

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

<http://www.ub.tuwien.ac.at>



The approved original version of this diploma or  
master thesis is available at the main library of the  
Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>



# GREEN LEAF ECO RETREAT

EIN ÖKOLOGISCHES HOTELPROJEKT IN SÜDINDIEN

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

<http://www.ub.tuwien.ac.at>



The approved original version of this diploma or  
master thesis is available at the main library of the  
Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

## **DIPLOMARBEIT**

„Green Leaf Eco Retreat - ein ökologisches Hotelprojekt in Südindien“

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

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Karin Stieldorf

E253 - Institut für Architektur und Entwerfen  
E253-4 Abteilung für Hochbau und Entwerfen

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

**Marlies Hirschmüller BSc**

00825880

Wien am,



In der vorliegenden Diplomarbeit wird das Thema „energieeffizientes und ressourcenschonendes Bauen in tropischen Klimazonen“ behandelt und in Form eines Entwurfs für ein Hotelprojekt in Tamil Nadu (Südindien) umgesetzt.

Einleitend werden die Begriffe Nachhaltigkeit, nachhaltiges Bauen sowie nachhaltiger Tourismus erläutert, aktuelle Tendenzen des „Green Building-Booms“ in Indien untersucht und ein kurzer Überblick über die, in diesen Bereichen angewandten, Zertifizierungssysteme erstellt. Ein kurzes Interview mit dem indischen Architekten Dhruv Futnani ermöglicht einen Einblick in die Praxis des nachhaltigen Bauens und der Anwendung indischer Zertifizierungssysteme.

Zusätzlich werden planerische Methoden der vernakulären Architektur in Südindien untersucht, daraus gewonnene Erkenntnisse im späteren Entwurf berücksichtigt und mit modernen Bauweisen kombiniert.

In der Entwurfsplanung des Hotelprojektes wird, unter den Gesichtspunkten des nachhaltigen Bauens, besonderer Wert auf die Verwendung von lokalen und traditionellen Baustoffen, die Anwendung von regenerativen Energiesystemen, sowie der Speicherung und Aufbereitung von Regenwasser gelegt.



The „Green Leaf Eco Retreat“ is a hotel project which focuses on the topic of sustainable building, planning and design in a tropical region.

In the first part of this thesis, subjects like sustainability, the global green building sector, ecotourism, international green building certification programs and green buildings in India, are examined.

In addition there is a short interview about local sustainable building strategies and standards with the Indian green building expert and architect, Dhruv Futnani.

The research on different methods of the vernacular architecture of southern India, as well as the analyses on the climate and site conditions, are playing an important role in the development of the architectural concept.

The key aim in the building and landscape design is to focus on traditional and sustainable building materials, to use only renewable energy resources and to integrate water harvesting and water treatment methods.





Hiermit möchte ich einen herzlichen Dank an alle Menschen aussprechen, die mich während meines Studiums und bei der Ausarbeitung dieser Diplomarbeit unterstützt haben !

Ein besonderer Dank geht an :

Frau Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karin Stieldorf

- für die freundliche Betreuung und konstruktive Zusammenarbeit

Frau Ao. Univ. Prof. Dr. Eva BERGER und

Herrn Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Erich Lehner

- für die inspirierenden Vorlesungen und die Unterstützung als 2. und 3. Prüfer

Meine Eltern Ilse und Karl

- für die unglaubliche und andauernde Unterstützung während meiner gesamten Studienzzeit

Meinen Partner Lenny

- für die aufbauenden Worte und die unermüdliche Unterstützung während des Studiums und besonders in der Endphase dieser Diplomarbeit

Isabelle Hasleder und Dhruv Futnani

- für die besondere Gastfreundschaft , Unterstützung und Mitwirkung bei diesem Projekt

---

## I . GRUNDLAGEN

<b>ABSTRAKT</b>	... 5
<b>DANKSAGUNG</b>	... 9
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	... 10
<b>MOTIVATION / VORWORT</b>	... 12

### 1. GLOBALE NACHHALTIGKEITSBEWEGUNG

Nachhaltige Entwicklung	... 16
SDEGs	... 18
Nachhaltiges Bauen	... 20
Zertifizierungen	... 22
Green Building in Indien	... 26
Interview Architekt Dhruv Futnani	... 30

### 2. TOURISMUS ALS WERKZEUG FÜR EINE NACHHALTIGE ENTWICKLUNG ?

Tourismus und Nachhaltigkeit	... 34
Referenzprojekte Green Hotels in Südostasien	... 40

### 3. VERNAKULÄRE ARCHITEKTUR IN SÜDINDIEN

Vernakularität	... 50
Traditionelle Baustoffe	... 51
Kulturelle Planungsaspekte	... 52
Entwicklung vernakulärer Architektur	... 54

**II . ENTWURF**

**4. ENTWURF GREEN LEAF ECO RETREAT**

Lage und Umgebung - Auroville	... 62
Internationale Ökostadt - Projekte	... 74
Grundstücksanalyse	... 82
Konzept	... 94
Materialität	... 106
Konstruktion	... 126
Gebäudetypen	... 134
Landschaftsgestaltung	... 154
Energiekonzept	... 168
Anwendung vernakulärer Elemente	... 180

**5. ANHANG**

Zertifizierung GRIHA	... 188
Literaturverzeichnis	... 192
Abbildungsverzeichnis	... 196
Fotos Modell	... 204

## MOTIVATION

---

Die Idee für dieses Projekt entstand während einer Reise, die mich nach Sri Lanka und Südindien führte.

Die extremen klimatischen Bedingungen, der großteils sehr nachlässige Umgang mit Müll und Ressourcen, sichtbare soziale Ungleichheiten sowie die vielen unterschiedlichen traditionellen Bauweisen, waren Motivation und Inspiration für diese Arbeit.

Während des Besuchs der Stadt „Auroville“ in Tamil Nadu wurde meine Interesse für das ressourcenschonende Bauen mit Lehm geweckt. Die hier angewandten und entwickelten Bauweisen und Techniken im Bereich Lehmbau, die Nutzung erneuerbarer Energiequellen sowie eine intensive Auseinandersetzung mit dem Thema Wasserknappheit motivierten mich einen architektonischen Entwurf zu entwickeln, der eine ganzheitliche Lösung für die oben genannten Probleme darstellt.

Um dies umsetzen zu können, habe ich mich im ersten Schritt mit den Grundlagen des Nachhaltigen Bauens, dem Begriff Nachhaltigkeit selbst, sowie mit Öko-Tourismus und den vernakulären Architekturen Südindiens beschäftigt, sowie nachhaltige Energiekonzepte studiert.

Ausgehend von der Überlegung ein von mir vor Ort gewähltes, brachliegendes Grundstück im Stadtgebiet von Auroville, neu zu gestalten und aufzuwerten, wurde schließlich die Idee für dieses ökologische Hotelkonzept entwickelt.



Abb. 1. Vergleich Skyline Hongkong, Mumbai, New York

*„Fürchte nicht, unmodern gescholten zu werden. Veränderungen der alten Bauweise ist nur dann erlaubt, wenn sie eine Verbesserung bedeuten, sonst bleibe beim Alten. Denn die Wahrheit, und sei sie hunderte von Jahren alt, hat mit uns mehr inneren Zusammenhang als die Lüge die neben uns schreitet.“*

Adolf Loos, 1913

Die Technologisierung von Baustoffen sowie dem Bauen selbst hat die Architektur in den letzten Jahrzehnten maßgeblich geprägt und das Wohnen und Leben in vielen Teilen der Welt grundlegend verändert. Durch die Entwicklung neuer Baustoffe, Materialien und Konstruktionsformen wurden neue Baustile geschaffen, die nicht nur in bestimmten Regionen, sondern über den gesamten Globus verteilt zu finden sind.

Diese „Globalisierung des Bauens“ hat teilweise dazu beigetragen, dass traditionelle Bauweisen und somit auch die kulturelle Identität verschiedener Regionen und Länder nach und nach verschwinden, sowie der Energie und Ressourcenverbrauch durch den Bausektor in vielen Ländern rapide zugenommen hat. Wenn man aktuelle Tendenzen in der zeitgenössischen Architektur betrachtet, ist jedoch zu erkennen, dass gerade regionale, traditionelle und energieschonende Bauweisen immer mehr an Bedeutung zurückgewinnen.

Dieser „Green Building Boom“ ist ein Trend, der nicht nur in den reichen Industrieländern dieser Welt zu finden ist, vielmehr findet in einigen Entwicklungs- bzw. Schwellenländern ein Umdenken statt, dass dem energie- und ressourcenschonenden Bauen neuen Antrieb verschafft.

# I . GRUNDLAGEN



*„Schlage nur so viel Holz  
ein, wie der Wald verkraften  
kann! So viel Holz, wie nach-  
wachsen kann!“*

Hans Karl von Carlowitz



---

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ stammt ursprünglich aus der Forstwirtschaft und wurde erstmals 1713 in dem Buch „Silvicultura oeconomica“ von dem Berghauptmann Hans Karl von Carlowitz verwendet. Carlowitz beschreibt als Erster das Prinzip der Nachhaltigkeit: *„Schlage nur so viel Holz ein, wie der Wald verkraften kann! So viel Holz, wie nachwachsen kann!“*

In dem 2016 vom deutschen Ministerium für Umwelt, Naturschutz Bau und Reaktorsicherheit herausgegebenen „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ wird Nachhaltigkeit heutzutage folgendermaßen beschrieben: „Nachhaltiges Handeln bedeutet, ökologische, ökonomische und soziale Gesichtspunkte gleichberechtigt zu berücksichtigen, um nachfolgende Generationen eine intakte Umwelt und gleiche Lebenschancen hinterlassen zu können.“

Diese aktuelle Sichtweise auf das Thema ist das Ergebnis vieler in den letzten Jahrzehnten erarbeiteten Umwelt und Sozialpolitischen Denkansätzen sowie der dadurch gesetzten Meilensteine im Bereich der globalen Umwelt, Sozial- und Klimapolitik.

Der genaue Sinngehalt des Begriffes „Nachhaltigkeit“, sowie dessen Auswirkungen für die Menschen und den Globus wurden erstmals wieder in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts, zur Zeit der 1. Ölkrise von Bedeutung.

Der technische Fortschritt und die ökonomische Entwicklung dieser Zeit führten zu Wasser- und Bodenverschmutzungen, Abholzungen und Waldsterben.

Die Erkenntnis der Industrienationen, dass sie zum großen Teil von endlichen fossilen Ressourcen abhängig sind, führte schließlich zum Umdenken in der Energiepolitik und zur ersten weltweiten Umweltschutzkonferenz der UNO 1972 in Stockholm, an der auch Indien teilnahm.<sup>1</sup>

Es wurde versucht, Lösungen für die zuvor genannten global auftretenden Probleme zu finden, sowie zusätzlich, Themen wie Konsum, Industrialisierung und Armut zu erläutern. Nach dem dabei entstandenen Leitspruch *„poverty ist the biggest polluter“* verabschiedeten Vertreter der Industrie- und Entwicklungsländer gemeinsam die Stockholm-Deklaration. Sie bekannten sich dadurch erstmals zu einer weltweiten Zusammenarbeit im Umweltschutz und gründeten im gleichen Jahr das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP).<sup>2</sup>

Weitere Umweltkonferenzen der UNO Mitgliedsstaaten, sowie einige herausragende und richtungsweisende Abkommen der Industrie und Entwicklungsländer im Bereich der Umweltpolitik, wie zum Beispiel die Agenda 21 (1992), die Erklärung von Rio (1992) oder das Kyoto Protokoll (1997), in dem erstmals konkrete Reduktionsziele von Treibhausgasen festgelegt wurden, folgten.

---

1 Vgl. Gardizi, 2009

2 Vgl. Gardizi, 2009

### SDEGs

Das Gipfeltreffen der Vereinten Nationen im September 2015 geht wohl als einer der wichtigsten Meilensteine der internationalen Klimaschutz- und Umweltpolitik in die Geschichte ein. Nach langen Verhandlungen einigten sich 193 Staaten auf einen neuen, ambitionierten Vertrag, der von allen UN Mitgliedsstaaten unter dem Namen „*Agenda 2030*“ unterzeichnet wurde. Damit verpflichteten sich alle Mitgliedsstaaten zur Umsetzung von 17 nachhaltigen Entwicklungszielen (Sustainable Development Goals, SDGs) auf nationaler, regionaler und internationaler Ebene. (Siehe Abb. 2)

Diese 17 SDGs (Abb. 2) stellen einen ganzheitlichen Entwicklungsansatz dar und berücksichtigen die drei Hauptdimensionen der Nachhaltigkeitsdebatte nämlich wirtschaftliche, ökologische und soziale Nachhaltigkeit - gleichermaßen.

Im Gegensatz zu früheren Vereinbarungen, werden die SDEGs von den einzelnen Vertragsstaaten als eine selbstbestimmte Verpflichtung angesehen.

Zusätzlich soll die konkrete Umsetzung bis zum Jahr 2030 im regelmäßigen Abstand von fünf Jahren überprüft werden.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Vgl. Klima- und Energiefonds, 2016



Abb. 2. Darstellung SDEGs , UN

*„We borrow from nature the space upon which we build.“*

Tadao Ando

Der Gebäudesektor ist für etwa ein Drittel der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich und damit ein Schlüsselbereich zur Erreichung der globalen Klimaziele.<sup>4</sup> Das Thema des energieeffizienten und ressourcenschonenden Bauens wurde seit jeher in der Umweltpolitik nicht als isolierte Thematik, sondern mehr im größeren Kontext einer nachhaltigen Gesellschaftsentwicklung gesehen.<sup>5</sup>

Die Nachhaltigkeit im Bauwesen begrenzt sich, wie auch das Prinzip der Nachhaltigkeit an sich, nicht nur auf den reinen Umweltschutz, sondern wird vielmehr durch folgende drei Faktoren maßgeblich bestimmt und beeinflusst:

- Soziale Strukturen
- Ökologische Aspekte
- Ökonomische Aspekte.

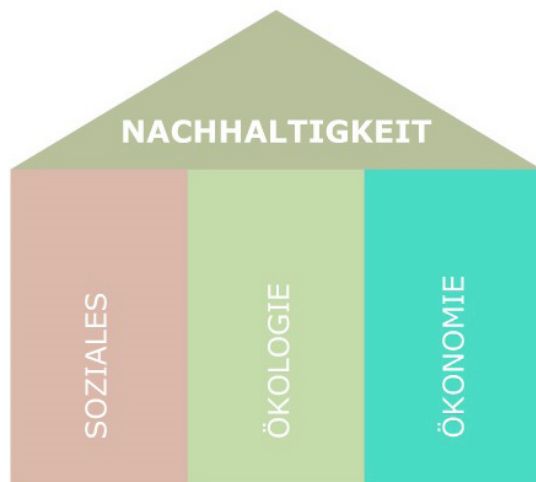


Abb. 3. Drei -Säulen Modell der Nachhaltigkeit im Bauwesen

<sup>4</sup> Vgl. Klima - und Energiefonds, 2016

<sup>5</sup> Vgl. Petra Hauke, 2013

Um dieses Drei-Säulen Modell in der Baupraxis anzuwenden gibt es verschiedenste Möglichkeiten.<sup>6</sup>

Das primäre Schutzziel im ökologischen Bereich ist die Ressourcenschonung. Diese wird durch einen optimierten Einsatz von Baumaterialien, eine geringere Flächeninanspruchnahme, die Bewahrung und Förderung der Biodiversität sowie eine Verringerung des Energie- und Wasserverbrauchs angestrebt.

