

Koh Rong - Cambodia

Ökologische Architektur und Tourismus

Master Thesis Florentin Krusche und Matthias Poldrack
Studiengang MA-Architektur
HafenCity Universität Hamburg
2016

INHALT

Grundlagenermittlung

Karte Kambodscha	3
Karte Koh Rong	4
Karte Lonely Beach	6
Klima	10
Vegetation	11
Tierwelt	12
Lokale Bauweise	13
Gebäude Lonely Beach	15

Entwurf und Berechnungen

Lageplan	20
----------------	----

Bungalow

Ansichten	21
Grundrisse	23
Schnitte	27
Isometrie/Details	31
Ausstattung und Verbrauchsberechnungen	32

Bungalow Dorf

Ansichten	33
Lageplan Prearek	34
Grundrisse	35
Schnitte	39
Ausstattung und Verbrauchsberechnungen	40

Duschhaus

Ansichten	41
Grundrisse	42
Schnitte	45
Ausstattung und Verbrauchsberechnungen	47

Toilettenhaus

Ansichten	48
Grundrisse	49
Schnitte	52
Ausstattung und Verbrauchsberechnungen	53

Restaurant

Ansichten	54
Grundrisse	56
Details	58
Schnitt	61
Ausstattung und Verbrauchsberechnungen	61
Detailausschnitt Küche	62

Lonely Beach

Lageplan	63
Ausbaustufen	64
Wasserbedarf und Abwasserberechnung	69
Bestand	69
Ausbaustufe 1	70
Ausbaustufe 2	71
Ausbaustufe 3	72
Pflanzenkläranlage	73
Mehrkammergrube	73
Pflanzenkläranlage und Sumpf	74
Nebenanlagen	75
Kompost	75
Waschplatz und Restaurantfilter	76
Gesamtberechnung Strom und Photovoltaik	77
Bestand	77
Ausbaustufe 1 und 3	78
Ausbaustufe 2	79

Quellen und Bildnachweis

Quellen	80
Bildnachweis	81

Impressum	82
-----------------	----

Kambodscha Karte



Karte Kambodscha, Maßstab 1:3.500.000

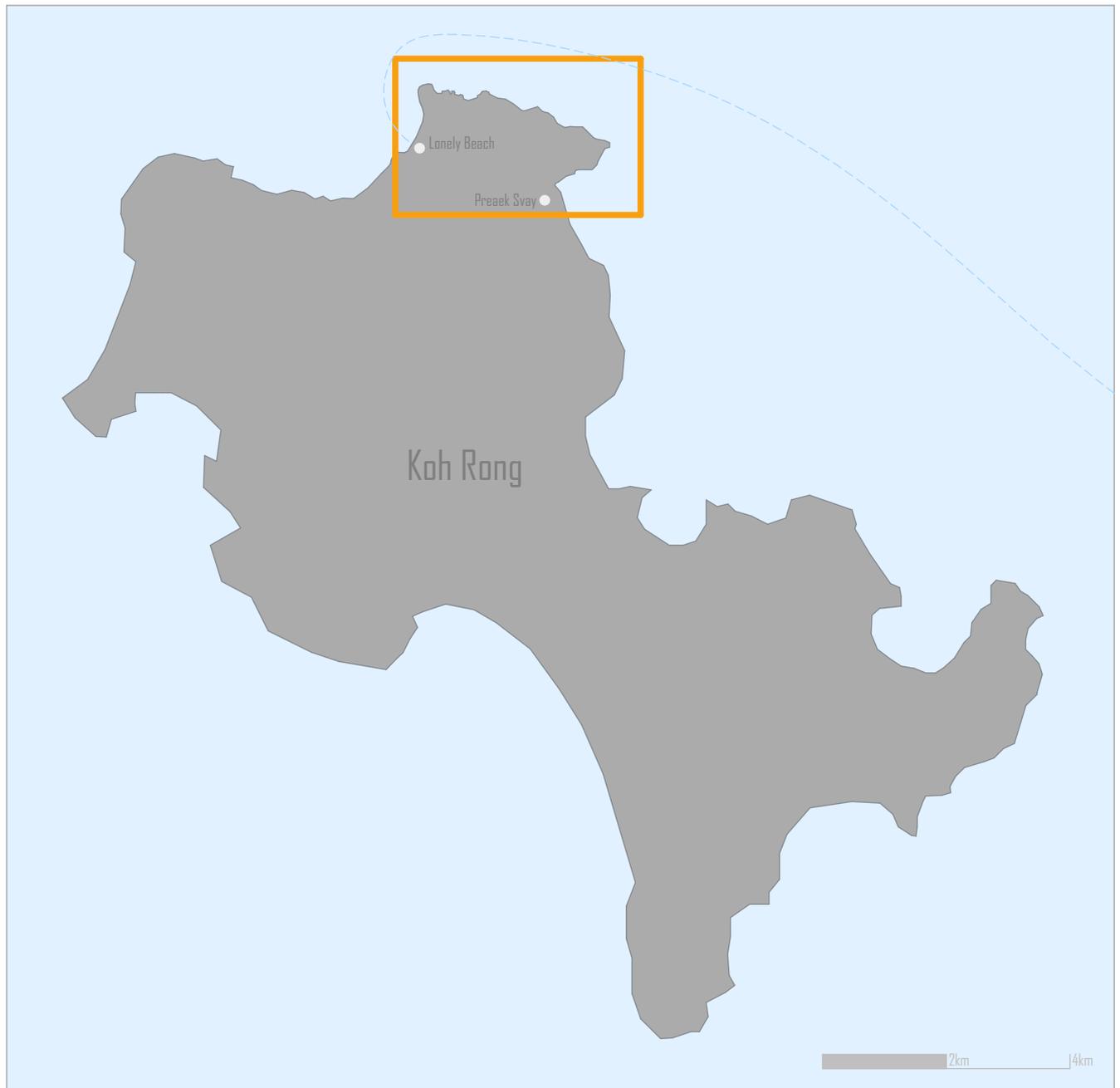


Abb. 1 Blick ins Landesinnere



Abb. 2 Angkor Wat

Karte Koh Rong



Karte Koh Rong, Maßstab 1:100.000

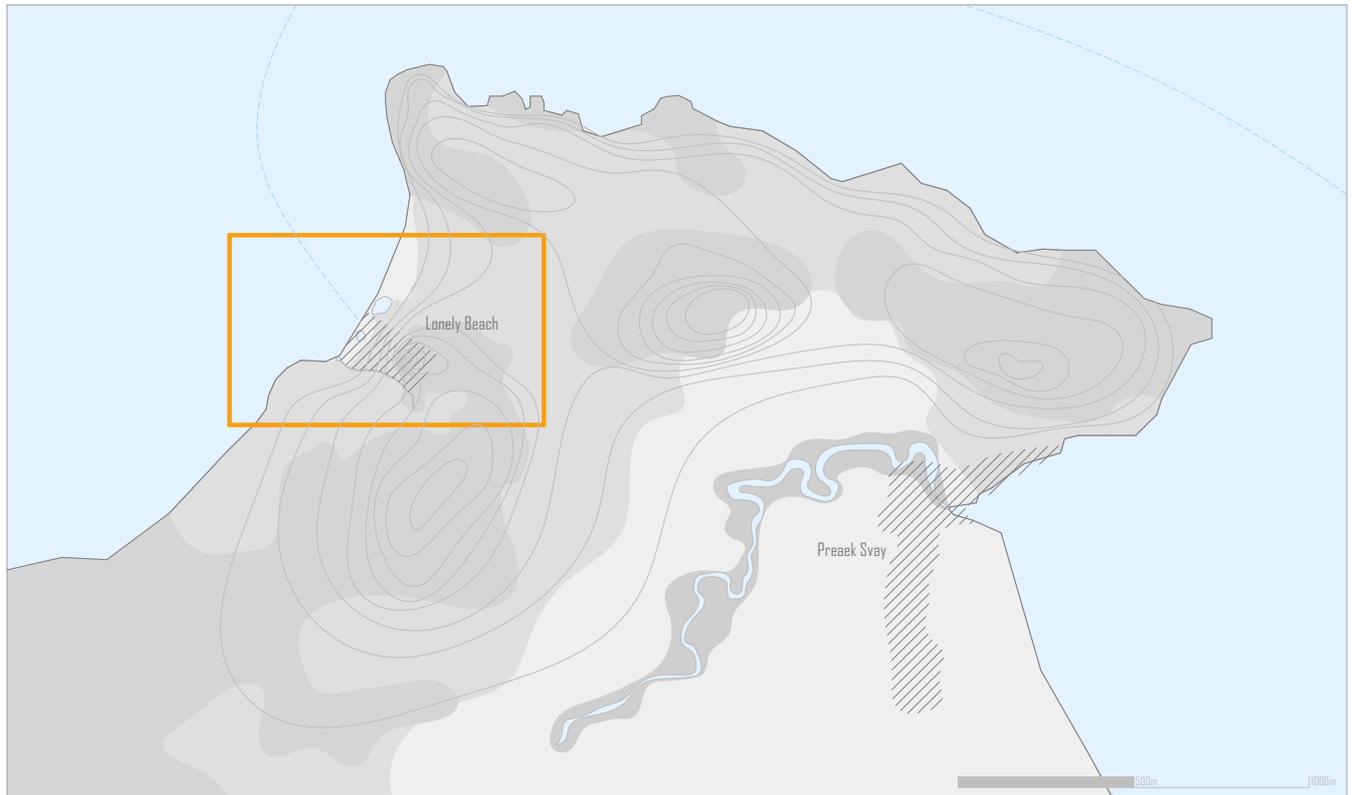


Abb. 3 Strand Lonely Beach auf Koh Rong



Abb. 4 Dorf Preaek Svay

Karte Koh Rong



Nordspitze Koh Rong, Maßstab 1:13.000



Abb. 5 Dorf Preaek Svay, Strandbebauung



Abb. 6 Dorf Preaek Svay, Wasserbebauung

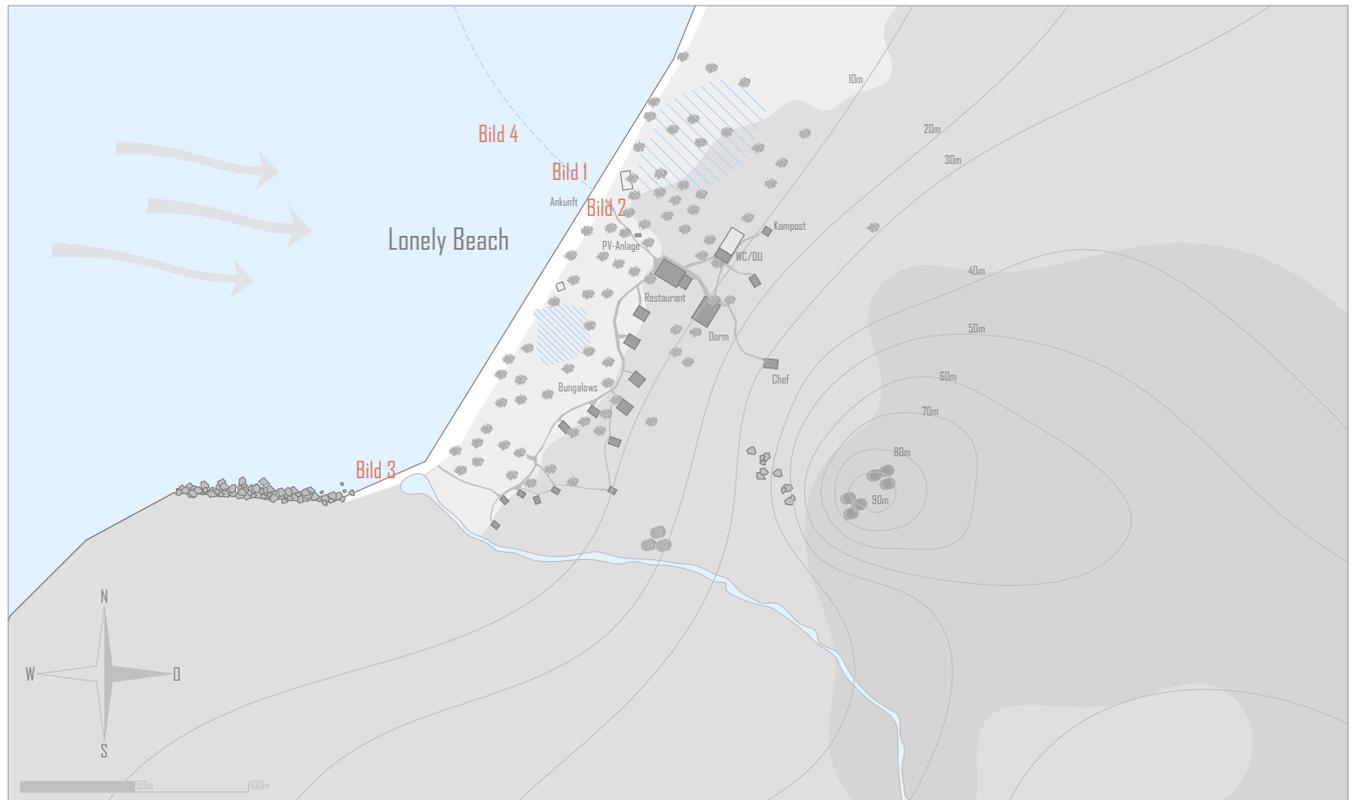


Abb. 7 Dorf Preaek Svay, Gebäude im Dorfkern



Abb. 8 Dorf Preaek Svay, Bebauung am Fluss

Karte Lonely Beach



Lageplan Bestand, Maßstab 1:2000



Abb. 9 Anlegestelle am Strand (Bild 1)
Hier ist der Ankunftspunkt der Gäste sowie sämtlicher Waren



Abb. 10 Zugang zum Gelände (Bild 2)
Direkt hinter der Anlegestelle, mit Volleyballplatz und Bänken

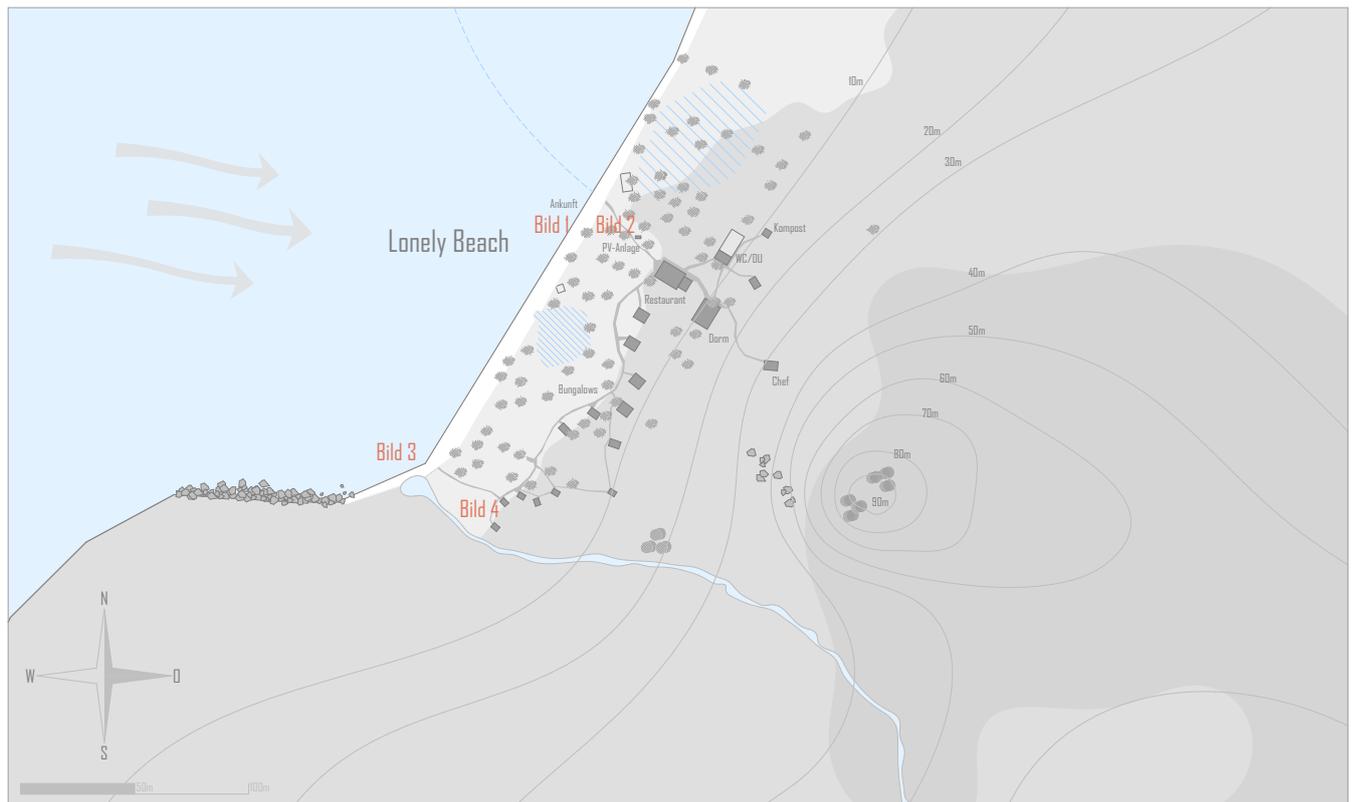


Abb. 11 Blick in Richtung Nord-Ost (Bild 3)
Strand



Abb. 12 Blick vom Wasser auf Lonely Beach (Bild 4)
Blick auf Anlegestelle

Karte Lonely Beach



Lageplan Bestand, Maßstab 1:2000



Abb. 13 Blick in Richtung West (Bild 1)
Strand



Abb. 14 Zugang zum Gelände (Bild 2)
Blick von Ankunftspunkt auf Restaurant/Haupthaus

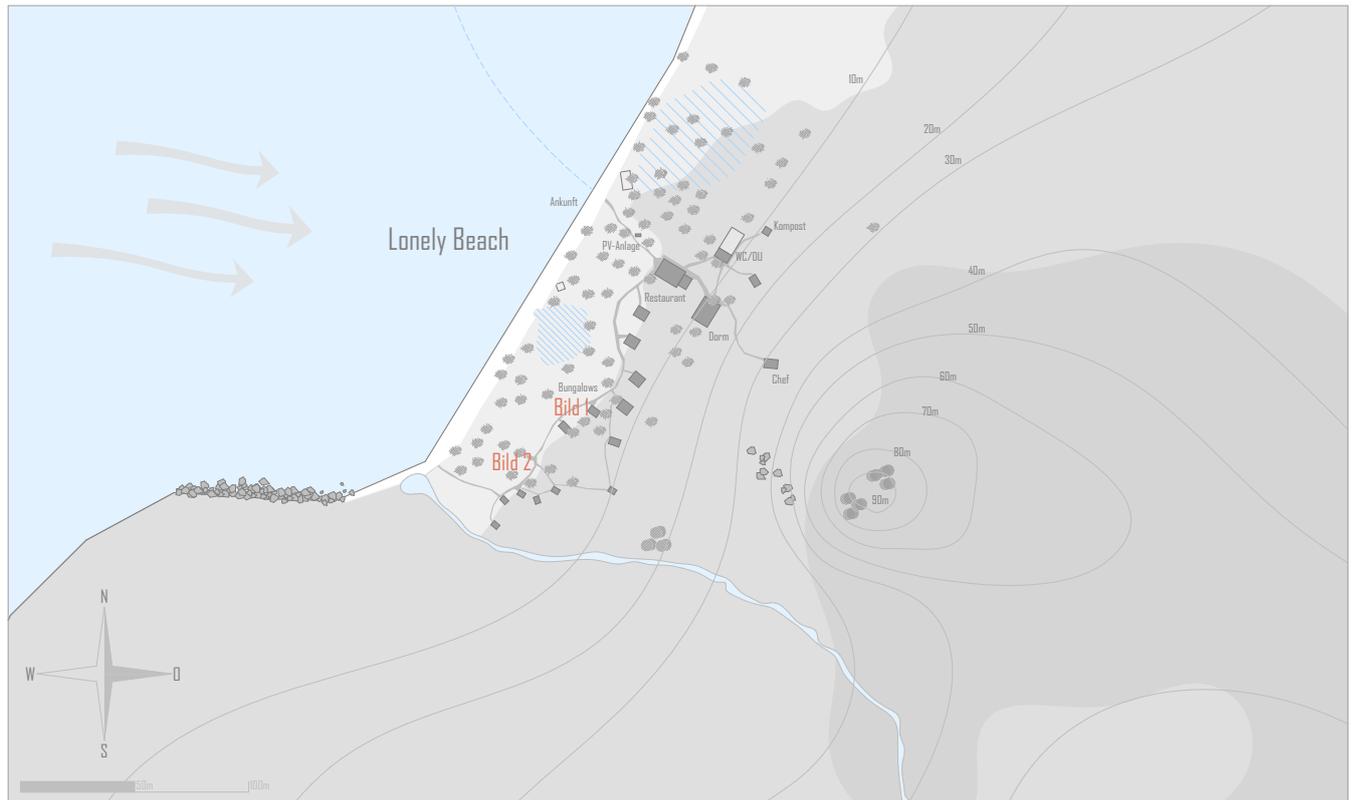


Abb. 15 Flussmündung (Bild 3)
Während der Trockenzeit für der Fluss kein Wasser
An der Mündung tritt jedoch Grundwasser an die Oberfläche



Abb. 16 Birdsnest (Bild 4)
Einfachster Bungalow mit einem Doppelbett, ohne WC & Dusche

Karte Lonely Beach



Lageplan Bestand, Maßstab 1:2000



Abb. 17 Bungalow Family (Bild 1)
1 Doppelbett, 2 Einzelbetten, eigene Dusche und WC



Abb. 18 Bungalow Family (Bild 1)
1 Doppelbett, 2 Einzelbetten, eigene Dusche und WC

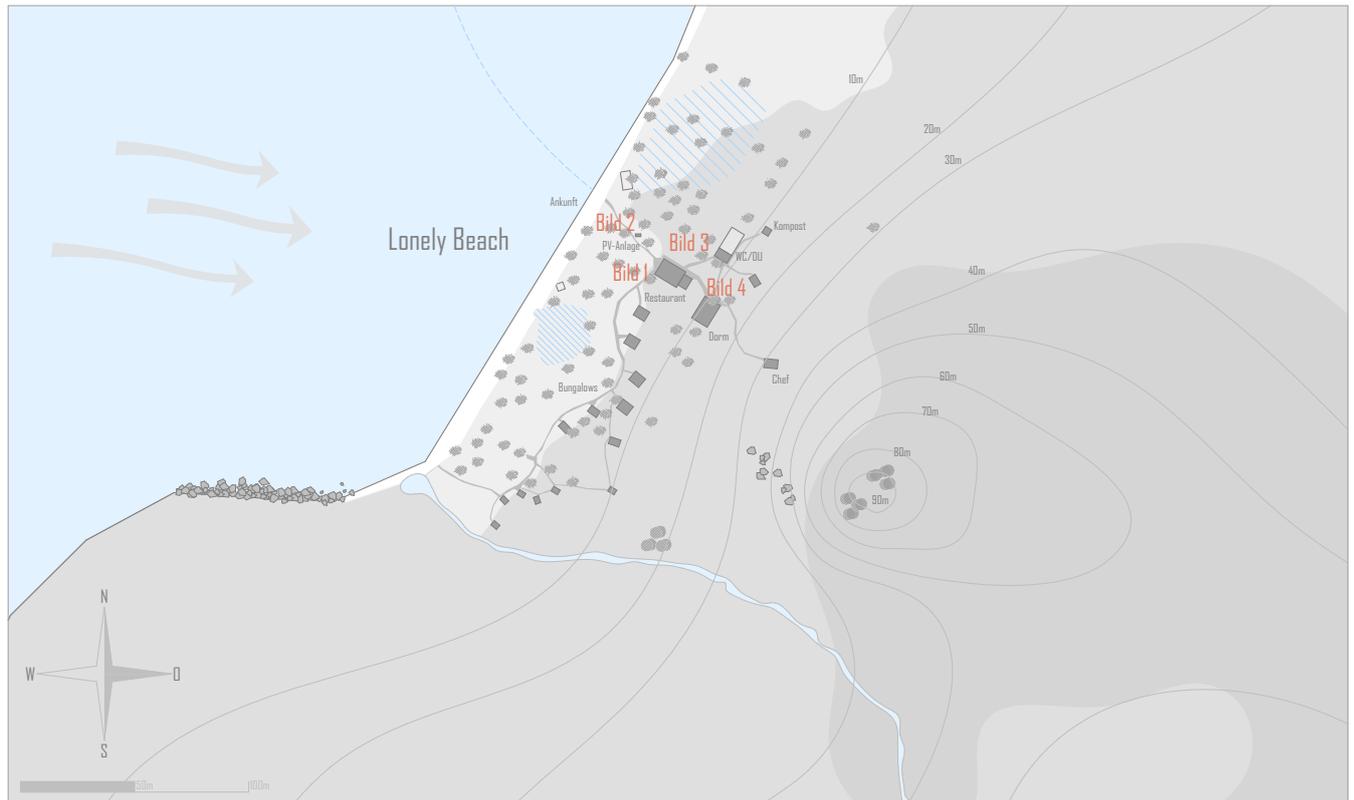


Abb. 19 Bungalow Family (Bild 1)
Ausblick aufs Meer



Abb. 20 Sanitäranlage für Birdsnests (Bild 2)
im Bau, zwei Duschen

Karte Lonely Beach



Lageplan Bestand, Maßstab 1:2000



Abb. 21 Haupthaus/Restaurant (Bild 1)
48 Sitzplätze, bietet im Dachstuhl derzeit Schlafplätze für Staff



Abb. 22 PV-Anlage (Bild 2)
Versorgt derzeit Beleuchtung und Ladestation für Haupthaus, Dorm

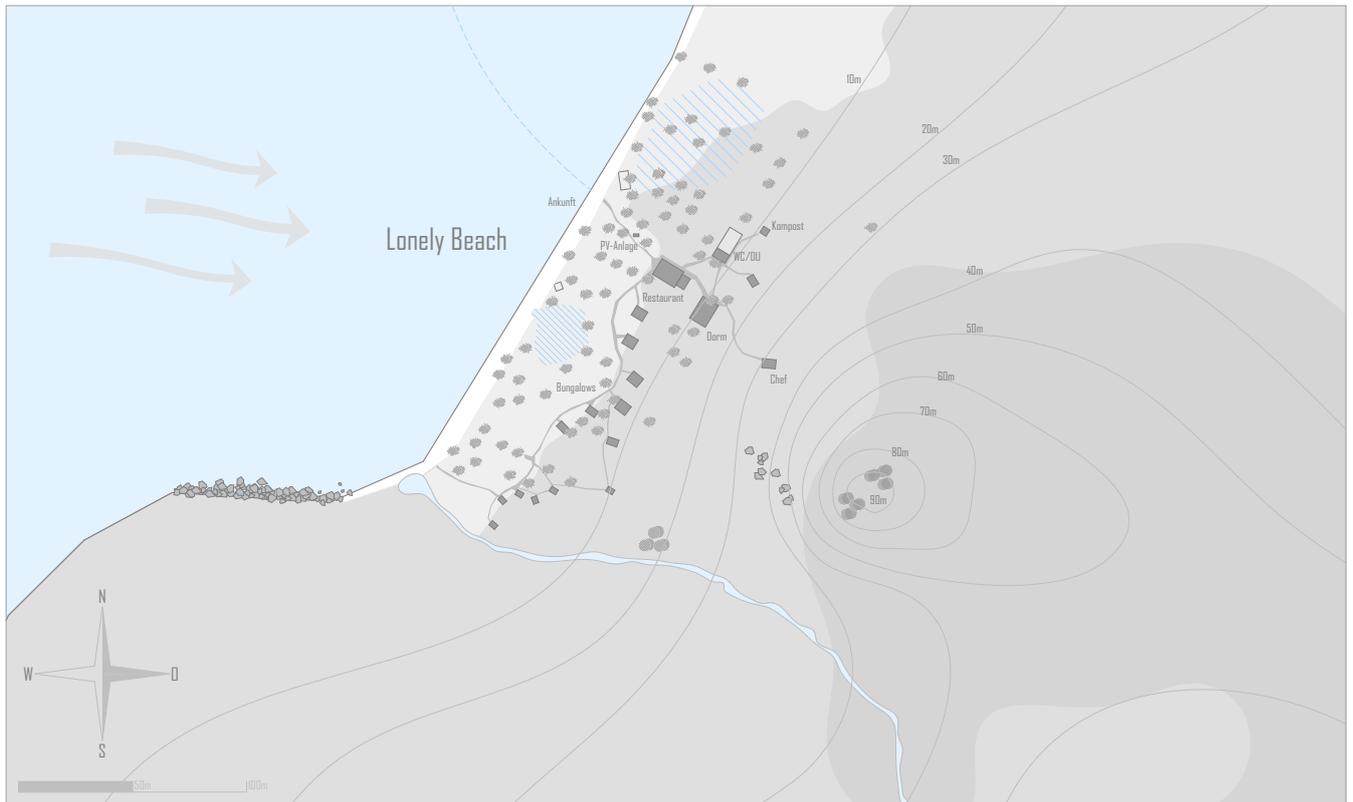


Abb. 23 Duschen/WCs (Bild 3)
Mauerwerk, 4 Kabinen mit WC, Dusche und Wassertank



Abb. 24 Dorm (Bild 4)
Bietet Schlafsaal für 12 Personen

Klima



Lageplan Bestand, Maßstab 1:2000

Klima

Hauptwindrichtung - West

Sonnenaufgang 1. Juni - 5:44 Uhr
 Sonnenuntergang 1. Juni - 18:25

Sonnenaufgang 1. Dezember - 6:24 Uhr
 Sonnenuntergang 1. Dezember - 17:55 Uhr

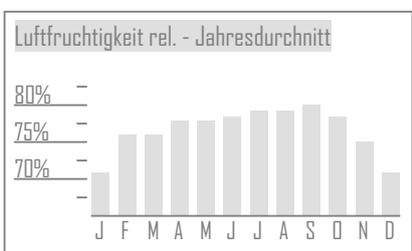
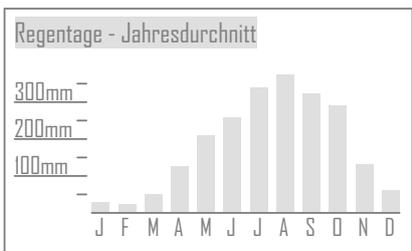
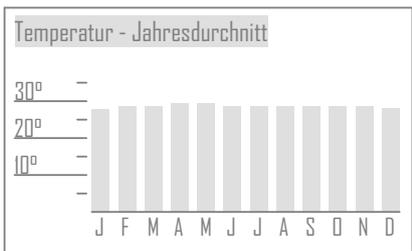
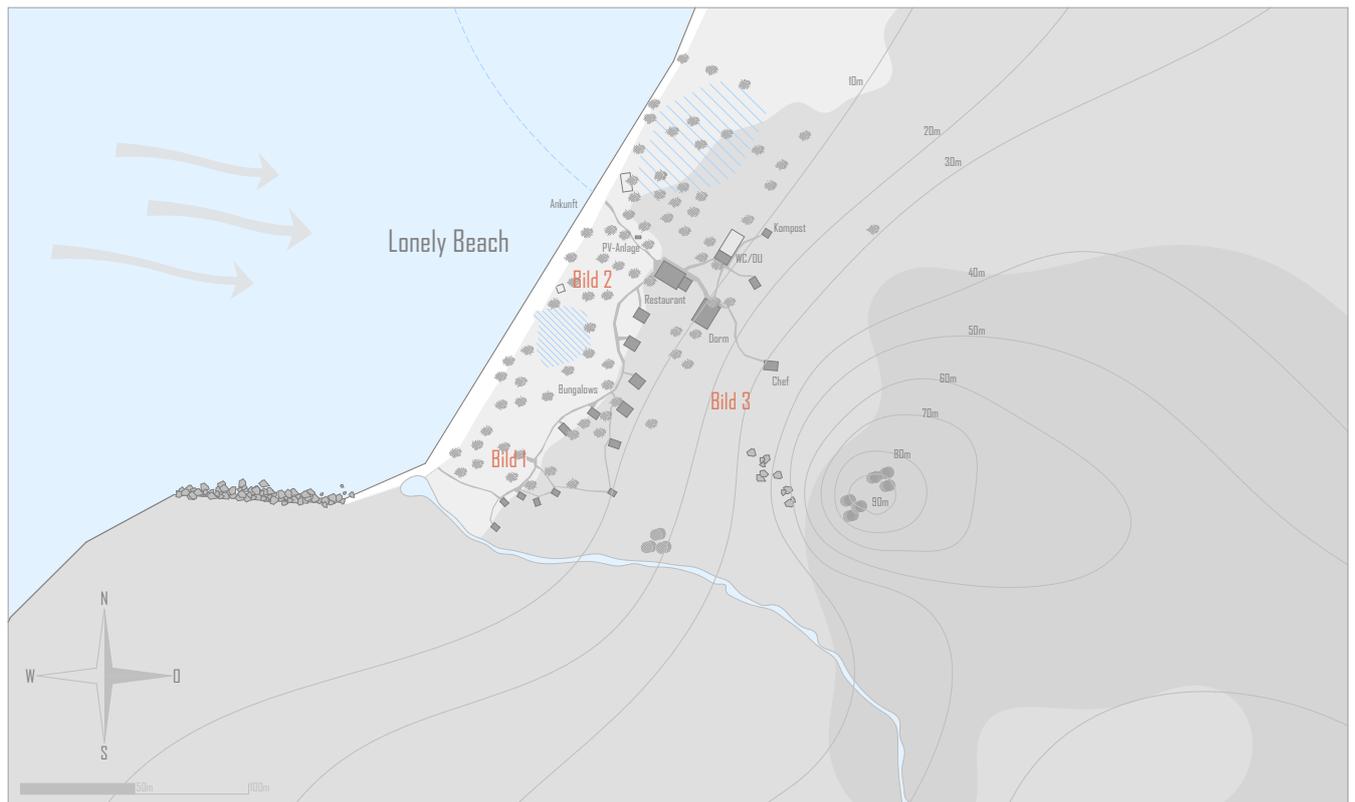


Abb. 25 Blick auf den Strand



Das Grundstück von Lonely Beach befindet sich leicht oberhalb des nördlichen, zehnten Breitengrades. Mit seiner Ausrichtung nach Nord-West liegt der Strand in einer ruhigen Bucht, in der nur sehr wenig Wellengang herrscht. Die Wassertemperatur beträgt etwa 28 Grad Celsius im Jahresmittel. Der Wind kommt fast ausschließlich aus westlicher Richtung. Während der Trockenzeit von Dezember - März fällt kaum Regen und der Wind ist sehr schwach. Über die Nacht kommt es zum Windstillstand und zu einem sehr geringem ablandigen Wind, der aber kaum spürbar ist. Besonders die Nachtstunden sind ausgesprochen unangenehm, da aufgrund der immer noch hohen Temperaturen (nur wenig niedriger als am Tag) und der sehr hohen Luftfeuchtigkeit, die über die Nacht bis in den Morgen ihren Höhepunkt erreicht und alles mit einem feuchten, klammen Film überzieht, sowie der fehlenden Luftbewegung, eine ausreichende Kühlung des menschlichen Körpers ausgesprochen schwierig ist. Einzig die kühlen Morgenstunden bringen Abkühlung, da die Temperaturen dann auf etwas über 20 Grad Celsius fallen. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei etwa 28 Grad Celsius und bleibt das Jahr über relativ konstant.

Während der Regenzeit von April bis November, kann es vereinzelt zum Auftreten von Tropenstürmen kommen. Dauerregen, der sich über mehrere Tage zieht, sorgt dafür, dass vom Hang soviel Wasser läuft, dass ein 50-Meter-Streifen hinter dem Strand und einige Teile des Grundstückes stark überschwemmt werden.



Lageplan Bestand, Maßstab 1:2000



Abb. 26 Beginn des Sekundärwaldes (Bild 1)



Abb. 27 Gras- und Strauchbewuchs (Bild 2)



Abb. 28 Sekundärwald (Bild 3)

Der komplette Strandabschnitt sowie große Teile des nord-östlich gelegenen Hinterlandes, wurden früher als Kokosplantage genutzt, was man heute noch an der gleichmäßigen Anordnung der Palmen erkennen kann. Ein etwa 50 Meter breiter Streifen hinter dem Strand, weist einen Gras- und Strauchbewuchs auf (Abb. 27). Dieser Bereich ist nicht bebaut, da er auch die Funktion des Hochwasserschutzes hat. Vor allem während der Regenzeit vergrößern sich hier die Sumpfstellen zu teils großen zusammenhängenden Flächen. Hinter dem 50 Meter-Streifen beginnt die Sekundärbewaldung (Abb. 26/28) die sich weit bis ins Landesinnere erstreckt. Dieser Bewuchs folgte auf die Abholzungen des ursprünglichen Waldes, von dem sehr große Teile unwiederbringlich zerstört wurden. Auf dem Gipfel des Berges, der noch zum Grundstück von Lonely Beach gehört, befinden sich noch vereinzelte hohe Bäume inmitten des sehr dichten Primärwaldes.

Im Hinterland zwischen Lonely Beach und dem Dorf Pearek Svay erstreckt sich eine weite Tiefebene, deren ursprüngliche Bewaldung ebenfalls der Rodung zum Opfer gefallen ist und heute eine savannenähnliche Vegetation aufweist - wenig Bäume und viel Graslandschaft. Hier finden sich vor allem Weidelandschaften der als Nutz- und Arbeitstiere gehaltenen Waserbüffel.

Vegetation und Tierwelt



Abb. 29 Wasserbüffel auf Tiefebene



Abb. 30 Wasserbüffel auf Tiefebene



Abb. 31 Tempelotter



Abb. 32 Radnetzspinne

Am westlichen Ende des Strandes stößt eine Landzunge ins Meer, die mit ihren Felsen einen Lebensraum für viele Meerestiere in Küstennähe bereitstellt. Das Riff bietet neben den übliche Meeresbewohnern dieses Breitengrades, Unterschlupf für einige giftige Seeschlangen, Stachelrochen und sogar Haie.

