetzt. So kommt auf 1000 Hektar der Fläche des Nationalparks ein Bett.

Für eventuelle zukünftige Entwicklungen wird nach Grundstücken außerhalb des Reservates gesucht.

<http://wolwedans-namibia.com>

[http://www.caseybrown.com.au/casey\\_brown\\_architecture.htm](http://www.caseybrown.com.au/casey_brown_architecture.htm)

Das Design der Chalets und Zelte ist darauf ausgelegt auch möglichst einfach wieder abgebaut zu werden. Innerhalb von sechs Monaten würde sich die Natur regeneriert haben und die Spuren des Camps verwischen.

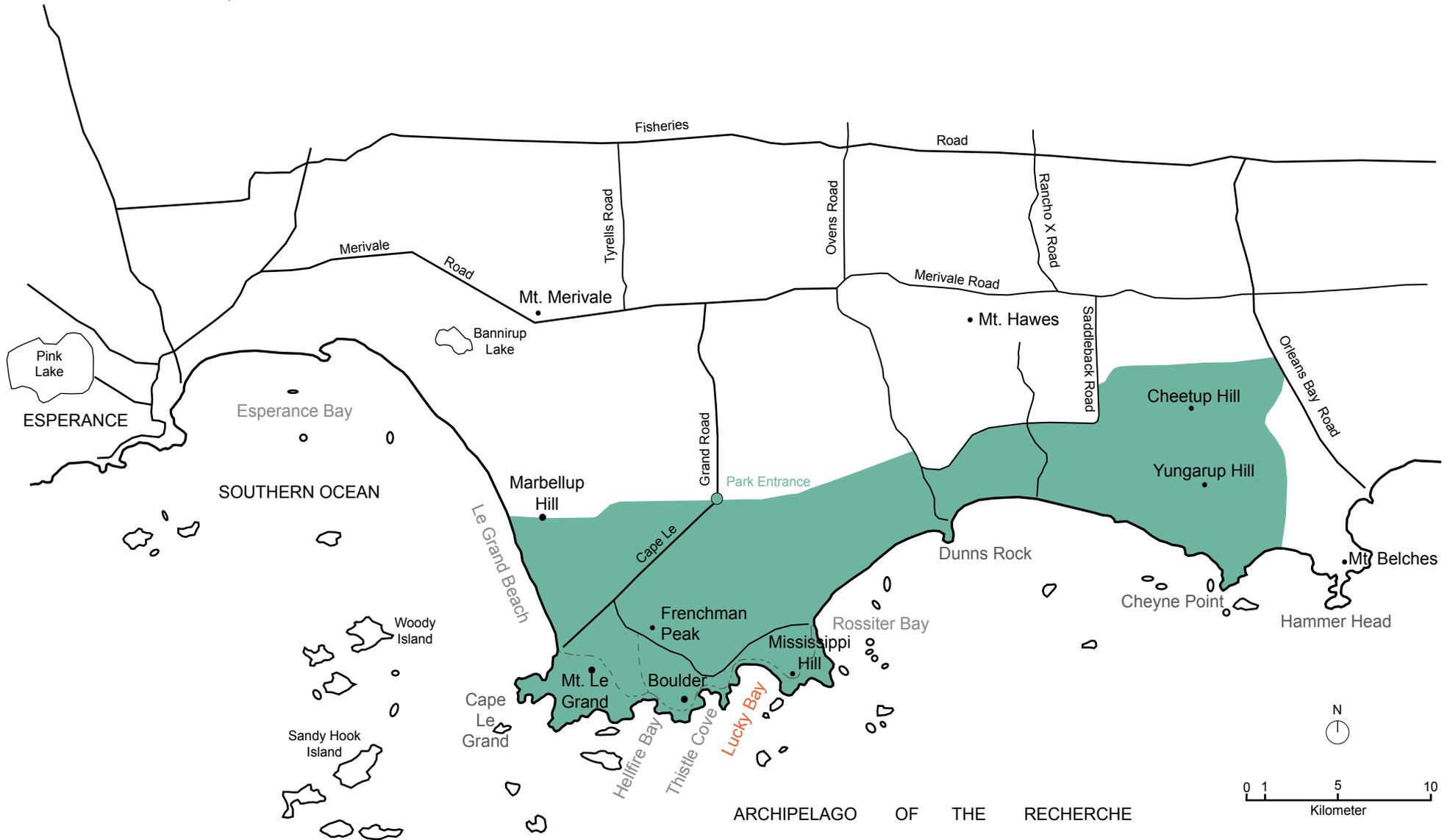
### Permanent Camping von Casey Brown

Diese private Hütte in New South Wales ist ein sehr gutes Beispiel für Wohnen mit geringem Platzbedarf und, wie es der Titel schon ausdrückt, ein auf Einfachheit und Effizienz ausgerichtetes Gebäude. Die Grundfläche ist nur 3 x 3 Meter groß, die Tragstruktur besteht aus australischem Hartholz und die Fassade wurde mit Kupfer verkleidet. Alle vier Seiten des unteren Geschoßes lassen sich öffnen. Ausgeklappt dienen sie als Sonnenschutz, geschlossen schützen sie die Glasflächen vor Buschfeuer.





Abb.11 (vorherige Seite): Die Bucht von Lucky Bay  
 Abb.12 Übersichtskarte Cape Le Grand National Park





List: Register of the National Estate  
Class: Natural  
Legal Status: Registered (21/03/1978)  
Place ID: 9816  
Place File No: 5/04/163/0005

Cape Le Grand Nationalpark liegt ungefähr 50 km östlich von Esperance und zählt zu den bekanntesten und spektakulärsten Nationalparks Westaustraliens.

#### Entstehungsgeschichte

Es wird vermutet, dass die Crew des niederländischen Schiffes Gulden Seepaert die ersten europäischen Besucher dieses Küstenstrichs waren. 1792 erforschte und vermaß Kapitän Bruni D'Entrecasteaux mit seinen zwei Schiffen L'Esperance und La Recherche die Küstenlandschaft rund um das heutige Esperance. Er machte wertvolle, wissenschaftliche Entdeckungen und erstellte die erste größere Sammlung der heimischen Flora. D'Entrecasteaux benannte den Park und auch seine höchste Erhebung, Mount Le Grand mit 345m, nach einem seiner Matrosen, Le Grand.

In den darauffolgenden Jahren wurde das Küstengebiet ein regelrechtes Jagdgebiet für Walfänger und Robbenfänger.

Zerklüftete Granit- und Gneisformationen, weitläufige Heidelandschaften, weißer, sehr feiner Sand und türkisblaues Wasser prägen die Landschaft. Im Landesinneren findet man wilde Sümpfe. Mit einer Höhe von 345 Metern führt der Mount Le

Grand eine eindrucksvolle Kette von Gneis- und Granitformationen in der Region an.

Besucher kommen hierher um zu campen, wandern, klettern, fischen, schwimmen und schnorcheln. In den Wintermonaten kann man auch vorüberziehende Wale beobachten.

Es gibt zwei Campingplätze, einer befindet sich am Le Grande Beach und der andere in Lucky Bay. Sie sind ausgestattet mit Wassertanks, Komposttoiletten, Solarduschen und Grillplätzen; Strom ist nicht vorhanden.

Die beste Reisezeit ist September bis Mai.

Der Park erstreckt sich vom Cape le Grand im Westen bis nach Cheyne Point im Osten. Mit einer Größe von mehr als 31 000 Hektar ist er um einiges größer als ein durchschnittliches Naturschutzgebiet und ist daher ein wichtiger Rückzugsort für viele verschiedene Tierarten.

## Flora und Fauna

### Säugetiere:

Western Grey Kangaroo  
Black-footed Rockwallaby  
Tiny honey Possum  
Grey-bellied Dunnart  
Southern Brown Bandicoot  
Tamar Wallaby

### Reptilien:

Western Bluetongue  
Carpet Python  
Square-nosed Snake  
Marbled Gecko  
Ornate Crevice Dragon  
Barking Gecko  
Loggerhead Turtle

### Vögel:

Australian Magpie  
Rock Parrot  
White-bellied Sea-Eagle  
Singing Honeyeater  
Western Little Wattlebird  
Cape Barren Goose  
Yellow-nosed Albatross

### Amphibien:

Quacking Frog  
Western Banjo Frog  
Slender Tree Frog

Cape Le Grand liegt im Südosten des Wheatbelt und ist an einer nationalen Ebene gemessen reich an endemischen Arten. 28 Tierarten und 29 Pflanzenspezies, die in Westaustralien beheimatet sind findet man im Cape Le Grande Nationalpark; davon sind 30 Arten als gefährdet eingestuft.

Vierzehn verschiedene Eukalyptusarten, Akaziensträucher (wattle), Wildblumen wie Banksias, Orchideen, Hakeas und Grevilleas und Baumarten wie Sheoaks dominieren in der Pflanzenwelt. Die Blüte der Wildblumen im Frühling gehört zu den Sehenswürdigkeiten des Parks.

Zu den Bewohnern des Nationalparks gehören das Western Grey Känguru, Possums, das seltene black-footed rock Wallaby, der southern brown Bandicoot, die ash-grey Maus, das tiny honey Possum sowie mehrere seltene Froscharten.

Auch Vogelliebhaber kommen auf ihre Kosten; so gibt es in der Region rund um Esperance 240 verschiedene Vogelarten, manche davon findet man nur hier.

Das Land rund um den Nationalpark wird vor allem als Weideland für Schafe und Rinder und als Fläche für den Getreideanbau genutzt.

[http://www.environment.gov.au/cgi-bin/ahdb/search.pl?mode=place\\_detail;place\\_id=9816](http://www.environment.gov.au/cgi-bin/ahdb/search.pl?mode=place_detail;place_id=9816)



Abb.13 Western Grey Kangaroo



Abb.14 Southern Brown Bandicoot



Abb.15 Tiny Honey Possum



Abb.16 Tamar Wallaby

#### Western Grey Kangaroo

##### Lebensraum

Lebt in Grassteppen und Buschland in der Nähe von Gewässern, an Waldrändern und in bewaldeten Gebieten.

##### Nahrung

Pflanzenfresser - ernährt sich hauptsächlich von Gras, kleinen Bäumen und Büschen, ebenso von Blättern und Baumrinden.

#### Southern Brown Bandicoot (vulnerable)

##### Lebensraum

Lebt bevorzugt in Gegenden mit dichter Vegetation, baut Nester am Boden unter Pflanzen. Baut keine eigenen Erdhöhlen, nistet sich aber in fremden Höhlen ein.

##### Nahrung

Allesfresser - ernährt sich von Pflanzen wie auch von Tieren. Findet seine Nahrung durch Graben in am Boden liegenden, Blättern und in der Erde. Sucht nach Insekten, Pilzen, Pflanzenwurzeln, frisst aber auch Früchte, Samen und anderes Pflanzenmaterial

#### Gould's Wattled Bat

##### Lebensraum

Ist in verschiedene Lebensräumen beheimatet, wie z.B. in

bewaldeten Gebieten, in Baumstümpfen und hohlen Ästen und Vogelnestern.

##### Nahrung

Insektenfressend. Frisst hauptsächlich Motten, aber auch Kakerlaken, Fliegen, Steinfliegen und Raupen.

#### Tiny Honey Possum

##### Lebensraum

Heide, Buschland und Waldgebiet (Heath, shrubland and woodland). Verbringt die Tage schlafend in geschützten Verstecken wie z.B. in Felsritzen, in Aushöhlungen von Bäumen, dem hohlen Inneren von Grass Trees oder in verlassenen Vogelnestern.

##### Nahrung

Pollen und Nektar

#### Tamar Wallaby (near threatened)

##### Lebensraum

Lebt zwischen dichtem Gestrüpp und offenem Weideland, wie auch in küstennahem Buschland und bewaldeten Gebieten (Mallee trees).

##### Nahrung

Pflanzenfresser - frisst vorwiegend Gräser.

<http://www.australiazoo.com.au>

[en.wikipedia.org/wiki/Honey\\_Possum](http://en.wikipedia.org/wiki/Honey_Possum)

<http://www.dec.wa.gov.au>

<http://naturemap.dec.wa.gov.au/default.aspx>

<http://wwf.org.au/publications/ntsd07-sa-southern-bandicoot.pdf>



Abb.17 Banksia, Lucky Bay



Abb.18 Banksia Blüte



Abb.19 Western Coastal Wattle

### Banksia

Südwestaustralien ist das Zentrum der Biodiversität: 90% aller Banksia-Arten kommen nur hier vor. Die meisten Arten bevorzugen Gebiete fernab der Küste, eine Ausnahme bilden aber die westaustralischen Spezien *B. speciosa*, *B. praemorsa* and *B. repens*.

Banksias produzieren sehr viel Nektar und sind somit eine wichtige Nahrungsquelle für nektarfressende Tiere wie „honeyeaters“ und kleine Säugetiere wie das honey possum, pygmy possum, Fledermäuse und Nagetiere. Diese Tiere spielen auch eine wichtige Rolle in der Befruchtung der Pflanze.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Banksia>

<http://www.australianplants.com>  
(Foto)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Acacia\\_cyclops](http://en.wikipedia.org/wiki/Acacia_cyclops)

<http://florabase.calm.wa.gov.au>

### Western Coastal Wattle\_ *Acacia cyclops*

Eine von sehr vielen Akazienarten in Lucky Bay, die man in windexponierten, küstennahen Gebieten findet. Wattles wachsen als dichte, kuppelförmige Pflanzen. Diese Wuchsform schützt die Pflanze vor Salznebel, Sandstürmen und Erosion der Erde rund um die Wurzeln. Pflanzen die vor dem Wind geschützt sind, können sich zu kleinen Bäumen mit einer Höhe bis zu 7 Meter entwickeln. Wie bei vielen

anderen Akazienarten entwickeln sich anstatt „echter“ Blätter Phyllotaxen, die zwischen vier und acht Zentimeter lang und sechs bis zwölf Millimeter breit werden. Die Blüten sind hellgelb und eher vereinzelt, die Blühperiode reicht jedoch vom Frühling bis in den späten Herbst hinein.

Die grünen Samenhülsen der Western Coast Wattle können als natürliche Seife verwendet werden. Dafür müssen die Samenhülsen zerdrückt, und die Samen mit Wasser vermischt werden.

Für Vögel sind diese Samenhülsen eine begehrte Nahrung, Insekten und Lizards finden Schutz im dichten Laubwerk.

Dwarf Sheoak\_ *Allocasuarina humilis*

Horned Sheoak\_ *Allocasuarina thuyoides*

Dune Sheoak\_ *Allocasuarina lehmanniana*

Diese Baumart ist endemisch und kommt vorwiegend im Süden von Australien vor. Im normalen Sprachgebrauch werden diese Pflanzen einfach Sheoaks genannt, sie sind bekannt für ihre langen, segmentierten Zweiglein, die die Funktionen von Blättern übernehmen.

Sheoaks haben die Fähigkeit auch in sehr sandigem und



Abb.20 Dwarf Sheoak\_ *Allocasuarina humilis*



Abb.21 Grass Tree



Abb.22 Melaleuca/Paperbark

nährstoffarmem Boden weitverzweigte Wurzelsysteme zu entwickeln. Ihre „Nadeln“ bedeckten den Boden wie eine Decke und schützen und stabilisieren so das Erdreich in erosionsgefährdeten Gebieten und Sanddünen.

#### Grass Tree\_ *Xanthorrhoea preissii* Endl.

Der Grass Tree ist eine einzigartige Pflanze und verkörpert wie keine andere die australische Landschaft. Es ist eine sehr zähe und widerstandsfähige Pflanze, die Dürren und Buschfeuer übersteht. Bei einem Buschfeuer verbrennt zwar das Blattwerk und der Stumpf wird schwarz aber der grass tree regeneriert sich nach kurzer Zeit wieder. Tatsächlich wird durch das Feuer das Blütenwachstum gefördert. Grass Trees wachsen sehr langsam sind dafür aber auch langlebig. Sie entwickeln einen dicken Stamm bestehend aus alten Blatttrieben, zusammengehalten von natürlichen Harzen. Die Blattbüschel benötigen mehr als 30 Jahre um über den Stamm hinauszuwachsen.

#### Melaleuca

Dieser Baum gehört zur Gattung der Myrtengewächse. Der meist gebräuchliche Name ist einfach Melaleuca, größere Arten sind aber auch als Paperbarks, kleinere Arten als „honey myrtles“ bekannt.

Es gibt über 200 bekannte Spezies, viele davon sind endemisch. Melaleucas werden als Busch ca. zwei Meter hoch, als Bäume können sie eine Höhe bis zu 30 Meter erreichen. Ihre Rinde ist oft schuppig und löst sich vom Stamm. Die Blätter sind immergrün, wechselweise angeordnet, oval bis lanzettförmig, 1 -25cm lang, ganzrandig und dunkelgrün bis graugrün.

Melaleucas findet man vorwiegend auf Waldlichtungen, bewaldeten Gebieten, Buschland und entlang von Wasserläufen und an Sumpfrändern.



Abb.23 Eucalyptus doratoxylon\_Spearwood Mallee

### Eukalyptus

Es gibt mehr als 700 Arten von Eukalyptus, die meisten davon sind endemisch.

Die Form von Eukalypten reicht von niedrigen Büschen bis hin zu sehr hohen Bäumen. Sie sind immergrün, schnellwüchsig und hartholzartig. Die Rinde von Eukalyptusbäumen ändert sich mit der Zeit, bei manchen Arten nimmt sie interessante Farben an, bei anderen löst sich die äußerste Schicht vom Stamm. Die Blätter sind sichelförmig und ledrig.

Eine Art der Eukalyptusbäume sind „Mallees“, mehrfachstämmige Bäume, die bis zu 10 Meter hoch werden und eine Blätterkrone aufweisen. Sie bilden die trockensten Eukalyptusgesellschaften und kommen in Gebieten mit einem Niederschlag von 130 - 800mm jährlich vor.

Buschfeuer sind für Eukalypten ein wichtiger Faktor da sie besonders nach einem Brand wieder ihre Samen ausstreuen.



Abb.24 Black-footed rock-wallaby

### SÄUGETIERE

Black-footed Rock-wallaby (rare or likely to become extinct):

#### Beschreibung

Es gibt fünf Unterarten des black-footed rock-wallaby die durch ihre geografische Lage, Unterschiede in Größe und Fellfarbe definiert werden. Ihre Fellfarbe reicht von dunkel braun bis hellgrau um sich so an ihren Lebensraum - Steine und Felsformationen - anpassen zu können.

Ein Rock-wallaby kann zu einer Größe von 57cm heranwachsen, sein buschiger Schwanz kann bis zu 60 cm lang werden. Männliche Wallabies wiegen bis zu 5kg, weibliche bis zu 3,8kg.

#### Lebensraum

Die steinigen Inseln des Recherche Archipelago weisen eine Fülle an Rissen und Spalten auf und bieten so einen geschützten Unterschlupf.

Rock wallabies leben in steilen Felswänden, Schluchten, Granitbouldern, Klippen aus Sandstein, Schuttkegeln und hügeligem Grasland. Gelegentlich findet man sie auch bei Feigenbäumen, niedrigen Büschen und Eukalyptussträuchern. Sie sind auf enge Spalten und kleine Höhlen angewiesen um sich vor Raubtieren zu schützen.

Quelle:

[www.wwf.org.au/publications/black-footed\\_rock\\_wallaby.pdf](http://www.wwf.org.au/publications/black-footed_rock_wallaby.pdf)

#### Nahrung

Black-footed rock-wallabies fressen zu Tagesanbruch und in der Dämmerung. Sie ernähren sich von heimischen Gräsern, Kräutern, niedrigen Sträuchern und Früchten. Während der frühen Abendstunden sind sie am aktivsten, verlassen ihr Versteck, geben jedoch nie den Schutz der felsigen Umgebung auf.

Sie brauchen nicht sehr viel Wasser um zu überleben und decken den Großteil ihres Flüssigkeitsbedarfes durch die Nahrung ab. Um den Flüssigkeitsverlust zu minimieren suchen sie während der heißen Stunden des Tages Schutz in schattigen Höhlen.

#### Wodurch sind black-footed rock-wallabies bedroht?

Der Hauptfeind dieser Tiere ist der Fuchs, gefolgt von Hunden und Katzen. Bei dem Kampf um Nahrung leiden sie unter der Konkurrenz von Kaninchen.

### VÖGEL

#### Cape Barren Goose

##### Lebensraum

Diese Spezies findet man an Stränden, auf Wiesen, felsigen Gebieten und den Inseln des Recherche Archipelago.

Während der Sommermonate halten sich viele dieser Tiere im Cape Le Grand National Park und Cape Arid National



Abb.25 Yellow-nosed Albatross



Abb.26 Cape Barren Goose

Park auf. Diese Vögel schwimmen fast nie und fressen vorwiegend Gras.

Wodurch ist die Cape Barren Goose bedroht?

Besonders die Hitze setzt diesen Tieren zu. 1991 starben viele Tiere an Hunger und Hitzschlag in Folge einer Dürre und außergewöhnlich hohen Temperaturen. Sollten die Temperaturen in Südwestaustralien steigen ist der Archipel für die kleine Population kein geeigneter Lebensraum mehr.

Yellow-nosed Albatross UND Grey-headed Albatross

Mit Hilfe einer speziellen Flugtechnik können Albatrosse sehr große Distanzen zurücklegen ohne ihre Muskeln zu beanspruchen. Von allen Vogelarten gehört ihre Flügelspannweite zu den größten.

Nahrung

Hauptsächlich Meerestiere: Fisch, Krabben, Octopus und Krill. Sie können bis zu fünf Meter tief tauchen.

Wodurch sind Albatrosse gefährdet?

Fischfang: Die Vögel tauchen nach den Ködern, verletzen sich am Haken und ertrinken.

Gefährdung der Brutplätze durch Ratten und Kaninchen.

WIRBELLOSE

Sarah's Pill Millipede

Dieser Tausendfüßler lebt am Boden unter Laub verborgen. Seine größte Bedrohung stellt die Rodung von Vegetationsflächen dar.

PFLANZEN

Twin Peak Island Mallee (listed as endangered)

Beschreibung

Erscheinungsform dieses Baums in Cape Le Grand National Park: schmaler Stamm, nicht höher als zwei Meter; weiche, rot-braune, grau-grüne oder hellgraue Rinde; schmale bis zu 70cm lange grüne Blätter.

Lebensraum

Es gibt vier Population im Osten von Esperance; zwei davon befinden sich im Cape Le Grand National Park und bestehen aus 70-120 Bäumen. Wächst vorwiegend auf Hängen aus Granitgestein in Sand oder Lehm.

Wodurch ist der Twin Peak Island Mallee gefährdet?

Fortschreitende Zersplitterung und Verlust von bestehenden Populationen setzen ihm sehr zu.



Abb.27 Twin Peak Island Mallee



Abb.28 Grand Spider Orchid



Abb.29 Little Kangaroo Paw

#### Grand Spider Orchid

##### Beschreibung

Wird 0,25–0,6 Meter hoch; Blüten sind grün, rot und cremefarbig; blüht von September bis Oktober; wächst in Sand und Lehm.

##### Wodurch ist die Grand Spider Orchid bedroht?

Durch städtebauliche Entwicklungen, Verschlechterung des Lebensraum, schwacher Nachwuchs, Unkraut, Straßenbauarbeiten, Aufrechterhaltung von Feuerschneisen, Freizeitaktivitäten und falscher Müllentsorgung.

#### Little Kangaroo Paw, Two-coloured Kangaroo Paw (*Anigozanthos bicolor* subsp. *minor*)

##### Lebensraum

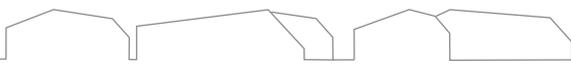
Bevorzugt sandige Erde im Heidegebiet, wurde aber auch schon in der Nähe von Granitbouldern gesehen. Blüht nach dem Ausbruch von Buschfeuern. In den letzten Jahren wurden nur sehr wenige Populationen gesichtet, diese Pflanze gilt als sehr gefährdet.

(Critically Endangered under World Conservation Union)

##### Wodurch ist die Little Kangaroo Paw bedroht?

Besonders betroffen durch Landrodungen und Umnutzungen in Ackerflächen, schwachen Nachwuchs und durch Unkraut.

Für das Keimen der Samen der Kangaroo Paw sind gelegentlich Feuer oder andere Arten von Störungen notwendig. Viele Areale in denen diese Pflanze vorkam, hatten über einen längeren Zeitraum keine Störungen und so sind die Populationen verschwunden.



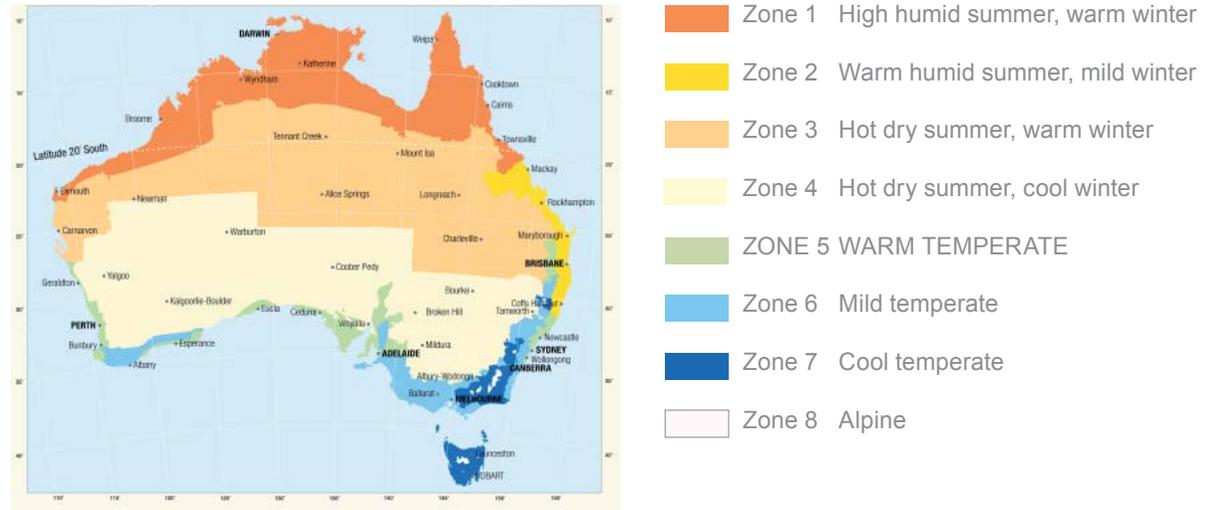


Abb.30 Klimazonen

Cape Le Grande ist Teil des Wheatbelt, zählt zur subtropischen Klimazone mit einem halbtrockenen bis warmem mediterranem Klima. Die Sommer sind heiß und trocken, die Winter kühl und nass.

### Regenfall

Regen fällt hauptsächlich im Winter, während die Sommer eher trocken sind. Esperance gehört zu den regenreicheren Gegenden mit durchschnittlich 620,4mm Niederschlag pro Jahr. Im Cape Le Grand Nationalpark gibt es seit 1980 eine Regenmessstation, der dort gemessene Durchschnittswert beträgt **750,6 mm Jahresniederschlag**.

Der niedrigste Durchschnittswert liegt bei 515,5mm, der höchste bei 959,1 mm Regen pro Jahr. Über 50% des Regens fallen zwischen Mai und August. Der regenreichste Monat ist der Juli mit 96,7mm Niederschlag, am wenigsten regnet es im Dezember mit nur 17,9mm Niederschlag.

Durchschnittlich regnet es an 91,5 Tagen mehr als 1mm. Die

wenigsten Regentage weist der Februar mit 3,1 Tagen auf, die Meisten im Juli mit 13,1 Tagen.

### Temperaturen

Der Temperaturunterschied zwischen Sommer und Winter ist nicht sehr ausgeprägt. Die maximale, jährliche Durchschnittstemperatur beträgt 21,8°C, die minimale Durchschnittstemperatur liegt bei 12,0°C. Im Februar ist es in Esperance mit einer Durchschnittstemperatur von 26,2°C am heißesten, die minimale Durchschnittstemperatur beträgt in diesem Monat 16,1°C.

Der kälteste Monat ist der Juli mit durchschnittlichen 17,1°C Maximaltemperatur und 8,3°C Minimaltemperatur.

Die höchste Temperatur die bis jetzt gemessen wurde war 46,7°C im Februar 1991, die niedrigste war 1,4°C im Juli 1997. Es gibt keine Frosttage in Esperance

Australian Government - Bureau of Meteorology: <http://www.bom.gov.au/climate/>

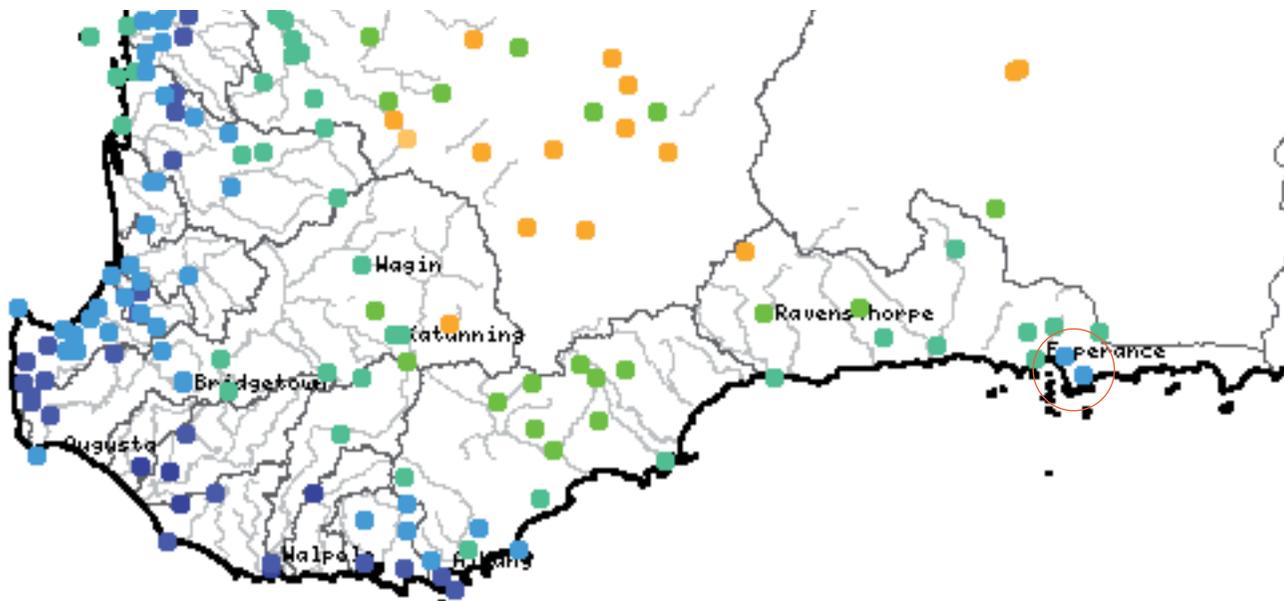


Abb. 31 Jahresniederschlag an der Südküste Westaustraliens, Zeitraum von 1.03.2009 - 28.02.2010

- 1200 - 1799mm
- 900 - 1199mm
- 600 - 899mm
- 400 - 599mm
- 300 - 399mm
- 200 - 299mm
- 100 - 199mm

#### Sonnenschein

Durchschnittlich scheint die Sonne **2 372,5 Stunden jährlich**. Zwischen Oktober und April werden 8-9 Stunden Sonne pro Tag erwartet, im Winter sinkt die Zahl auf 6-7 Sonnenstunden. An 85,3 Tagen im Jahr ist der Himmel wolkenlos, an 123,3 Tagen ist es bewölkt.

Die durchschnittliche, jährliche Sonneneinstrahlung beträgt 15-18 MJ/m<sup>2</sup>.

#### Luftfeuchtigkeit

Um 9.00 Uhr morgens beträgt die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit 67%, im Laufe des Tages sinkt sie auf 58%.

#### Wind

Grundsätzlich ist der Wind im Sommer stärker als im Winter. Von Oktober bis März kommt der Wind hauptsächlich aus Südosten, nachmittags nimmt die Meeresbrise noch an Stärke zu. Um 9.00 Uhr vormittags werden Durchschnittswerte von 19,9 km/h gemessen, am Nachmittag 24,6 km/h.

Während des Winters überwiegt der Wind aus dem Südwesten, auch Nordweststürme treten auf.

Durchschnittlich erlebt Esperance jährlich 68 Tage mit starkem Wind (zwischen 22 und 33 Knoten) und 3 Tage mit stürmischen Winden (über 33 Knoten).

Die Monate März, April und Mai sind normalerweise die ruhigeren Perioden des Jahres.

## Regenmengen in Westaustralien

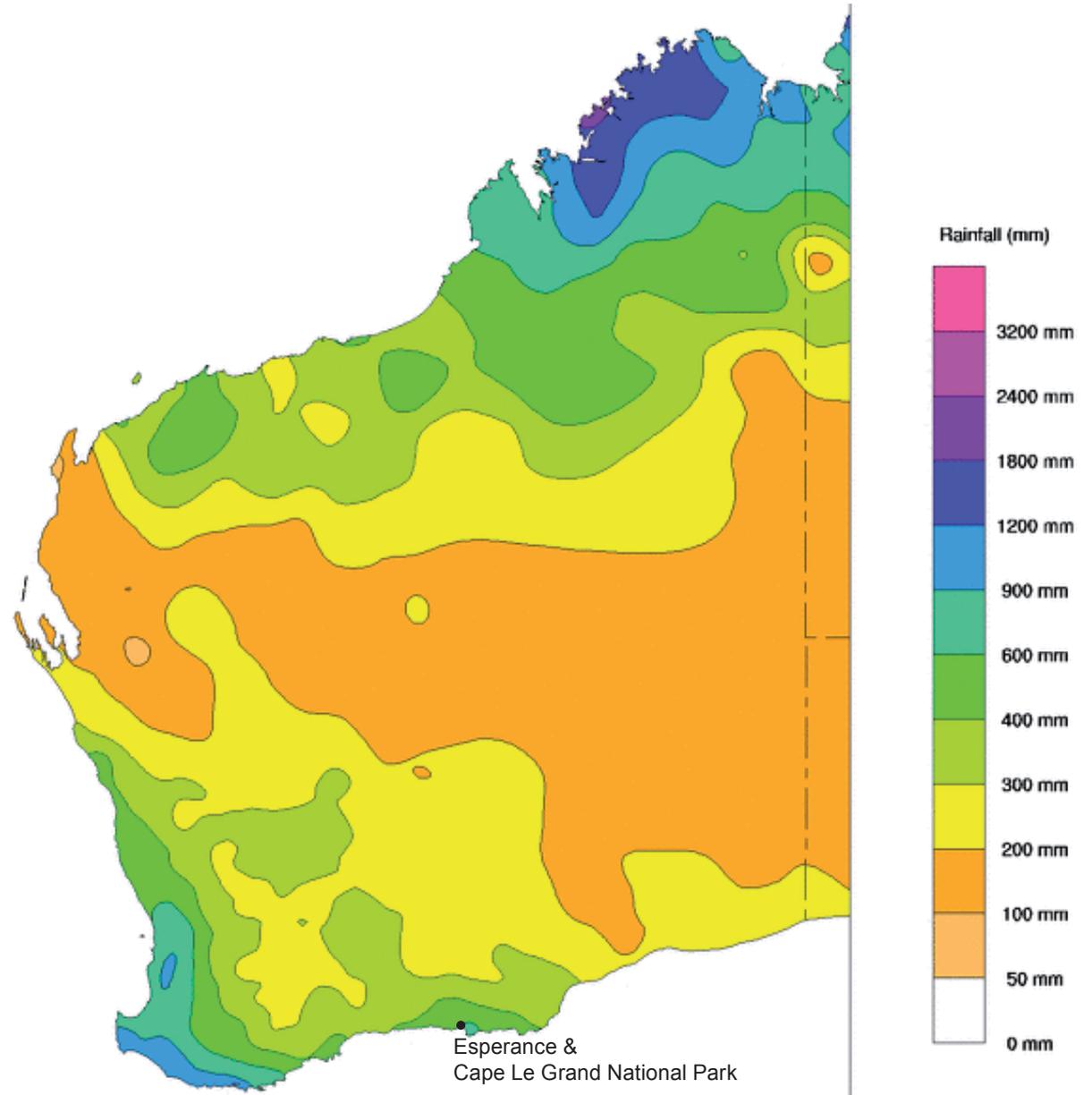


Abb. 32 Jährliche Niederschlagsmenge in Westaustralien, Zeitraum von 1.01.2009 - 31.12.2009

# Höchsttemperaturen

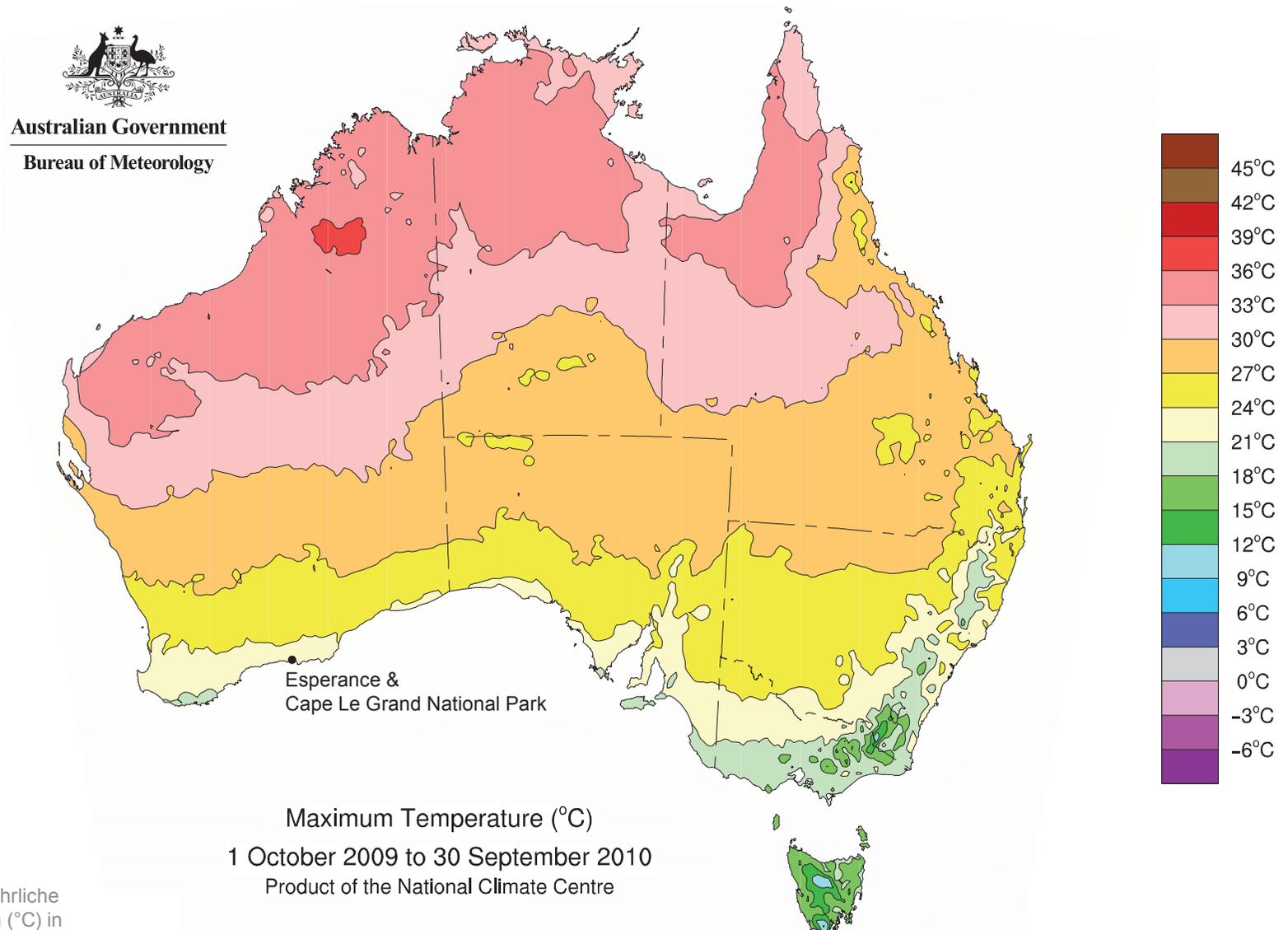


Abb.33 Durchschnittliche, jährliche  
Höchsttemperaturen (°C) in  
Australien,  
Zeitraum von 1.10.2009 - 30.09.2010

# Frosttage

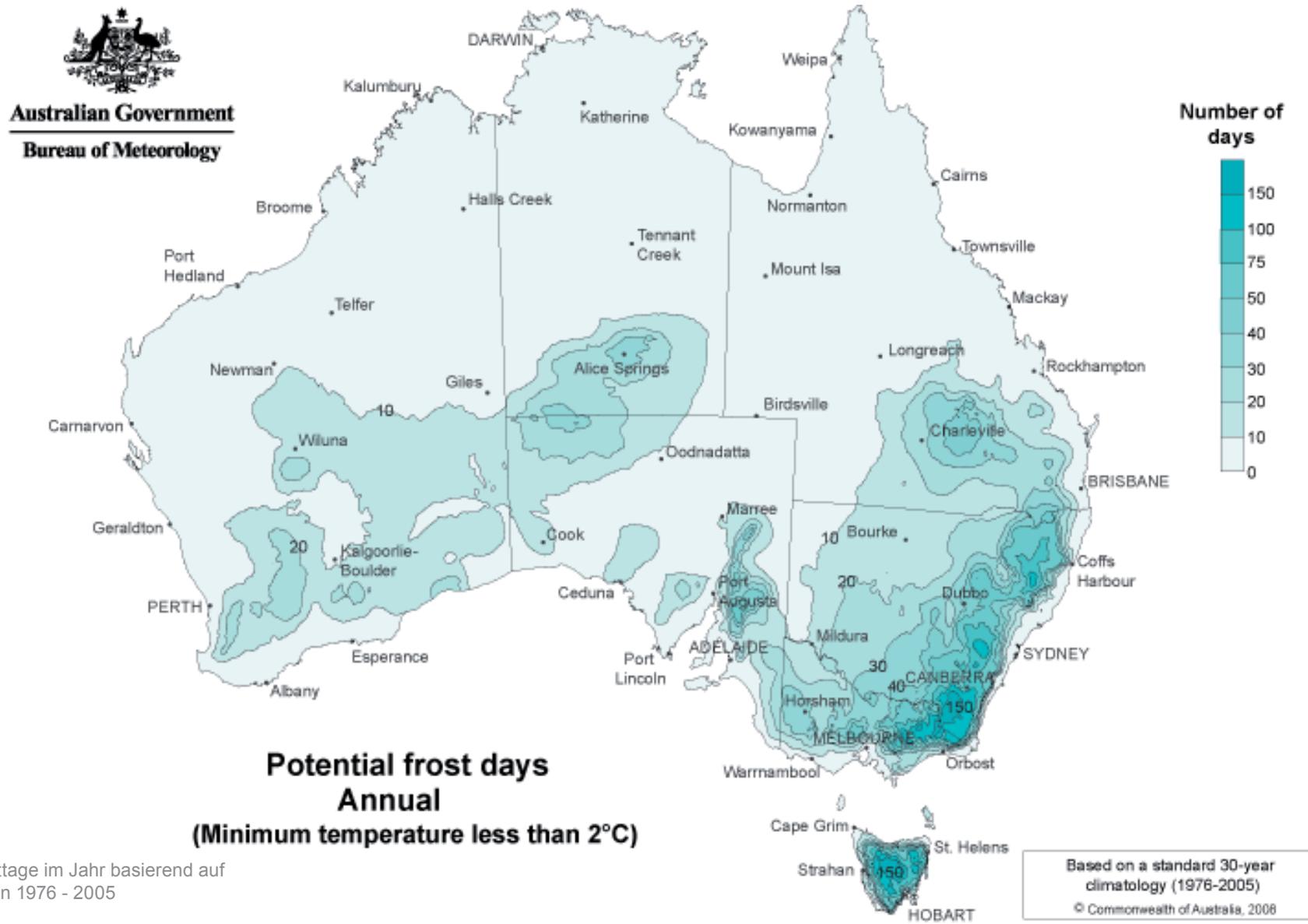


Abb.34 Mögliche Frosttage im Jahr basierend auf Messungen von 1976 - 2005

# Sonnenstunden

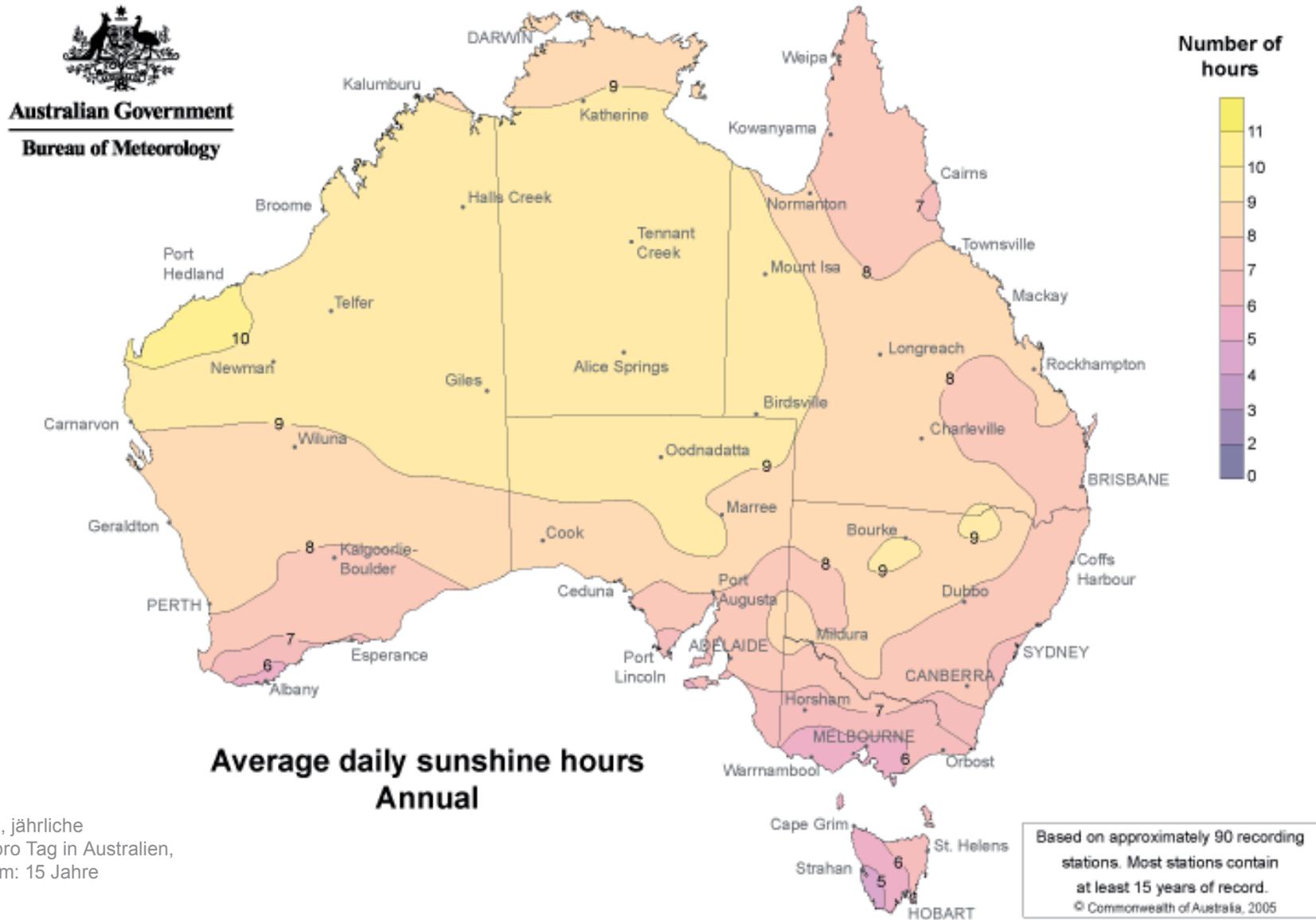


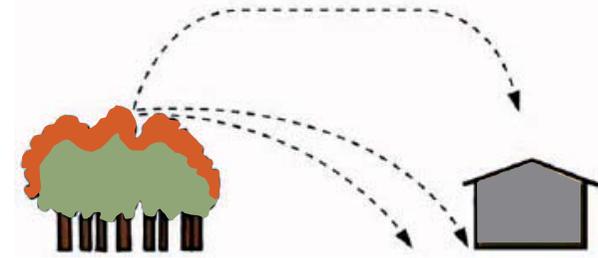
Abb.35 Durchschnittliche, jährliche Sonnenstunden pro Tag in Australien, Messungszeitraum: 15 Jahre

	<b>ESPERANCE</b> Latitude: 33.83° S Longitude: 121.89° E Elevation: 25m (sea level) source: Australian Government - Bureau of Meteorolgy	<b>VIENNA - Hohe Warte</b> Latitude: 48° 14' Longitude: 16° 21' Elevation: 202m (sea level) source: <a href="http://www.zamg.ac.at">http://www.zamg.ac.at</a>
<b>Temperature</b>		
Mean <u>maximum</u> temperature (C°)_annual	21.8	14.5
Mean minimum temperature (C°)_annual	12.0	6.7
Mean <u>maximum</u> temperature (C°)_ February_highest value	26.2 (summer)	
Mean minimum temperature (C°)_February_highest value	16.1 (summer)	
Mean <u>maximum</u> temperature (C°)_July_lowest value	17.1	
Mean minimum temperature (C°)_July_lowest value	8.3	
<b>Rainfall</b>		
Mean rainfall (mm)_annual	620.4 / 750,6 - Regenmessstation Cape Le Grand	620.3
Mean rainfall (mm)_December	17.9 (summer_lowest value)	44.4 (winter)
Mean rainfall (mm)_July	96.7 (winter_highest value)	68.2 (summer)
Mean number of days of rain > 1mm_annual	91.5	94.8
Mean number of days of rain > 1mm_February	3.1	7.6
Mean number of days of rain > 1mm_July	13.1	9.0
<b>Sun</b>		
Mean daily sunshine (hours)_annual	2372.5 - 6-7 hours per day average (zw. Oktober und April - 8-9 average daily sunshine hours)	1804.4
Mean number of clear days_annual	85.3	39.2
Mean number of cloudy days _annual	123.3	134.2
Zahl der Tage mit Sonnenscheindauer = 0 Stunden		69.1
Zahl der Tage mit Sonnenscheindauer ≥ 5 Stunden		167.6
Average daily solar exposure _annual	17,7 MJ/m <sup>2</sup> = 4,92 kWh/m <sup>2</sup>	

Tab.1 Vergleich der Klimadaten zwischen Esperance und Wien



	<b>ESPERANCE</b> Latitude: 33.83° S Longitude: 121.89° E Elevation: 25m (sea level) source: Australian Government - Bureau of Meteorolgy	<b>VIENNA - Hohe Warte</b> Latitude: 48° 14' Longitude: 16° 21' Elevation: 202m (sea level) source: <a href="http://www.zamg.ac.at">http://www.zamg.ac.at</a>
<b>Wind</b>		
Mean <u>9am</u> wind speed (km/h)_annual	19.9	3.5 m/s = 12.6 km/h
Mean <u>3pm</u> wind speed (km/h)_annual	24.6 (im Sommer weht mehr Wind als im Winter)	12.6 (Wind weht über das Jahr über gleich stark)
<b>Relative humidity</b>		
Mean <u>9am</u> relative humidity (%)_annual	67	80.4 (7.00 Uhr)
Mean <u>3pm</u> relative humidity (%)_annual	58	60.6 (14.00 Uhr)



## Buschfeuer

Durch die Kombination von extremer Hitze, Trockenheit und starken Winden kommt es jedes Jahr zu großflächigen Buschbränden in Australien. Die bisher schwerste Katastrophe ereignete sich im Februar 2009 als 170 Menschen bei Buschfeuer in Victoria ums Leben kamen.