Der Nachhaltigkeitsgedanke im Bausektor kann auch in Ökonomischer Sicht von Vorteil sein, hier wird über die Anschaffungs- und Errichtungskosten hinausgehend die Baufolgekosten und somit die gebäudebezogenen Lebenszykluskosten in den Fokus gestellt, wodurch schon während der Planung erhebliche Einsparpotenziale aufgezeigt werden.

Auch die soziale und kulturelle Wahrnehmung der Bewohner oder Nutzer eines Gebäudes wird berücksichtigt. Faktoren wie Gesundheit, Lebensqualität, Chancengleichheit, Partizipation, Bildung und kulturelle Vielfalt werden in den Vordergrund gestellt und somit versucht, das Wohlbefinden der Menschen positiv zu beeinflussen.

<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, 2016

<sup>7</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, 2016

Um den verantwortungsvollen Umgang mit diesen Nachhaltigkeitskriterien sowie dessen erfolgreiche Umsetzung in der Praxis gewährleisten zu können, wurden in den letzten Jahrzehnten mehrere internationale sowie auch nationale Bewertungssysteme entwickelt.

Das Hauptziel dieser Green Building-Bewertungssysteme ist es im Allgemeinen einen Kriterienkatalog darzustellen, der für Planer, Techniker, Bauherren etc. als Grundlage und Hilfsmittel dient, um die nachhaltige Entwicklung eines Bauprojektes von der Planung bis zum Abriss zu garantieren. (Lebenszyklusbetrachtung oder Life Cycle Assessment bzw. LCA , siehe Abb. 4)

Zusätzlich bieten sie eine Grundlage für die Entwicklung von nachhaltigen Gebäudesystemen und Baustoffen, die mit dem weltweit steigenden Interesse an ressourcenschonenden Baumaterialien und Energiesparmaßnahmen im Bausektor einhergeht.

Die 2 weltweit wohl bekanntesten Zertifizierungssysteme für nachhaltige Gebäude sind das aus Großbritannien stammende BREEAM und das in der USA entwickelte LEED.

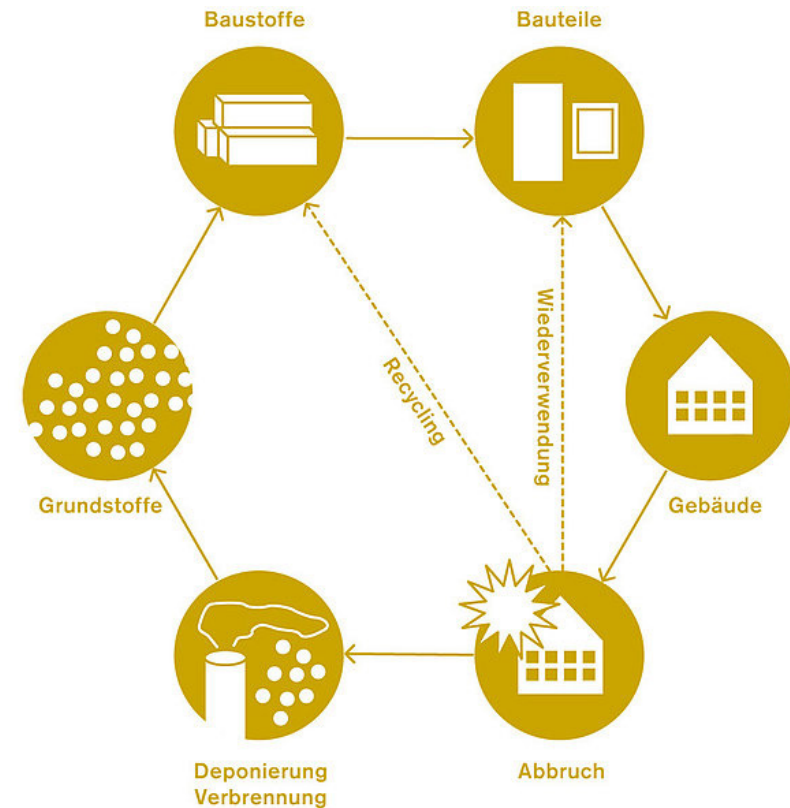


Abb. 4. Lebenszyklusbetrachtung von Baustoffen (LCA)



Abb. 5. Logo Breeam

**BREEAM**  
(Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

Dieses Zertifizierungslabel war weltweit das erste seiner Art. BREEAM wurde von dem britischen Forschungsinstitut BRE (Building Research Establishment) entwickelt und 1990 in Großbritannien eingeführt. In den vergangenen Jahren wurden mehr als 557 500 Gebäude zertifiziert und das System in weiteren 77 Ländern anerkannt.

Die Zertifizierung umfasst den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes oder Areals und somit auch dessen Betrieb und die Nutzung.<sup>8</sup>

Es wird in 5 Kernsysteme unterteilt:

- BREEAM Bestand
- BREEAM Modernisierung
- BREEAM Neubau
- BREEAM Stadtquartiere
- BREEAM Maßgeschneiderte Systeme

<sup>8</sup> Vgl. Deutsches Privates Institut für Nachhaltige Immobilienwirtschaft, 2017



Abb. 6. Logo LEED

**LEED**  
(Leadership in Energy and Environmental Design)

Die Gebäudezertifizierung des 1993 gegründeten USGBC (US Green Building Council) wurde im Jahr 2000 auf den Markt gebracht. Anfänglich lag der Fokus darauf, die US-amerikanische Bauindustrie für einen nachhaltigeren Umgang mit Energie und Ressourcen zu sensibilisieren, doch schon nach kurzer Zeit wurde das LEED Programm ein internationaler Standard für Nachhaltige Gebäude.

In über 165 Ländern vertreten und mit mehr als 92000 zertifizierten Projekten, ist LEED heute das am meisten verbreitetste Green Building Zertifizierungsprogramm der Welt.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Vgl. U.S. Green Building Council, 2017

Seit den Anfängen der weltweiten „Green Building“ Kampagnen haben viele Länder, zusätzlich zu den bekannten Gebäudezertifizierungen, auch ihre eigenen nationalen Zertifizierungswerkzeuge entwickelt.

Ein paar Beispiele dazu sind das DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) in Deutschland, das CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) in Japan oder der GREEN STAR in Australien. (Siehe Abb. 7)

Die Entwicklung hin zu länderspezifischen Systemen war wohl eine logische Lösung für die aufkommenden Probleme bei den länderübergreifenden Zertifizierungen.

Da BREEAM und auch LEED auf den jeweiligen Bedürfnissen der Gründerstaaten, also Großbritannien und der USA aufbauen, kam es in vielen Fachbereichen vor allem aber bei Abschnitten, die den nachhaltigen Umgang mit Klima und Baustoffen bewerten, zu unzufriedenstellenden Ergebnissen.



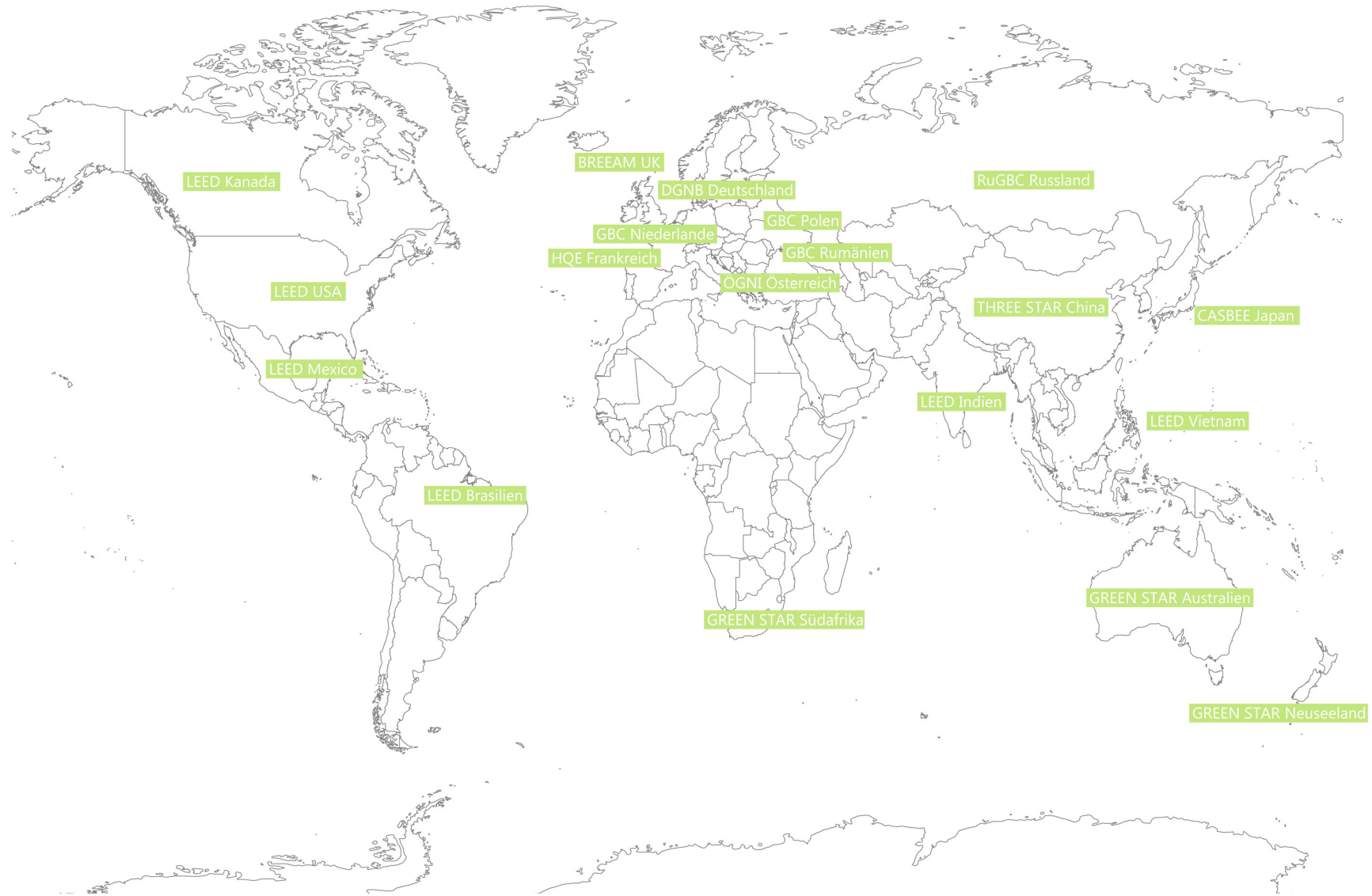


Abb. 7. Gebäude - Zertifizierungen Weltweit

## GREEN BUILDING IN INDIEN

Die Einhaltung der SDGs stellt vor allem für Entwicklungs- und Schwellenländer, so auch für die indische Regierung, eine große Herausforderung dar. Um die 17 nachhaltigen Entwicklungsziele in diesem Land umsetzen zu können, müssen nicht nur die komplexen sozialpolitischen und wirtschaftlichen Strukturen überdacht werden, sondern auch ein Umdenken in der indischen Umweltpolitik erfolgen.

Indien ist im Jahr 2016 auf Platz 3 der Liste jener Länder gelandet, die weltweit gesehen am meisten Primärenergie verbrauchen. (siehe Abb. 10)

Dies ist wohl einerseits auf das starke Wirtschaftswachstum der letzten Jahre zurückzuführen, doch andererseits wird auch das steigende Bevölkerungswachstum Indiens für den erhöhten Energieverbrauch verantwortlich gemacht. (vgl. Abb. 11) Die mit diesen Entwicklungen stark verknüpfte stetige Steigerung der CO<sub>2</sub> Emissionen in den letzten 10 Jahren (siehe Abb. 9), hat vor allem in den Millionenstädten wie Delhi und Mumbai zu einem dramatischen Anstieg der Luftverschmutzungswerte geführt. Die Folgen sind Extreme Feinstaubbelastungen und somit eine akute Gesundheitsgefährdung für die indische Bevölkerung. Laut einer im Jahr 2016 veröffentlichten Studie des Health Effects Institute (HEI) aus Boston, sterben jährlich rund 1,1 Millionen Menschen in Indien an den Folgen der Luftverschmutzungen.<sup>10</sup>

Aus diesem Grund ist die Reduktion der CO<sub>2</sub> Belastungen und dadurch auch das Erreichen der 2012 in Paris vereinbarten Klimaziele, wohl ein notwendiger Entwicklungsschritt Indiens.

Die größten Energieverbraucher Indiens (Abb. 8) - der Industriesektor sowie die Baubranche - benötigen gemeinsam mehr als 50% des Gesamtenergiebedarfs des Landes. Eine wichtige Rolle im Kampf gegen den übermäßigen Energie- und Ressourcenverbrauch in Indien nimmt einerseits die Indische Regierung aber zusätzlich auch die Industrielle Vereinigung CII ein.

Die „Confederation of Indian industry“ ist eine seit 1895 bestehende NGO mit über 200 000 Mitgliedern. Die Mitglieder kommen aus dem Privaten wie auch dem öffentlichen Bereich und bilden einen Mix aus Architekten, Bauträgern, Projektentwicklern, Baufirmen sowie universitären Instituten und Forschungseinrichtungen.