Wasserbüffel werden vor allem als Lasttiere gehalten, die auf Koh Rong die LKW's ersetzen und sämtliche Waren durch die Landschaft befördern. Daneben dienen sie natürlich auch dem Verzehr, weisen aber ein eher zähes Fleisch auf.

Die Tempelotter ist neben einigen anderen Bambusotter-Arten (Baumschlangen) sowie Kobras, darunter die Königskobra - die größte Giftschlange der Welt, und den hochtoxischen Kraits, eine der Giftschlangen, die in Kambodscha vorkommen. Diese Aufnahme entstand auf Koh Rong, Lonely Beach unter einem Bungalow und zeigt die Tempelotter beim Fressen eines Gekkos.

Gekkos kommen neben anderen Eidechsen in unterschiedlichen Arten sehr häufig auf Koh Rong vor und sind nachts sehr deutlich durch ihre Rufe hörbar. Dabei scheint es, als würden sie ihren eigenen Namen rufen. Je größer das Tier, desto lauter seine Rufe.

Diese Radnetzspinne ist eine sehr häufig in diesen Breitengraden vorkommende Spinne. Für den Menschen ist sie ungefährlich.

Lokale Bauweise



Abb. 33 Stadt Siem Reap



Abb. 34 Flussbebauung in Preaek Svay, Koh Rong



Abb. 35 Einzelhaus, übliche Bauweise landesweit



Abb. 36 Einzelhaus mit gemauertem Sockelgeschoss in Preaek Svay, Koh Rong

Die Stadt Siem Reap weist über große Flächen eine sehr dichte Bbauung auf (Abb. 33). Teilweise betragen in Abstände der Gebäude zueinander nur wenige Zentimeter. Die Bauweise der massiven Häuser ist überwiegend ein ausgemauertes Stahlbeton-Skelett in einem sehr kolonialen Stil. Die Dachdeckung besteht bei gehobeneren Wohngebäuden und Hotels aus gebrannten Dachpfannen. Auffällig ist, dass bei sehr vielen Häusern das letzte Geschoss ein volles Luftgeschoss ist. Die Dachkonstruktion lagert meist nur auf 6 Stützen auf. Ein kleiner gemauerter Treppen Kern bildet dabei die einzige Aussteifung.

Eine landesweit typische Wasser- und wassernehe Bebauung. Vor allem Fischer und Arbeiter leben hier.

Ein landesweit typisches Einzelhaus. Das Erdgeschoss ist meist ein Luftgeschoss. Erst im Obergeschoss wird gewohnt. Ein oft quadratischer Grundriss, von dem ein Viertel der Fläche als Veranda, einer offenen aber doch überdachten Terasse funktioniert. Die Dachdeckung ist je nach Wohlstand der Bewohner unterschiedlich. Sind es einfache Arbeiter, so besteht sie meistens aus Blech, wo hingegen bei wohlhabenderen Familien die gebrannten Dachpfannen zum Einsatz kommen. Die Materialien und die Ausführung insgesamt weisen dann einen höheren Standart auf.

Ein gehobeneres Einzelhaus mit gemauertem Erdgeschoss. Es ist deutlich zu erkennen, dass viel Mühe in die Ornamentik und Ausführung geflossen ist. Die Fensterläden sind ebenfalls mit Schnitzereien versehen worden. Zur technischen und sanitären Ausstattung liegen leider keine Information vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein verbauter Wassertank etwas Komfort schafft, indem er die Toilette und Dusche mit Wasser versorgt. Eine Abwasserleitung gibt es im Dorf nicht, daher wird angenommen, dass die Abwässer erst gesammelt oder direkt in den Fluss geleitet werden.

Lokale Bauweise



Abb. 37 Dichte Bebauung in Phnom Penh

Phnom Penh weist wie auch Siem Reap eine sehr dichte, teils chaotische, oft 5-8 geschossige Bebauung auf.



Abb. 38 Tempel in Phnom Penh

Eine landestypische Tempelanlage, die sich vor allem durch ihre sich mehrfach überlappenden Gauben und Giebel auszeichnet, ebenso die drachenartigen Ornamente an den First- und Traufpunkten. Die Dachdeckung ist sehr aufwendig und besteht aus einer filigranen Biber-schwanzdeckung. Neu errichtete Tempel werden in Stahlbeton und Mauerwerk errichtet und anschließen verputzt, das Dach erfährt die gleiche sorgfältige Deckung, wie alte Anlagen auch.



Abb. 39 Faltewand in Ladengeschäft in Preaek Svay, Koh Rong

Eine an einem Ladengeschäft in Preaek Svay, Koh Rong entdeckte Faltewand, die sich bis zur Hälfte eines Stützenabstandes ausziehen lassen konnte. Eine clevere und mit einfachsten Mitteln hergestellte Verschiebungsmöglichkeit von Gebäuden, die in den neu geplanten Bungalows für Lonely Beach Anwendung finden werden.

Gebäude - Lonely Beach



Abb. 40 Gebäude des Besitzers von Lonely Beach

Zwei-geschossige Holzkonstruktion. Die Holzstützen lagern auf Betonstützen, die weit aus dem Boden ragen und besonders die Vorderfassade, wo das Erdgeschoss vom Obergeschoss überspannt wird, ergibt sich durch die sehr schlanke Stützdimensionierung, sowohl der Holz-, aber auch der Stahlstützen ein gefährlicher Gelenk- und Knickpunkt an der Verbindungsstelle. Die Wände sind mit sich überlappenden Holzbrettern verschalt. Das Dach ist mit lackierten Faserzement-Platten gedeckt, die landesweit in verschiedenen Größen angeboten werden und entweder gewellt oder plan sind.



Abb. 41 Haupthaus/Restaurant

Das Haupthaus ist Empfang, Restaurant und Aufenthaltsbereich in Einem. Es besteht aus einer Holzstützen-Konstruktion in einem Zweimeterfünfzig-Raster und Holzspangen als Tragwerk. Die Dachdeckung besteht auch hier aus Faserzement-Platten. Das Restaurant bietet für 45 Personen Sitzplätze, die auf zwei Ebenen verteilt sind. Dieses Prinzip soll im neu geplanten Haupthaus wieder aufgenommen werden, da es den Raum in unterschiedliche Aktionsräume aufteilt.

Im hinteren Bereich liegt die Küche, deren Platzaufteilung momentan eher ungenügend ist, da es die Mitte des Raumes ungenutzt lässt und nur als Verkehrsfläche dient. Im Dachstuhl wurde im Laufe der Zeit eine dritte Ebene eingezogen, in der die Angestellten schlafen. Durch die schlechte Belüftung des Dachstuhls, wird es über den Tag unerträglich heiß in dieser Ebene. Leider kühlt es über die Nacht kaum aus.



Abb. 42 Dorm/Schlafsaal

Der Dorm ist ein großer Schlafsaal in einem eigens dafür errichteten Gebäude hinter dem Haupthaus. Hier stehen in einer mäßig belüfteten Umgebung zwölf Betten für wenig Geld zur Verfügung. Trotz seiner offenen Konstruktion, ist der Lage des Gebäudes die wenig befriedigende Belüftung geschuldet. Von der Meerseite verhindert das Haupthaus und dichter Sekundärwald, dass der Wind vom Meer einströmen kann. Der Berg und der dichte Bewuchs steht dem nächtlichen ablandigem Luftstrom im Weg.

Gebäude - Lonely Beach



Abb. 43 basic Shelter „Birdsnest“

Das Birdsnest ist ein einfacher Shelter, mit einem Doppelbett auf einem Podest. Es besitzt keine eigenen Sanitäranlagen. Die Gäste benutzen die Duschen und WC's neben dem Haupthaus. Die Birdsneests liegen an der westlichen Grenze des Grundstückes auf flachem Boden nur wenige Meter über Null, in teilweise dichtem Sekundärwald. Da die Entfernung zum Haupthaus und somit zu den Sanitäranlagen groß ist, wird gerade ein kleines Duschhaus in der Nähe errichtet.



Abb. 44 Family-Bungalow

Der Family-Bungalow ist der größte der drei Bungalow-Typen und bietet für vier Personen Platz. Er hat zwei Doppelbetten und ein gemauertes Badezimmer mit WC, Dusche und Wassertank. Mit Hilfe einer Schale wird aus dem offenen Tank Wasser entnommen, geduscht oder die Toilette gespült. Der offene Tank stellt eine relativ gute Brutstätte für Moskitos dar, da er nicht immer benutzt wird und es zu längeren Ruhephasen kommt. Die insgesamt vier Family-Bungalows stehen in der Mitte des Grundstückes am Beginn des Sekundärwaldes, etwa 50 Meter hinter dem Strand.



Abb. 45 basic Bungalow

Die Konstruktion des Basic-Bungalows entspricht der des Family-Bungalows. Spangen umfassen ein Stützenraster. Die Wände bestehen aus einer sich überlappenden Schalung und das Satteldach ist mit Faserzement-Platten gedeckt. Teilweise wurde beim Bau der Bungalows der nötige Dachüberstand nicht eingehalten. Auch wurden die Holzstützen direkt im Boden eingelassen, sodass Feuchtigkeit und Ungeziefer ein leichtes Spiel haben.

Gebäude - Lonely Beach



Abb. 46 Sanitäranlagen

Bei den sanitäranlagen handelt es sich um das einzige Gebäude auf dem Gelände, das gemauert ist. Es hat über dem Bereich der Toilette ein Pultdach aus Wellblech. Das Gebäude befindet sich auf gleicher Höhe wie das Haupthaus und der Dorm, in dichtem Sekundärwald.



Abb. 47 Sanitärkabine

Insgesamt vier Kabinen stehen zur Verfügung. Sie sind komplett gefliest, dies allerdings mit wenig oder gar keinem Gefälle im Boden, sodass beim Duschen das Wasser sehr schlecht vom Boden abfließt. Der Wassertank dient zum Duschen und Toilettespülen. Die Sanitäranlagen sind in einem allgemein eher schlechten Zustand.



Abb. 48 Waschplatz

Hinter den Sanitäranlagen befindet sich der Waschplatz, der im Grunde nur aus einer Bodenplatte und einem Wassertank besteht. Die Wäsche wird in Schüsseln per Hand gewaschen und zwischen den umliegenden Bäumen aufgehängt.

Gebäude - Lonely Beach



Abb. 49 Neubau Duschhaus



Abb. 50 Neubau Duschhaus, Sickergrube



Abb. 51 Neubau Duschhaus, Wassertank



Abb. 52 Schaden am Bungalow durch Termitenbefall

Derzeit befindet sich ein kleines Duschhaus, das unterhalb der Birdsnets, am Fuße des Sekundärwaldes liegt, im Bau. Es wird zukünftig zwei Duschen für die Gäste bieten. Das Gebäude wird komplett gemauert und anschließend verputzt. Die Ausstattung und die Handhabung entspricht der, der Sanitäranlagen beim Haupthaus.

Das Grauwasser wird in einer einfachen ausgemauerten Sickergrube aufgefangen. Von hier aus sickert es in das kurz darunter liegende Grundwasser.

Verputzarbeiten von außen.

Weil fast alle Holzstützen der Gebäude auf dem Gelände direkt im Boden verankert sind, haben Termiten ein leichtes Spiel die Konstruktion anzugreifen und wie in diesem Falle zu zerstören. Beinahe jedes Bungalow sowie das Haupthaus sind befallen. Eine baldige Instandsetzung ist unbedingt erforderlich, um der Gefahr eines Versagens des Tragwerkes vorzubeugen.

Gebäude - Lonely Beach



Abb. 52 Kompost

Diese Erdgrube ist der Kompost. Hier werden sämtliche organischen Abfälle entsorgt. Gelegentlich, wenn der Müllberg zu groß ist oder in der Hitze zu sehr riecht, wird er mit Benzin übergossen und angezündet. Sämtliche Flüssigkeiten können ungehindert versickern und fließen dann weiter in das darunter liegende Grundwasser. Der Kompost befindet sich etwas entfernt vom Waschplatz und den Sanitäranlagen.



Abb. 54 Brunnen

Kurz hinter dem Strand liegt der Brunnen am Rande des Sumpfes. Dieser Brunnen versorgt die komplette Anlage über ein verzweigtes Rohrnetz mit Frischwasser. Von hier aus gelangt es in die Wassertanks der einzelnen Gebäude. Die Pumpe wird mit Strom aus einem Diesel-Generator betrieben und läuft nur kurze Zeit am Tag. Der Brunnen ist kein Brunnen im üblichen Sinne, denn er ist nicht in die Tiefe gebaut. Die Pumpe zieht lediglich kurz unter der Oberfläche Wasser. Dies ist möglich, weil das Grundwasser hier sehr hoch ist und den Sumpf nie austrocknen lässt.



Abb. 55 Photovoltaik-Anlage

Die Photovoltaik-Anlage versorgt derzeit das Haupthaus und das Haus des Besitzers mit Strom. Die Bungalows teilen sich kleinere Module, die in deren Nähe verteilt aufgestellt sind. Der Strom wird in erster Linie zum Beleuchten genutzt. Im Haupthaus gibt es zusätzlich eine Ladestation für Mobile Geräte. Der erzeugte Strom wird in Autobatterien gespeichert. Das System kann so sicherstellen, dass die Gebäude mindestens einen bis zwei Tage mit Strom versorgt werden können.

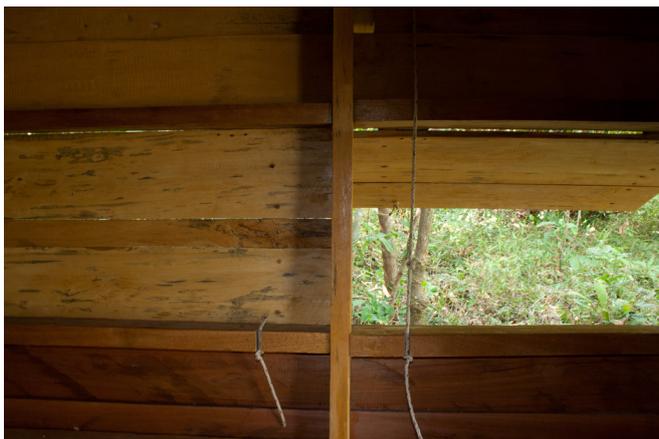


Abb. 56 Fensteröffnung Bungalow

Die Belüftung der Bungalows erfolgt über Fensterklappen, die über ein Seil geöffnet werden können. Da die Fensteröffnungen recht klein sind, ist eine Durchlüftung in den Bungalows nur mäßig erfolgreich.

Lonely Beach - Entwurf Lageplan



Lageplan Entwurf Lonely Beach, Koh Rong, Maßstabslos

Der Entwurf beschäftigt sich mit der Weiterentwicklung des bereits bestehenden Resorts Lonely Beach auf Koh Rong, Kambodscha und schlägt einen umfassenden Aus- und Umbauplan des Areals vor, bei dem der ökologische und nachhaltige Gedanke eine sehr vordergründige Rolle einnimmt. Die Umsetzung erfolgt dabei in drei Stufen, da die Maßnahmen als Ganzes, auf Grund des Umfanges unmöglich während einer Nebensaison verwirklicht werden können. Die vorhandenen Bungalows und Nebenanlagen, die sich derzeit in einem eher spartanischem und zweckmäßigem Zustand befinden, sollen im Zuge der Ausbaustufen schrittweise ersetzt werden (siehe auch detaillierte Darstellung der Ausbaustufen 1-3 ab Seite 61).

Die im Bestand vorhandenen sanitären Anlagen, die derzeit in einem verhältnismäßig schlechtem Zustand sind, sollen dabei als erstes ersetzt werden. Auch die damit verbundene Abwasserbehandlung, welche momentan als Abwassersammlung beschrieben werden kann, da das Schmutzwasser lediglich in großen Sammelbehältern, die im Boden vergraben sind und deren Entsorgung bzw. Entleerung ein bisweilen ungelöstes Problem darstellen, soll zukünftig über ein Klärsystem, bestehend aus einer Mehrkammergrube mit Absetzbecken und einer Vorbehandlung unter Zufuhr von Luft sowie der anschließenden Weiterleitung in eine Pflanzenkläranlage, gelöst werden. Das bereits bestehende Leitungssystem, welches die Bungalows derzeit mit Frischwasser aus dem Sumpf für das Duschen versorgt, wird in seinem Prinzip beibehalten, jedoch modifiziert und ergänzt. Auch die neu geplanten Bungalows werden somit autark sein, denn sie verfügen über einen ausreichend großen Vorratstank. Die Abwasserentsorgung erfolgt über ein natürliches Filtersystem, direkt am Bungalow. Da im Bestand sämtliche Toilettenabwässer ebenfalls in die Sammelbecken geleitet werden, sind die Komposttoiletten in den geplanten Bungalows und dem neuen Toilettenhaus eine weitere wichtige Neuerung.

Der Küchencrew soll zukünftig die Möglichkeit geboten werden, die benötigten Lebensmittel

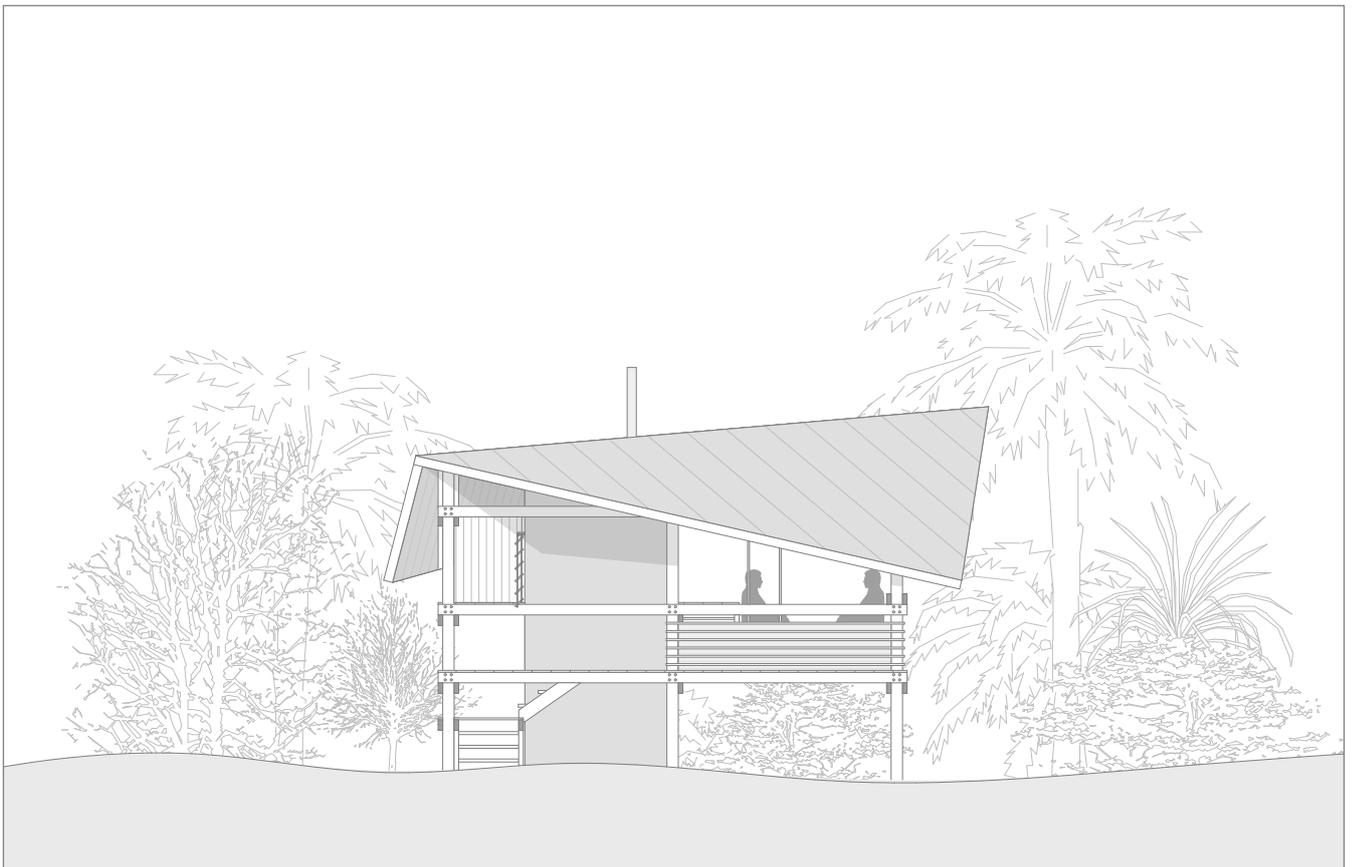
selbst auf dem Gelände anzubauen. Hierzu werden Anbau- bzw. Ackerflächen neben dem neuen Haupthaus angelegt. Die dafür nötige Bewässerung während der Trockenzeit, erfolgt über eine sparsame Tröpfchenbewässerungsanlage, die von einem Wassertank am Hang gespeist wird. Die momentan etwas unkomfortable Ankunftssituation am Strand, bei der das Boot, welches die Gäste vom Festland zur Insel befördert, nur bis ins seichte Wasser fährt, soll durch den geplanten Bootssteg entschärft werden. Somit wird gleichzeitig die Anlieferung von Waren, die ebenfalls per Boot geschieht, erleichtert. Der bisweilen ungenutzte topografische Vorteil, nämlich die Lage des Grundstückes zu großen Teilen am Hang, wird in der Anordnung der neuen Bungalows nun einbezogen, indem eine ganze Reihe von ihnen am oberen Hang gesetzt wird. Dies erlaubt den Gästen einen atemberaubenden Ausblick über die Baumkronen auf das Meer.

Das angestrebte Ziel der Neuentwicklung Lonely Beach's ist, neben der Komfortverbesserung und der Ökologisierung der Versorgungssysteme, auch die damit verbundene Aufwertung des Grundstückes und somit eine in die Zukunft reichende Konkurrenzfähigkeit gegenüber möglichen Investoren an benachbarten Standorten oder gar für dieses Grundstück. Die politische Situation in Kambodscha ist teilweise von Korruption unterwandert, so die Aussage des Betreibers. Eine rentable Strandanlage bietet also deutlich mehr Sicherheit gegenüber einer Basic-Anlage, die im direkten Vergleich nur geringe Erträge erzielt. Koh Rong ist eine noch nahezu unberührte Insel. Eine Entwicklung, wie in vergleichbaren Gebieten der Welt, bei der Investoren große Hotelanlagen direkt am Strand bauen, die einheimische Bevölkerung dabei ausschließen und der Umwelt teilweise erheblichen Schaden zufügen, ist auch hier absehbar. Wenn es soweit ist, soll Lonely Beach unter Beweis stellen, dass ein ökologischer Tourismus, der auf wenig Gäste abzielt, dabei aber vergleichsweise ähnliche Erträge erzielt wie eine große Hotelanlage, letztendlich die nachhaltigere, dem Ort und der lokalen Bevölkerung gerecht werdende Lösung darstellt.