An der Südküste haben Buschfeuer im Sommer und Herbst Saison. Im Sommer wird die Feuergefahr in den südlichen Teilen Westaustraliens durch ein Hochdruckgebiet über Südaustralien und den daraus resultierenden starken Südost- und Nordostwinden verstärkt.

Die australische Vegetation besteht hauptsächlich aus Eukalypten und Akazien. Besonders Eukalyptusbäume haben einen hohen Gehalt an leicht brennbaren ätherischen Ölen. Das abgefallene Laub braucht ca. sechs Jahre um zu kompostieren und somit sammelt sich sehr viel Zunder am Waldboden an.

Abgefallene Rindenreste der Eukalypten sowie dörres Buschwerk bieten dem Feuer zusätzliche Nahrung.

Aber nicht nur das Feuer an sich ist eine Gefahr, auch Funkenflug kann zu erheblichen Schäden führen. Das CSIRO Forestry

and Forest Products, Canberra, hat im Jahre 2000 nachgewiesen, dass in einer Kombination aus Buschfeuer, starkem Wind und Eukalyptusbäumen Funken bis zu 25 Kilometer weit fliegen können.

Buschfeuer sind aber nicht nur eine Gefahr für Menschen, auch Tiere und Pflanzen haben darunter zu leiden. Besonders Koalas sind davon betroffen, da sie nicht in der Lage sind schnell genug zu flüchten.

Tiere und Pflanzen haben jedoch mit der Zeit Schutzmechanismen entwickelt um zu überleben: Reptilien graben sich im Boden ein; die Samenkapseln des Grass Trees öffnen sich erst in der Hitze eines Buschfeuers, erst dann kann der Samen keimen. Normalerweise regeneriert sich die Vegetation nach einem Feuer rasch wieder, da die Asche einen fruchtbaren Nährboden abgibt.

<http://www.australien-info.de/buschbraende.html>

Think Brick Australia  
„Building in bushfire-prone areas“  
Updated 2009 edition

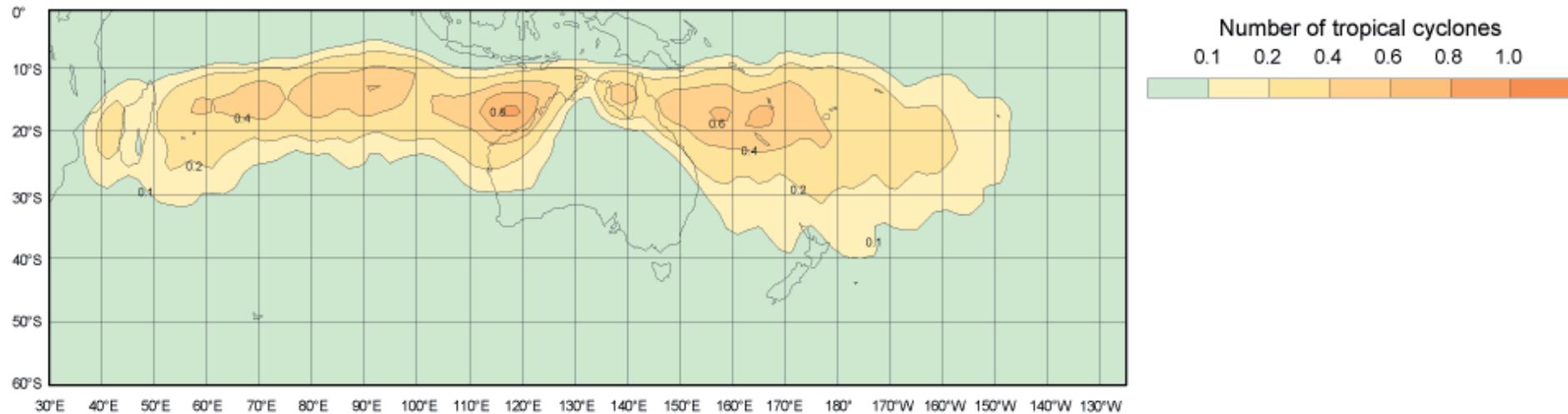


Abb.36 Durchschnittliche Anzahl an Zyklonen in einem Jahr

## Zyklone

Wirbelstürme betreffen hauptsächlich den Norden Australiens, besonders zwischen Jänner und März.

El Nino und sein Gegenstück La Nina haben großen Einfluss auf das Wetter, die Südküste Westaustraliens bleibt von diesen Wetterphänomenen aber weitgehend verschont.

## Erdbeben

„Australien und die prä-jurassischen Komponenten Neuseelands sind Teile von Gondwana, jenem Superkontinent der südlichen Hemisphäre, der aus Australien und Neuseeland, Südamerika, Afrika, Indien und Antarktis bestand. Die allgemeine Fragmentierung Gondwanas und damit die Neuverteilung seiner Landmassen setzte vor etwa 200 Millionen Jahren ein. Mit dem Auf-

brechen Gondwanas in einzelne auseinanderdriftende Schollen begann auch die Ablösung Australiens und Neuseelands von seinen Nachbarn. An der Nordost-Ecke der indo-australischen Platte gelegen, driftete Australien nach Norden, wo es mit der südöstlichen asiatischen Platte kollidierte.“

(Quelle: <http://www.australien-info.de/erdbeben.html>)

Keine Plattengrenze verläuft durch das Festland Australiens. Seebeben und Erdbeben in Indonesien können sich aber auch auf Australien auswirken, hier ist vor allem der Norden betroffen. Am 13. Dezember 2001 erschütterte ein Beben der Stärke 7,0 auf der Richterskala Australiens Westküste. Das Epizentrum des Bebens lag im Indischen Ozean, rund 1000 Kilometer südöstlich von Esperance.



Abb.37 Granitformationen in Lucky Bay

Australien ist ein Teil von Gondwana, jenem Superkontinent der südlichen Hemisphäre, der aus Australien und Neuseeland, Südamerika, Afrika, Indien und Antarktis bestand.

Cape Le Grand ist eine der Regionen im Südwesten deren Urlandschaft ohne Gletscher blieb. Diese Bedingung bieten ideale Voraussetzungen für die Beständigkeit einer Reihe von urtümlichen und relikttären Arten. Die Großzahl der in Cape Le Grand beheimateten Arten werden mit Gondwana assoziiert wie z.B. der „legless lizard“, das „honey possum“ und „blind snakes“.

Die Landschaft Cape Le Grands wird durch markante Granit- und Gneisformationen geprägt. Sie sind die erodierten Überreste vulkanischer Vorgänge (Intrusivstock) aus dem Proterozoikum (vor ca. 2 500 Millionen Jahre - 542 Millionen Jahre). Während des Eozän, vor ca. 40 Millionen Jahren, war der Meeresspiegel um 300m weiter oben und die Gesteine waren mit Wasser bedeckt. Große Löcher, Spalten und Risse in den Felsformationen entstanden durch die Kraft des Wassers zu dieser Zeit. Als der Meeresspiegel sank und die Erdoberfläche zu Tage kam, wurden feiner Sand, Schlamm und Schluff abgelagert. Daraus entwickelte sich ein halbwegs gutes Bodenprofil, das zwar nährstoffarm ist, aber

die Entstehung einer großen Pflanzenvielfalt ermöglichte. Diese nährstoffarme Erde zieht sich über die gesamte Südküste.

Biogeografisch gesehen gehört Cape Le Grand Nationalpark zu den „Esperance Plains“. Diese Landform ist gekennzeichnet durch Sedimente, entstanden während des Eozän, überlagert von Sandebenen. Diese Sandebene zieht sich in einem 40 - 60km breiten Streifen entlang der Südküste. Der Bodenaufbau besteht aus einer Basis aus Kies und Lehm, überdeckt mit einer unterschiedlich dicken Schicht aus feinem Sand.

Quelle: Australian Government - Geoscience Australia, 2009

<http://www.agric.wa.gov.au>

## Main mineralised regions by predominant geological age, Southcoast

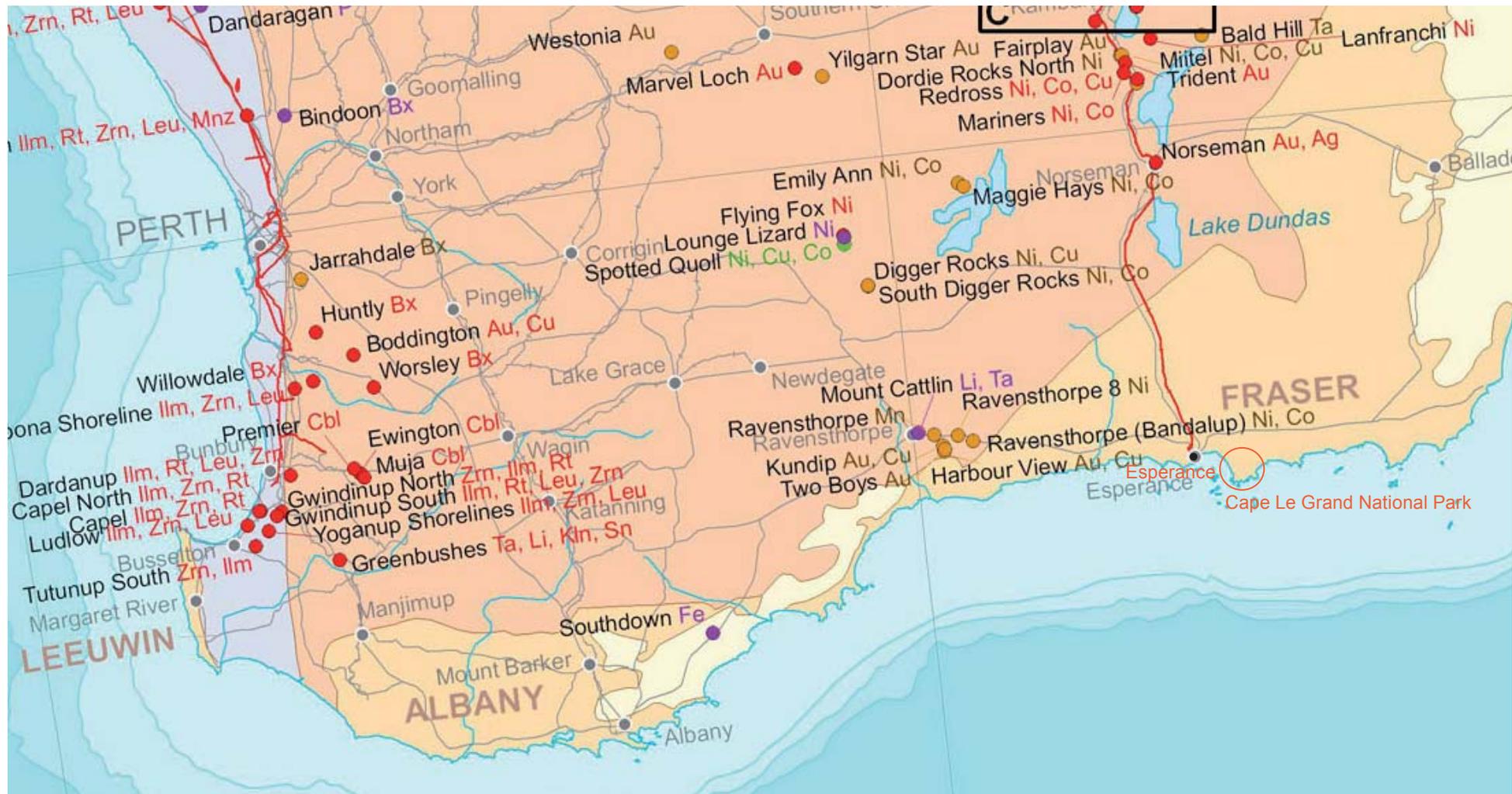


Abb. 38 Mineralvorkommen

Au - Gold	Co - Cobalt	Zn - Zinc
Cu - Copper	Pb - Lead	Ta - Tantalium
Ni - Nickel	Ag - Silver	Cbr - Coal Br.

# Geologischer Aufbau Cape Le Grand National Park

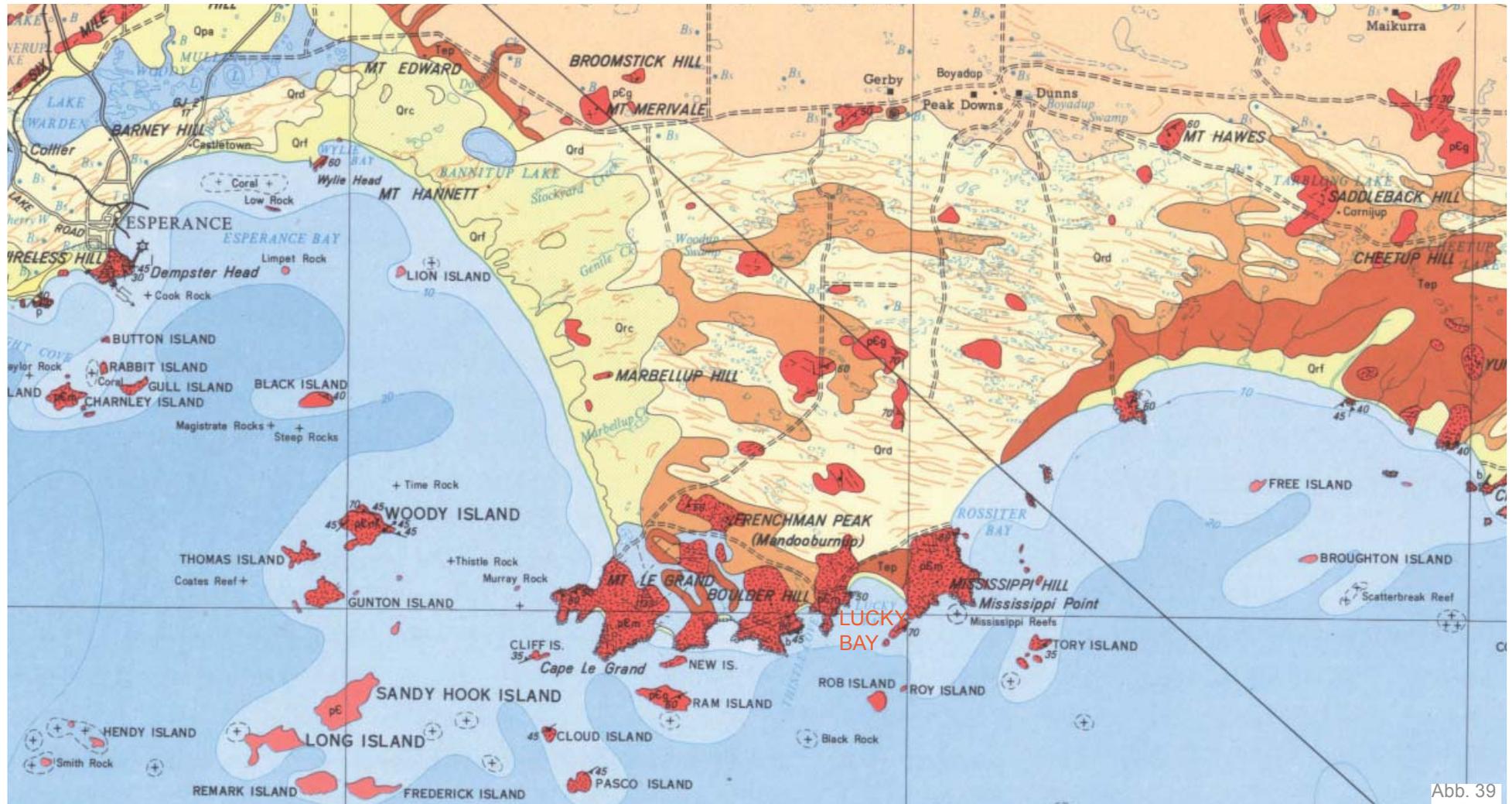


Abb. 39

<p> Granite - coarse, even-grained to porphyritic, pink lath feldspar granite</p> <p> Migmatite - alternating bands and mixed rock composed of lath granite and garnet gneiss in varying proportions</p> <p> Tep Plantagenet Group- PALLINUP SILTSTONE: yellow to grey claystone, siltstone, silty sponges and molluscs</p>	<p> Foredune sand, bare, mobile coastal sand, coastal foredunes, blowouts</p> <p> Lower sandplain deposits - grey sand with rare pisolites over yellow clay, occupying a dissected plateau between 150-250m above sea level</p> <p> Alluvium - silt and clay deposits along rivers, flood plains lakes</p>	<p> Qrd Coastal dune sand - coastal sand forming long parallel dunes</p> <p> Track</p> <p> Sand dune, ridge, lunette</p> <p> Coral bank or submerged rock</p>
--	---	---



Quelle: <http://www.esperance.wa.gov.au/>

„ESPERANCE COASTAL  
MANAGEMENT PLAN  
A Plan to Guide Coastal and  
Marine Management within the  
Esperance Region“  
2002, Prepared by:  
Catherine Field  
Environment Officer  
Shire of Esperance  
Windich Street  
Esperance, Western Australia  
6450  
Seite 17

Die Tiefe des Grundwassers variiert von weniger als fünf Meter Tiefe bis zu 95 Metern, abhängig von der Topografie. Tiefe Grundwasserspiegel findet man im Osten von Esperance, im Westen und Norden ist der Grundwasserspiegel eher oberflächlich. Grundwasser ist entweder Süßwasser und kann als Trinkwasser genutzt werden oder es ist salzig. Dabei liegt leicht salzhaltiges Wasser über einer Schicht mit salzigem Grundwasser. Das meiste Süßwasser findet man entlang der Küste, im Landesinnern gibt es nur sehr wenig Wasser.

Esperance ist sehr von extrahiertem Grundwasser abhängig. 1997 bezog Esperance ca. 20% seines Wasserbedarfs für die Wasserversorgung der Stadt, Industrie und Landwirtschaft aus den Grundwasserreserven. Für das Jahr 2026 ist eine Verdoppelung des Wasserverbrauchs prognostiziert.

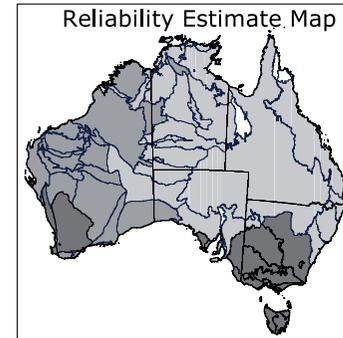
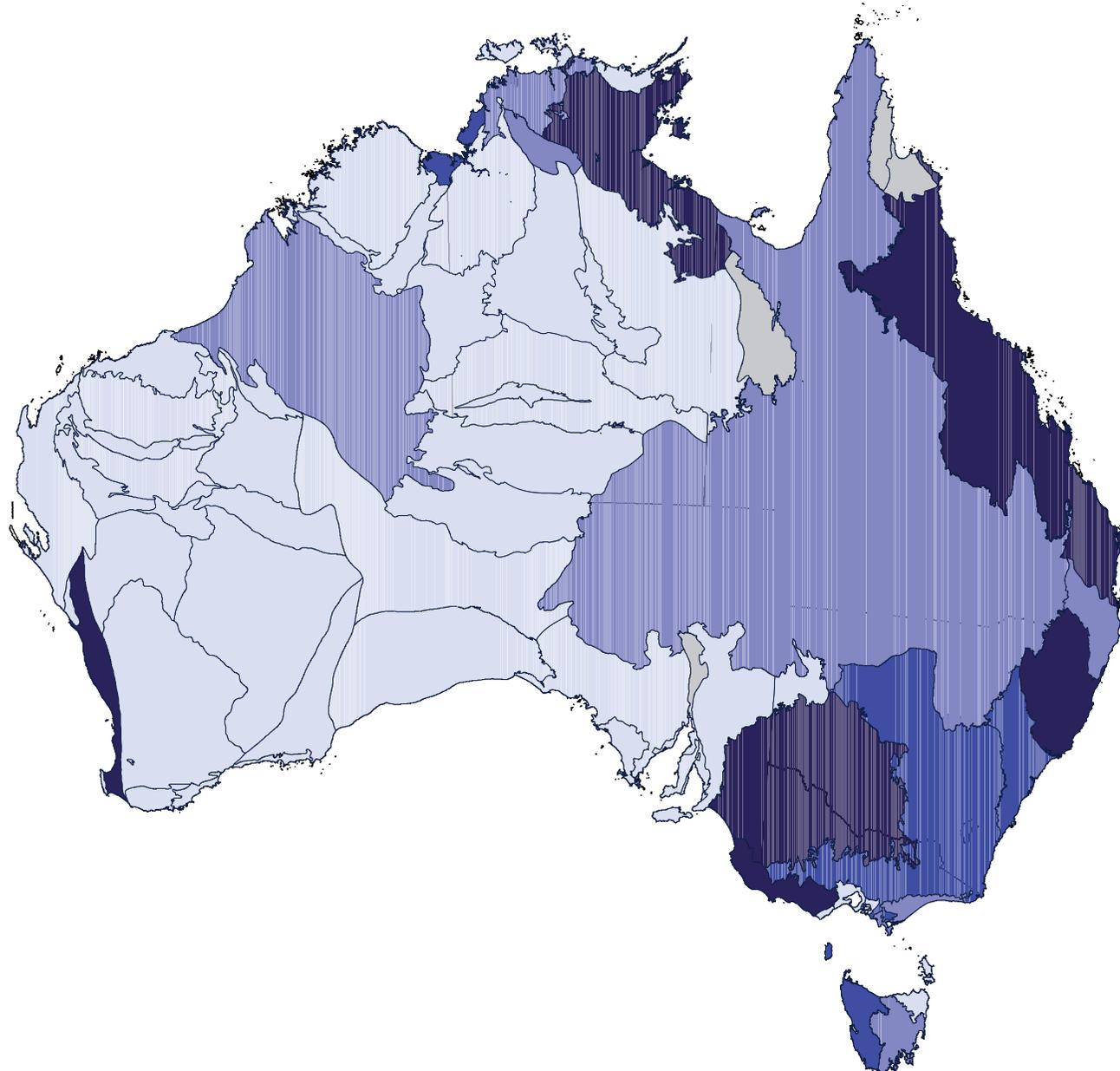
Es gibt zwei küstennahe Bohrfelder in der Region, das Esperance-Bohrfeld mit 35 Bohrlöchern und das Condingup-Bohrfeld. Die Grundwasserreserven von Esperance sind beschränkt und der Schutz der Wasserqualität vor Verschmutzung hat höchste Priorität. Wasserführende Schichten, nahe der Oberfläche, sind besonders gefährdet kontaminiert zu werden. Folgende Gründe gibt es für die Verschmutzung von Wasser bei den Bohrfeldern:

Tankstellen, Kraftwerke, Abfälle, Nutztiere, Siedlungsbauten und Bauernhöfe. Öl, Chemikalien, Düngemittel und Fäkalien von Mensch und Tier stellen eine Bedrohung für die Reinheit des Wasser dar.

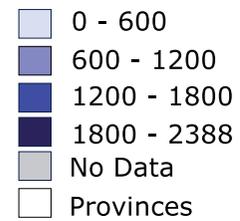
Die Aufrechterhaltung der Wasserqualität hängt von den zukünftigen Wohnbau- und Industrieentwicklungen ab.

Abb.40

## Developed Yield of Groundwater Provinces

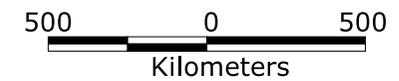


Volume  
(Ggalitres / yr)

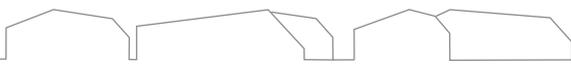


Data sources:  
National Land and Water  
Resources Audit (2000) - Water  
Resource Assessment Database

Caveat: Data used are assumed  
to be correct as received from  
the data suppliers.



**National Land & Water Resources Audit**  
A program of the Natural Heritage Trust  
COPYRIGHT, Commonwealth of Australia, 2001





Lucky Bay



Abb.42 Luftaufnahme Lucky Bay  
Abb.41 (vorherige Seite) Bucht von Lucky Bay



Abb.43

Lucky Bay gilt als der schönste Strand Westaustraliens, der Sand hier ist, wissenschaftlich erwiesen, der weißeste in ganz Australien.

Lucky Bay wurde von Leutnant Matthew Flinders benannt, als er am 9. Jänner 1802 mit seinem Schiff, der HMS Investigator, Schutz vor einem Sturm in der Bucht suchte. Ein Denkmal auf der Landspitze im Westen erinnert noch heute an ihn. Flinders erstellte, im Zuge seiner Forschungen, die ersten genauen Karten vom Recherche Archipel, welche noch heute als Basis für Landkarten dieser Region dienen.

Der Strand erstreckt sich mit einer leichten Biegung über vier Kilometer Länge. Die Infrastruktur ist nur auf das Notwendigste reduziert. An der Südwestseite der Bucht befindet sich ein Campingplatz mit gemeinschaftlich genutzten Sanitäreinrichtungen, ein Parkplatz für Tagesgäste und eine transportable Wohneinheit, die als Unterkunft für einen Ranger mit seiner Familie gebaut wurde.

Das westliche Ende des Strandes ist vor Wind und Wetter besser

geschützt und daher besonders zum Schwimmen und Schnorcheln geeignet. Auch eine kleine Kängurupopulation hat hier ihre Heimat gefunden. Oft können Delphine in der Bucht beobachtet werden und während der Wintermonate ziehen Wale die Küste entlang.

Lucky Bay ist auch ein sicherer Platz um ein Boot zu Wasser zu lassen, da der Sand härter und die Brandung schwächer ist als in den anderen Buchten.

In den Monaten Juni, Juli und August wird der Strand geschlossen.

Koordinaten: 33°59'26,00'' S  
122°13'11,79'' E

## Bestehende Infrastruktur im Cape Le Grand National Park

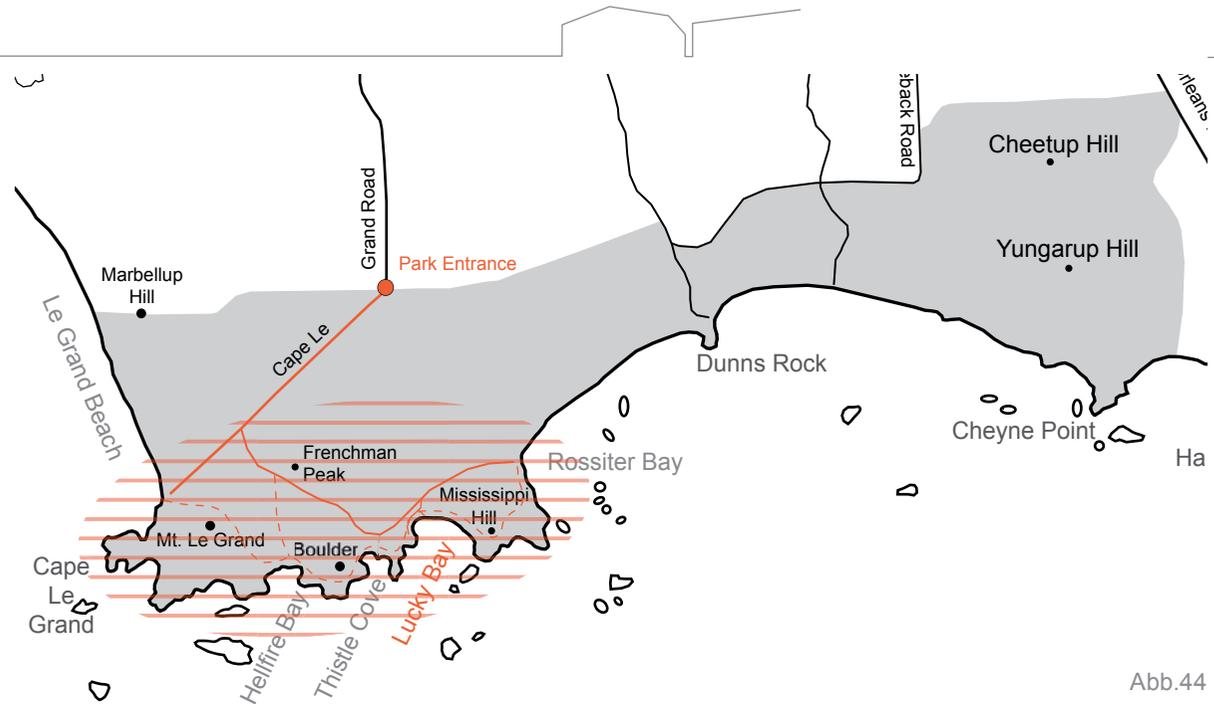


Abb.44

Welche Infrastruktur ist im Nationalpark bereits vorhanden?

Der Park ist für den Tourismus bereits erschlossen, es gibt befestigte Straßen (nicht asphaltiert) und Infrastruktur in Form von Campingplätzen und Picknickplätzen. Besucher werden gezielt geleitet und so konzentriert sich der Tourismus auf den süd-westlichen Teil der Nationalparks.

Es gibt zwei Campingplätze, einer befindet sich am Le Grande Beach und der andere in Lucky Bay. Sie sind mit Wassertanks, Komposttoiletten, Solarduschen und Grillplätzen ausgestattet, Strom ist nicht vorhanden.

In Hellfire Bay und Rossiter Bay gibt es außerdem noch Picknickplätze für Tagesgäste.

Die einzelnen Buchten sind durch Wanderwege miteinander verbunden. Mit dem sog. „coastal trail“ besteht die Möglichkeit von Le Grand Beach bis nach Rossiter Bay die Küste entlang zu wandern. Dieser Wanderweg ist ca.15km lang und erschließt

einige der schönsten Strände Australiens.

Sehenswürdigkeiten und Aktivitäten im Park:

- Wildblumen im Frühling
- Die spektakuläre Küstenlandschaft
- Whistling Rock
- Wanderungen von Bucht zu Bucht
- Bushwalking - Wanderungen auf den Frenchman Peak
- Tierwelt erforschen - seltene Arten können hier beobachtet werden
- Sportliche Aktivitäten: sea kayaking, Schwimmen, Schnorcheln, Fischen
- Campen
- Fotografieren

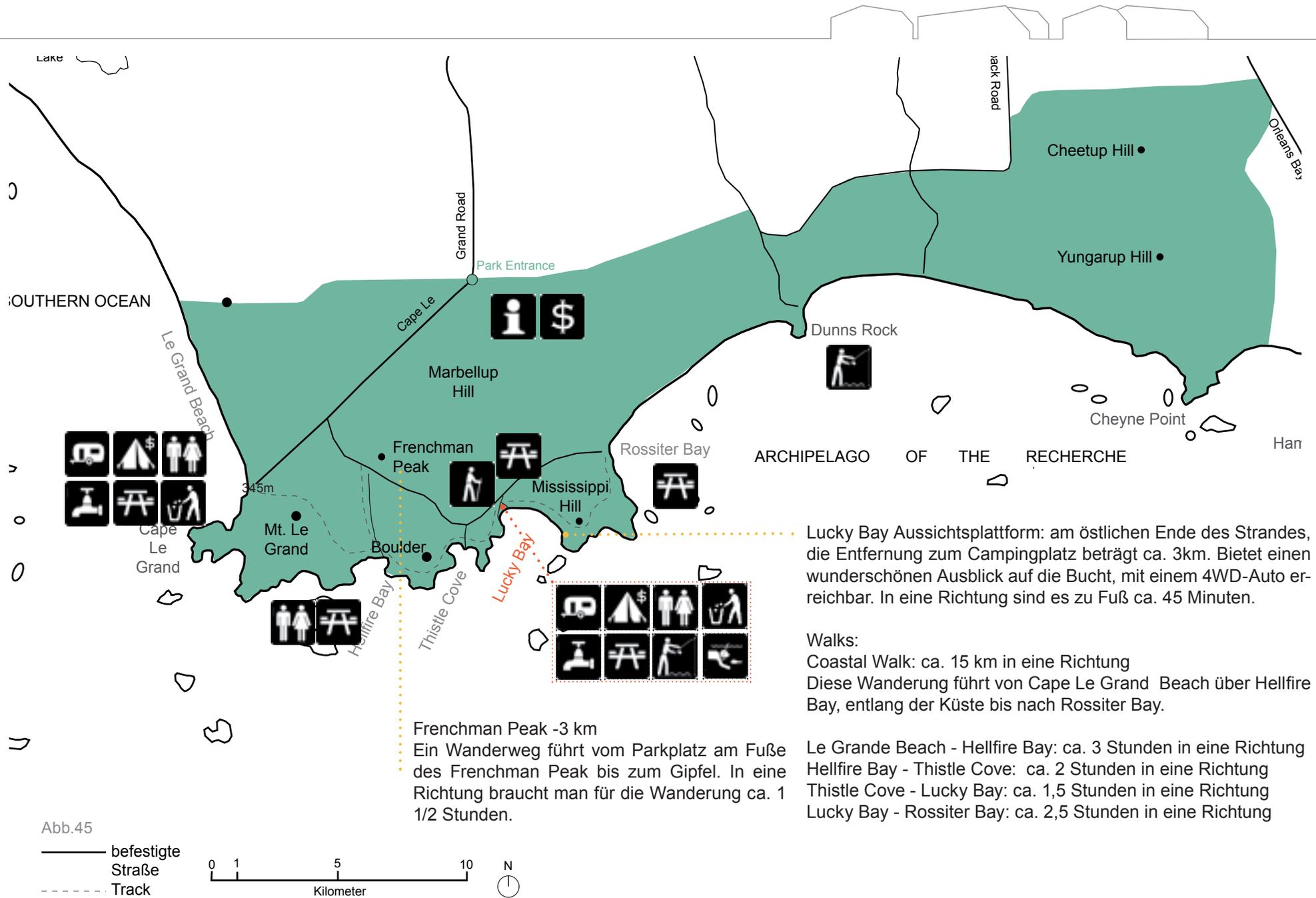




Abb.46 Luftaufnahme Lucky Bay



Abb.47 1 Blick vom Strand Richtung Osten

Abb.48 2 Transportable Wohneinheit für einen Ranger, erbaut 2009

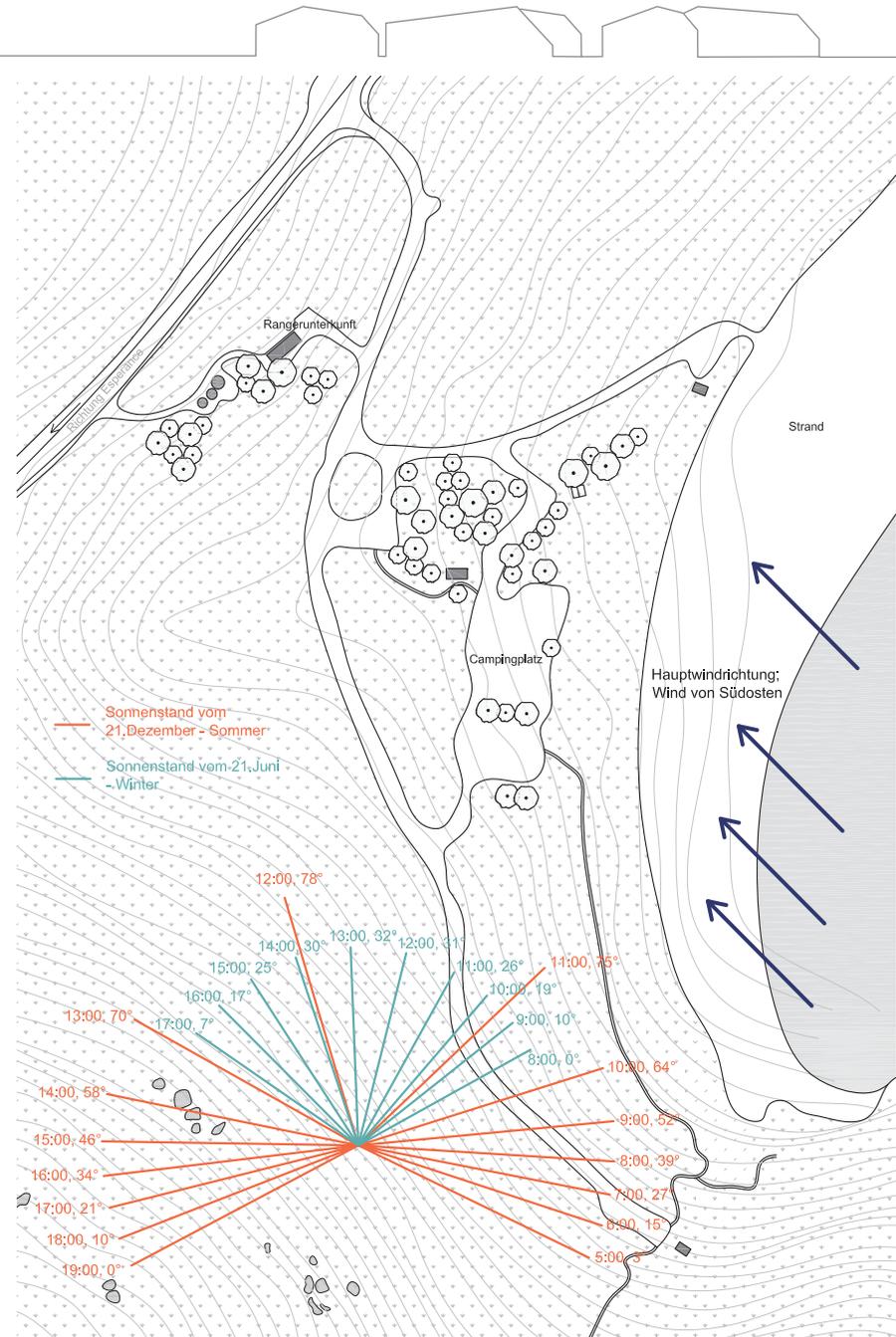
Abb.49 3 Blick von der Straße auf den Campingplatz





Abb.50

# Lageplan mit Sonnenständen



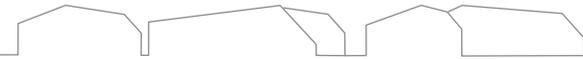


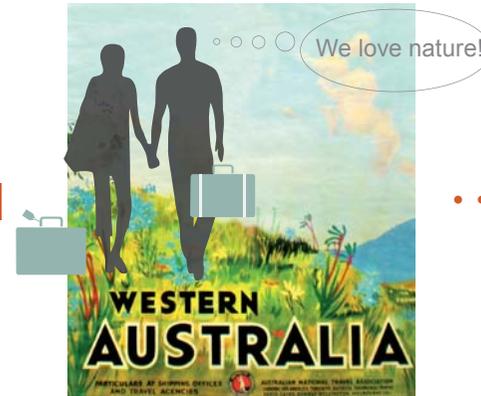
Abb.51 Blick auf den gewählten Bauplatz





ENTWURF

## ARRIVAL



Um ein Tourismusprojekt in Lucky Bay umsetzen zu können, bedarf es einem besonderen Bewusstsein für die hochsensiblen ökologischen Gegebenheiten. Die Eingriffe in das Ökosystem sollten so gering wie möglich sein und Themen wie Nachhaltigkeit und ressourcenschonende Bauweise stehen an oberster Stelle. Die Prinzipien des nachhaltigen Tourismus dienen als Basis für Entscheidungen.

So sollen natürliche Ressourcen durch den Einsatz von erneuerbaren Energiequellen geschützt und das Landschaftsbild erhalten werden. Ein weiterer Punkt ist der Respekt vor lokalen Traditionen und der Kultur. Ebenso sollten die Einnahmen aus dem Tourismus in der Region bleiben. In diesem Fall werden die Einnahmen dem Nationalpark Cape Le Grand zu Gute kommen und so einen Beitrag zur Erhaltung leisten. Durch das Projekt werden neue Arbeitsplätze geschaffen, Dienstleistungen werden von lokalen Firmen ausgeführt, die Bevölkerung wird miteinbezogen werden.

### Pädagogischer Ansatz

Wichtig ist es, ein Bewusstsein für den Einfluss des Menschen auf die Natur zu vermitteln, bei Touristen als auch bei der einheimischen Bevölkerung.