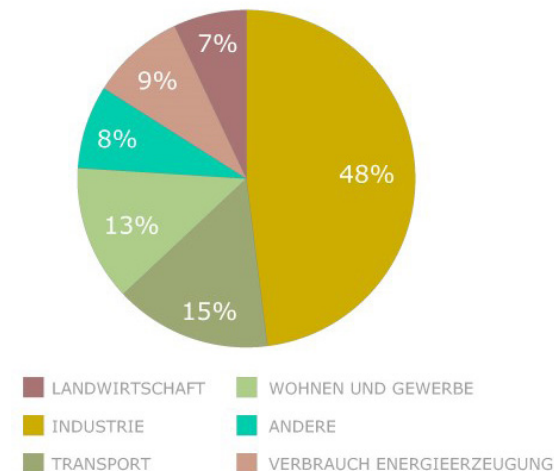


Abb. 8. Energieverbrauch nach Sektor in Indien

<sup>10</sup> Vgl. Peer, 2017

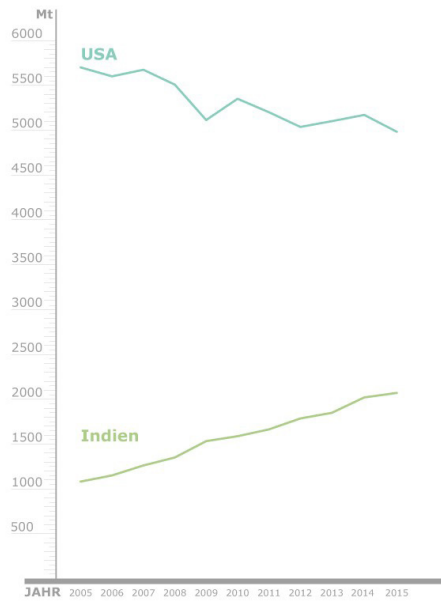


Abb. 9. Vergleich Co2 Emissionen USA und Indien 2005-2015

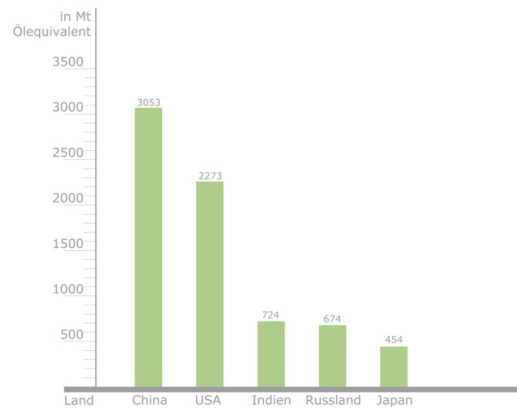


Abb. 10. Ländervergleich Verbrauch Primärenergie im Jahr 2016 (in Millionen Tonnen Öl äquivalent)

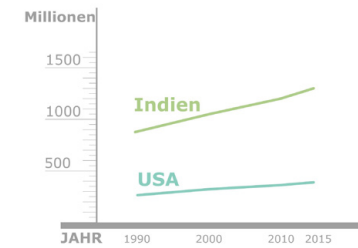


Abb. 11. Vergleich Bevölkerungswachstum Indien und USA 1990 -2015

Mit dem 2001 gegründeten „Indian Green Building Council (IGBC)“ einer Partnerorganisation des USGBC- hat die CII einen Grundstein gelegt, um eine nachhaltige Entwicklung Indiens zu fördern. Die Vision dieser Vereinigung ist es eine nachhaltig gestaltete Umwelt für Indien zu schaffen und ein „Global Leader“ im Sektor des nachhaltigen Bauens zu werden. Der IGBC bietet ein großes Spektrum an Programmen und Förderungen an, es werden wichtige Veranstaltungen wie der jährliche „Green Building Congress“ organisiert und zusätzlich zu der bis dahin hauptsächlich verwendeten LEED-Zertifizierung, ein eigenes Gebäude Zertifizierungssystem entwickelt, das IGBC Rating System.<sup>11</sup>

Überdies hat es Indien trotz undurchsichtiger Baurechte und Reglements geschafft, im Jahr 2016 hinter China und Kanada auf Platz 3 der von LEED- erstellten TOP 10 Liste zu landen.

Mit rund 15,9 Millionen m<sup>2</sup> (GSM – Brutto Quadratmeter) an LEED zertifizierten Gebäuden sowie zusätzlichen 89,28 Millionen m<sup>2</sup> (GSM) an registrierten und noch zu zertifizierenden Bauten zeigt Indien, dass es in diesem Bereich mit Ländern wie der USA oder Kanada nicht nur mithalten, sondern vielleicht in Zukunft auch eine führende Rolle übernehmen kann.<sup>12</sup>

Das ist wohl auch ein großer und wichtiger Schritt hin zu einem nachhaltigeren Indien.

Eine weitere wichtige Organisation, die sich mit dem Thema Nachhaltigkeit und konkret dem nachhaltigen Bauen in Indien beschäftigt ist TERI (The Energy and Resource Institute). Dieses seit 1974 bestehende unabhängige Forschungsinstitut bezeichnet sich als „Thinktank“ für Nachhaltigkeitsprojekte und Entwicklung in Indien. Der Fokus liegt hierbei auf folgenden fünf Hauptpunkten<sup>13</sup>:

- Saubere Energie
- Wassermanagement
- Müllmanagement
- Nachhaltige Landwirtschaft
- Klima

Diese Punkte spielen auch in dem von TERI entwickelten Gebäudezertifizierungsprogramm – GRIHA (Green Rating for Integrated Habitat Assessment) eine wichtige Rolle. GRIHA ist Sanskrit und lässt sich mit dem Wort „Behausung“ übersetzen. Es wurde entwickelt, um Neubauten in allen Stufen des Lebenszyklus zu bewerten, vom Entwurf bis hin zum Abriss.

So werden unterschiedliche Prüfungen je nach Bauabschnitt vorgenommen, bei denen Themen wie die Biodiversität des Bauplatzes vor und nach dem Bau, die effiziente Verwendung nachhaltiger Baustoffe, der Umgang mit Ressourcen wie Wasser und Energie etc. beurteilt werden. 2007 wurde das GRIHA Rating-Konzept vom „Ministry of New and Renewable Energy“ übernommen und zum nationalen Ratingsystem für „Green Buildings“ in Indien erklärt.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> Vgl. Confederation of Indian Industry, 2017

<sup>12</sup> Vgl. HT Estates Correspondent, 2016

---

<sup>13</sup> Vgl. TERI The Energy and Resources Institute, 2017

<sup>14</sup> Vgl. GRIHA Council, 2017

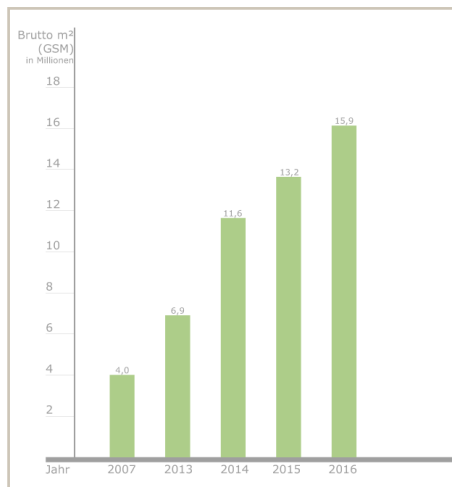


Abb. 12. Steigerung der Anzahl an LEED- zertifizierten Gebäude in Indien 2007 -2016



Abb. 13. Logo Green Rating for Integrated Habitat Assessment



Abb. 14. Logo Indian Green Building Council

## INTERVIEW GREEN BUILDING IN INDIEN

---

Nun soll, mit Hilfe eines kurzen Interviews, ein Einblick in die Praxis des nachhaltigen Bauens in Indien geschaffen werden:

M. Arch Dhruv Futnani ist Architekt und Green Building Consultant, lebt und arbeitet in Chennai (Tamil Nadu) und beschäftigt sich seit vielen Jahren in seinen Projekten mit den Themen nachhaltiges Bauen und Green Building- Zertifizierungen.



Name : *Dhruv Kumar Futnani*

Work : *Architect and Green Building Consultant  
Managing Director, Green by Dhruv Futnani*

Education: *M.Arch (2003 – 2005, University of Arizona, USA  
B.Arch (1998-2003, Madras University, India*

Contact : *green@dhruvfutnani.com*

### **When was the first time you got in touch with the concept of sustainable or green building?**

*For me, growing up in a country which is plagued with electricity cuts, water shortages and waste being disposed everywhere sustainability was quite a logical thought but also seemed an unachievable goal.*

*The impact the building and construction sector have on these problems became quite apparent to me when I was doing my undergraduate degree in Architecture. Building construction and operations had a major role to play in each of these problems and hence, I thought to myself, could better buildings also be part of the solution. This is the time my interest in a more sustainable way to building and living began.*

### **How has this affected your later work, life and projects?**

*Green Building or Sustainability is believed to be a concept or an additional layer in the architectural design process. I have come to realize for sustainability to be holistic and meaningful, it has to become the very basis of everything we all do in life. One Green Building is not going to be of any benefit in the larger picture, if there is a majority of inefficient buildings. To take this concept further, there is no benefit even if all the buildings being Green, until we learn to live in a more environmentally sensitive way. So for this to work, the change has to be at all levels in our life.*

*The major focus of our work has not only been to design and build in a sustainable way but also to look at creating more efficient ways to live and work.*

---

**What do you think of green building certifications in general, what do you think about the different certification programs in India? (GRIHA, LEED, IGBC, etc..)**

*Green Building certifications are excellent guides, frameworks and tools for projects which are targeting sustainability. Sustainability needs to be an integrated approach to design and construction, so there are many contributors to the process and hence a certification system sets parameters for all involved. The rating systems also provide standards and efficiency parameters, without which these savings and strategies could not be quantified.*

*In addition to design and construction practices, I have seen many reasons for a client to "go green" and certifications become a very important marketing tool for the builder / developer to attract customers, so a certification is critical to show the building's compliance through a third party validation. Each rating system has certain strengths and benefits, but the fundamentals for these rating systems are very similar. I consider it important to understand the client's reason and rationale for going to the certification and then decide which rating to follow.*

**What, in your mind, was the greatest achievement in the development of green and sustainable building in India in the last few years?**

*In the last 10 years, India has seen unprecedented growth in the building and construction industry. A study by the World Bank estimated there was 659 million square meters of commercial space in India in 2010 and the number was expected to rise to 1900 million square meters by 2030, which is encouraging to the*

*industry but also poses a huge burden on resources and environment. Could a country which is already constrained on energy, water, materials and battling a huge waste disposal and pollution problem even survive this development if it is not sustainable? The establishment of many energy and environmental codes and incentivizing sustainable projects is one of the greatest achievements for the building industry in India. For many years the industry adopted LEED and ASHRAE standards, which is not ideal (these are typical standards followed in USA) but following some standards is better than none! The Government recently launched the Energy Conservation Building Code and included chapters on sustainability in the National Building Code which are major steps towards sustainable development, specific to conditions in India.*

**How you would like to see the future of the green building movement in India and what important steps must be taken?**

*I feel India has taken the first steps in sustainable development, but we have a long way to go before we can say sustainability is a part of the way we build. Currently I would estimate 10% of the projects being developed are following this concept. A combination of enforcing building codes, incentivizing high performing projects and creating standards for all types & sizes of projects would promote the Green Building movement. These would make sustainability more widely used rather than restricted to certain projects.*





# 2

**TOURISMUS ALS WERKZEUG FÜR EINE  
NACHHALTIGE ENTWICKLUNG ?**

## TOURISMUS UND NACHHALTIGKEIT

Die Anzahl internationaler Touristen hat sich in den Jahren 1975-2005 vervierfacht und steigt seitdem kontinuierlich an, in den letzten sieben Jahren um fast 4% jährlich.<sup>15 16</sup>

Im Jahr 2016 wurden weltweit ca. 1,2 Milliarden internationale Touristen gezählt und zusätzliche sechs Milliarden Inlandstouristen. Diese Zahlen tragen dazu bei, dass der Tourismus als Wirtschaftssektor einen Anteil von ca. 10% des globalen Bruttoinlandsprodukts erzielt, für 7% des weltweiten Handels verantwortlich ist und in weiterer Folge für einen von zehn Jobs auf diesem Planeten sorgt.<sup>17</sup>

Anhand der oben genannten Zahlen lässt sich der direkte Einfluss des Tourismus auf die Weltwirtschaft sowie vor allem aber auch auf Natur und Umwelt erklären. Dieser Zusammenhang wird schon seit vielen Jahren untersucht, zusätzlich wird mit unterschiedlichsten Mitteln versucht, die stetige Entwicklung des internationalen Tourismus positiv zu beeinflussen und nachhaltig zu gestalten.

Das Jahr 2017 wurde nun von der UNWTO (United Nations World Tourism Organization) zum „International Year of Sustainable Tourism for Development“, also zum „Internationalen Jahr des nachhaltigen Tourismus für Entwicklung“ ernannt.

Doch schon seit den 1980er Jahren wurden dank verschiedenster internationaler Versammlungen und Deklarationen immer mehr Werkzeuge und Richtlinien eingeführt, welche die nachhaltige Entwicklung des Tourismus global fordern und fördern.

Um die Bedeutung des Tourismussektors zu verdeutlichen, wurde beim Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung 2002 in Johannesburg, ein von UNEP (United Nations Environment Programme) und WTO (World Tourism Organization) erarbeiteter Leitfaden mit dem Namen „Making Tourism More Sustainable“ vorgestellt.

<sup>15</sup> Vgl. UNWTO united nations world tourism organization, 2016

<sup>16</sup> Vgl. UNEP United Nations Environment Programme , UNTWO, 2005

<sup>17</sup> Vgl. UNWTO united nations world tourism organization, 2016

Dieser zeigt positive, wie negative Effekte des Tourismus auf die lokale Bevölkerung und die Umwelt auf und stellt Prinzipien da, die als Grundlagen für Regierungen und andere Interessensgruppen dienen um eine positive ökonomische, ökologische sowie auch soziale Entwicklung des Tourismussektors zu erzielen.

Die 5 Kapitel dieses Leitfadens beschäftigen sich mit verschiedenen Konzepten und Vorschlägen wie Politik und Wirtschaft in Zusammenarbeit mit Privaten und Öffentlichen Institutionen in den Ländern gemeinsam zu einer positiven Entwicklung im Bereich des Fremdenverkehrs beitragen können.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Vgl. UNEP United Nations Environment Programme , UNTWO, 2005



Abb. 15. Darstellung 3 Säulen des nachhaltigen Tourismus



Abb. 16. Darstellung Positive und Negative Auswirkungen des Tourismus in Entwicklungsländern

Das Reisen ist eines der wenigen Aktivitäten, die eine besondere Beziehung zwischen dem Konsumenten (Reisender) auf der einen Seite und der Industrie (Hotels, Airlines, Restaurants, Kulturstätten etc.), der Regierung (Infrastruktur, Visa, Werbung,...) und den Bewohnern des Reiselandes auf der anderen Seite herstellt. Dies führt wiederum zu drei wichtigen Aspekten in der Wechselwirkung von Tourismus und Nachhaltigkeit:<sup>19</sup>

- Interaktion
- Bewusstsein
- Abhängigkeit

Als eine serviceorientierte Industrie muss der Tourismus gleichermaßen auf die Bedürfnisse der Touristen, sowie auch auf die der Länder und Bewohner eingehen. Dies kann in vielen Bereichen, wie zum Beispiel der Umwelt, zu positiven wie auch negativen Auswirkungen führen.

Im Leitfaden „Making Tourism More Sustainable“ werden mögliche Probleme, aber auch die positiven Seiten des Fremdenverkehrs aufgezeigt. (siehe Abb. 16)

Nun stellt sich die Frage wie man den negativen Auswirkungen im Zuge einer nachhaltigeren Entwicklung entgegenreten kann und Welche Grundlagen hier erforderlich sind?