Bungalow - Ansichten



Ansicht Nord-West, Maßstab 1:100



Ansicht Süd-Ost, Maßstab 1:100

Bungalow - Ansichten

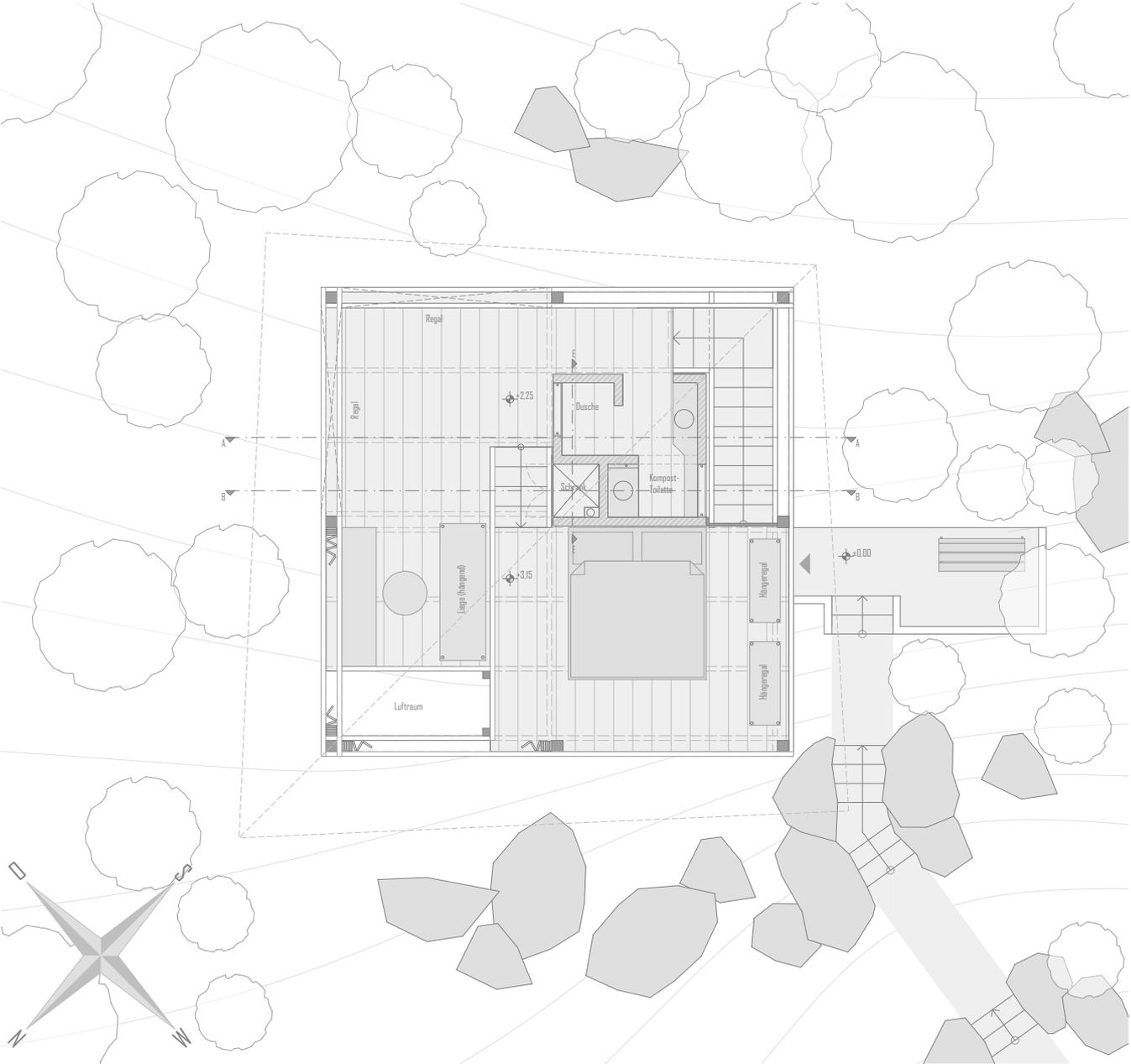


Ansicht Nord-Ost, Maßstab 1:100



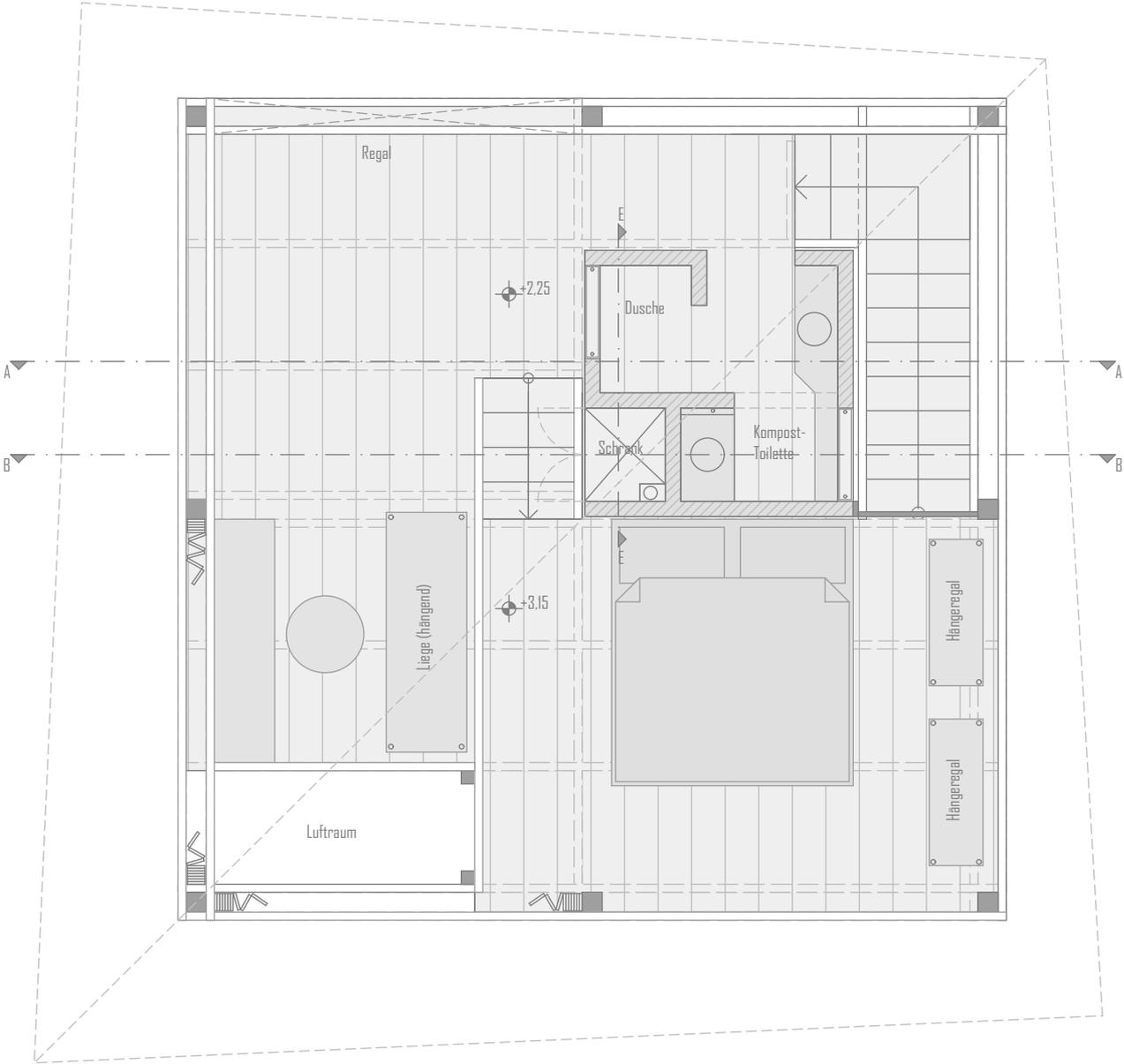
Ansicht Süd-West, Maßstab 1:100

Bungalow - Grundriss



Grundriss, Maßstab 1:100

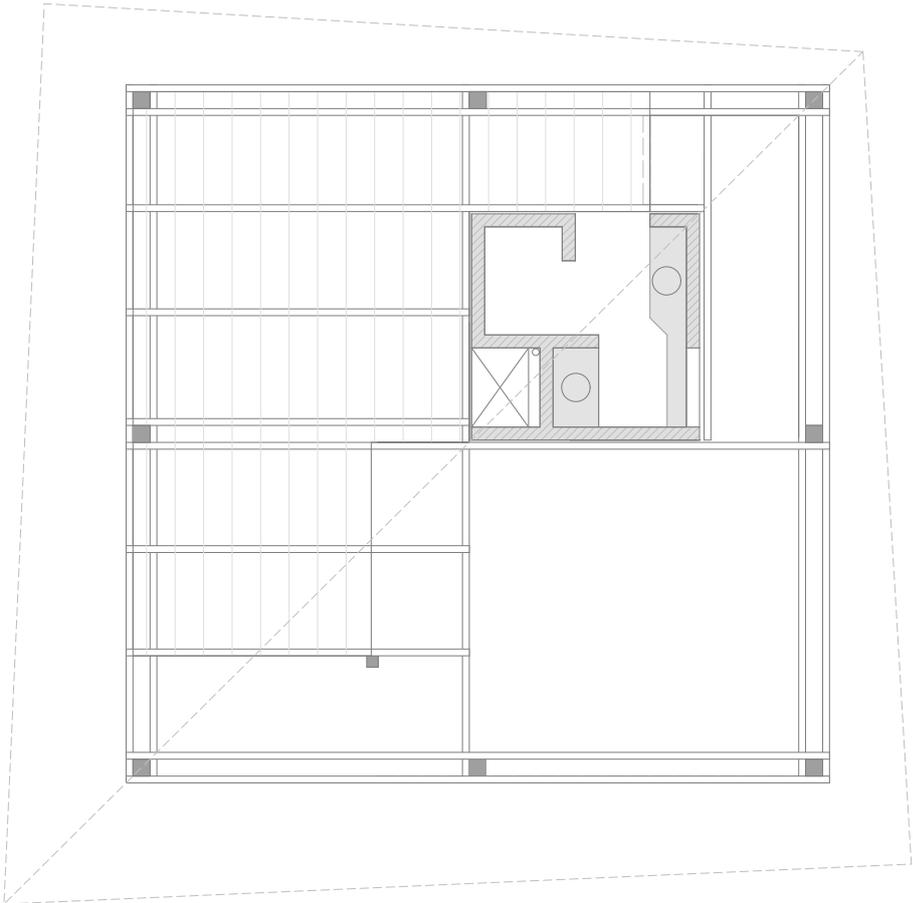
Bungalow - Grundriss



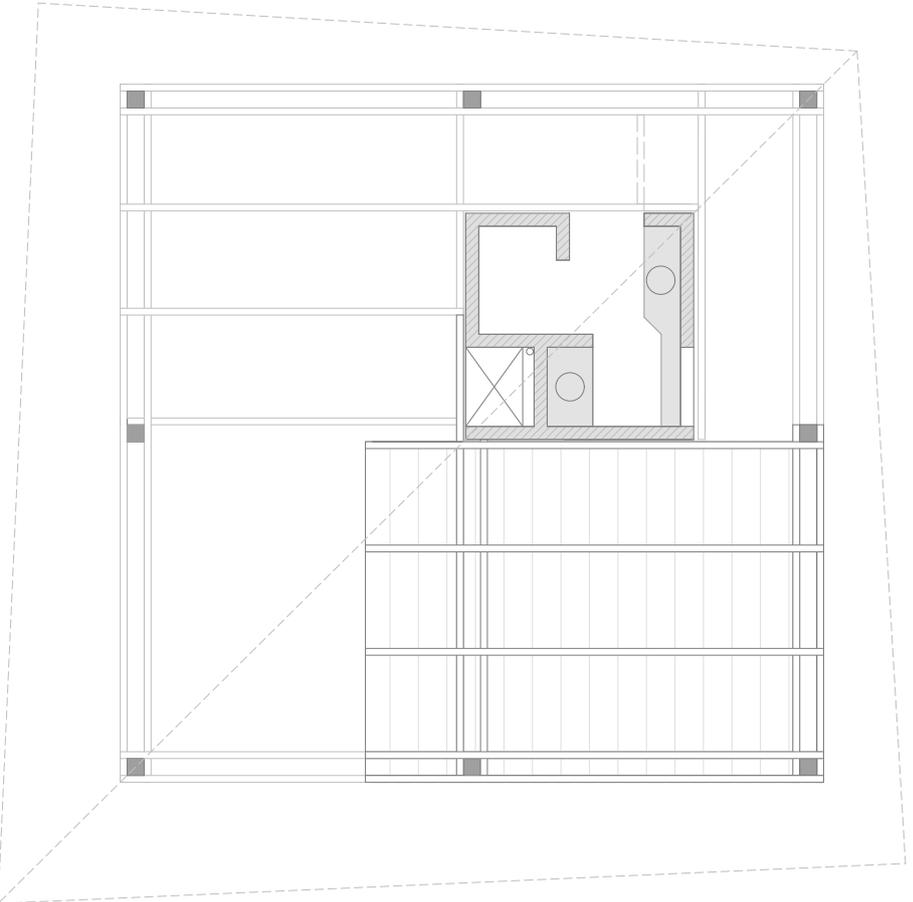
Grundriss, Maßstab 1:50

Bungalow - Grundriss Konstruktion Ebenen

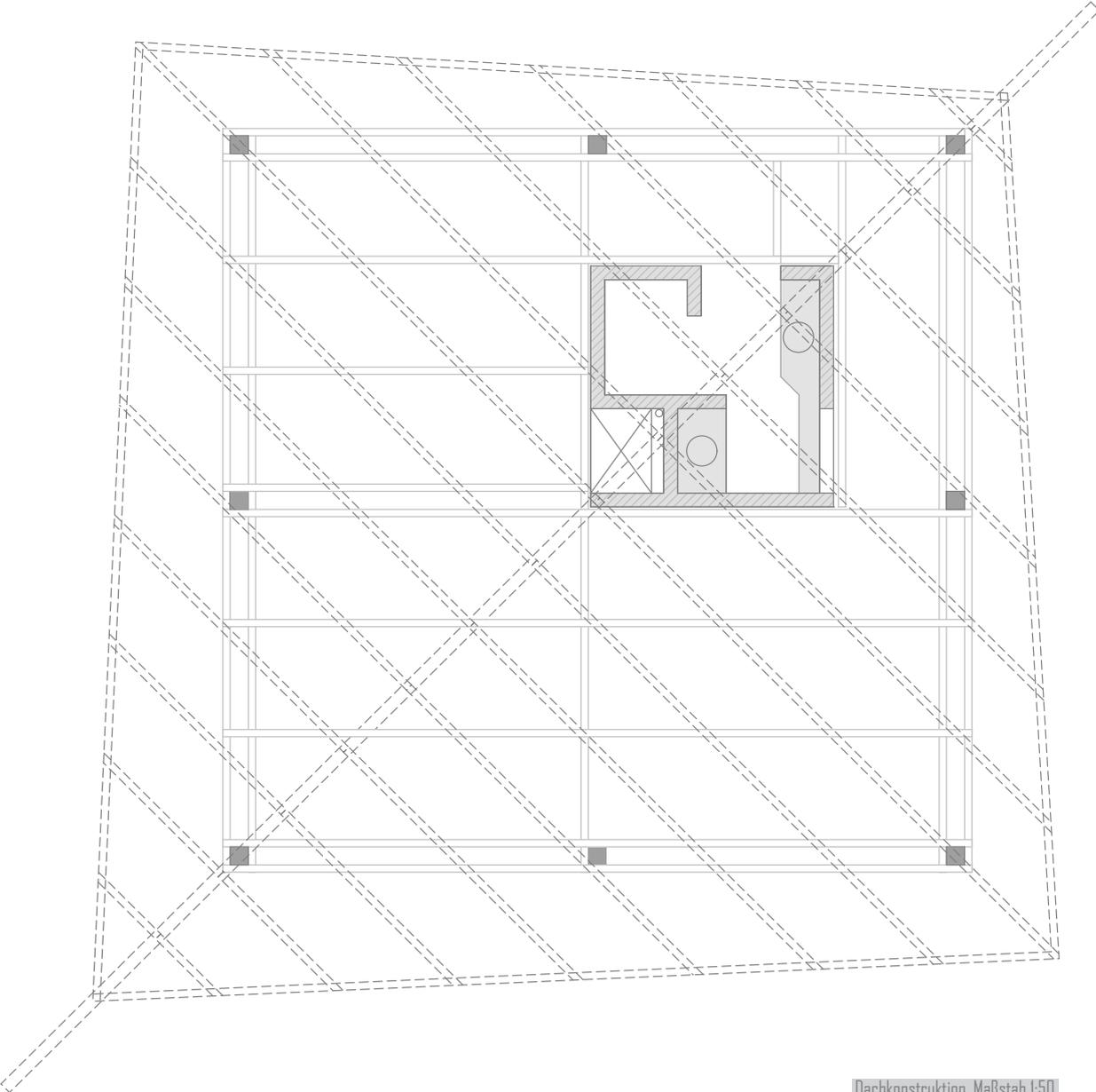
Ebene I, Maßstab 1:75



Ebene I, Maßstab 1:75



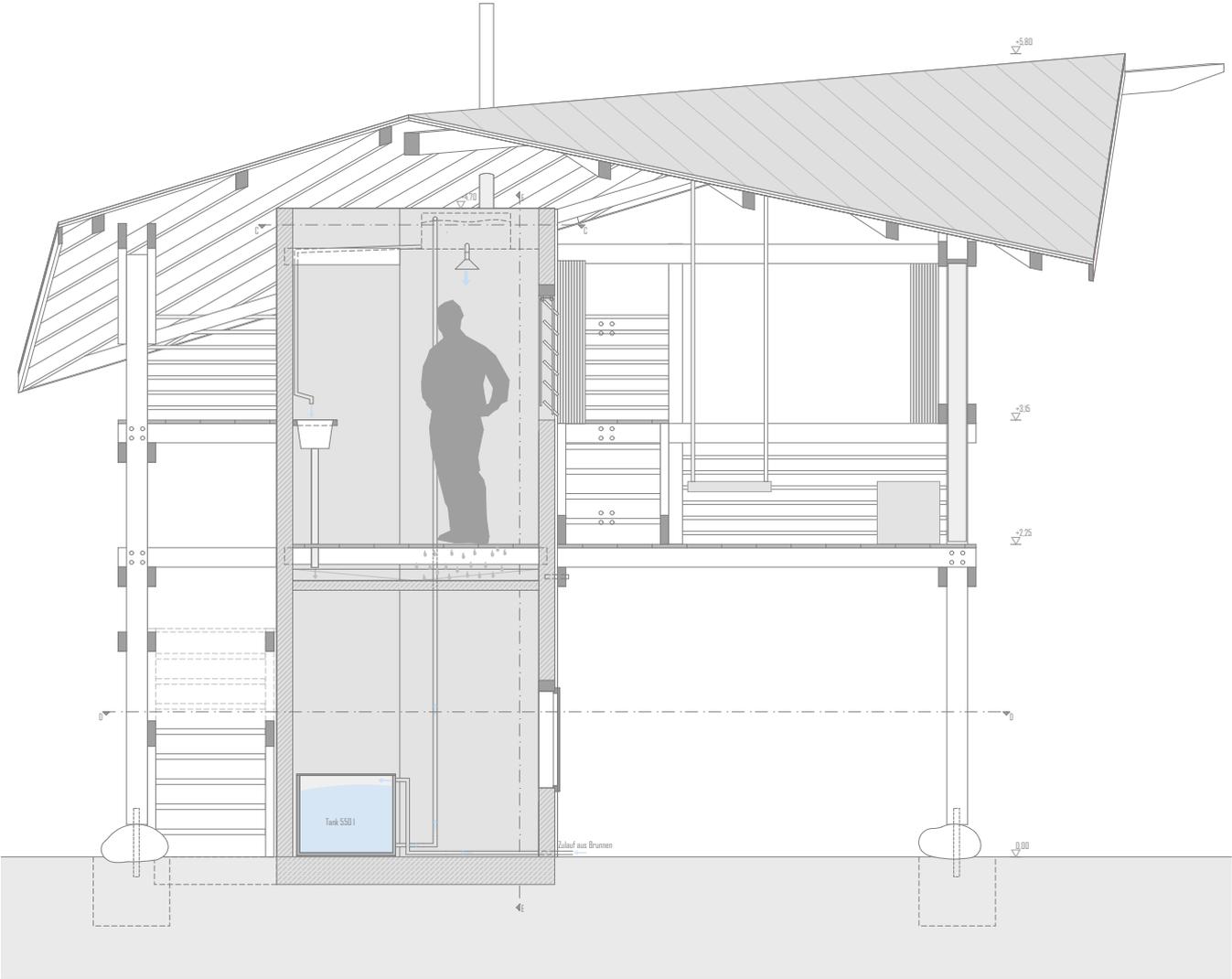
Bungalow - Grundriss Konstruktion Dach



Dachkonstruktion, Maßstab 1:50

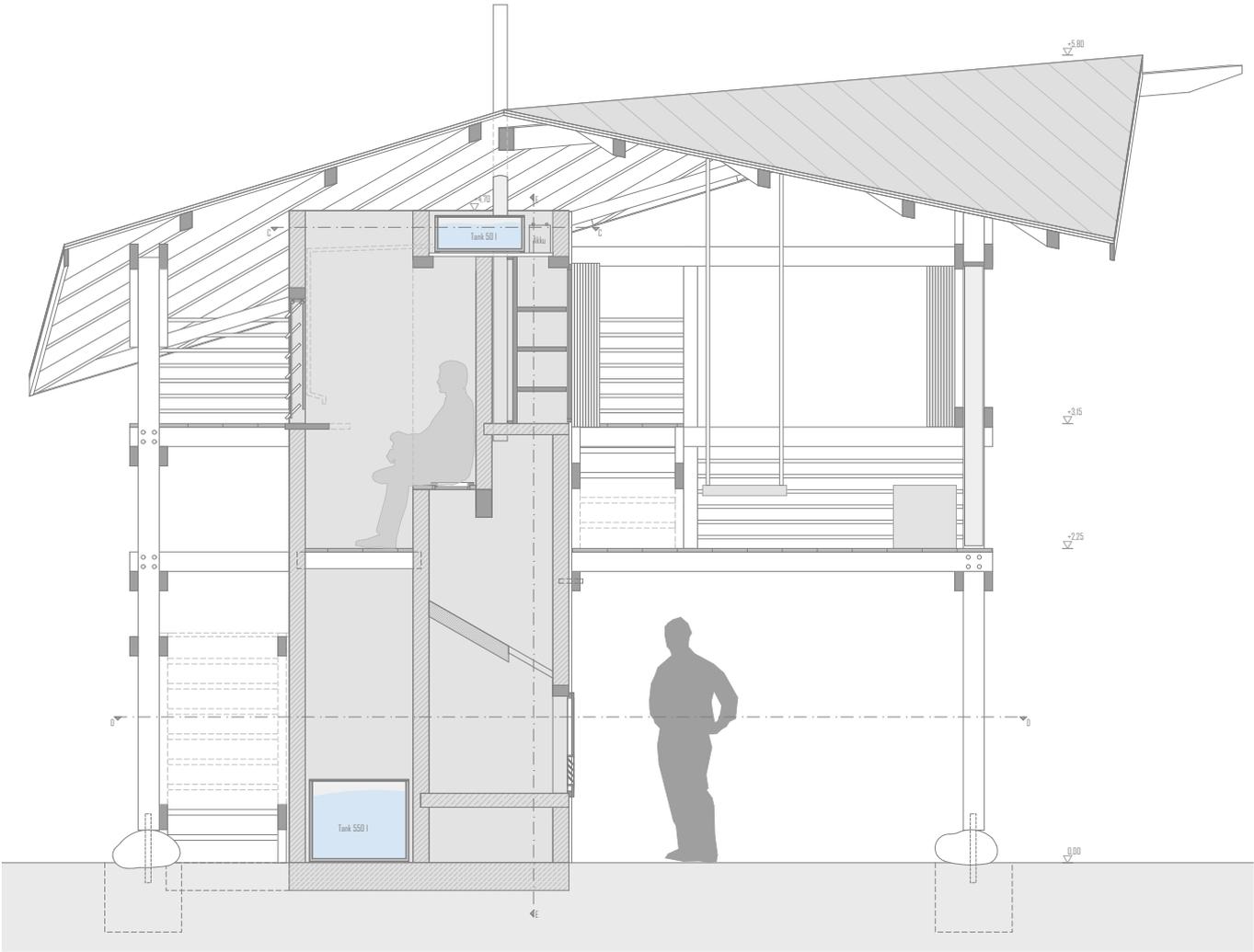


Bungalow - Schnitte

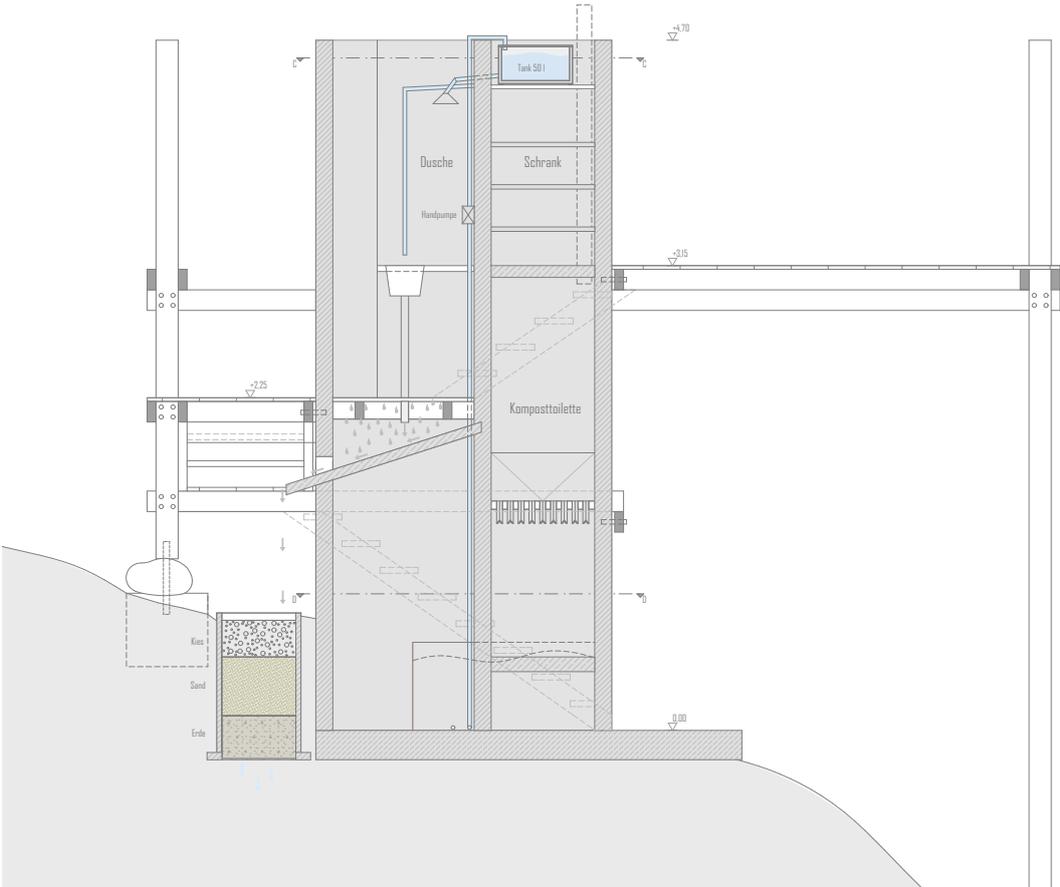


Schnitt A-A, Maßstab 1:50

Bungalow - Schnitte

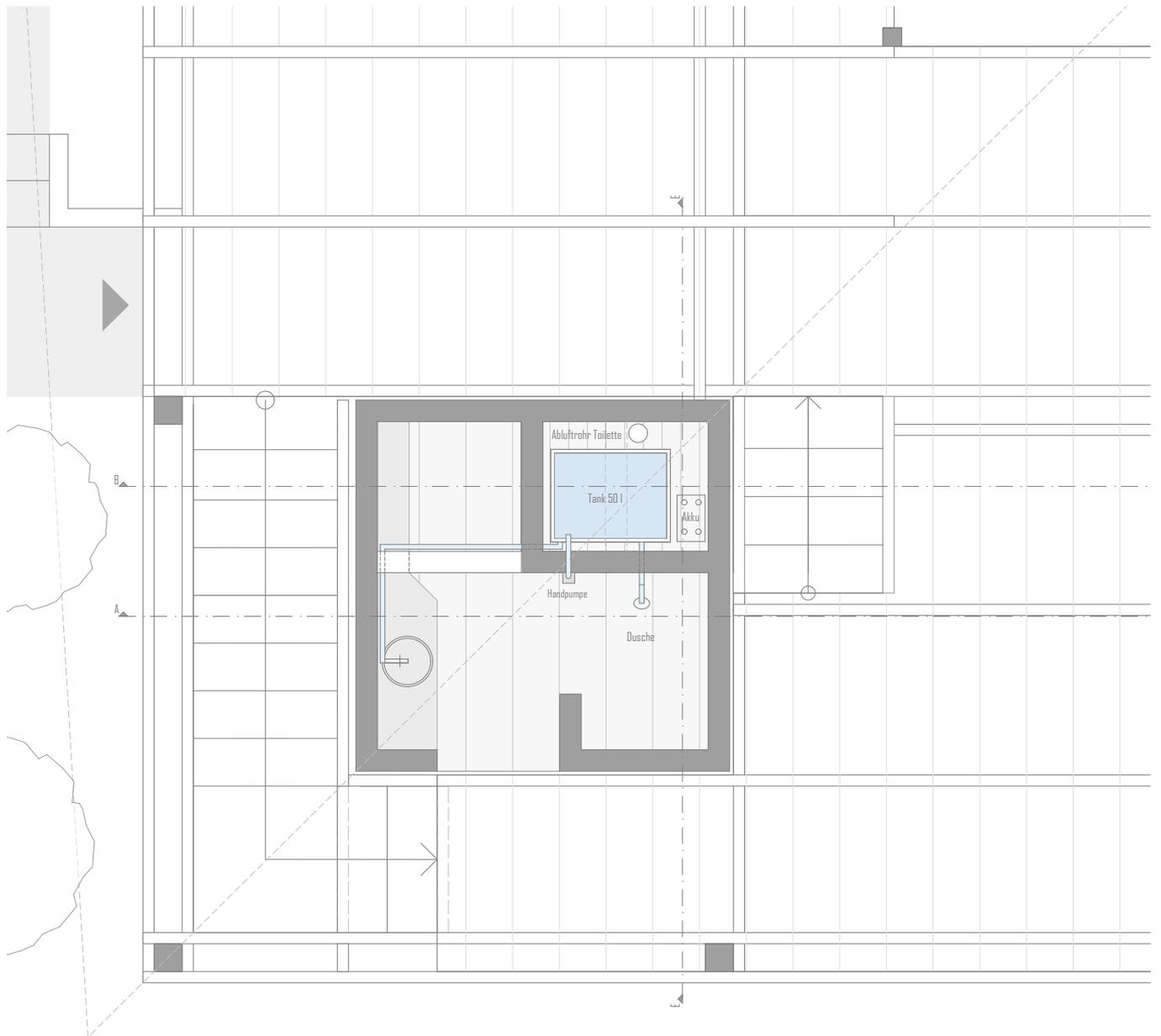


Schnitt B-B, Maßstab 1:50



Schnitt E-E, Maßstab 1:50

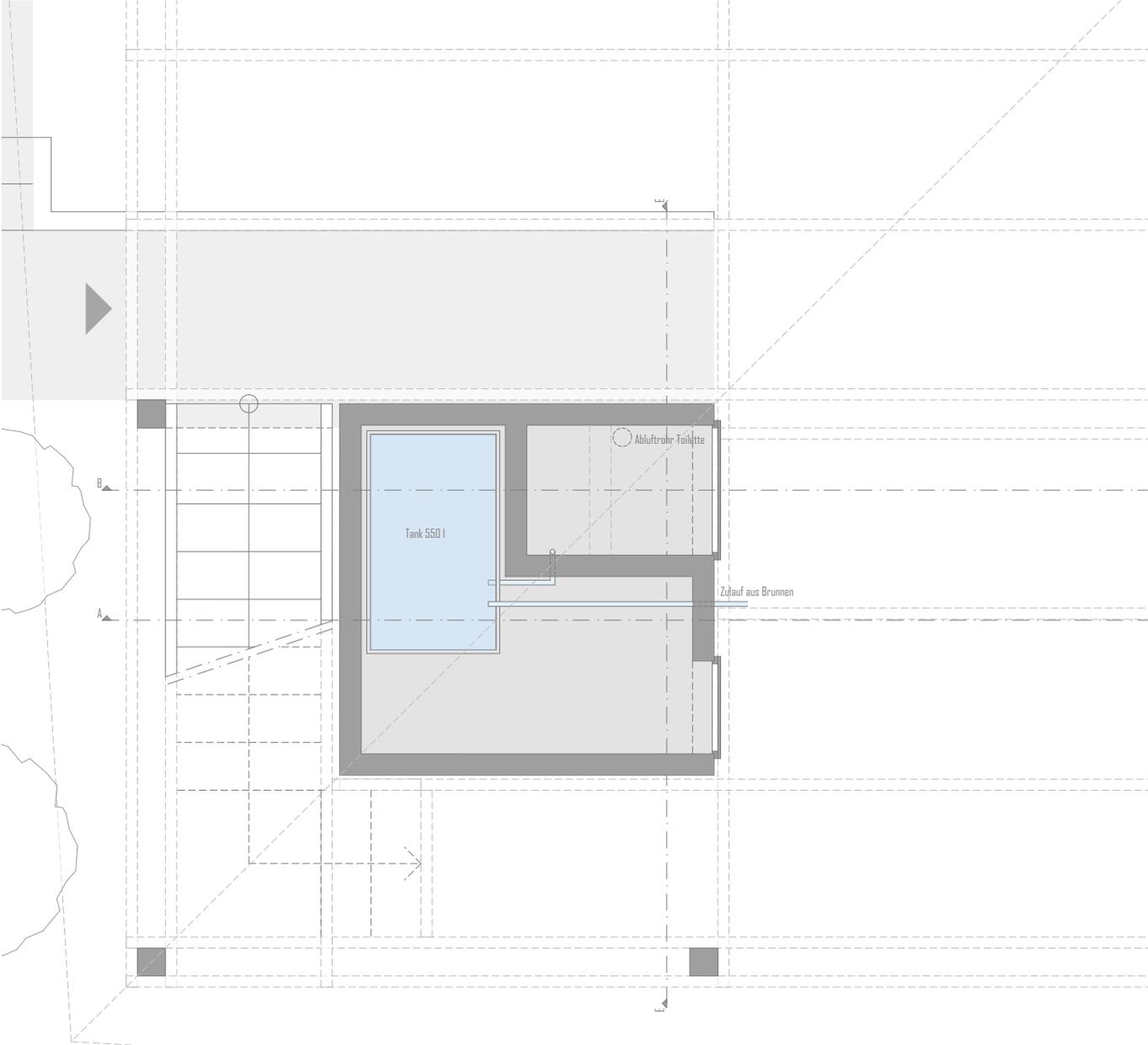
Bungalow - Schnitte



Schnitt C-C, Maßstab 1:50



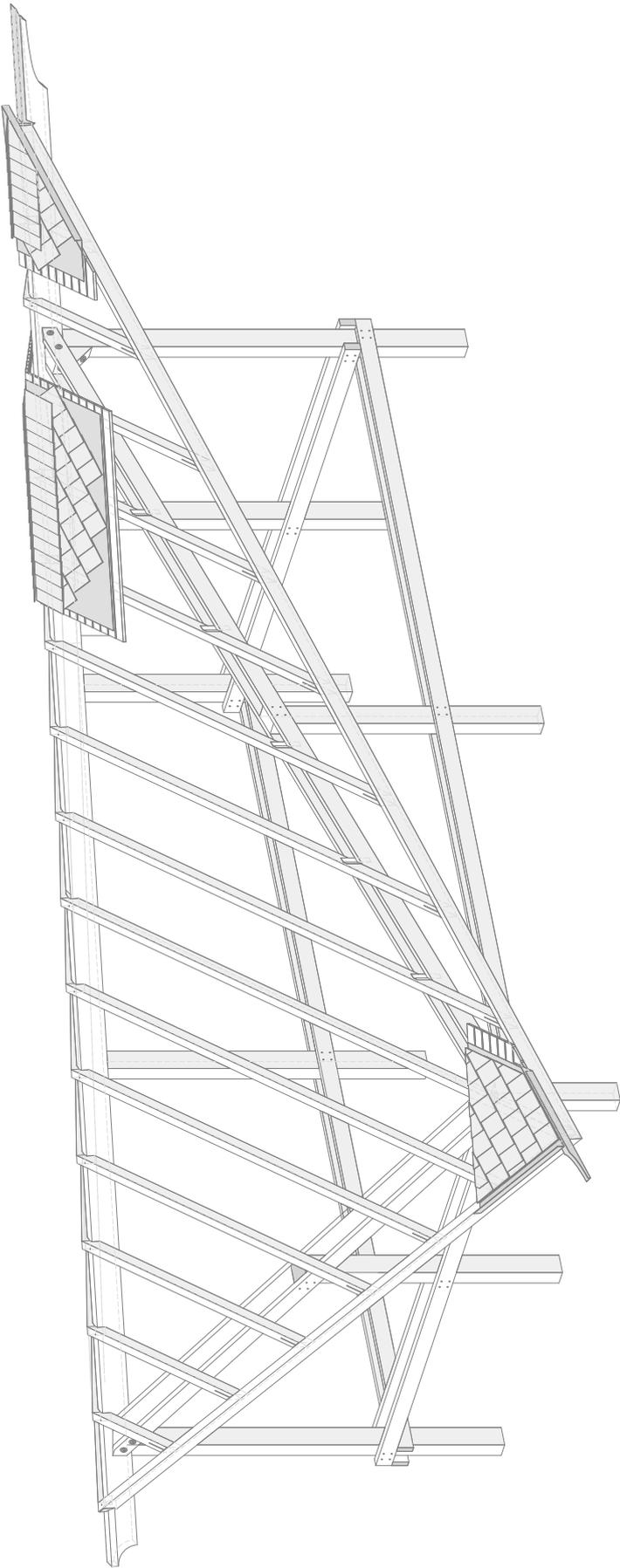
Bungalow - Schnitte



Schnitt C-C, Maßstab 1:50



Bungalow - Isometrie



Isometrie, Maßstab 1:50

Bungalow - Verbrauchsberechnung

Bewohner Bungalow: 2-4
Anzahl Bungalows auf Gelände: 6

Wasserkreislauf: Das aus dem Brunnen geförderte Frischwasser wird in den Vorratstank gepumpt. Von dort aus muss es von den Bewohnern per Handpumpe in den oberen Tank gepumpt werden. Dieser hat ein Fassungsvermögen von 50 Litern - etwas mehr als die Menge, die pro Duschgang benötigt wird. Um das Verbrauchsverhalten der Bewohner positiv zu beeinflussen, wurde sich für das System der Handpumpe entschieden.

Stromkreislauf: Einziger Stromverbrauch des Bungalows ist der, der LED-Glühlampe, welche über eine handelsübliche 12 V Autobatterie betrieben wird, die wiederum tagsüber von einem Photovoltaik-Modul aufgeladen wird. Es werden Dünnschichtmodule verwendet, da diese weniger anfällig gegen Teilverschattungen sind, die durch die teilweise dichten Gewächse nicht ausgeschlossen werden können.

Komposttoilette: Diese Art der Fäkalverwertung ermöglicht es, den umständlichen Bau eines weitverzweigten Kanalisations-system, quer durch die Anlage, zu umgehen. Außerdem hat die Kompostierung den Vorteil, dass sie wartungsarm ist und einen in sich geschlossenen Kreislauf bildet.

Abwasser: Das Grauwasser aus Dusche und Waschbecken wird im inneren des Turmes über eine geneigte Betonplatte nach außen abgeführt, wo es in einem Filterbecken versickert. Dieser Filter besteht aus Kies, Sand und Erde. Hat das Wasser diesen Filter durchlaufen, versickert es im Erdreich und gelangt ins Grundwasser. Aufgrund des simplen Filtersystems wird die Verwendung von üblichen Shampoos und Duschgels abgeraten und stattdessen biologisch unbedenkliche Seifen zu verwenden.

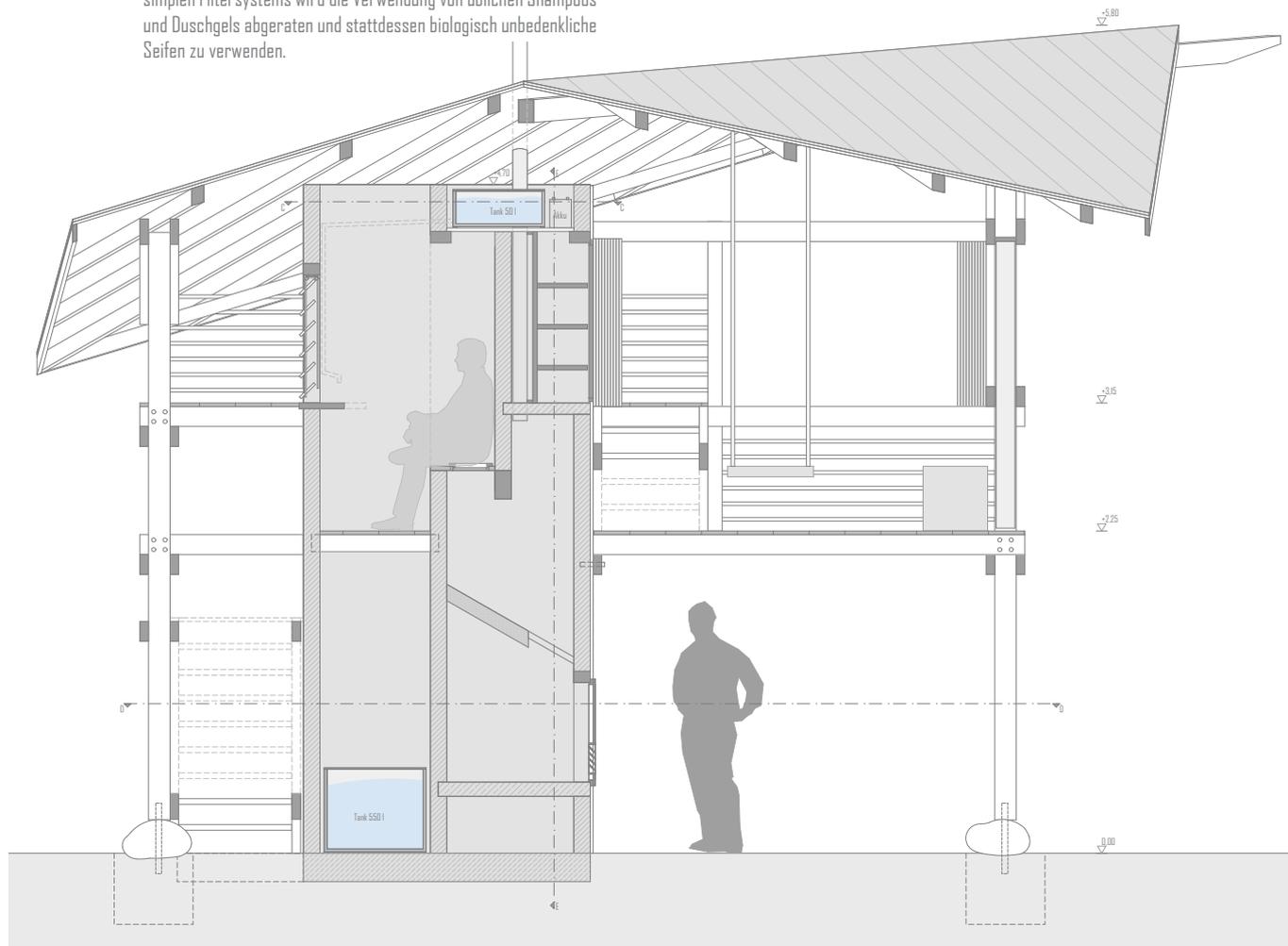
benötigte Wassermenge pro Tag:
Duschen (2 Personen, 2 x tägl. 5 Minuten)
Verbrauch pro Dusche (bei 8 l/min)¹: 40 l
Tagesverbrauch = 2 x 2 x 40 = 160 l
Händewaschen (Richtwert 13 l pro Tag/Person)²
Tagesverbrauch (2 Personen): 26 l
Gesamtverbrauch: 186 l/Tag

Strombedarf pro Tag:
3 LED-Glühlampen á 6 Watt (Betriebszeit: 8h tgl.)
= 18 Watt = 0,018 kW x 8 h = 0,14 kWh/Tag

Sonneneinstrahlung³ Kambodscha:
1200 kWh/m²a⁽⁴⁾
Einstrahlung bei 0° Neigung = 1200 kWh/m²a
Einstrahlung bei 45° Neigung =
1200 kWh/m²a x 100% ÷ 85%⁽⁵⁾ = 1411 kWh/m²a

PV-Modulgröße:
0,14 kWh/Tag x 365 Tage = 51,1 kWh/a
Sonneneinstrahlung Kambodscha: 1200 kWh/a
1200 kWh/a x 10 % (Wirkungsgrad)⁶ x 90 %
(Anlagenwirkungsgrad)⁷ = 108 kWh/m²a

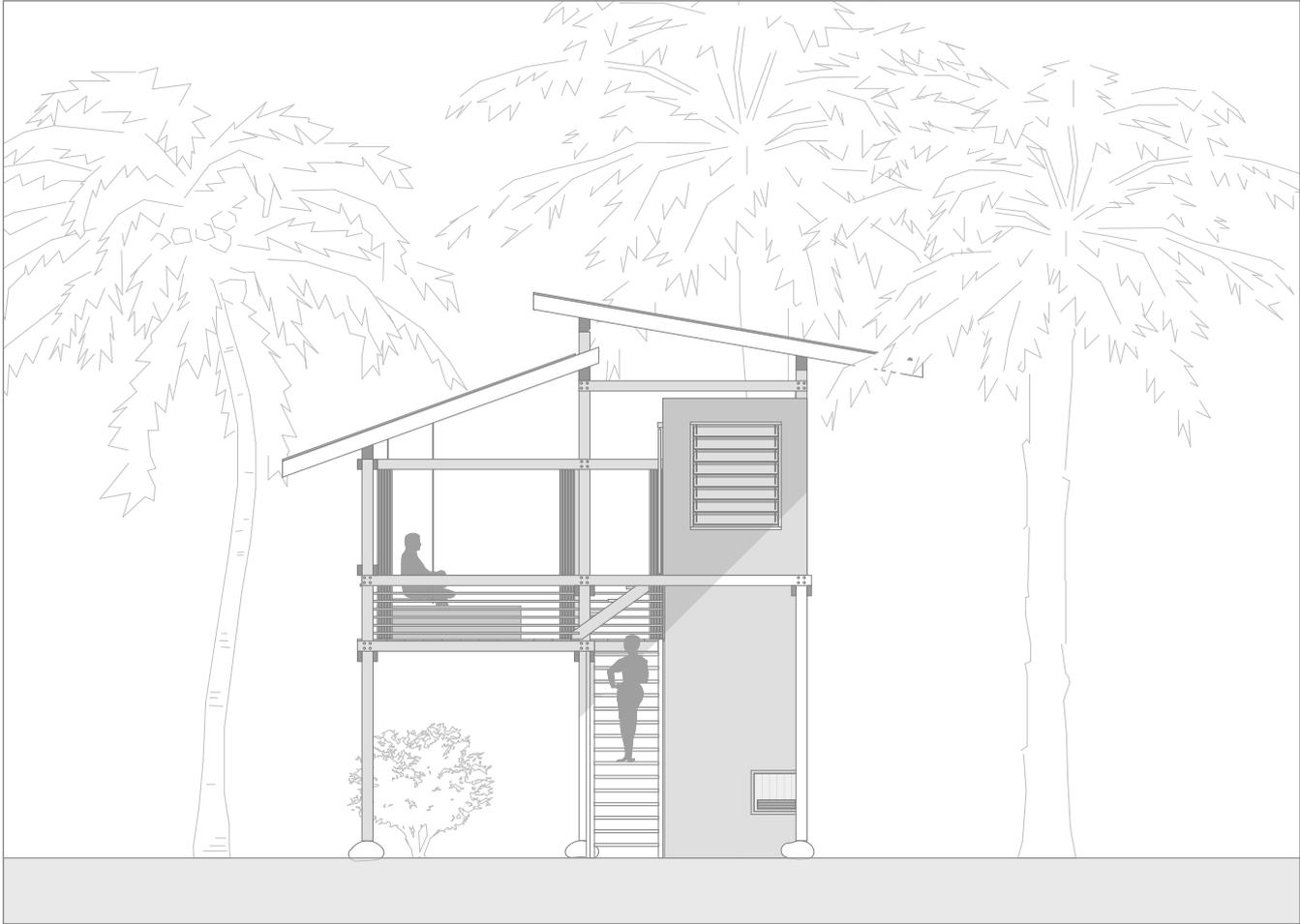
51,1 kWh/a ÷ 108 kWh/m²a = 0,47 m²



Schnitt B-B, Maßstab 1:50

¹ www.sparhaushalt.com
² www.tag-des-wassers.com
³ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun
⁴ www.meteonorm.com
⁵ www.greenhincenergy.com
⁶ www.photovoltaik.org
⁷ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun

Bungalow Dorf- Ansichten

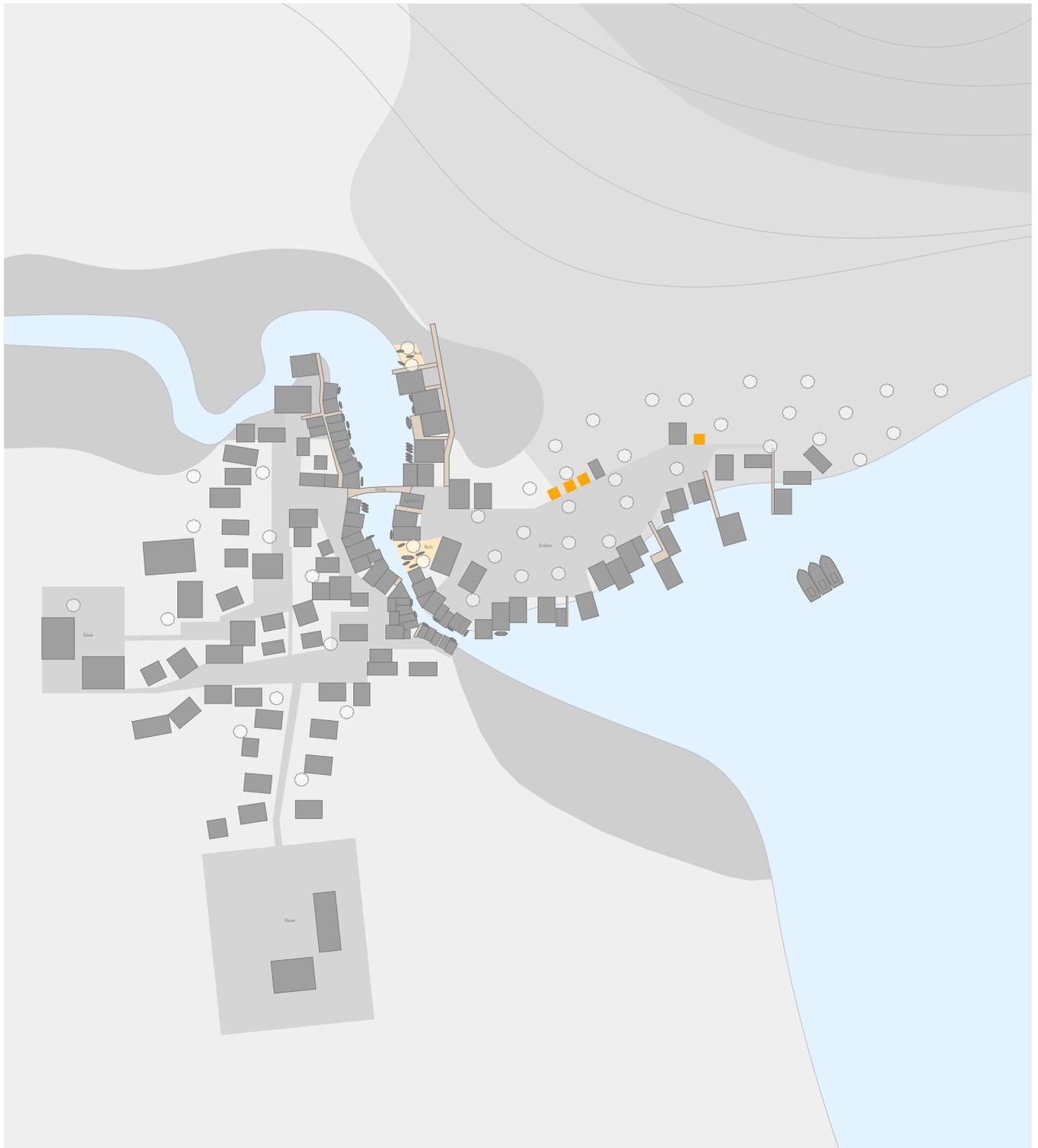


Ansicht Straße, Maßstab 1:100



Ansicht Seite, Maßstab 1:100

Bungalow Dorf- Lageplan



Lageplan Preaek Svay, Maßstab 1:4000

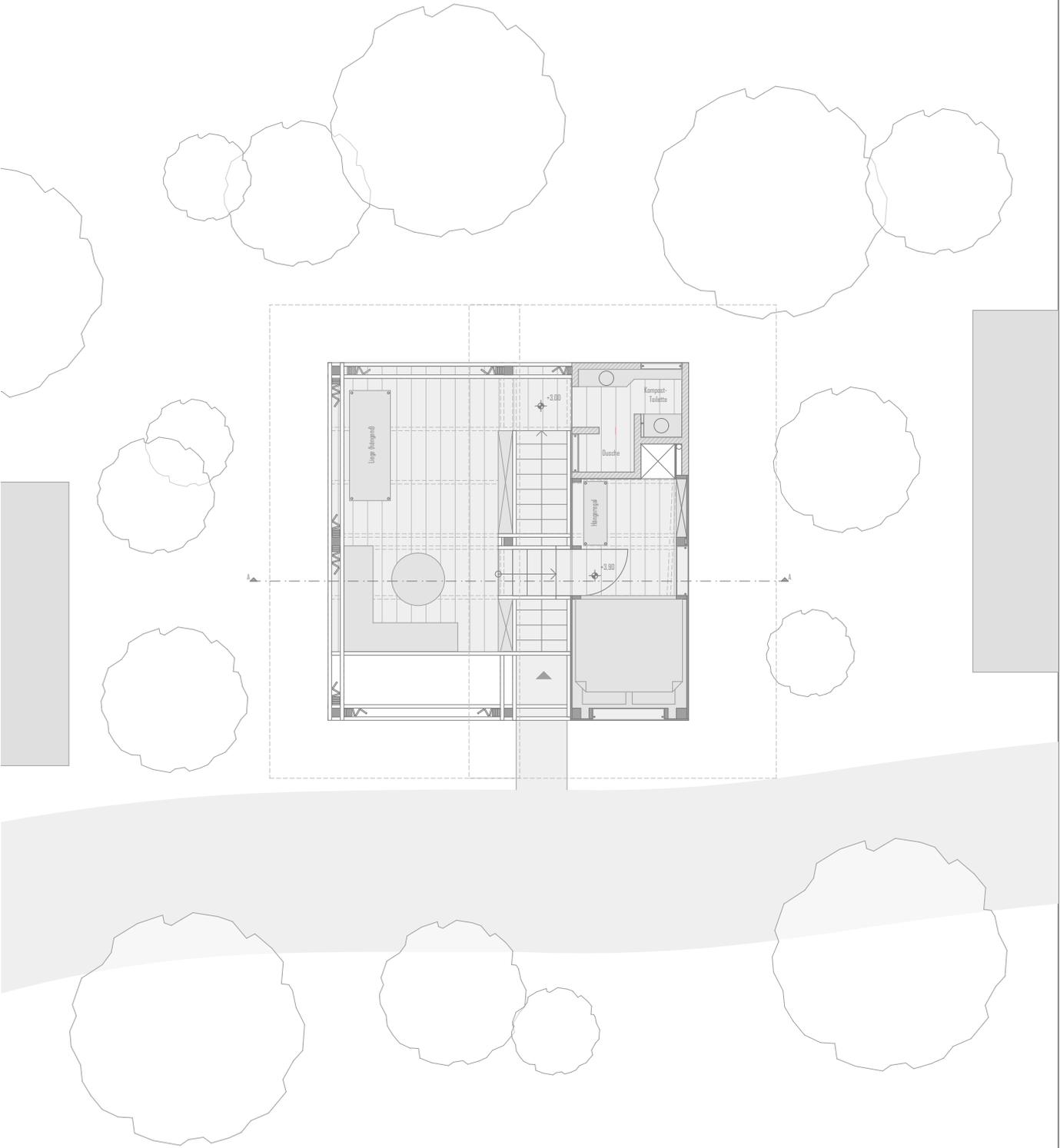
Das Fischerdorf Preaek Svay, das etwa 45 Minuten fußläufig von Lonely Beach entfernt ist, soll ebenfalls in die Entwicklung einbezogen werden. Eigens dafür wurde der Bungalow, der für Lonely Beach geplant wurde, modifiziert. In erster Linie galt es dabei eine Abschließbarkeit der Räumlichkeiten zu entwickeln. Aus diesem Grund ist das Schlafzimmer komplett verschalt und mit einer abschließbaren Tür versehen. Die Fensteröffnungen können über Lamellen verschlossen werden. Am Treppenaustritt befindet sich eine ebenfalls verschließbare Klappe, die das obere Geschoss vom unteren Luftgeschoss trennt.