Die Vermittlung von Wissen und Aufklärung ist auch ein wichtiger Bestandteil der Arbeit des Department of Environment and Con-

servation, das die Nationalparks verwaltet:

„Providing visitor information and designing and initiating educational and interpretive activity programs that enrich visitor experience and help develop greater community awareness and support for parks, natural areas, astronomy, naturebased tourism and recreation services and policies.“

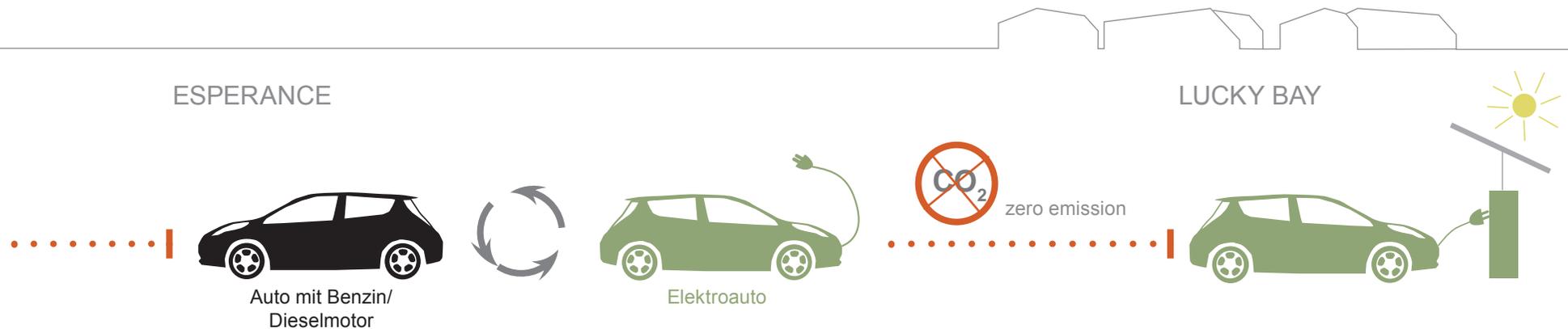
*(Auszug aus der Leistungsbeschreibung des DEC)*

Die Arbeit des DEC bzw. der Ranger wird in das Projekt miteinbezogen werden, ein Stützpunkt, der den Bezug zur Natur und zum Ort stärkt, entsteht.

Die Nature Base ist als Ergänzung zum bestehenden Campingplatz zu sehen, als Basis für Wissensvermittlung, Forschung und Naturschutz.

Lucky Bay soll für jedermann zugänglich und leistbar bleiben. Es besteht nicht die geringste Absicht ein Luxusresort entstehen zu lassen; der Standard der Nature Base orientiert sich an dem eines Campingurlaubes.

Cape Le Grand Nationalpark wurde geschaffen um einerseits gefährdete Tier- und Pflanzenarten zu schützen und zu erhalten, andererseits um dem Menschen die Natur, in kontrollierten Bahnen, näherzubringen. Für die Besucher Lucky Bays steht das Naturerlebnis im Vordergrund.



#### Zielgruppe - Naturliebhaber

Es werden hauptsächlich Individualreisende aus anderen Teilen Australiens aber auch Gäste aus aller Welt angesprochen. Für jene Gäste, die nach Lucky Bay kommen, ist es meist nur eine Station einer längeren Reise durch das Land. Sie sind mit dem Auto oder einem Campingbus unterwegs, flexibel und an Selbstverantwortung gewöhnt. Menschen jedes Alters, die sich aktiv am Naturschutz beteiligen wollen, finden hier Gleichgesinnte.

#### Volunteer travel

Aktive Beteiligung am Tier- und Naturschutz ist als Voraussetzung für einen Aufenthalt in der Nature Base maßgeblich. Ehrenamtliches Engagement im Naturschutz trägt zu einem besseren Verständnis der unmittelbaren Umgebung bei. Es ist auch vorgesehen, die Gäste des Campingplatzes in dieses Programme miteinzubeziehen.

In vielen Nationalparks gibt es Volunteerprogramme, die zur Unterstützung der Ranger einen wichtigen Beitrag leisten. Konkrete Aktivitäten beinhalten das Sammeln von Pflanzensamen, Monitoring von Tier- und Pflanzenpopulationen, Spurenverfolgung, das Setzen von Pflanzen und die Pflege der bereits bestehenden Vegetation.

Es sind einfache Aufgaben die jedoch wertvolle Informationen

über gefährdete Tier- und Pflanzenarten liefern und so zum Schutz der Artenvielfalt beitragen. All diese Aktionen werden von der Nature Base aus gesteuert und von den Rangern koordiniert.

#### Lehre - Forschung - Naturschutz

Ziel ist es, das Informations- und Lehrangebot zu erweitern, sowie die Nature Base als einen Forschungsstützpunkt zu etablieren. Bis jetzt ist das Angebot an Informationsmaterial über den Nationalpark eher gering, das Angebot an Wissensvermittlung, geführter Wanderungen etc. nicht vorhanden. Bei der Anreise passiert man am Eingang des Parks eine Informationstelle, bestehend aus einer kleinen Hütte. Hier entrichtet man die Nationalparkgebühr und erhält eine Karte zur besseren Orientierung im Park. Auch die Rangers haben hier einen Stützpunkt und stehen für Auskünfte zur Verfügung.

Mit dem Bau der Nature Base wird ein weiterer Informationspunkt geschaffen, ein Ausgangspunkt für Lehrpfade und Wanderungen. Es ist aber auch ein Ort an dem geforscht wird: Es werden Räumlichkeiten geschaffen in denen die Auswertung und Analyse der vor Ort gesammelten Daten durchgeführt werden kann.

Ein Herbarium wird mit der Zeit entstehen, heimische Pflanzen werden gesammelt, gepresst, beschriftet und ausgestellt, um so

STAY



den Besuchern die Identifikation der verschiedenen Pflanzenarten zu erleichtern.

Ausführliche Prospektmaterialien, Bücher und Kartenwerk informieren über den Nationalpark, spezielle Besucherprogramme, Lehrwege und geführte Wandermöglichkeiten sollen angeboten werden.

Lehrwege und geführte Touren vermitteln viel Wissenswertes über die Natur- und den Kulturraum und werden von ortskundigen Personen geleitet. Themen für Lehrpfade, geführte Touren: Wildblumen, gefährdete Tier- und Pflanzenwelt, Nachtwanderungen (Astronomie, nachtaktive Tiere) etc.

#### Aufgaben der Ranger

Die Nature Base bietet zur Zeit Platz für vier Ranger, die dort über einen längeren Zeitraum stationiert sind. Sollte sich der Bedarf ändern und entweder mehr oder weniger Ranger untergebracht werden, ist dies auf Grund der flexiblen Bauweise jederzeit möglich.

Ihr Aufgabengebiet ist breit gefächert und reicht von Informationsstätigkeit für die Besucher bis zur Erforschung und Pflege der umgebenden Natur. Sie sind die Ansprechpartner für die Gäste, Tourguides und ihre Hauptaufgabe ist es, Wissen zu vermitteln.

#### Aktivitäten

In Lucky Bay ist die Landschaft die einzige touristische Attraktion und so soll es auch bleiben. Aktivitäten finden im Freien, das

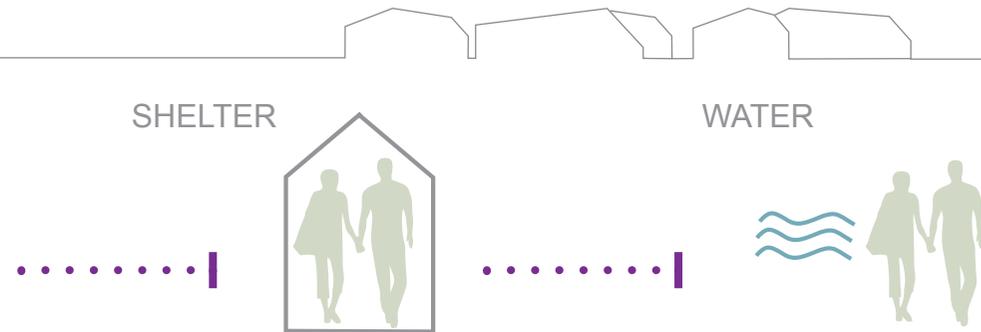
ganze Jahr über, statt. Neben der schon erwähnten Beteiligung an Volunteer-Programmen gibt es auch die Möglichkeit ausgedehnte Wanderungen zu machen, die Natur zu beobachten, für Fotografen bieten sich zahllose Motive. Die Bucht ist außerdem geeignet um Kajak zu fahren, zu schwimmen, schnorcheln und zu fischen. Durch das Projekt soll die Kommunikation zwischen den Besuchern gefördert werden: Gemeinschaftliches Kochen, die Organisation von Touren, Vorträgen und Filmabenden zu den Themen Naturschutz, Artenvielfalt und den Besonderheiten des Cape Le Grand National Park sollen dazu beitragen.

#### Ausstattung

Es besteht kein Anspruch, Hotelzimmer mit 5-Sterne Qualität anzubieten, daher werden die Unterkünfte auch sehr einfach gehalten. Die Low-Budget Philosophie von Hostels und Campingplätzen wird aufgegriffen. Die einzelnen Units sind für zwei Personen angedacht, es gibt eine kleine Küchenzeile und im privaten Badezimmer findet man Komposttoiletten. Es gibt kein Telefon, Fernsehgerät, keine Minibar etc. Der Service beschränkt sich auf ein Minimum, wie beim Campen gilt das Prinzip der Selbstversorgung. Es gibt kein Restaurant, jedoch wird vor Ort Gemüse angebaut und kann von den Besuchern in der Gemeinschaftsküche verkocht werden.

Aufgrund der sehr abgelegenen Lage Lucky Bays gibt es keinen Handyempfang und kein Internet, dafür aber eine Bibliothek mit vielen Büchern.

## Problemstellungen und Lösungen



Ein Anstieg der Besucher bringt eine größere Belastung für die Umwelt mit sich. Aus diesem Grund wurde das Projekt klein gehalten und auf eine Besucheranzahl von 30 Personen beschränkt.

### Welche negativen Auswirkungen haben mehr Besucher auf Lucky Bay und welche Gegenmaßnahmen sind möglich?

Das Konzept basiert auf der Sensibilisierung der Besucher für den eigenen ökologischen Fußabdruck d.h. für den eigenen Energieverbrauch, Wasserverbrauch, CO<sub>2</sub> Ausstoß und Müll.

#### 1. Erhöhter CO<sub>2</sub> Ausstoß durch mehr Verkehr

Es gibt keine öffentlichen Verkehrsmitteln mit denen man Lucky Bay erreichen könnte. Aufgrund seiner abgelegene Lage wäre es auch nicht wirtschaftlich und sinnvoll. Die meisten Touristen die Esperance und Cape Le Grand Nationalpark besuchen sind Individualreisende, die entweder mit dem eigenen Auto oder Campingbus unterwegs sind.

Eine Möglichkeit dem erhöhten CO<sub>2</sub> Ausstoß entgegenzuwirken ist eine Einschränkung des Verkehrs und die alleinige Zulassung von emissionsfreien Fahrzeugen. Die Automobilbranche befindet sich in einem Umbruch, die Entwicklung und Erzeugung von Elektroautos oder Brennstoffzellenfahrzeugen mit Wasserstoffantrieb ist schon weit vorangeschritten. Besucher des Nationalparks können, für die Dauer ihres Aufenthalts, ihr eigenes Auto

in Esperance gegen ein Elektroauto umtauschen. Finanziert wird dieses Modell von Autoherstellern, die so ihre Autos bewerben und testen lassen können.

Beispiele dafür findet man in der Schweiz (z.B. Zermatt), wo in vielen Ferienorten ein allgemeines Fahrverbot für Verkehrsmittel mit Verbrennungsmotoren gilt.

Die Reichweite von Elektroautos reicht aus, um die Strecke von Esperance bis nach Lucky Bay und Ausflüge in die nähere Umgebung problemlos zurückzulegen. In Lucky Bay selbst gibt es Aufladestationen, der benötigte Strom wird über Photovoltaikzellen erzeugt.

#### 2. Mehr Besucher verursachen mehr Müll

Derzeit gibt es keinen Müllplatz in Lucky Bay. Eine Möglichkeit mit Müll umzugehen wäre, einen Müllplatz mit dazugehörigem Abholservice zu schaffen. Die Bereitstellung von Müllsammelstellen in küstennahen Gebieten muss jedoch gut überlegt werden. Menschen würden mehr Müll zurücklassen, die Abholung ist teuer und würde die Bucht noch mehr belasten.

Die zweite, sinnvollere Möglichkeit wäre, keinen Müllsammelplatz zu Verfügung zu stellen. Der Müll und dessen Beseitigung würden in der Verantwortung eines jeden Besuchers liegen. Wie beim Camping nimmt jeder seinen Müll wieder mit. Das Bewusstsein für seinen Müll wird so schon beim Kauf von Produkten geschaffen und insgesamt würde so überhaupt weniger Abfall produziert werden. Hin und wieder müssten wahrscheinlich dennoch Säu-

<http://www.auto-frei.ch/>

„ESPERANCE COASTAL  
MANAGEMENT PLAN  
A Plan to Guide Coastal and  
Marine Management within the  
Esperance Region“  
2002, Prepared by:  
Catherine Field  
Environment Officer  
Shire of Esperance  
Windich Street  
Esperance, Western Australia  
6450  
Seite 59



berungsaktionen durchgeführt werden, denen aber immer noch der Vorzug vor regelmäßigen Müllabholungen gegeben werden sollte. Küchenabfälle werden gesammelt und kompostiert. Die entstehende Erde wird wiederum für den Gemüseanbau verwendet.

#### 4. Lärm, Störung der Tier- und Pflanzenwelt durch den Menschen

Besucher verhalten sich rücksichtsvoller wenn sie über die Auswirkungen ihres Verhalten informiert werden. Geführte Touren durch die Umgebung vermitteln Wissen über Lebensräume und schaffen ein Bewusstsein für die Natur und für die Gefahren, die von den Menschen ausgehen. Einheimische könnten die Leitung dieser Touren übernehmen, womit auch wieder neue Arbeitsplätze geschaffen werden. Bezugnehmend auf das Alter und die Fitness der Teilnehmer bieten solche Touren einen direkten Weg, um Naturbewusstsein vermittelt zu bekommen. Die Störung der Natur während der Bauzeit soll durch einen hohen Grad an Vorfertigung minimiert werden.

#### 5. Infrastruktur muss geschaffen werden

Ein zusätzlicher Grund, weshalb Lucky Bay sich für ein Tourismusprojekt eignet, ist die schon bestehende Infrastruktur. Die Bucht ist bereits erschlossen, es müssen keine neuen Straßen gebaut werden. Es gibt kein Stromnetz, keine Wasserleitungen und kein Kanalsystem. Der Bau einer solchen Infrastruktur wäre

auf Grund der Lage weder sinnvoll noch leistbar. Anforderungen wie Strom, Wasserversorgung und Kühlung werden mit Hilfe von erneuerbaren Energieträgern möglichst ressourcenschonend abgedeckt.

#### 6. Häuser müssen gebaut werden

Bei der Entstehung neuer Gebäude wird besonders auf eine sensible Eingliederung in die Umgebung geachtet. Die kleinteilige Struktur der Umgebung (Campingplatz, freistehende Boulders) wird aufgegriffen und zeigt sich in der losen Anordnung der einzelnen Wohnunits. Als Standort für die Bebauung wurde eine bereits verdichtete Fläche (Straße) gewählt, um hier neuerliche Erdarbeiten zu reduzieren. Die Gebäude selbst werden als Raumzellen angeliefert, welche auf Stützen aufgeständert, den Boden nur leicht berühren.

#### 5. Abwasser und Ausscheidungen

Abwasser aus dem Badezimmer wird gesammelt, gefiltert und wiederverwendet.

In der Komposttoilette werden Ausscheidungen gesammelt, kompostiert und müssen dann regelmäßig entsorgt werden. Flüssige Ausscheidungen und Abwässer aus der Küche werden in einer Pflanzenkläranlage gereinigt und versickern schließlich.



Nachhaltige Landschaftsplanung beinhaltet Themen wie Wassermanagement, Luftqualität, passive Designstrategien, Klimawandel, den Schutz der Biodiversität und die Erhaltung und Schaffung von neuen Lebensräumen bis hin zum Anbau von Nahrungsmitteln.

All diese Themen ziehen sich auf mehreren Ebenen durch das ganze Projekt und werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

Das Projekt basiert auf einem stark landschaftlich geprägten Thema, sanfte Eingriffe in die bestehende Struktur der Bucht sind die oberste Devise.



Abb.52 Schotterstraße Lucky Bay

Die Bucht wird von der Cape Le Grand Road kommend von Norden erschlossen. Über eine Schotterstraße gelangt man entweder hinunter zum Strand und zum Campingplatz oder zu einem Picknickplatz am östlichen Ende der Bucht.

Es gibt Fußwege, die den Campingplatz mit dem Strand und einem Picknickplatz verbinden.

Der Entwurf der Nature Base sieht vor, das bestehende Straßennetz im Grunde so zu belassen wie es ist. Es ist nicht notwendig neue Straßen zu bauen, im Gegenteil, es wird ein Teil der Sackgasse, die zum Picknickplatz führt, zurückgebaut und wieder der Natur überlassen. Diese bereits verdichtete Fläche wird für die neue Bebauung genutzt, um so Erdarbeiten zu reduzieren.

Für Besucher, die mit dem Auto anreisen, entsteht ein neuer

Parkplatz, situiert westlich des Campingplatzes.

Das eigentliche Areal der Nature Base ist autofrei. Es entsteht ein neues Wegenetz für Fußgänger und auch eine weitere Querverbindung hinunter zum Strand. Am östlichen Ende werden die neuen Fußwege an einen bereits bestehenden Wanderweg angeschlossen.

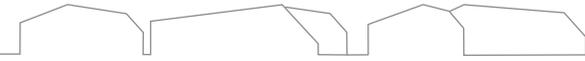


-  Schotterstraße
-  Befestigte Fläche - verdichteter Sand
-  Fußweg

Abb.53 Straßen und Fußwege - BESTAND



Abb.54 Straßen und Fußwege - NEU



Die Vegetation in Lucky Bay ist sehr reich an verschiedenen Arten und eine der Attraktionen der Bucht.

Niedrige Büsche, Sträucher und Wildblumen prägen das Landschaftsbild. Rund um den Campingplatz gibt es auch höhere Pflanzen, wie Eukalypten und Akazienbäume.

Im Sinne einer nachhaltigen Landschaftsplanung und um diese Artenvielfalt nicht zu gefährden, wird darauf geachtet, die Vegetation so unberührt wie möglich zu lassen, keine fremden Pflanzen einzuführen und Landrodungen auf ein Minimum zu beschränken.

Als neue Landschaftselemente entstehen eine Pflanzenkläranlage (siehe Kapitel: Wasserkonzept), eine vertikale Pflanzenfilteranlage und vertikal geschichtete Plattformen für den Gemüseanbau (siehe Kapitel: Landwirtschaft-Gemüseanbau).

Die Pflanzenkläranlage sowie der Pflanzenfilter werden mit im Nationalpark heimischen Gräsern bepflanzt. Um den Besuchern die Identifizierung der einzelnen Blumen und Sträucher zu erleichtern, entsteht ein botanischer Garten. Der Schwerpunkt liegt

dabei auf der bedrohten Pflanzenwelt des Nationalparks.

Ziel ist es auch, gefährdete Arten wieder in der Bucht heimisch zu machen, neue Populationen sollen mit der Zeit entstehen. Als Teil des Volunteerprogrammes, ist das Setzen neuer Pflanzen Aufgabe der Besucher.



-  Eukalyptusbäume, Akazien
-  Niedrige Sträucher und Büsche
-  Pflanzenkläranlage
-  Gemüseanbau



Abb.55 Vegetation - BESTAND



Abb.56 Vegetation - NEU

## Infrastruktur - Bebaute Fläche



Abb.57 Sanitäranlagen des Campingplatzes



Abb.58 Picknickplatz

Die bestehende Infrastruktur orientiert sich an den notwendigsten Bedürfnissen: Es gibt ein kleines Wohnhaus für einen Ranger, sanitäre Einrichtungen für die Besucher des Campingplatzes und zwei Picknickplätze mit Parkmöglichkeit.

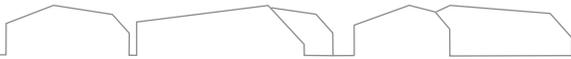
Im Grunde wird dieser Grad an Infrastruktur auch beibehalten. Die neue Bebauung fügt sich am geschützteren östlichen Ende der Bucht, in leichter Hanglage, ein. Durch das Aufgreifen der kleinteiligen Struktur der Umgebung integrieren sich die Gebäude unauffällig in das Landschaftsbild.

Dieser Platz wurde auch gewählt, um den Blick auf die Bucht, von der Cape Le Grand Road kommend, nicht zu beeinträchtigen - die Landschaft ist die Attraktion für die Besucher, nicht das Gebäude.

Die Nature Base versteht sich auch als Ergänzung zum bestehenden Campingplatz und ist deshalb auch in dessen Nähe angeordnet. Die Teile der Anlage, in denen die Gemeinschaftsräume untergebracht sind, fungieren als Bindeglied zwischen dem Campingplatz und den eher privaten Wohnunits der Gäste.

Ein weiterer Grund für die Wahl dieses Standortes ist die bereits erwähnte Möglichkeit einen Teil der bestehenden Sackgasse rückzubauen bzw. die schon verdichtete Oberfläche für die neue Bebauung zu nutzen.

Ein Kriterium für die Auswahl des Bauplatzes ist natürlich auch den Besuchern einen sehr guten Ausblick über die Bucht bieten zu können.



- Wohnhaus für Ranger
- Sanitäreanlagen  
Campingplatz
- Überdachter  
Picknickplatz
- Wassertank
- Bebaute Fläche  
- Gebäude sind  
aufgeständert



Abb.59 Infrastruktur - BESTAND



Abb.60 Infrastruktur - NEU

# Lageplan

M 1:2000



 Bebauung  
NEU

 Fußwege  
NEU

 Gemüsean-  
bau

 Wassertank





### Fragmente

Die neue Bebauung nimmt Bezug auf die bereits vorhandenen kleinteiligen Wohnformen Lucky Bays. Dazu zählt der Campingplatz mit seiner sich stetig verändernden, dynamischen Struktur und seinen Bewohnern aus aller Welt.

Im Sinne eines „permanent camping“ nimmt die Nature Base die Philosophie und den Standard von Campern auf.

Eine weitere Inspirationsquelle sind die außergewöhnlichen Felsformation - Boulders - die sich den Hang hinauf erstrecken. Es sind Gesteinsbrocken aus Granit und Gneis, deren Anordnung auf dem ersten Blick willkürlich erscheint. Bei näherer Betrachtung erkennt man aber eine Gruppierung der Boulders in drei Cluster. Die neu entstehenden 15 Wohnunits nehmen in ihrer Anordnung diese Gruppierung auf und setzen sie, den Hang hinunter, weiter fort. Es entstehen drei Gruppen mit jeweils fünf energieautarken Wohneinheiten. Die Gebäude orientieren sich in Richtung der Bucht und sind so angeordnet, dass der Blick von jeder Wohneinheit unversperrt ist.

Bezug genommen wird auch auf die Bautradition der „Cabins“ oder „Shags“ in Australien. Es sind kleine energieautarke Wohn-

einheiten im Outback, deren Ausstattung auf das Nötigste reduziert ist und die die Natur im Vordergrund stehen lassen.

### Landrodungen

Rodungen zerstören das Ökosystem der Küste und stellen eine der größten Gefahren für die Biodiversität dar. Besonders die Küstenlandschaft ist von Erosion bedroht, durch das Entfernen bestehender Vegetationsformen wird dieses Problem nur verschlimmert, da die Pflanzenwurzeln nicht mehr helfen können den Boden zu stabilisieren.

Alle neu entstehenden Gebäude der Nature Base stehen daher auf Stützen, um den Boden möglichst zu schonen.

### Flexible Bauweise - Vorfertigung

Um die Bauzeit vor Ort so kurz wie möglich zu gestalten, werden die Gebäude in Esperance vorgefertigt und als fertige Raumzellen nach Lucky Bay geliefert (siehe Kapitel: Vorfertigung)

Diese Bauweise hat auch den Vorteil, flexibel auf Veränderungen der Besucherzahlen reagieren zu können. Die Gebäude können in kurzer Zeit wieder demontiert oder auch erweitert werden und hinterlassen kaum Spuren in der Landschaft.



Das Thema Ressourcen und der verantwortungsvolle Umgang mit ihnen ist das Herzstück dieser Arbeit.

Die Besonderheit der Lage des gewählten Bauplatzes und der Anspruch, ein gesamtökologisches Konzept zu entwickeln, prägen das gesamte Projekt.

Ziel ist es, eine Anlage zu entwerfen, die 100% der Energie die sie konsumiert auch selbst produziert und die vor Ort vorhandenen Ressourcen intelligent nutzt.

Die Wahl der Energieversorgung wurde auf Technologien aus erneuerbaren Energiequellen beschränkt. Ein Kriterium für die Auswahl ist auch die technologisch einfache Umsetzbarkeit sowie wirtschaftliche Erwägungen.

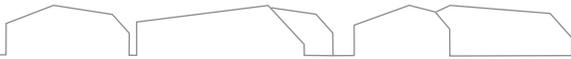
Es wurde eine Liste mit möglichen erneuerbaren Energiequellen erstellt, evaluiert und die für Lucky Bay sinnvollsten Technologien herausgefiltert (siehe Tab.2).

Die Wasserversorgung wird zur Gänze mit Regenwasser abgedeckt, Wasser mit Hilfe von Solarzellen erhitzt. Um die Nature Base mit Elektrizität zu versorgen, kamen Energie aus Windkraft und aus Photovoltaikzellen in die engere Auswahl. Zwar wurden man auch Windräder in Erwägung gezogen, aber wie sich in Kalkulationen zeigte, würde man mehrere davon benötigen. Ihre Auswirkung auf das Landschaftsbild ist aber nicht erwünscht. Das höchste Potenzial für die Stromversorgung in

Lucky Bay liegt daher in einer Photovoltaikanlage, die auch den Vorteil hat, Teil der Gebäude und somit sichtbar für jedermann, zu sein.

Es ist Teil des pädagogischen Konzeptes den Umgang mit Ressourcen sichtbar zu machen und so nahe wie möglich an den Besucher heranzuführen.

Im folgenden Kapitel wird auf das Wasserkonzept, auf das Stromkonzept und den Anbau von Gemüse im Detail eingegangen.



Tab.2 Auslotung der Energieversorgung für Lucky Bay

Natürliche Ressourcen	Potential für Lucky Bay	Begründung
Sonne	hoch Solarzellen für Warmwasser und Photovoltaik für Stromerzeugung	Es gibt ausreichend Sonnenschein: durchschnittlich 2 372,5 Sonnenstunden pro Jahr und 8-9 Stunden pro Tag zw. Oktober und April. Die Sonnenintensität liegt bei 17,7 MJ/m <sup>2</sup> .
Wind	mittel Für natürliche Kühlung und Stromerzeugung	Es weht die meiste Zeit Wind. Am Vormittag beträgt die durchschnittliche Geschwindigkeit 19,9 km/h, am Nachmittag steigt sie auf 24,6 km/h. Nachteile: negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild, Lärmbelästigung.
Regenwasser	mittel muss für Brauchwasser gesammelt werden; eventuell auch für Trinkwasser	Es regnet durchschnittlich 750,6 mm pro Jahr. Grundwasser gibt es wahrscheinlich nur in großen Tiefen. Der Campingplatz und die Wohneinheit für den Ranger werden über Wassertanks mit Trinkwasser versorgt.
Meerwasser	niedrig Energiegewinnung durch Wasserkraft	Der technische Aufwand wäre wahrscheinlich sehr hoch; negative Auswirkungen auf das Ökosystem
Geothermale Nutzung	nicht vorhanden	Es gibt keine nennenswerten geothermalen Aktivitäten
Holz	niedrig	Es steht kein Holz zur Verfügung; die gesamte Südküste ist unbewaldetes Gebiet, d.h. Holz müsste von weither gebracht werden. Feuer sind in Nationalparks wegen der hohen Buschfeuergefahr auch nicht erlaubt.
Getreide (Weizen)	mittel Erzeugung von Bioethanol. Kraftstoff für Motoren	Der „Wheatbelt“ im Nordwesten von Esperance ist das Hauptanbaugebiet von Weizen.
Rohrzucker, Mais, Sonnenblumen, Raps	nicht vorhanden	Werden in der Region nicht angebaut
Mallee (Eukalyptusbaum)	Erzeugung von Strom	Narrogen bioenergy plan - innovatives Projekt bei dem aus Eukalyptusbäumen Öl, Elektrizität und activated carbon (Aktivkohle) gewonnen wird.



Energieressourcen in Westaustralien / Esperance

Wind-Gas System

In Esperance gibt es zwei Standorte mit Windturbinen sowie Photovoltaikanlagen mit einer Kapazität von 4KW auf Woody Island.

Die Windfarm am Nine Mile Beach besteht aus sechs E40 600 kW Turbinen. Diese Projekt wird im Zuge des „Renewable Remote Power Generation Program“ von der australischen Regierung unterstützt.

Die Ten Mile Lagoon Windfarm besteht aus neun 225kW Vestas V27 Windturbinen.

Esperance bezieht außerdem Gas von den Gasfeldern in Kambalda, im Norden Westaustraliens. Der Großteil des benötigten Stromes wird in einem, mit Gas betriebenen, Elektrizitätswerk gewonnen.

<http://www.verveenergy.com.au>

<http://www.energy.wa.gov.au/cproot/1275/2/Energy%20Resources%20Map%20A4%20August%202008.pdf>



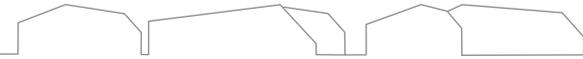


Abb.62 Wassertanks der Rangerunterkunft,  
10 000 Liter, Lucky Bay



Die Versorgung der Besucher der Nature Base mit Trinkwasser stellt eine besondere Herausforderung dar. Die Bedingungen werden erschwert durch die entlegene Lage des Bauplatzes, dem Anspruch auf eine ökologische und nachhaltige Lösung und den geologischen Gegebenheiten.

Die Ausarbeitung eines Konzeptes für einen geschlossenen Wasserkreislauf und der Minimierung bzw. Rationierung des Wasserverbrauches nehmen einen wichtigen Teil dieser Arbeit ein.

Wasser ist ein kostbares Gut in Lucky Bay und wird auch als solches behandelt. Ziel des Projektes ist es, bei jedem Besucher das Bewusstsein für den sorgsamen Umgang mit der Ressource Wasser und dessen Kreislauf zu wecken.

Der gesamte Wasserbedarf der Nature Base wird durch das Sammeln von Regenwasser abgedeckt. Der Wasserverbrauch von Gästen und Mitarbeitern wurde analysiert und minimiert. Aufbauend auf der zu erwartenden Regenmenge wurde schließlich die Größe der Dachflächen und die Speicherkapazität der Wassertanks berechnet. Die Größe der Gebäude steht in direktem Bezug zu diesen Berechnungen.

### Wassersituation in Australien/ Background des Wasserkonzeptes

Australien ist ein trockener Kontinent und Wasser daher eine sehr wertvolle Ressource. Das Wissen um einen sorgfältigen und sparsamen Umgang mit Wasser ist in jedem Australier fest verankert und drückt sich auch in dessen Verhalten aus.

Da es in den meisten Regionen Australiens nur im Winter regnet und in den heißen Sommermonaten oft kein einziger Tropfen Wasser fällt, ist eine Einschränkung bzw. Rationierung des Wasserverbrauches oft unerlässlich.

Das Sammeln von Regenwasser für das Brauchwasser (Toilette und Waschmaschine) und die Gartenbewässerung ist in ländlichen wie auch urbanen Gebieten eine Selbstverständlichkeit. Die Wasserkosten werden dadurch verringert, ebenso ist Regenwasser nicht von Restriktionen betroffen.

Australien aber ist ein sehr spärlich besiedelter Kontinent, der Großteil der Menschen lebt in größeren Städten an der West- sowie Ostküste.

Haushalte in urbanen Gebieten sind meist an eine zentralisierte Wasserversorgung angeschlossen, die den Bedarf an Trinkwasser deckt.

Für die vereinzelt Häuser und Farmen außerhalb der Ballungsräume wäre eine zentrale Wasserversorgung nicht wirtschaftlich, sie müssen ihren Wasserbedarf vor Ort decken.

Dies geschieht, je nach Lage und Klimabedingungen, durch

Nutzung des Grundwassers, Flusswassers, Dammwassers und/ oder Sammeln des Regenwassers.

Laut einer Statistik besitzen ca. 11% der Haushalte in Westaustralien einen Regenwassertank, davon decken 8% auch ihren gesamten Trinkwasserverbrauch mit Regenwasser. Westaustralien liegt damit im Mittelfeld, South Australia, als trockenster Bundesstaat, liegt mit 51% der Haushalte an der Spitze (Source of data: Australian Bureau of Statistics 1994–2001).

### Wassersituation in Lucky Bay

Aufgrund der abgelegenen Lage Lucky Bays und um den besonderen ökologischen Bestimmungen eines Nationalparks Rechnung zu tragen, wäre eine Wasserversorgung bzw. Abwasserentsorgung über ein zentrales Kanalsystem nicht sinnvoll.

Ebenso erschweren die geologischen Gegebenheiten die Nutzung des Grundwassers. Der Bodenaufbau besteht aus Granit und Gneis mit einer Sandschicht an der Oberfläche. Grundwasser wäre nur in sehr großen Tiefen zu finden und eine Förderung zu aufwändig. Die genaue Definition der wasserführenden Schicht lautet: „Rocks of low permeability, fractured and weathered rocks - local aquifers“.

Aufgrund der direkten Lage des Grundstückes am Meer wäre auch eine Entsalzung des Meerwassers zur Gewinnung von Trinkwasser möglich. Da solche Anlagen aber einen größeren



Abb.63 Haus mit Wassertanks von Glenn Murcutt

technischen Aufwand benötigen und das gefilterte Salz dem Ökosystem der Bucht schaden würde, ist auch dies keine geeignete Lösung für die Deckung des Wasserbedarfs. Der Nationalpark liegt aber in einem, für australische Verhältnisse regenreichen, Gebiet und so ist das Sammeln und Nutzen von Regenwasser die einfachste und auch ökologischste Lösung.

#### Rahmenbedingungen für das Verwenden von Regenwasser

Vorschriften und Richtlinien für die Nutzung von Regenwasser werden ortsspezifisch von den jeweiligen Behörden geregelt.

Vorteile von Regenwassernutzung:

- In ländlichen Gebieten ist die Qualität von Regenwasser oft besser als Wasser aus Brunnen oder Flüssen
- Sammeln von Regenwasser in Wassertanks entlastet den Boden und senkt somit das Risiko von Überschwemmungen erheblich

- Die Kosten für die kommunale Infrastruktur sind sehr gering.

Nachteile:

- Die Kosten für Wassertanks sind eher hoch. Der Preis für einen kleinen Wassertank mit 400 Liter beträgt ungefähr \$500 (ca. 340 Euro) und geht bis zu \$8000 (ca. 5380 Euro) für einen großen Tank mit 100 000 Liter Fassungsvermögen. Der Preis ist natürlich auch abhängig vom Transportweg, von der Installation, von Form und Material, wobei Wassertanks aus verzinktem Stahl am preiswertesten sind.
- Regelmäßige Wartung des Tanks und das Überprüfen und Sauberhalten von Regenrinnen ist erforderlich.
- Verlässlichkeit der Wasserversorgung: Bei zu klein dimensionierten Tanks kann es zu Wasserengpässen im Sommer kommen



Abb.64 Wassertanks der Southern Ocean Lodge, Australien

### Regenwasser als Trinkwasser

Aufgrund der ländlichen Lage Lucky Bays fernab jeglicher Industrie, kann davon ausgegangen werden, dass das Regenwasser frei von Verschmutzungen ist und daher auch als Trinkwasser genutzt werden kann.

Beim Sammeln und Aufbewahren des Wassers gilt jedoch höchste Sorgfalt und einige Maßnahmen in Bezug auf Hygiene müssen eingehalten werden. Eine Grundvoraussetzung für die Gewährleistung der Wasserqualität ist eine regelmäßige Wartung und Reinigung der Sammelflächen und Wassertanks. Im Normalfall ist das Wasser nicht kontaminiert und ein Zugabe von Chlor ist nicht notwendig.

Auch Wasserfilter sind für die Gewährleistung der mikrobiologischen, chemischen und physikalischen Qualität des Wassers nicht erforderlich. Falls es Probleme mit der Wasserqualität gibt, liegt das meist an mangelnder Instandhaltung und sollte nicht mit Hilfe von Filtern kompensiert werden.

### Sammelflächen

Dachflächen und Regenrinnen müssen frei von Blättern sein, um der Verschmutzung durch Vogelausscheidungen vorzubeugen. Es sollten sich daher über der Dachfläche keine Bäume, Pflanzen, Antennen und Leitungen befinden.

Materialien für die Dachdeckung müssen frei von gesundheits-schädigenden Bestandteilen sein, bituminöse Dachmaterialien, bleihaltige Anstriche und Dachschindeln aus behandeltem Holz eignen sich daher nicht. Unbedenklich sind jedoch Dachdeckungen aus Ton, Zement, Metall, Schiefer, Faserzement, Polycarbonat, Glasfaser usw.



### Beschaffenheit von Wassertanks

Sammeltanks müssen dicht und lichtundurchlässig sein. Eindringende UV Strahlen würden Algenwachstum und Bakterien fördern, daher sollten Wassertanks eine Abdeckung haben und dürfen nicht transparent sein.

Alle Öffnungen, wie Zu- und Abfluss, müssen mit einem Gitter bedeckt sein um das Eindringen von Vögeln, Insekten und kleinen Tieren zu verhindern. Besondere Vorsicht gegenüber Moskitos, die Wassertanks gerne als Brutstätten nutzen, ist gegeben. Zur Erhaltung der Wasserqualität trägt auch die sog. „first flush“ Vorrichtung bei, dabei wird der erste Regenguss nicht in den Tank geleitet.

Wassertanks bestehen entweder aus verzinktem Stahl, Beton, Plastik, Glasfaser, Aquaplate, Zinalume. Tanks aus Stahl sind in Australien am üblichsten, da sie auch die billigsten sind. Die Lebensdauer von diesen Tanks ist jedoch auf Grund von Korrosion

begrenzt.

Wassertanks aus Beton haben eine höhere Nutzungsdauer, werden vor Ort gefertigt und können so individuell angepasst werden. Plastiktanks sind ebenso sehr widerstandsfähig und langlebig, sie sind leicht und in verschiedenen Größen, Formen und Farben erhältlich.

Runde Wassertanks sind am üblichsten, es gibt aber auch modulare, eher schmale Tanks sog. „storage walls“ die sich zu Wänden verbinden lassen und besonders bei geringem Platzbedarf verwendet werden.

Die Größe der Wassertanks ist abhängig von der Niederschlagsmenge, der Größe der Dachfläche und dem zu erwartenden Wasserverbrauch.

### WASSERVERBRAUCH

Der durchschnittliche Wasserverbrauch eines Europäers liegt bei 130 Liter pro Tag und Person (6 Minuten-Dusche, Körperpflege, Kochen, Trinken...).

Da in Lucky Bay der gesamte Wasserbedarf mit Regenwasser abgedeckt wird und dieses nicht unbegrenzt verfügbar ist, müssen Maßnahmen getroffen werden um den Wasserverbrauch zu senken. Dies sieht die Einbindung der Gäste vor, welche durch den sorgsamen Umgang mit der Ressource Wasser einen Großteil zu den Einsparungen beitragen müssen.

#### Minimierung des Wasserverbrauch

**Rationierung des Wasserverbrauches:** Jeder Gast und jeder Mitarbeiter muss zur Einsparung des Wasserverbrauches beitragen. Um die Grundbedürfnisse abzudecken, stehen pro Person 35 Liter Wasser am Tag zur Verfügung. Die Einhaltung dieser Menge wird durch ein automatisch gesteuertes Verteilernetz gewährleistet.

**Recycling von Grauwasser:** Anfallendes Grauwasser aus den Duschen und Handwaschbecken wird in einer vertikalen Pflanzenfilteranlage gefiltert und für die Waschmaschine und für Reinigungszwecke wiederverwendet.

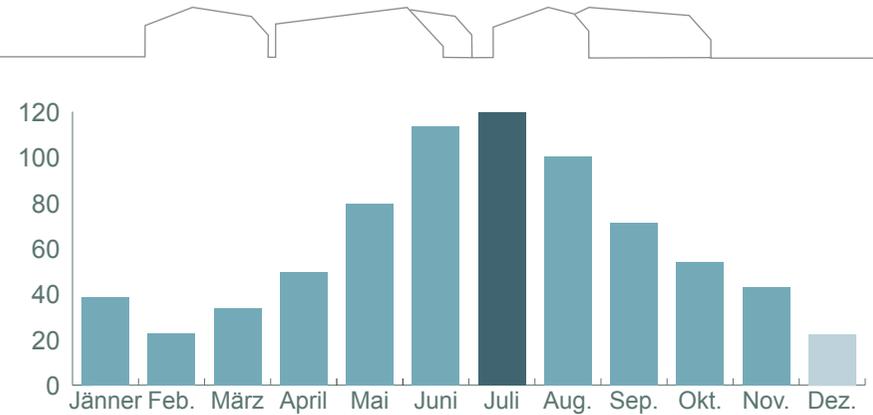
**Verwendung von Komposttoiletten:** Bei herkömmlichen Wasser-toiletten muss ein großer Anteil des täglichen Wasserbedarfs für die Spülung aufgewendet werden. Komposttoiletten kommen

gänzlich ohne Wasser aus und leisten somit einen erheblichen Beitrag zur Wassereinsparung.

**Einsatz von wassersparenden Geräten und Armaturen:** Der Einsatz von Haushaltsgeräten wird auf das Notwendigste reduziert. Das Auswahlkriterium für diese Geräte (Waschmaschine) beruht auf dem geringsten Wasserverbrauch, d.h einer hohen Energieeffizienzklasse. Armaturen sind mit wasserregulierenden Vorrichtungen ausgestattet, die die Durchlaufmenge regulieren.

Annahme für den sparsamen Wasserverbrauch eines Besuchers: Insgesamt 35 Liter

Nutzung	Person/Tag/Liter
Trinkwasser	3
Kochen	3
Duschen	15
Körperpflege	9
Abwaschen, Reinigung	5
<b>GESAMT</b>	<b>35</b>



Tab.3 Durchschnittlicher monatlicher Regenfall in Cape Le Grand NP in Liter/m²

Dimensionierung einer Regenwassernutzungsanlage für eine Schlafeinheit für zwei Personen

Beispiel: Dimensionierung einer Regenwassernutzungsanlage wenn man den Gesamtwasserverbrauch durch Regenwasser abdeckt.

Annahme:

750,6mm Regen pro Jahr = 750,6 Liter/m²  
 Nutzungszeitraum: 12 Monate: 365 Tage  
 Wasserverbrauch pro Person: 35 Liter/Tag/Person -->  
 35 x 365 = 12 775 Liter/Jahr  
 Wasserverbrauch pro Einheit: 70 Liter /Tag/2 Personen -->  
 70 x 365 = 25 550 Liter/Jahr

**Berechnung der Dachfläche:**

$$\text{Dachfläche (m}^2\text{)} = \frac{\text{Ertrag (l)}}{\text{Niederschlag (l/m}^2\text{)} \times \text{Abflussbeiwert}}$$

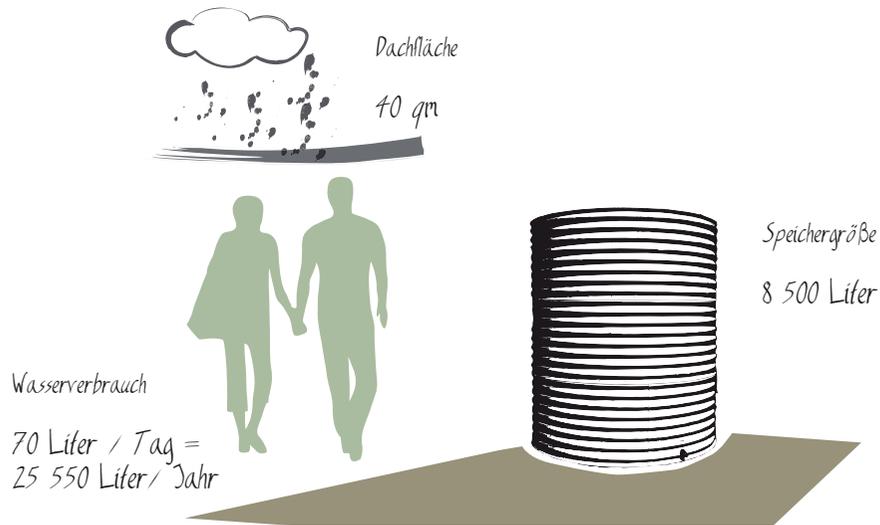
$$= \frac{25\,550}{750,6 \times 0,85} = \frac{25\,550}{638} = 40\text{m}^2$$

*Der Abflussbeiwert ist ein Maß für das Regenrückhaltevermögen des Dachmaterials. Je kleiner der Wert, umso mehr Wasser wird durch das Dachmaterial aufgenommen, bzw. verdunstet. Glasierte Tonziegel 0,9 ; Tonziegel, Schiefer, Betonsteine 0,8 ; Flachdach mit Kiesschüttung 0,6; Begrüntes Flachdach 0,4*

Um den erwünschten Wasserbedarf zu decken müsste eine Einheit für zwei Personen eine Dachfläche von mind. 40m² aufweisen.

**Berechnung der Speichergöße:**

In Lucky Bay regnet es im Winter häufig, wogegen die Sommer eher trocken ausfallen (siehe Tab.3). Um die Wasserversorgung über das ganze Jahr zu gewährleisten muss die Größe des Wassertanks so kalkuliert werden, dass es auch in Monaten mit geringem Niederschlag zu keinem Engpass kommt.