Ausschlaggebend für eine Verbesserung der Probleme ist, ein grundsätzliches Bewusstsein der in diesem Bereich tätigen Personen und Institutionen zu schaffen. WTO und UNEP haben hierzu drei Hauptziele für die Tourismusedwicklung festgelegt, welche sich stark an den drei Grundsäulen der Nachhaltigkeit orientieren. (siehe Abb. 15)

<sup>19</sup> Vgl. UNEP United Nations Environment Programme, UNTWO, 2005

## TOURISMUS IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN

Der internationale Tourismus ist, wie schon im vorigen Kapitel beschrieben, ein mächtiger Zweig der Weltwirtschaft und gewinnt vor allem in viele Entwicklungs- und Schwellenländer jährlich an Bedeutung. (siehe enorme Steigerung der Anzahl an Touristen in Indien, Abb. 17, Abb. 18)

In diesen Ländern wird der Fremdenverkehr vielerorts gleichermaßen als Instrument zur Überwindung von Unterentwicklung, als Initiator und Motor für Umwelt- und Artenschutz sowie auch als Katalysator für die Gleichberechtigung von Frauen und Männern gesehen. Zusätzlich verstehen viele Länder den Tourismus als ein effizientes Hilfsmittel, um starke räumliche Disparitäten, also Land-Stadt-Wanderungen zu mildern, da sich durch viele Reisekonzepte wie Abenteuer-, Trekking-, Strand-, Tierbeobachtungs-, Wüstentourismus häufig eine Neuansiedelung bzw. Rückansiedelung in ländlichere Gebiete entwickelt.<sup>20</sup>

In vielen unterentwickelten Regionen dieser Erde entstehen, aufgrund von den stetig steigenden Touristenzahlen, jedoch auch große Probleme. Das wohl größte Risiko stellt die, teilweise auch auf den internationalen Tourismus zurückzuführende, globale Erwärmung und der daraus resultierende Klimawandel dar. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass der CO<sub>2</sub> Gehalt in der Atmosphäre der höchste seit rund 800 000 Jahren ist sowie der größte Anstieg seit den 1970er zu verzeichnen ist - nämlich genauer um gewaltige 78% von 1970-2010. Diese Emissionen stammen zu großen Teilen von der Verbrennung fossiler Brennstoffe und industrieller Prozesse, jedoch wird auch der Tourismus Sektor für ca. 5% der globalen CO<sub>2</sub> Emissionen verantwortlich gemacht.<sup>21</sup>

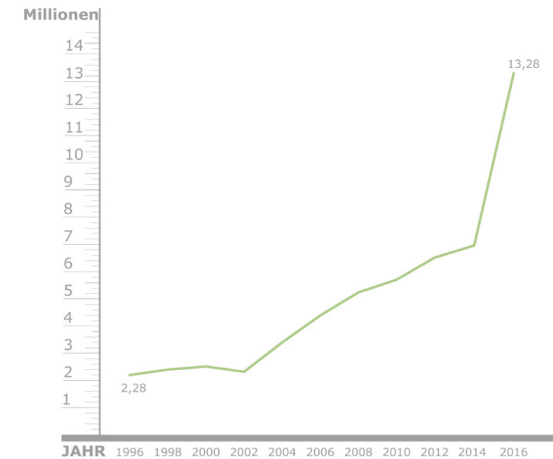


Abb. 17. Steigerung Anzahl Internationaler Touristen in Indien 1996-2016

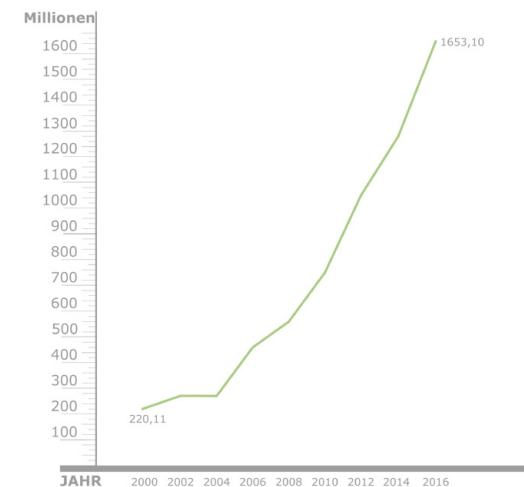


Abb. 18. Steigerung Anzahl Inlandstouristen Indien 2005-2016

20 Vgl. Vorläufer, 2003

21 Vgl. the United Nations Environment Programme (UNEP), 2016

Die UNWTO hat in einem Bericht nach genauerer Betrachtung die Auswirkungen des Klimawandels auf den globalen Tourismus bestätigt und in folgende vier Hauptpunkte zusammengefasst:



### GREEN TRAVEL KONZEPTE UND ZERTIFIZIERUNGEN

Da global gesehen das allgemeine Interesse am Ökotourismus, also einem Umwelt- und ressourcenschonenden Reisen, stetig zunimmt, erkennen nun auch Reiseanbieter und Hotels die enorme Bedeutung dieser „neuen“ Form des Tourismus und versuchen mit unterschiedlichen Ansätzen darauf zu reagieren.

Um Reisende und die Hotelbranche selbst in die Entwicklung von nachhaltigeren Tourismuskonzepten einzubinden bzw. ein Bewusstsein dafür zu schaffen, wurden von der UNO bzw. der WTO in den letzten Jahren weltweit viele Berichte und Studien erstellt, die dann wiederum zu Richtlinien und Empfehlungen ausgearbeitet und bei Kongressen und Umweltgipfeln vorgestellt wurden. (z.B: Making Tourism more Sustainable, a Guide for Policy Makers , 2005)

Außerdem wurden internationale Öko-Tourismus Zertifizierungssysteme eigens für den Hotelsektor entworfen, wie zum Beispiel das „Green Key -Eco Rating Program“, „Energy Star“, „Green Globe International“ oder „Green Seal“.

Auch international führende Reiseportale haben den steigenden Einfluss des Öko-Tourismus erkannt und eigene Gütesiegel entwickelt, wie zum Beispiel das „Green Leaders Programm“ von TripAdvisor.<sup>22</sup>

22

Vgl. Tripadvisor,2017



Abb. 19. Logo Green Globe



Abb. 21. Logo Green Seal



Abb. 20. Logo Energy Star



Abb. 22. Logo Green Key

Nun stellt sich die Frage mit welchen konkreten Maßnahmen der Hotelsektor einen positiven Beitrag zu einem nachhaltigen und schonenden Reisen leisten kann und mit welchen Werkzeugen Hotels und Unterkünfte ihren Betrieb energie- und ressourcenschonender gestalten können?

Anfangen mit einer Auflistung der fünf Hauptkriterien, (Abb.23) die wohl in jeder Öko-Hotelzertifizierung zu finden sind, sowie mit der Untersuchung einiger Best Practice Öko-Hotelkonzepten in Südostasien, soll diese Frage nun im nächsten Schritt ein Stück weit beantwortet werden.

Es werden die Hauptkriterien, die jedes Hotel mit seinem individuellen Nachhaltigkeitskonzept erfüllt, mit Hilfe von Icons dargestellt und zusätzlich textlich erläutert :



Abb. 23. Darstellung der 5 gewählten Hauptkriterien von Öko Hotels

## REFERENZPROJEKTE

### ALILA VILLAS ULUWATU - BALI, INDONESIEN

“Think Green“- lautet das Motto dieses von WOHA Architects entworfenen Boutique Hotels auf den Kalksteinklippen an der Südküste Balis. Die Verwendung von vor Ort bezogenen Baumaterialien (Bambus und das Vulkangestein Batu Chandi), die Entwicklung von alternativen Projekten zur Sonnen- und Windenergiegewinnung sowie der weitgehende Verzicht auf Klimaanlage sind nur einige wenige Aspekte des Nachhaltigkeitskonzeptes der Alila Villas.

Regenwasser wird über die Flachdächer gesammelt und mit dem anfallenden Grauwasser aufbereitet, bei der Reinigung und der Wäscherei kommen nur biologisch abbaubare Mittel zum Einsatz und rund 40% der Mitarbeiter kommen aus den umliegenden Gemeinden.<sup>23</sup> Das architektonische Konzept verbindet Grundprinzipien der balinesischen Pavillon-Architektur mit einer von den umliegenden Reisterrassen inspirierten und nachhaltig gestalteten Landschaftsarchitektur.

<sup>23</sup> Vgl. Petra Percher, 2011



Abb. 24. Lage Alila Villas



Abb. 25. Frühstücksraum



Abb. 26. Aussicht Terrasse Restaurant





Abb. 27. Ansicht Hotelloobby



Abb. 28. Aussichtsplattform



Abb. 29. Landschaftsgestaltung

### THE ITC GRAND CHOLA – CHENNAI, INDIEN

Die ITC Gruppe ist Indiens zweitgrößte Hotelkette, das Konzept lässt sich wohl am besten mit dessen Leitspruch „Responsible Luxury : luxury without compromising the earth and sustainability without compromising luxury“ - beschreiben.

Das Grand Chola Hotel in Chennai ist eines der Vorzeigeprojekte von ITC und bekam 2012 das LEED Platin Zertifikat. 620 Zimmer, zwölf Restaurants, ein 2155m<sup>2</sup> großer Spa-Bereich sowie 2400m<sup>2</sup> Meeting und Multifunktionsräume sind in diesem Hotelkomplex integriert. Das der Fokus dieses Luxushotels trotz der enormen Größe aber schon während der Bauphase auf nachhaltige Konzepte gelegt wurde, zeigen folgende ausgewählte Punkte:

Das Gebäude verfügt über einen hoteleigenen Windpark, der mit einer Kapazität von 12,6 MW 100% des Energiebedarfs deckt. 25% des benötigten Warmwassers werden über Solarkonzentratoren erhitzt.

Ein spezielles HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) Programm mit dem Namen „Hartman Loop“ wurde installiert , welches rund 20% weniger Energie verbraucht. 100% des Grauwassers wird wiederaufbereitet.

Auf den Gründächern sowie den Grünflächen rund um das Gebäude wird Regenwasser aufgefangen, gesammelt und mit einem Filtersystem in den Wasserkreislauf des Hotels integriert. In der hoteleigenen Wäscherei werden nur chemikalienfreie Putzmittel verwendet und der Wasserverbrauch auf ein Minimum reduziert. Es werden jährlich Schulungen für alle Hotelmitarbeiter veranstaltet, bei denen Themen wie Energieverbrauch, Wasserverbrauch und Müllvermeidung behandelt werden.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Vgl. ITC Hotels, 2017



Abb. 30. Lage ITC Grand Chola



Abb. 31. Parkansicht ITC Grand Chola



Abb. 32. Ansicht Pool ITC Grand Chola



Abb. 33. Straßenansicht ITC Grand Chola



Abb. 34. Beispiel Hotelzimmer ITC Grand Chola



Abb. 35. Nachtansicht ITC Grand Chola



Abb. 36. Grundriss Ebene Konferenzbereiche

### AFSANAH GUEST HOUSE – AURIVILLE, INDIEN

Das Afsanah Guest House ist ein Hotelkomplex im Süden Indiens, der sich aus neun freistehenden Bungalows und Cottages zusammensetzt.

Seit des Spatenstichs im Sommer 1984 befindet sich das Hotel in einem ständigen Erneuerungs- und Entwicklungsprozess. Der Masterplan des Hotels und das architektonische Konzept der Verbindung von japanischen Architekturelementen mit der umliegenden Vegetation, wurde von dem deutschstämmigen Architekten Poppo Pingel und seiner Frau Mona Doctor entworfen. Das Zusammenspiel von Natur und Gebäude wird durch die verwendeten Baumaterialien Ziegel, Beton und Naturstein und der daraus resultierenden naturähnlichen Farbgebung der Gebäude unterstrichen. Die dem traditionellen japanischen Holzbau nachempfundenen Bungalows, sind auf Betonträgern und Stützen aufgeständert und durch umliegende Kiesbahnen bzw. wasserführende Wege eingezäunt. Dadurch wird einerseits eine natürliche Barriere geschaffen, um Wildtiere und Insekten abzuhalten, sowie andererseits eine natürliche Durchlüftung und Kühlung des Bungalows erzielt.

Das Pool im Süden des Grundstücks wurde aus Natursteinplatten und Felsbrocken errichtet und ist einem natürlichen Fluss- oder Meeresbecken nachempfunden. Das Gelände und die großzügig angelegten Grünflächen wurden systematisch und dem Masterplan des Hotelkomplexes entsprechend aufgeforstet.

Durch die Erhaltung der natürlichen Konturen und Geländesprünge sowie dem gezielten Anbau verschiedenster heimischer Bäume und Pflanzen wurde schließlich eine natürlich wachsende Grünanlage geschaffen. <sup>25</sup>



Abb. 37. Lage Afsanah Guest House



Abb. 38. Ansicht Poolbereich Afsanah Guest House



Abb. 39. Rezeption Afsanah Guest House



Abb. 40. Bungalows Afsanah Guest House



Abb. 41. Frühstücksraum Afsanah Guest House

## REFERENZPROJEKTE

### THE DUNE ECO VILLAGE & SPA – PONICHERRY, INDIEN

Das Dune Eco Village ist ein Hotelkomplex, der sich über einen ca. 14 Hektar großen Küstenabschnitt der Süd-Ost Küste Indiens nahe der Stadt Pondicherry erstreckt. Bestehend aus 62 unterschiedlich traditionell und auch modern gestalteten Bungalows und Zimmern sowie einem großen Spa, dem „Deepak Chopra Healing Center“, wurde die Anlage so gestaltet und gebaut, dass Wohlbefinden, Ruhe und eine organische Lebensweise im Mittelpunkt stehen und die umliegende Natur miteinbezogen wird. Gemüse aus eigenem Anbau, Speichern und Aufbereiten von Regenwasser, eine Windmühle zur Verbesserung der Wasserversorgung, Solar Kollektoren sowie eine Biogasanlage führen zusätzlich zu einer Reduktion der errechneten Treibhausgasemissionen (im Vergleich zu einem herkömmlich geplanten Resort dieser Größe) um fast 70%! Für das Dune Eco Village gab es nie einen architektonischen Masterplan, viel mehr wuchs es wie seine Umgebung, organisch mit.