Der Standort im Dorf soll die lokale Bevölkerung stärker in das Lonely Beach Resort einbeziehen. Die Menschen vor Ort könnten so einen direkten Nutzen von den Gästen haben, aber auch ein Zugehörigkeitsgefühl entwickeln, denn sie sollen sich um den Unterhalt und die Versorgung der Gäste kümmern. Mit etwas Glück, gibt es vielleicht Nachahmer unter den Einheimischen, falls sich eine stetig wachsende Besucherzahl abzeichnet.



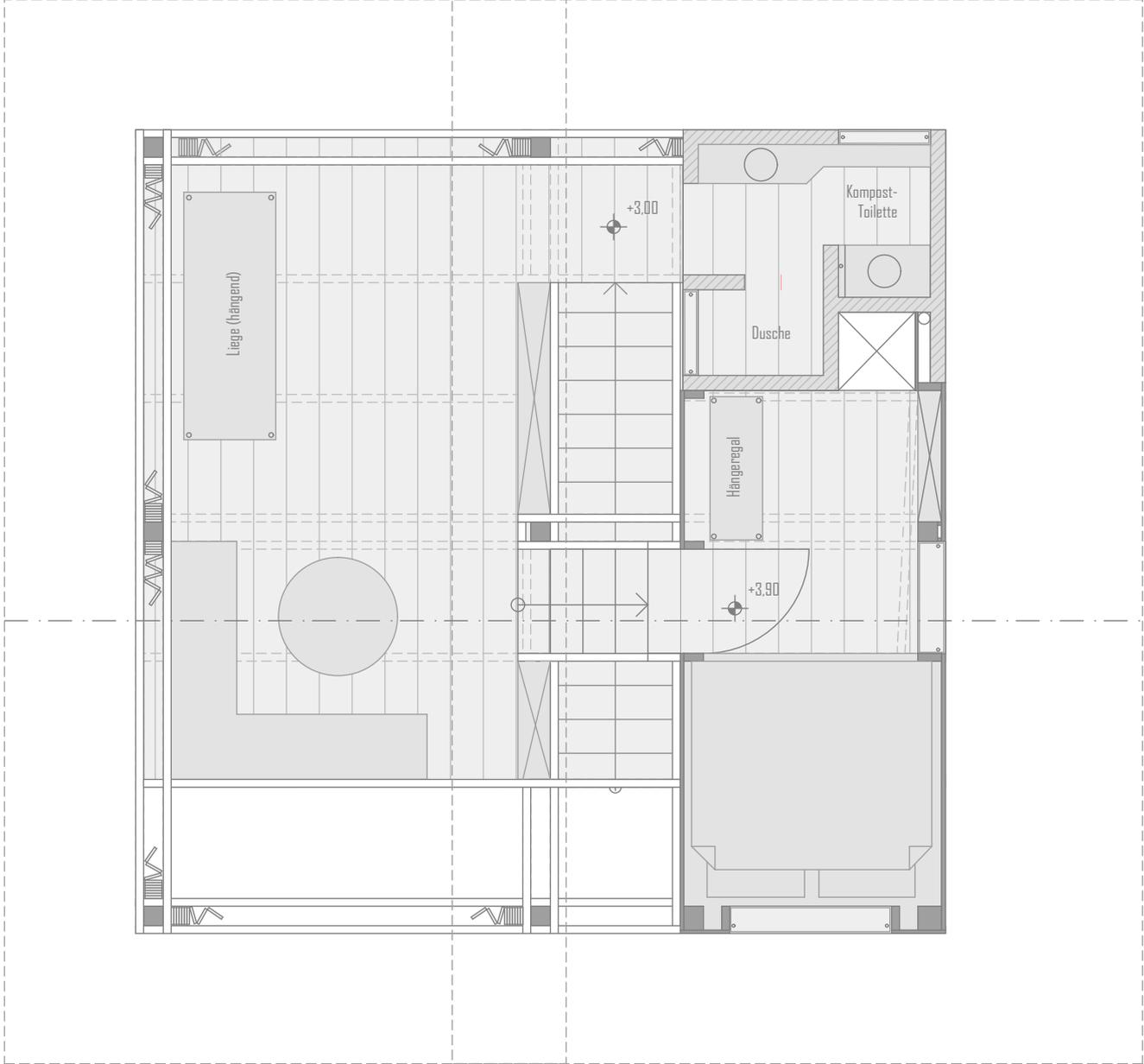
Abb. 57 Dorf Preaek Svay, möglicher Standort für Bungalow

Bungalow Dorf- Grundriss



Grundriss, Maßstab 1:100

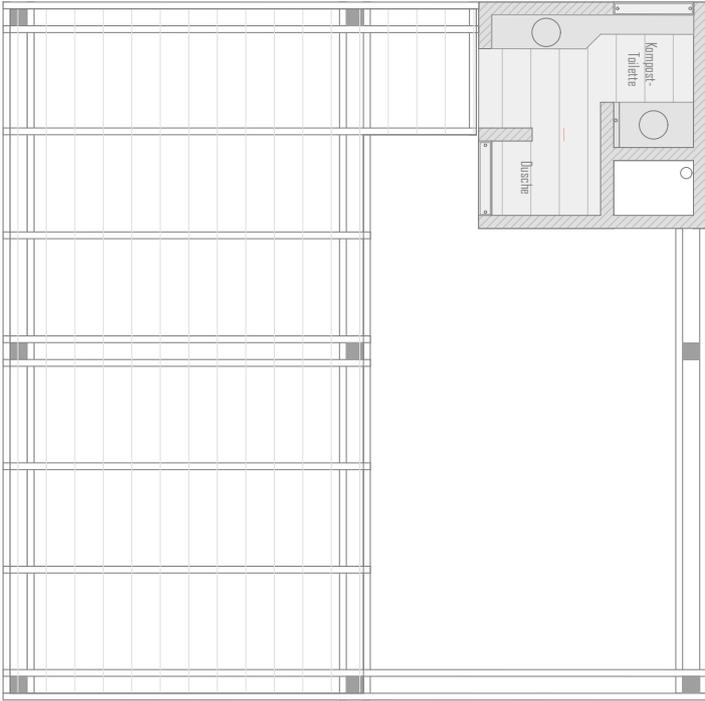
Bungalow Dorf- Grundriss



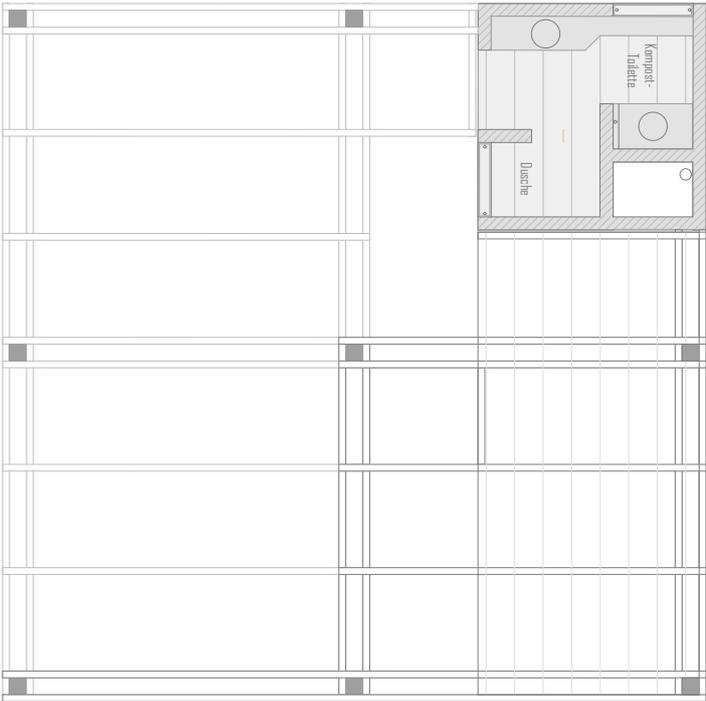
Grundriss, Maßstab 1:50

Bungalow Dorf- Grundriss Konstruktion Ebenen

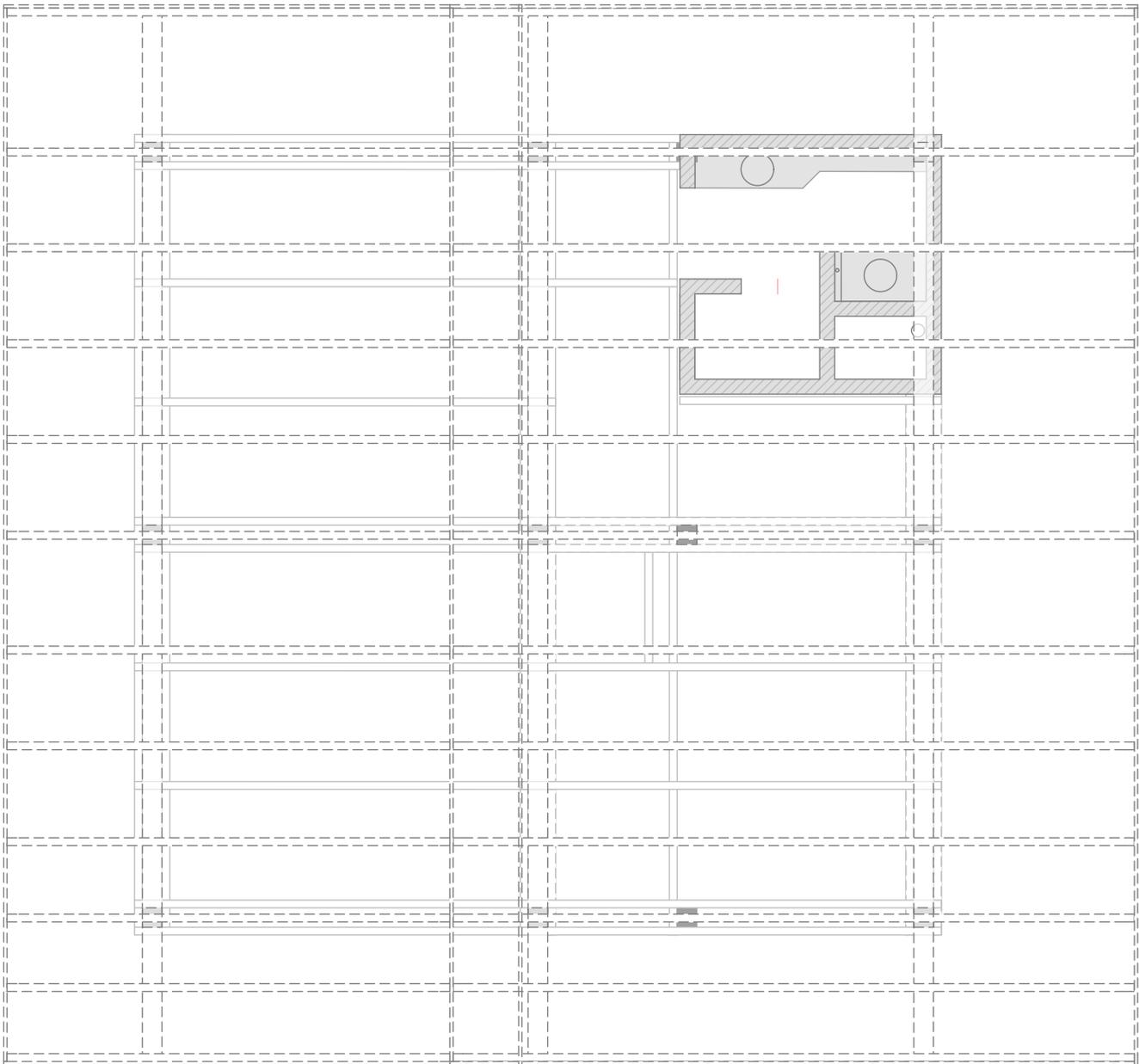
Ebene I, Maßstab 1:75



Ebene I, Maßstab 1:75

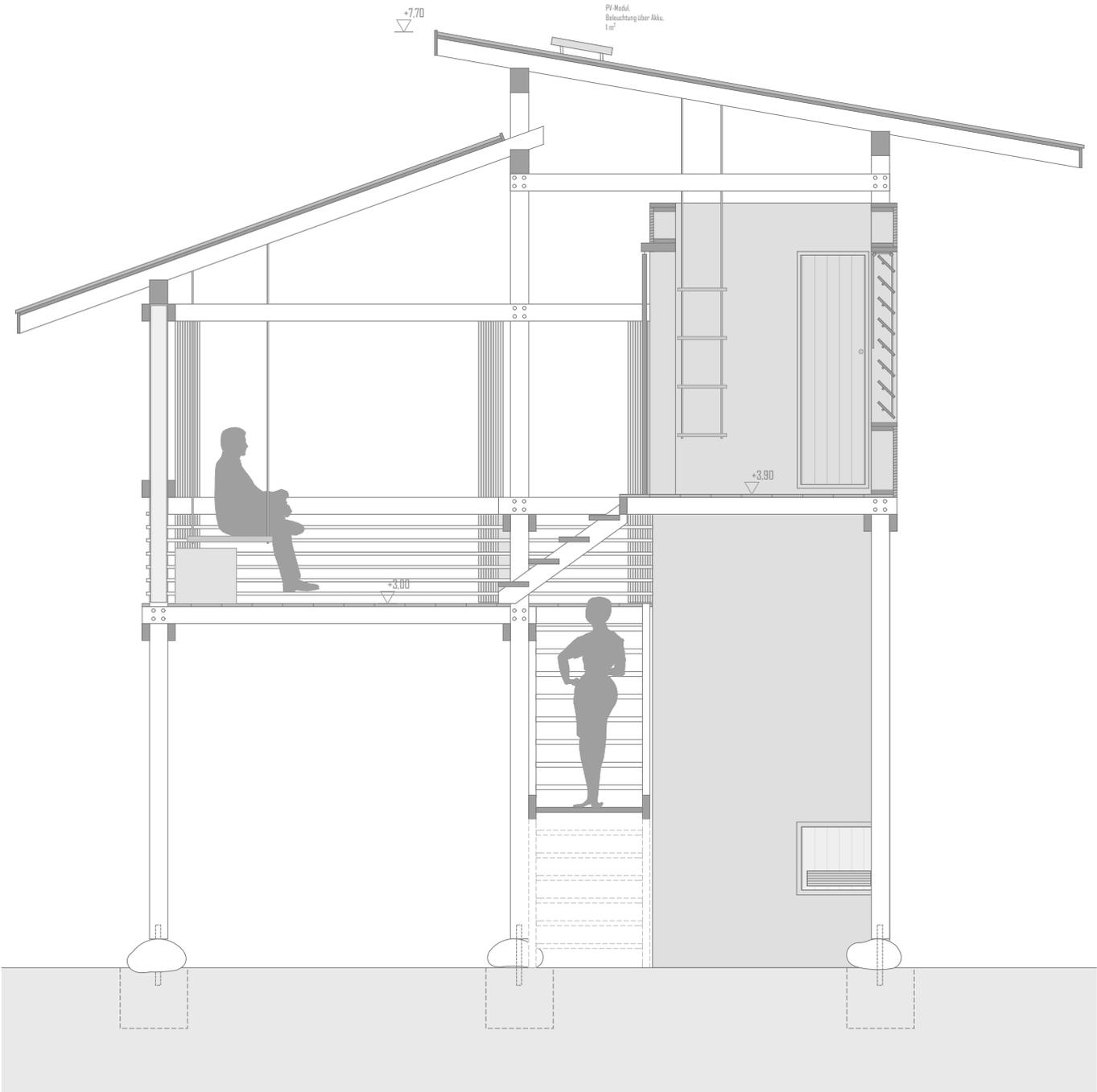


Bungalow Dorf - Grundriss Konstruktion Dach



Dachkonstruktion, Maßstab 1:50

Bungalow Dorf - Schnitte



Schnitt A-A, Maßstab 1:50

Bungalow Dorf - Verbrauchsberechnung

Bewohner Bungalow: 2-4
Anzahl Bungalows in Dorf: 1-2

Der Versorgungsturm im Inneren des Bungalows ist baugleich mit denen, die auf der Anlage „Lonely Beach“ geplant sind. Einziger Unterschied besteht in der Wasserversorgung. Nicht ein Brunnen speist hier den Wassertank, sondern Dorfbewohner werden diesen von Hand befüllen, mit Wasser aus dem Fluss.

Wasserkreislauf: Der Wassertank wird händisch von den Dorfbewohnern befüllt. Von dort aus muss es von den Bewohnern per Handpumpe in den oberen Tank gepumpt werden. Dieser hat ein Fassungsvermögen von 50 Litern - etwas mehr als die Menge, die pro Duschgang benötigt wird. Um das Verbrauchsverhalten der Bewohner positiv zu beeinflussen, wurde sich für das System der Handpumpe entschieden.

Stromkreislauf: Einziger Stromverbrauch des Bungalows ist der, der LED-Glühbirne, welche über eine handelsübliche 12 V Autobatterie betrieben wird, die wiederum tagsüber von einem Photovoltaik-modul aufgeladen wird. Es werden Dünnschichtmodule verwendet, da diese weniger anfällig gegen Teilverschattungen sind, die durch die teilweise dichten Gewächse nicht ausgeschlossen werden können.

Komposttoilette: Diese Art der Fäkalverwertung ermöglicht es, den umständlichen Bau eines weitverzweigten Kanalisations-system, quer durch die Anlage, zu umgehen. Außerdem hat die Kompostierung den Vorteil, dass sie wartungsarm ist und einen in sich geschlossen Kreislauf bildet.

Abwasser: Das Grauwasser aus Dusche und Waschbecken wird im inneren des Turmes über eine geneigte Betonplatte nach außen abgeführt, wo es in einem Filterbecken versickert. Dieser Filter besteht aus Kies, Sand und Erde. Hat das Wasser diesen Filter durchlaufen, versickert es im Erdreich und gelangt ins Grundwasser. Aufgrund des simplen Filtersystems wird die Verwendung von üblichen Shampoos und Duschgels abgeraten und stattdessen biologisch unbedenkliche Seifen zu verwenden.

benötigte Wassermenge pro Tag:
Duschen (2 Personen, 2 x tägl. 5 Minuten)
Verbrauch pro Dusche (bei 8 l/min) : 40 l
Tagesverbrauch = 2 x 2 x 40 = 160 l
Händewaschen (Richtwert 13 l pro Tag/Person)⁸
Tagesverbrauch (2 Personen) : 26 l
Gesamtverbrauch : 186 l/Tag

Strombedarf pro Tag:
3 LED-Glühbirnen á 6 Watt (Betriebszeit: 8h tgl.)
= 18 Watt = 0,018 kW x 8 h = 0,14 kWh/Tag

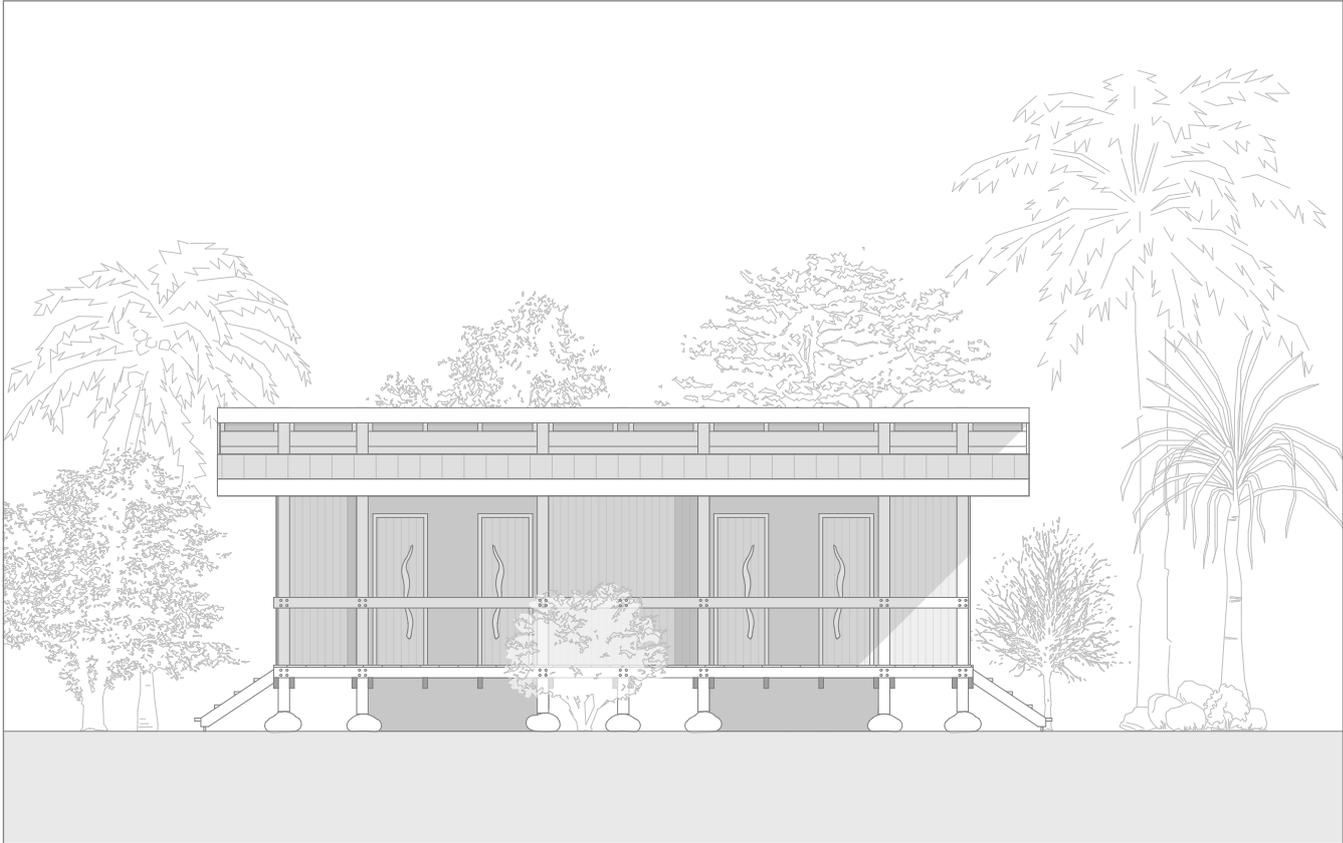
Sonneneinstrahlung¹⁰ Kambodscha:
1200 kWh/m²a⁽¹¹⁾
Einstrahlung bei 0° Neigung = 1200 kWh/m²a
Einstrahlung bei 45° Neigung \approx ⁽¹²⁾
1200 kWh/m²a x 100% ÷ 85% = 1411 kWh/m²a

PV-Modulgröße:
0,14 kWh/Tag x 365 Tage = 51,1 kWh/a
Sonneneinstrahlung Kambodscha: 1200 kWh/a
1200 kWh/a x 10 % (Wirkungsgrad)¹³ x 90 %
(Anlagenwirkungsgrad)¹⁴ = 108 kWh/m²a

51,1 kWh/a ÷ 108 kWh/m²a = 0,47 m²

⁸ www.sparhaushalt.com
⁹ www.tag-des-wassers.com
¹⁰ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun
¹¹ www.mtsnorm.com
¹² www.greenhinsenergy.com
¹³ www.photovoltaik.org
¹⁴ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun

Duschhaus- Ansichten

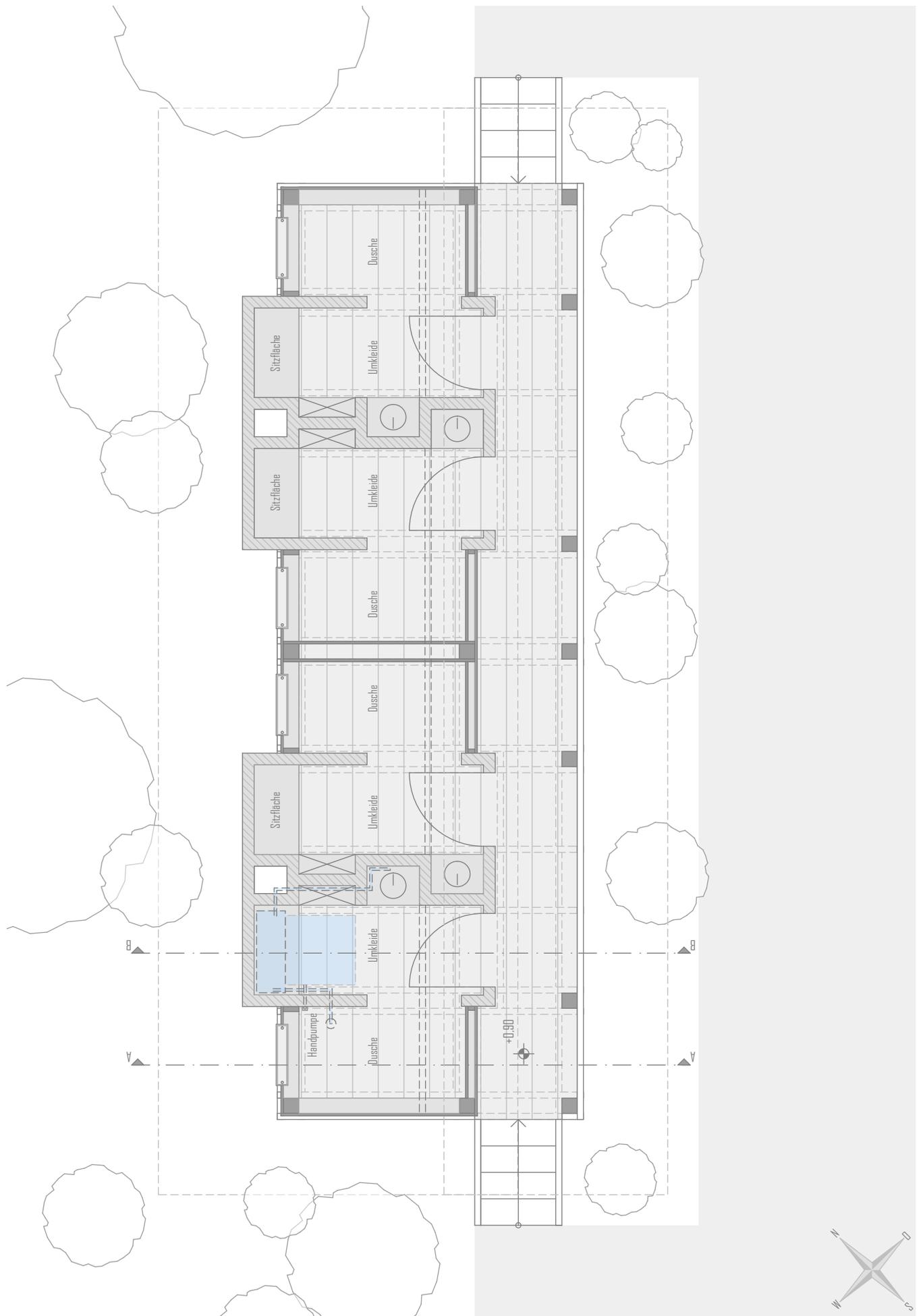


Ansicht Nord-Ost, Maßstab 1:100



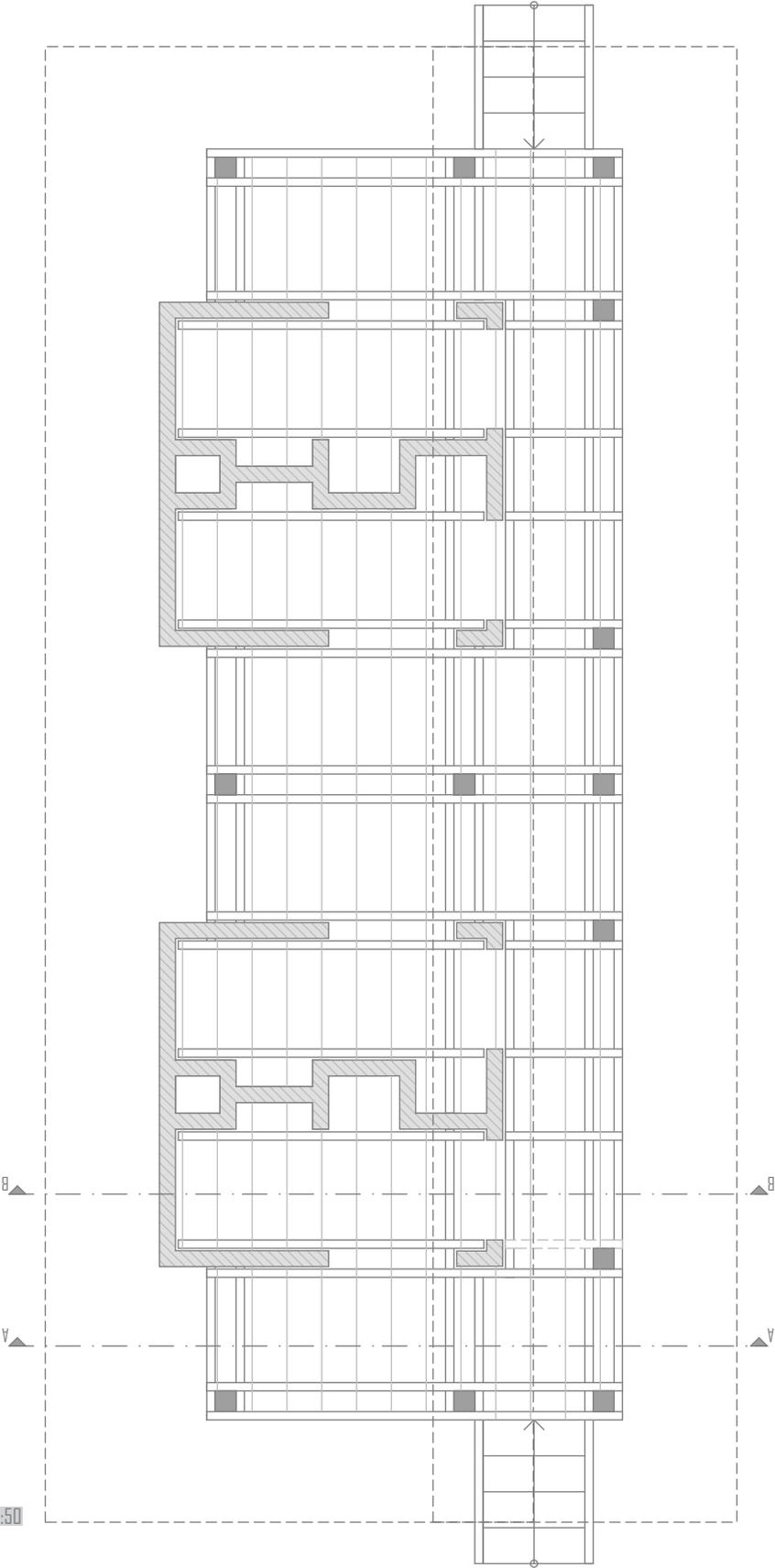
Ansicht Nord-West, Maßstab 1:100

Duschhaus- Grundriss



Grundriss, Maßstab 1:50

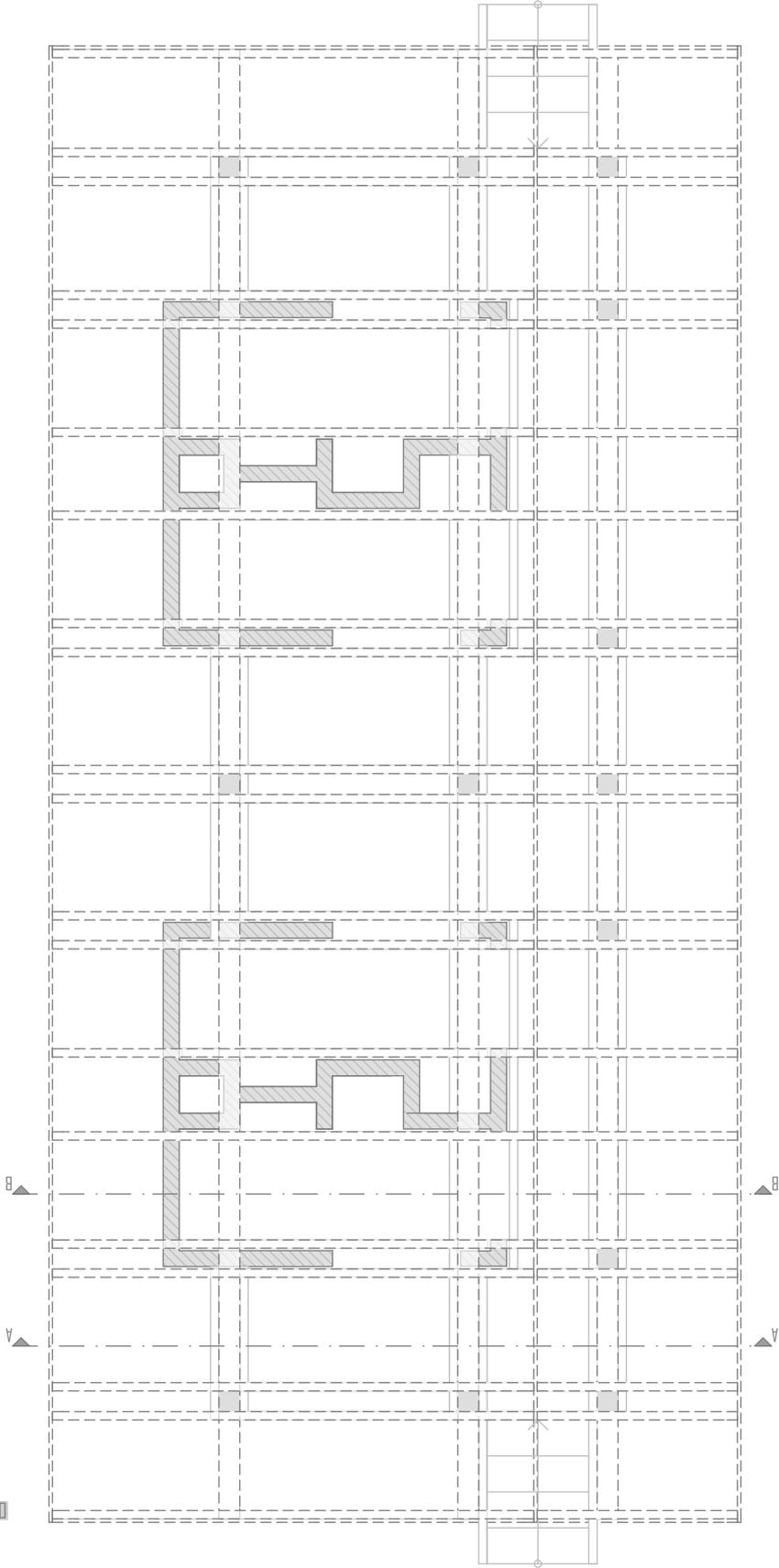
Duschhaus- Grundriss Konstruktion Ebene



Grundriss, Maßstab 1:50



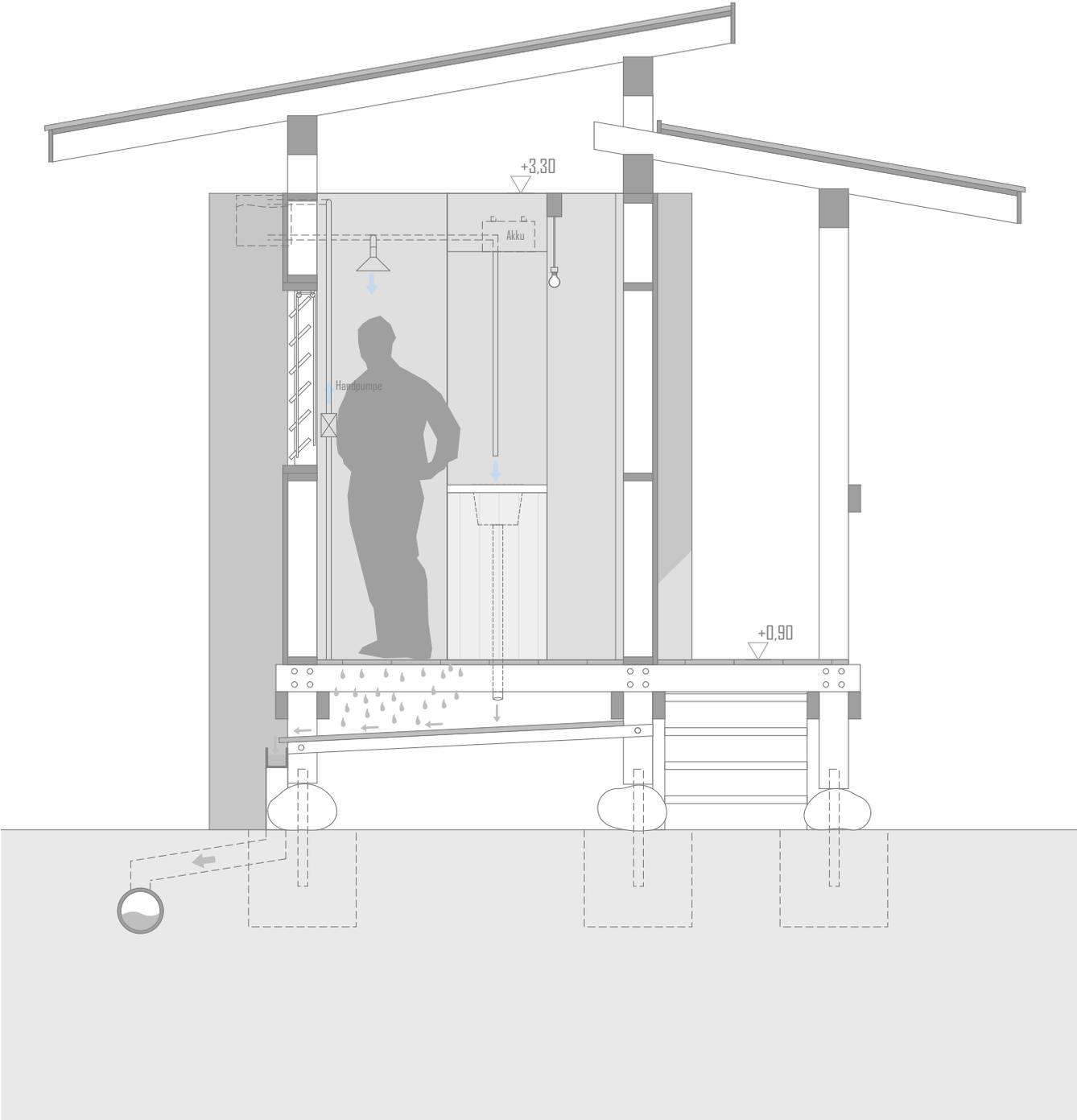
Duschhaus- Grundriss Konstruktion Dach



Grundriss, Maßstab 1:50

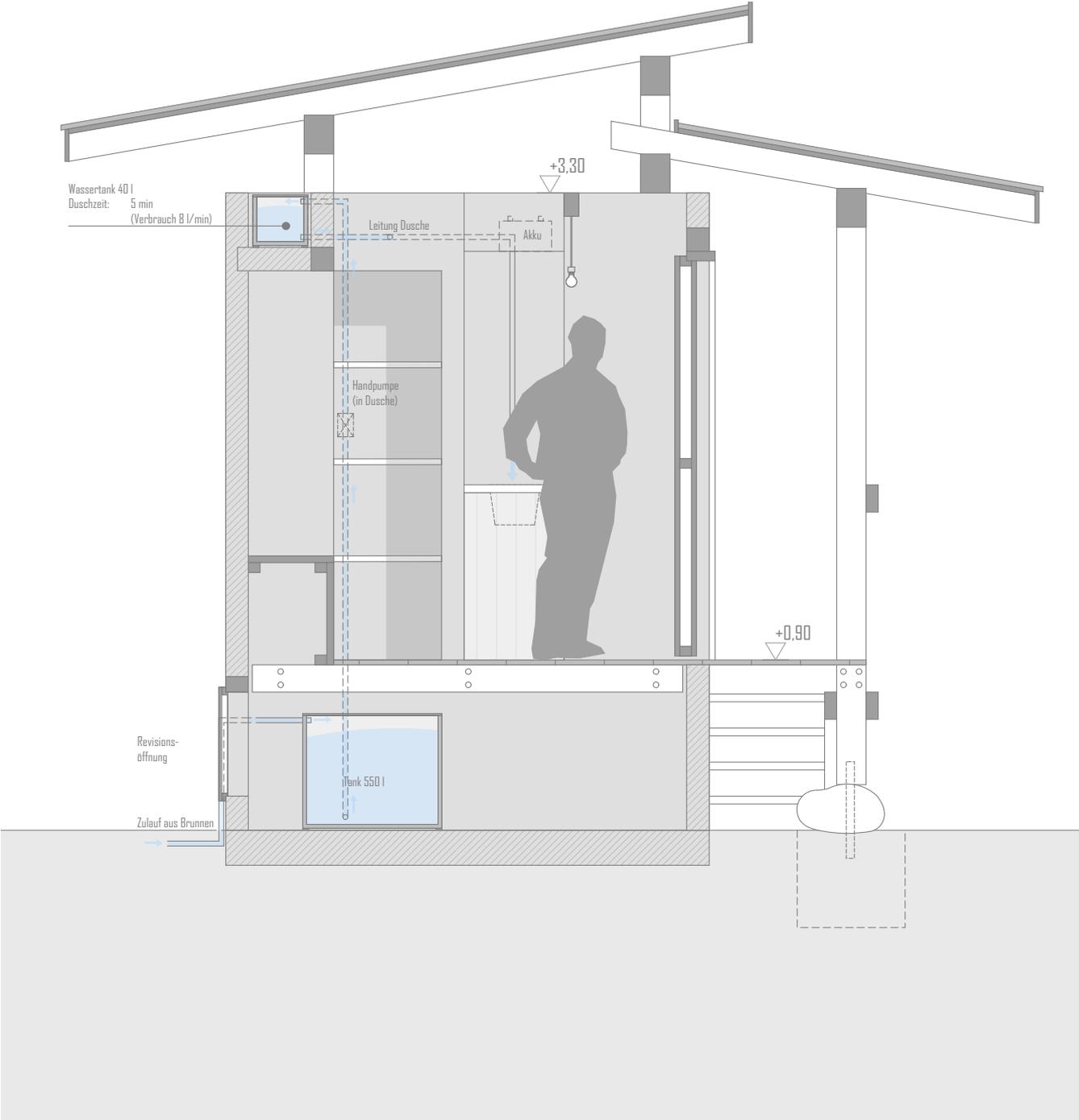


Duschhaus- Schnitt



Schnitt A-A, Maßstab 1:70

Duschhaus- Schnitt



Schnitt A-A, Maßstab 1:70

Duschhaus - Verbrauchsberechnung

Anzahl Duschen: 4
 Volumen Tank 1: 550 l
 Volumen Tank 2: 40 l

Wasserkreislauf: Das aus dem Brunnen geförderte Frischwasser wird in den Vorratstank gepumpt. Von dort aus muss es von den Nutzern per Handpumpe in den oberen Tank gepumpt werden. Dieser hat ein Fassungsvermögen von 40 Litern. Diese Menge Wasser reicht für etwa fünf Minuten duschen aus (unter Annahme eines Verbrauches von 8l/min). Um das Verbrauchsverhalten der Bewohner positiv zu beeinflussen, wurde sich auch hier für das System der Handpumpe entschieden.

Stromkreislauf: Einziger Stromverbrauch des Duschhauses ist der, der LED-Glühbirnen, welche über eine handelsübliche 12 V Autobatterie betrieben wird, die wiederum tagsüber von einem Photovoltaik-modul aufgeladen wird. Es werden Dünnschichtmodule verwendet, da diese weniger anfällig gegen Teilverschattungen sind, die durch die teilweise dichten Gewächse nicht ausgeschlossen werden können.

Abwasser: Das Grauwasser aus Duschen und Waschbecken läuft über die etwa ein Zentimeter breiten Fugen zwischen der Fußbodenschalung auf eine schräge Faserzement-Platte in eine Rinne, von wo aus das Abwasser in eine Sammelleitung geführt wird, die wiederum in der Hauptsammelleitung verbunden ist, welche in der Kläranalge mündet.

benötigte Wassermenge pro Tag:

Duschen (24 Personen, 1 x tägl. 5 Minuten)
 Verbrauch pro Dusche (bei 8 l/min)¹⁵ : 40 l
 Tagesverbrauch = 24 x 40 = 960 l
 Händewaschen (Richtwert 13 l pro Tag/Person)¹⁶
 Tagesverbrauch (72 Personen) : 936 l x 0,25 = 234 l
 (Anteil = 1/4 Dusche, 3/4 Toiletten)
 Gesamtverbrauch : 960 l + 234 l = 1.195 l/Tag
 Tankvolumen oben: 40 l
 Tankvolumen unten: 1.195 l/Tag ÷ 4 = 298,5 l (550 l vorh.)

Strombedarf pro Tag:

6 LED-Glühbirnen á 6 Watt (Betriebszeit: 8h tgl.)
 = 36 Watt = 0,036 kW x 8 h = 0,288 kWh/Tag

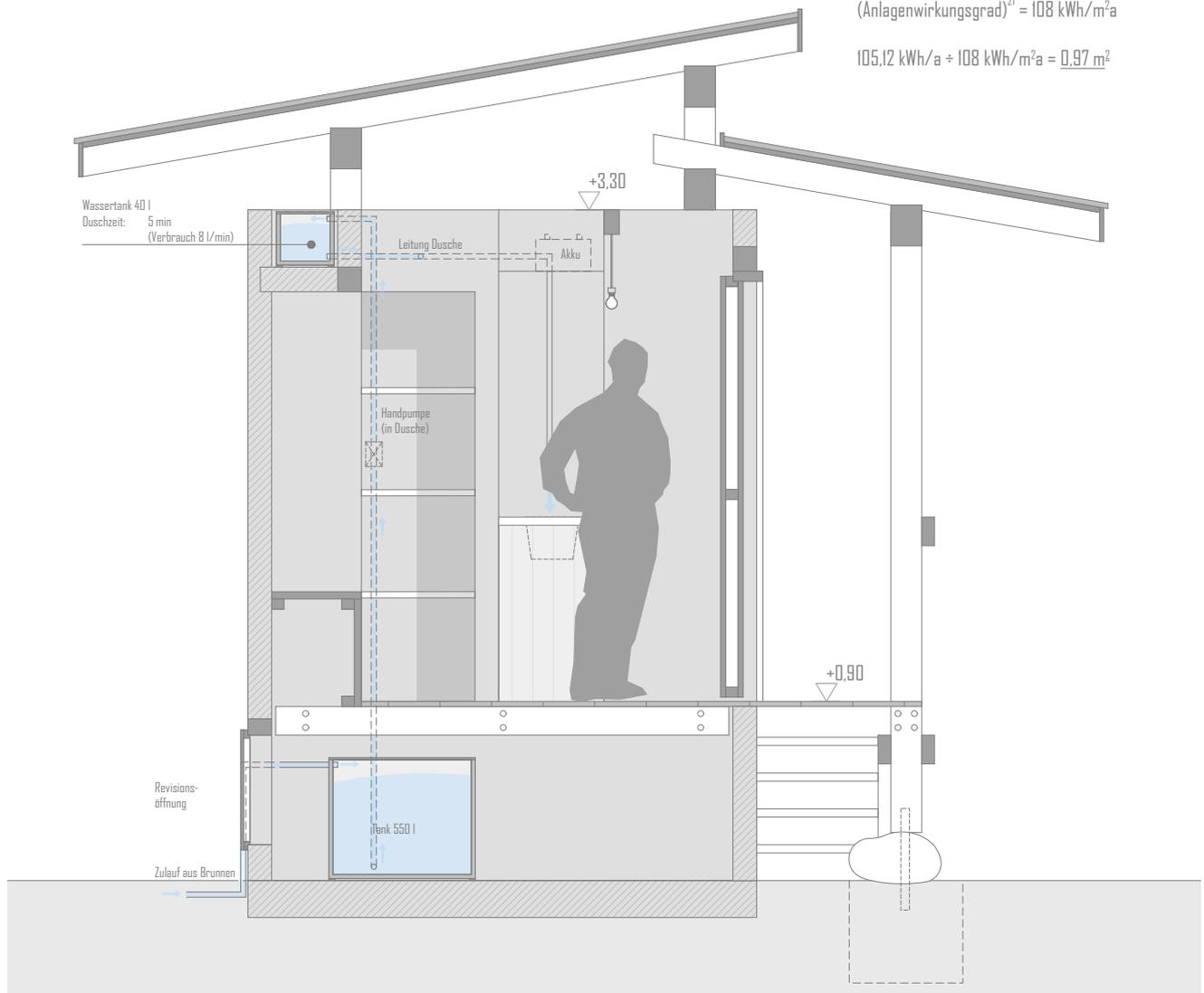
Sonneneinstrahlung¹⁷ Kambodscha:

1200 kWh/m²a⁽¹⁸⁾
 Einstrahlung bei 0° Neigung = 1200 kWh/m²a
 Einstrahlung bei 45° Neigung =
 1200 kWh/m²a x 100% ÷ 85%⁽¹⁹⁾ = 1411 kWh/m²a

PV-Modulgröße:

0,288 kWh/Tag x 365 Tage = 105,12 kWh/a
 Sonneneinstrahlung Kambodscha: 1200 kWh/a
 1200 kWh/a x 10 % (Wirkungsgrad)²⁰ x 90 %
 (Anlagenwirkungsgrad)²¹ = 108 kWh/m²a

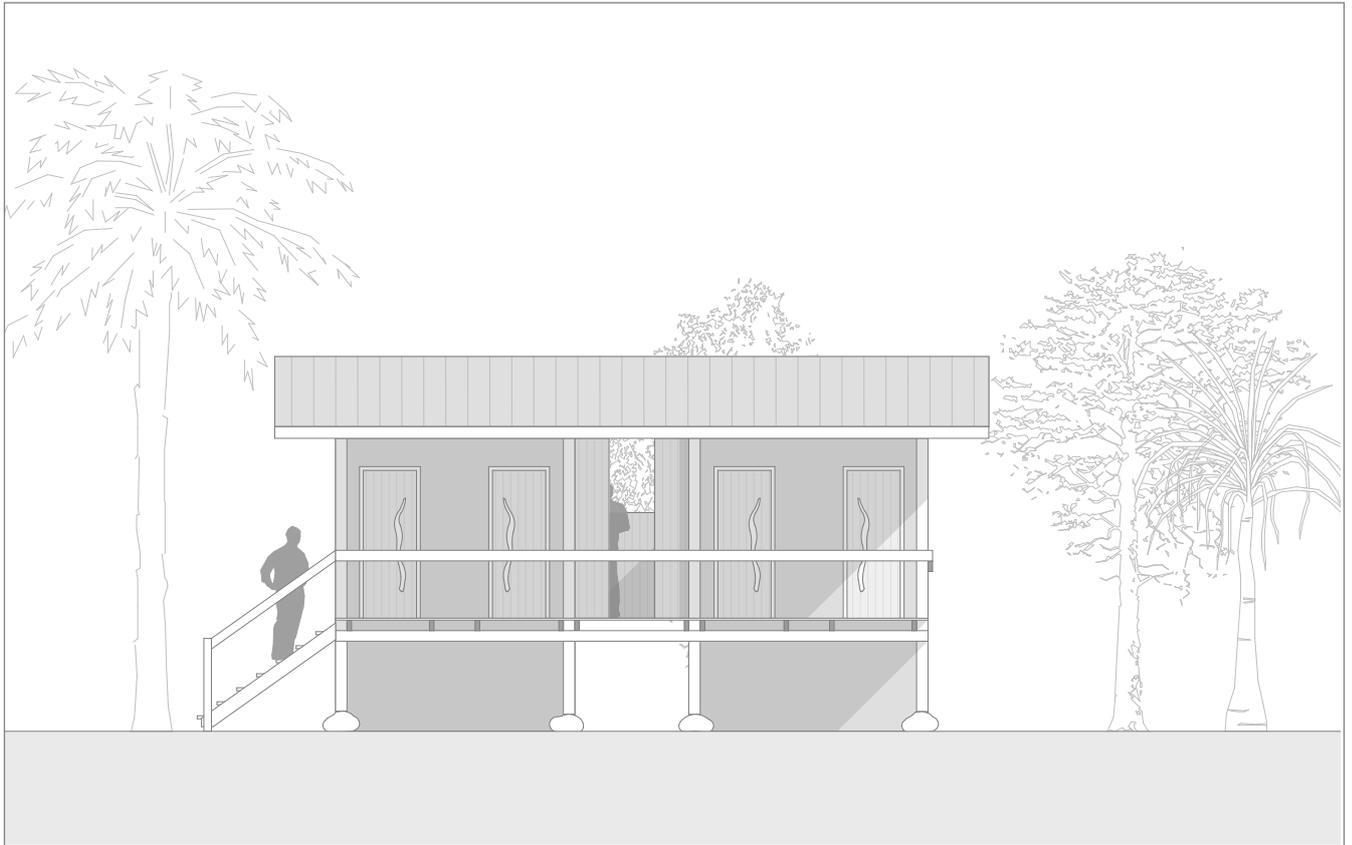
105,12 kWh/a ÷ 108 kWh/m²a = 0,97 m²



Schnitt B-B, Maßstab 1:75

¹⁵ www.sparhaushalt.com
¹⁶ www.tag-des-wassers.com
¹⁷ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun
¹⁸ www.meteonorm.com
¹⁹ www.greenhineenergy.com
²⁰ www.photovoltaik.org
²¹ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun

Toilettenhaus - Ansichten

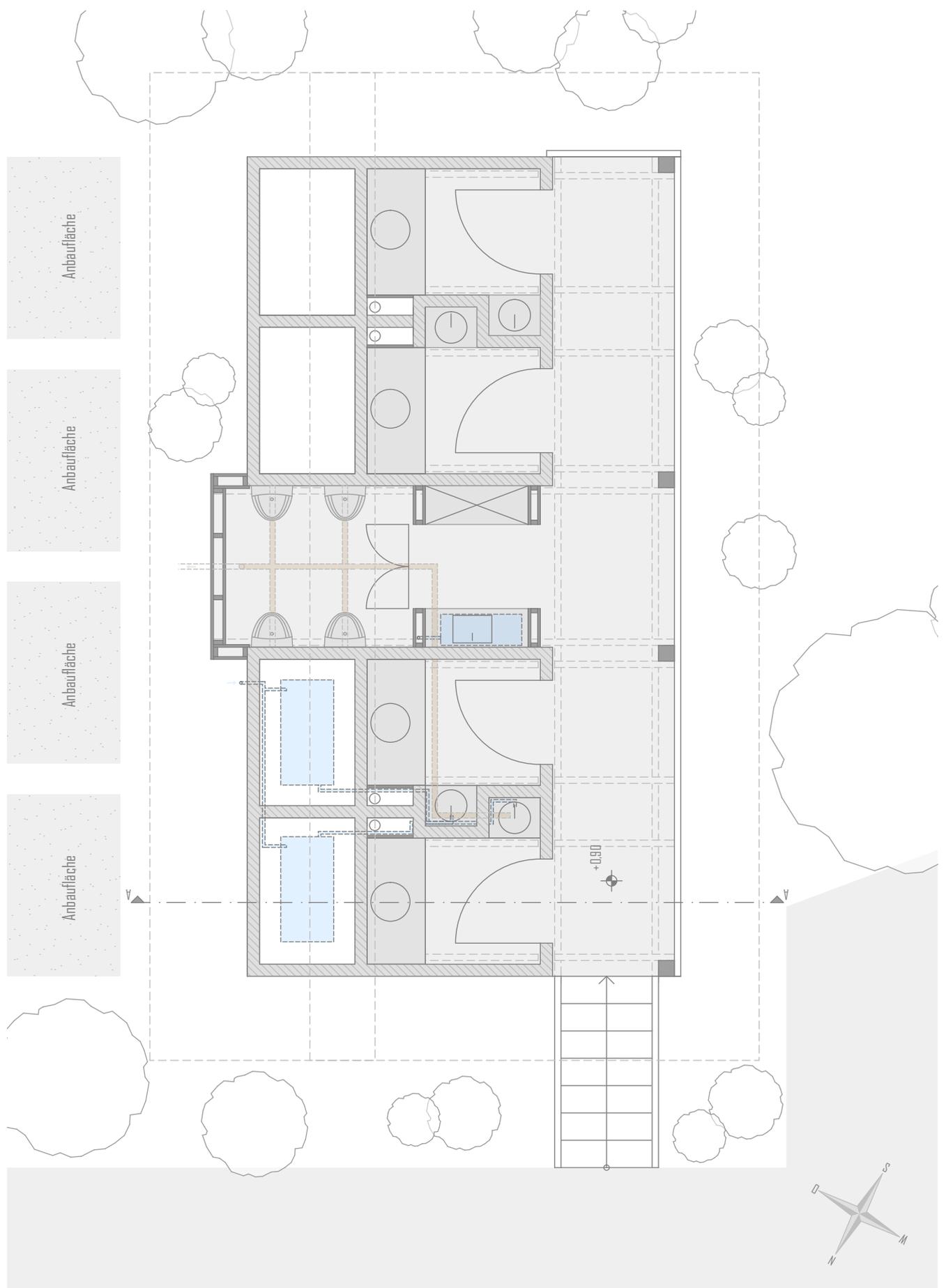


Ansicht Süd-West, Maßstab 1:100



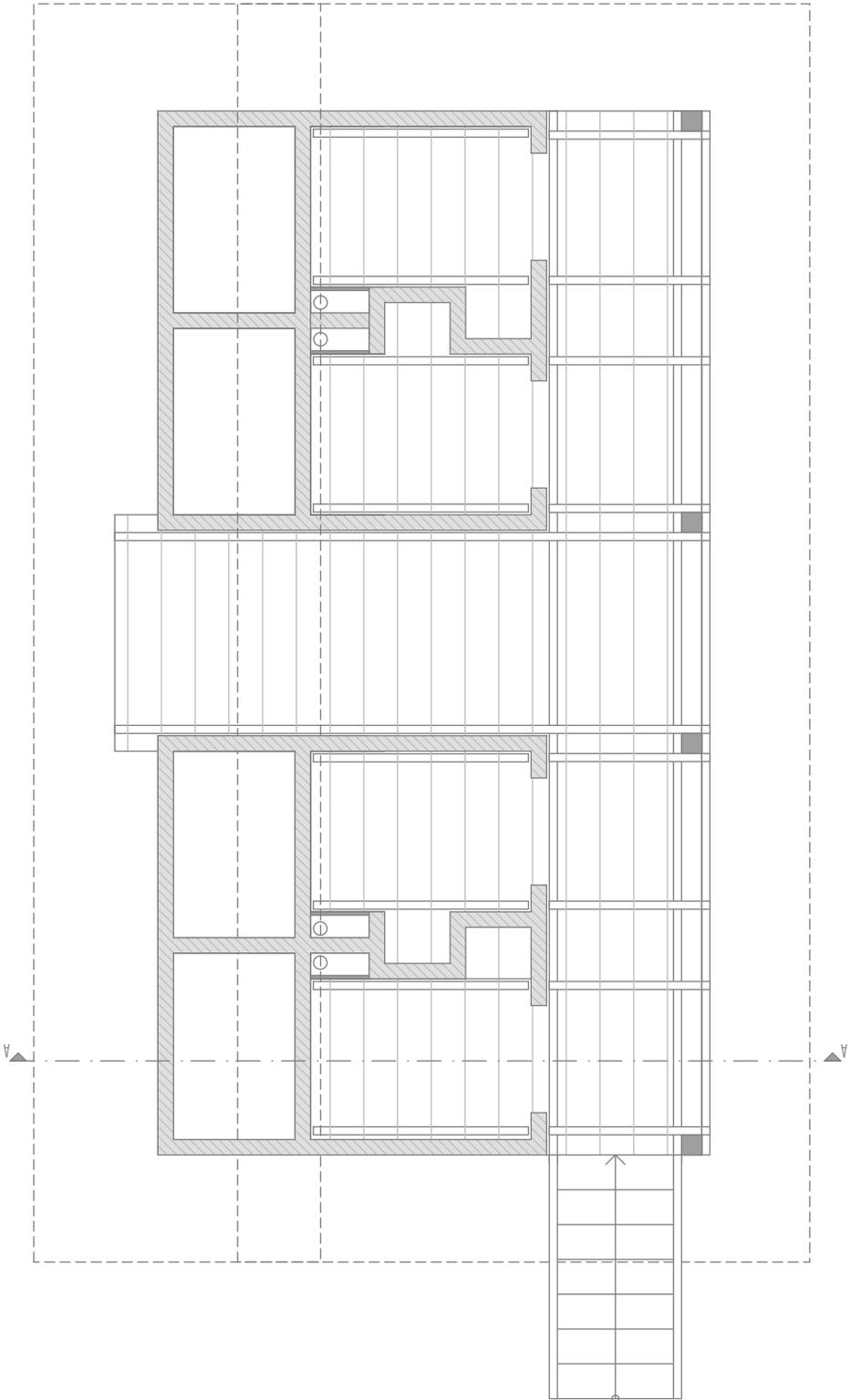
Ansicht Nord-West, Maßstab 1:100

Toilettenhaus - Grundriss



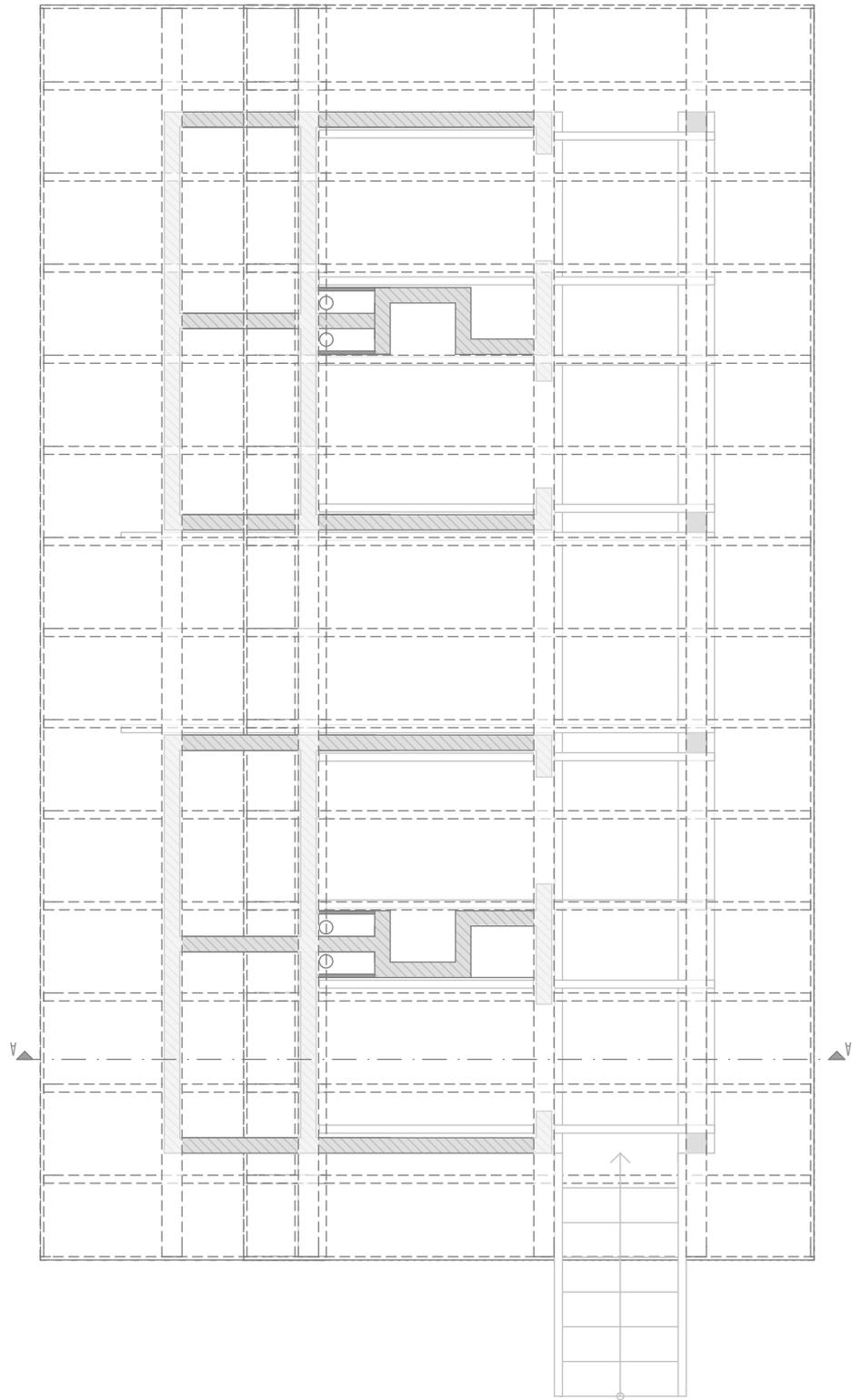
Grundriss, Maßstab 1:50

Toilettenhaus - Grundriss Konstruktion Ebene



Grundriss, Maßstab 1:50

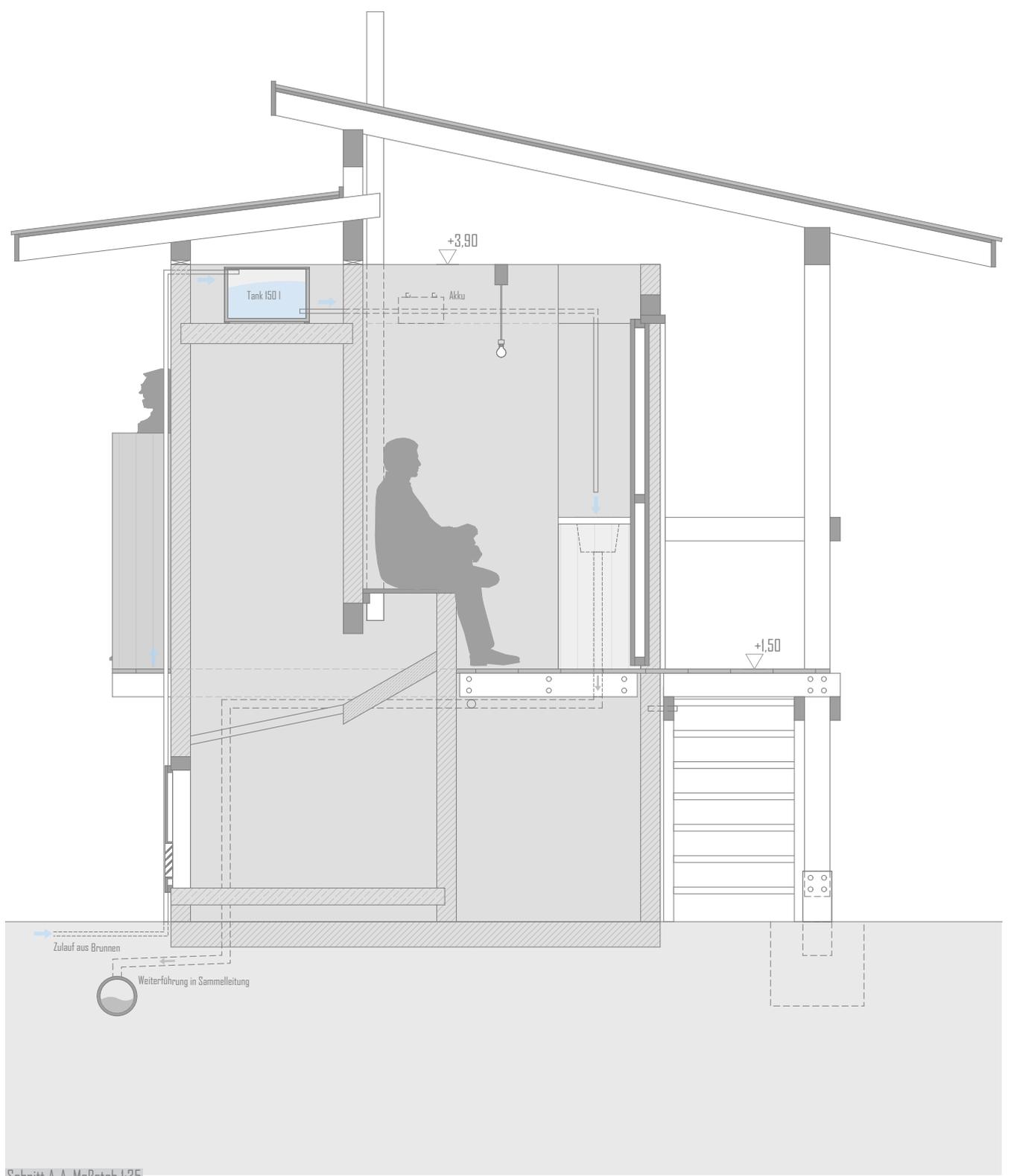
Toilettenhaus - Grundriss Konstruktion Dach



Grundriss, Maßstab 1:50



Toilettenhaus - Schnitt



Schnitt A-A, Maßstab 1:35

Toilettenhaus - Verbrauchsberechnung

Anzahl Toiletten: 4
 Volumen Tank : 150 l

Wasserkreislauf: Das aus dem Brunnen geförderte Frischwasser wird in den Vorratstank gepumpt. Von dort aus muss es von den Nutzer per Handpumpe in den oberen Tank gepumpt werden. Dieser hat ein Fassungsvermögen von 150 Litern. Diese Menge Wasser stellt den Tagesbedarf für das Händewaschen bereit.

Stromkreislauf: Einziger Stromverbrauch des Duschhauses ist der, der LED-Glühbirnen, welche über eine handelsübliche 12 V Autobatterie betrieben wird, die wiederum tagsüber von einem Photovoltaik-modul aufgeladen wird. Es werden Dünnschichtmodule verwendet, da diese weniger anfällig gegen Teilverschattungen sind, die durch die teilweise dichten Gewächse nicht ausgeschlossen werden können.

Abwasser: Das Grauwasser aus Waschbecken und Urinal in eine Sammelleitung geführt wird, die wiederum in der Hauptsammelleitung verbunden ist, welche in der Kläranlage mündet.