Vorgehensweise:

In die Berechnung fließt der Regenwasserertrag für jedes Monat, sowie der jeweilige Wasserverbrauch ein. Um genug Wasser zur Verfügung zu haben muss der Wasserstand am Ende jedes Monats positiv sein ( $V_t > 0$ ).

Bei meinen Berechnungen bin ich vom Monat Mai ausgegangen, dem ersten Monat im Jahr, in dem der Regenertrag größer als der Wasserverbrauch ist. Es wird ebenso angenommen, dass der Wassertank am Beginn dieses Monats leer ist.

Formel zur Berechnung des Regenwasserertrag:

$$\text{Ertrag (Liter)} = A \times (\text{Regenmenge} - B) \times \text{Dachfläche}$$

A..... Effizienz der Regenwassersammlung mit Werten von 0,8 - 0,85

B..... Verlust durch Absorption: 2mm im Monat/24mm im Jahr  
Regenmenge.... mm

Dachfläche .....Projizierte Dachfläche (Grundfläche des Hauses) in  $m^2$

„Guidance on use of rainwater tanks“  
Australian Government Department Of Health and Ageing, 2004

Formel zur Berechnung des Volumen eines Regenwassertanks:

$$V_t = V_{t-1} + (\text{Ertrag} - \text{Verbrauch})$$

$V_t$ ..... Theoretisches Volumen des Wassers am Ende des Monats

$V_{t-1}$ ..... Theoretisches Volumen des Wassers, welches noch vom Monat davor übrig ist

Beispiel für den Monat Mai:

Angabe: Regenmenge 79,5mm, projizierte Dachfläche im Projekt 41 $m^2$ ,  
Verbrauch pro Schlafeinheit 70 x31= 2170 Liter  
 $V_{t-1} = 0$

Ertrag = 0,85 x (79,5 - 2) x 41 = 2 700 Liter

$V_t = 0 + (2 700 - 2 170) = 530$  Liter

Am Ende des Monats würden sich noch 530 Liter im Tank befinden.

Monate	Durchschnittliche Niederschlagsmenge (mm)	Ertrag (Liter)	Verbrauch (Liter)	Differenz (Ertrag - Verbrauch) (Liter)	Vt
Mai	79,5	2 700	2 170	530	530
Juni	113,6	3 890	2 100	1 790	2 320
Juli	119,8	4 106	2 170	1 936	4 256
August	100,3	3 426	2 170	1 256	5 512
September	71,1	2 408	2 100	308	5 820
Oktober	53,8	1 805	2 170	-365	6 185
November	43,0	1 429	2 100	- 671	5 514
Dezember	22,4	711	2 170	- 1 459	4 055
Jänner	38,7	1 279	2 170	- 891	3 164
Februar	22,8	725	1 960	- 1 235	1 929
März	33,8	1 108	2 170	- 1 062	867
April	49,5	1 655	2 100	- 445	422
Jährlich	750,6				

Tab.4 Ergebnisse der Berechnung des Volumens für einen Wassertank

Die Ergebnisse für die Berechnung der restlichen Monate sind in Tab.4 aufgelistet.

Das Volumen des Wassertanks muss so groß sein um die gesamte Wassermenge des regenreichsten Monat Juli und die Überschüsse in den Monaten Mai bis September aufnehmen zu können.

Daraus ergibt sich für eine 2-Personen Schlafeinheit eine **Tankgröße von 8 500 Liter.**

Fasst man fünf dieser Einheiten zusammen, braucht man einen Tank mit einem Fassungsvermögen von mindestens **42 500 Liter.**



Abb.65 Vertikale Pflanzenfilteranlage eines Wohnhauses in Clovelly, New South Wales

### Recycling

Durch Wasserrecycling wird der Wasserverbrauch noch weiter gesenkt. Grauwasser - Abwasser aus Dusche und Handwaschbecken - wird gesammelt und mit Hilfe einer vertikalen Pflanzenfilteranlage aufbereitet. Das gereinigte Wasser wird für die Waschmaschine, für Reinigungszwecke und für die Bewässerung des Botanischen Gartens wiederverwendet.

### Pflanzenfilter

Die Pflanzenfilteranlage ist die Symbiose einer „green wall“ und einer biologischen Wasseraufbereitung.

Das Grauwasser wird in einem Tank gesammelt und dann in die oberste Etage der „green wall“ gepumpt. Das Wasser sickert durch drei, übereinander gestapelte Pflanztröge wieder hinunter, wobei Nährstoffe, organische Stoffe und andere Verschmutzungen herausgefiltert werden. Der Sand in den Pflanztrögen trägt am meisten zur Reinigung bei, durch die Pflanzen wird dieser Prozess noch verstärkt. Das gereinigte Wasser wird unterhalb der Pflanztröge wieder aufgefangen und gespeichert.

Quelle:  
<http://www.yourhome.gov.au/technical/pubs/fs114.pdf>

Abwässer aus der Komposttoilette, der Küche und der Waschmaschine enthalten eine höhere Konzentration an Nährstoffen und schwer abbaubaren Bestandteilen und müssen daher getrennt aufbereitet werden. Dies geschieht in einer zentralen Pflanzenkläranlage (siehe Seite 100).

# Wasserkreislauf

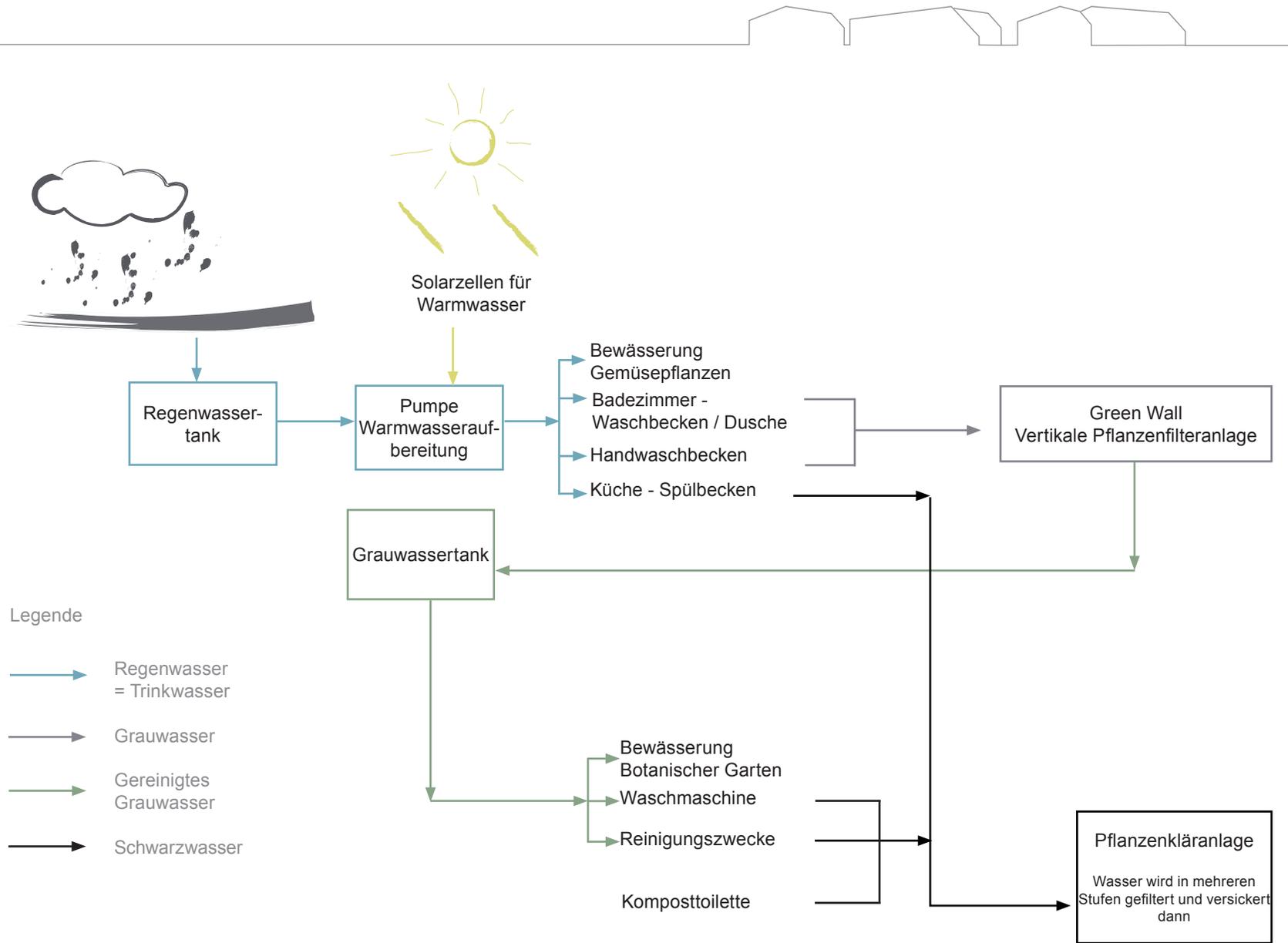


Abb.66 Schema des gesamten Wasserkreislaufes

Jede Wohnunit ist darauf ausgerichtet, die Wassermenge, die verbraucht wird, auch selbst zu „produzieren“, d.h. die dafür erforderliche Regenmenge zu sammeln. Über die Dachflächen, mit einer Größe von insgesamt 40m<sup>2</sup>, kann soviel Wasser gesammelt werden, um den Wasserbedarf von zwei Personen abzudecken. Das Regenwasser wird gefiltert und in einen zentralen Wassertank (45 000 Liter) geleitet, der fünf Wohnunits jeden Tag mit Wasser versorgt. Dieser Wassertank befindet sich bergabwärts um die Gravitation nutzen zu können.

Da Wasser knapp ist und die Bewohner mit dieser Ressource sehr sorgsam umgehen müssen, wird Wasser rationiert. Jeder Wohneinheit werden täglich 70 Liter Wasser zugesprochen, die über eine automatische Verteileranlage jeden Morgen in den Wasserspeicher der einzelnen Häuser gepumpt wird. Der zentrale Wassertank bietet hier den Vorteil, flexibel auf eventuelle Abweichungen und Änderungen reagieren zu können. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch die große Wassermenge das Wasser länger kühl bleibt.

Der Wasserspeicher im Haus ist ein Druckgefäß aus Eisen mit einer Speichergröße von 150 Liter, das entspricht dem 2-fachen Tagesbedarf (140 Liter). Durch das Druckgefäß wird ein konstanter Wasserdruck von 6 Bar sichergestellt.

### Warmwasser

Warmwasser wird über eine Solaranlage erhitzt, die sich, ebenfalls zentral angeordnet, über den Wassertanks befindet. Da nur eine geringe Menge an Wasser erhitzt werden muss ist die Installation einer Solaranlage für jedes Haus nicht wirtschaftlich.

Die Anlage besteht aus einem Zwei-Kreis System, bei dem der Solarwärmekreislauf vom Trinkwasserkreislauf getrennt ist. Das Trägermedium des Solarkreislaufes ist eine Flüssigkeit, die in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert. Diese Flüssigkeit wird durch Sonneneinstrahlung erwärmt und über eine Umwälzpumpe in den Warmwasserspeicher gepumpt. Dabei wird über einen Wärmetauscher Wärmeenergie abgegeben und das Trinkwasser erwärmt. Der isolierte Warmwasserboiler kann die 3-fache Menge des Warmwassertagesbedarfes speichern, um so auch an bewölkten Tagen eine Reserve an Warmwasser zu haben. Die Solaranlage arbeitet automatisch und ist wartungsfrei.

### Abwasser

Grauwasser aus der Dusche und dem Waschbecken im Badezimmer wird in einem kleinen Wassertank gesammelt und über eine vertikale Pflanzenfilteranlage - Bestandteil jeder Wohnunit - gefiltert. Das gereinigte Wasser wird für Reinigungszwecke wiederverwendet.

Abwässer aus der Komposttoilette und Küchenspüle werden zu einer zentralen Pflanzenkläranlage geleitet und gefiltert.

Abb.67 Schema Trinkwasserversorgung einer Wohneinheit

Daten für eine Wohneinheit pro Tag:

Wasserverbrauch gesamt:  
70 Liter

Warmwasserverbrauch:  
50 Liter

Isolierter Warmwasserboiler mit 150 Liter Speichervolumen = 3-facher Warmwassertagesbedarf

Druckgefäß aus Eisen, 6 bar, 150 Liter Speichervolumen (2-facher Tagesbedarf = 140l)

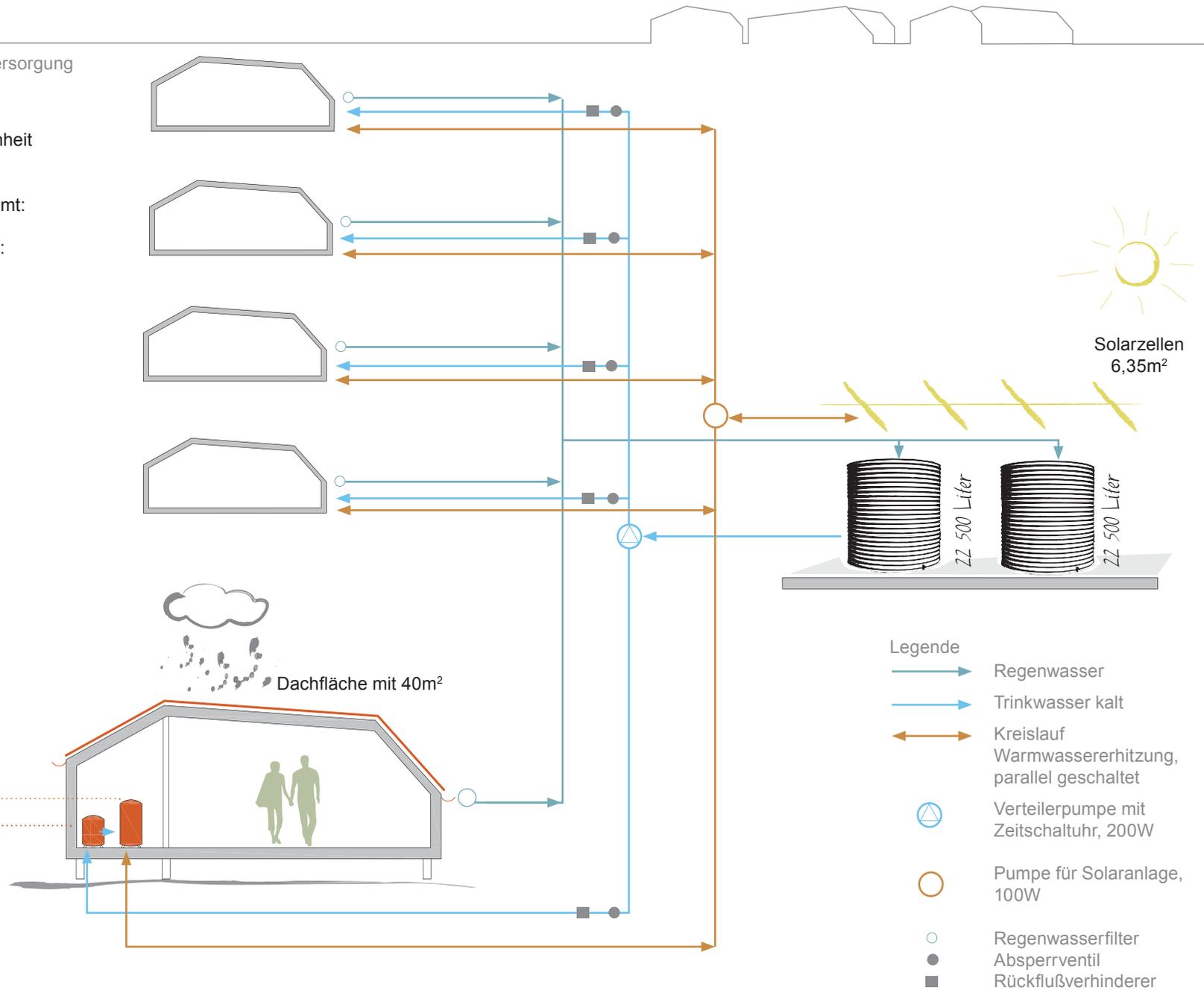


Abb.68 Schema Abwasserentsorgung einer Wohnunit für zwei Personen

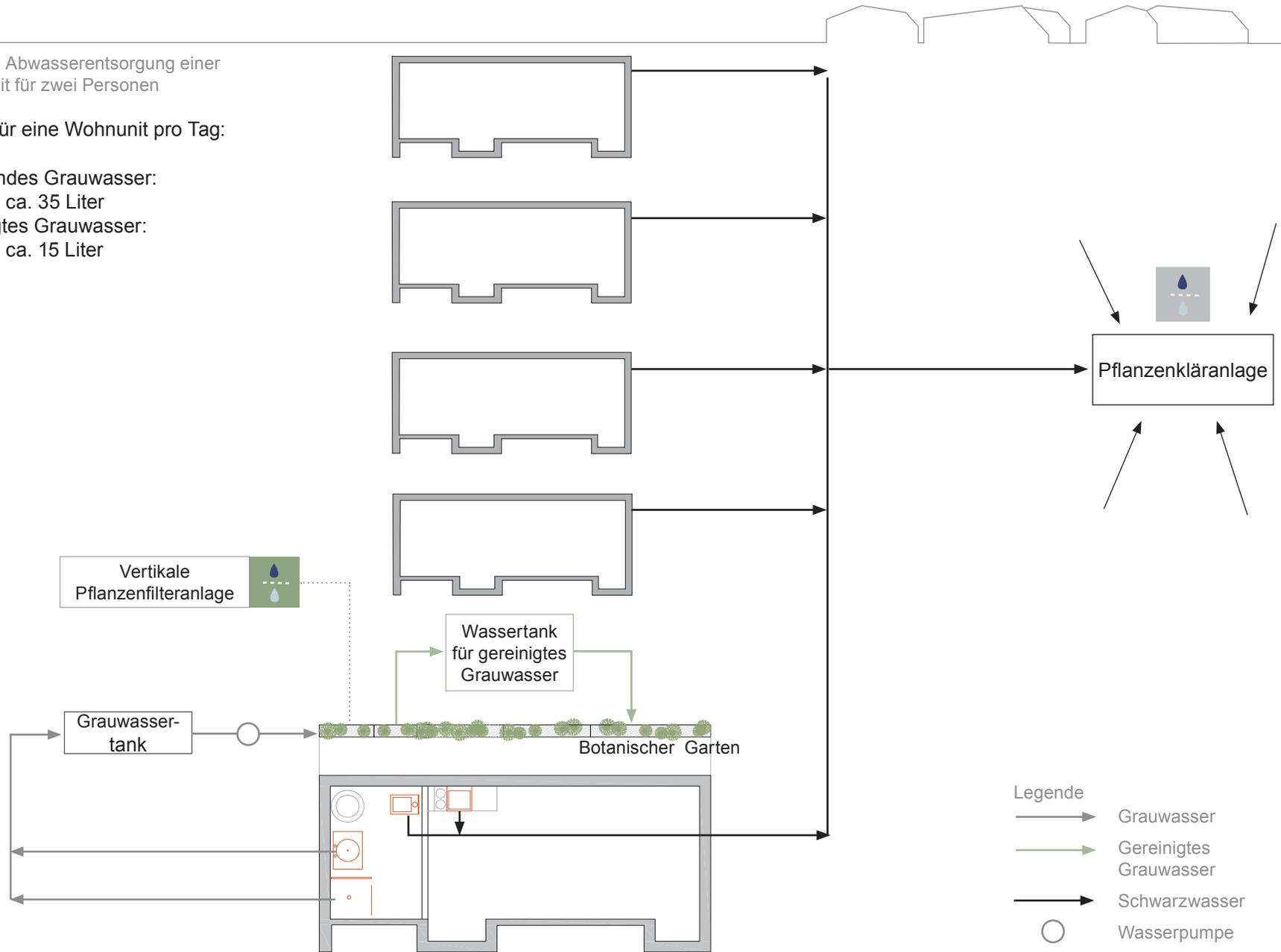
Daten für eine Wohnunit pro Tag:

Anfallendes Grauwasser:

ca. 35 Liter

Benötigtes Grauwasser:

ca. 15 Liter



## Wasserkonzept der Gemeinschaftseinrichtungen

Trinkwasserverbrauch:	350 Liter/Tag; 127 750 Liter/Jahr
Größe der Dachfläche:	210m <sup>2</sup>
Wieviel Wasser wird gesammelt?	133 980 Liter/Jahr
Puffer:	6 230Liter
Speichergröße:	45 000 Liter

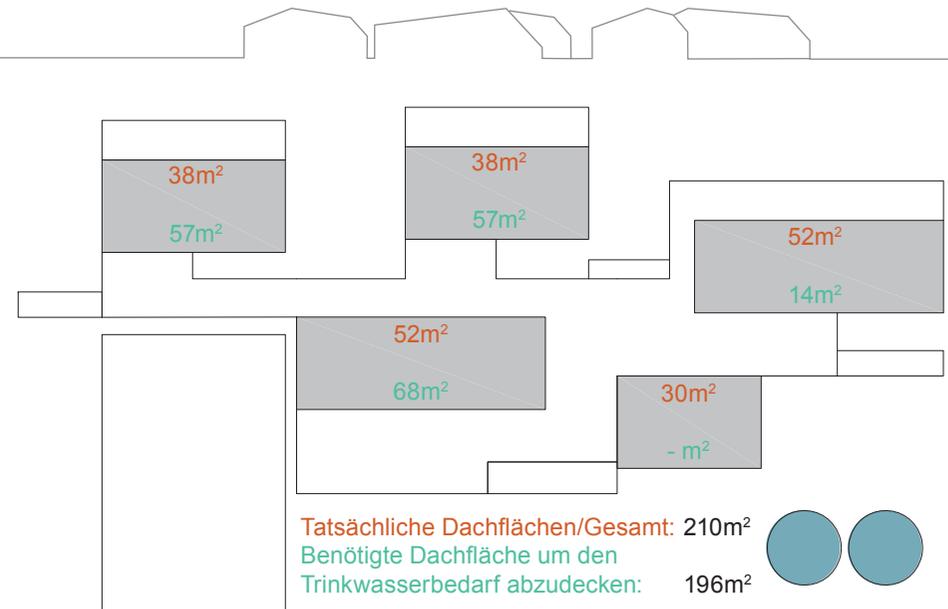


Abb.69 Übersicht über die Größe der Dachflächen

Das Konzept der Wasserversorgung für die Gemeinschaftsräume und die Unterkunft der Ranger funktioniert ähnlich dem der einzelnen Wohnunits.

Regenwasser wird gesammelt und zu zwei zentralen, miteinander verbundenen Wassertanks geleitet. Dieser Wasserspeicher ist ebenfalls bergabwärts und in der Nähe des Eingangsbereichs positioniert. Die Größe der Tanks machen sie für jeden Neuankommenden sofort sichtbar und weisen so auf die kostbare Ressource Wasser hin.

Das Wasser wird ebenfalls rationiert und über ein automatisches Verteilersystem zu den einzelnen Druckgefäßen gepumpt.

### Warmwasser

Das Warmwassersystem weicht etwas von dem der Wohnunits ab, da die Solarzellen nicht zentral angeordnet sind sondern in jedem Baukörper, in Verbindung mit den Photovoltaikzellen, integriert sind.

### Abwasser

Grauwasser aus den Badezimmern der Ranger wird ebenso über eine vertikale Pflanzenfilteranlage gereinigt und für die Waschmaschine, Reinigungszwecke und die Bewässerung der Pflanzen des botanischen Garten wiederverwendet.

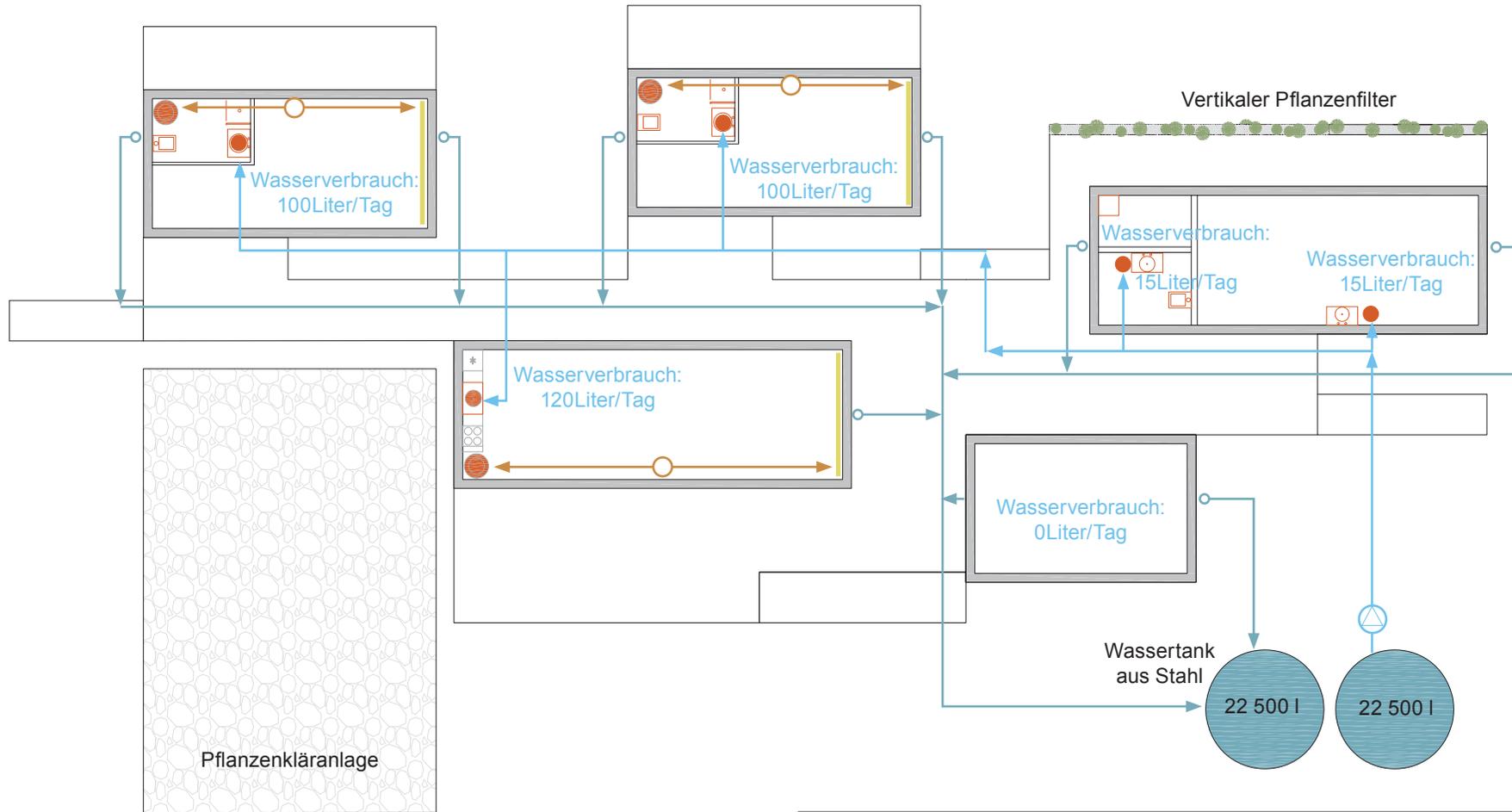
Abwässer aus der Komposttoilette und der Küche werden in der Pflanzenfilteranlage gereinigt.

### Bewässerung der Gemüsepflanzen

Für die Bewässerung der Gemüsepflanzen gibt es einen eigenen Wassertank, der ebenfalls mit Regenwasser gespeist wird. Die Sammelfläche dafür ist die Überdachung, bestehend aus Photovoltaikmodulen, des Parkplatzes.

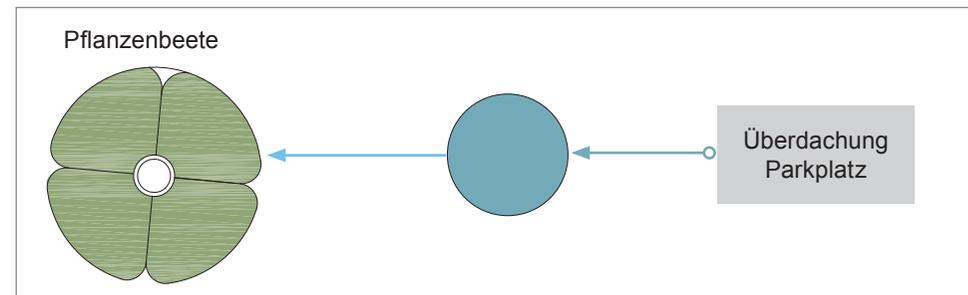
# Trinkwasserversorgung

Abb.70 Schema Trinkwasserversorgung



## Legende

- Regenwasser
- Trinkwasser kalt
- Kreislauf Warmwassererhitzung, parallel geschaltet
- Verteilerpumpe mit Zeitschaltuhr, 200W
- Pumpe für Solaranlage, 100 W
- Regenwasserfilter
- Druckgefäß
- Warmwasserboiler
- Lage der Solarkollektoren



# Abwasserentsorgung

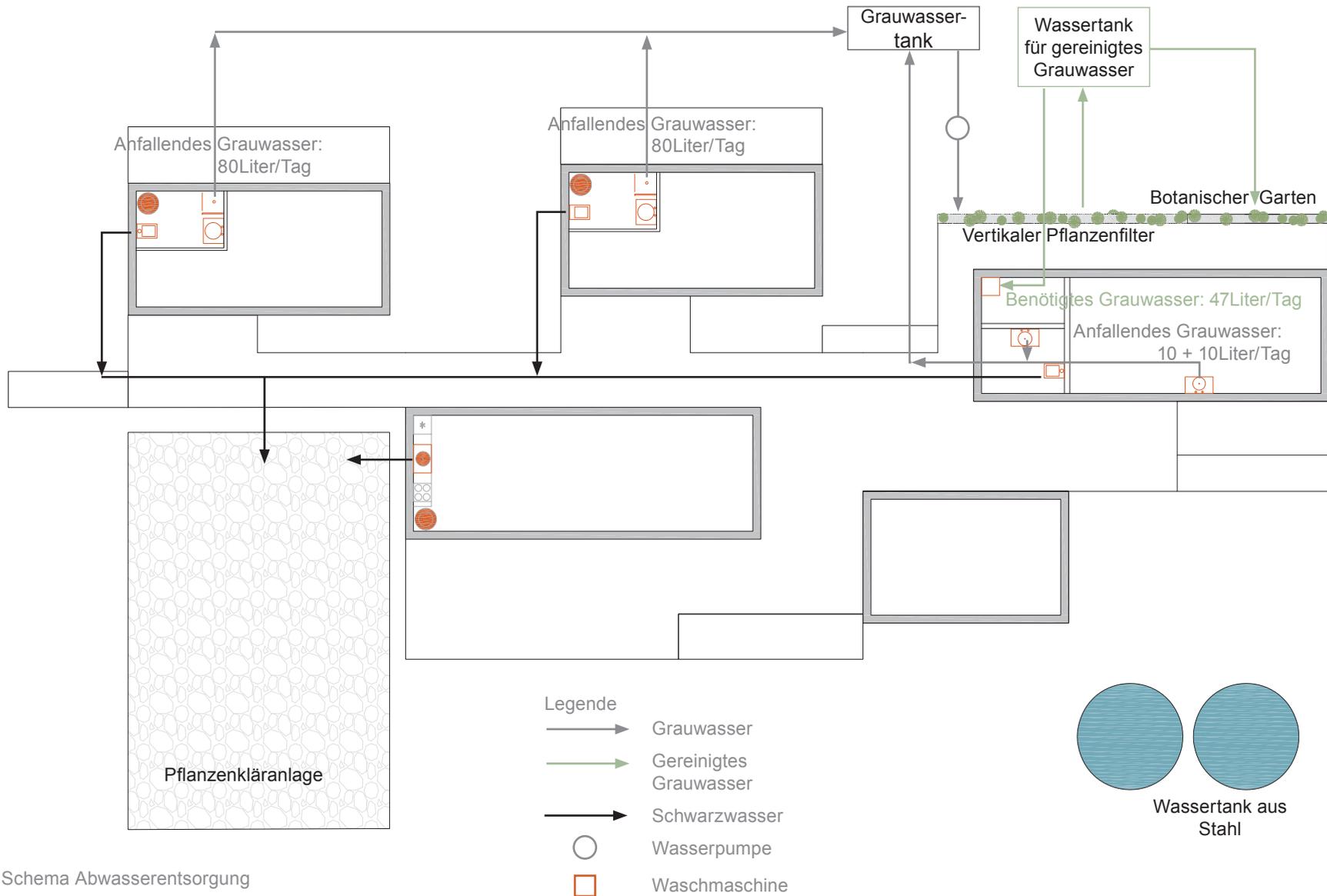


Abb.71 Schema Abwasserentsorgung



Bei einer Pflanzenkläranlage wird das Abwasser innerhalb eines mit Schilf bepflanzten Bodenkörpers gereinigt. Die Pflanzenwurzeln dienen als Lebensraum für Mikroorganismen, welche zum Abbau der Abwasserinhaltsstoffe beitragen, sowie zum Eintrag von Luftsauerstoff. Die Reinigungsleistung erfolgt durch das Zusammenwirken verschiedener organischer Prozesse, welche ein komplexes und naturnahes Reinigungsverfahren ermöglichen.

**Aufbau und Ablauf:**

**Mechanische Vorreinigung:** dient der Rückhaltung der im Abwasser enthaltenen Feststoffe. In einem Trockenfilterbecken mit zwei Kammern setzen sich die nicht im Wasser gelösten Inhaltsstoffe ab. Der Filter besteht aus einem Vlies und einer Schicht von grobem Kies.

**Intervallbeschickung:** gibt das vorgereinigte Wasser schubweise in den bepflanzten Bodenfilter ab.

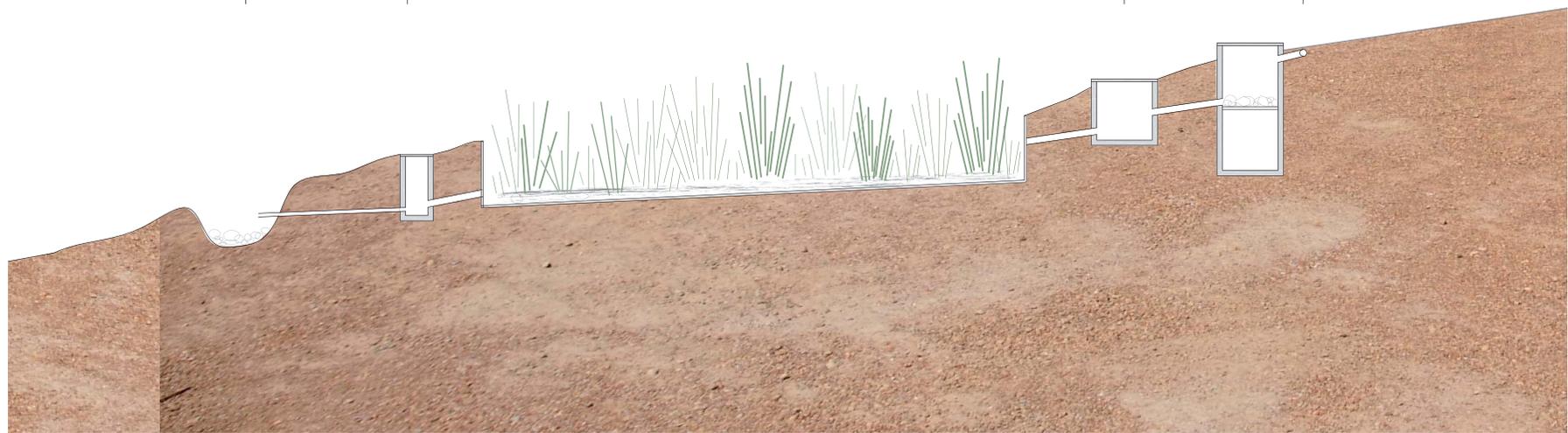
**Pflanzenbecken:** ein mit Schilf bewachsenes und mit Sand und Kies gefülltes Becken. Das Wasser durchströmt das Becken

entweder vertikal von oben nach unten oder horizontal von Einlauf zu Auslauf. Im Bodenkörper verlegte Drainagerohre fangen das gereinigte Wasser auf und leiten es weiter.

**Kontrollschacht:** dient der direkten Kontrolle der Wasserqualität sowie des internen Wasserspiegels

**Flächenbedarf:**

Normalerweise wird eine Beetfläche von  $5\text{m}^2$  pro Einwohner einkalkuliert. Da bei diesem Projekt aber Komposttoiletten anstatt Wassertoiletten zum Einsatz kommen, verringert sich die Menge der zu klärenden Substanzen. Bei der Kalkulation für die Beetgröße wird daher von einer Beetgröße mit  $3\text{m}^2$  pro Person ausgegangen. Bei 30 Gästen und 4 Mitarbeitern sollte die Pflanzenkläranlage ungefähr  $102\text{m}^2$  groß sein



Sickerteich

Kontrollschacht

Pflanzenbecken



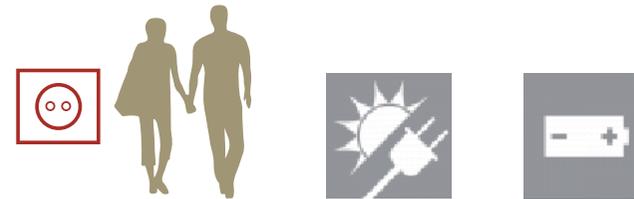
Abb.72 Juncus kraussii subsp. australiensis

Intervallbeschickung

Mehrkammernabsetzgrube

Abwasserzuluß

Abb. Pflanzenkläranlage M 1:100



100 % des Strombedarfs werden über eine Photovoltaikanlage abgedeckt. Da Lucky Bay nicht an ein kommunales Stromnetz angeschlossen ist, wird die Photovoltaikanlage als netzferne Inselanlage mit Batteriespeicher konzipiert.

Photovoltaik wird als System verstanden, das nicht nur der Stromerzeugung dient, sondern als eigenes Bauteil fungiert.

Die semitransparenten Photovoltaikmodule befinden sich auf den nach Nordwesten ausgerichteten Dachflächen und sind in das Dach integriert. Sie übernehmen auch die Funktion der Dachdeckung. Ziel ist es, die Technologie für jeden leicht sichtbar zu machen und die Photovoltaik nicht hoch hinauf auf ein Flachdach zu verbannen.

Ein Vorteil der Photovoltaikanlage ist, dass sie mit minimalem Wartungsaufwand, lautlos und ohne Schadstoffemissionen arbeitet - ein entscheidender und wichtiger Faktor in einem Umfeld wie in Lucky Bay. Um den Wartungsaufwand gering zu halten, wurde eine Anlage ohne bewegliche Teile gewählt.

Die Photovoltaikanlage liefert Gleichstrom, der ausreicht, um alle elektrischen Geräte der Nature Base zu betreiben.

### Grundlage für die Auslegung und Dimensionierung einer Photovoltaikanlage in Lucky Bay

#### Neigung der Solarflächen:

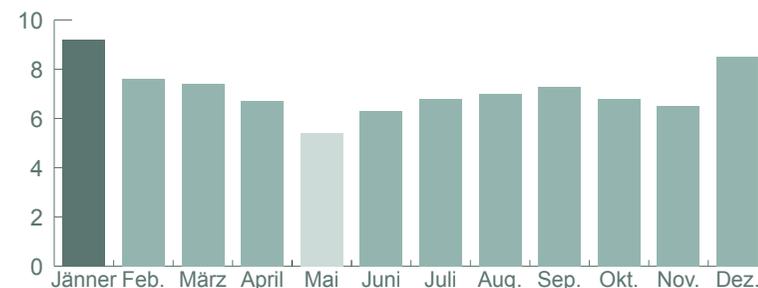
Die Anlage ist als Inselanlage konzipiert und muss das ganze Jahr über die Stromversorgung sicherstellen. Äußerst wichtig ist es daher, auch im Winter, der Jahreszeit mit den meisten bewölkten Tagen in Esperance, ausreichend Strom zu erhalten. Die Neigung der Solarflächen wird daher entsprechend ausgelegt, um eine Optimierung der Erträge im Winter zu erreichen. Als Faustregel für den Grad der Neigung wird der jeweilige Breitengrad plus 15° herangezogen. Somit wird die tiefstehende Wintersonne optimal ausgenutzt. Bei Anlagen die Strom in das öffentliche Netz einspeisen und daher ausgewogenere Erträge erzielen sollen, würde sich der Neigungswinkel aus dem Breitengrad minus 10° ergeben.

Der Breitengrad Lucky Bays beträgt 33,6°, der **optimale Neigungswinkel für die Solarzellen** somit **48,6°** (33,6°+15°).

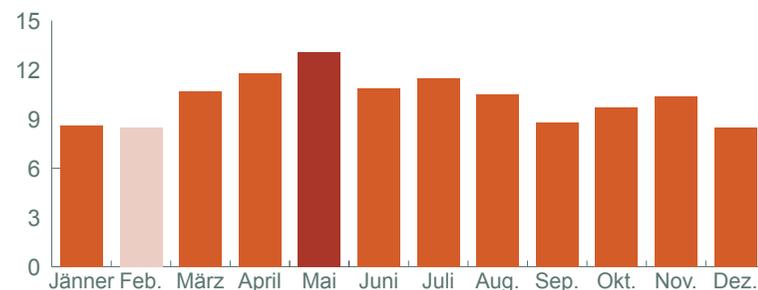
#### Orientierung der Solarflächen:

Die besten Erträge erhält man, wenn die Kollektoren direkt der Sonne, also Richtung Norden, zugewandt sind. Sie sollten so viel Sonne wie nur möglich bekommen, idealerweise sollten sie auch im Winter zwischen 9.00 und 15.00 Uhr in der Sonne liegen.

[http://www.bom.gov.au/climate/averages/tables/cw\\_009789\\_All.shtml](http://www.bom.gov.au/climate/averages/tables/cw_009789_All.shtml)



Tab.5 Monatliche durchschnittliche Anzahl an Sonnentagen in Esperance  
Der jährliche Durchschnittswert liegt bei 85,5 Sonnentagen.



Tab.6 Durchschnittliche Anzahl an bewölkten Tagen in Esperance  
Der jährliche Durchschnittswert liegt bei 123,0 bewölkten Tagen.

### Stromverbrauch

Wie Wasser ist auch Elektrizität ein Luxusgut und sollte nicht für selbstverständlich genommen werden. Es gilt daher die Devise den Stromverbrauch und die Anzahl der elektrischen Geräte auf das Notwendigste zu beschränken.

### Minimierung des Stromverbrauches

#### Minimaler Einsatz von Elektrogeräten:

Die Ausstattung eines durchschnittlichen westlichen Haushalts wurde analysiert und auf ihre Sinnhaftigkeit hinsichtlich dieses Projektes geprüft. Ziel ist es, Alternativen für Elektrogeräte aufzuzeigen bzw. sie auf Grund mangelnder Notwendigkeit ganz wegzulassen.

Da die Photovoltaikanlage auf Gleichstrom ausgerichtet ist, kommen auch nur Geräte mit Gleichstrom zum Einsatz, um das Netz nicht zu überlasten

Nach diesen Überlegungen wurde die Ausstattung der Gebäude stark reduziert. In den Schlafeinheiten gibt es nur zwei Kochplatten und einen Kühlschrank, die Gemeinschaftseinrichtungen sind mit Herdplatten, Kühlschrank, Backofen, Wasserkocher und einer Waschmaschine ausgestattet.

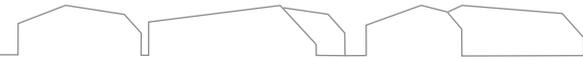
Es gibt keinen Fernseher, Wäschetrockner, Mikrowelle etc.

#### Einsatz von stromsparenden Geräten:

Elektrogeräte werden auf Grund ihres sparsamen Betriebes ausgesucht. Von den Herstellern werden diese Geräte in verschiedene Klassen eingeteilt, wobei Energieeffizienzklasse A++ die sparsamste Klasse darstellt. Bei den Berechnungen für den Stromverbrauch werden Werte dieser Geräte berücksichtigt.

Eine weitere Maßnahme Strom einzusparen ist die Verwendung von LED Lampen. Sie verbrauchen nur einen Bruchteil einer üblichen Glühbirne.

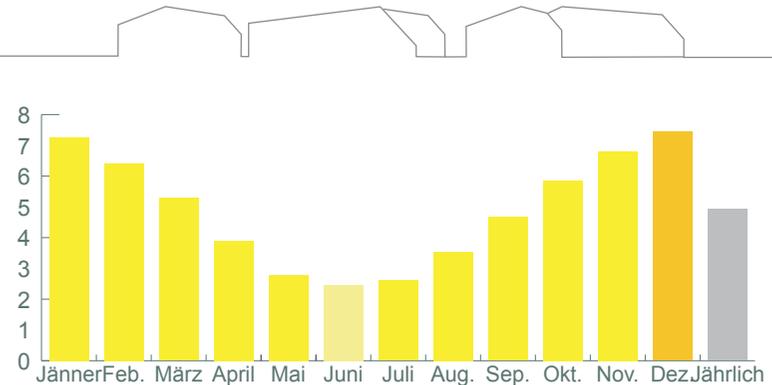
Die Verwendung von Toastern, Haarföhns etc. würde die Kapazität des Stromnetzes überschreiten und ist somit nicht einkalkuliert.