Die Gebäude sind zu einem großen Teil aus recycelten Materialien, vor allem die Elemente aus Holz wie Türen, Fenster, Böden und Möbel sind zu 95% aus Altholz. Alle Ziegel die verwendet wurden sind handgemacht und vor Ort gebrannt, zusätzlich wurde der Zementanteil auf ein Minimum reduziert. Der Hotelbetrieb, der Spa Bereich die großen Anbauflächen sowie die eigene Kaffeerösterei schaffen gemeinsam viele Arbeitsplätze für die umliegende Bevölkerung, während der Bauphase wurden außerdem nur lokale Firmen und Handwerker beschäftigt.<sup>26</sup>



Abb. 42. Lage Dune Eco Village Pondicherry



Abb. 43. Bungalow mit Bambusdach, Dune Eco Village

26 Vgl. Dunewellnessgroup, 2017



Abb. 44. „Kerala Bungalow“ Dune Eco Village



Abb. 45. Salzwasserpool Dune Eco Village



Abb. 46. Vogelperspektive Gelände Dune Eco Village



Abb. 47. Hotelzimmer, Möbel aus Recyclingholz





# 3

## VERNAKULÄRE ARCHITEKTUR IN SÜDINDIEN

## VERNAKULARITÄT

„Vernakulärer Architektur“ wird in der Architekturtheorie als traditionelle, regionale oder auch anonyme Architektur bezeichnet und beschreibt Bauten, die historisch gewachsen, nicht gezielt von Architekten entwickelt wurden.<sup>27</sup>

Der Begriffsursprung von „vernakulär“ liegt im lateinischen „vernaculus“ – einheimisch. Diese Form des Bauens wird oft als Reflexion der gesellschaftlichen, kulturellen, technologischen, wirtschaftlichen sowie historischen Entwicklung einer Region und dessen Bewohnern gesehen und spielt vor allem in ländlicheren Gegenden der Erde, so auch in vielen Regionen Indiens eine große Rolle.<sup>28</sup>

Im Gegensatz zur „repräsentativen Architektur“, bei der Bauformen wie Paläste, Monumentalbauten, etc. im Vordergrund stehen, werden mit dem Begriff der „vernakulären Architektur“ hauptsächlich Wohn- und Nutzbauten beschrieben.

Einflüsse aus Kultur, Religion und Tradition bilden eine treibende Kraft in der Entstehung regionaler Architektur.

Zusätzlich werden traditionelle Bauformen stark von den vorherrschenden klimatischen Bedingungen sowie den regional vorkommenden Baustoffen beeinflusst.<sup>29</sup>

Die wichtigsten Einflussfaktoren in der Entwicklungsgeschichte vernakulärer Bauformen sind daher folgende :

- Klima
- Kultur
- Vegetation
- Lokal verfügbare Baustoffe

<sup>27</sup> Vgl. Michael von Hauff, 2018

<sup>28</sup> Vgl. Marcel Vellinga, 2007

<sup>29</sup> Vgl. P. Sathesh Kumar, 2016



Abb. 48. Traditioneller Holzbau Kerala, Syrian Christian House, Dakshina Chitra



Abb. 49. Vernakulärer Bau aus Lehm und Palmblättern, Kategorie Kachcha

### MATERIALIEN DER VERNAKULÄREN ARCHITEKTUR

Schon seit der Antike werden die für den Bau benötigten Baustoffe direkt aus der Umgebung bezogen. Das Material wird gesammelt, sortiert, aufgearbeitet und dann zu einem Gebäude (Hütte, Scheune, etc. ) zusammengefügt. Über die Jahre hinweg wurden die Bauformen weiterentwickelt, Erkenntnisse über bestimmte Materialien und Konstruktionsformen gesammelt, sowie Auswirkungen des Klimas auf die Gebäude berücksichtigt und dieses Wissen über Generation weitergegeben.

So haben sich regionale Baustile entwickelt, die sich über lange Zeit kaum verändert haben und deren Materialität stark von den vorhandenen klimatischen Verhältnissen und der umliegenden Vegetation beeinflusst ist.<sup>30</sup>

Die damals wie heute in den ländlichen Regionen Indiens wohl am häufigsten in traditionellen Bauten verwendeten Materialien sind Lehm, gebrannte Ziegel, Stein und Holz.

Je nach Verwendung und Kombination dieser Baustoffe kann man in folgende drei Kategorien unterscheiden:<sup>31</sup>

30 Vgl. P. Satheesh Kumar, 2016

31 Vgl. Handerson, 2002

#### Kachcha

Diese Gebäude werden aus natürlich wachsenden Baustoffen wie Gras, Lehm, Bambus und Palmzweigen errichtet. Durch die Verwendung von verwitterungsanfälligen Materialien ist die Haltbarkeit dieser Gebäude jedoch beschränkt und die Instandhaltung ist arbeits- und zeitaufwendig. Die Baustoffe sind billig und leicht verfügbar, der Bau des Hauses oder der Hütte ist ohne moderne technische Geräte möglich. (sich Abb. 49)

#### Pukka

Als Pukka werden vernakuläre Bauten bezeichnet, die aus beständigen Materialien wie Stein, Holz, gebrannte Ziegel, Lehmziegel, Stampflehm oder Metall hergestellt werden. Durch die Verwendung von Mörtel und anderen Bindemitteln sowie komplexen Konstruktionsformen sind diese Gebäude teurer und die Errichtung arbeitsaufwändiger, das Resultat ist jedoch ein robuster und widerstandsfähiger Bau, der den Witterungseinflüssen widersteht. (sich Abb. 48)

#### Semi-Pukka

Semi - oder Halb - Pukka ist eine Mischung der vorhin beschriebenen Bauformen. Hier wird je nach räumlicher Anforderung eine Kombination aus soliden, beständigen Baumaterialien für die Hauptgebäude, sowie weniger langlebige Baustoffe für Anbauten etc. verwendet.

## KULTURELLE PLANUNGSASPEKTE

Zusätzlich zu den zuvor genannten stofflichen und klimatischen Einflussfaktoren, wird die Planung und Ausführung vernakulärer Bauten auch stark durch die Kultur und Religion der Bewohner gesteuert. So werden die Anordnung der Räume oder die Lage und Ausrichtung des Gebäudes je nach Kulturkreis und Religionszugehörigkeit grundsätzlich verschieden ausgebildet, trotzdem gibt es in der traditionellen indischen Architektur auch Planungsgrundlagen, die über das ganze Land verteilt angewendet werden :

### Vaastu Shastra

Vaastu Shastra ist eine alte indische Architekturlehre und wird oftmals mit der chinesischen Feng Shui - Lehre verglichen. „Vaastu“ bedeutet so viel wie „wohnen, leben“ und „shastra“ wird mit dem Wort „Lehre“ übersetzt.<sup>32</sup>

Als Grundlage für Überlegungen betreffend Anordnung, Geometrie, Design, Größenverhältnisse etc. von Gebäuden werden bei Vaastu Shastra die Fünf Elemente (Feuer, Wasser, Luft, Himmel und Erde) herangezogen. Diese Fünf Naturgesetze wirken laut dieser Lehre in Haus, Hof, Nachbarschaft, Stadt und Land gleichermaßen und beeinflussen so auch die gesamte Umgebung.<sup>33</sup>

Ein großer Teil des Vaastu Shastras ist den speziellen geometrischen Anordnungs- und Grundrissformen gewidmet. Diese „Mandalas“ sollen einen metaphysischen Plan für Gebäude und somit eine Verbindung zum Kosmos darstellen. (Abb. 50)

Die geometrischen und in Raster geteilten Formen wurden nicht nur in einzelnen Gebäudegrundrissen berücksichtigt, (vgl. Abb. 51) sondern auch in Stadtplanungsprojekten umgesetzt. Ein Beispiel dafür ist der im 16. Jh. entstandene Masterplan für die Stadt Jaipur.<sup>34</sup> (Abb. 52)

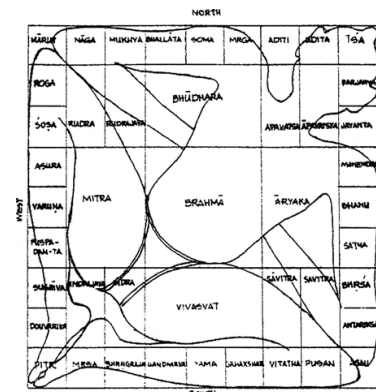


Abb. 50. Mandala nach Vaastu Shastra

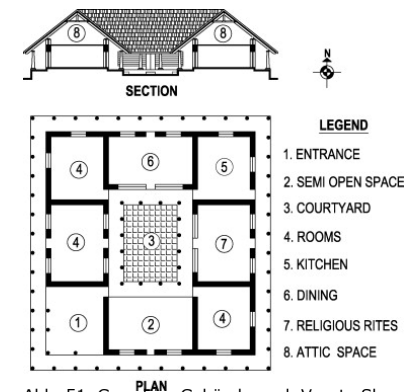


Abb. 51. Grundriss Gebäude nach Vaastu Sh.

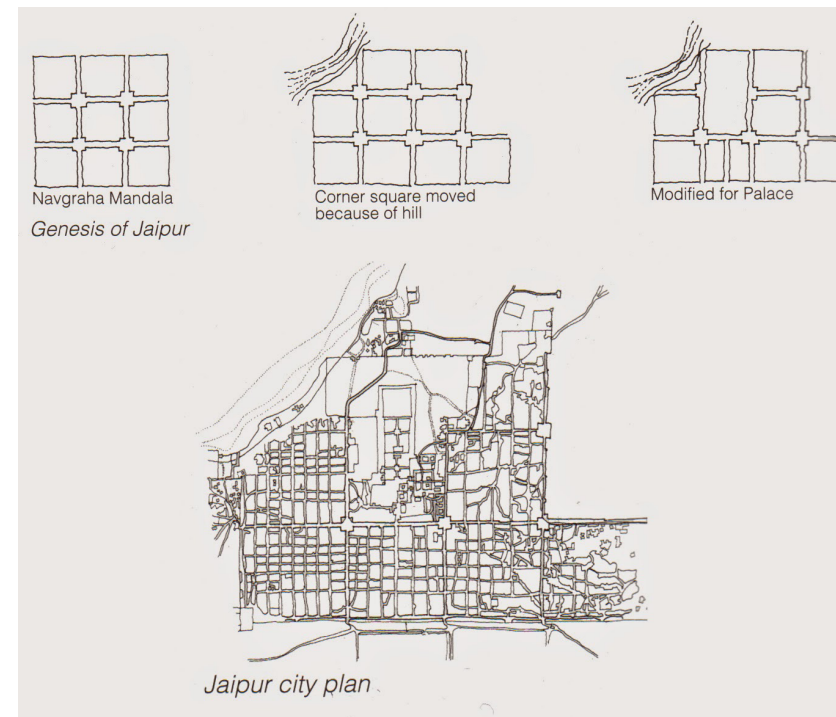


Abb. 52. Masterplan Stadt Jaipur nach Vaastu Shastra

32 Vgl. (BuildoTech Magazine India, 2012)

33 Vgl. Sarkar , 2008

34 Vgl. Sarkar , 2008



Abb. 53. Darstellung Stadt der Indus Kultur, 3000 v. Chr.



Abb. 54. Tempeltank, Tamil Nadu



Abb. 55. Antiker Wall zum Speichern von Regenwasser

Eine weitere Gemeinsamkeit indischer vernakulärer Architekturen lässt sich im Umgang mit der lebenswichtigen Ressource Wasser erkennen. In Indien greift man auf eine bereits Jahrtausende alte Tradition im Bereich der Wasserwirtschaft und des Regenwasserspeicherns zurück. Die Ressource Wasser wurde schon um ca. 3000 v. Chr. von den ersten Indus – Zivilisationen in Form von Wasserbecken, Tanks und Rohrleitungssystemen bewirtschaftet und wird heute noch als „Jala“ (Wasser) und „Varuna“ (Regen) verehrt. Diese antike Art der Wasserspeicherung und des Wassertransportes findet man auch heutzutage noch in ähnlicher Form in vielen ländlichen Gegenden.

Teilstrecken der großen Flüsse, wie zum Beispiel dem Ganges, wurden schon vor mehr als 2000 Jahren angestaut, um das Wasser in Tanks der Dörfer und Städte oder direkt zu den Feldern zu leiten.

Im Süden, so auch im heutigen Tamil Nadu, hat sich eine besondere Form des Regenwasserspeicherns entwickelt – die Tempel-Tanks. Diese werden durch das Sammeln von Regenwasser oder auch durch ein Brunnensystem mit Grundwasser gespeist, haben eine Fläche von bis zu drei Hektar und sind ein wichtiges architektonisches Element der Tempelbauten. Sie wurden früher primär errichtet, um religiöse Baderituale und Zeremonien in den Tempeln abzuhalten, heute steht das Speichern von Trinkwasser für die umliegenden Bewohner im Vordergrund.<sup>35</sup> (Abb.54)

Auch in der Landwirtschaft wurden schon im antiken Indien Systeme entwickelt, um das Oberflächenwasser am Grundstück zu halten und zu verteilen. So wurden unterirdische Tanks aus Stein und Ziegel oder kleine Speicherseen errichtet, um den Monsunregen abzuleiten und für die trockenen Monate zu speichern. Mit Hilfe von Aufschüttungen aus Erde und Lehm und dazu gehörigen Spurrinnen wurde das Wasser auf den Feldern gleichmäßig verteilt.<sup>36</sup> (Abb.55)

<sup>35</sup> Kolluru Kumar, 2015

<sup>36</sup> Kolluru Kumar, 2015

## ENTWICKLUNG VERNAKULÄRER ARCHITEKTUR

Die Architekturgeschichte Indiens ist wohl so vielfältig wie die indische Bevölkerung und deren Lebensformen, Traditionen und Sprachen. Architektur war schon immer ein Mittel, um regionale Zusammengehörigkeit sowie Unterschiede aufzuzeigen. In der traditionellen indischen Architektur war und ist außerdem die Darstellung unterschiedlicher Kastenzugehörigkeiten von hoher Bedeutung. So ist die Anwendung von Bautechniken und Baustoffen innerhalb der Dorfstrukturen die gleiche, jedoch variieren die Gebäude unterschiedlicher Kastenmitglieder stark in Größe, Form, Qualität der Materialien und Ornamentik.

Da sich diese Arbeit mit dem Thema Bauen in Südindien beschäftigt, wird hier ein kurzer Überblick über die historische Entwicklung traditioneller Bauweisen in den heutigen indischen Bundestaaten Tamil Nadu und Kerala geschaffen:

Ein grundsätzliches Problem beim Studium frühzeitlicher vernakulärer südindischer Architektur ergibt sich aus dem Fakt ,dass wohl sämtliche Behausungen aus Holz oder Lehm gebaut wurden und somit aufgrund der begrenzten Lebensdauer dieser Baustoffe kaum ein Gebäude bis in die Neuzeit erhalten blieb.<sup>37</sup> Bei Ausgrabungen konnten zwar einige Erkenntnisse gewonnen werden, was Anordnung und Grundrisse alter Tempel und Klosterstädte betrifft, jedoch wenige bezüglich der Wohngebäude oder Dorfstrukturen.