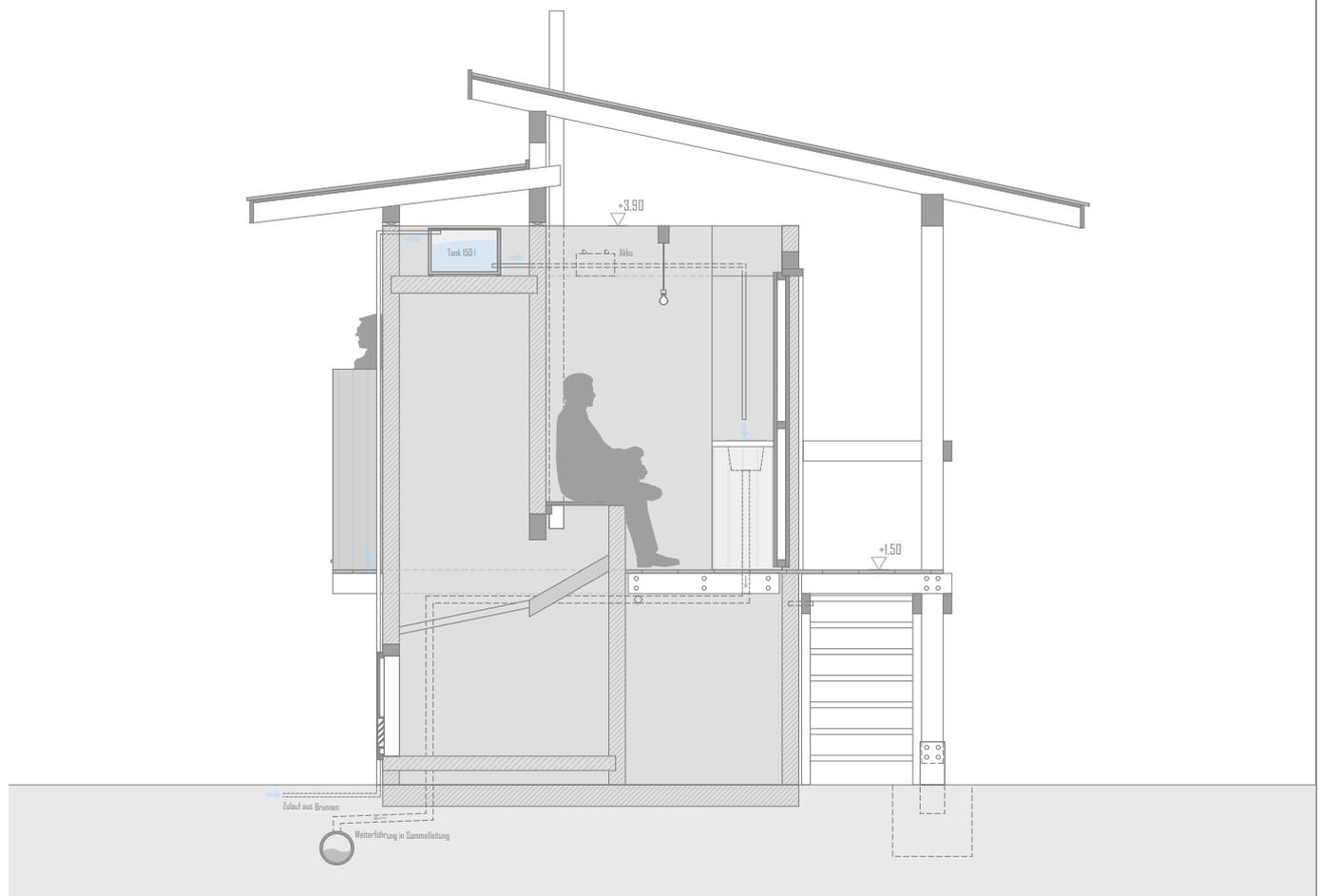
benötigte Wassermenge pro Tag: Händewaschen (Richtwert 13 l pro Tag/Person)²²
 Tagesverbrauch (72 Personen) : $936 \text{ l} \times 0,75 = 702 \text{ l}$
 (Anteil = 1/4 Dusche, 3/4 Toiletten)
 Gesamtverbrauch: 702 l/Tag
 Tankvolumen pro Waschbecken: $702 \text{ l} \div 5 = 140 \text{ l}$
 (150 l vorh.)

Strombedarf pro Tag: 7 LED-Glühbirnen á 6 Watt (Betriebszeit: 8h tgl.)
 = $42 \text{ Watt} = 0,042 \text{ kW} \times 8 \text{ h} = 0,34 \text{ kWh/Tag}$

Sonneneinstrahlung²³ Kambodscha: $1200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ⁽²⁴⁾
 Einstrahlung bei 0° Neigung = $1200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 Einstrahlung bei 45° Neigung = $1200 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 100\% \div 85\%$ ⁽²⁵⁾ = $1411 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

PV-Modulgröße: $0,34 \text{ kWh/Tag} \times 365 \text{ Tage} = 124,1 \text{ kWh/a}$
 Sonneneinstrahlung Kambodscha: 1200 kWh/a
 $1200 \text{ kWh/a} \times 10\% \text{ (Wirkungsgrad)}^{26} \times 90\% \text{ (Anlagenwirkungsgrad)}^{27} = 108 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

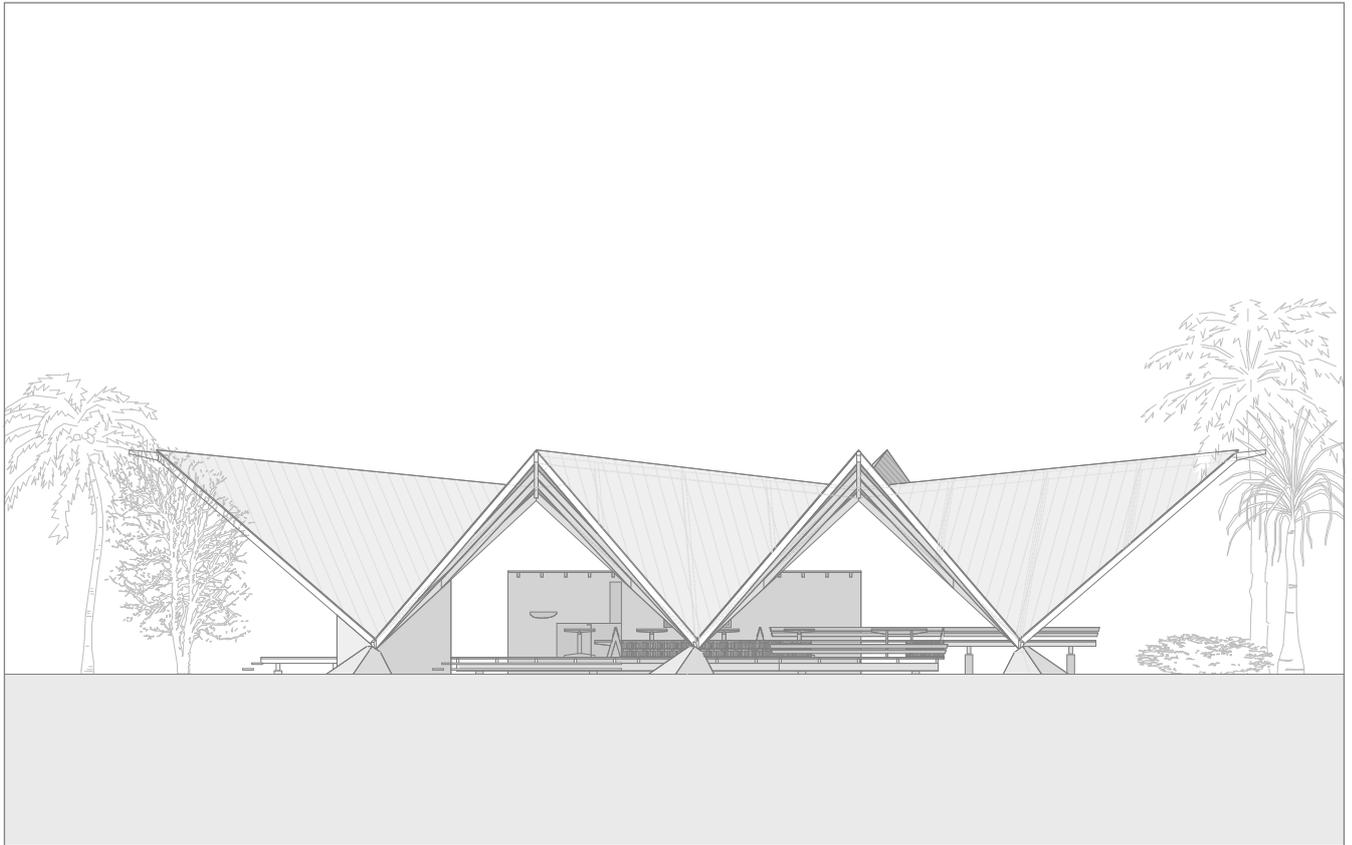
$124,1 \text{ kWh/a} \div 108 \text{ kWh/m}^2\text{a} = 1,15 \text{ m}^2$



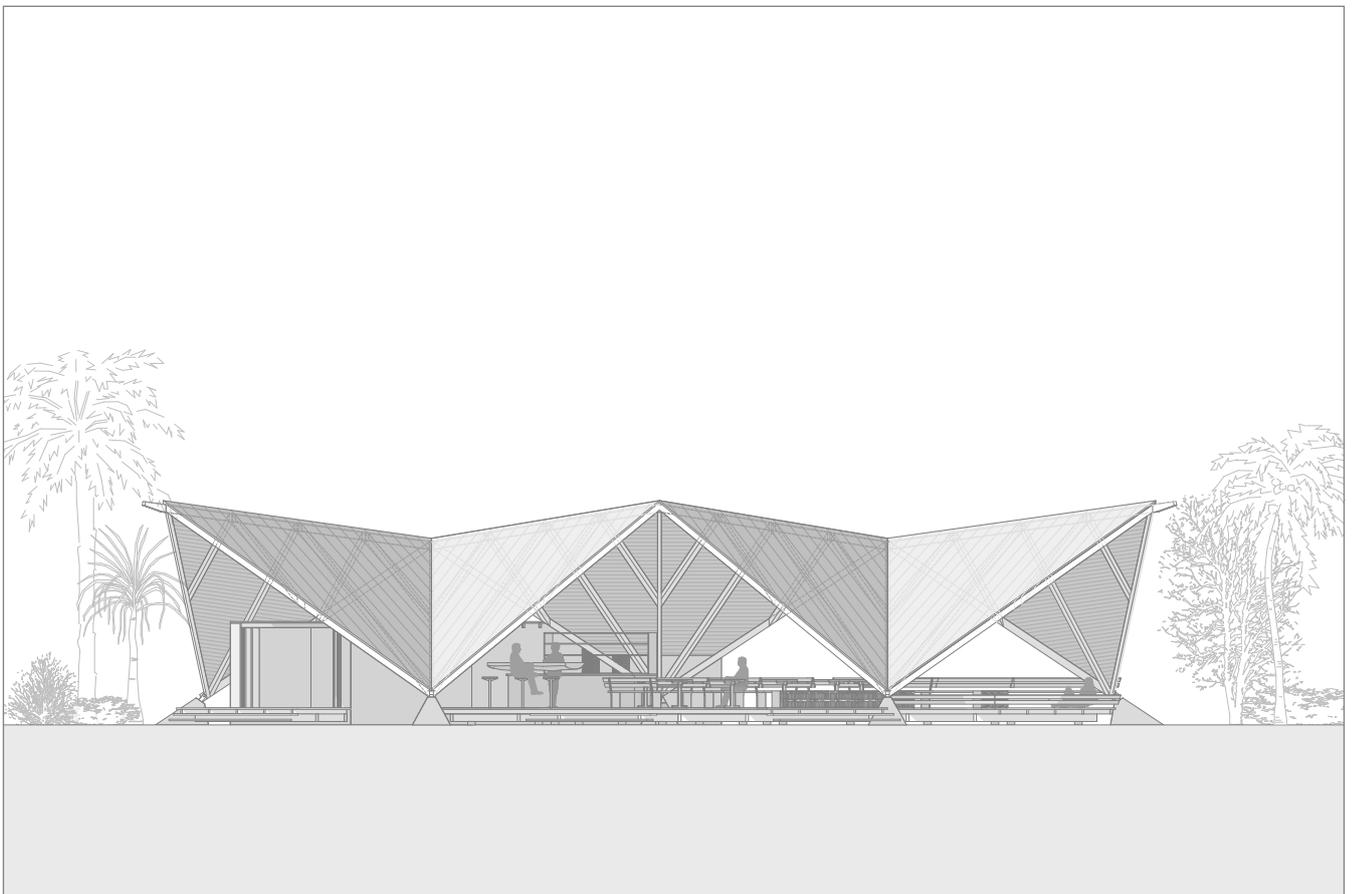
Schnitt A-A, Maßstab 1:50

²² www.tag-des-wassers.com
²³ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter O. Braun
²⁴ www.meteonorm.com
²⁵ www.greenhinsenergy.com
²⁶ www.photovoltaik.org
²⁷ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter O. Braun

Restaurant/Haupthaus - Ansichten

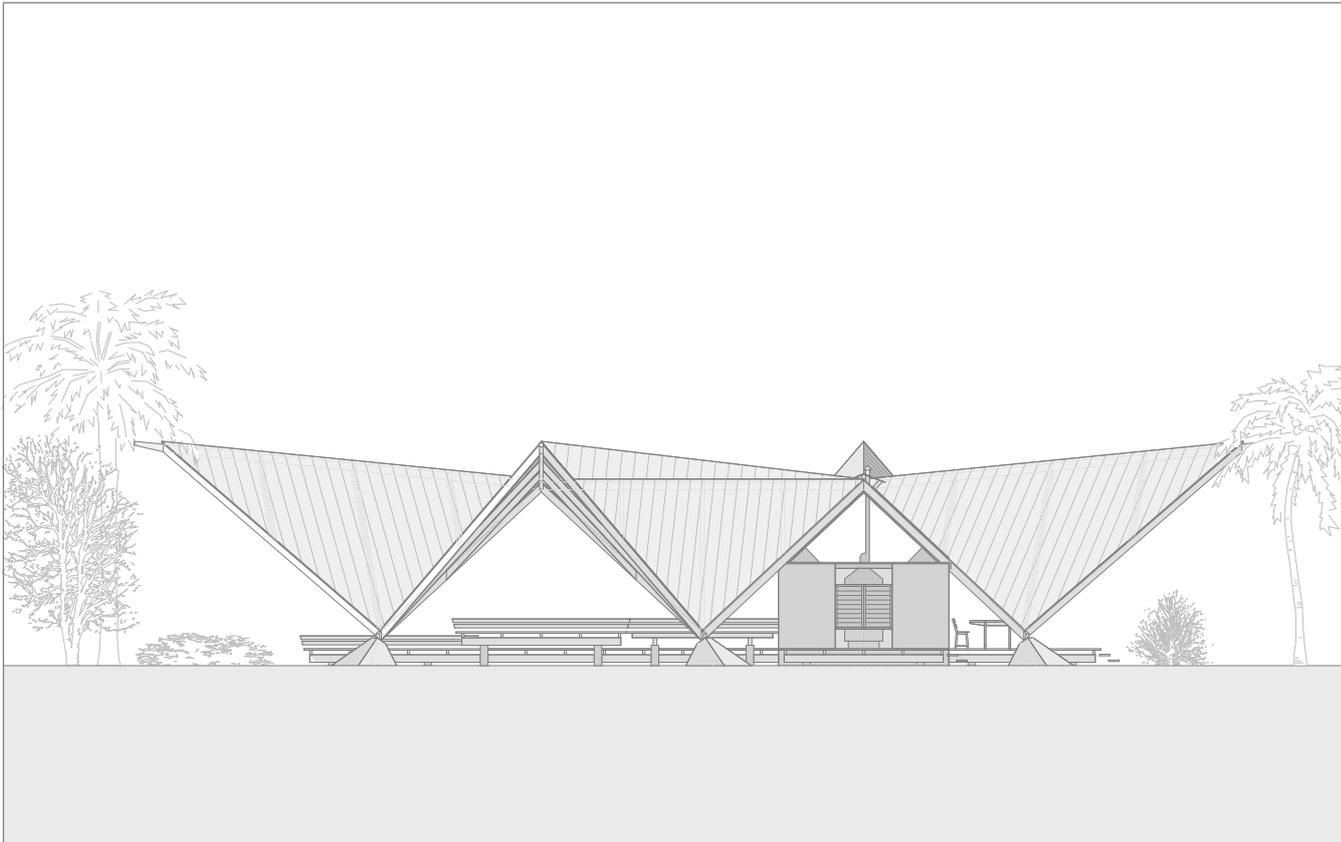


Ansicht West, Maßstab 1:100

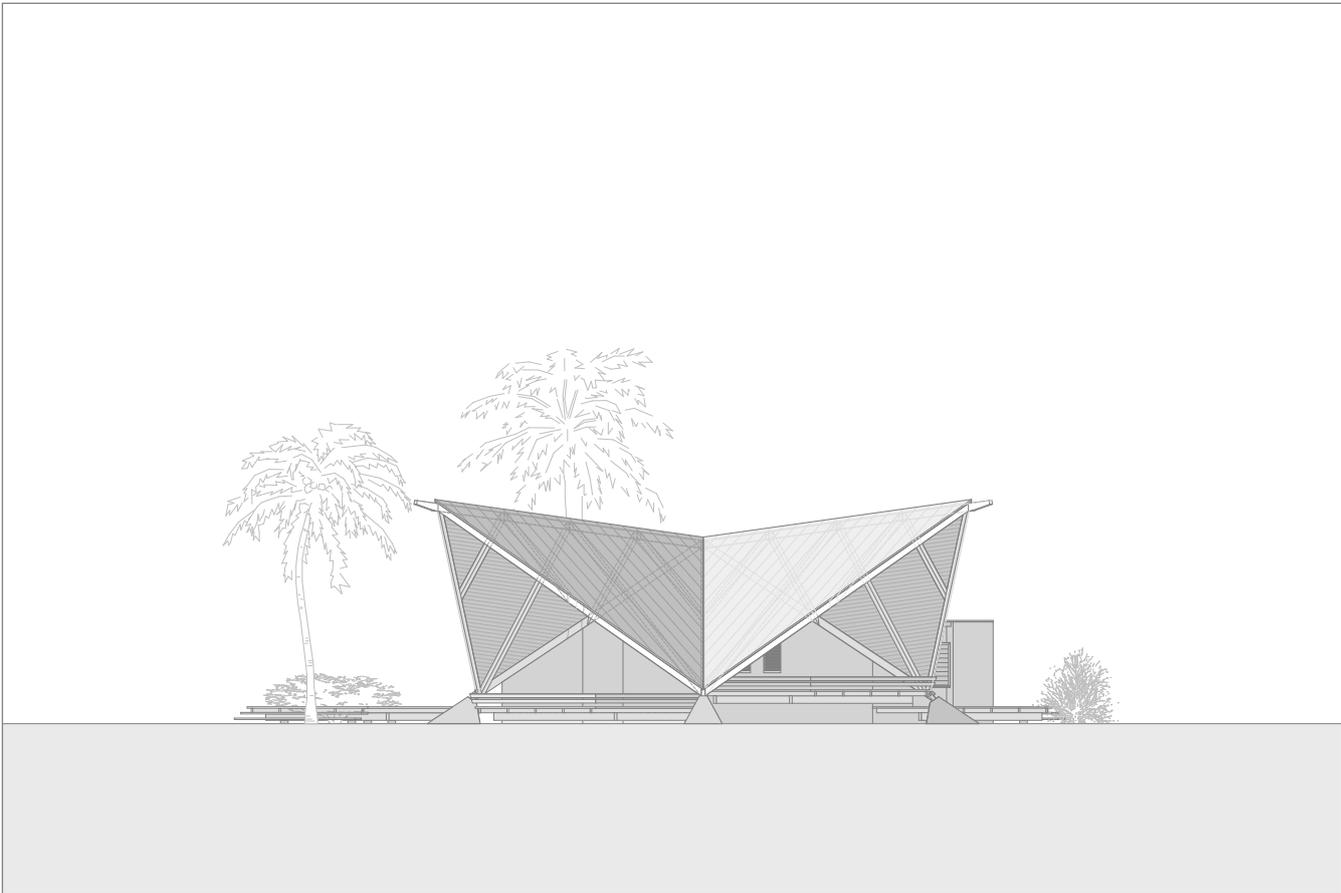


Ansicht Nord-West, Maßstab 1:100

Restaurant/Haupthaus - Ansichten

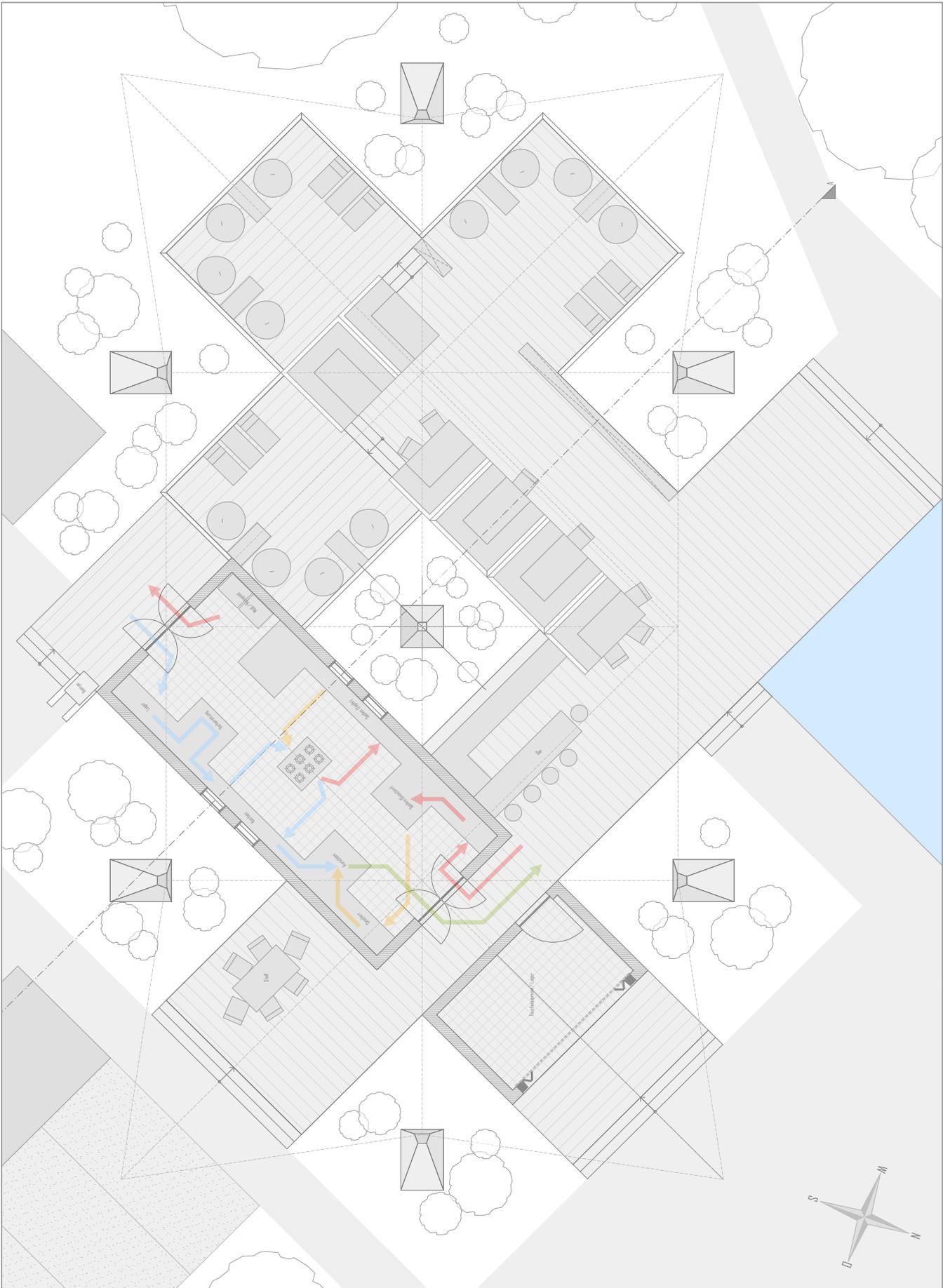


Ansicht Süd, Maßstab 1:100



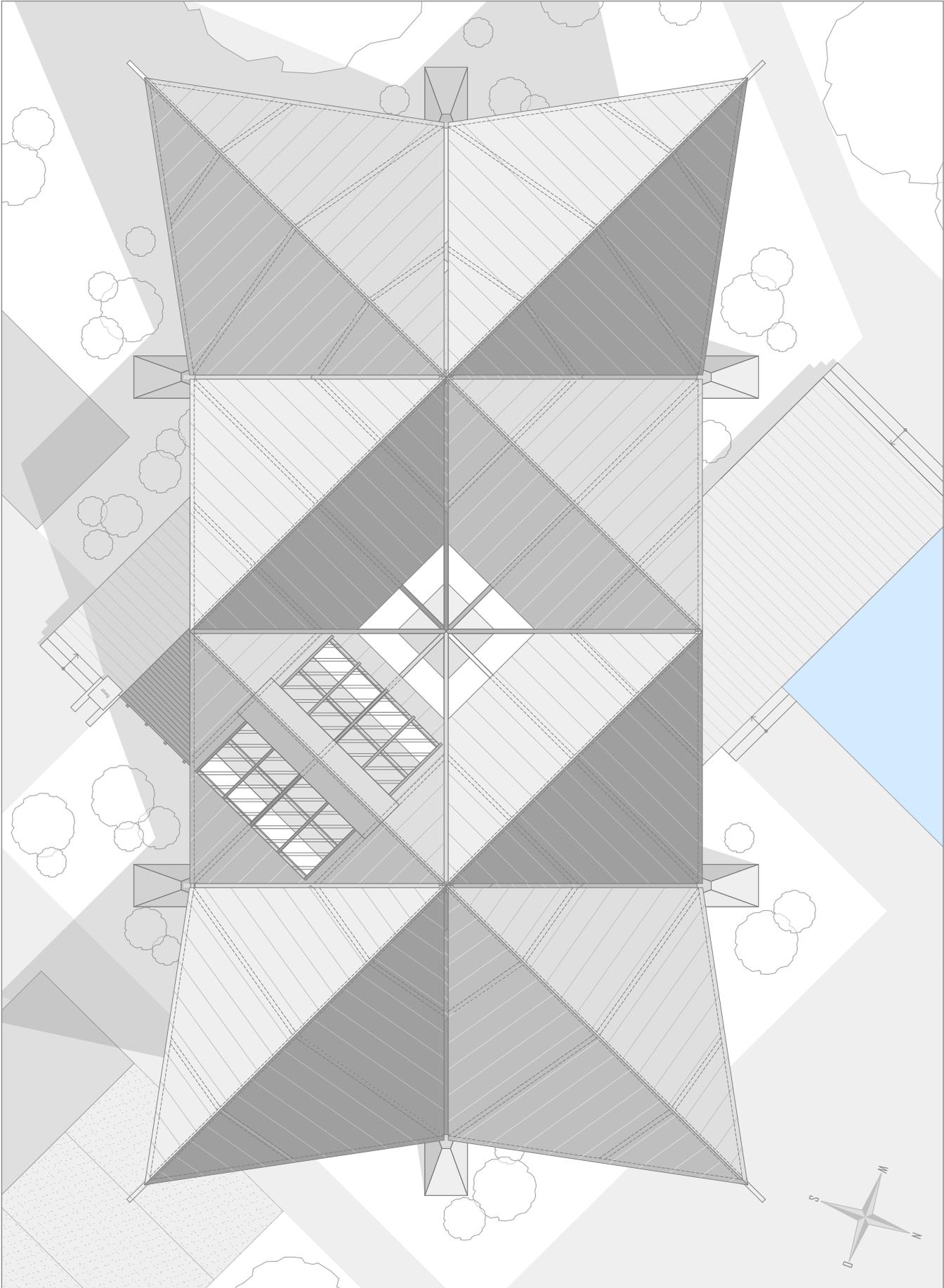
Ansicht Süd-West, Maßstab 1:100

Restaurant/Haupthaus - Grundriss



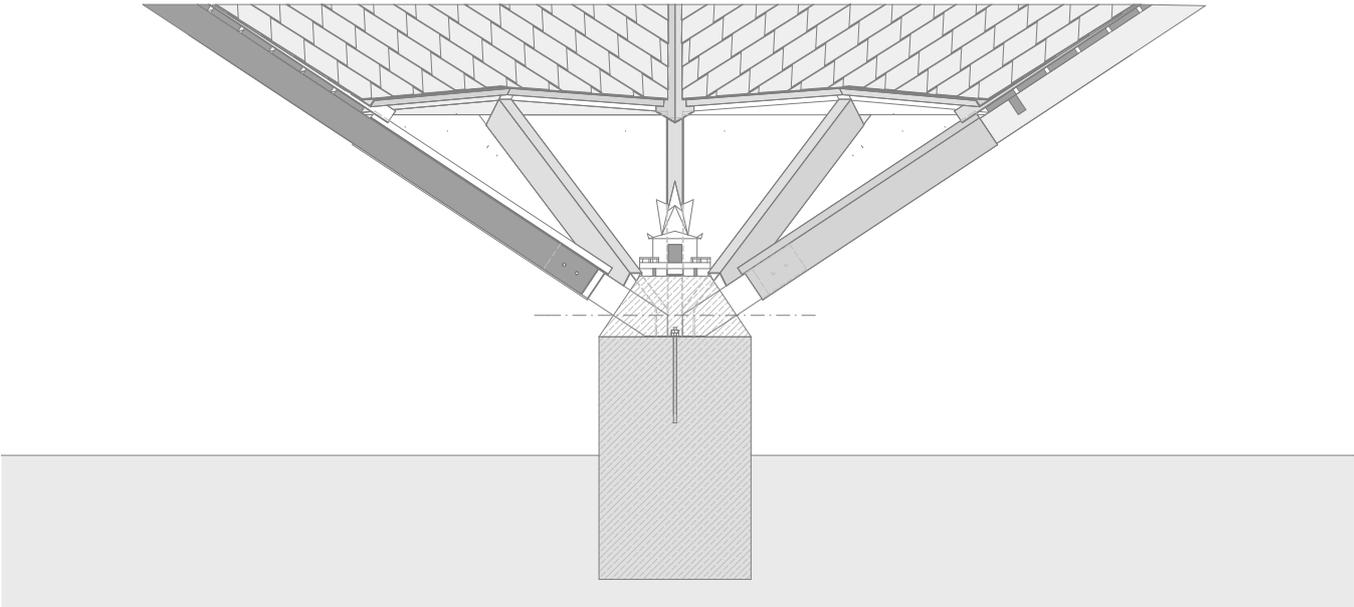
Grundriss, Maßstab 1:100

Restaurant/Haupthaus - Dachaufsicht

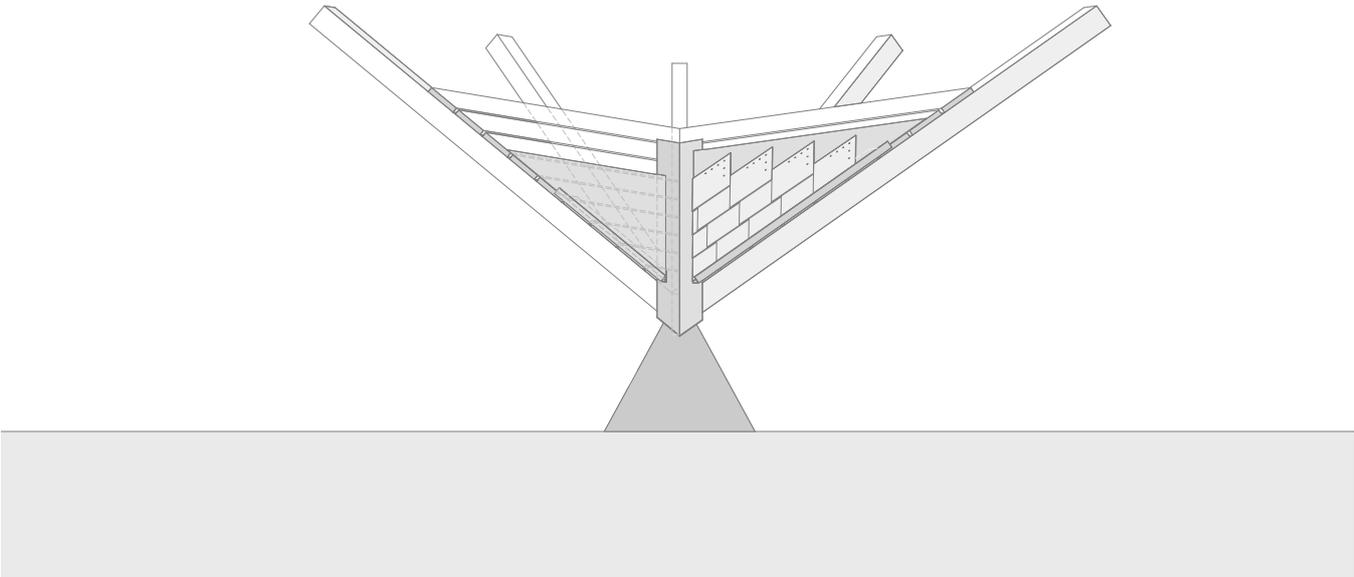


Dachaufsicht, Maßstab 1:75

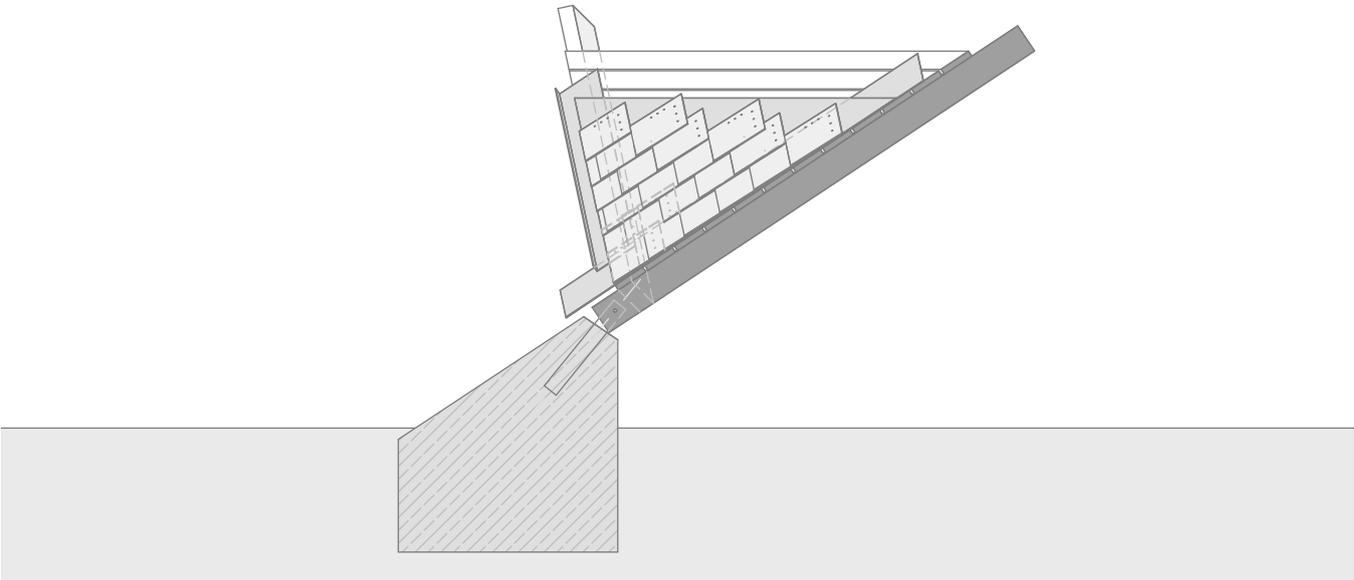
Restaurant/Haupthaus - Details Fußpunkte



mittlerer Fußpunkt, Maßstab 1:50

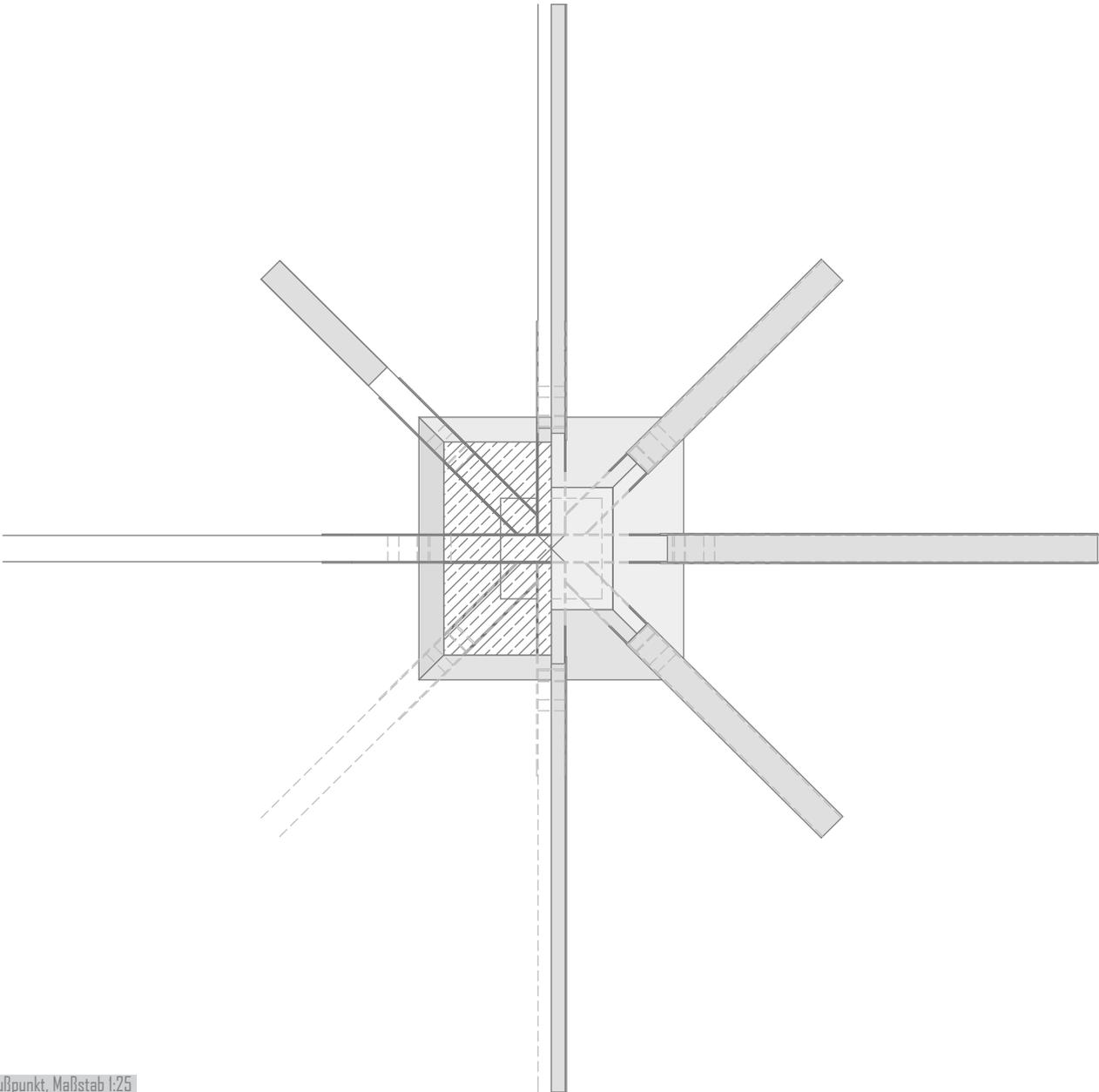


Fußpunkt außen, Maßstab 1:50

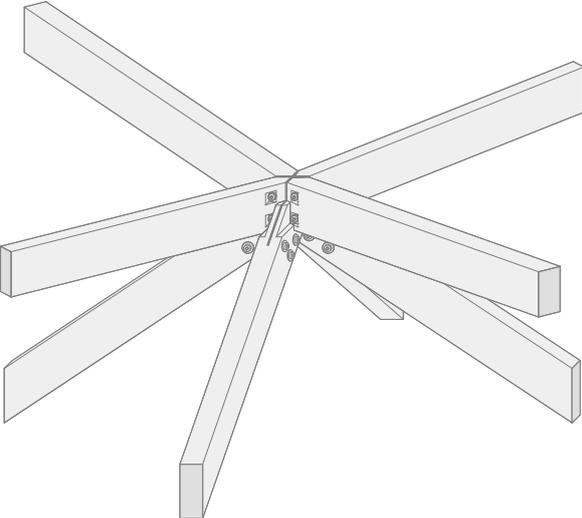


Fußpunkt äußere Gebäudeecken, Maßstab 1:50

Restaurant/Haupthaus - Details Fußpunkt/Knotenpunkt

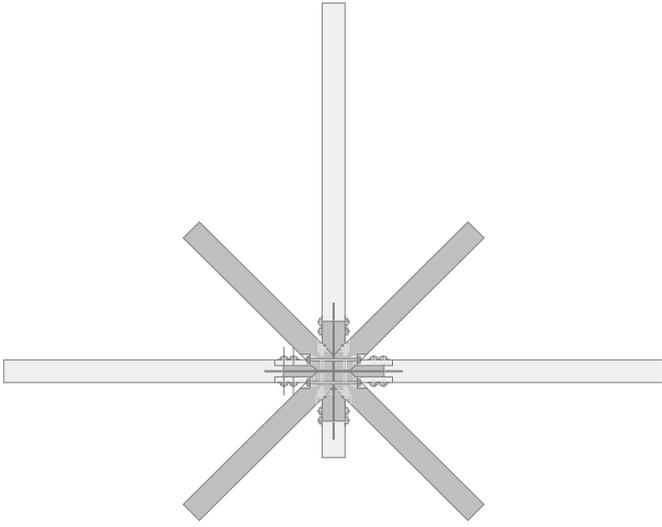


innerer Fußpunkt, Maßstab 1:25

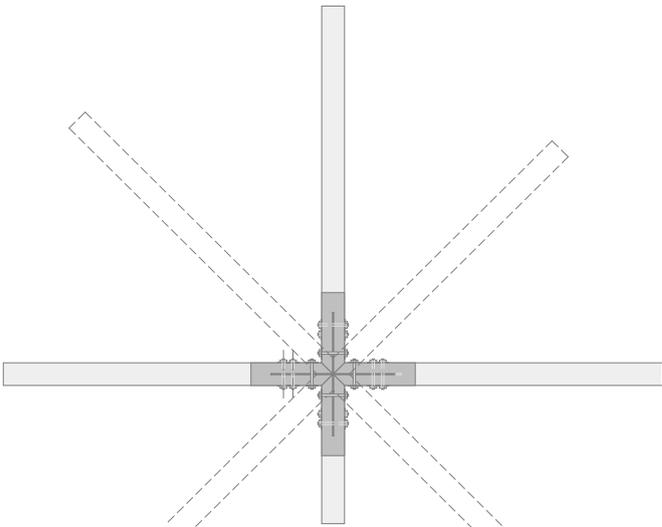


Knotenpunkt Dach, Maßstab 1:50

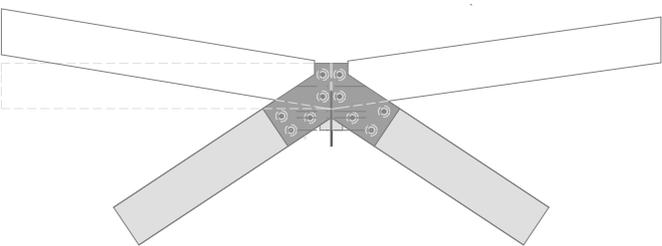
Restaurant/Haupthaus - Details Knotenpunkte