### Stromverbrauch pro Wohnunit/Tag

Gerät/Betätigung	Stromverbrauch KWh	Erläuterung
Kochen	0,7	2 Induktionsherdplatten; je 15 min eingeschaltet
Kühlschrank	0,23	Energieeffizienzklasse A++; Kühlfach (152l) & Gefrierfach (72l); 85KWh pro Jahr
Beleuchtung	0,036	4 LED-Lampen mit je 1,8W; 5 Std. in Betrieb
Ventilator	0,2	20W; 10 Std. in Betrieb
LED-Anzeigetafel	0,18	1,5W; 12 Std. in Betrieb
Aufladen von Laptops, Kameras etc.	0,15	
Pumpe für Filteranlage	0,1	Leistung 100W, für 1 Stunde in Betrieb
Ventilator für Komposttoilette	0,04	Lüfter 12 VDC; 2,5 Watt, 210 mA
<b>GESAMT</b>	<b>1,636 ~ 1,64</b>	

Tab.7 Annahme für den sparsamen Stromverbrauch einer Wohnunit



Tab.8 Durchschnittliche tägliche Solareinstrahlung auf eine horizontale Fläche (KWh/m²/Tag) in Esperance ( $S_{\text{incident}}$ )

### Elektrische Leistung der Photovoltaikanlage

Faktoren, die die gesamte elektrische Leistung einer Photovoltaikanlage über das Jahr hinweg bestimmen:

- Durchschnittliche tägliche Sonneneinstrahlung im Jahresmittel. In Esperance beträgt dieser Wert  $17,7 \text{ MJ/m}^2$  ( $= 4,92 \text{ KWh/m}^2$ ), wobei die stärkste Einstrahlung mit  $26,8 \text{ MJ/m}^2$  ( $= 7,44 \text{ KWh/m}^2$ ) im Dezember und der niedrigste Wert mit  $8,9 \text{ MJ/m}^2$  ( $= 2,47 \text{ KWh/m}^2$ ) im Juni gemessen wird.
- Neigung und Orientierung des Solarfeldes
- Mögliche Verschattung oder Teilverschattung
- Ausmaß der solaren Erwärmung
- Wirkungsgrad der übrigen Systemkomponenten
- Wirkungsgrad der Solarmodule je nach Art des verwendeten photovoltaischen Materials. Die verwendeten Dünnschicht-CIS-Photovoltaikmodule weisen in der Praxis einen Wirkungsgrad von 11% auf.

Annahmen zur Berechnung einer feststehenden Photovoltaikanlage mit einer Neigung von  $48^\circ$  (optimiert für die Einstrahlung im Winter) und einer Orientierung Richtung Nordwesten:

- Die durchschnittliche tägliche Sonneneinstrahlung im Jahresmittel auf eine geneigte Fläche mit  $48^\circ$  ( $S_{\text{module}}$ ) und einem Breitengrad von  $33^\circ$  ergibt  $4,4 \text{ KWh/m}^2$ .

--> Siehe nachfolgende Berechnung, Seite 107.

- Eine geneigte, nach Nordwesten orientierte Fläche hat einen relativen Wirkungsgrad von ungefähr 95%
- Die Anlage ist nicht verschattet
- Die Umgebungswärme der Photovoltaikanlage verringert die Leistung um 4 Prozent.
- Die Verluste durch die übrigen Systemkomponenten belaufen sich auf 15 Prozent.

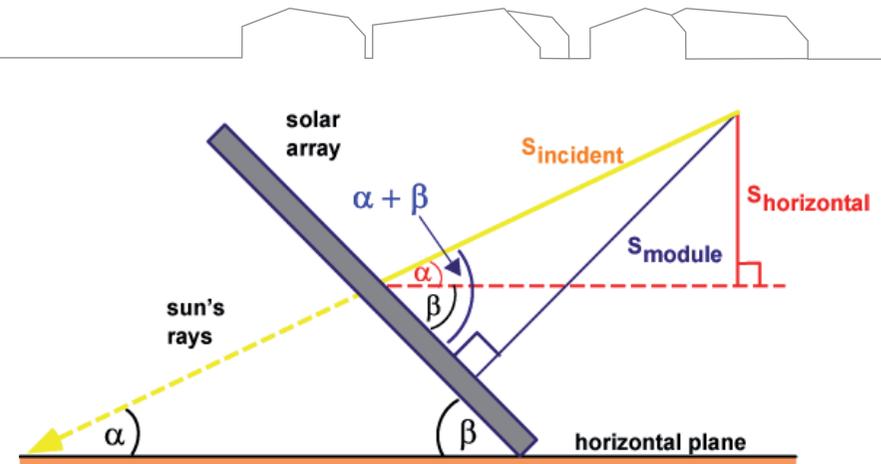
Die geschätzte Jahresleistung pro  $\text{KW}_{\text{Peak}}$  der Photovoltaikanlage würde dann betragen:

$$\text{Jahresleistung} = 365 \text{ Tage} \cdot 4,4 \text{ KWh}/(\text{m}^2\text{-Tag}) \cdot 0,95 \cdot 0,96 \cdot 0,85 = 1\,244,97 \sim 1\,245 \text{ KWh}/\text{Jahr}/\text{KW}_{\text{Peak}}$$

Besteht ein Solarfeld aus CIS-Dünnschichtzellen mit einem Wirkungsgrad von 11%, d.h. einer erforderlichen Fläche von  $9 \text{ m}^2$  pro  $\text{KW}_p$ , geht man davon aus, dass auf einer Fläche von  $9 \text{ m}^2$  Elektrizität in der Größenordnung von  $1\,245 \text{ KWh}$  pro Jahr erzeugt werden kann. Das entspricht ca.  $138,3 \text{ KWh}/\text{Jahr}$  pro Quadratmeter.

„Photovoltaikanlagen planen, montieren, prüfen, warten“  
Hans Joachim Geist  
Elektor Verlag, Aachen

„Gebäudeintegrierte Photovoltaik/  
Ein Handbuch“  
Simon Roberts & Nicolò  
Guariento,  
Birkhäuser, Basel · Boston ·  
Berlin



Berechnung der durchschnittlichen Solarstrahlung auf eine geneigte Fläche pro Jahr:

$$S_{\text{module/jährlich}} = \sum S_{\text{module Jänner - Dezember}} / 12$$

$S_{\text{module}} = S_{\text{incident}} \cdot \sin(\alpha + \beta)$ , Sonneneinstrahlung auf eine geneigte Fläche in KWh/m<sup>2</sup>

$S_{\text{incident}}$  = Solarstrahlung auf die Erdoberfläche (horizontale Fläche) in KWh/m<sup>2</sup> (siehe Abbildung)

$\alpha$  = Winkel zwischen Erdoberfläche und einfallender Sonnenstrahlung;

$$\alpha_{\text{Südhalkugel}} = 90 + \Phi - \delta$$

$\Phi$  - Breitengrad,  $\delta$  - declination angle

$$\delta = 23,45^\circ \sin((360/365) \times (284 + d))$$

$d$  - ein Tag des Jahres

$\beta$  = Neigungswinkel des Solarmodul zur Erdoberfläche

Angaben:  $S_{\text{incident}}$  = siehe Tab.9

$\alpha$  = siehe Tab.9

Breitengrad  $\Phi$  Lucky Bay = 33°

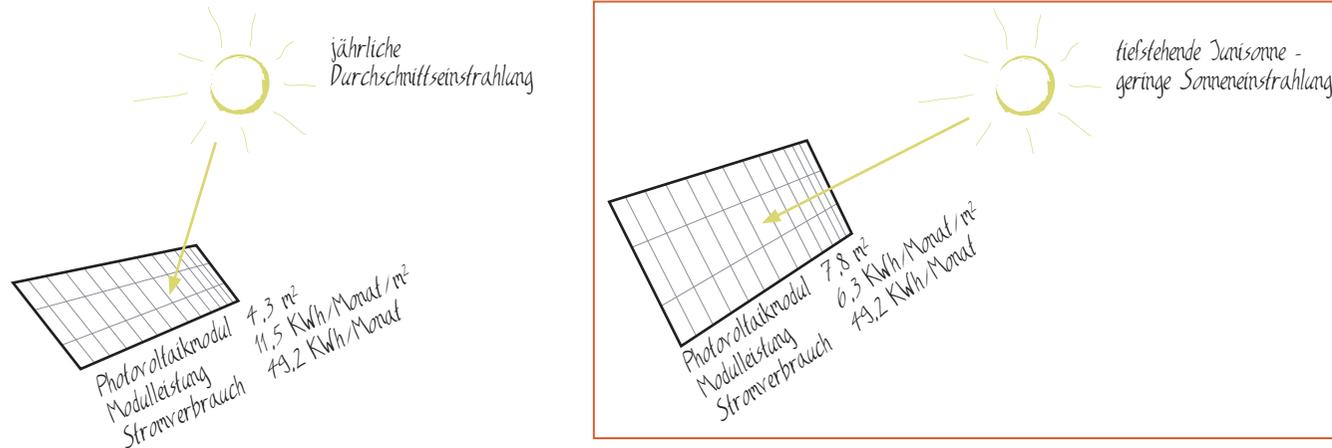
$\beta$  = 48°

Ergebnisse: siehe Tab.9

Monate	Durchschn. tägl. Solarstrahlung $S_{\text{incident}}$ MJ/m <sup>2</sup>	Durchschn. tägl. Solarstrahlung $S_{\text{incident}}$ KWh/m <sup>2</sup>	$\alpha$	$S_{\text{module}}$ KWh/m <sup>2</sup>
15.Jänner	26,2	7,28	78,27°	5,87
15.Februar	23,1	6,42	70,29°	5,65
15.März	19,0	5,28	59,82°	5,03
15.April	14,0	3,89	47,59°	3,87
15.Mai	10,0	2,78	38,21°	2,77
<b>15.Juni</b>	<b>8,9</b>	<b>2,47</b>	<b>33,69°</b>	<b>2,44</b>
15.Juli	9,4	2,61	35,48°	2,59
15.August	12,7	3,53	43,22°	3,53
15.September	16,8	4,67	54,78°	4,55
15.Oktober	21,1	5,86	66,6°	5,33
15.November	24,5	6,80	76,15°	5,63
15.Dezember	26,8	7,44	80,34°	5,84
Jährlich	17,7	4,92	-	4,4

Tab.9

Abb.73 Vergleich von Annahme 1 und Annahme 2



### Dimensionierung der Photovoltaikanlage am Beispiel einer Wohnunit

#### Annahme 1

- Jährliche Durchschnittsleistung der Anlage
- Stromverbrauch: 598,6 KWh pro Jahr

Größe der Photovoltaikfläche:

Bei einem angenommenen Stromverbrauch einer Wohneinheit von 1,64 KWh pro Tag = 598,6 KWh pro Jahr entspricht das einer Fläche von 4,33m<sup>2</sup>.

**Da die Anlage aber nicht an ein Netz angeschlossen ist muss sie jeden Monat den kalkulierten Stromverbrauch abdecken können. Zur Berechnung der Leistung wird daher nicht ein jährlicher Durchschnittswert herangezogen, sondern der Monat mit der geringsten Sonneneinstrahlung.**

#### Annahme 2

- Leistung der Anlage im Monat mit der geringsten

ten Einstrahlung

- Stromverbrauch: 49,2 KWh pro Monat

Im Fall Lucky Bay wäre es der Monat Juni mit einer durchschnittlichen globalen Sonneneinstrahlung von 8,9 MJ/m<sup>2</sup> bzw. 2,47KWh/m<sup>2</sup>. Die ermittelte Sonneneinstrahlung auf eine Fläche mit 48° beträgt 2,44KWh/m<sup>2</sup>.

Bezugnehmend auf die bereits erwähnten Einflussfaktoren berechnet man die Monatsleistung für Juni wie folgt:

$$\text{Monatsleistung} = 30\text{Tage} \cdot 2,44\text{KWh}/(\text{m}^2\cdot\text{Tag}) \cdot 0,95 \cdot 0,96 \cdot 0,85 = 56,74 \text{ KWh}/\text{Monat}/ \text{KW}_{\text{peak}}$$

Bei einem Solarfeld aus CIS-Dünnschichtzellen mit einem Wirkungsgrad von 11% würde man auf einer Fläche von 9m<sup>2</sup> Elektrizität von 56,74 KWh pro Monat erhalten. Das entspricht einer Leistung von 6,30 KWh/Monat pro Quadratmeter.

Bei einem Stromverbrauch von 49,2 KWh/Monat ist eine Fläche von 7,8m<sup>2</sup> erforderlich.



### Berechnung Solarkollektoren für Warmwasser

#### Energiebedarf

Q...Energienmenge die erforderlich ist um 1 Liter Kaltwasser auf eine bestimmte Temperatur zu erwärmen

$$Q = c_{p,w} \cdot m_w \cdot \Delta T$$

$c_{p,w}$  spezifische Wärme des Wassers;  $c_{p,w} = 1,163 \cdot 10^{-3}$  kWh/kg.K (= 1 kcal/kg.K)

$m_w$  Wassermenge (1 Liter ~ 1 kg)

$\Delta T$  Temperaturdifferenz zwischen Kalt- und Warmwasser

#### Annahme:

Mit einem Solarkollektor soll ein Warmwasserbedarf von ca. 250 Liter ( $(10l_{\text{Küche}} + 40l_{\text{Bad}}) \cdot 5$ ) für 5 Wohn/Sanitäreinheiten abgedeckt werden. Die Temperatur des Kaltwassers beträgt ca. 10° und soll auf 45° erhitzt werden.

$$Q = 1,163 \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 35 = 10,18 \text{ kWh/Tag}$$

Daraus resultiert ein Monatsenergiebedarf von 305,4 kWh.

Die Dimensionierung der Solarfläche basiert auf dem Monat mit der geringsten Sonneneinstrahlung (Juni) mit 2,44 kWh/m<sup>2</sup>.

Die Monatsleistung für eine um 48° geneigte Fläche = 30Tage · 2,44KWh/(m<sup>2</sup>·Tag) · 0,95 · 0,96 · 0,85 = 56,74 KWh/Monat/  
KW<sub>peak</sub>  
(siehe Berechnung Photovoltaikanlage)

Bei einem Solarkollektor mit einem Wirkungsgrad von 85% würde man auf einer Fläche von 1,18m<sup>2</sup> 56,74 kWh Leistung erhalten.

$$56,74 \text{ kWh} : 1,18 = 48,08 \text{ kWh/Monat/m}^2$$

$$305,4 : 48,08 = 6,35 \text{ m}^2$$

Bei einem monatlichen Stromverbrauch von 305,4kWh benötigt man eine Fläche von 6,35 m<sup>2</sup> (305,4 / 48,08).

Jede Wohneinheit ist stromunabhängig, der erforderliche Strombedarf wird zu 100% mit der Photovoltaikanlage abgedeckt. Die Photovoltaikzellen sind in die Dachhaut integriert und übernehmen auch die Funktion der schützenden Gebäudehülle. Das System besteht aus den Photovoltaikzellen, Laderegler und einer Batterie. Da alle Geräte mit Gleichstrom betrieben werden ist ein Wechselrichter nicht erforderlich.

### „Vehicle to grid“ System

Als Back-up System sind die einzelnen Häuser mit den Elektroautos ihrer Besucher bzw. den Batterien verbunden.

Viele Gäste der Nature Base brauchen ihr Elektroauto wahrscheinlich nur zur An- und Abreise. Die meiste Zeit ist also Standzeit, die energietechnisch sinnvoll genutzt werden soll. Die Autobatterien werden über die Photovoltaikanlage am Parkplatz aufgeladen und können bei Bedarf an das Stromnetz der Nature Base angeschlossen werden.

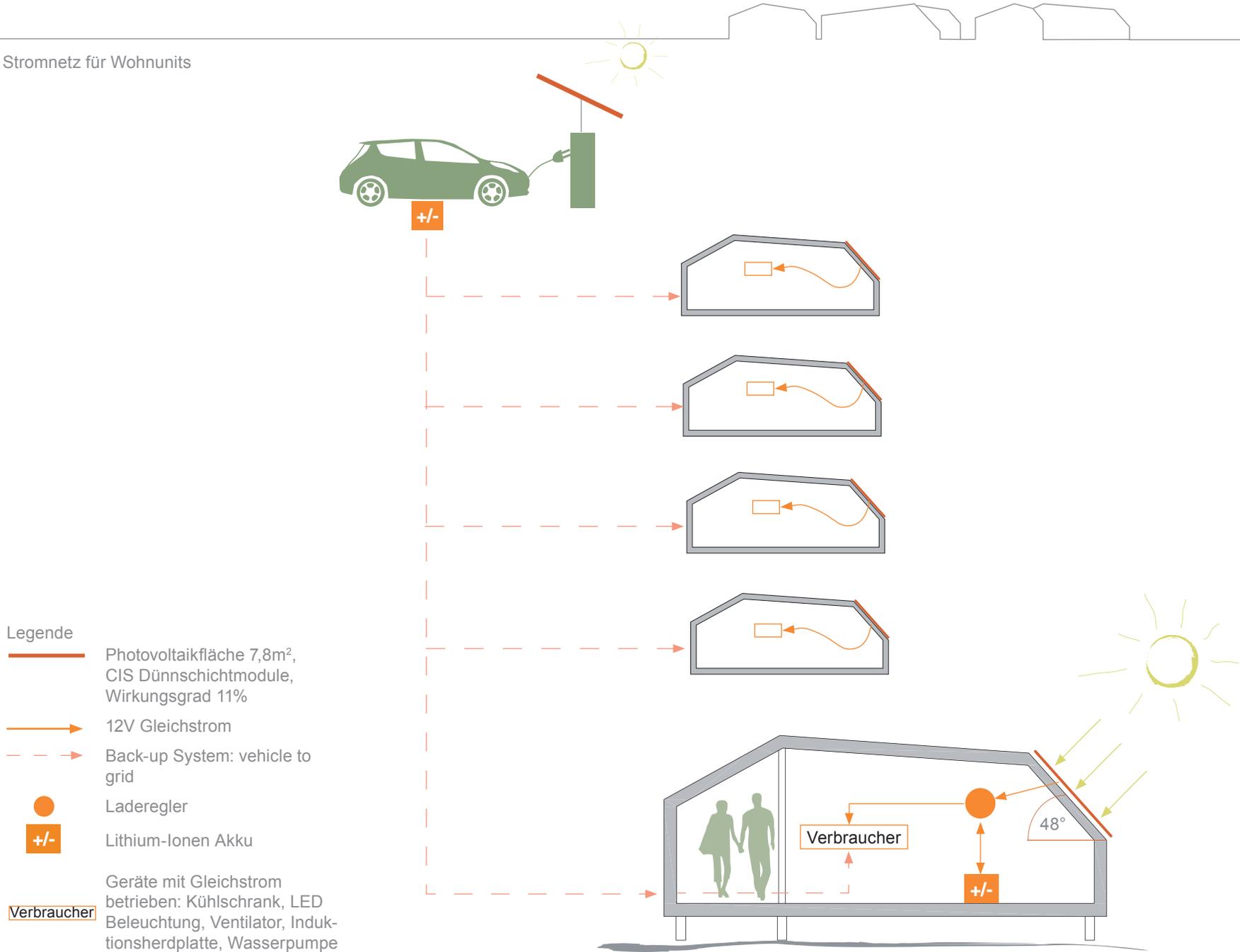
Das „vehicle to grid“ System ist ein Forschungsprojekt der Universität Delaware, es gibt aber auch Bestrebungen in Australien dieses System zu erforschen: „Die australische Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) hat mit dem EVU (SP AusNet) ein Projekt aufgesetzt, in dessen Verlauf die Nutzung der Batterien von Hybridautos als Zwischenspeicher konkret getestet werden soll. Den Ansatz, Fahrzeuge derart als

Strom-Zwischenspeicher zu nutzen – Vehicle-to-Grid oder V2G – wird beispielsweise auch vom RWE als Fernziel verfolgt.

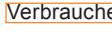
Dabei sollen die Fahrzeugbatterien nach Möglichkeit dann aufgeladen werden, wenn gerade ein hohes Stromangebot herrscht. So könnte die Elektromobilität einen Beitrag dazu leisten, die erneuerbaren Energien mit ihrer naturgemäß schwankenden Stromproduktion besser auszunutzen. Dies setzt allerdings deutlich intelligentere Netze als bislang voraus, in denen der Ladevorgang zum Beispiel dann startet, wenn es in ansonsten verbrauchsarmen Zeiten eine hohe Stromeinspeisung aus Wind- oder Solarkraftwerken gibt. Darüber hinaus ist es theoretisch sogar möglich, bei Verbrauchsspitzen Strom aus gerade nicht benötigten Elektroautos wieder in das Netz zurückzuspeisen. Eine zentrale Rolle werden dabei laut E.ON intelligente Stromzähler spielen. Sie seien die entscheidende Schnittstelle zwischen Ladestation und Stromnetz.“

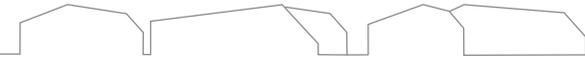
Quelle: <http://emobileticker.de>

Abb.74 Schema Stromnetz für Wohnunits



Legende

-  Photovoltaikfläche 7,8m<sup>2</sup>, CIS Dünnschichtmodule, Wirkungsgrad 11%
-  12V Gleichstrom
-  Back-up System: vehicle to grid
-  Laderegler
-  Lithium-Ionen Akku
-  Verbraucher  
Geräte mit Gleichstrom betrieben: Kühlschrank, LED Beleuchtung, Ventilator, Induktionsherdplatte, Wasserpumpe



Die Stromversorgung der Gemeinschaftsräume und der Unterkunft der Ranger funktioniert wie die der einzelnen Wohnunits. Jeder einzelne Baukörper ist unabhängig und deckt den erforderlichen Strombedarf über die im Dach integrierten Photovoltaikmodule.

Die Größe der Dachfläche ergibt sich aus der Größe der erforderlichen Photovoltaikfläche und ist bei jedem Baukörper unterschiedlich groß. Im Unterschied zu den Wohnunits werden hier die Solarzellen für das Warmwasser mit den Photovoltaikmodulen kombiniert.

Die Aufteilung der Photovoltaikflächen auf die verschiedenen Baukörper gibt indirekt Auskunft über den jeweiligen Stromverbrauch und trägt zur Thematisierung der Energieversorgung bei.

In Abb.75 wird die Aufteilung der Photovoltaikflächen und der Stromverbrauch der einzelnen Baukörper dargestellt.

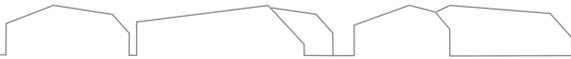
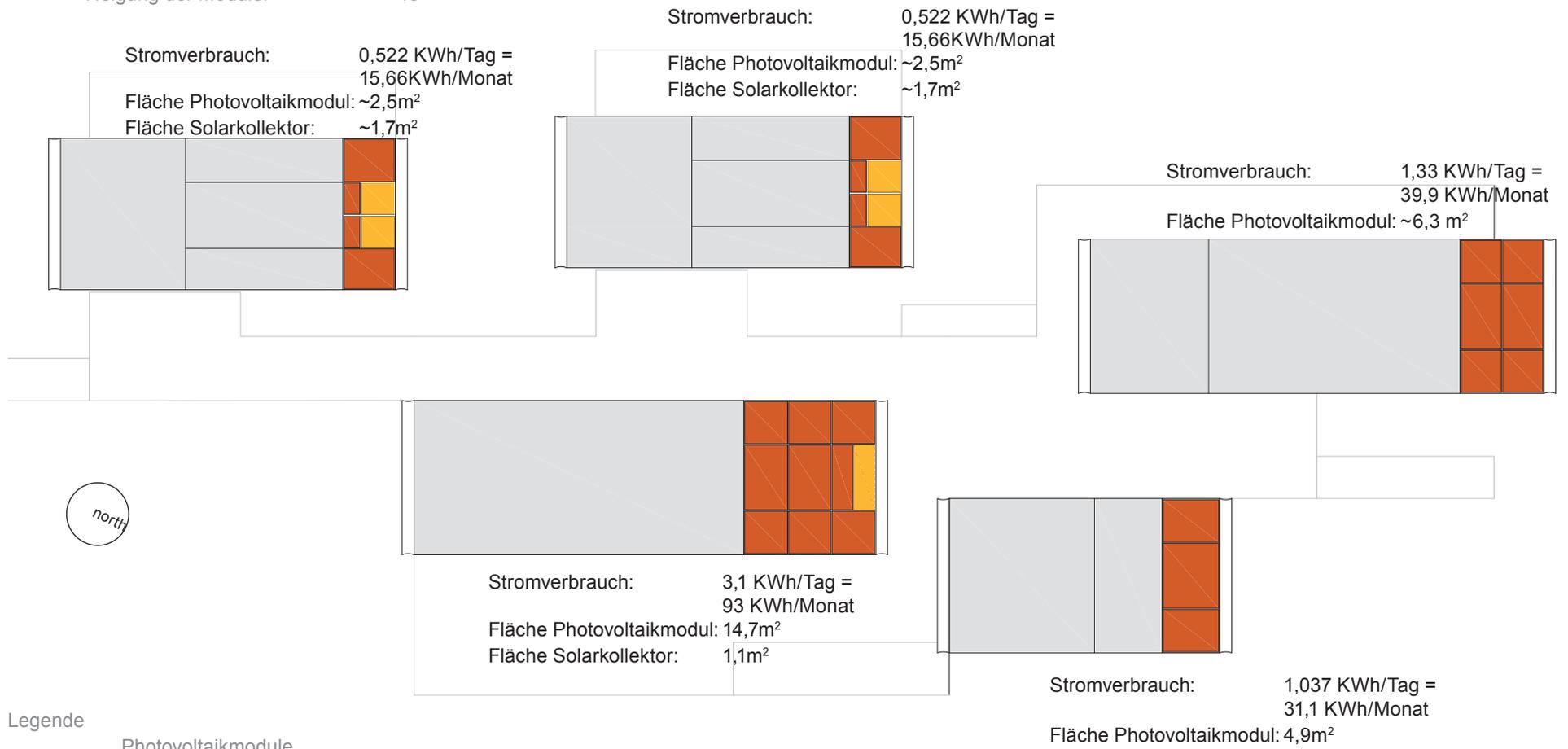
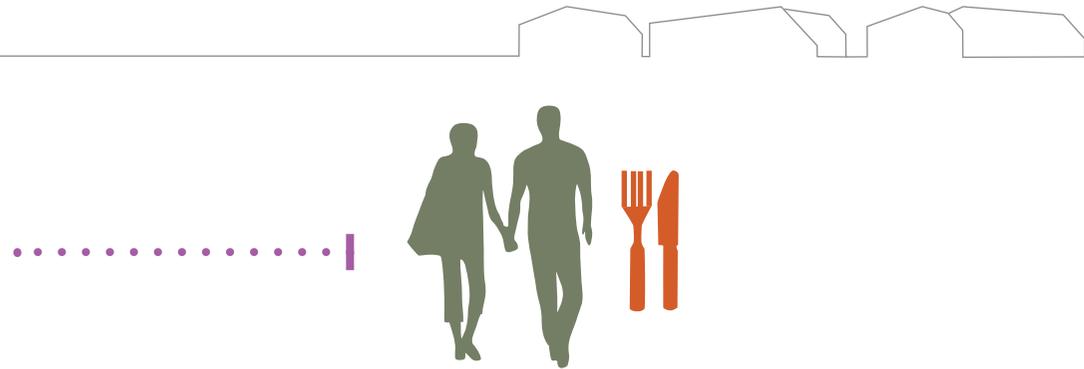


Abb.75 Dachaufsicht der Solarflächen  
 Leistung der Photovoltaikanlage: 6,3 KWh/Monat  
 Orientierung: Nord-West  
 Neigung der Module: 48°



Legende

- Photovoltaikmodule  
 CIS Dünnschichtmodule,  
 Wirkungsgrad 11%
- Solarmodule für Warmwasser
- Dachfläche



### Nahrungsversorgung in Lucky Bay

Um auch in der Nahrungsversorgung das Prinzip der Unabhängigkeit zu verfolgen, erfolgt die Versorgung der Gäste mit Gemüse gänzlich vor Ort.

Die Versorgung der Besucher mit anderen benötigten Lebensmitteln beruht auf dem Prinzip der Selbstversorgung.

Wie beim Campen und auch in Jugendherbergen müssen Nahrungsmittel und Getränke selbst organisiert und mitgebracht werden.

Den Mitarbeitern der Nature Base obliegt die Anpflanzung, Pflege und Ernte der verschiedenen Gemüsepflanzen. Im Shop, der an die Rezeption angeschlossen ist, wird das Gemüse an die Gäste verteilt. Für eventuelle Notfälle gibt es dort auch Grundnahrungsmittel zu kaufen.

Die Unterkünfte der Besucher sind mit kleinen Küchen ausgestattet, die auf die Zubereitung von einfachen Mahlzeiten zugeschnitten sind. Um das Gemeinschaftsgefühl und die Kommunikation zu stärken gibt es auch eine große Gemeinschaftsküche und einen angeschlossenen Grillplatz.

Es ist auch angedacht, die Gäste des benachbarten Campingplatzes miteinzubeziehen und sie am erweiterten Nahrungsmittelangebot teilhaben zu lassen.

### Der Anbau von Gemüse in Lucky Bay

Vor allem die geologischen Gegebenheiten erschweren den Gemüseanbau: Der Bodenaufbau besteht aus Granitgestein mit einer darüberliegenden Sandschicht. Die Erde ist wenig fruchtbar und für Gemüsepflanzen nicht geeignet.

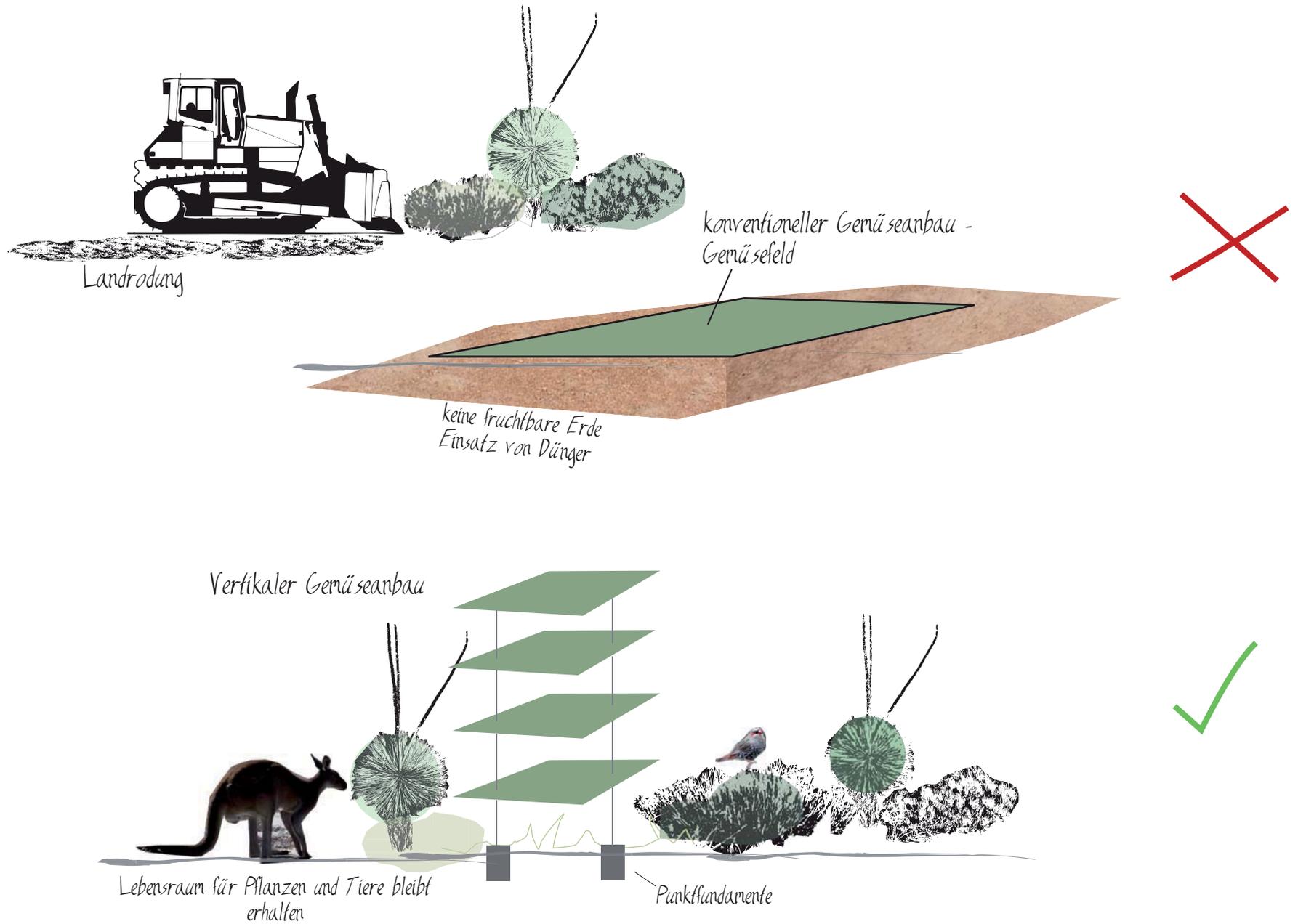
Um Landwirtschaft im konventionellen Sinn, d.h. in Form von Gemüsefeldern zu betreiben, müsste dem Boden eine große Menge an Dünger zugeführt werden, bzw. durch fruchtbare Erde ergänzt werden. Dieser Eingriff in das Ökosystem würde schwerwiegende Folgen haben und entspricht keineswegs den Prinzipien und Bestimmungen eines Nationalparks.

Um Gemüsefelder anzulegen müsste auch eine große Fläche der bestehenden Vegetation gerodet werden, was wiederum eine Bedrohung der Artenvielfalt nach sich ziehen würde. Besonders im Küstengebiet ist Erosion ein ernstzunehmendes Problem, das durch Rodungen nur verstärkt wird. Die Wurzeln der Pflanzen geben dem Boden Stabilität und Bemühungen der Ranger, neue Pflanzen zu setzen, würden so zunichte gemacht werden.

Auch der Eingriff in das Landschaftsbild ist nicht zu unterschätzen und wenig wünschenswert.

Eine weitaus bessere Option für den Gemüseanbau wäre eine vertikale Anordnung der Anbauflächen. Rodungen wären nicht

Abb.76





notwendig, die Berührung mit dem Boden beschränkt sich auf einzelne Punktfundamente. Der Lebensraum von Pflanzen und Tieren wird nicht zurückgedrängt, es könnten sich innerhalb der Struktur neue Rückzugsorte und Verstecke ergeben.

Außerdem ist dieses System sehr flexibel, neue Elemente können ohne großen Aufwand hinzugefügt oder weggenommen werden.

Die Erde für die Pflanzen wird mit Kompost, als humusreiches Rotteprodukt aus organischen Küchenabfällen, angereichert - der Kreislauf des Gemüseanbaues schließt sich.

werden (siehe Tab.10).

Es wurde die benötigte Menge jeder Gemüsesorte für jedes Monat berechnet, um den monatlichen Bedarf von 11,1 kg pro Person zu decken (siehe Tab.11).

Unter Berücksichtigung des Verbrauches, des Erntezeitraumes, des Zyklus und dem durchschnittlichen Ertrag jeder Pflanze, wurde die benötigte Größe der Anbaufläche für jede einzelne Gemüseart ermittelt (siehe Tab.12).

#### Gemüseverbrauch - Kalkulationen

Ziel ist es, für Gäste und Mitarbeiter (34 Personen) über das ganze Jahr hinweg den Gemüsebedarf zu decken.

Die Berechnungen für den Bedarf beruhen auf einer empfohlenen Tagesration von fünf Portionen = 375g Gemüse pro Person.

Da die Winter in Lucky Bay mild sind, kann das ganze Jahr über Gemüse im Freien angebaut und geerntet werden. Bei der Auswahl der verschiedenen Gemüsearten wird darauf geachtet jedes Monat eine ausgeglichene Auswahl anbieten zu können.

Im Sommer dominieren Gemüsesorten wie Tomaten, Bohnen, Zucchini, Zwiebel, Erdäpfel und Paprika; im Winter werden Broccoli, Spinat und Artischocken geerntet. Grüner Salat, Kohl, Karotten und rote Rüben können das ganze Jahr über geerntet

## Kalkulationen

Tab.10 Möglicher Zeitraum der Saat (s) und der Ernte (x) einiger Gemüsesorten in einer gemäßigten Klimazone in Australien

s - Aussaat im Freien; sk - Aussaat in Saatkisten; a - auspflanzen

Monat	Grüner Salat	Tomaten	Karotten	Stangenbohnen	Paprika	Gurken	Zucchini	Artischocken	Rote Rüben	Zwiebel	Broccoli	Kohl	Karfiol	Spinat	Erdäpfel
Jänner	s/x	x	s/x	s/x	x	s/x	s/x		s/x	x	sk/x	x			x
Februar	s/x	x	s/x	x	x	s/x	x		s/x	sk/x	sk/x	x	sk		x
März	s/x	x	s/x	x	x	x	x		s/x	sk/x	a/x	sk/x	sk	s	
April	s/x		s/x			x			s/x	sk	a/x	sk/x	a	s/x	
Mai	s/x		s/x					x	x	s	x	a/x	a/x	s/x	
Juni	s/x		x					x	x	s	x	a/x	x	x	
Juli	s/x		x					x	s	s	x	sk/x	x	x	
August	s/x	sk	x		sk			x	s/x	s		sk/x	x		s
Sep.	s/x	sk	s/x	s	sk	s	sk	s/x	s/x	x	sk	sk/x	x		s
Okt.	s/x	sk/x	s	s	sk	s/x	sk/x	s	s/x	x	sk	a/x	x		s
Nov.	s/x	a/x	s	s/x	a/x	s/x	a/x	s	s/x	x	a/x	a/x			x
Dez.	s/x	a/x	s/x	s/x	a/x	s/x	a/x		s/x	x	a/x	x			x

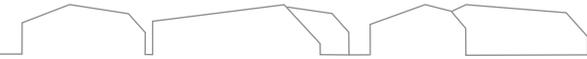
Quelle:  
<http://www.gardenate.com/>  
 (11.08.2010)

Tab.11 Durchschnittlicher monatlicher Gemüseverbrauch pro Person in Kilogramm, basierend auf einer empfohlene Tagesration von 375g d.h. 11,25kg im Monat.  
Die Zusammensetzung der verschiedenen Gemüsesorten richtet sich nach dem saisonalen Angebot.

Tab.12 Nächste Seite

Monat	Grüner Salat (kg)	Tomaten (kg)	Karotten (kg)	Stangenbohnen (kg)	Paprika (kg)	Gurken (kg)	Kletterzucchini (kg)	Artischocken (kg)	Rote Rüben (kg)	Zwiebel (kg)	Brokkoli (kg)	Kohl (kg)	Karfiol (kg)	Spinat (kg)	Erdäpfel (kg)	GESAMT
Jänner	0,6	2	1,5	1	1	2	0,5	-	-	0,5	0,5	-	-	-	1,5	11,1
Februar	0,6	2	1,5	1	1	2	0,5	-	-	0,5	0,5	-	-	-	1,5	11,1
März	0,6	2	1,5	1	1	2	0,5	-	-	0,5	0,5	-	-	-	1,5	11,1
April	0,6	-	1,5	-	-	1,5	-	-	1,5	-	1,5	1,5	-	1,5	1,5	11,1
Mai	0,6	-	1,5	-	-	-	-	1,25	1,25	-	1,25	1,25	1,25	1,25	1,5	11,1
Juni	0,6	-	1,5	-	-	-	-	1,25	1,25	-	1,25	1,25	1,25	1,25	1,5	11,1
Juli	0,6	-	1,5	-	-	-	-	1,5	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	11,1
August	0,6	-	1,5	-	-	-	-	1,5	2	-	-	2	2	-	1,5	11,1
Sep.	0,6	-	-	-	-	-	-	1,5	2	1,5	-	2	2	-	1,5	11,1
Oktober	0,6	2	-	-	-	2	0,5	-	1	1	-	1	1	-	1,5	10,6
Nov.	0,6	2	-	1	1	2	0,5	-	0,75	1	0,75	-	-	-	1,5	11,1
Dez.	0,6	2	1,5	1	1	2	0,5	-	-	0,5	0,5	-	-	-	1,5	11,1
<b>GESAMT</b>	<b>7,2</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>13,5</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>9,25</b>	<b>5,5</b>	<b>8,25</b>	<b>10,5</b>	<b>9</b>	<b>5,5</b>	<b>18</b>	<b>132,7</b>

Gemüse	Verbrauch/ Monat/ 1 Person	Verbrauch/ Monat/ 34 Personen	Verbrauch/ Gesamt/ 34 Personen	Zeitraum zw. Saat & Ernte (Wochen)	Erntezeit- raum (Wochen)	Zyklen	durchschn. Ertrag pro Pflanze	Pflanzen pro Zyklus	Fläche pro Pflanze (m <sup>2</sup> )	Fläche Gesamt (m <sup>2</sup> )
Salat	4 Salatköpfe zu je 150g	136 Stück	1 632 Stück (in 12 Monaten)	10 (8-12)	52	~5	1 Stück	327	0,3 · 0,3=0,09	30 (327 · 0,09)
Tomaten	2 kg	68 kg	408 kg (in 6 Monaten)	8 (8-17)	24	3	6 kg	23 (136kg)	0,3	13,8 (6,9·2 Beete)
Karotten	15 Stück zu je 100g	510 Stück	4 590 Stück (in 9 Monaten)	12 (12-18)	36	3	1 Stück	1 530	0,01 (0,1·0,1)	15,3
Stangen- bohnen	1 kg	34 kg	170 kg (in 5 Monaten)	10 (9-11)	20	2	7 kg	12 (85 kg)	0,25 (0,5·0,5)	6 (3·2 Beete)
Paprika	1 kg	34 kg	170 kg (in 5 Monaten)	10 (10-12)	20	2	5 kg (20 Stück á 250g)	17 (85 kg)	0,09 (0,3·0,3)	3 (1,5·2 Beete)
Gurken	2 kg; 1,5 kg	68 kg; 51 kg	459 kg (408kg + 51kg)	9 (8-10)	28	3	7,5 kg (15 Stück á 500g)	20 (153 kg)	0,16 (0,4·0,4)	6,4 (3,2 · 2 Beete)
Kletter- zucchini	0,5 kg	17 kg	102 kg (6 Monate)	6 (6-9)	24	4	5 kg (20 Stück á 250g)	5 (25,5 kg)	0,49 (0,7·0,7)	4,9 (2,45 · 2 Beete)
Artischo- cken	1,25kg; 1,5kg	42,5 kg; 51 kg	238 kg (85 kg + 153kg)	42 (42-57)	20	1	5 kg (10 Stück á 500g)	48 (238kg)	0,64 (0,8·0,8)	30,7
Rote Rüben	0,75kg - 2 kg	25,5kg - 68kg	195,5 kg & 136 kg	7-10	12 & 16	2; 1,5	1 Stück	195 & 181	31,2 & 29	31
Zwiebel	0,5 - 1,5kg	17 - 51kg	187 kg	25 - 34	28	1	1 Stück	623	0,01 (0,1·0,1)	6,23
Brokkoli	0,5 - 1,5kg	17 - 51kg	280,5 kg	10 (10 -16)	36	3,5	1 Stück	134	0,09 (0,3·0,3)	12
Kohl	1 - 2kg	34 -68kg	357 kg = 238 Stück	8 (8-15)	28	3,5	1 Stück	68	0,16 (0,4·0,4)	10
Karfiol	1 -2 kg	34 - 68kg	306kg = 204 Stück	15 (15-22)	24	1,5	1 Stück	136	0,25	34
Spinat	1,25 - 1,5 kg	42,5 - 51kg	187 kg	5 (5-11)	16	3	0,5 kg	124	0,04 (0,2·0,2)	5
Erdäpfel	1,5 kg	51 kg	612 kg	15 (15-20)	52	3,5	1,2 kg(15 Stück á 80g)	145	0,09 (0,3·0,3)	13



Die Unterbringung der Besucher erfolgt in einzelnen Wohneinheiten für jeweils 2 Personen. Die Anordnung dieser Wohneinheiten erfolgt in 3 Gruppen zu jeweils fünf Einheiten. Jede dieser Wohnunits ist energieunabhängig, nur die Wasserversorgung wird über einen gemeinsamen Wasserspeicher gesteuert. Zwei Wassertanks mit jeweils 22 500 Liter Speicherkapazität versorgen fünf Wohneinheiten (siehe Kapitel: Wasserkonzept). Die Größe einer Wohnunit mit ca. 31m<sup>2</sup> ergibt sich aus der notwendigen Größe der Dachfläche (40m<sup>2</sup>), die genug Regen auffangen muss, um den Wasserbedarf zu decken.

Das Gebäude ist als Ein-Raum-Haus konzipiert: Wohnen, Kochen, Essen, Schlafen finden in einem Raum statt.

Um die Grundfläche besser nützen zu können befindet sich das „Schlafzimmer“ auf einer, zum Raum offenen Plattform, die, gleich einem Stockbett, mit einer Leiter zu erreichen ist. Von hier hat man einen Ausblick auf die Bucht, ein Dachfenster erlaubt den Ausblick auf den spektakulären Sternenhimmel.

Mit großen Panoramafenstern öffnet sich der Wohnraum Richtung Bucht, deren Anblick man auch auf der vorgelagerten

Terrasse genießen kann.

Die große, schräge Dachfläche im Norden besteht aus, in die Dachhaut integrierten, semitransparenten Photovoltaikzellen. Die Neigung dieser Dachfläche mit 48° ergibt sich aus der optimalen Neigung der Solarzellen zur Sonne und ist bestimmend für die formale Gestaltung der Häuser.

Ein wichtiger Aspekt des Entwurfs ist, die Photovoltaikflächen in das Gebäude zu integrieren, sie nicht am Dach zu verstecken, sondern sie zu zeigen und auch im Innenraum erkennbar zu machen.

Jede Wohnunit hat ein im Süden angeordnetes privates Badezimmer. Dort befindet sich ein Druckgefäß als Wasserspeicher, ein Warmwasserboiler und eine Komposttoilette.

Im Westen betritt man die Wohnunit über eine schmale Terrasse, flankiert von einer Wand aus Pflanzen.

Die ausgeprägte, asymmetrische Dachform lässt die Regenrinnen weiter hinunter rutschen und erleichtert damit die regelmäßige Wartung und Reinigung - eine Grundvoraussetzung für sauberes Trinkwasser.