Eines der wenigen Abbilder, das auf die Konstruktion und Materialität antiker Behausungen und „einfacher“ Hütten schließen lässt, ist der Draupadi Ratha Tempel in Mahabalipuram. Die Errichtung dieses Monolith-Tempels, welcher aus dem Granitgestein der vor Ort befindlichen Küstenfelsen gehauen wurde, ist auf das Jahr 650 n. Chr. datiert und bildet mit weiteren freistehenden Tempeln und Statuen eine architektonische und technische Meisterleistung, der zu dieser Zeit in Tamil Nadu herrschenden Pallava – Dynastie.<sup>38</sup>

Der Draupadi Ratha Tempel stellt eine einfache vierseitige Hütte da, die auf einer erhöhten Umlaufplattform platziert ist. Die konische Form des Daches erinnert an die noch heute in vielen Teilen Südindiens üblichen Dächer aus Schilf und Stroh.<sup>39</sup>

39 Vgl. Christine Flon,1990



Abb. 56. Draupadi Ratha Tempel, Mahabalipuram, Seitenansicht



Abb. 57. Rückseite



Abb. 58. Vorderansicht

37 Vgl. Christine Flon, 1990  
38 Vgl. Johannes Elbert, 2008

---

Da in diesem Kapitel die Untersuchung verschiedener Bauformen der vernakulären Architektur der südindischen Bundesstaaten Tamil Nadu und Kerala im Vordergrund steht, soll diese nun anhand von einigen sehr gut dokumentierten und in einem Freilichtmuseum, originalgetreu errichteten Gebäuden ermöglicht werden .

Der Mitgründer und Organisator des Dakshina Chitra - Museums, Laurie Baker, ein renommierter britischer Architekt der von 1945 an bis zu seinem Tod 2007 in Indien lebte, war einer der Pioniere des nachhaltigen Bauens in Indien. Baker wurde bekannt durch seine Initiativen für kosteneffektives und energieeffizientes Bauen, in Verbindung mit cleverer Raumausnutzung und einfacher, aber ansprechender moderner Ästhetik. Er versuchte in seinen Arbeiten stets dem Grundsatz Mahatma Gandhis zu folgen, der aussagt, dass jeder Mensch in der Lage sein soll sein Haus ausschließlich aus Materialien zu bauen, die im Umkreis von 5 Kilometern vorhanden und verfügbar sind.<sup>40</sup>

Das von Laurie Baker mitgestaltete Freilichtmuseum- wurde in den 1980er Jahren von der Madras Craft Foundation ins Leben gerufen und schließlich im Dezember 1996 eröffnet. Es befindet sich an der Ostküste von Tamil Nadu, zwischen der Hauptstadt Chennai und den historischen Tempeln von Mahabalipuram. Das Museum zeigt unterschiedliche regionale und traditionelle Baustile aus dem Süden Indiens von ca. 1850 bis zur Jetztzeit und hat sich zur Aufgabe gemacht, ein Bewusstsein für das architektonische Erbe Südindiens zu schaffen.<sup>41</sup>

Die Museumsgebäude wurden an ihren ursprünglichen Standorten in den Bundestaaten Kerala, Karnataka, Andhra Pradesh und Tamil Nadu vollständig ab- und später am Gelände des Dakshina Chitra wieder aufgebaut.

---

40 Vgl. Bhatia, 2000

41 Vgl. Deborah Thiagarajan, 2015

Durchstreift man das Museumsgelände wird man sehr schnell auf die Unterschiede bzw. auch auf die Gemeinsamkeiten der verschiedenen regionalen Baustile aufmerksam. Von der Grundrissform über verwendete Materialien bis hin zur Raumaufteilung sind teilweise große Unterschiede, jedoch auch oft Parallelen zu erkennen.

Betrachtet man die traditionell verwendeten Baustoffe genauer, so ist ein deutlicher Unterschied zwischen Bauten aus den westlichen Gebieten der indischen Südspitze, dem heutigen Kerala und der östlichen Region Tamil Nadu zu erkennen.

Die Vegetation in Kerala ist reich an natürlichen Wasservorkommen, grünen Regenwäldern und nährstoffreichen Böden. Dies führte in der Vergangenheit dazu, dass sich Holz als primärer Baustoff in dieser Region durchgesetzt hat.

In Tamil Nadu hingegen waren und sind, abseits der Bergregion im Landesinneren, viele Gegenden und Landstriche von Wasserknappheit und unfruchtbaren bzw. ausgetrockneten Böden geprägt. Aus diesem Grund haben sich hier Bauformen entwickelt die wenig nachwachsende Rohstoffe verbrauchen, vielmehr wird mit den nahezu überall verfügbaren Materialien Lehm, Stein und zusätzlich mit gebrannten Ziegeln gebaut.<sup>42</sup>

Um den Einfluss, des in Südindien vorherrschenden tropischen Klimas, auf die Entwicklung verschiedener regionaler Gebäudestrukturen aufzuzeigen, wird auf der folgenden Seite das Thema der natürlichen bzw. konstruktiven Verschattung untersucht.

---

42 Vgl. Deborah Thiagarajan, 2015

## ENTWICKLUNG VERNAKULÄRER ARCHITEKTUR

Zum Vergleich werden Gebäude herangezogen, die aus unterschiedlichen Regionen Keralas und Tamil Nadus stammen und sich teilweise durch Größe, Funktion und Materialität stark unterscheiden.

Das abgebildeten Gebäude (Abb.59) ist eine Reproduktion eines Lehmbaus, der als Behausung und Werkstatt für einfache Arbeiter und Handwerker diente. Die Konstruktion und Formgebung basiert auf Beispielen die in der Region Chengelpet, einem Bezirk von Tamil Nadu zu finden sind.

An der Konstruktion des Daches ist zu erkennen, dass der Sonnenschutz einen hohen Stellenwert hat. Die dicke Palmstroschicht fungiert als Dämmung, der weite Dachüberstand beschattet die Außenwände und verhindert somit eine Überhitzung des Hauses.

Weitere Beispiele (Abb. 60-63) aus Tamil Nadu und Kerala, wie das „Syrian christian house“, das „Calicut-Hindu house“, das „Hindu – Holzhaus“ oder die Gebäude der „Dorfstruktur in Ambuur“ zeigen die Funktion der überstehenden Dachform als Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung sowie zusätzlich als Wetterschutz vor dem in dieser Gegend heftig ausfallenden Monsun-Regens.

Betrachtet man die oben genannten Gebäude genauer so ist des Weiteren ist zu erkennen, dass Teile der steilen Dachform genutzt werden um Regen gezielt in darunter verbaute Regenwasserspeicher zu leiten.



Abb. 59. Lehmbau mit Bambus- Strohdach, Chengelpet, Tamil Nadu, Dakshina Chitra



Abb. 60. Calicut - Hindu Haus, Dakshina Chitra



Um eine natürliche Belüftung und somit auch Kühlung der Gebäude zu ermöglichen, werden Fenster oder Luftschlitze (Jaalis) an den verschatteten Außenwänden oder auch unter dem Dachvorsprung angebracht und teilweise mit beweglichen Klappen versehen. (Siehe Abb.) Diese Lüftungselemente werden im weiteren Verlauf dieser Arbeit genauer beschrieben. (Siehe Kapitel „Anwendung Vernakulärer Elemente“)

Im Verband der Tamil – Dörfer werden die Gebäude so angeordnet, dass eine natürliche Luftzirkulation am Gelände und zwischen den Gebäuden möglich ist. Dies wird durch schmale Baulücken zwischen den Gebäuden und zusätzlich mit gezielt gesetzten Mauerschlitzen (Jaalis) erzielt.

Die Dachdeckung mittels gebrannten Ziegeln, ist eine übliche und häufig angewendete Konstruktionsform, die in allen Regionen Südindiens angewandt wird. Ein Grund dafür ist die hohe Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse sowie die beinahe uneingeschränkte Verfügbarkeit des Materials zur Ziegelherstellung. Die Verwendung von gebrannten Ziegeln ist nicht unbedingt als die „modernere Bauweise“ zu verstehen, vielmehr spiegelt es den Status und Wohlstand der Hausbewohner wieder.<sup>43</sup> Auch heutzutage sind in den Dörfern Südindiens beide Ausführungen, also Stroh sowie auch Ziegeldächer wohl in gleichem Maße vorzufinden.

43 Vgl. Deborah Thiagarajan, 2015



Abb. 61. „Syrian christian house“ aus Kerala, Dakshina Chitra

Abb. 62. „Agraharam“ eine typische Dorfstruktur aus Tamil Nadu, Dakshina Chitra



Abb. 63. Baulücke mit Luftschlitzen in Mauer, Agraharam



## **II . ENTWURF**





## LAGE UND UMGEBUNG - AUROVILLE

# GEOGRAFISCHE LAGE

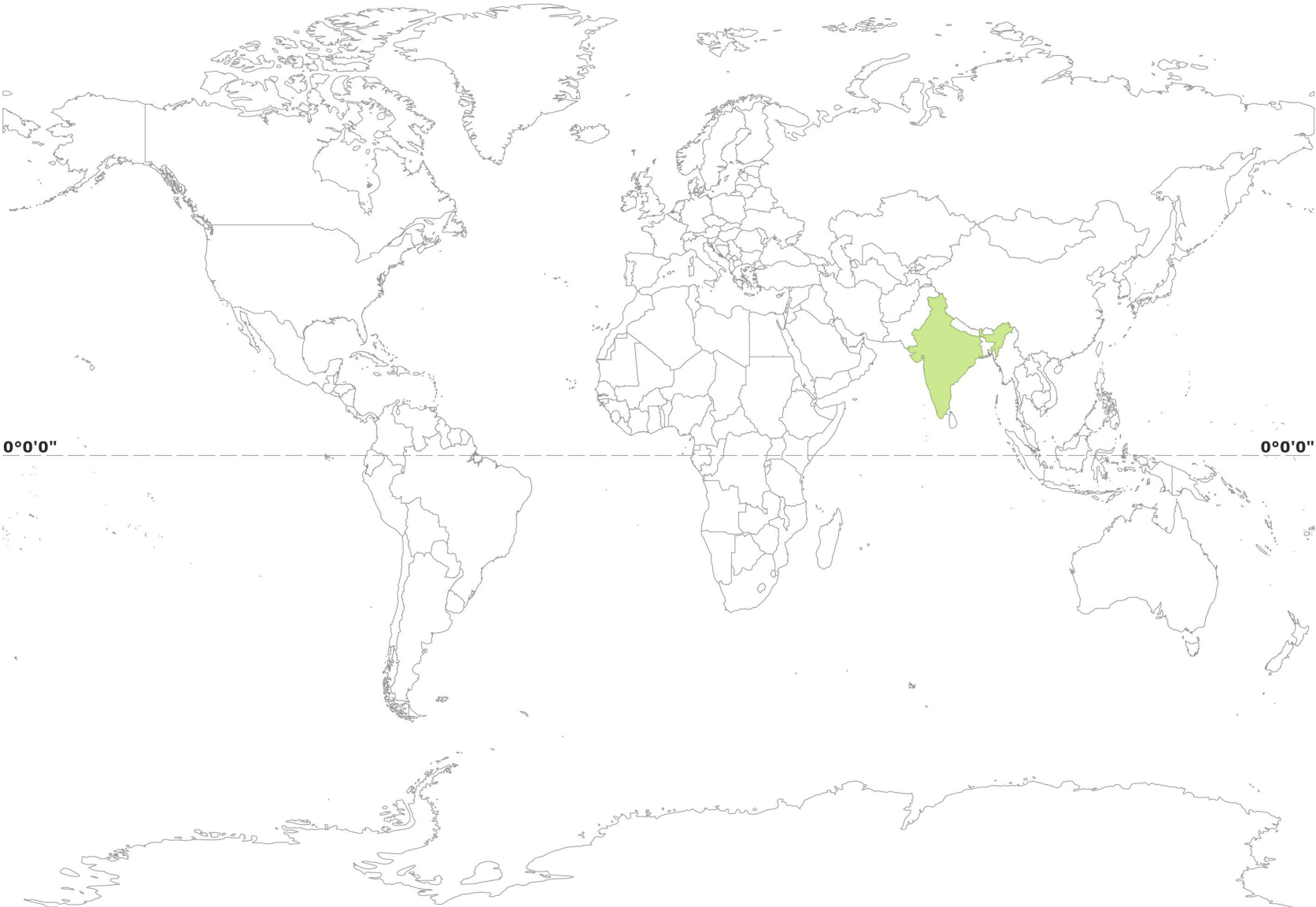


Abb. 64.



Abb. 65.

**KOORDINATEN:** Breitengrad : 11°55'N  
 Längengrad : 70°52'E  
**HÖHE:** ca. 55m über Meeresspiegel

Das Grundstück, auf dem das Green Leaf Eco Retreat entsteht liegt an der Süd-Ost Küste Indiens im Bundestaat Tamil Nadu, im Gebiet der internationalen Stadt Auroville. Die einstige französische Kolonialstadt Pondicherry (heute Puducherry) befindet sich 10 km südlich, die Hauptstadt Tamil Nadus, Chennai, ist rund 150 km nördlich gelegen.



Abb. 66.

## DEMOGRAFIE

Im Jahr 2011 wurde die letzte umfassende Volkszählung Indiens durchgeführt. Tamil Nadu wurde, gemessen an der Einwohnerzahl, zum 6. größten Bundesstaat Indiens ernannt. Rund 72 Millionen Menschen wurden gezählt. Die Bevölkerungsdichte beträgt durchschnittlich 555 Einwohner pro km<sup>2</sup> und liegt damit über dem indischen Durchschnitt von 382 Einwohnern pro km<sup>2</sup>. Hier ist ein deutliches Stadt-Land-Gefälle zu erkennen, während in der Hauptstadt Chennai 26 553 Personen auf einen km<sup>2</sup> Fläche kommen sind es in der Region rund um Auroville (Viluppuram) nur 481 Einwohner pro km<sup>2</sup>. Grundsätzlich leben fast die Hälfte der Einwohner Tamil Nadus in urbanen Gebieten. Doch in dem Bezirk Viluppuram stellt die Landbevölkerung eine große Mehrheit dar, hier leben 84 % in ländlichen Gegenden und kleinen Dörfern und nur 16% in Städten.

Das allgemeine Bevölkerungswachstum Indiens ist auch in Tamil Nadu sichtbar, von 2001 bis 2011 erhöhte sich die Einwohnerzahl um 15,6%.

Die Bevölkerung wird sowohl in den Städten als auch in den ländlichen Gegenden vorwiegend von Tamilen gebildet. Die Sprache „Tamil“ wurde bei der Gründung des Bundesstaates 1956 als Amtssprache eingeführt und wird heutzutage von rund 90% der Bevölkerung gesprochen. Etwa 1% der Einwohner Tamil Nadus gehört den Adivasi, der indigenen Stammesbevölkerung an, welche hauptsächlich im nördlichen Teil sowie den Bergregionen des Bundesstaates angesiedelt ist.

Mit einem Alphabetisierungsgrad von rund 80% liegt Tamil Nadu über dem indischen Durchschnitt von 74%.

Laut der 2011 veröffentlichten Statistik ist die Hauptreligion in diesem Bundestaat klar der Hinduismus mit 87,6%, zusätzlich leben rund 5,9 % Muslime und 6,1% Christen in Tamil Nadu.<sup>44</sup>



Abb. 67. Auroville Hauptstraße



Abb. 68. Nachbardorf, Tamil - Bewohner



---

Die Stadt Auroville stellt mit ihrem Status als internationale Stadt ein spezielles demografisches Profil dar:

Im Mai 2016 wurden insgesamt 2 750 registrierte Einwohner gezählt, welche sich aus insgesamt 55 verschiedenen Nationen zusammensetzen. Fast die Hälfte der Bewohner stammt aus Indien, die größte ausländische Gruppe stellen die Franzosen, gefolgt von den Deutschen und Italienern dar.