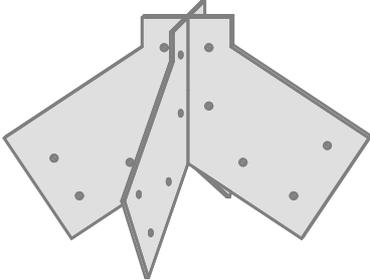
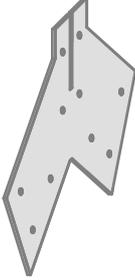
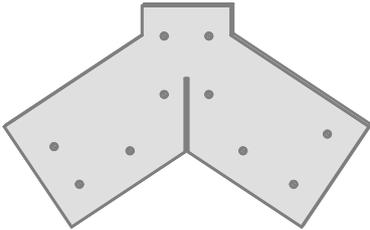
Knotenpunkt Dach, Maßstab 1:50



Knotenpunkt Dach, Maßstab 1:50



Knotenpunkt Dach, Maßstab 1:50



Metallverbinder Knotenpunkt, Maßstab 1:10

Restaurant/Haupthaus - Verbrauchsberechnung

Anzahl Sitzplätze: 75

Maximalzahl Personen auf Gelände : 72 (Ausbaustufe 1) / 67 (Ausbaustufe 2)

Wasserkreislauf: Das Restaurant benötigt lediglich in der Küche Wasser zu kochen. Weit oben am Hang ist ein Wassertank geplant, der neben dem Restaurant vor allem die Beete mit ausreichendem Wasser versorgt. Der Tank fasst ca. 10.000 Liter, von denen rund 4000 Liter pro Tag für die Bewässerung benötigt werden (Berechnung auf Seite 66). Diese sind jedoch nur während der Trockenzeit erforderlich.

Abwasser: Das Abwasser aus der Küche wird, bevor es in die Hauptsammelleitung geführt wird, die in der Mehrkammergrube mündet, durch ein Filtersystem geleitet (siehe S. 70). Dieser besteht aus einem Jutesack, der um das Ausflussrohr des Restaurants gebunden wird und so die Grobstoffe und große Teile des Fettes zurückhält.

Stromkreislauf: Auf dem Dach des Haupthauses werden 20,5 m² Photovoltaik-Module verbaut. Diese decken den Strombedarf für Haupthaus, Duschhaus, Toilettenhaus, der Pumpe am Brunnen und der Werkstatt neben dem Haupthaus (Einzelberechnung siehe jeweilige Gebäude und Gesamtaufstellung auf S. 72). Gespeichert wird der Strom auch hier in handelsüblichen Autobatterien. Die Versorgung der Steckdosen im Haupthaus und der Werkstatt erfolgt über einen Wechselrichter, der eine Spannung von 240 Volt aufbaut und somit das Laden von mobilen Geräten und das Betreiben von Handmaschinen während der Sonnenstunden ermöglicht.

Lüftung Küche: Die Lüftung der Küche erfolgt rein über physikalische Gesetze. Im Dachgiebel über der Küche befindet sich eine schmale Öffnung, die dafür sorgt, dass warme Luft abziehen kann (Kamineffekt). Begünstigt wird dieser Prozess durch die Bauweise. Unterhalb der Sparren ist eine schwarze Verblechung montiert, darüber ist in der Dachdeckung ein Glasausschnitt, der es der Sonne ermöglicht, den Sparrenzwischenraum, also da wo die Abluft der Küche entlangzieht, aufzuheizen und somit den Kamineffekt stark fördert, indem es die Abluft stark erwärmt und dadurch die Geschwindigkeit des Luftstromes erhöht. Am Austrittspunkt, also am First, wird durch die Konstruktion des Dachreiters ein weiterer physikalischer Effekt (Venturieffekt) dafür sorgen, dass die Abluft auch bei Wind entweichen kann. Der gegen das Dach strömende Wind wird an dieser Stelle verengt und somit beschleunigt. Dabei zieht er die Abluft der Küche mit sich. Durch Öffnungen im Boden kann fortwährend Luft in die Küche nachströmen und sichert so einen stetigen Luftstrom durch den Raum. Die Glasausschnitte im Dach dienen gleichzeitig der Belichtung, denn sie sorgen über die gesamte Länge der Außenwände für einen gleichmäßigen indirekten Lichteinfall.

benötigte Wassermenge pro Tag:

Richtwert 15 l pro Tag/Sitzplatz²⁸
 Gästezahl Ausbaustufe 1 - 72
 Gästezahl Ausbaustufe 2 - 67

$$15 \text{ l} \times 72 = 1080 \text{ l}$$

Strombedarf pro Tag:

30 LED-Globbirnen á 6 Watt (Betriebszeit: 8h tgl.)
 = 180 Watt = 0,180 kW x 8 h = 1,44 kWh/Tag

Laden von 20 Mobiltelefonen (0,0088 kWh pro Gerät)²⁹

Steckdosen in Werkstatt neben Restaurant zum Betrieb von Handmaschinen:³⁰

Bohrmaschine 650 W
 Hobel 750 W
 Stichsäge 500 W
 Oberfräse 1400 W
 Handkreissäge 1200 W

Durchschnittsleistung = 900 W (Betriebszeit 1h/Tag)
 = 0,9 kWh/Tag

Tagesbedarf = 1,44 kWh + 0,176 kWh + 0,9 kWh
 = 2,52 kWh/Tag

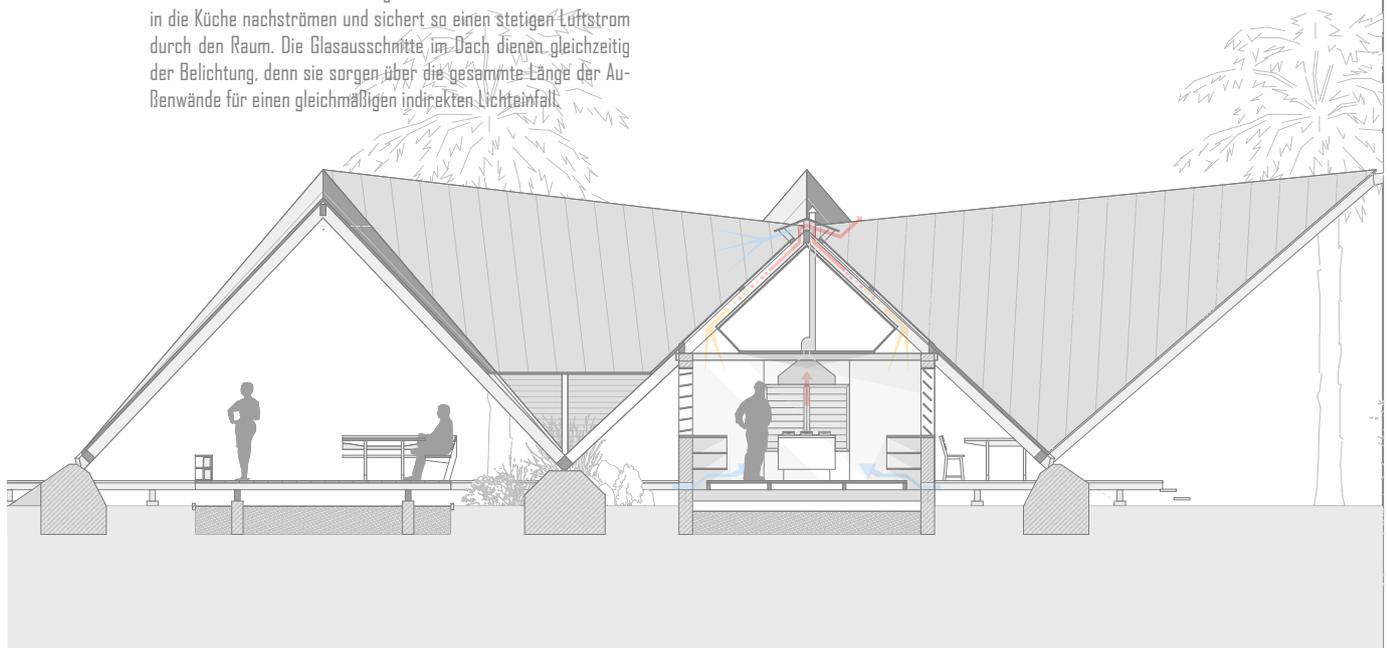
Sonneneinstrahlung³¹ Kambodscha:

1200 kWh/m²a⁽³²⁾
 Einstrahlung bei 0° Neigung = 1200 kWh/m²a
 Einstrahlung bei 45° Neigung =
 1200 kWh/m²a x 100% ÷ 85%⁽³³⁾ = 1411 kWh/m²a

PV-Modulgröße:

2,52 kWh/Tag x 365 Tage = 919,8 kWh/a
 Sonneneinstrahlung Kambodscha: 1411 kWh/a
 1411 kWh/a x 10 % (Wirkungsgrad)³⁴ x 90 %
 (Anlagenwirkungsgrad)³⁵ = 127 kWh/m²a

$$919,8 \text{ kWh/a} \div 127 \text{ kWh/m}^2\text{a} = 7,2 \text{ m}^2$$



²⁸ Bauminister-Konferenz, Fachkommission Haustechnik und Krankenhausbau, Januar 2002, S. 44

²⁹ www.iphone-tricks.de

³⁰ www.basch-do-it.de

³¹ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun

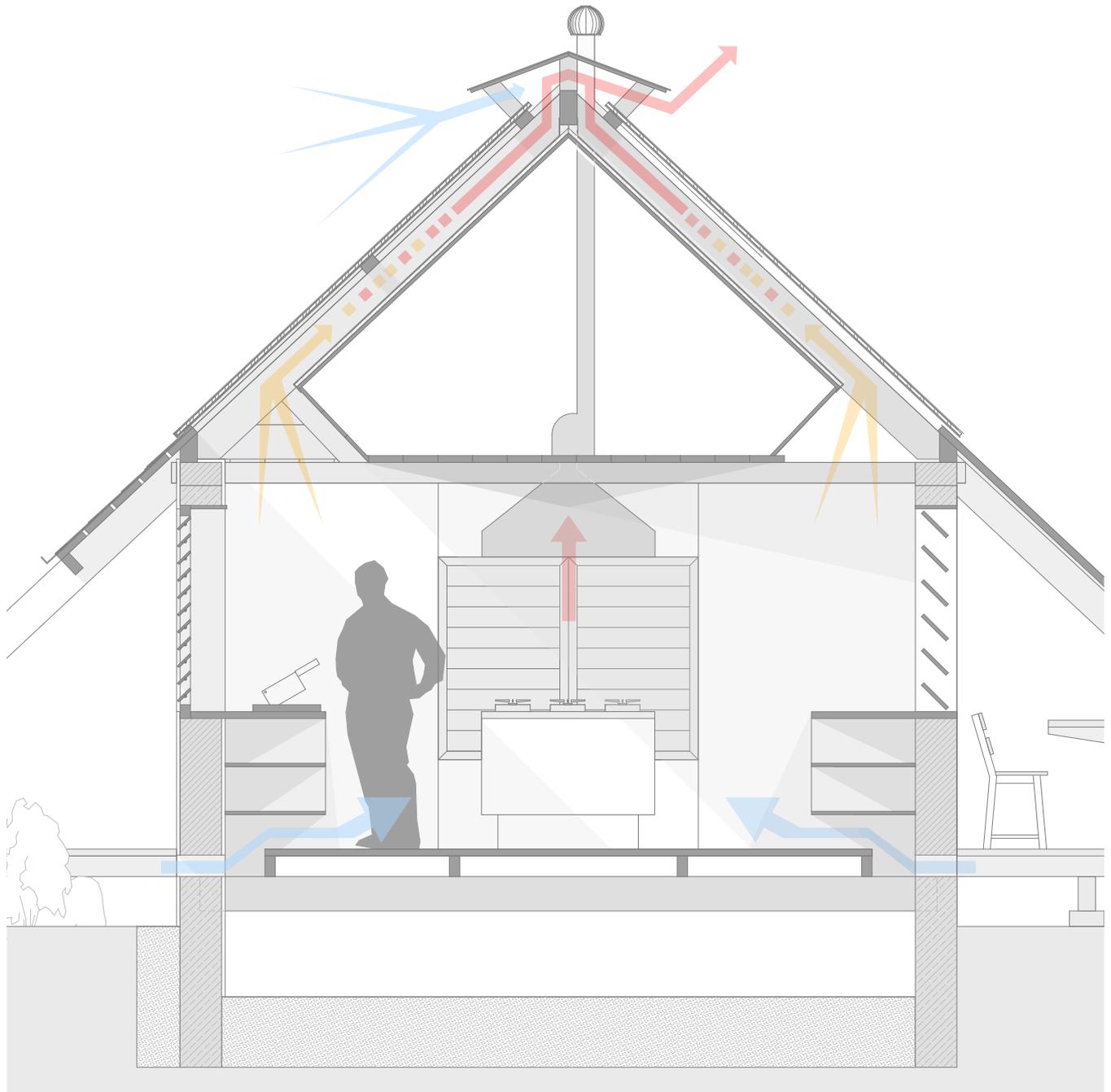
³² www.meteonorm.com

³³ www.greenhinoenergy.com

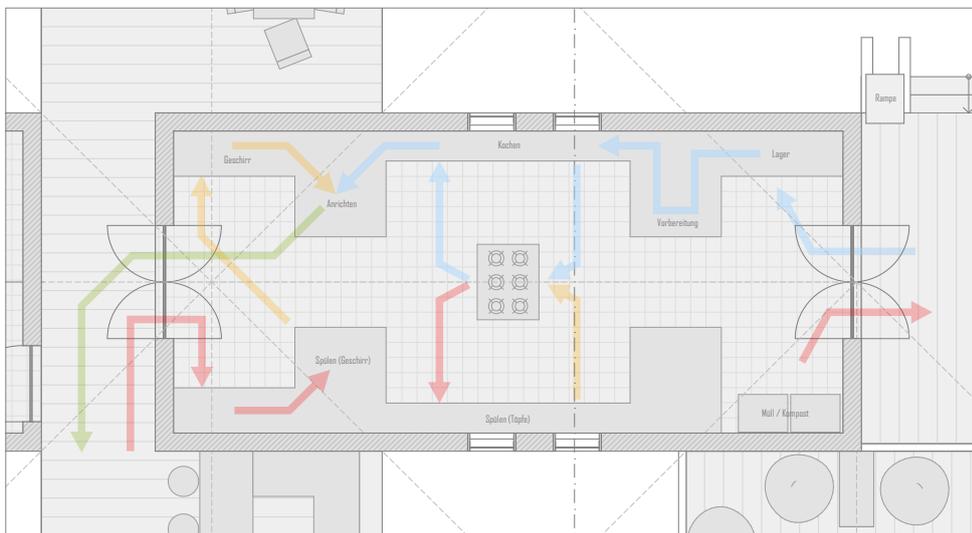
³⁴ www.photovoltaik.org

³⁵ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun

Restaurant/Haupthaus - Ausschnitt Küche



Schnitt A-A, Maßstab 1:35



Grundriss Küche, Maßstab 1:50

Lonely Beach - Lageplan



Lageplan Entwurf Lonely Beach, Koh Rong, Maßstabslos

Lonely Beach - Ausbaustufen Übersicht



Bestand, Maßstab 1:4000



Ausbaustufe I, Maßstab 1:4000

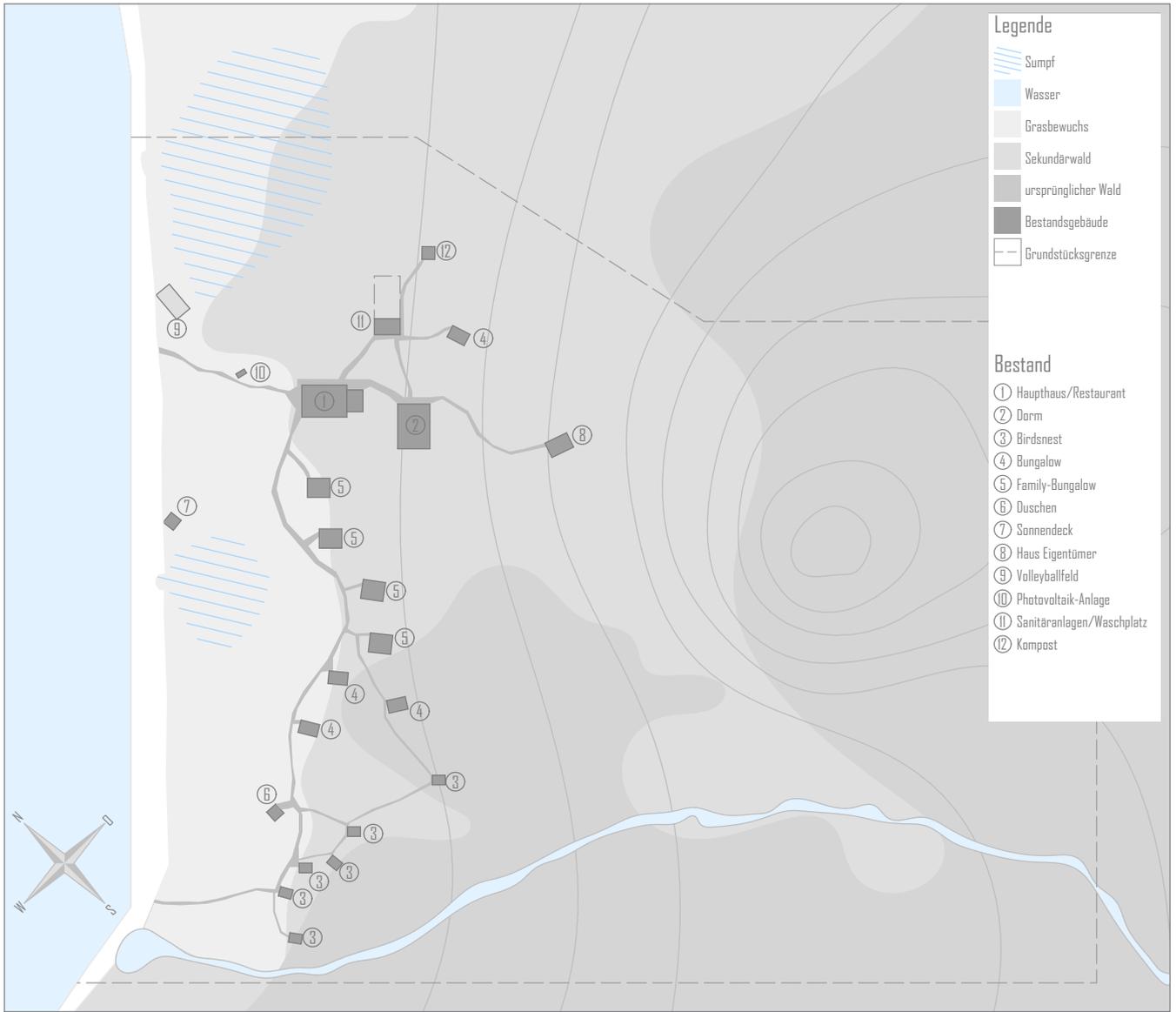


Ausbaustufe 2, Maßstab 1:4000

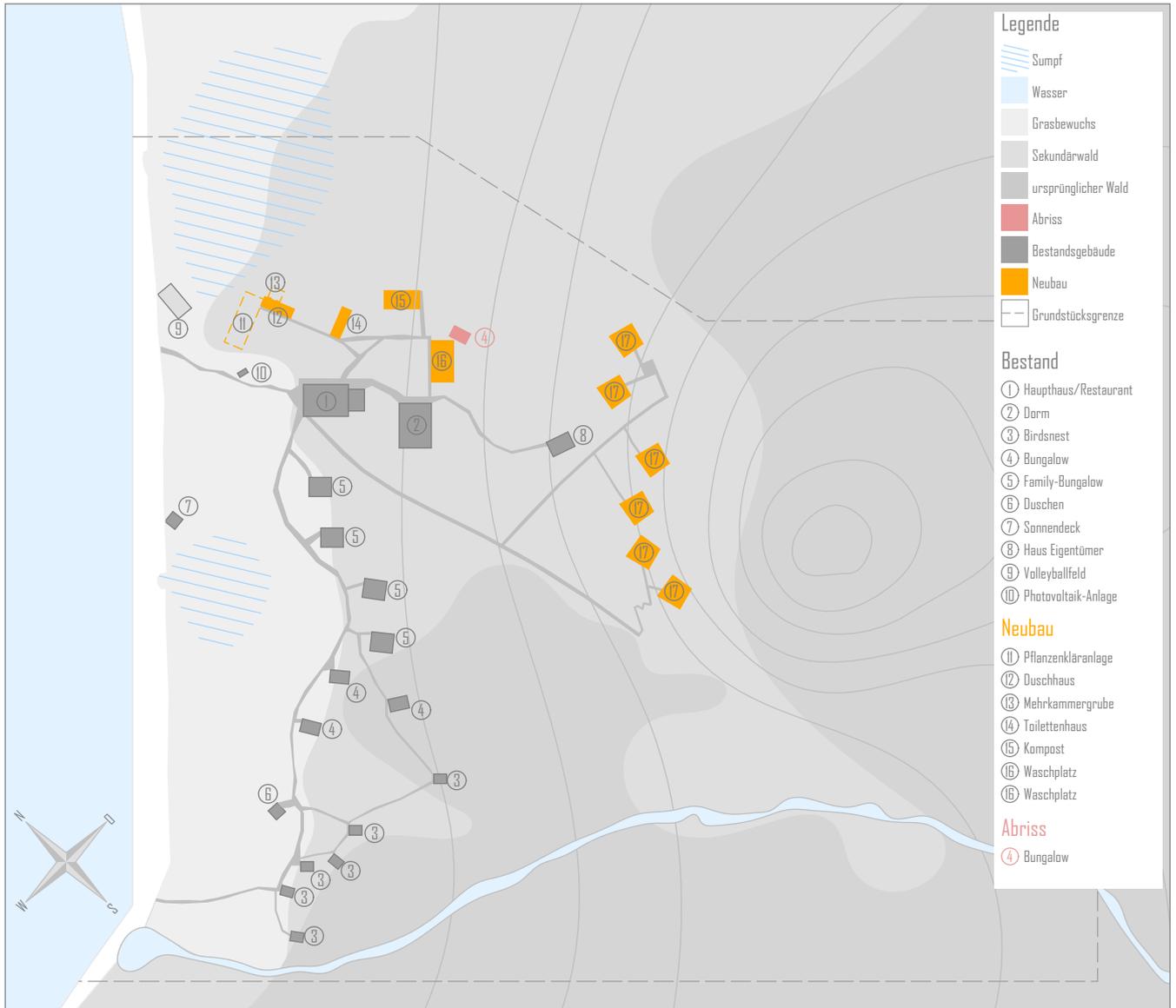


Ausbaustufe 3, Maßstab 1:4000

Lonely Beach - Bestand



Lonely Beach - Ausbaustufe 1



Lonely Beach - Ausbaustufe 2



Maßstab 1:2000

Lonely Beach - Ausbaustufe 3



Maßstab 1:2000

Legende

- Sumpf
- neue Wasserfläche
- Wasser
- neue Bachausbuchtungen
- Beet- und Anbauflächen
- Gras- und Strauchbewuchs
- Sekundärwald
- ursprünglicher Wald
- Bestand
- Neubau
- Neubau vorherige Ausbaustufe
- Grundstücksgrenze

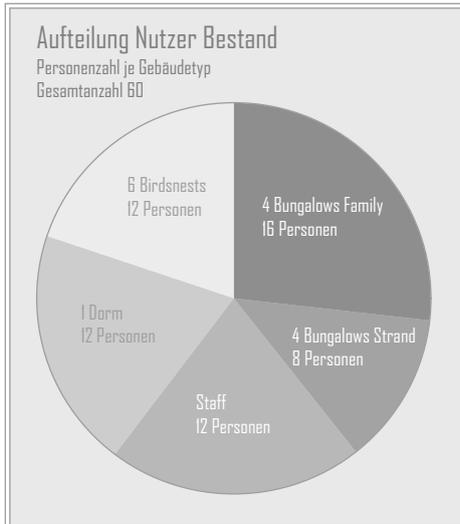
Neubau

- ① Haupthaus/Restaurant
- ② Duschhaus
- ③ Pflanzenkläranlage
- ④ Mehrkammergrube
- ⑤ Toilettenhaus
- ⑥ Lager
- ⑦ Kompost
- ⑧ Lager
- ⑨ Waschplatz
- ⑩ Werkstatt
- ⑫ Bungalow
- ⑬ Aussichtsplattform in Bäumen
- ⑮ Zufahrt/Pförtner
- ⑯ Wassertank
- ⑰ Schwimmteich
- ⑳ Anlegestelle

Bestand

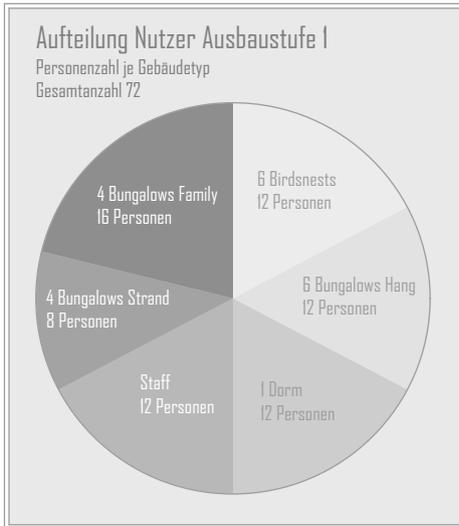
- ⑪ Staff (ehemals Dorm)
- ⑭ Volleyballfeld
- ⑮ Sonnendeck
- ⑰ Haus Eigentümer

Lonely Beach Wasserbedarf und Abwasser - Bestand



¹⁰ www.tag-des-wassers.com
¹¹ Bauministerkonferenz, Fachkommission Haustechnik und Krankenhausbau, Januar 2002, S. 44

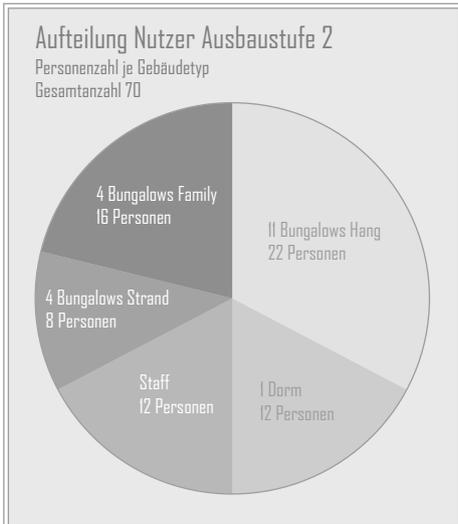
Lonely Beach Wasserbedarf und Abwasser - Ausbaustufe I



¹⁰ www.tag-des-wassers.com

¹⁰ Bauministerkonferenz, Fachkommission Haustechnik und Krankenhausbau, Januar 2002, S. 44

Lonely Beach Wasserbedarf und Abwasser - Ausbaustufe 2



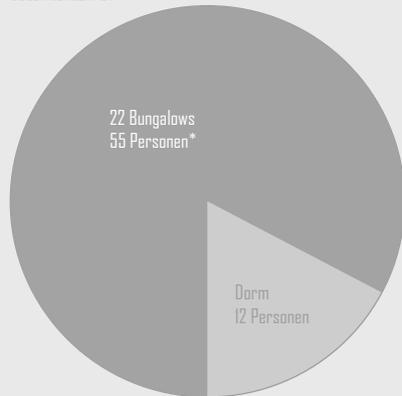
¹⁰ www.tag-des-wassers.com

¹⁰ Bauministerkonferenz, Fachkommission Haustechnik und Krankenhausbau, Januar 2002, S. 44

Lonely Beach Wasserbedarf und Abwasser - Ausbaustufe 3

Aufteilung Nutzer Ausbaustufe 3

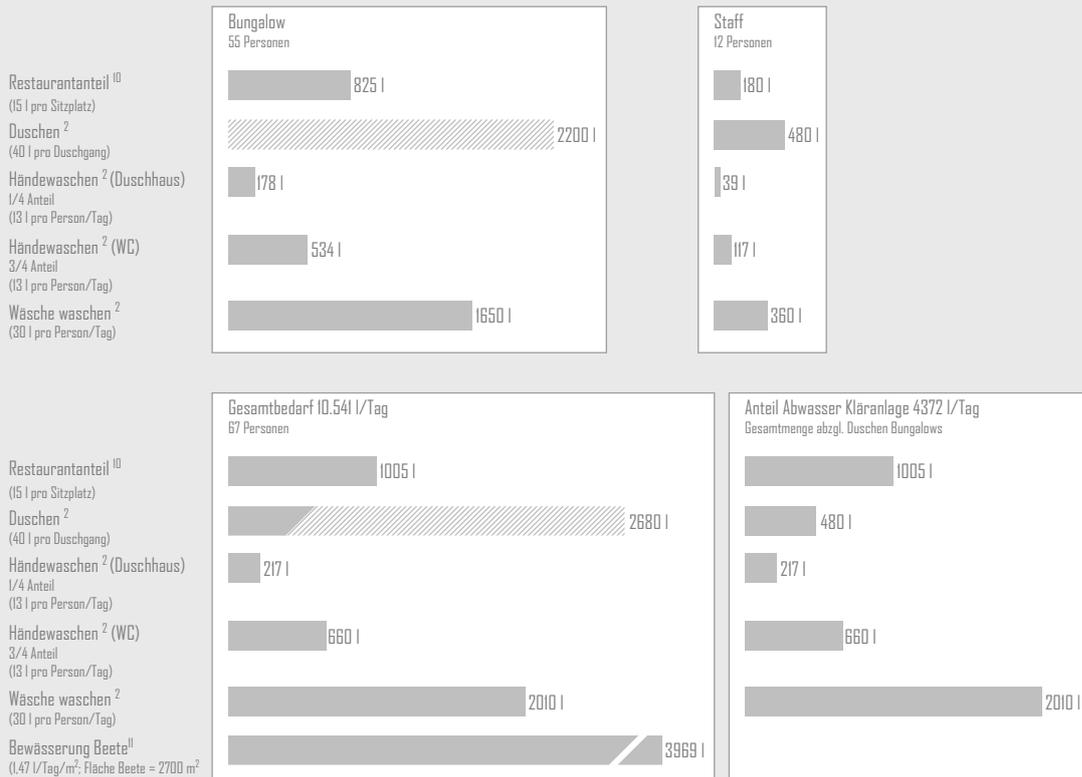
Personenzahl je Gebäudetyp
Gesamtanzahl 67



* 2,5 Personen pro Bungalow

Wasserbedarf Ausbaustufe 3

Gesamtbedarf aufgeteilt in Nutzer



Berechnung Wasserbedarf Beete:

Fläche aller Beete ca. 2700 m²

Verbrauch pro m² etwa 30 l/m²/Woche⁴² = 4,2 l/m²/Tag

Ersparnis durch Tropfbewässerung 65%⁴³

= 4,2 l x 0,35 x 2700 m² = 3969 l

¹⁰ www.tag-des-wassers.com

⁴² Bauministerkonferenz, Fachkommission Haustechnik und Krankenhausbau, Januar 2002, S. 44

⁴³ www.kgv-daueranlage-amdammsteg.de

⁴⁴ www.biogartenversand.de

Pflanzenkläranlage - Berechnung

Mehrkammergrube

Dreikammersystem mit Sauerstoffbehandlung

Funktionsweise: Das Abwasser durchläuft 3 Kammern, bevor es die Grube wieder verlässt. Diese Maßnahme dient der Vorklärung, bevor es in die Pflanzenkläranlage geleitet wird. Im ersten und zweiten Absetzbecken wird das Abwasser von seinen Schwebstoffen gereinigt, da auf den Grund der beiden Becken sinken. Im dritten Becken erfolgt eine Behandlung mit Sauerstoff, der Mikroorganismen bei der weiteren Zersetzung hilft. Insgesamt verweilt das Abwasser einen Tag in diesem Kreislauf, bis es über den nächsten Tag durch die gleiche Menge neues Abwasser ersetzt wird. Vorgeklärt erfolgt nun die Weiterleitung in die Pflanzenkläranlage.

Volumen Grube: Die Dimensionierung der Grube erfolgt auf Grundlage der Ausbaustufe I, da hier die höchste Abwassermenge anfällt).