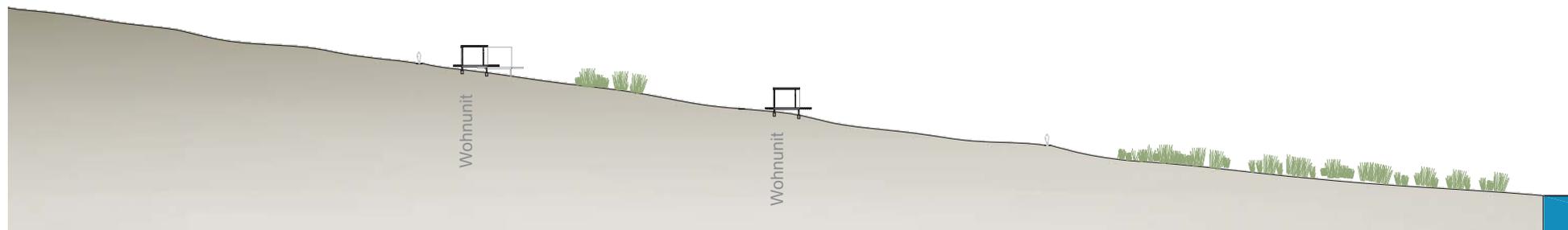
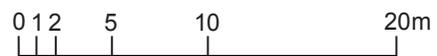
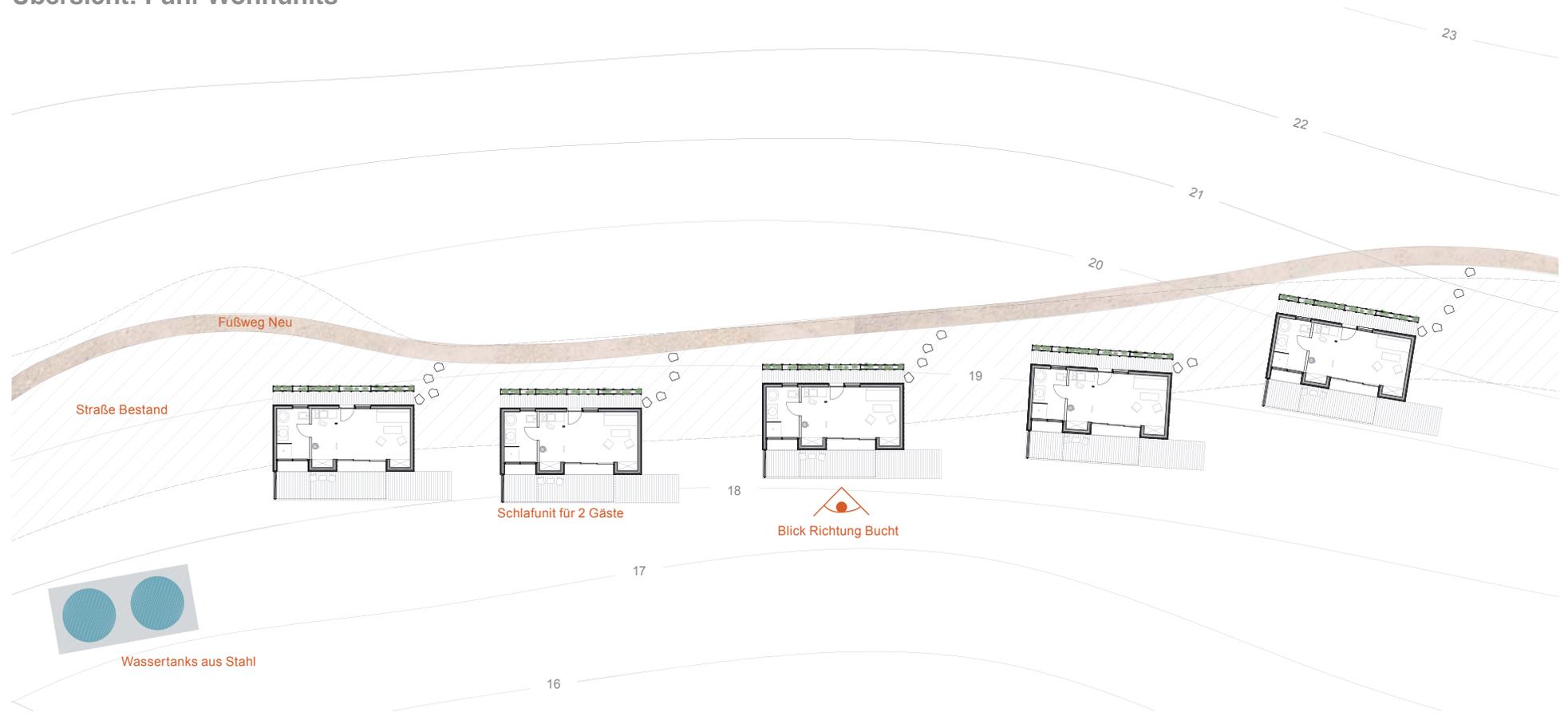


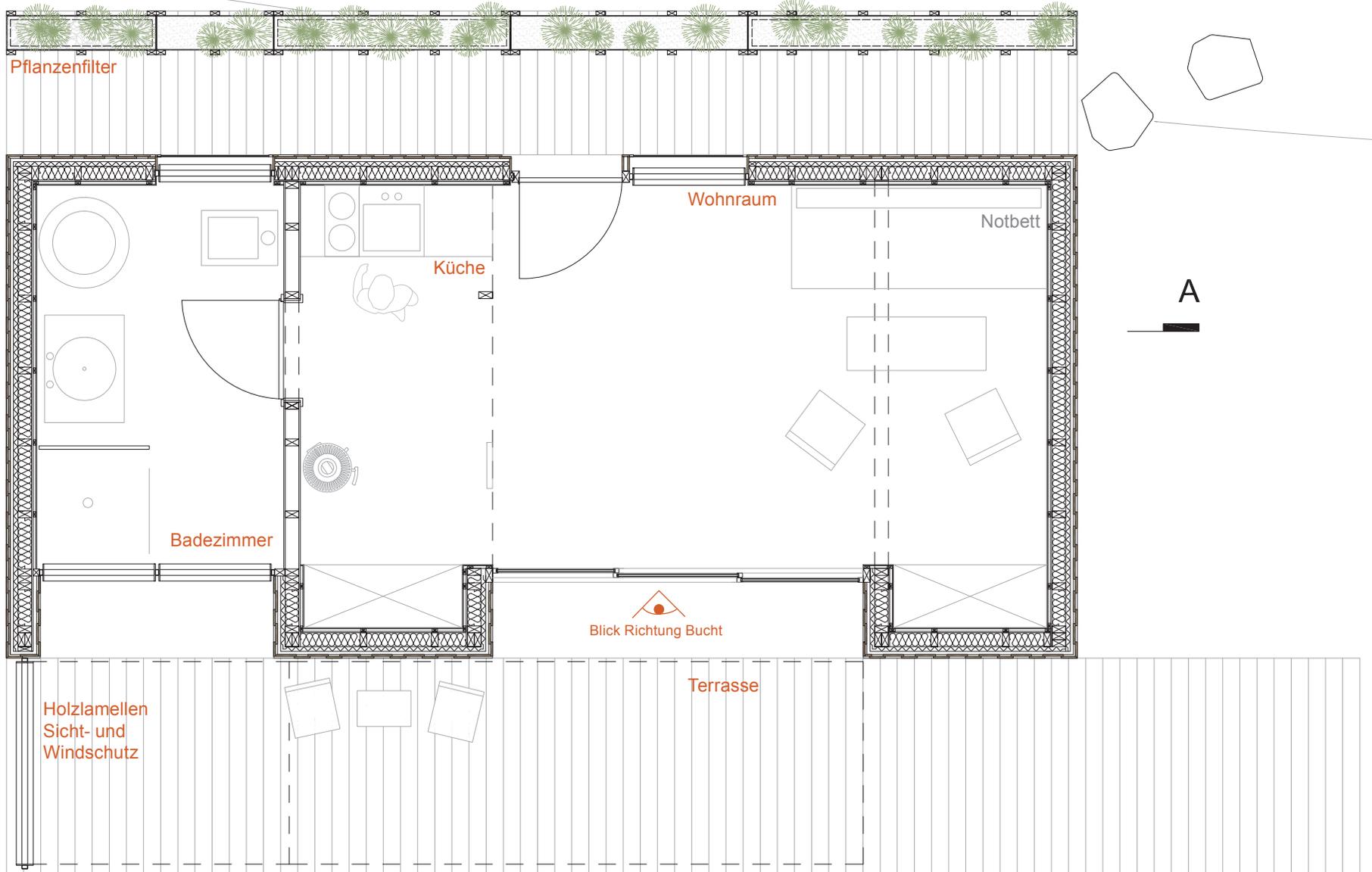
Abb.77 Geländeschnitt M 1:1000

# Übersicht: Fünf Wohnunits



Wohnunit - Grundriss M 1:50

B



A

A

Blick Richtung Bucht

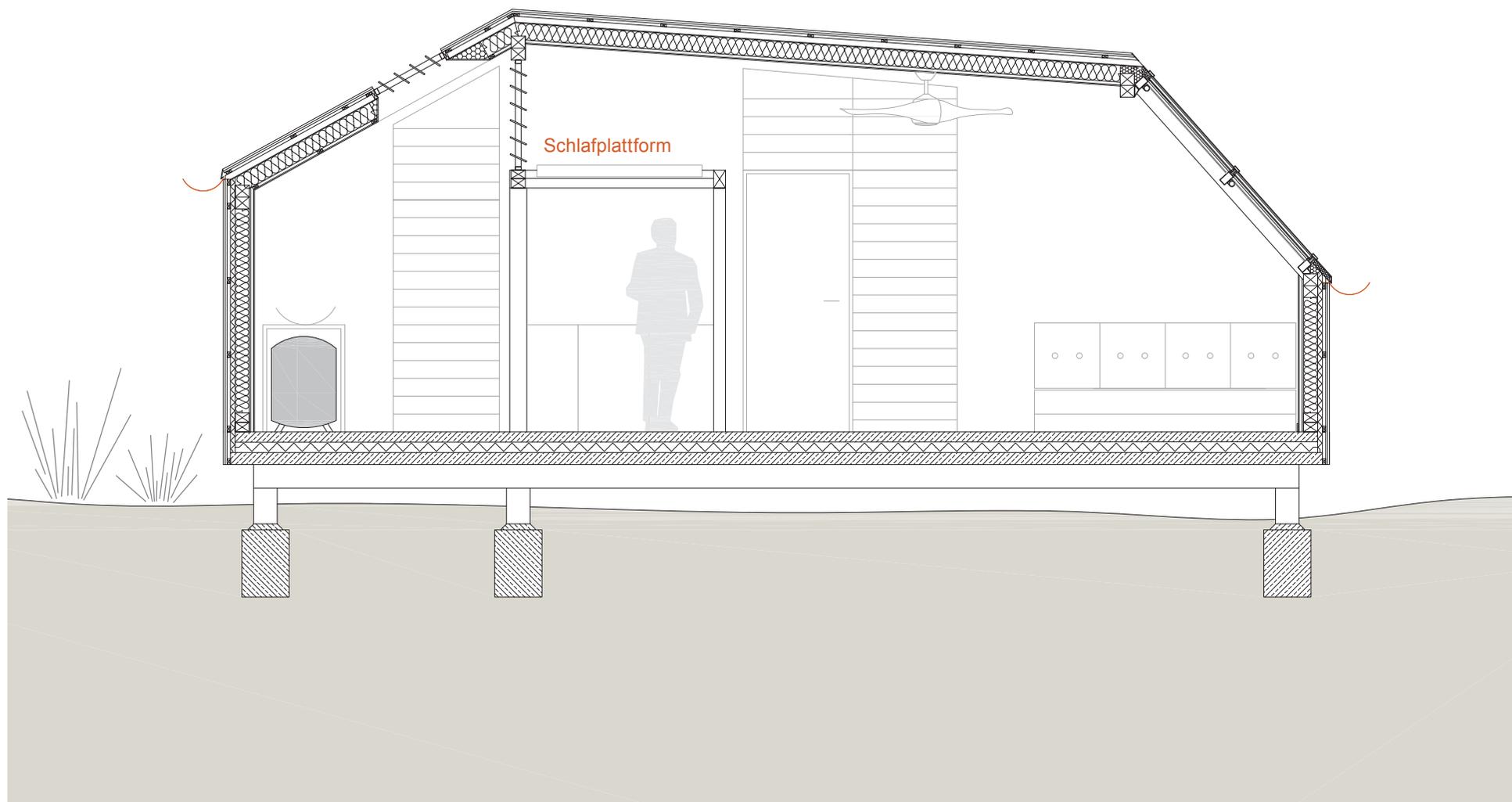
Terrasse

Holzlamellen  
Sicht- und  
Windschutz

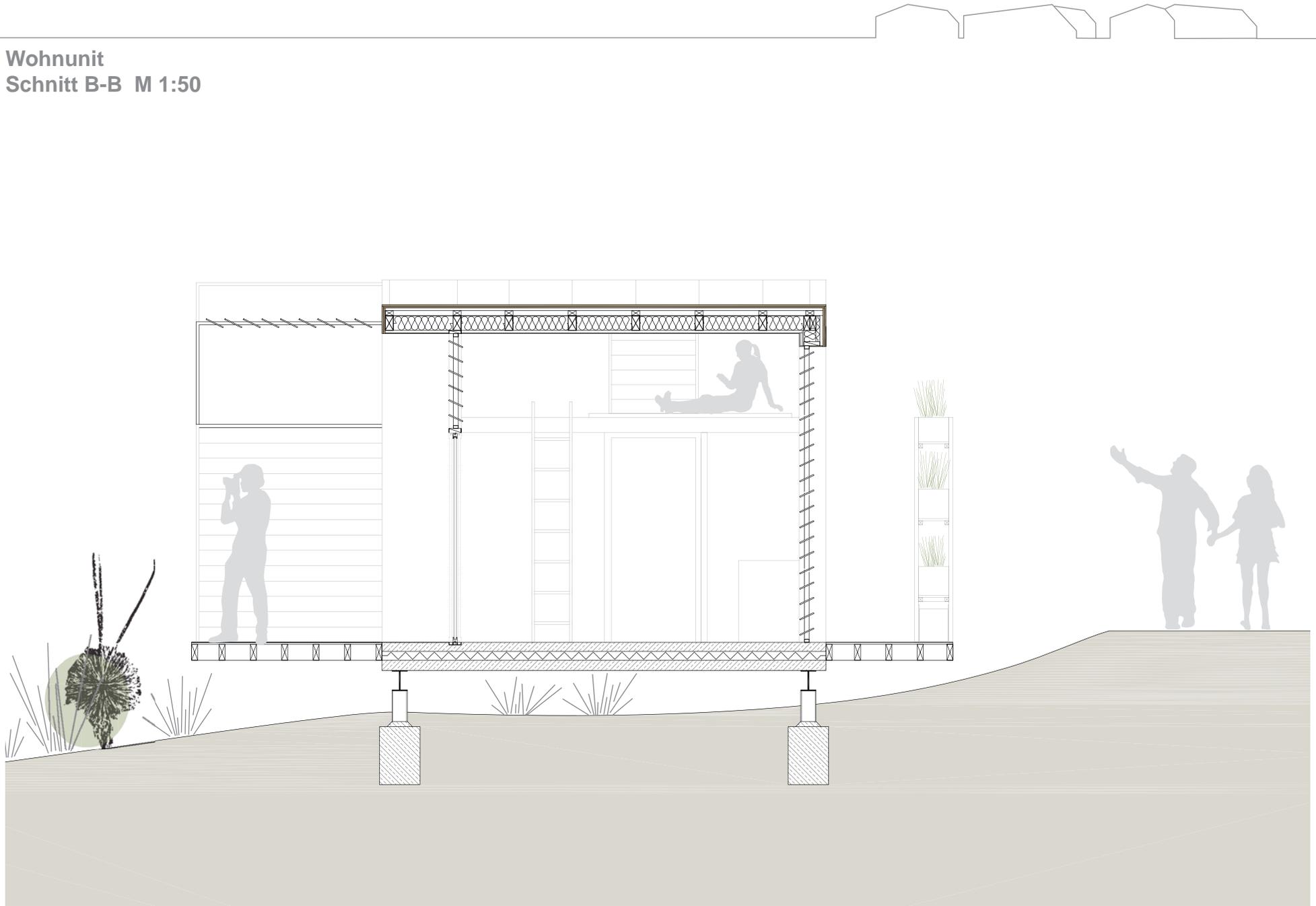


B

Wohnunit  
Schnitt A-A M 1:50



Wohnunit  
Schnitt B-B M 1:50



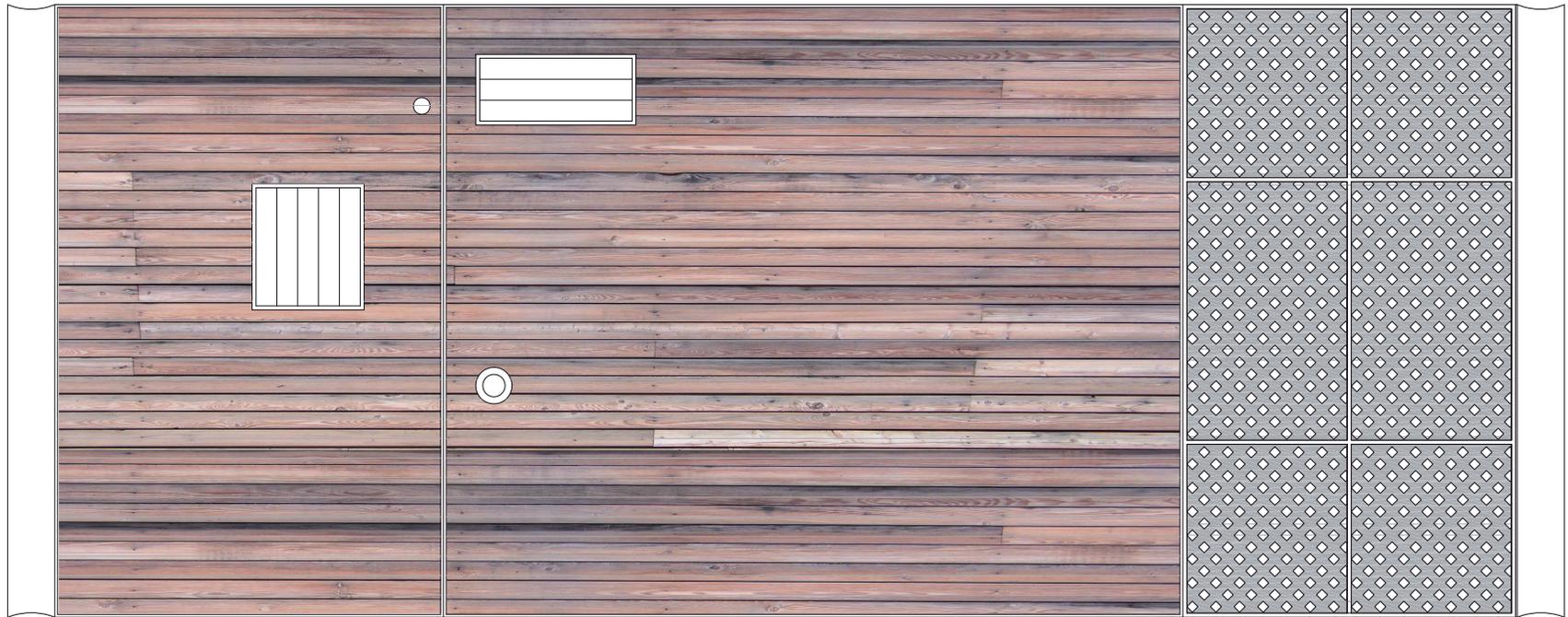
Wohnunit  
Ansicht Nord-Ost M 1:50



Wohnunit  
Ansicht Nord-West M 1:50



Wohnunit  
Dachaufsicht M 1:50



## Entwurf Gemeinschaftseinrichtungen

Die Gemeinschaftsräume für die Gäste und die Unterkunft für die Ranger stellen das Bindeglied zwischen den privaten Wohnunits und dem Campingplatz dar.

Alle Gebäude sind durch Terrassen miteinander verbunden und auf einer Ebene angeordnet, um Barrierefreiheit zu gewährleisten.

Die Terrassenflächen sind großzügig gestaltet, da viele Aktivitäten im Freien stattfinden und den Besuchern so genug Raum zur Kommunikation gegeben wird.

Im Sinne einer platzsparenden und effizienten Bauweise haben die einzelnen Gebäude immer mehrere Funktionen, ihre Grund-

flächen sind klein gehalten.

Die formale Gestaltung der Gebäudehülle und die, ihr zu Grunde liegenden Prinzipien sind ident mit denen der Wohnunits.

Die genaue Beschreibung der einzelnen Baukörper erfolgt auf den nächsten Seiten, ihre jeweiligen Funktionen werden genauer erläutert.

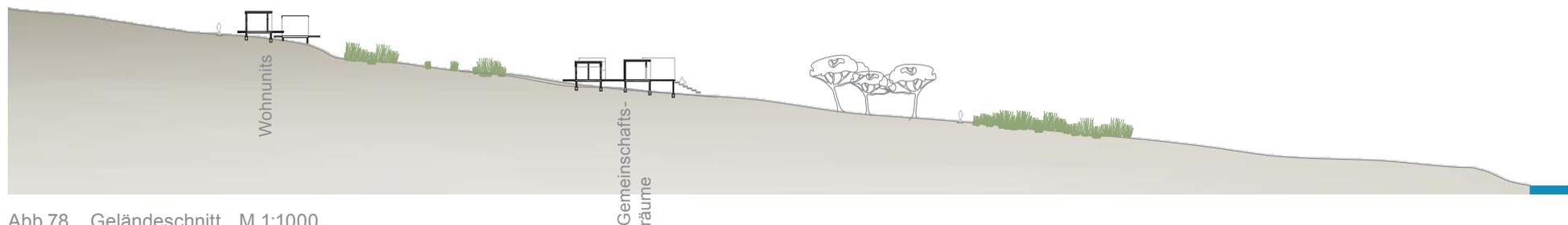
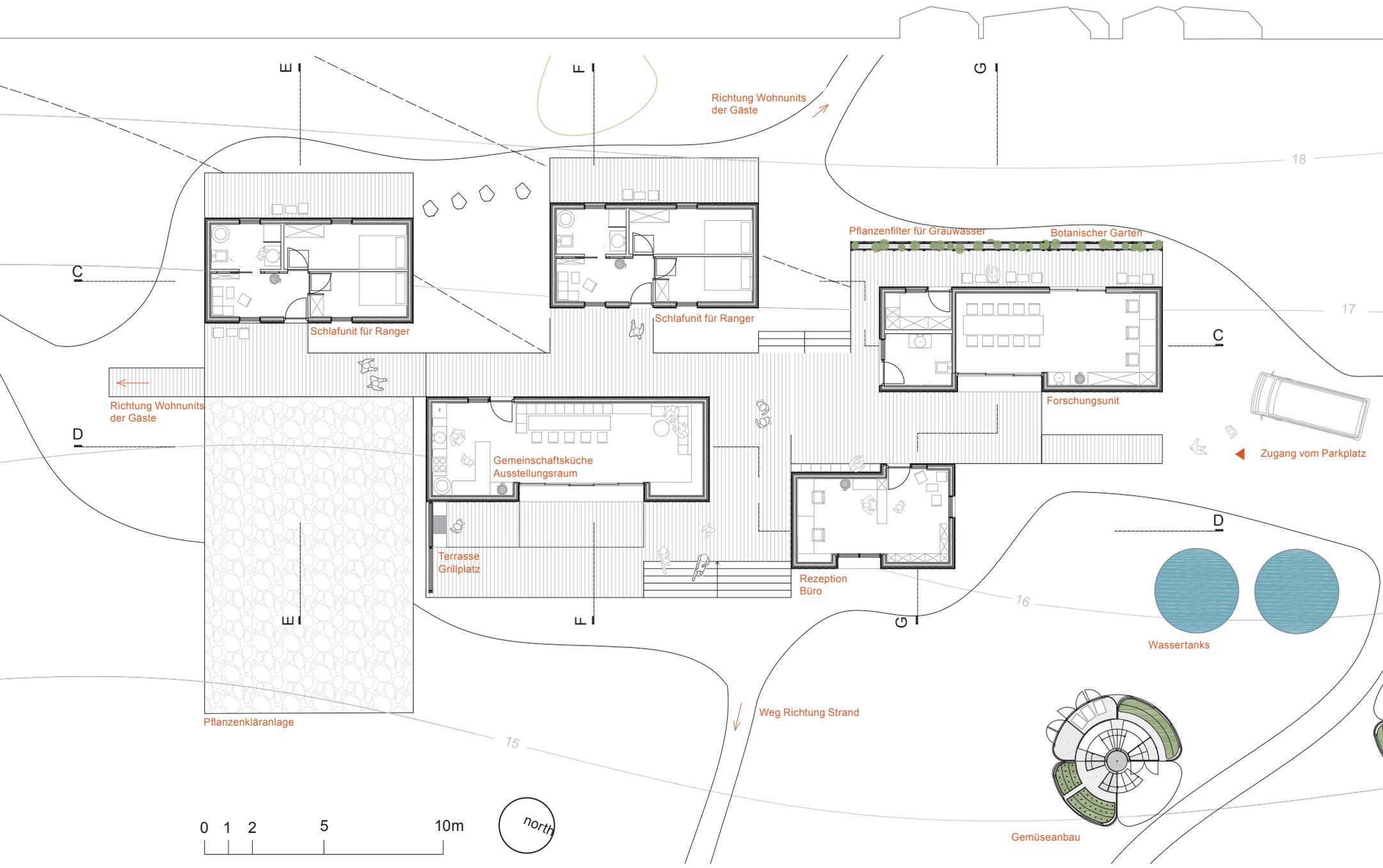


Abb.78 Geländeschnitt M 1:1000





FORSCHEN. LERNEN. LESEN. ARBEITEN.

Profil

- Dient als Arbeitsraum, Besprechungszimmer und Bibliothek
- Auswertung, Analyse und Dokumentation der vor Ort gesammelten Daten
- Vermittlung von Informationen über den Nationalpark - Bücher lesen, Filmvorführungen
- Einschulung der Gäste in Forschungsmethoden wie Monitoring, Tracking, Pflanzenkartierung, Wiederherstellung der Buschlandschaft - Teil des Volunteer Programmes.
- Erzeugt Strom
- Sammelt Wasser

Fakten

Größe: 30m<sup>2</sup>  
 Wasserverbrauch: ca. 15 Liter pro Tag  
 Stromverbrauch: 1,3 KWh pro Tag

Gerät/ Betätigung	Stromverbrauch KWh	Erläuterung
4 Laptops	0,6	50W/Laptop/3 Std. in Betrieb
Kühlschrank	0,23	Energieeffizienzklasse A++; Kühlfach (152l); 85 KWh/Jahr; 90 W; (z.B. Bosch KTR16E2De, b= 60cm, h= 85cm, tiefe= 61cm)
Beleuchtung	0,027	3 LED-Lampen mit je 1,8W; 5 Std. in Betrieb
Ventilator	0,2	20W; 10 Std. in Betrieb
LED-Beamer	0,16	80 W; 2 Std. in Betrieb (LG HS200G)
Mikroskop	0,012	mit LED Leuchte 4W; 3 Stunden in Betrieb
Wasserpumpe	0,1	
<b>GESAMT</b>	<b>1,3 KWh/Tag</b>	

REZEPTION. BÜRO. INFORMATION. SHOP.

Profil

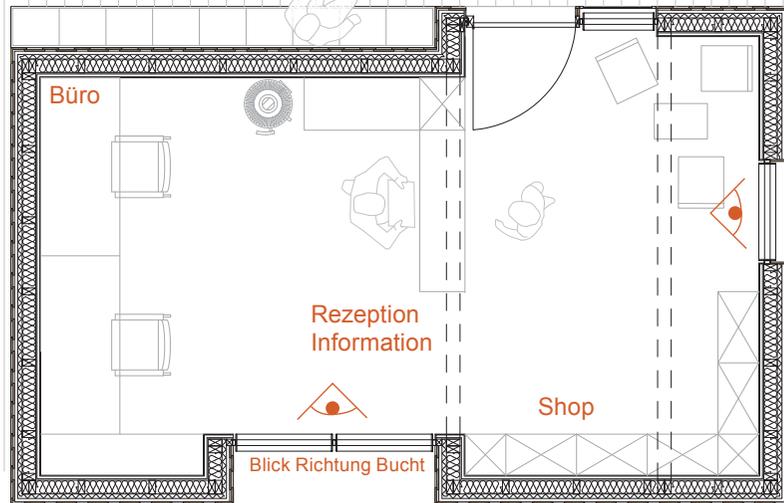
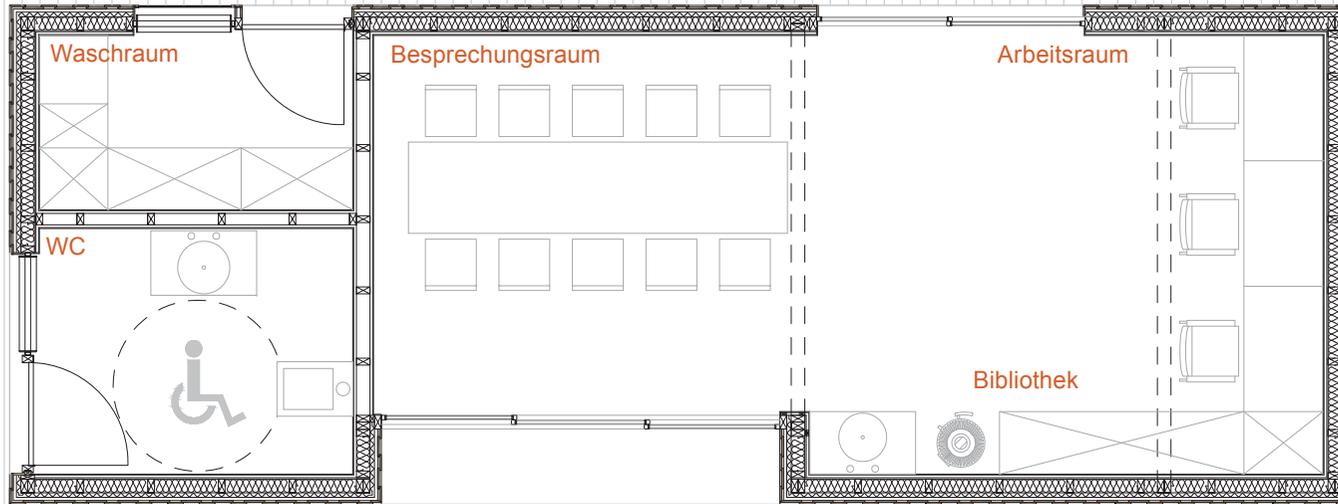
- Empfang und Ansprechstelle für die Besucher
- Weitergabe von Information
- Dient als Büro für administrative Tätigkeiten mit zwei Arbeitsplätzen
- Treffpunkt für Aktivitäten wie Wanderungen und Ausflüge
- Verkauf des angepflanzten Gemüses und Dingen des täglichen Bedarfes
- Erzeugt Strom
- Sammelt Wasser

Fakten

Größe: 23m<sup>2</sup>  
 Wasserverbrauch: ca. 5 Liter pro Tag  
 Stromverbrauch: 1,04 KWh pro Tag

Gerät/ Betätigung	Stromverbrauch KWh	Erläuterung
2 Laptops	0,3	50W/Laptop/3 Std. in Betrieb
Kühlschrank	0,23	Energieeffizienzklasse A++; Kühlfach (242l)
Beleuchtung	0,027	3 LED-Lampen mit je 1,8W; 5 Std. in Betrieb
Ventilator	0,2	20W; 10 Std. in Betrieb
LED-Anzeigetafel	0,18	1,5W; 12 Std. in Betrieb
Aufladen von Telefon etc.	0,1	
<b>GESAMT</b>	<b>~1,04 KWh/Tag</b>	

Terrasse & Botanischer Garten



Blick Richtung Parkplatz

Blick Richtung Bucht





## GEMEINSCHAFTSKÜCHE. AUSSTELLUNGSRAUM

### Profil

- Kochmöglichkeit für Gäste und Mitarbeiter: Es gibt eine Küche und auf der Terrasse einen Griller
- Kommunikationsort - hier trifft man sich um gemeinsam zu essen, zusammensitzen, relaxen usw.
- Wissensvermittlung über den Nationalpark - Herbarium, Informationstafeln
- Erzeugt Strom
- Sammelt Wasser

### Fakten

Größe: 41m<sup>2</sup>  
 Wasserverbrauch: ca. 120 Liter pro Tag  
 Stromverbrauch: 3,1 KWh pro Tag

Gerät/Betätigung	Stromverbrauch KWh	Erläuterung
Kochen	1,4	4 Induktionsherdplatten für je 15min. eingeschaltet
Backen	0,3	Backrohr; Benutzung 3mal wöchentlich; Energieklasse A
Wasser erhitzen	0,8	Wasserkocher 2 200W; 20 min
Kühlschrank	0,53	Energieeffizienzklasse A++; Kühlfach (242l) & Gefrierfach (72l)
Beleuchtung	0,027	3 LED-Lampen mit je 1,8W; 5 Std. in Betrieb
Ventilator	0,1	20W; 5 Std. in Betrieb
<b>GESAMT</b>	<b>3,1 KWh/Tag</b>	

## RANGERUNTERKUNFT.

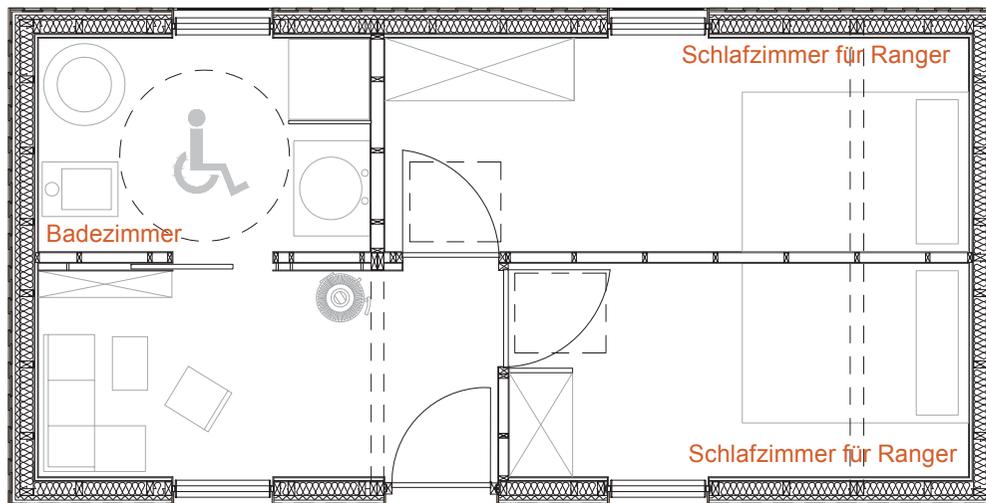
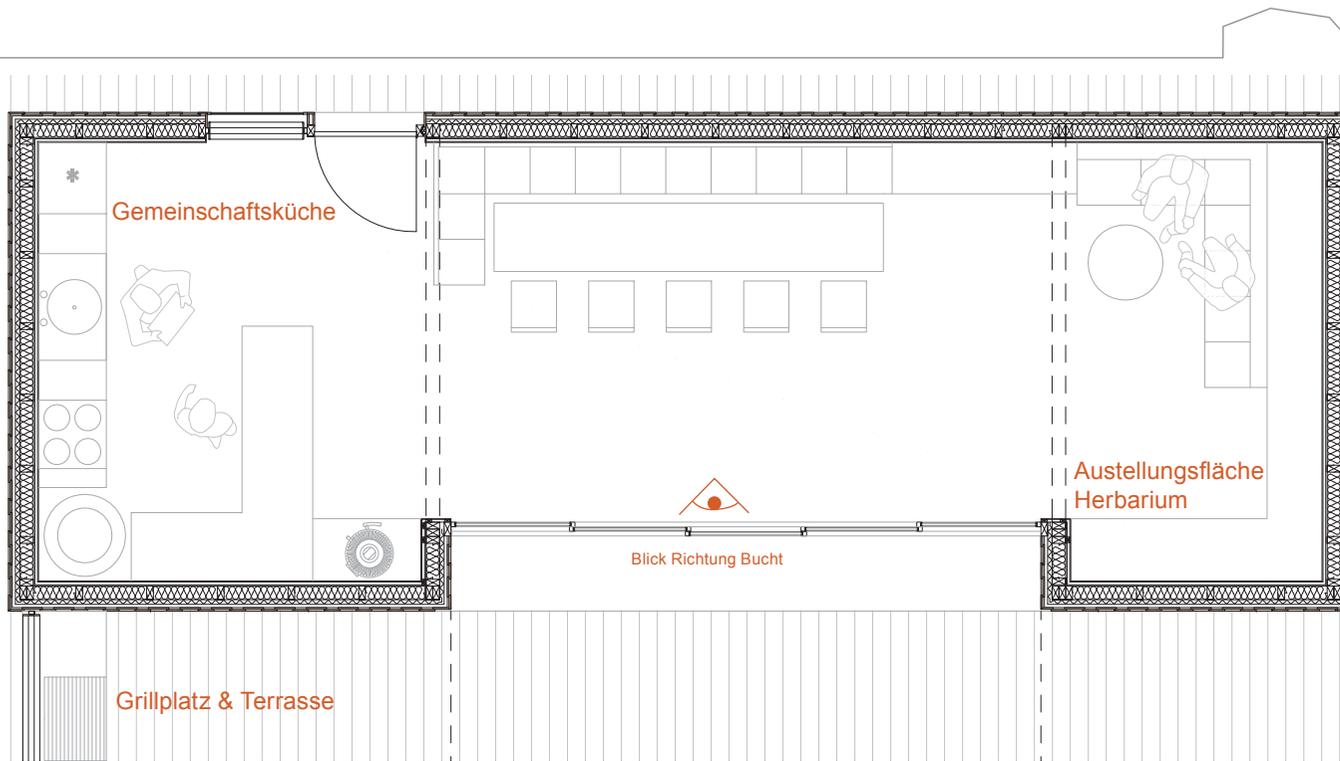
### Profil

- Zwei Schlafzimmer für zwei Ranger
- Gemeinsames Badezimmer mit Wasserspeicher, Warmwasserboiler und Komposttoilette
- Rückzugsort um zu entspannen
- Private Terrasse
- Erzeugt Strom
- Sammelt Wasser

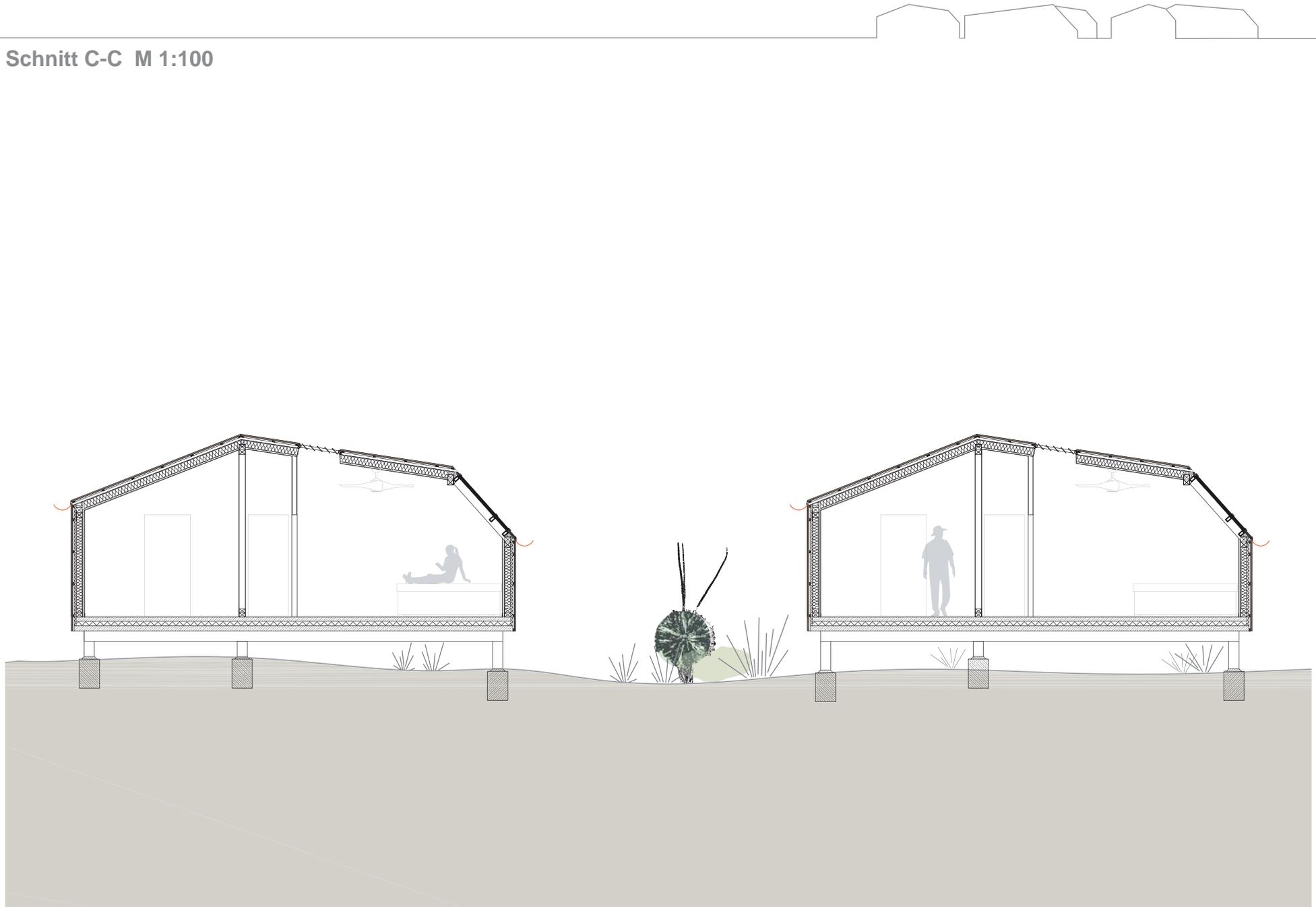
### Fakten

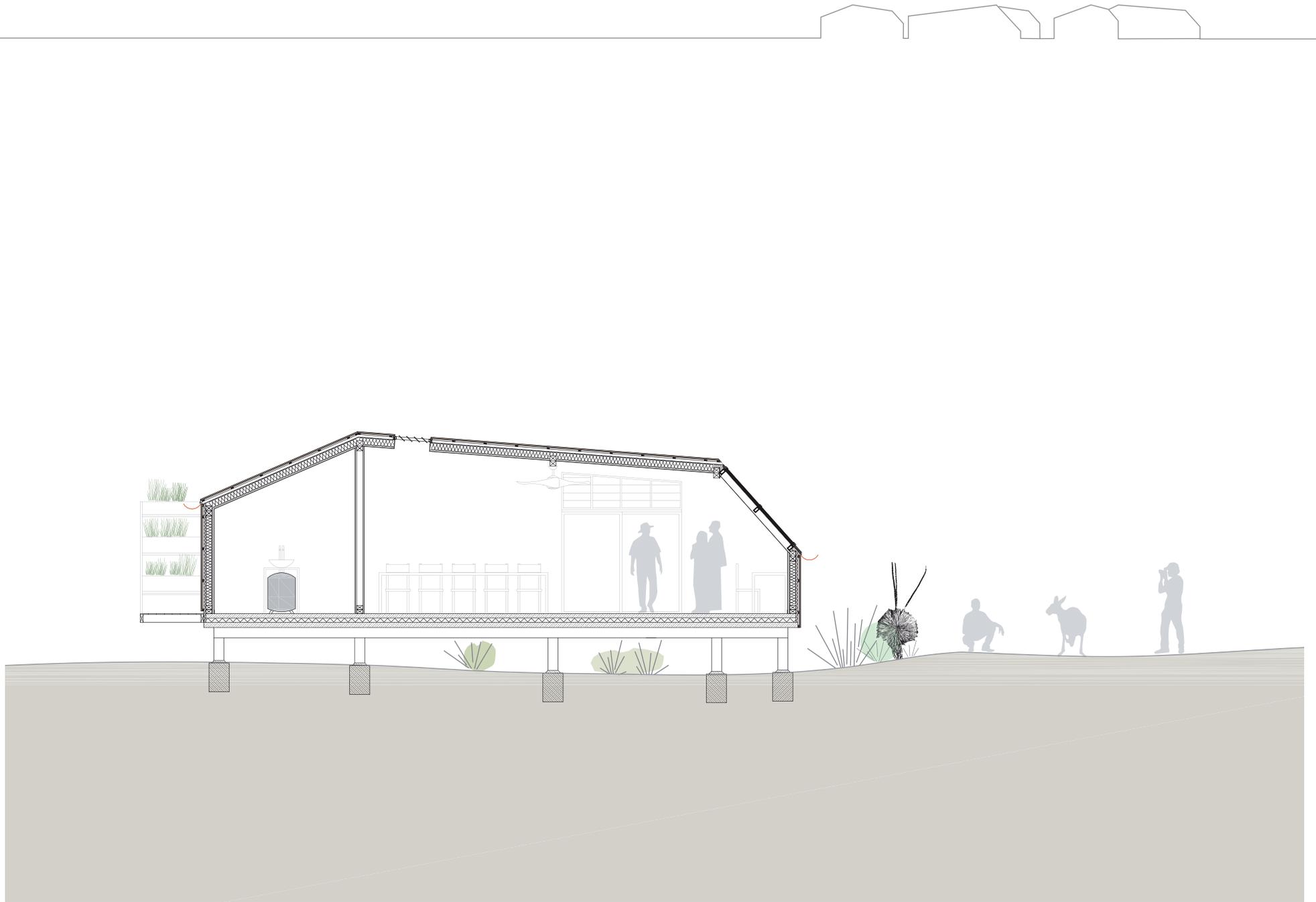
Größe: 32m<sup>2</sup>  
 Wasserverbrauch: 50 Liter pro Tag / 2 Personen  
 Stromverbrauch: 0,52 KWh pro Tag