Das Stadtgebiet ist in kleinere Gemeinschaften aufgeteilt die verschiedensprachig (Tamil, Englisch, Französisch oder Sanskrit) benannt wurden, wie zum Beispiel Aspiration, Arati, La Ferme oder Isaiambalam.<sup>45</sup>

Das Land rund um Auroville stellt kein zusammenhängendes Gebiet dar, sondern ist mit Grundstücken durchsetzt, die von der tamilischen Bevölkerung aus den umliegenden Dörfern bewohnt und bewirtschaftet werden. Die Dorfbewohner sind meist Selbstversorger und arbeiten daher hauptsächlich in der Landwirtschaft. Um die Zusammenarbeit mit den Bewohnern der Nachbardörfer zu stärken, die Traditionen und Kultur der Tamil-Gemeinschaft zu erhalten, sowie die Lebensbedingungen der Dorfbewohner stetig zu verbessern wurden verschiedene Gemeinschaftsprojekte von der AVAG, der Auroville Village Action Group, ins Leben gerufen. Es werden gratis Schulplätze für Kinder angeboten, Mikrokredite an die Bewohner vergeben, Kulturzentren geschaffen und eine medizinische Grundversorgung der Dorfbewohner sichergestellt.<sup>46</sup>

---

45 Vgl. Census Population 2015 Data, 2011

46 Vgl. [www.auroville.org](http://www.auroville.org), 2017

Die Küstenstadt Pondicherry oder auch Puducherry genannt, liegt rund 10km südlich von Auroville und ist mit seinen 675 000 Einwohnern die nächstgelegene Großstadt. Sie befindet sich zwar geografisch betrachtet in der Mitte Bundestaates Tamil Nadu, ist aber die Hauptstadt des gleichnamigen eigenständigen Unionsterritoriums Pondicherry. Die Einwohner Pondicherrys sprechen Tamil oder Malayalam, außerdem gibt es in der einstigen Kolonialstadt eine große französische Community.<sup>47</sup>

---

47 Vgl. IndiaPopulation2017, 2017



Abb. 69. Strandpromenade Pondicherry

## AUROVILLE



Abb. 70. Auroville, Matrimindir

Auroville ist eine internationale Stadt in Tamil Nadu, nahe Pondicherry. Seit ihrer Entstehung in den 1960er Jahren befindet sich diese Stadt in ständiger Entwicklung, ursprünglich geplant für bis zu 50 000 Menschen aus aller Welt zählt Auroville heute ca. 2500 Einwohner aus 47 verschiedenen Ländern. Dieses Gemeinschaftsprojekt ist das erste und einzige international anerkannte und unter der Schirmherrschaft der UNESCO stehende Zentrum zur Erforschung von „menschlicher Einheit“ im konkreten zur Erforschung von zukünftigen kulturellen, ökologischen, sozialen sowie spirituellen Bedürfnissen der Menschen. Die Stadt soll ihren Bewohnern ein unpolitisches und multinationales Zusammenleben ermöglichen, was wohl hauptsächlich durch die volle Unterstützung und Ermutigung der indischen Regierung seit Beginn des Projektes verwirklicht werden konnte. Das Konzept der internationalen und universellen Stadt stammt von der, oft als „Mother“ von Auroville bezeichneten, in Frankreich geborenen Philosophin Mirra Alfassa. 1966 wurde der Masterplan und das Konzept des Ge-

meinschaftsprojektes von der indischen Regierung vor die General Assembly der UNESCO gebracht und ab diesem Zeitpunkt von der UNESCO mitgetragen und unterstützt. Im Jahr 1968 versammelten sich Vertreter aus 124 Ländern sowie aus allen indischen Bundesstaaten, um die Stadt feierlich einzuweihen. (Abb. 71)

Die damals entstandene Charta Aurovilles, welche aus vier Hauptpunkten besteht, zeigt klar die Richtung in die sich dieses Projekt entwickeln soll, nämlich zu einem Ort der Lernbereitschaft und des ständigen Fortschritts, zu einem Ort für materielle aber auch spirituelle Forschung. Die Stadt soll als Brücke zwischen Vergangem und Zukünftigen dienen, sowie der Gedanke des Besitztums neu gestaltet werden. So lautet ein Teil von Absatz 1 der Charta:

*„Auroville gehört niemandem im Besonderen, Auroville gehört der gesamten Menschheit,...“*

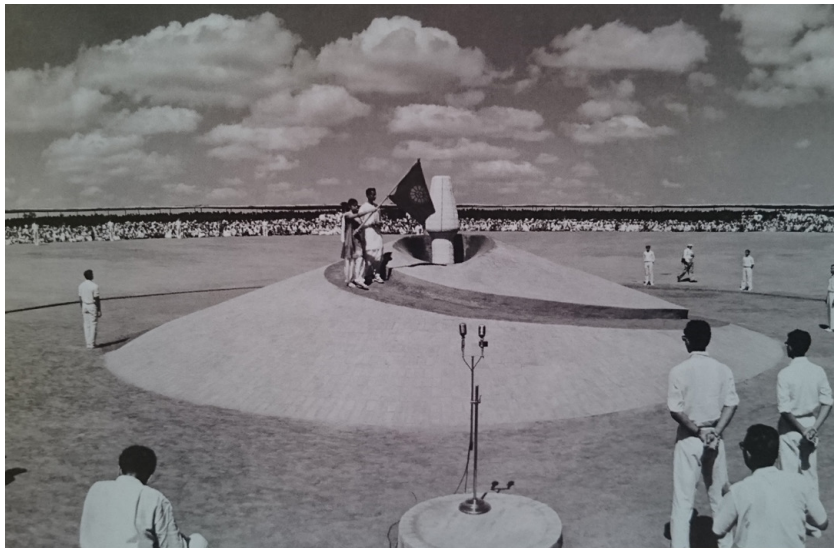


Abb. 71. Einweihungsfeier 1968



Abb. 72. Stadtgebiet und Zonen

Der Masterplan für die Stadt hat die Form einer spiralförmigen Galaxie, welche die vier radialen Hauptsektoren (Internationale Zone, Kulturelle Zone, Industrielle Zone und Siedlungszone) vereinigt und von einem Grüngürtel umschlossen wird. (Siehe Abb.72)

Im Zentrum der 4 Zonen bzw. der Stadt selbst steht das sogenannte "MATRIMINDIR" eine riesige kugelförmige Konstruktion mit einem Durchmesser von 29m und einer Höhe von 36m. Dieses von einem großen Park umgebene Gebäude ist die "Seele" der Stadt und dient als Ort der Stille und Konzentration.<sup>48</sup> (Abb. 70)

48 Vgl. [www.auroville.org](http://www.auroville.org), 2017



Abb. 73. Auroville Symbol

# AUROVILLE

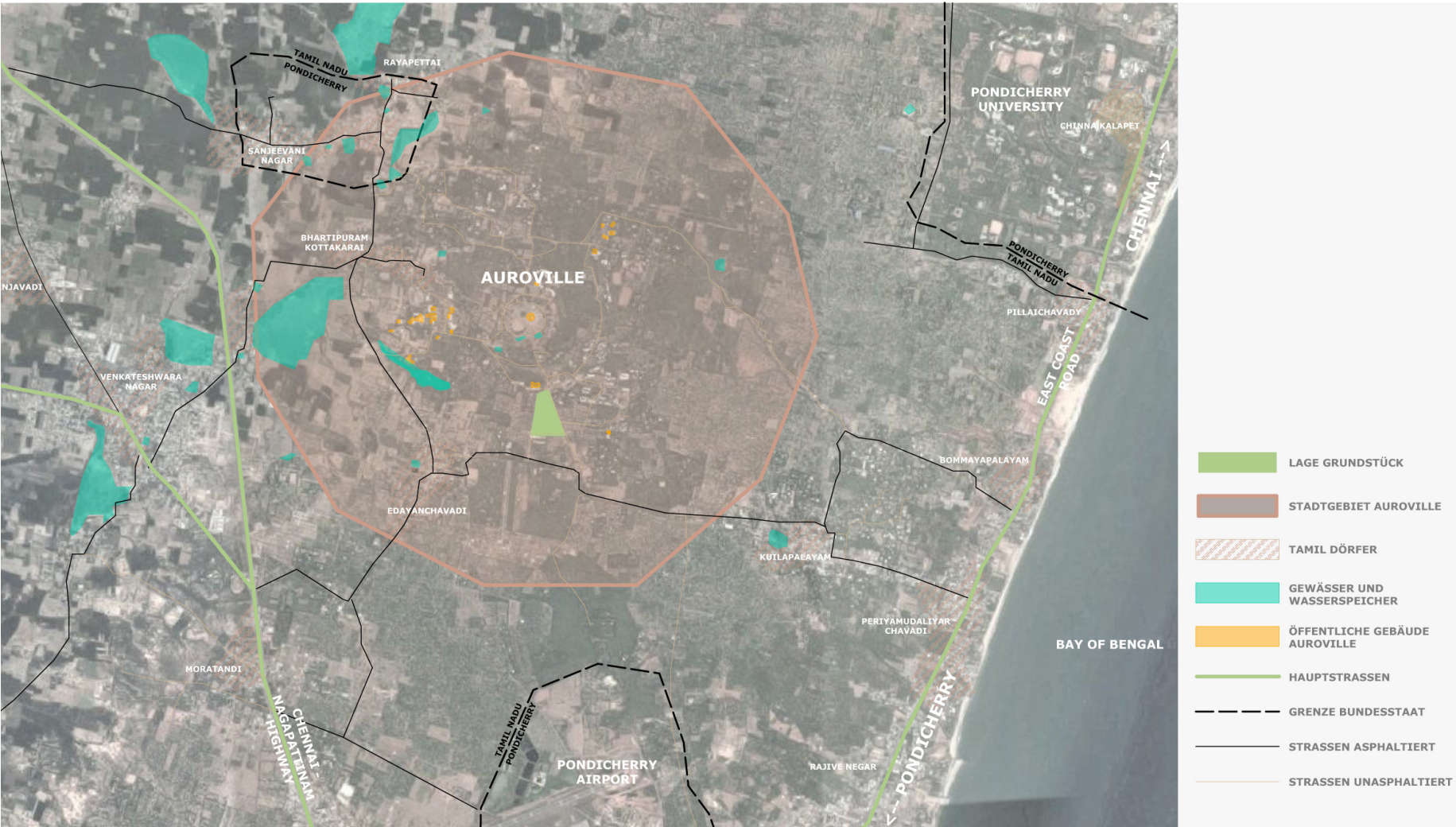


Abb. 74. Darstellung Lage und Umgebung Grundstück

## LAGE UND STADTGEBIET

Das Stadtgebiet von Auroville erstreckt sich über ein Landstück mit der Größe von rund 20 km<sup>2</sup>.

Die Bewohner leben in über 100 verschiedenen Ansiedlungen und Gemeinschaften unterschiedlichster Größe.

Diese Siedlungen sind durch ein gut ausgebautes Straßen und Versorgungsnetz miteinander verbunden.

Zwischen den Auroville- Siedlungen und -Bauten befinden sich Grundstücke und Grünflächen, welche von deren Besitzern (Bewohner aus den umliegenden Tamildörfern) - großteils als Anbauflächen genutzt werden.<sup>49</sup>

Auroville ist Verkehrstechnisch betrachtet für indische Verhältnisse ein gut erschlossenes und vernetztes Gebiet. Der nächstgelegene Flughafen, Pondicherry Airport, ist mit dem Auto in 30 Minuten zu erreichen. Zwei große Highways, die gleichzeitig auch zu den wichtigsten Verkehrsachsen Tamil Nadus zählen, East Coast Road und Chennai Nagapattinam Highway, sind in nächster Nähe und verbinden das Gebiet mit den umliegenden Städten bzw. der Hauptstadt Chennai. (Vgl. Abb.)

Das Straßennetz im Stadtgebiet von Auroville ist am ursprünglichen Masterplan der Stadt orientiert und entwickelt sich vom Zentrum aus spiralförmigen nach außen. Dazwischen sind großteils unasphaltierte Wege und kleine Straßen zu finden, die eine Verknüpfung der Siedlungen darstellen oder auch rein als Erschließungswege dienen. (Vgl. Abb.)



Abb. 75. Beschilderung Einfahrt Stadtgebiet Auroville

49 Vgl. Roger Anger, 2014

### LANDSCHAFT

Das in den 1960er Jahren für das Auroville - Projekt ausgewählte Stück Land, war ein stark erodiertes Plateau welches sich nach Osten hin zum Meer erstreckt und von der indischen Regierung offiziell als „ein fortgeschrittenes Stadium von Wüstenbildung“ beschreiben wurde. (siehe Abb. 76) Aus diesem Grund legten die Initiatoren des Projektes anfänglich den Hauptfokus auf die ökologische Regenerierung und Aufforstung des Gebietes. Mit der Pflanzung von einer unglaublichen Anzahl (rund 2 Millionen!) an Pflanzen, Bäumen und Sträuchern gelang es schließlich aus der „Wüstenlandschaft“ eine grüne und aufgeforstete Landschaft zu schaffen.

<sup>50</sup>

Hektargroße Waldflächen sind entstanden, die einheimische Flora und Fauna wurde wieder neu eingeführt und angepflanzt und begann schließlich wieder natürlich zu wachsen. Neben der Aufforstung wurde außerdem immer besonderer Wert auf die Entwicklung umweltfreundlicher Technologien, umweltfreundliche und energieerzeugende Systeme sowie den nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser gelegt. Samenkollektionen und Baumschulen wurden geschaffen, Methoden zur Erhaltung von Boden und Wasser sowie gesunde Landwirtschaft ohne Verwendung von Pestiziden oder Chemikalien wurden eingeführt.<sup>51 52</sup>

<sup>50</sup> Vgl. [www.auroville.org](http://www.auroville.org), 2017

<sup>51</sup> Vgl. [www.auroville.org](http://www.auroville.org), 2017

<sup>52</sup> Vgl. Sri Aurobindo Ashram Trust, 2013



Abb. 76. Vegetation Auroville 1960



Abb. 77. Vegetation Auroville Aktuell

---

## ORGANISATIONEN, AKTIVITÄTEN UND TECHNOLOGIE

Aus den ursprünglichen Gedanken und Methoden zur Nachhaltigen Entwicklung haben sich in dem nun 50 jährigen Bestehen von Auroville viele verschiedene Organisationen, Gemeinschaften und Arbeitsgruppen gebildet die immer weiter an der Entwicklung und Umsetzung von Nachhaltigen Konzepten arbeiten und mit der indischen Regierung, staatlichen Instituten sowie internationalen Organisationen eng zusammenarbeiten.