Tagesverbrauch pro Person = 100 l
Verbrauch gesamt (7200 l) ÷ Anzahl Bewohner (72)

Abmessungen Grube: Abwasser (5200 l) ÷ Tagesverbrauch pro Person (100 l)
= Anzahl beteiligter Bewohner (52)

Volumen = Anzahl beteiligter Bewohner x 0,5 m³/Pers.¹³
= 52 Pers x 0,5 m³/Pers. = 26 m³
= 8,6 m³/Kammer

3,5 m x 4,0 m x 2,0 m (LxBxH) = 27 m³

Produkt gewählt für Kleinkläranlagen
(Oxyperl Tauchmotorbelüfter)¹⁴

Pumpe: Leistung 270 W
Volumenstrom: 8 m³/h

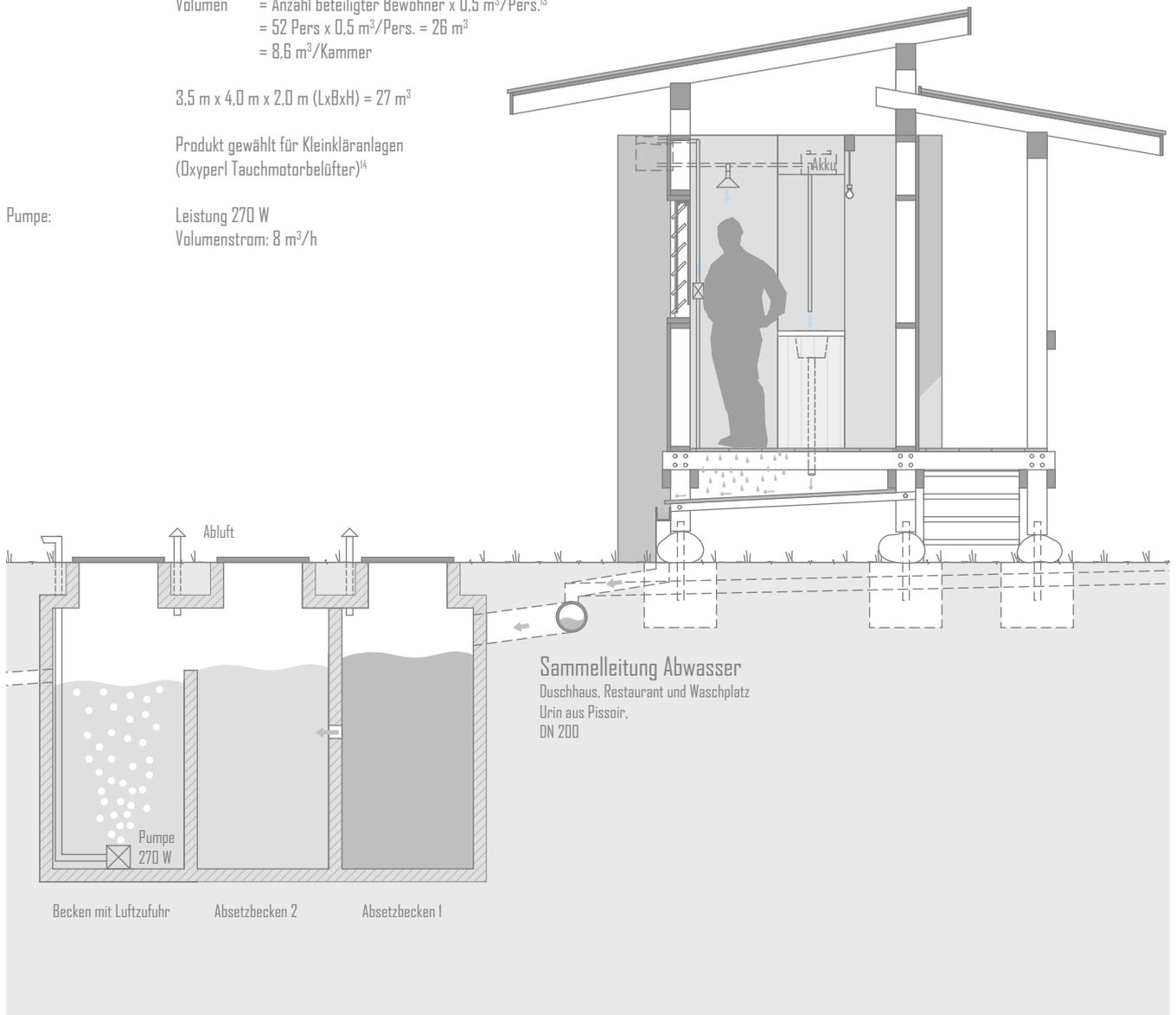
Sonneneinstrahlung³
Kambodscha:

1200 kWh/m²a⁽⁴⁾
Einstrahlung bei 0° Neigung = 1200 kWh/m²a
Einstrahlung bei 45° Neigung =
1200 kWh/m²a x 100% ÷ 85%⁽⁵⁾ = 1411 kWh/m²a

PV-Modulgröße:

0,27 kWh x 10 h x 365 Tage = 985,5 kWh/a
Sonneneinstrahlung Kambodscha: 1411 kWh/a
1411 kWh/a x 10 % (Wirkungsgrad)⁶ x 90 %
(Anlagenwirkungsgrad)⁷ = 127 kWh/m²a

985,5 kWh/a ÷ 127 kWh/m²a = 7,7 m²



¹³ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun

¹⁴ www.melconorm.com

⁴ www.greenhinsenergy.com

⁶ www.photovoltaik.org

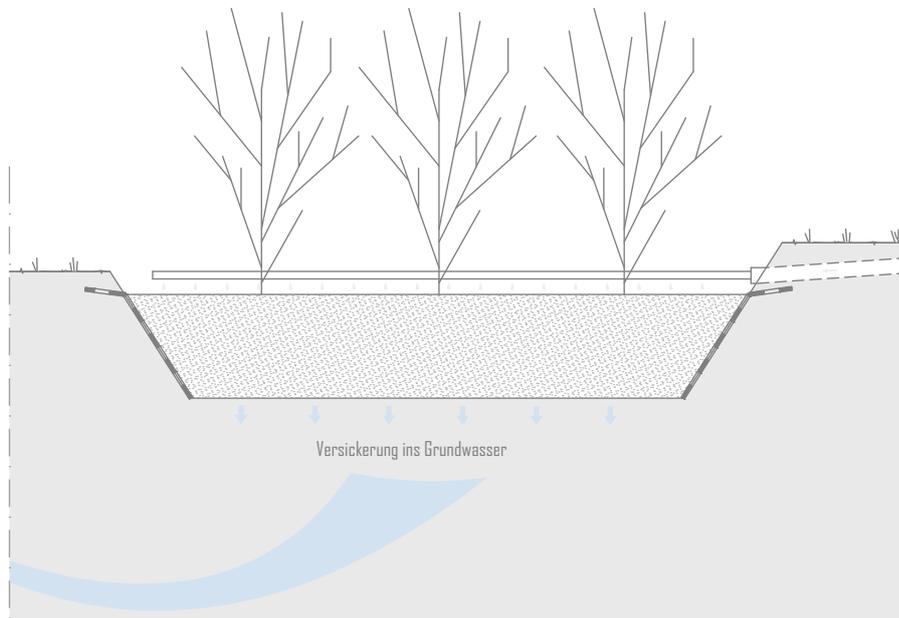
⁷ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun

⁵ www.hamburg.de

⁸ www.jung-pumpen.de

Pflanzenkläranlage - Berechnung

Pflanzenkläranlage Schilfbewachung

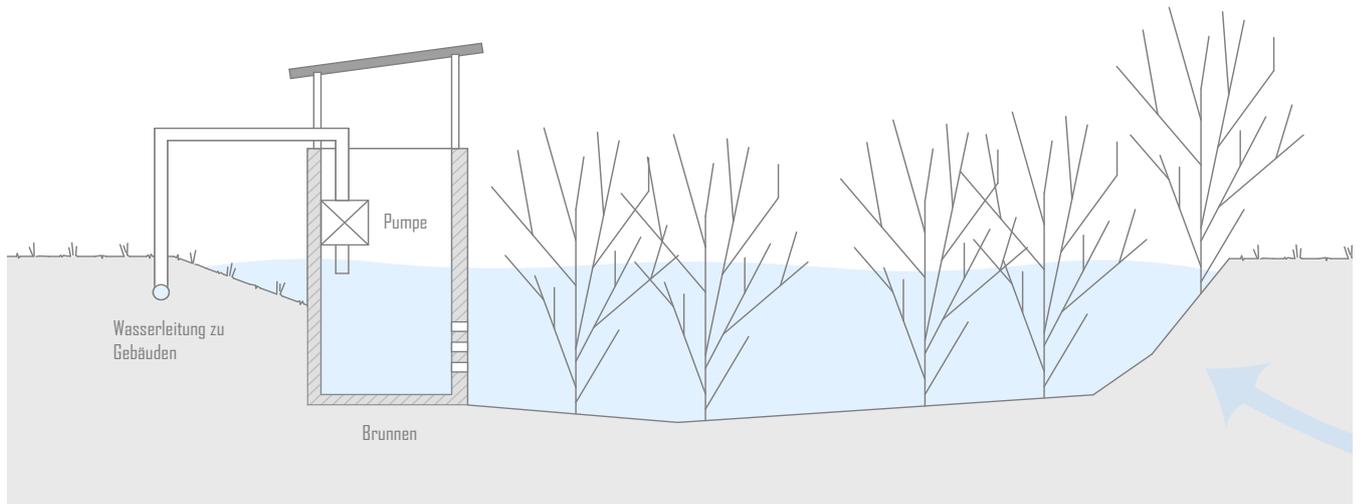


Funktionsweise:

Das vorgeklärte Abwasser aus der Grube wird über ein Rohrnetz großflächig auf dem Feld verteilt, damit die Anlage gleichmäßig belastet wird. Der Boden besteht aus einer Erde-Sand-Mischung und ist überwiegend mit Gräsern und Schilf bewachsen. Die Pflanzen übernehmen dabei die Aufgabe, den Boden zu lockern und zu durchlüften, damit zum Einen das Abwasser gleichmäßig versickern kann, aber auch die Mikroorganismen, die im Boden für die weitere Zersetzung und Reinigung des Schmutzwassers zuständig sind, mit Sauerstoff versorgt werden können. Ist das Wasser am Grund der Anlage angekommen, nimmt es seinen weiteren Lauf über den Boden zurück ins Grundwasser. Damit das Wasser auch sicher diesen Weg nimmt, sind die Seiten des Bettes mit Folie abgedichtet.

Dimensionierung: pro Einwohner 4 m^2 ⁽¹⁵⁾
 Abwasser (5200 l) ÷ Tagesverbrauch pro Person (100 l)
 = Anzahl beteiligter Bewohner (52)
 benötigte Fläche = 208 m^2

Sumpf Wassergewinnung



Funktionsweise:

Der Sumpf ist ganzjährig vorhanden. Während der Regenzeit von April bis November schwillt er um ein Vielfaches seiner normalen Größe an. Dem hohen Grundwasserspiegel auf der Insel ist es geschuldet, dass der Sumpf über die Trockenzeit nicht verschwindet. Es ist also eine optimal Position für den Brunnen, der im Grunde nur aus Betonringen, die dem Schutz der Pumpe dienen, besteht. Die Pumpe zieht etwas unterhalb der Oberfläche, das für die komplette Anlage nötige Frischwasser. Trotz der Tatsache, dass es sich um Grundwasser handelt, erreicht dieses dennoch keine Trinkwasserqualität. Gründe hierfür sind vermutlich die derzeitige Kompost-Situation, etwa 40 Meter oberhalb des Sumpfes. Hier können Flüssigkeiten des Kompostes aber vor allem Benzin, das zum gelegentlichen Anzünden des Mülls vergossen wird, ins Grundwasser gelangen. Eventuell treten auch vereinzelt Undichtigkeiten der momentan verwendeten Grauwasser-Auffangbehälter auf, die an einigen Stellen im Gelände vergraben sind.

Dimensionierung Pumpe:

Fördermenge 10541 l/Tag (Ausbaustufe 2)
 Betriebsdauer 1 h/Tag
 Durchschnittliche Förderhöhe 11,2 m
 Wirkungsgrad Nassläuferpumpen ca. 30% ⁽¹⁵⁾

potentielle Energie = $U = m \cdot g \cdot h$ ⁽¹⁷⁾

= $0,3216 \text{ kWh} \div 30\%$
 = $1,1 \text{ kWh} \times 365 \text{ Tage}$
 Strombedarf = $401,5 \text{ kWh/a}$
 benötigte Pumpenleistung = 1100 W
 (bezieht sich auf Ausbaustufe 2)

Sonneneinstrahlung ³:

$1200 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ ⁽⁴⁾
 Einstrahlung bei 0° Neigung = $1200 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
 Einstrahlung bei 45° Neigung =
 $1200 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} \times 100\% \div 85\%$ ⁽⁵⁾ = $1411 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$

PV-Modulgröße:

$1,1 \text{ kWh} \times 365 \text{ Tage} = 401,5 \text{ kWh/a}$
 Sonneneinstrahlung Kombodsch: 1411 kWh/a
 $1411 \text{ kWh/a} \times 10\% \text{ (Wirkungsgrad)} \times 90\%$
 (Anlagenwirkungsgrad) ⁷ = $127 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
 $401,5 \text{ kWh/a} \div 127 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} = 3,2 \text{ m}^2$
 (bezieht sich auf Ausbaustufe 2)

³ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun

⁴ www.meteonorm.com

⁵ www.greenrhinoenergy.com

⁶ www.photovoltalk.org

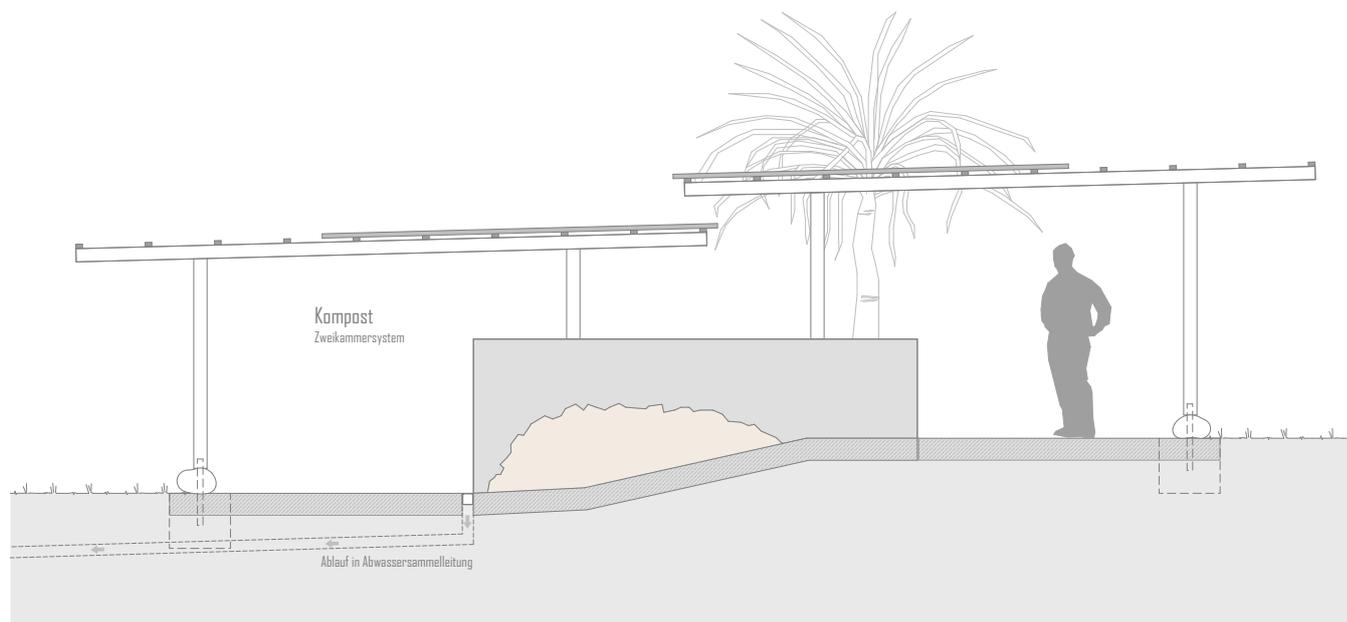
⁷ Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter D. Braun

⁸ http://www.aqua-nostra.de/index.php?Vertikal-durchflossene-Pflanzenklaeranlage

⁹ http://www.haustechnikdialog.de/SHKwissen/656/Pumpen-Wirkungsgrad

¹⁰ https://www.wolframalpha.com

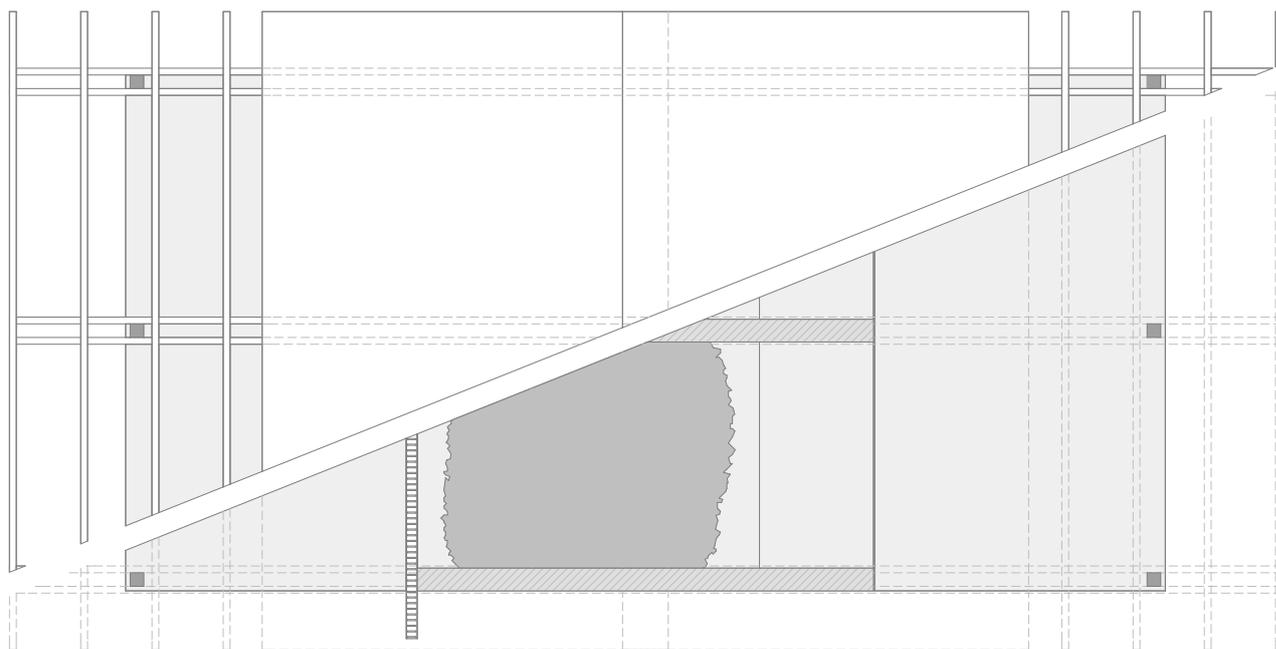
Nebenanlagen - Kompost



Schnitt, Maßstab 1:75

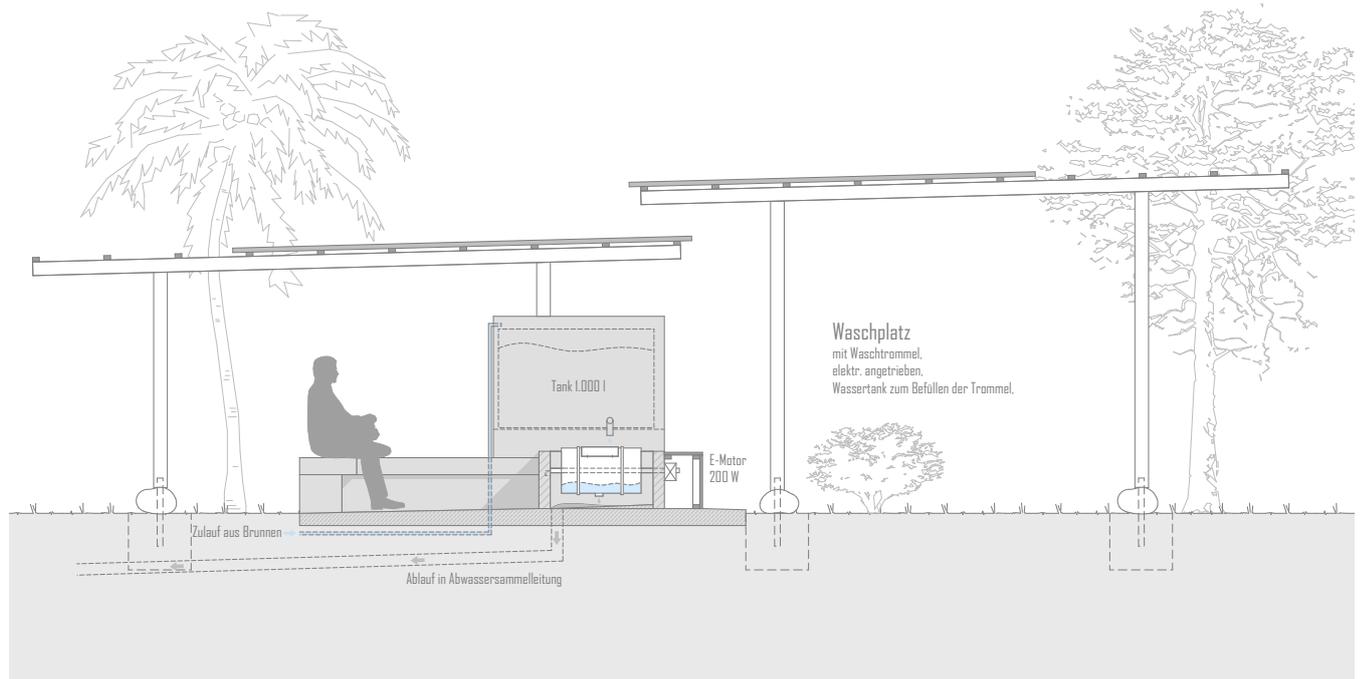
Funktionsweise:

Der Kompost besteht aus zwei Kammern. Sobald eine Kammer befüllt ist, soll die zweite genutzt werden. Während dieser Zeit kann das Material in Kammer Eins kompostieren, ohne ständig wieder neu befüllt zu werden. Somit wird der Kompostierprozess nicht gestört. Die komplette Anlage steht auf einer Bodenplatte mit einem Gefälle innerhalb der Kammern, damit Flüssigkeiten in die Sammelrinne ablaufen können und so der Kompost trocken gehalten wird. Zusätzlich dazu sind die Kammern überdacht, um auch hier einen externen Feuchtigkeitseintrag zu verhindern.



Grundriss, Maßstab 1:75

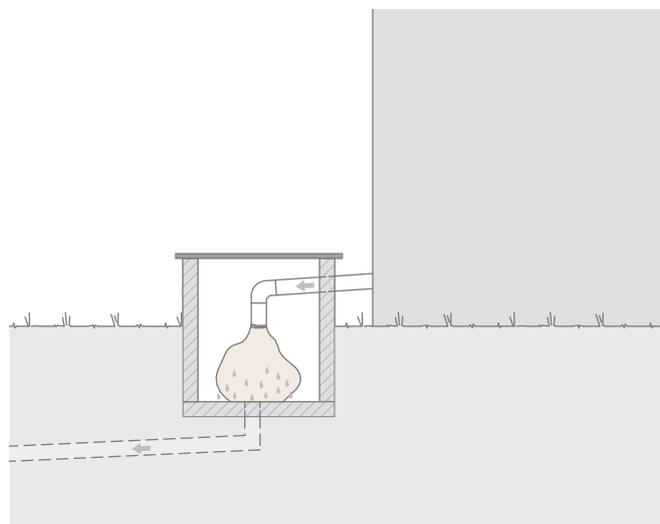
Nebenanlagen - Waschplatz & Restaurant-Filter



Schnitt Waschplatz, Maßstab 1:75

Funktionsweise Waschplatz:

Um die Menge an Wäsche, die pro Tag anfällt, nicht mehr wie derzeit komplett per Hand waschen zu müssen, wird der zukünftige Waschplatz mit einer Waschtrommel ausgestattet sein. Diese Trommel wird mit einem Elektromotor angetrieben. Nachdem die Trommel mit Wäsche bestückt wurde, kann mittels Schlauch, der an dem Wassertank angeschlossen ist, mit dem Befüllen der Trommel begonnen werden. Gleiches gilt für den Spülvorgang. Über ein Ablassventil an der Trommel, wird diese bequem entleert. Das Grauwasser fließt dann in den Ausguss, der mit der Hauptsammelleitung verbunden ist, die in der Kläranlage mündet.



Schnitt Restaurantfilter, Maßstab 1:50

Funktionsweise Filtersystem Restaurant:

Bevor die Abwässer der Küche in die Hauptsammelleitung gelangen, durchlaufen sie ein simples Filtersystem, das aus einem handelsüblichen Jutesack besteht und dafür sorgt, dass Fett und Feststoffe nicht in die Kläranlage gelangen. Ist der Sack voll, muss er lediglich auf dem Kompost entleert werden und kann anschließend wieder eingesetzt werden.

Lonely Beach Strombedarf - Bestand

Jahresstrombedarf Bestand

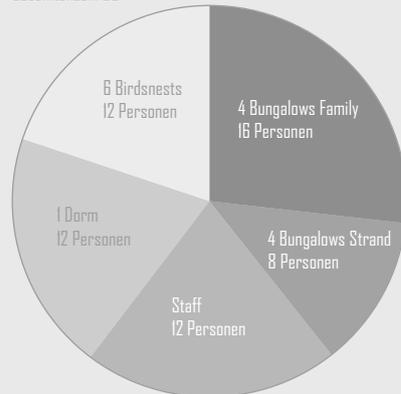
Gesamtbedarf aufgeteilt in Gebäude

	Strombedarf Gesamtbedarf 918 kWh/a
Bungalows (Anzahl 14)	244,6 kWh/a
Haupthaus/Restaurant	365 kWh/a
Pumpe Brunnen	308,6 kWh/a

	Aufteilung Modulflächen vorhandene Gesamtfläche 3,84 m ² benötigte Gesamtfläche 4,80 m ²
Bungalows (4 Stück im Wald 1 Stück = 0,48 m ²)	1,92 m ²
Photovoltaik-Station (4 Stück Nahe Sumpf, 1 Stück = 0,48 m ²)	1,92 m ²
Pumpe Brunnen	3,5 KW - Dieselgenerator

Aufteilung Nutzer Bestand

Personenzahl je Gebäudetyp
Gesamtanzahl 60



Dimensionierung Pumpe Bestand:

Fördermenge 8300 l/Tag
Betriebsdauer 1 h/Tag
Durchschnittliche Förderhöhe 11,2 m
Wirkungsgrad Nassläuferpumpen ca. 30%⁽⁵⁹⁾

potentielle Energie = $U = m \cdot g \cdot h$ ⁽⁶⁰⁾

= 0,2532 kWh ÷ 30%
= 0,844 kWh x 365 Tage
Strombedarf = 308,06 kWh/a
benötigte Pumpenleistung = 850 W

Pumpe wird mit 3,5 KW Dieselgenerator betrieben

Verbrauch Haupthaus:

17 LED-Glühbirnen à 6 Watt (Betriebszeit: 8h tgl.)
= 102 Watt = 0,102 kW x 8 h = 0,82 kWh/Tag

Laden von 20 Mobiltelefonen (0,0088 kWh pro Gerät)⁽⁶¹⁾

Tagesbedarf = 0,82 kWh + 0,176 kWh = 1,0 kWh/Tag
Jahresbedarf = 365 kWh/a

Verbrauch Bungalows:

14 LED-Glühbirnen à 6 Watt (Betriebszeit: 8h tgl.)
= 84 Watt = 0,084 kW x 8 h = 0,67 kWh/Tag

Tagesbedarf = 0,67 kWh/Tag
Jahresbedarf = 244,6 kWh/a

PV-Modulgröße:

365 kWh/a + 244,6 kWh/a = 609,6 kWh/a
Sonneneinstrahlung Kambodscha: 11411 kWh/a
 $11411 \text{ kWh/a} \times 10 \% \text{ (Wirkungsgrad)}^6 \times 90 \% \text{ (Anlagenwirkungsgrad)}^7 = 127 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 $609,6 \text{ kWh/a} \div 127 \text{ kWh/m}^2\text{a} = 4,8 \text{ m}^2$

⁵⁹ <http://www.haustechnikdialog.de/SHKwissen/GSB/Pumpen-Wirkungsgrad>

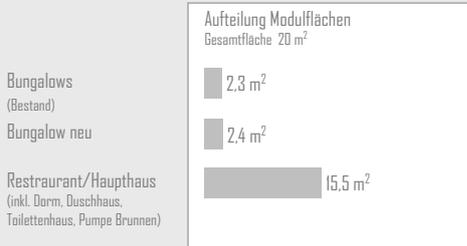
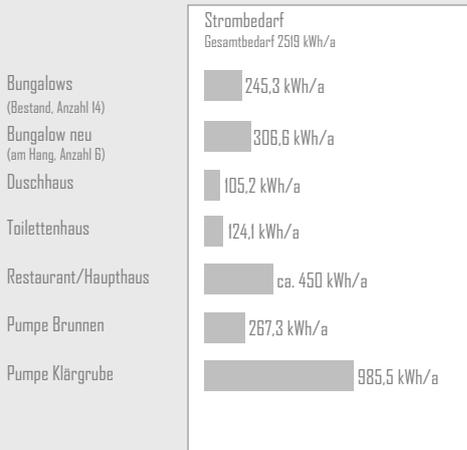
⁶⁰ <https://www.wolframalpha.com>

⁶¹ www.iphone-tricks.de

Lonely Beach Strombedarf - Ausbaustufe 1 und 3

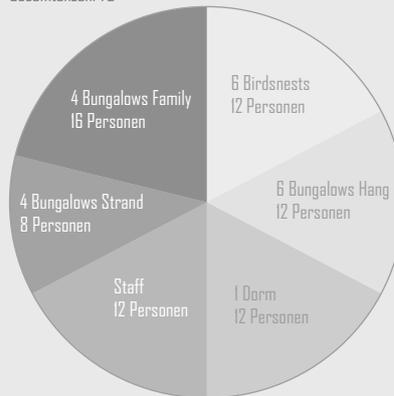
Jahresstrombedarf Ausbaustufe 1

Gesamtbedarf aufgeteilt in Gebäude



Aufteilung Nutzer Ausbaustufe 1

Personenzahl je Gebäudetyp
Gesamtanzahl 72



Dimensionierung Pumpe Ausbaustufe 1:

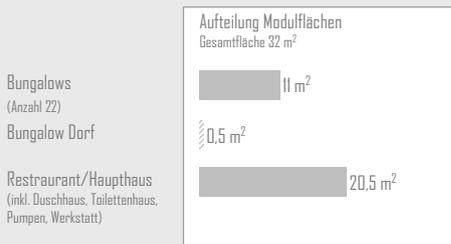
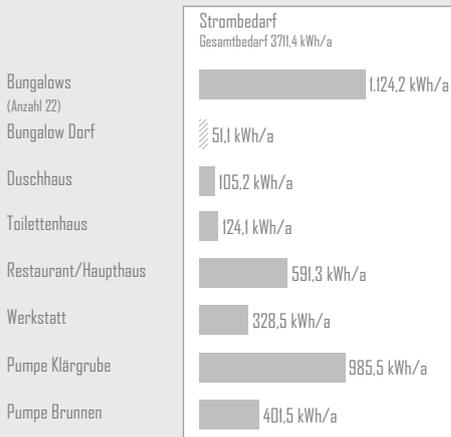
Fördermenge 7200 l/Tag
Betriebsdauer 1 h/Tag
Durchschnittliche Förderhöhe 11,2 m
Wirkungsgrad Nassläuferpumpen ca. 30% ⁽⁶²⁾

potentielle Energie = $U = m \cdot g \cdot h$ ⁽⁶³⁾

= 0,2197 kWh ÷ 30%
= 0,732 kWh x 365 Tage
Strombedarf = 267,18 kWh/a
benötigte Pumpenleistung = 730 W

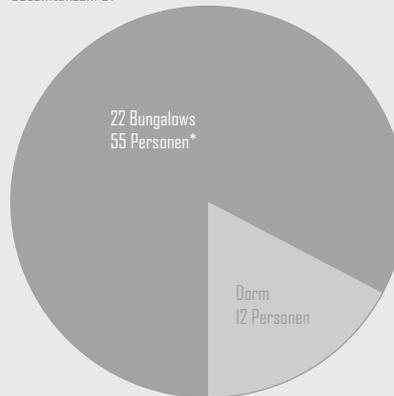
Jahresstrombedarf Ausbaustufe 3

Gesamtbedarf aufgeteilt in Gebäude



Aufteilung Nutzer Ausbaustufe 3

Personenzahl je Gebäudetyp
Gesamtanzahl 67



* 2,5 Personen pro Bungalow

Dimensionierung Pumpe Ausbaustufe 2:

Fördermenge 10541 l/Tag (Ausbaustufe 2)
Betriebsdauer 1 h/Tag
Durchschnittliche Förderhöhe 11,2 m
Wirkungsgrad Nassläuferpumpen ca. 30% ⁽⁶⁴⁾

potentielle Energie = $U = m \cdot g \cdot h$ ⁽⁶⁵⁾

= 0,3216 kWh ÷ 30%
= 1,1 kWh x 365 Tage
Strombedarf = 401,5 kWh/a
benötigte Pumpenleistung = 1100 W

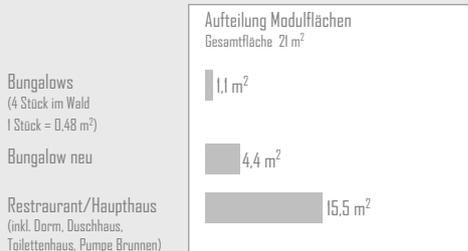
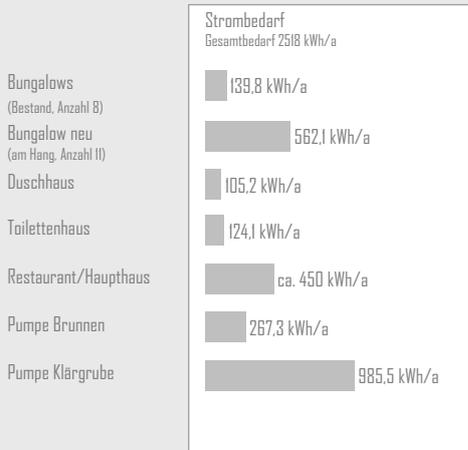
⁶² ⁶⁴ <http://www.haustechnikdialog.de/SHKwissen/656/Pumpen-Wirkungsgrad>

⁶³ ⁶⁵ <https://www.wolframalpha.com>

Lonely Beach Strombedarf - Ausbaustufe 2

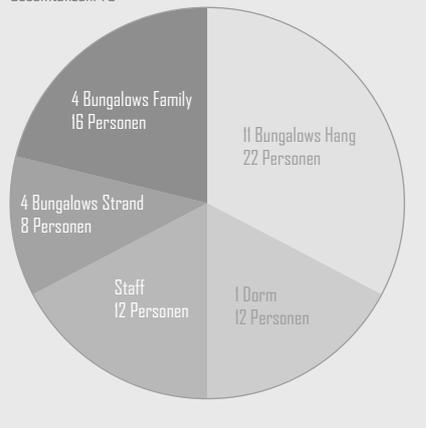
Jahresstrombedarf Ausbaustufe 2

Gesamtbedarf aufgeteilt in Gebäude



Aufteilung Nutzer Ausbaustufe 2

Personenzahl je Gebäudetyp
Gesamtanzahl 70



Ausbaustufe 2 ist als Zwischenschritt zu verstehen, die Verbrauchswerte sind nahezu identisch mit denen der Ausbaustufe 1. Einziger Unterschied in der Verbrauchsmenge ist hier, dass es einen Bungalow weniger gibt, als bei Ausbaustufe 1.

Quellen

- 1, 8, 15 http://www.sparhaushalt.com/spartipps/wasser/wasser_sparen_wasserverbrauch_baden_duschen.htm
aufgerufen Februar 2016
- 2, 9, 16, 22, 36, 38, 40 <http://www.tag-des-wassers.com/wasser---verbrauch/index.html>
aufgerufen Februar 2016
- 3, 10, 17, 23, 31, 44, 51 Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter O. Braun
Script Photovoltaik , Neigung und Orientierung, S. 8
- 4, 11, 18, 24, 32, 45, 52 http://www.meteonorm.com/images/uploads/demo_uploads/dni_v715_hr.png
aufgerufen Februar 2016
- 5, 12, 19, 25, 33, 46, 53 <http://greenrhinoenergy.com/solar/radiation/tiltedsurface.php>
aufgerufen Februar 2016
- 6, 13, 20, 26, 34, 47, 54 <http://www.photovoltaik.org/wissen/duennschichtmodule>
aufgerufen Februar 2016
- 7, 14, 21, 27, 35, 48, 55 Script zur Veranstaltung Gebäudetechnik, Prof. Peter O. Braun
Script Photovoltaik , Grobdimensionierung EFH, S. 13
- 8, 29, 61 <http://iphone-tricks.de/anleitung/4804-wie-viel-strom-verbraucht-ein-iphone>
aufgerufen Februar 2016
- 9, 30 <http://www.bosch-do-it.de>
aufgerufen Februar 2016
- 10, 38, 37, 39, 41 Bauministerkonferenz, Fachkommission Haustechnik und Krankenhausbau, Januar 2002, S. 44
- 11, 42 <http://www.kgv-daueranlage-amdammsteg.de/bewaesserung.html>
aufgerufen Februar 2016
- 12, 43 http://biogartenversand.de/product_info.php?products_id=3602
aufgerufen Februar 2016
- 13, 49 <http://www.hamburg.de/contentblob/135206/data/pflanzenklaeranlagen.pdf>
aufgerufen Februar 2016
- 14, 50 <http://www.jung-pumpen.de/produkte/abwassertechnik/kleinklaerlagentechnik.html>
aufgerufen Februar 2016
- 15, 56 <http://www.aqua-nostra.de/index.php?Vertikal-durchflossene-Pflanzenkларanlage>
aufgerufen Februar 2016
- 16, 57, 59, 62, 64 <http://www.haustechdialog.de/SHKwissen/656/Pumpen-Wirkungsgrad>
aufgerufen Februar 2016
- 17, 58, 60, 63, 65 <https://www.wolframalpha.com/input/?i=potential+energy&rawformassumption=>
aufgerufen Februar 2016

Bildnachweis

- Abbildung 1 - 36 Aufnahmen Matthias Poldrack, Cambodia, Januar 2016
- Abbildung 37 http://faszination-suedostasien.de/wp-content/uploads/2013/06/phnom_penh_skyline_2.jpg
aufgerufen Februar 2016
- Abbildung 38 http://cdni.condenast.co.uk/646x430/o_r/phnompenh_cnt_26nov09_iStock_646.jpg
aufgerufen Februar 2016
- Abbildung 39 - 57 Aufnahmen Matthias Poldrack, Cambodia, Januar 2016
- Grafiken/Zeichnungen Florentin Krusche, Matthias Poldrack

Koh Rong - Cambodia Ökologische Architektur und Tourismus

Master Thesis

Florentin Krusche (MA-Architektur)
HCU Hamburg, Matrikel-Nr. 3014993

Matthias Poldrack, (MA-Architektur)
HCU Hamburg, Matrikel-Nr. 3010352



Florentin Krusche



Matthias Poldrack

HafenCity Universität Hamburg
Hamburg, März 2016