Gerät/Betätigung	Stromverbrauch KWh	Erläuterung
Beleuchtung	0,032	6 LED-Lampen mit je 1,8W; 3 Std. in Betrieb
Ventilator	0,3	3 Ventilatoren á 20W; 5 Std. in Betrieb
Ventilator für Toilette	0,04	Lüfter 12 VDC; 2,5W; 210mA
Aufladen von Laptops, Kameras etc.	0,15	
<b>GESAMT</b>	<b>0,52 KWh/Tag</b>	

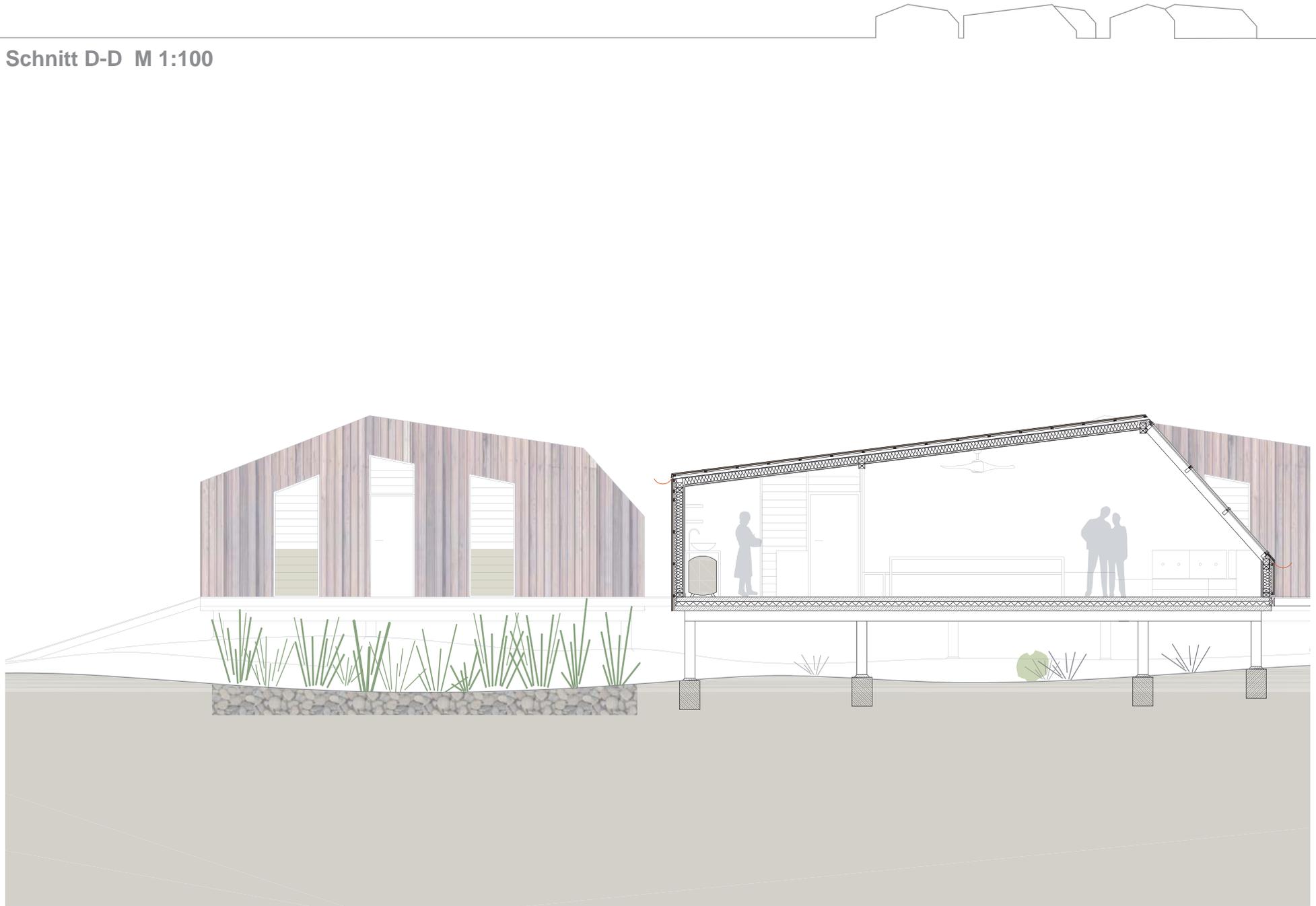


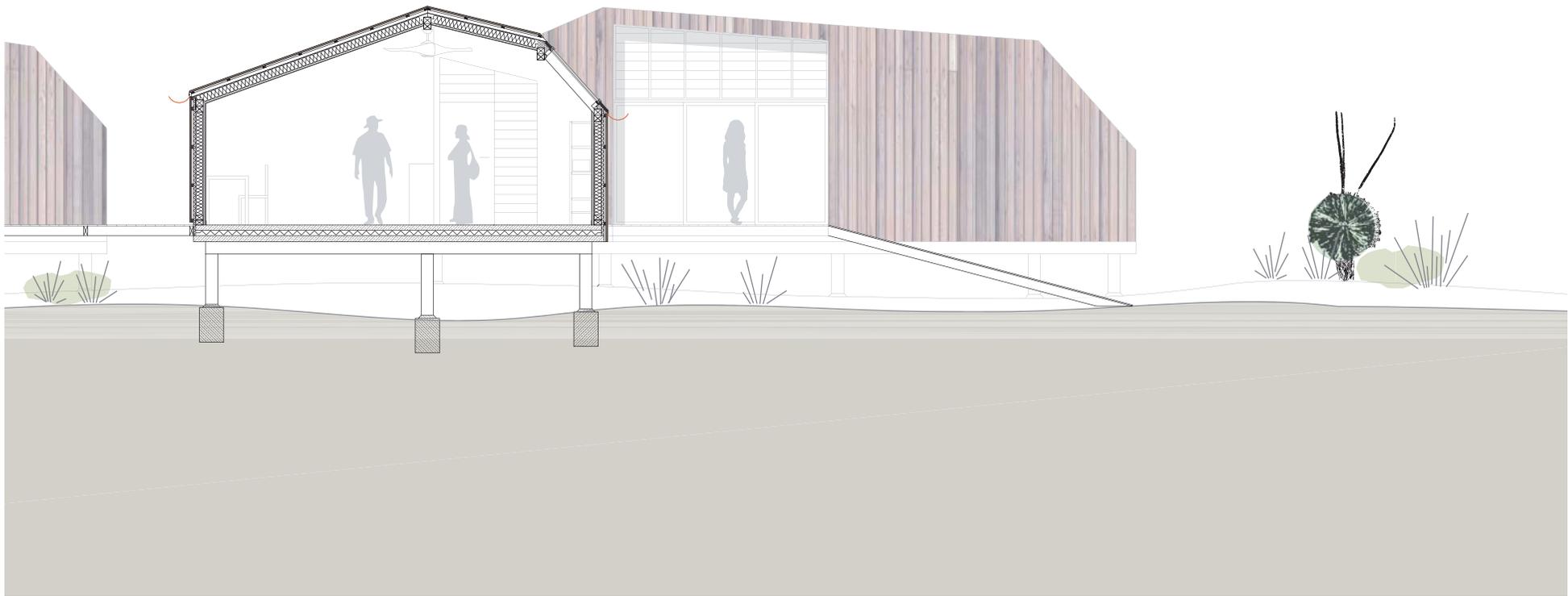
Schnitt C-C M 1:100



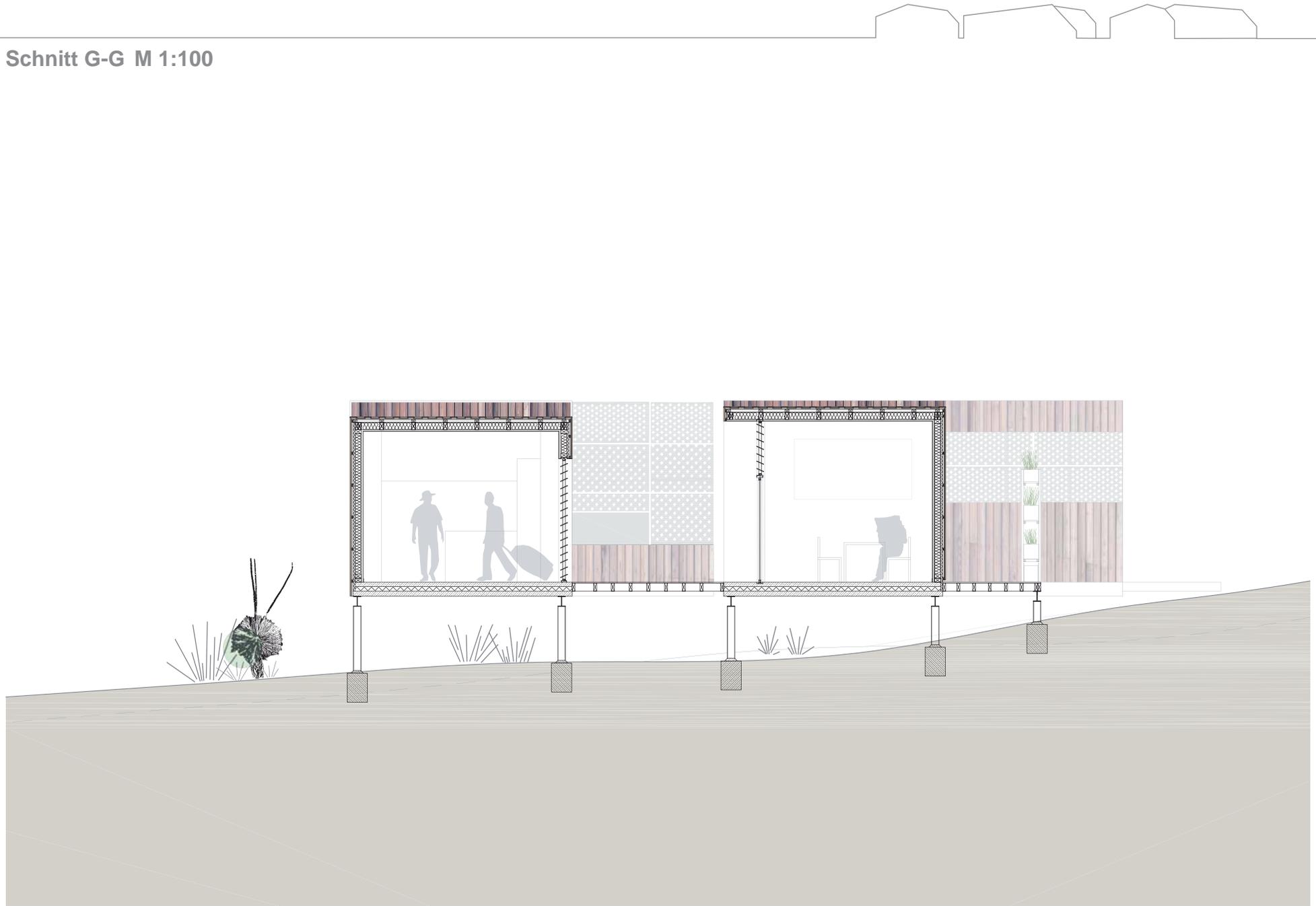


Schnitt D-D M 1:100

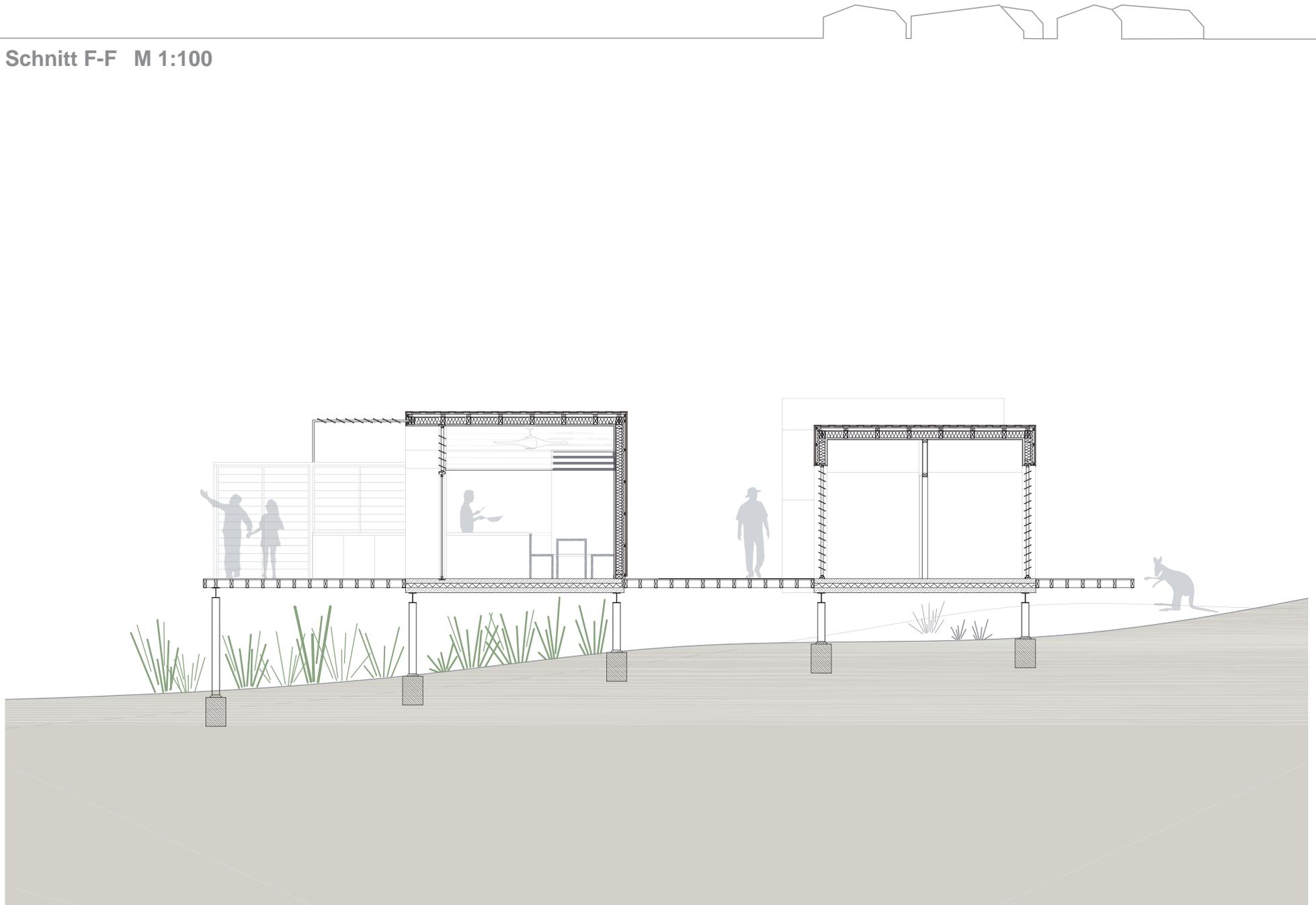




Schnitt G-G M 1:100



Schnitt F-F M 1:100

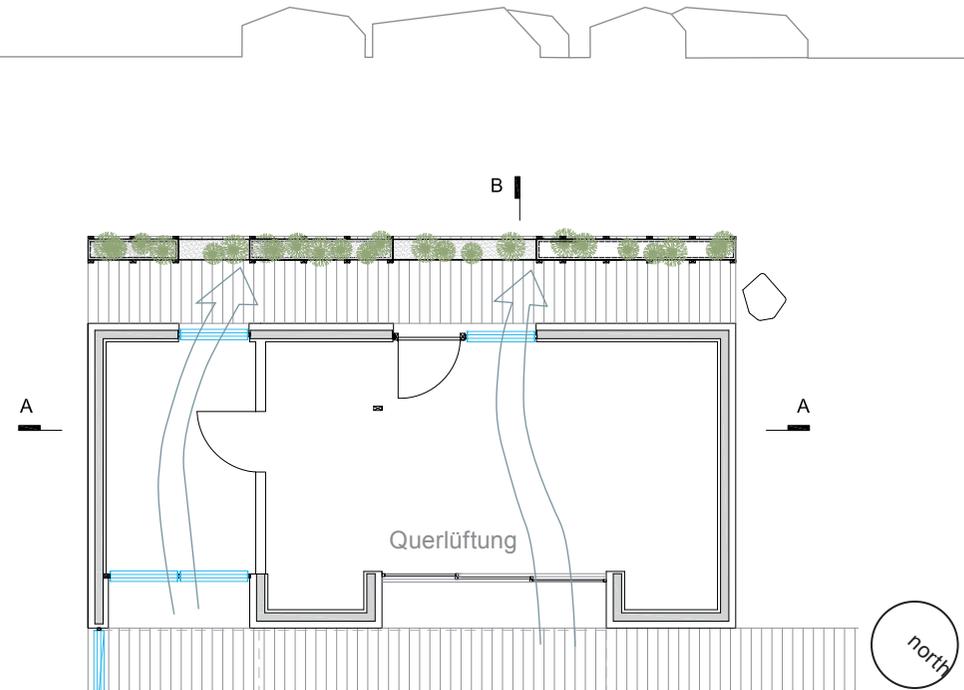
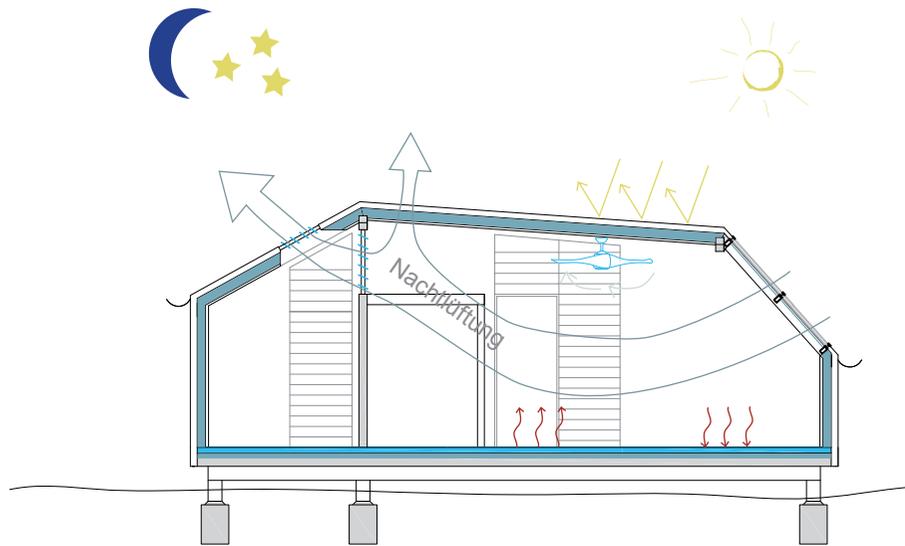


Schnitt E-E M 1:100



# Klimatisches Konzept

## Passive Kühlung - Luftzirkulation



Durch passive Kühlung wird thermischer Komfort auch ohne den Einsatz von Klimaanlage erreicht. Es ist eine umweltfreundliche und ressourcenschonende Art und Weise ein Gebäude zu kühlen und ist in allen australischen Klimazonen umsetzbar.

Passive Kühlung wird erreicht durch:

### Querlüftung - Ein-Raum Prinzip

Die Möglichkeit querzulüften ist für die passive Kühlung unumgänglich und wird durch das Konzept des Ein-Raum-Hauses unterstützt. Sommerwinde aus dem Osten werden mit Hilfe der Lamellenfenster eingefangen und sorgen dafür, dass immer eine leichte Brise durch das Haus weht.

### Wärmedämmung

In dieser gemäßigten Klimazone ist die Reduzierung der Wärmeverlust wie auch der Schutz vor Überhitzung gleichbedeutend. Die Dämmschicht umhüllt das ganze Gebäude und schützt, in Kombination mit einer 3-fach Isolierverglasung, vor sommerlicher Überhitzung.

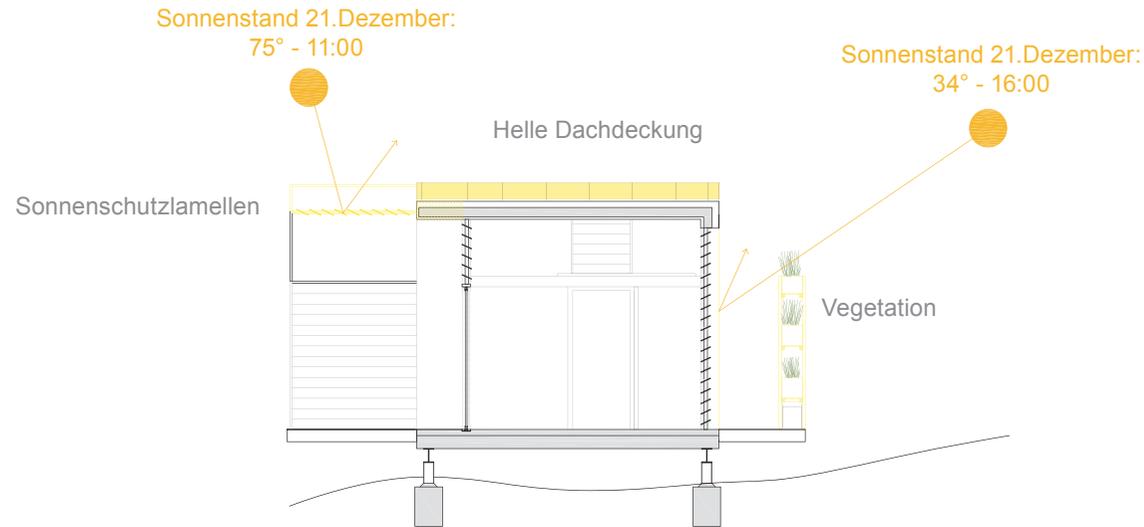
### Thermische Masse

Die Bodenplatte aus Beton hat eine hohe thermische Speicherkapazität, die dazu beiträgt das Raumklima zu regulieren. In den heißen Sommermonaten absorbiert die Bodenplatte die Hitze und hilft so das Haus kühl zu halten. Dies funktioniert aber nur in Verbindung mit ausreichender Dämmung und Beschattung des Hauses. In der Nacht wird die gespeicherte Wärme wieder abgegeben und durch entsprechende Belüftung abgeführt - das Haus kühlt wieder aus - **Nachkühlung**

Um die Effizienz der thermischen Masse zu steigern, wird die Betonplatte nicht mit einem Fußbodenbelag verdeckt. Die Oberfläche wird nur poliert und ermöglicht so ein besseres Zusammenspiel zwischen dem Raum und der Speichermasse. Wichtig ist es auch, die Speichermasse innerhalb der gedämmten Gebäudehülle zu positionieren.

**Deckenventilator** - Allein durch die Bewegung der Luft fühlt sich die Lufttemperatur für Menschen geringer an.

## Passive Kühlung - Sonnenschutz



Einen wesentlichen Beitrag zur passiven Kühlung leisten Maßnahmen zum Sonnenschutz, die je nach Orientierung anders gestaltet werden müssen.

### Nord-Ost

Die Gebäude öffnen sich mit großen Glasscheiben Richtung Nord-Ost mit Blick auf die Bucht. Das auskragende Dach, sowie zusätzliche Sonnenschutzlamellen verschatten die Fassade und die Glasflächen und blocken so die hochstehende Sommersonne.

### Nord-West

Die Nord-West Fassade wird von Photovoltaikflächen dominiert. Die Photovoltaikmodule sind semitransparent, mit einer Lichtdurchlässigkeit von 20%, sie können nicht von außen verschattet werden, es gibt daher einen Sonnenschutz im Rauminnen.

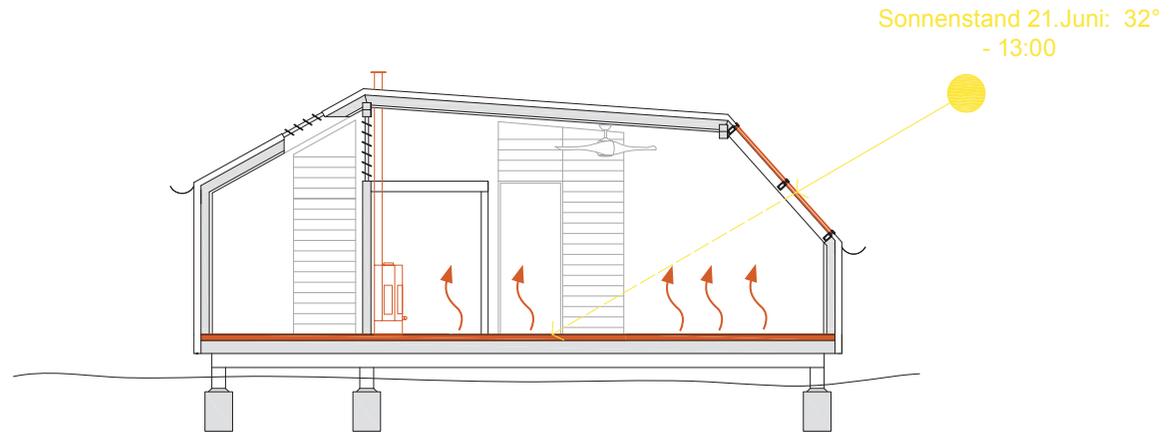
### West

Die Pflanzen der Filteranlage schützen auch die nach Westen orientierte Fassade vor Überhitzung. Die Fensterflächen werden zusätzlich mit einem sehr feinmaschigem Gitter beschattet damit die tiefstehende Sonne nicht eindringen kann.

### Dach

Die helle Dachdeckung ist eine zusätzliche Maßnahme um vor Überhitzung zu schützen.

## Passive Heizung



Die Winter in Lucky Bay sind eher mild. Es gibt keine Frosttage und ein eigenes Heizsystem ist nicht erforderlich.

### Wärmedämmung

Die vollständig gedämmte Gebäudehülle sowie die Isolierverglasung verhindern Wärmeverluste im Winter.

### Öffnungen nach Norden

Für die passiven Solargewinne sind hauptsächlich die Fensterflächen Richtung Norden entscheidend. Es gilt jedoch die richtige Balance zwischen Schutz vor sommerlicher Überhitzung und der notwendigen Sonneneinstrahlung im Winter zu finden. Die im Nordosten angebrachten Lamellen blocken die Sommersonne, sind jedoch so geneigt, um die tieferstehende Wintersonne in das Gebäude zu lassen. Auch die semitransparente Photovol-

taikfläche im Nordwesten trägt dazu bei, die solaren Erträge zu steigern.

### Betonplatte als thermische Masse

Im Winter wird die Bodenplatte durch die Sonneneinstrahlung im Norden erwärmt, gibt die Wärme während der Nacht wieder ab und hilft so das Haus warm zu halten. Wie bereits erwähnt funktioniert dieses Prinzip nur in Verbindung mit einer ausreichenden Wärmedämmung (siehe: Passive Kühlung).

### Zusatzheizung: Holzofen

Die solaren Einträge sind nicht groß genug um das Haus ausreichend warm zu halten. Als zusätzliche Wärmequelle wird daher ein Holzofen miteingeplant.

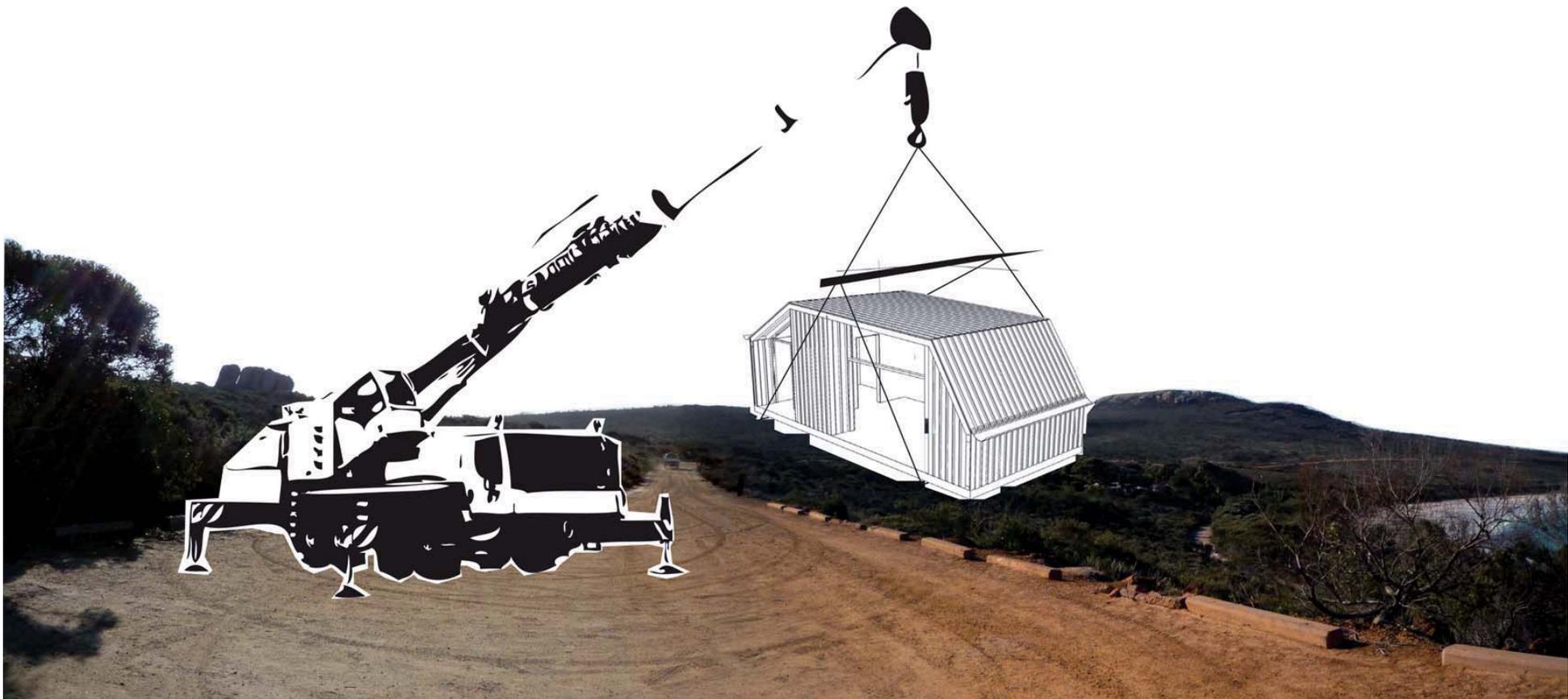
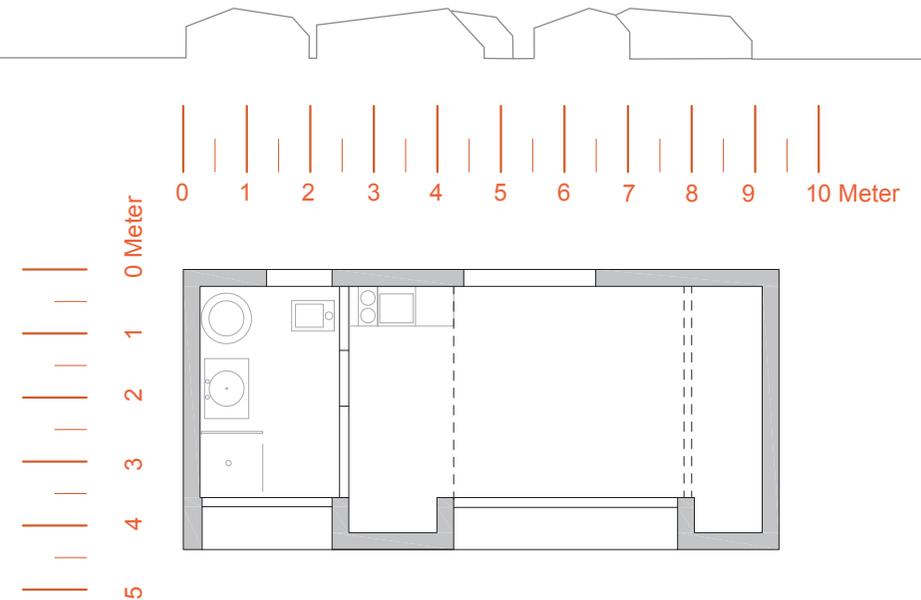


Abb.79



## Vorfertigung

Auf Grund der besonderen und abgelegenen Lage des Bauplatzes ist ein hoher Grad an Vorfertigung der einzelnen Gebäude von großem Vorteil.

Um die Natur durch Bauarbeiten so wenig wie möglich zu beeinträchtigen sollen die Gebäude bereits als fertige Raumzellen nach Lucky Bay geliefert werden. Ein weiterer Grund dafür ist auch das Fehlen jeglicher Infrastruktur vor Ort.

Die einzelnen Raumzellen werden in Esperance vorgefertigt und dann mit LKWs bis nach Lucky Bay gebracht. Vor Ort sollte so wenig wie möglich gearbeitet werden, es müssen jedoch Punktfundamente vorbereitet werden, auf denen die Raumzellen schließlich abgesetzt werden.

Den Transport auf ein singuläres Ereignis zu reduzieren ist sparsamer und umweltfreundlicher als dutzende Projektbeteiligte über einen längeren Zeitraum nach Lucky Bay pendeln zu lassen.

Um das leere Volumen der Häuser nicht ungenutzt zu lassen, werden Elemente, die erst vor Ort aufgebaut werden können, in den Gebäuden transportiert. Jedes einzelne Haus fungiert also

als Container für Terrassenelemente, Pflanzentröge und Plattformen für den Gemüseanbau. Es gibt 20 Gebäude und somit auch 20 Container, in denen all diese Elemente untergebracht werden können.

Maximale Abmessungen für den Transport:

Länge: 14,4 Meter

Breite: 4,6 Meter

Höhe: 4,2 Meter

# Gebäude = Raumzelle = Container

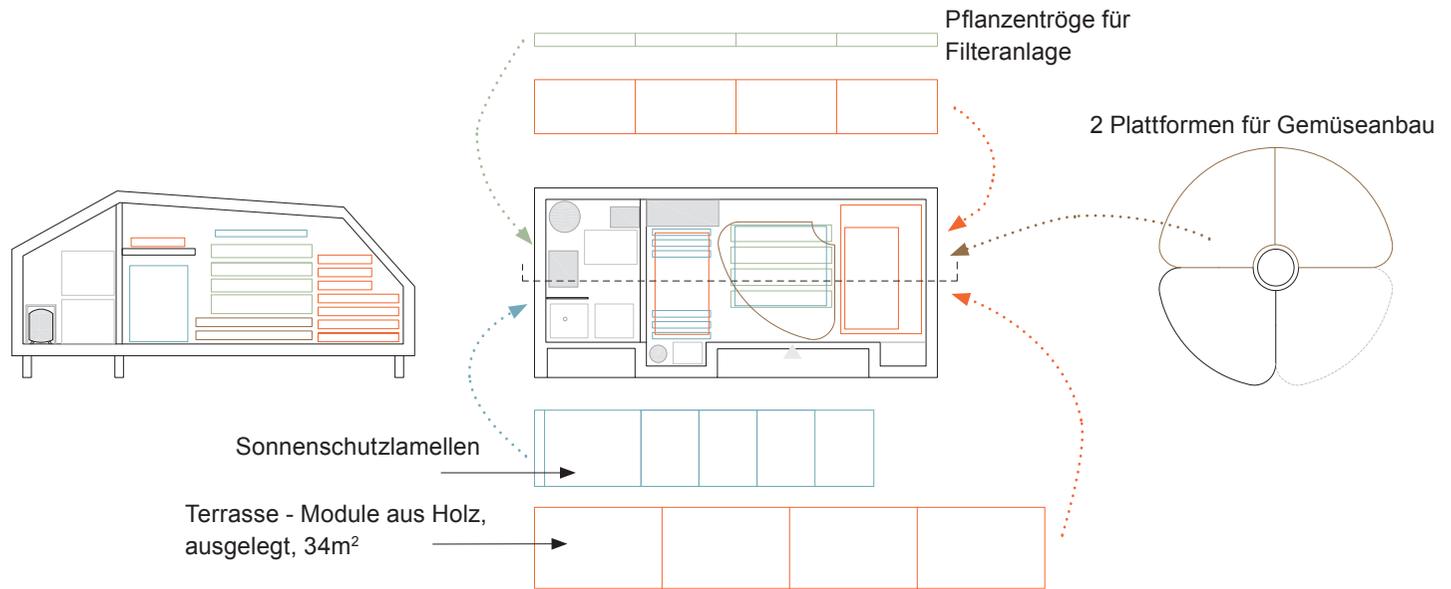
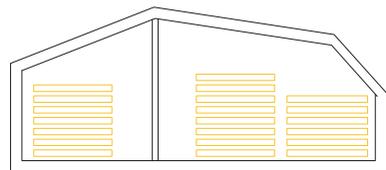
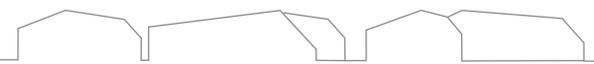
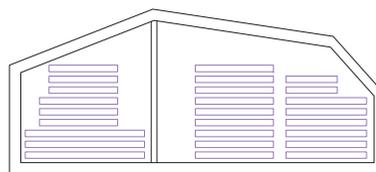


Abb.80 Eine Wohnunit als Container

- Einbaumöbel
- Möblierung - in Kartons verpackt

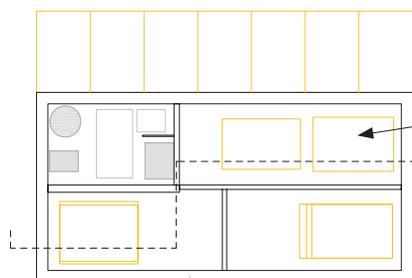
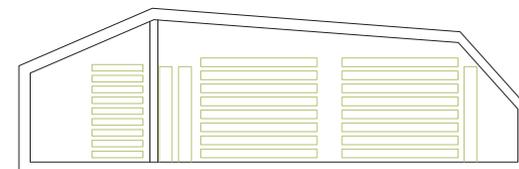


26 Terrassenmodule: 61,2 m<sup>2</sup>

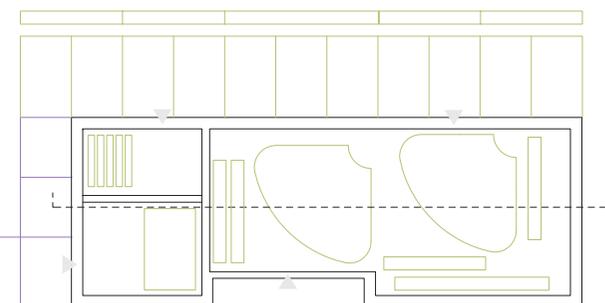
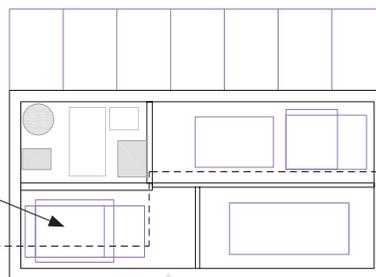


34 Terrassenmodule: 89,1 m<sup>2</sup>

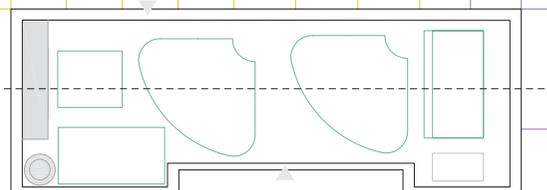
14 Terrassenmodule: 30,5 m<sup>2</sup>  
 + 16 Plattformen  
 + Pflanztröge für die Filteranlage  
 und den Botanischen Garten



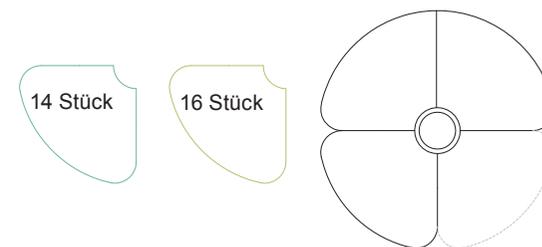
Terrassen-  
module für  
den Transport  
verpackt



Terrasse - Module aus Holz,  
ausgelegt



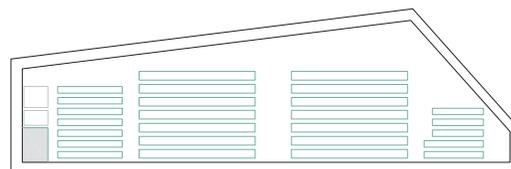
19 Terrassenmodule: 52 m<sup>2</sup>  
 + 14 Plattformen



Plattformen für den Gemüseanbau

Abb.81

-  Einbaumöbel
-  Möblierung - in Kartons verpackt





### Holzrahmenbau

Die Holzrahmenbauweise ist eine wirtschaftliche und sehr einfache Bauweise und soll die Schlichtheit des gesamten Projektes unterstreichen. Ebenso eignet sich diese, bereits standardisierte Bauweise sehr gut um einen hohen Grad an Vorfertigung zu erreichen.

Die Tragkonstruktion der Holzrahmenbauweise besteht aus einem stabförmigen Traggerippe aus Kanthölzern und einer das Traggerippe stabilisierenden Beplankung. Vertikale Lasten aus dem Dach werden von dem Traggerippe übernommen, während die Beplankung aus Holzwerkstoffplatten die Horizontallasten, die aus Wind- und Stabilisierungskräften entstehen, abträgt. Das Ausknicken der tragenden Holzständer wird durch die Beplankung verhindert. Die aussteifenden Wände werden in der Bodenplatte aus Beton, über die Verschraubung der Elementschwelle, verankert.

#### Wandaufbau:

Die Holzständer haben eine Abmessung von 60/120mm und einen Rasterabstand von 625mm. Die Wärmedämmung liegt zwischen den Holzständern mit einer zusätzlichen Dämmschicht an der Außenseite um Wärmebrücken vorzubeugen.

Das Traggerippe wird auch außen vollständig verkleidet, als Fassadenverkleidung wurde eine vertikale Schalung aus Holzlatten gewählt. Alle tragenden Bauteile, wie auch die Fassade bestehen aus Grey Ironbark, einer sehr widerstandsfähigen, australischen Holzart (siehe: Materialien).

### Pfettendach

Zur Umsetzung der asymmetrischen Satteldächer wurde eine Pfettenkonstruktion gewählt. Die Sparren liegen nur auf den Pfetten auf, die wiederum von der Holzrahmenkonstruktion getragen werden. Die senkrechten Lasten werden unmittelbar auf die darunter liegenden Giebelwände abgetragen. Die Pfetten sind durch die Sparren miteinander verbunden, dadurch bildet sich von der Fusspfette bis zur Firstpfette zusammen mit den Wänden ein unverschiebbares Dreieck. Um die Queraussteifung zu gewährleisten ist eine entsprechende Verankerung der Pfetten mit den Wänden und eine ausreichende Verbindung zwischen Pfetten, Sparren und Wänden notwendig.

Es sind keine Schneelasten, nur Windlasten zu berücksichtigen. Die Dachfläche wird durch Holzwerkstoffplatten, die Scheiben bilden, ausgesteift.

Für die Dimensionierung der Pfetten und Sparren wurde eine Faustregel zur Ermittlung der Holzdicken herangezogen:

$$\text{Sparrenhöhe} = 5 + 2L \quad (L = \text{freie Länge des Holzes in m})$$

$$\text{Pfettenhöhe} = 9 + 2L$$

Daraus ergeben sich Holzabmessungen der Pfetten mit 200/120mm und der Sparren mit 140/80mm.

#### Quelle:

„Holzbau mit System“, Josef Kolb  
Herausgegeben von Lignum -  
Holzwirtschaft Schweiz, Zürich  
DGfH - Deutsche Gesellschaft für  
Holzforschung, München  
Birkhäuser

„Frick/Knöll Baukonstruk-  
tionslehre 2“, D. Neumann,  
U. Weinbrenner, U. Hestermann,  
L. Rongen  
Teubner Verlag

- 1 Dachsparren
- 2 Pfetten
- 3 Holzrahmen: Holzständer mit innenliegender Beplankung, Rasterabstand = 625mm
- 4 Bodenplatte aus Stahlbeton
- 5 Stahlträger
- 6 Stahlstütze

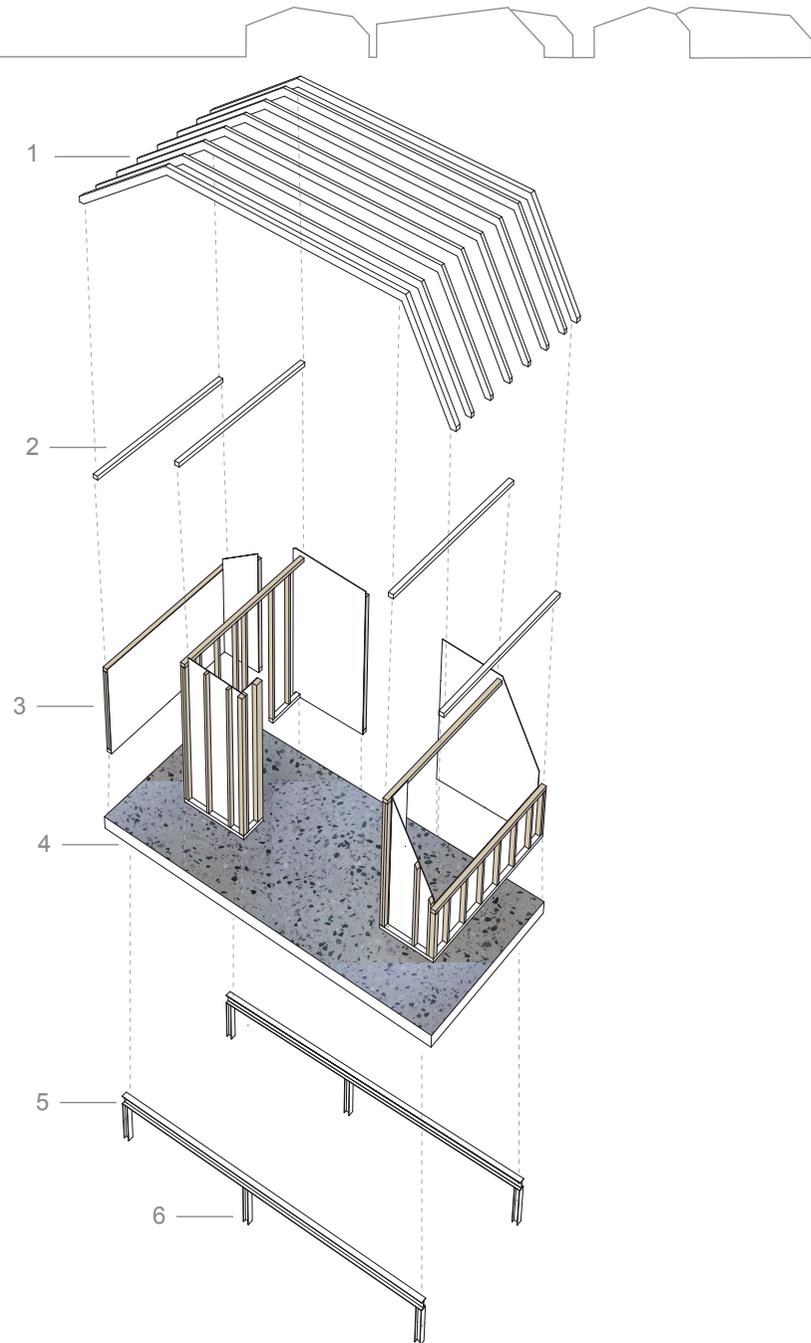


Abb.82 Explosionszeichnung des Tragwerkes

## Detail

- |   |  |
|---|--|
| <p>1 Dachaufbau:<br/>         Boden-Deckel Schalung, Hartholz<br/>         - Grey Ironbark, unbehandelt,<br/>         16/140mm bzw. 16/180mm<br/>         Konterlattung 24/48mm<br/>         Durchlüftung 50mm<br/>         Unterdach 5mm<br/>         Sparren, dazwischen Wärmedäm-<br/>         mung 140/80mm<br/>         Luftdichtung<br/>         Dampfbremse<br/>         Lattung 24/48mm<br/>         Gipskartonplatte 8mm</p> | <p>- Grey Ironbark, unbehandelt,<br/>         16/140mm bzw. 16/180mm<br/>         Konterlattung 28/48mm<br/>         Folie<br/>         Wärmedämmung, Schafwolle 40mm<br/>         Holzrahmen: Holzständer, Hartholz -<br/>         Iron Bark, dazwischen Wärmedäm-<br/>         mung, 120/60mm<br/>         Dampfbremse<br/>         OSB-Platte 12mm<br/>         Lattung 24/48mm<br/>         Gipskartonplatte 8mm</p> |
| <p>2 Pfette 200/120mm<br/>         3 Sonnenschutz, innenliegend<br/>         4 CIS Dünnschicht-<br/>         Photovoltaikmodule, semitranspa-<br/>         rent, Rautenmuster, Lichtdurchläs-<br/>         sigkeit 20%</p>  | <p>6 Bodenaufbau:<br/>         Betonplatte (oberflächenbehandelt)<br/>         80mm<br/>         Wärmedämmung 80mm<br/>         Stahlbetonplatte 100mm<br/>         Stahlträger</p>  |
| <p>5 Wandaufbau:<br/>         Boden-Deckel Schalung, Hartholz</p>   | <p>7 Stahlstütze<br/>         8 Punktfundament, Stahlbeton</p>   |

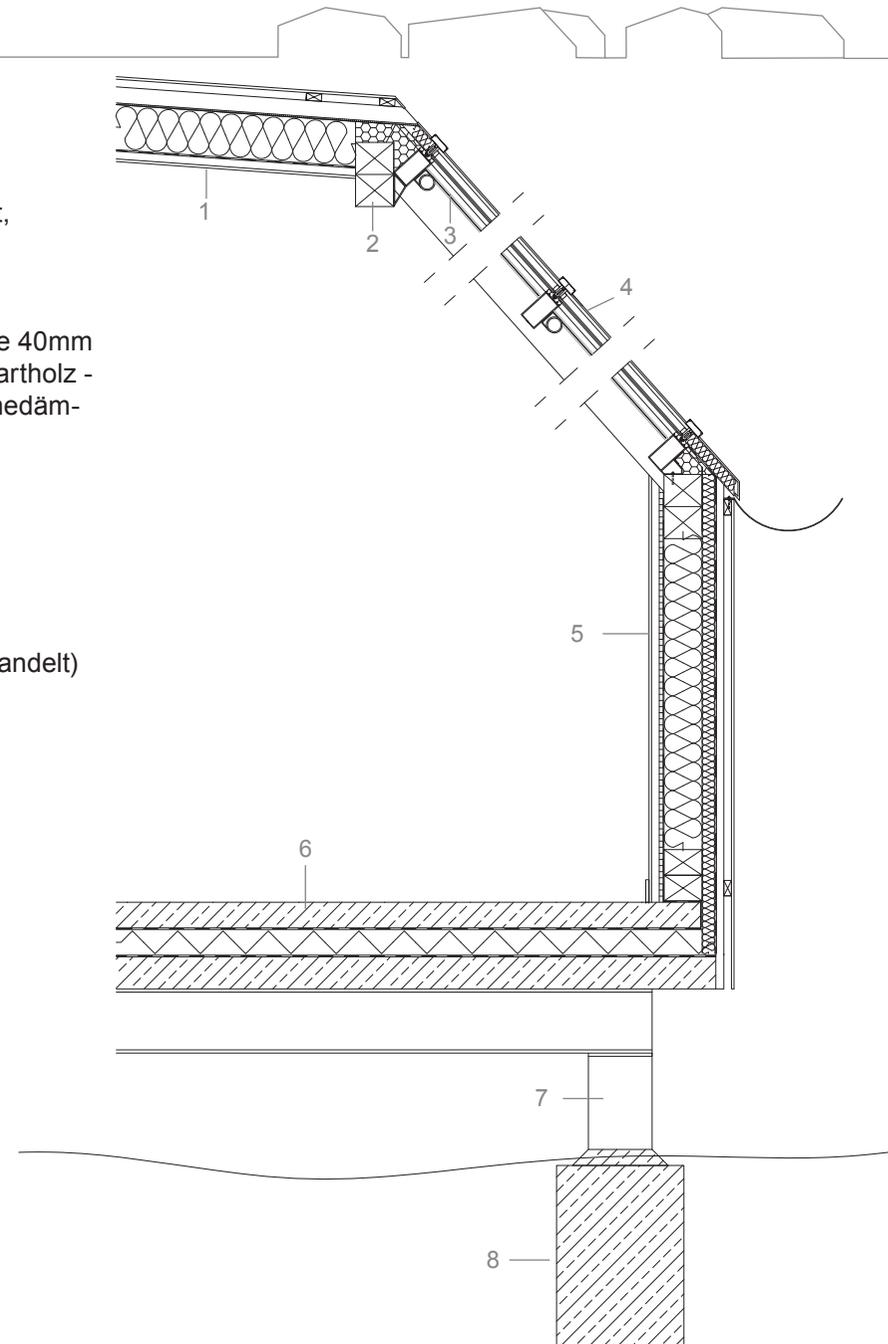


Abb.83 Detail - Fassadenschnitt der Wohnunit



## Traditionelle Baumaterialien in Australien

Die Aborigines, die Ureinwohner Australiens, besiedelten vor ca. 50 000 Jahren den Kontinent. Sie lebten als Nomaden, ihre Hütten bestanden aus Zweigen, Baumrinde des Melaleucabaumes, Gras und Schilf. Die Aborigines fanden ihre Stätten in der Natur bereits fertig vor, was architektonische Bauten überflüssig machte.

Die ersten Bauten europäischer Siedler (1788) bestanden aus Materialien die vor Ort verfügbar waren. Wände bestanden aus einem Flechtwerk mit Lehm (wattle and daub), für das Dach verwendete man Baumrinde des Iron Bark und Schilf. Die Rinde des Melaleuca war weniger wetterfest, eignete sich aber gut als Wärmedämmung für Wände und Decken.

Für die Dachdeckung wurde auch importiertes Wellblech (corrugated iron) verwendet, welches sich zu einem traditionellen Baumaterial in Australien entwickelte.

Mit der Verfügbarkeit von besseren Werkzeugen wurde Hartholz aus heimischen Wäldern zu einem wichtigen Baumaterial. Besondere Verwendung fand das Holz der Kiefer (Cyprus pine), weil es sich als widerstandsfähig gegen Termiten erwies.

Beeinflusst von den Briten wurden viele Häuser ab ca. 1840 im viktorianischen Stil, aus rotem und blauem Sichtmauerwerk errichtet. Die Fassadenansicht war symmetrisch, der Eingang in der Mitte, das Dach bestand aus Wellblech und eine Veranda hatte die wichtige Funktion, das Haus zu beschatten.

Während der frühen Moderne wurden Häuser erstmals aus Beton errichtet, ebenso bestanden Wände aus roten oder cremefarbenen Ziegeln, die Dächer waren mit Terracotta-Schindeln gedeckt.

Ein durchschnittliches australisches Einfamilienhaus ist eher sparsam in seiner Konstruktion, besteht entweder ganz aus Ziegeln, aus Holz oder einer Kombination aus beidem.

## Auswahl der Baumaterialien

Ein Prinzip der ökologischen Bauweise ist es, lokale Baumaterialien zu verwenden, sowie bei der Auswahl der Baustoffe auf deren Umweltverträglichkeit in punkto Herstellung, Performance und Entsorgung zu achten.

In Westaustralien gestaltet sich die Umsetzung dieser Prinzipien etwas schwierig, da es keine Bauindustrie gibt und sehr viele Baumaterialien entweder von der Ostküste Australiens, oder aus Asien bezogen werden.

Auch der Anspruch auf einen hohen Vorfertigungsgrad engt die Materialauswahl ein.

Mit der Entscheidung, Holz für die Tragstruktur und die Fassadenverkleidung zu verwenden, wurde ein ökologisches und in Westaustralien heimisches Material gewählt.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Australian\\_residential\\_architectural\\_styles](http://en.wikipedia.org/wiki/Australian_residential_architectural_styles)



Abb.84 Ironbark



Abb.85 Semitransparente Photovoltaikzellen

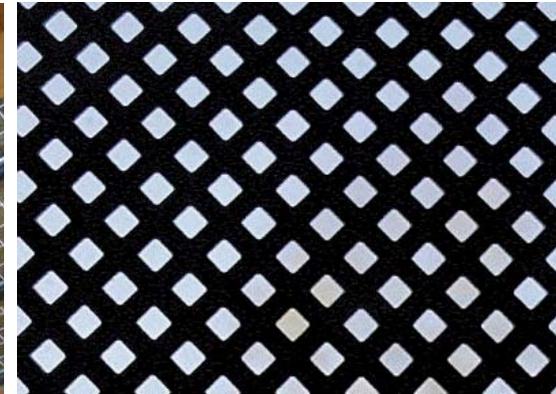


Abb.86 CIS Dünnschichtzellen - Rautenmuster

## Holzrahmen

### Grey Ironbark

Die tragende Konstruktion der Wände und des Daches besteht aus Grey Ironbark, einem in Australien heimischen Hartholz. Ironbark ist eine Eucalyptusart und bekannt als sehr hartes, kompaktes und beständiges Holz, besonders seine Widerstandskraft gegen Termiten machen es zu einem geeigneten Bauholz für dieses Projekt.

Botanischer Name	Eucalyptus paniculata
Farbe	Von Hellgrau bis Hellbraun zu Dunkelbraun
Festigkeitsklasse:	1
Härte	16,3 KN
Dichte	1100 kg/m <sup>3</sup>
Termitenresistent	JA
Verwendung	Bauwesen - Rahmenbau, Fußböden, Beplankungen, Pfähle ; Bootsbau, Stege und Piers am Meer

<http://www.australiansustainable-timbers.com/timberCuts.html>

[http://www.hardwood.timber.net.au/species/ironbark\\_grey.htm](http://www.hardwood.timber.net.au/species/ironbark_grey.htm)

## Außenhaut

### Dünnschicht Photovoltaikzellen - CIS Module

Die Entscheidung Dünnschichtzellen zu verwenden, beruht auf einigen Eigenschaften dieser Zellen, die für das Klima in Lucky Bay und für die Auslegung der Photovoltaikanlage besser geeignet sind als handelsüblichere Zellen aus monokristallinem Silizium.

Zwar liegt der Wirkungsgrad von CIS-Dünnschichtzellen mit 9%-11% unter dem von monokristallinen Zellen (12%-15%), der Ertrag bei diffuser Strahlung ist jedoch besser. Dies ist auch im Sinne dieses Projektes, da die Photovoltaikanlage als einzige Stromquelle dient und so auch an bewölkten Tagen genug Strom produzieren kann.

Ein weiterer Vorteil sind die erheblichen thermischen Eigenschaften in Bezug auf hohe Temperaturen, in den heißen Monaten in Lucky Bay ein wichtiger Faktor.

Die Produktion von Dünnschichtzellen ist einfacher als die von kristallinen Zellen, weniger Energie- und Materialbedarf ist notwendig.

Die Photovoltaikzellen sind in das Dach integriert und semitransparent. Die Lichtdurchlässigkeit des Rautenmuster beträgt 20%.

## Holzlattung



Abb.87 Lamellen



Abb.89 Bodenplatte aus Beton

Das Erscheinungsbild der Fassade soll einen rauen, exponierten und einheitlichen Charakter aufweisen. Dachhaut und Fassade werden mit vertikalen Holzlamellen, ebenfalls aus Ironbark, beplankt. Die unbehandelte Oberfläche wird mit der Zeit grau und zeigt so die Spuren, die Wind und Wetter in dieser rauen Umgebung hinterlassen. Da das Holz unbehandelt bleibt, entfallen ungewollte Wartungsarbeiten (Streichen der Holzlamellen), auch kann so das Wasser für den Trinkwasserbedarf bedenkenlos gesammelt werden. Würde man die Dachhaut mit behandelten Hölzern ausführen, würden schädliche Partikel in das Trinkwasser gelangen.

### Dämmung

#### Schafwolle

Die Schafzucht und der Vertrieb von Schafwolle ist einer der größten Wirtschaftssektoren in Australien. Auch im landwirtschaftlich geprägten Gebiet rund um Esperance gibt es Schafzucht. Die regional anfallende Wolle soll für die Wärmedämmung verwendet werden. Die Wolle wird zu feinen Vliesen verarbeitet und bis zur gewünschten Dicke übereinandergelegt. Um Mottenfraß zu vermeiden ist der Einsatz von Mottenschutzmitteln notwendig.

Schafwolle weist sehr gute Brandschutzwerte und Dämm-

eigenschaften (Wärmeleitfähigkeit = 0,04 W/mK) auf und ist recyclebar.

### Bodenplatte

#### Beton

Die Betonplatte dient als thermische Speichermasse, ihre Oberfläche wird poliert und bleibt im Innenraum sichtbar.

### Öffnungen

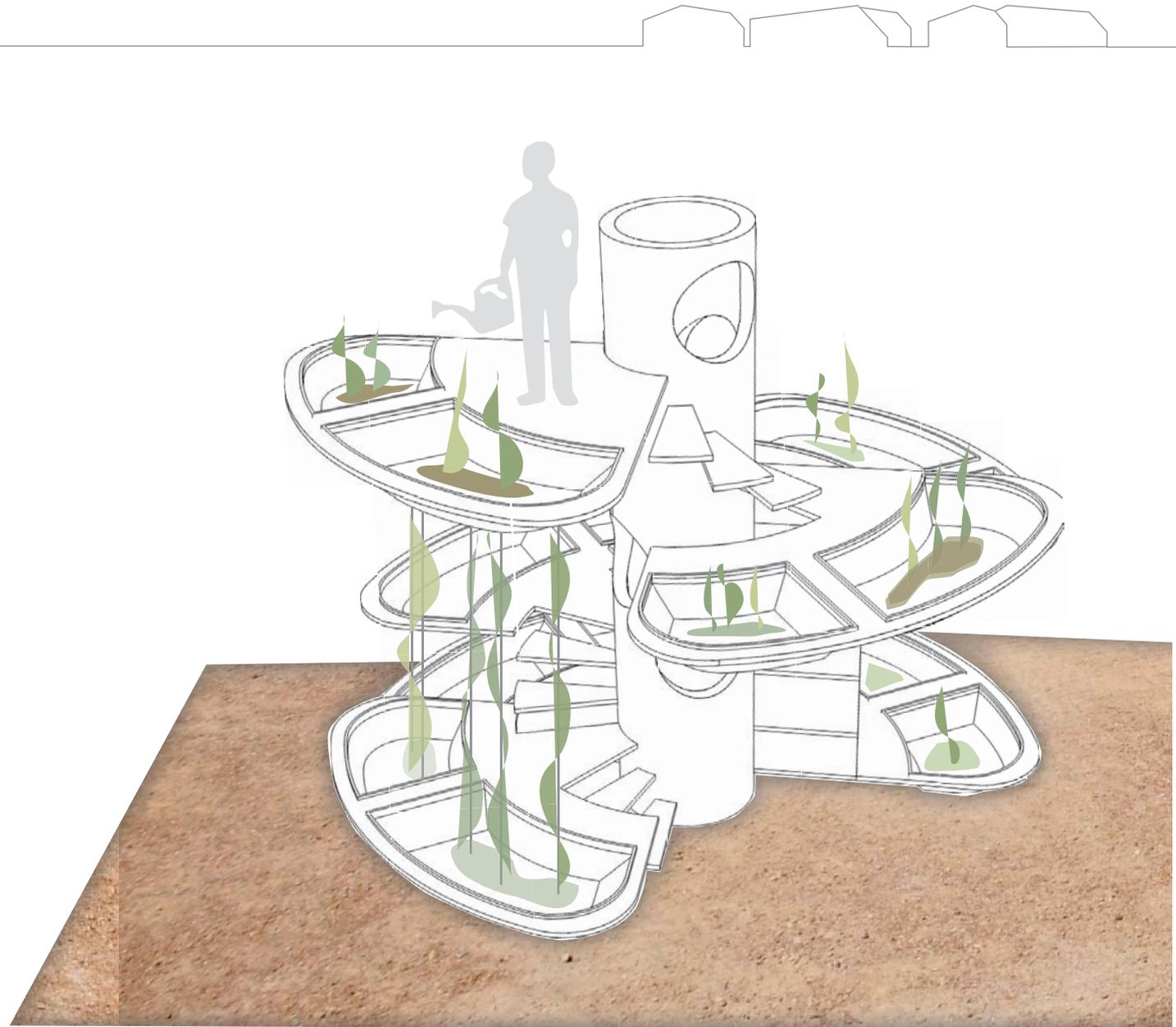
#### Lamellenfenster

Für die Lamellenfenster werden Glaslamellen mit Holzlamellen als Sichtschutz kombiniert. Sie haben den Vorteil, dass die Fensterfläche platzsparend und zu 100% geöffnet werden kann.

#### 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung

Für die großen Schiebetüren wird Isolierglas verwendet. Die Gläser sind mit einer hauchdünnen Metallbedampfung beschichtet, der Scheibenzwischenraum ist mit Edelgas gefüllt.

Quelle: „Passivhaus-Bauteilkatalog - ökologisch bewertete Konstruktionen“ IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie) - SpringerWienNewYork



Gemüseanbau Ansicht M 1:50

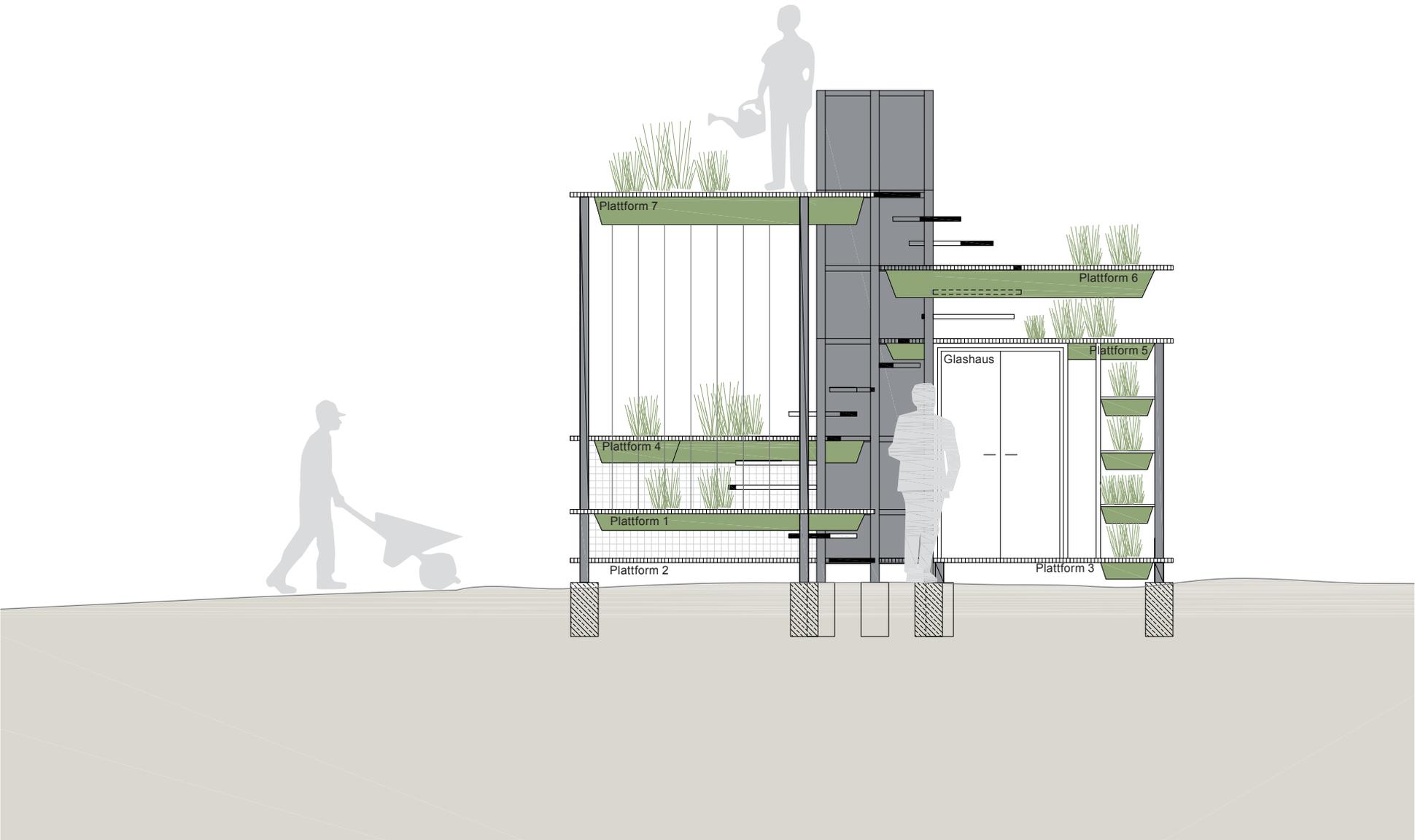




Abb.90 Wasserrohr

Die Gründe für diese Form des Gemüseanbaues wurden bereits im Kapitel „Landwirtschaft-Gemüseanbau“ erörtert.

Es wurde schließlich nach einer Möglichkeit gesucht, Gemüsebeete vertikal zu organisieren. Eine erste Idee, die Pflanzenbeete in die Gebäude zu integrieren bzw. sie Teil der Fassade werden zu lassen, wurde aus praktischen Gründen wieder verworfen.

So entwickelte sich die Gestaltung der Anbauflächen weg von einem integralen Bestandteil zu einer eigenständigen und freistehenden Struktur. Die einzelnen Gemüsebeete befinden sich auf Plattformen, die fächerförmig um eine Tragstruktur angeordnet sind. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass alle Beete ausreichend Sonnenlicht aber auch Regen bekommen - der Arbeitsaufwand und die zur Bewässerung notwendige Wassermenge wird reduziert. Für eine zusätzliche Bewässerung im Sommer wird Regenwasser gesammelt und in einem Wassertank, in unmittelbarer Nähe der Beete, gespeichert.

Um die Gemüsepflanzen vor dem kalten Wind im Winter und vor gefräßigen Tieren zu schützen, können die unteren Plattformen mit Schiebeelementen geschlossen werden.

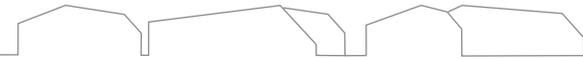
Zwischen der tiefsten und der höchsten Plattform werden Stäbe gespannt, die als Kletterhilfe für Tomaten, Stangenbohnen und Kletterzucchini dienen. Plattform zwei wird wegen ihrer niedrigen Raumhöhe als Lagerfläche für geerntetes Gemüse, für Kom-

postbehälter und als Stauraum für Werkzeuge und dergleichen genutzt. Zwischen Plattform drei und fünf gibt es ein Glashaus für Pflanzenkeimlinge. Ein Flaschenzug innerhalb der Tragstruktur hilft schwere Gegenstände auf die oberste Plattform zu bringen. Die Plattformen bestehen aus einem Gitterrost, der sie leicht und lichtdurchlässig macht.

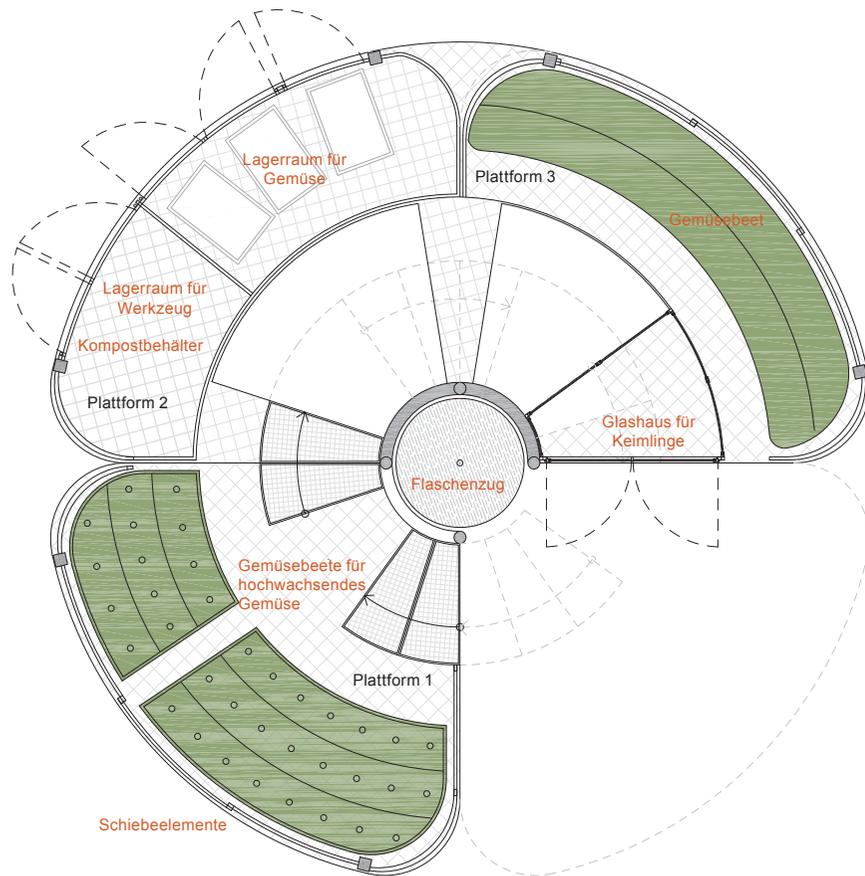
Für die Tragstruktur werden recycelte Wasserrohre verwendet, die in Australien, wo Wasser oft von sehr weit hergeleitet werden muss, mit großen Querschnitten erhältlich sind.

Insgesamt stehen 24m<sup>2</sup> Anbaufläche zur Verfügung. Um alle Gäste und Mitarbeiter mit Gemüse zu versorgen, sind neun dieser Strukturen notwendig.

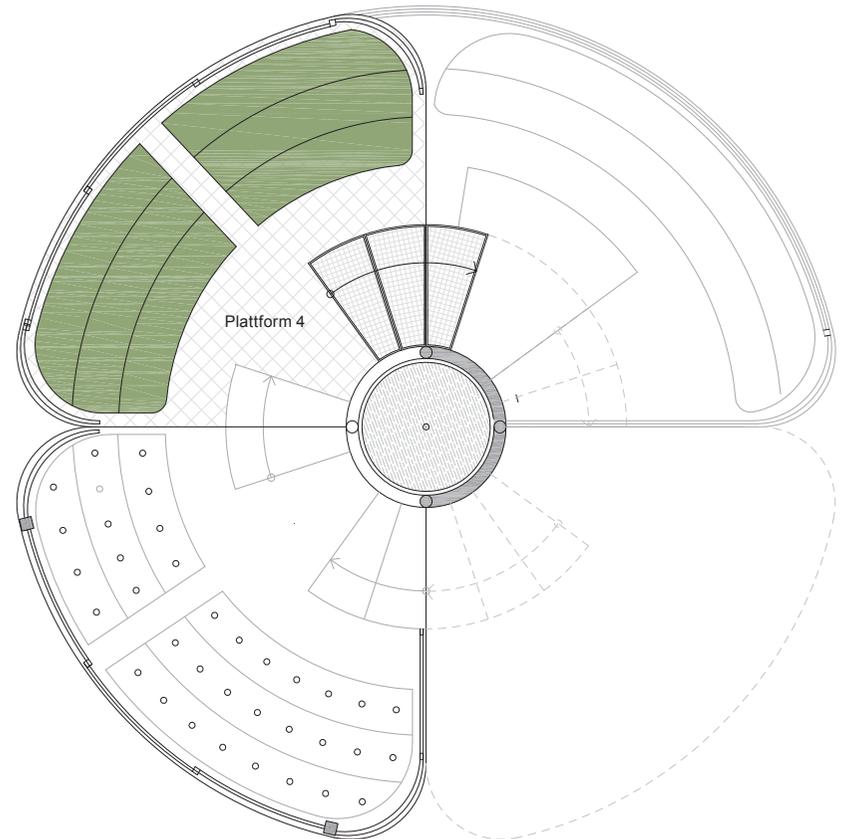
# Gemüseanbau Grundriss M 1:50

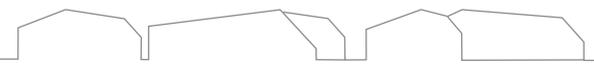


Horizontalschnitt bei 120cm

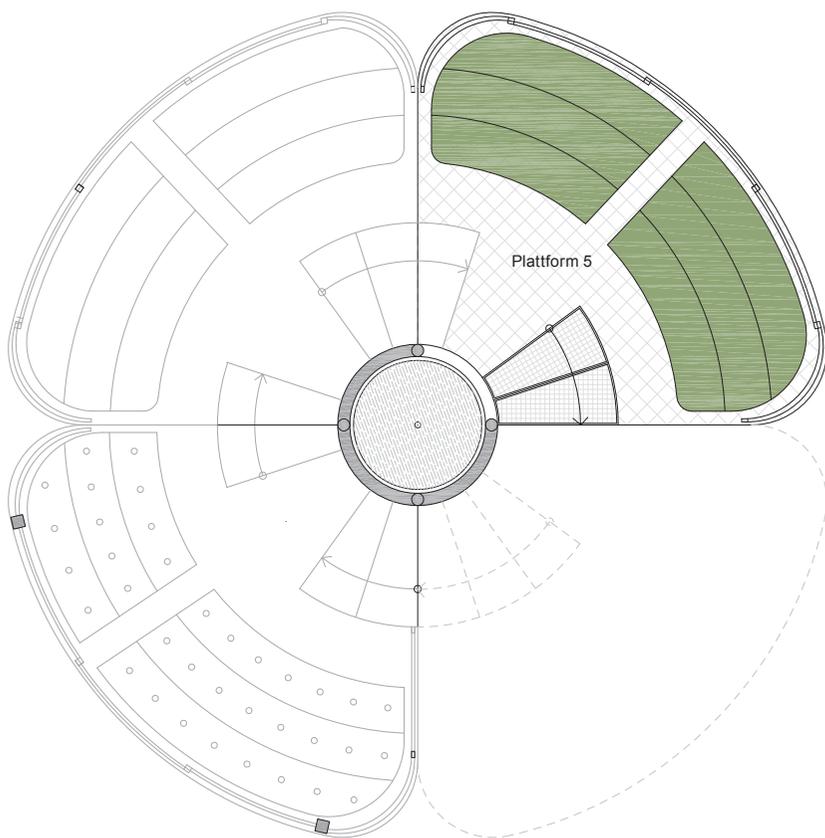


Horizontalschnitt bei 212cm

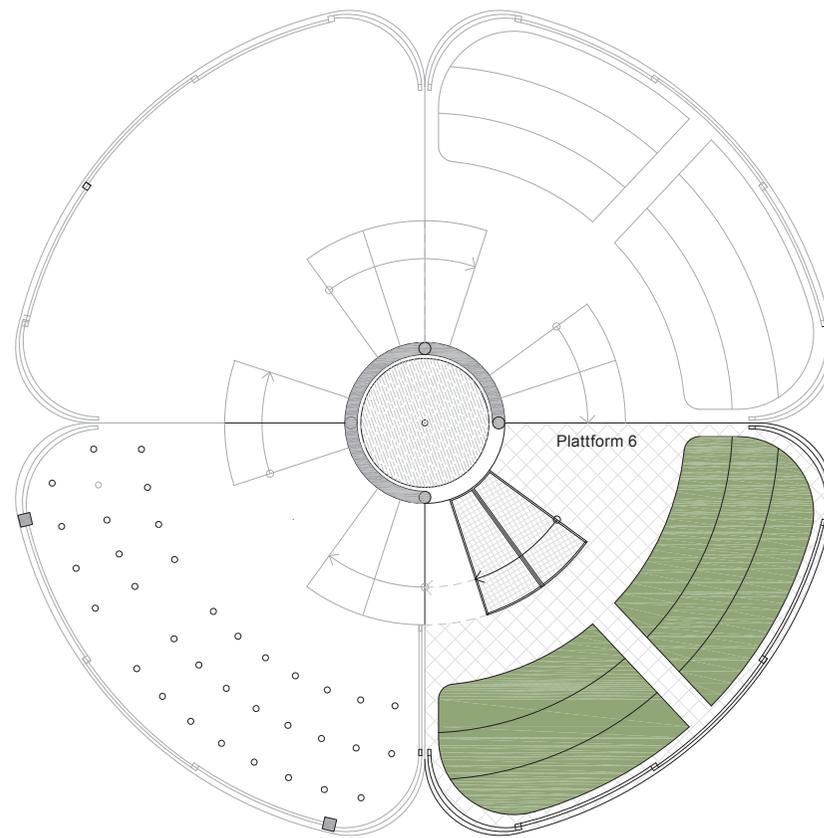


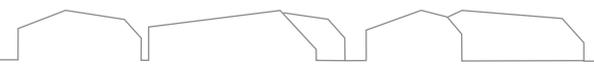


Horizontalschnitt bei 280cm



Horizontalschnitt bei 340cm





Horizontalschnitt bei 470cm

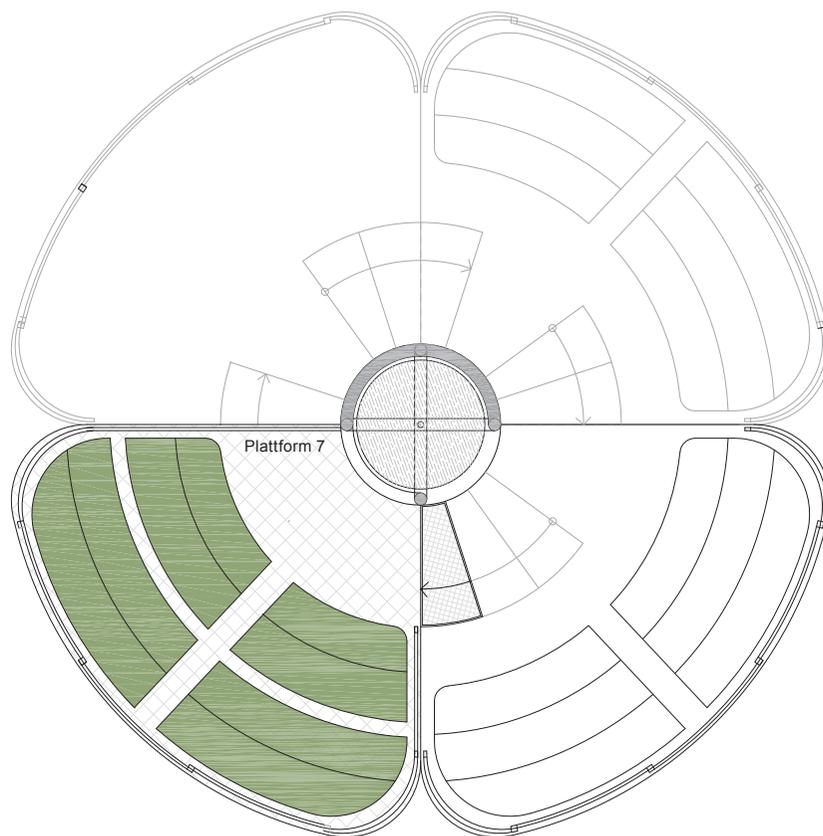


Abb.2 Postcard,© Banksia Images Pty Ltd, photography Philip Rowley

Abb.4 Foto: Peter O'Brien

Abb.6 [http://www.tourism.wa.gov.au/Publications%20Library/Industry%20Development/Infrastructure%20and%20Investment/Naturebank/Naturebank\\_Brochure\\_Final\\_Oct%202009.pdf](http://www.tourism.wa.gov.au/Publications%20Library/Industry%20Development/Infrastructure%20and%20Investment/Naturebank/Naturebank_Brochure_Final_Oct%202009.pdf)

Abb.7 <http://uniquetraveldestinations.files.wordpress.com/2009/09/karjini-eco-retreat-oz-deluxe-eco-tents-1.jpg?w=300>

Abb.8 [http://www.salsalis.com.au/assets/library/Image/gallery/285/285\\_87\\_th.jpg](http://www.salsalis.com.au/assets/library/Image/gallery/285/285_87_th.jpg)

Abb.9 Wolwedans: [http://www.wolwedans-namibia.com/images/photo\\_gallery/boulderscamp/boulderscamp03\\_thumb.jpg](http://www.wolwedans-namibia.com/images/photo_gallery/boulderscamp/boulderscamp03_thumb.jpg) © NamibRand Safaris (Pty) Ltd

Abb.10 <http://www.nikiomahe.com/architecture-design/mudgee-permanent-camping-australia-by-casey-brown-architecture/>

Abb.11 Foto von Peter O'Brien

Abb.14 <http://wwf.org.au/publications/ntsd07-sa-southern-bandicoot.pdf> Foto: K.Long

Abb.15 [http://kevinott.squarespace.com/storage/hp3.jpg?\\_\\_SQUARESPACE\\_CACHEVERSION=1262623573625](http://kevinott.squarespace.com/storage/hp3.jpg?__SQUARESPACE_CACHEVERSION=1262623573625)

Abb.16 [http://www.cosmosmagazine.com/files/imagecache/news/files/news/20081118\\_tammar-wallaby.jpg](http://www.cosmosmagazine.com/files/imagecache/news/files/news/20081118_tammar-wallaby.jpg) Credit ANU

Abb.18 [http://www.australianplants.com/images/photos/Banksia\\_speciosa\\_1.jpg](http://www.australianplants.com/images/photos/Banksia_speciosa_1.jpg)

Abb.19 Photography by K. Richardson - Image used with the permission of the Western Australian Herbarium, Department of Environment and Conservation (<http://florabase.dec.wa.gov.au/>). Accessed on Wednesday, 20 October 2010

Abb.20 Photography by C.Hortin, K.C. Richardson, K.R. Thiele & D.J. Rook- Image used with the permission of the Western Australian Herbarium, Department of Environment and Conservation (<http://florabase.dec.wa.gov.au/>). Accessed on Wednesday, 20 October

Abb.22 <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cd/Paperbark.jpg/400px-Paperbark.jpg> - Taken by Fir0002, flagstaffotos.com.au

Abb.23 Photography by G. Byrne - Image used with the permission of the Western Australian Herbarium, Department of Environment and Conservation (<http://florabase.dec.wa.gov.au/help/copyright>). Accessed on Wednesday, 20 October 2010

Abb.24 [http://wwf.org.au/publications/black-footed-rock\\_wallaby.pdf](http://wwf.org.au/publications/black-footed-rock_wallaby.pdf)

Abb.25 Foto: Tobias Hayashi; mit der Erlaubnis von Tobias Hayashi, 22.10.2010  
[http://farm3.static.flickr.com/2558/3677431538\\_46425c6e86\\_m.jpg](http://farm3.static.flickr.com/2558/3677431538_46425c6e86_m.jpg)

Abb.26 Foto: Phil Le Cren; mit der Erlaubnis von Phil Le Cren, 19.10.2010

[http://farm3.static.flickr.com/2782/4177649926\\_f8e4d96a6b\\_m.jpg](http://farm3.static.flickr.com/2782/4177649926_f8e4d96a6b_m.jpg)

Abb.27 Photography by G.F. Craig, S.D. Hopper, L. Sweedman - Image used with the permission of the Western Australian Herbarium, Department of Environment and Conservation (<http://florabase.dec.wa.gov.au/>). Accessed on Wednesday, 20 October 2010

Abb.28 Photography by M.Greeve - Image used with the permission of the Western Australian Herbarium, Department of Environment and Conservation (<http://florabase.calm.wa.gov.au/science/timage/1596ic1.jpg>). Accessed on Wednesday, 20 October 2010

Abb.29 Foto. A.Brown -[http://www.dec.wa.gov.au/pdf/plants\\_animals/threatened\\_species/flora/flora\\_posters/AnigozanthosBicolour2004345.pdf](http://www.dec.wa.gov.au/pdf/plants_animals/threatened_species/flora/flora_posters/AnigozanthosBicolour2004345.pdf) Accessed on Wednesday, 20 October 2010

Abb.30 : Climate Zones: <http://www.yourhome.gov.au/technical/images/climatezones.jpg>

Abb.31 Rainfall totals: <http://www.bom.gov.au/climate/>

Abb.32 Rainfall Western Australia: <http://www.bom.gov.au/web03/ncc/www/awap/rainfall/totals/12month/colour/latest.wa.gif>

© Commonwealth of Australia 2010, Australian Bureau of Meteorology

Abb.33 Maximum temperature: <http://www.bom.gov.au/web03/ncc/www/awap/>

[temperaturemaxave/12month/colour/latest.pdf](http://www.bom.gov.au/web03/ncc/www/awap/temperaturemaxave/12month/colour/latest.pdf)  
© Commonwealth of Australia 2010, Australian Bureau of Meteorology

Abb.34 Potential Frost Days: © Commonwealth of Australia 2010, Australian Bureau of Meteorology

Abb.35 Average daily sunshine hours: © Commonwealth of Australia 2010, Australian Bureau of Meteorology

Abb.36 [http://www.bom.gov.au/climate/averages/climatology/tropical\\_cyclones/tc-all-years.png](http://www.bom.gov.au/climate/averages/climatology/tropical_cyclones/tc-all-years.png); image used with permission of Bureau of Meteorology, accessed on 1.11.2010; © Copyright Commonwealth of Australia 2010, Bureau of Meteorology

Abb.37 Foto: Peter O'Brien

Abb.38 [http://www.ga.gov.au/image\\_cache/GA17979.jpg](http://www.ga.gov.au/image_cache/GA17979.jpg); Australian Government\_Geoscience Australia Commonwealth of Australia, 2009; 1.11.2010

Abb.39 Published by Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Department of National Development, Canberra, A.C.T.

Abb.40 Groundwater: National Land and Water Resources Audit (2000) - Water Resource Assessment Database; © Commonwealth of Australia, 2001

Abb.42 Google Earth, Grafiken ©2009 Digital-Globe, Cnes/Spot Image, GeoEye, Terra Metrics; Kartendaten©2009 MapData Sciences Pty Ltd, PSMA

Abb.46 Google Earth - siehe Abb.42

Abb.49, Abb.50, Abb.51, Abb.52, Abb.57, Abb.58 Foto: Peter O'Brien

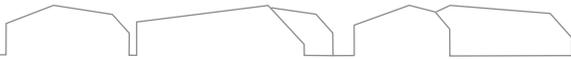
Abb.61 Energieressourcen: Office of Energy, Government of Western Australia; [http://www.energy.wa.gov.au/cproot/2204/2/OOE\\_Map\\_2010\\_web.pdf](http://www.energy.wa.gov.au/cproot/2204/2/OOE_Map_2010_web.pdf)

Abb.63 <http://greenarchitecturenotes.com/wordpress/wp-content/uploads/2009/08/tank3.jpg>

Abb.64 Southern Ocean Lodge: Foto: Sam Noonan <http://www.southernoceanlodge.com.au/>

Abb.65 Foto: Bart Mairorana <http://www.yourhome.gov.au/technical/pubs/fs114.pdf> (30. Oktober 2010)

Abb.72 <http://stewartia.net/engei/aquaticplant/>



*Igusa\_ka/Juncus%20kraussii%20australiensis6.jpg*  
*[http://stewartia.net/engei/aquaticplant/Igusa\\_ka/Juncus%20kraussii%20australiensis4.jpg](http://stewartia.net/engei/aquaticplant/Igusa_ka/Juncus%20kraussii%20australiensis4.jpg)*

Abb.84 *<http://www.thors.com.au/res/Image/New%20photos/Ironbark%20Decking.jpg>* (20.10.2010)

Abb.85 Lycée agricole du Subdray, France - *[http://www.scheutensolar.com/media/intemplate/22\\_Bourges4.JPG](http://www.scheutensolar.com/media/intemplate/22_Bourges4.JPG)*  
(20.10.2010)

Abb.86 *[http://www.baunetzwissen.de/imgs/28582291\\_fb-b2a82da0.jpg](http://www.baunetzwissen.de/imgs/28582291_fb-b2a82da0.jpg)* (20.10.2010)

Abb.87 Foto: Peter O'Brien

*Alle anderen Fotos, Tabellen, Planzeichnungen und Grafiken stammen vom Autor dieser Arbeit.*

Petie, Danke!