Ein Beispiel dafür ist das „CSR“ (Zentrum für wissenschaftliche Forschung), welches seit 1984 von der indischen Regierung für seine Entwicklungsarbeit in angewandter Technologien, besonders die Entwicklung von Ferrozement Technologien für den Hausbau, offiziell anerkannt, geschätzt und ausgezeichnet wurde. Das in diesem Bereich forschende AEI (Auroville Earth Institute), bietet eine Vielzahl von Kursen, Trainings- und Forschungsprogrammen sowie Beratung für Gebäude und Bauausführung an und entwickelte kostengünstige und ressourcenschonende Baustoffe und Bautechniken wie zum Beispiel den komprimierten Erdziegelstein (CSEB).

Eine weitere interessante Einrichtung ist das Auroville Institut für angewandte Technologie (Institute of Applied Technology). Als gemeinnützige Berufsschule fungierend bietet es Kindern und Jugendlichen aus den umliegenden Dörfern eine Ausbildung in verschiedenen Bereichen an und richtet dadurch den Fokus auf die Beseitigung von Armut und eine sozioökonomische Gleichstellung von Jugendlichen und Familien in benachteiligten Küstengebieten und ländlichen Gegenden rund um Auroville.

Auch im Bereich der Kunst und Kultur versucht die Stadt ein großes Spektrum anzubieten. So sind in den letzten Jahren viele Theater,- Musik,- Tanz-, und Literaturveranstaltungen sowie Ausstellungen und Vorträge bis hin zu einem Film-Festival entstanden und ermöglicht worden.<sup>53</sup>

---

53 Vgl. OutreachMedia, Multimedia Centre, Auroville, 2012

## GEMEINSCHAFTLICHES SYSTEM UND WIRTSCHAFT

Die Einwohner Aurovilles engagieren sich in verschiedenen Aktivitäten wie Land- und Forstwirtschaft, Erziehung, Gesundheitspflege, Nachbarschaftshilfe in Dörfern, gewerbliche Unternehmen und Verwaltung etc. Jeder Bewohner leistet einen freiwilligen Beitrag an Arbeit für die Gemeinschaft und bekommt dafür ein monatliches Entgelt, „Maintenance“ genannt, oder finanziert sich teilweise zusätzlich aus eigenen privaten Quellen als Beitrag für das Projekt. Die Finanzierung für das Auroville Projekt, kommt hauptsächlich aus fünf Quellen - der indischen Regierung, Hilfsorganisationen aus dem Inn- und Ausland, aus dem Einkommen der Firmen Aurovilles, aus internationalen Aurovillezentren sowie den Bewohnern selbst. Die in Auroville ansässigen Betriebe (zurzeit 125 kaufmännischen und 70 Dienstleistungsbetriebe) arbeiten in verschiedensten Bereichen wie zum Beispiel Handwerk, graphisches Design und Druckerei, Nahrungsmittelverarbeitung, Elektronik und Ingenieurswesen, Metallverarbeitung, Kleidung und Mode sowie Architektur und Bauwesen. Um den Weg hin in die wirtschaftliche Unabhängigkeit Aurovilles zu führen, wird rund ein Drittel des Einkommens der Betriebe abgegeben und für die Gemeinschaft zur Verfügung gestellt. Zusätzlich werden stetig neue Arbeitsplätze geschaffen und dadurch nicht nur den Bewohnern selbst, sondern auch vielen Menschen aus der Umgebung (zurzeit ca. 5000 Personen) ermöglicht ihren Lebensstandard zu verbessern.

In regelmäßigen Abständen, nämlich alle vier Jahre, wird der Auroville Vorstand (Auroville Council) und das Arbeitskomitee (Working Committee) gewählt welche für die grundsätzliche Organisation der Stadt verantwortlich sind. Die meisten größeren Entscheidungen werden jedoch von der Einwohnervertretung (Resident Assembly) getroffen und bzw. oder in einem General Meeting ausgearbeitet, an dem alle Bewohner teilnehmen können.<sup>54</sup>

---

54 Vgl. OutreachMedia, Multimedia Centre, Auroville, 2012





**INTERNATIONALE ÖKOSTADT- PROJEKTE**

## INTERNATIONALE ÖKOSTADT-PROJEKTE

---

### SEKEM FARM, ÄGYPTEN

Im Jahr 1977 gründete Dr. Ibrahim Abouleish die SEKEM-Initiative auf einem unberührten, ca. 70 Hektar großen Teil der ägyptischen Wüste, 60 km von Kairo entfernt. Die Grundidee war eine nachhaltige Entwicklung und den Aufbau einer blühenden Zukunft für die umliegenden Gemeinden zu schaffen. Durch biologisch- dynamische Landwirtschaft machte er den Wüstenboden fruchtbar und gründete zusätzlich Unternehmen, die sämtliche Felderzeugnisse zu Kosmetik, Lebensmitteln oder auch Naturheilmitteln verarbeiteten. Vom 1977 bis zum Jahr 2013 hat SEKEM rund 1600 Feddan (ca. 672 Hektar) Wüstenboden bewirtschaftet, die dafür notwendige Infrastruktur geschaffen sowie Gemeinschaftszentren und Bildungseinrichtungen gegründet. Im Laufe der Jahre entstanden immer mehr Firmen und Einrichtungen, in denen stets die Vision einer ganzheitlichen Entwicklung im Vordergrund steht. Die vier Dimensionen Wirtschaft, Ökologie, Kultur und Gesellschaft sollen in allen Entscheidungen gleichermaßen berücksichtigt werden. Um die Vision der ganzheitlichen Entwicklung zu realisieren, wurden folgende Punkte stets in den Vordergrund gestellt <sup>55</sup> :

- Etablieren von biodynamischen Landwirtschaftsmethoden als wettbewerbsfähige Lösung um den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, im Umwelt-, Sozial- und Ernährungsbereich zu begegnen
- Die individuelle Entwicklung der Menschen unterstützen durch ganzheitliche Bildung und medizinische Versorgung
- Faire und verlässliche Arbeitsplätze schaffen, die die Würde des Menschen widerspiegeln und die individuelle Entwicklung jedes einzelnen Mitarbeiters unterstützen
- Geschäftsmodelle nach ökologischen und ethischen Prinzipien kreieren
- In die Forschung von nachhaltiger Entwicklung investieren
- Lokal und global für einen ganzheitlichen Ansatz nachhaltiger Entwicklung eintreten



Abb. 78. Sekem Farm Anbauflächen



Abb. 79. Hauptgebäude Sekem Farm



Abb. 80. Gebäude Sekem Farm

2003 wurde Dr. Ibrahim Abouleish schließlich zu einem der herausragenden sozialen Unternehmer der Welt gewählt und erhielt zusätzlich im selben Jahr den "Right Livelihood Award", der auch als Alternativer Nobelpreis bekannt ist.<sup>56</sup>

#### Architektur

Das 2008 erbaute neue Hauptgebäude der Sekem Farm in Sinai ist ein gutes Beispiel für die generelle Architektursprache der Ökp-Farm. Der Komplex beinhaltet Unterkünfte für Landarbeiter, Lager, Sanitäreinrichtungen, Aufenthaltsräume, Gebetsraum, Küche, Werkstätte und überdachte Outdoor-Bereiche für Landmaschinen etc. Die Architektur des Gebäudekomplexes ist von traditionellen Bautechniken und der daraus resultierenden Formsprache geprägt. Hohe Ziegelgewölbe und Wände aus Muschelkalk bieten thermischen Komfort, die optimale Ausrichtung des Gebäudes verringert die Kühl- und Heizlasten erheblich. Solarpaneele auf dem Dach ermöglichen eine zusätzliche Heizwasseraufbereitung.<sup>57</sup>

56 Vgl. Sekem, 2018

57 Vgl. scapework architectural solutions, 2009

## INTERNATIONALE ÖKOSTADT-PROJEKTE

### ARCOSANTI, ARIZONA

#### *Arkologie = Architektur und Ökologie*

Der aus Turin stammende Architekt und Stadtplaner sowie Schüler von Frank Lloyd Wright, Paolo Soleri, startete das visionäre und utopische Stadtprojekt Arcosanti Anfang der 70er Jahre.<sup>58</sup> Auf einem Areal in der Sonorawüste (Arizona, USA) soll der Vision Soleris nach ein Stadtkonzept verwirklicht werden, welches dem Grundprinzip der „Arkologie“ entspricht. Diese von dem italienischen Architekten entwickelte Philosophie vereint Architektur (Ar...) und Ökologie (...kologie) zu einem Gesamtkonzept, welches zu einer ganzheitlichen und nachhaltigen Stadtplanung führen soll.

Seine Inspirationsquelle fand der im Jahr 2013 verstorbene Soleri in der ökologischen Wissenschaft, welche die Beziehungen der Lebewesen zueinander und ihrer Umwelt untersucht.

Soleri sah außerdem in der Zerfaserung der Großstädte, wie zum Beispiel die - 100 km in nördliche Richtung gelegenen - Stadt Phoenix, mit ihren ausufernden Metropolregionen eine Bedrohung für Kultur und Umwelt darstellen.

Seiner Ansicht nach leide das Zwischenmenschliche und die Kommunikation der Bewohner untereinander verkümmere stetig. Er war der Auffassung, dass nur in einer Stadt, in der intensive Wechselbeziehungen zwischen den Menschen stattfinden, die Kultur erhalten bleiben oder sich weiterentwickeln kann. Er verfolgte deshalb den Ansatz einer flächenschonenden Architektur, die turmartig in die Höhe anstatt in die Breite wachsen sollte. In seinen utopischen Stadt-Entwürfen schraubten sich Millionenstädte auf Tragsäulen in den Himmel. Wabenartige Gebäude beherbergen Wohnungen und Grünflächen, Unternehmen und Marktplätze. So sollte sich auch Arcosanti entwickeln. Doch weil Soleri keine Investoren fand, die seine Philosophie teilten, wurden bis heute nur lediglich 1 Prozent der geplanten Stadt fertiggestellt.<sup>59</sup>

58 Vgl. Benelli, 2011

59 Vgl. Register, 2006

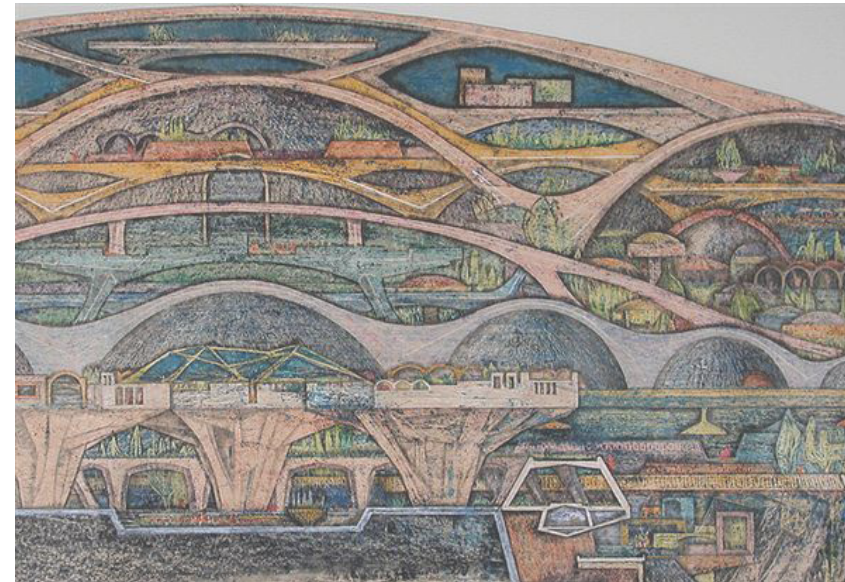


Abb. 81. Darstellung Konzept wabenartiger Stadtentwurf für Arcosanti, Paolo Soleri



Abb. 82. Ansicht Arcosanti 1

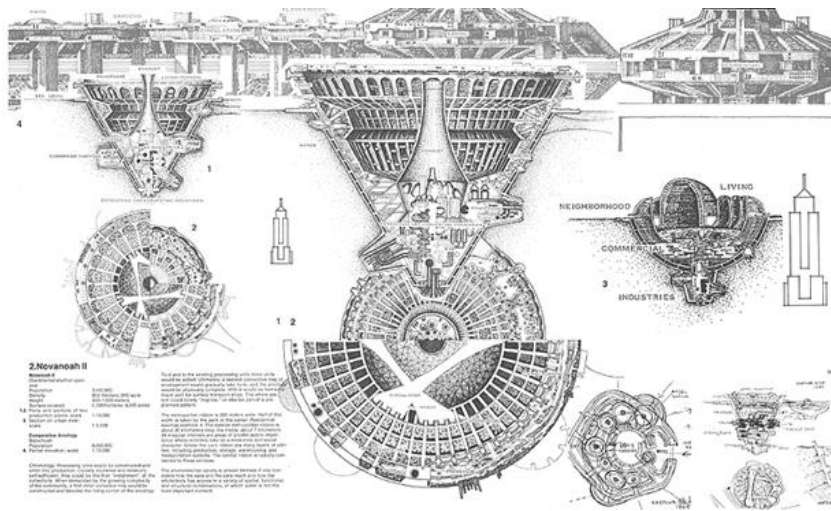


Abb. 83. Konzeptschnitt Acrosanti, Paolo Soleri



Abb. 84. Ansicht Acrosanti 2

Acosanti sollte zu einer rein ökologischen Stadt avancieren, die Lebensmittel und Energie autonom produziert. In Ansätzen ist dies auch gelungen:

Auf dem heute bestehenden Areal gibt es rund zehn Gebäude, darunter ein Café und ein Amphitheater, in denen regelmäßig Architektur-Workshops, Aufführungen und Ausstellungen stattfinden. Bauten aus Beton absorbieren die Wärme während des Tages und geben sie nachts wieder frei, aus Wind und Sonne wird Strom gewonnen. Eine Reihe von Gewächshäusern dienen einerseits der Lebensmittelproduktion, und zusätzlich auch als Heizsystem, so wird die warme Luft aus den Glasbauten durch ein Tunnelsystem direkt in die Wohnräume geleitet.

In den ersten 40 Jahren bauten an der Wüstenstadt mehr als 7000 Arkologie-Anhänger, die auch teilweise hier lebten. Aus der ursprünglich geplanten Einwohnerzahl von ca. 5000 Personen wurden jedoch nur ca. 150 ständige Einwohner.<sup>60</sup>

60 Vgl. ALLPLAN Deutschland GmbH, 2016

## INTERNATIONALE ÖKOSTADT-PROJEKTE

### MASDAR CITY , ABU DHABI

*Masdar City* ist eine geplante Stadt, die sich 6 Kilometer südwestlich des Abu Dhabi International Airports befindet und seit 2008 im Bau ist. Der Masterplan wurde von Norman Foster Architects entwickelt und soll ein visionäres städtebauliches Öko-Projekt darstellen, welches sich auf einer Fläche von 6 km<sup>2</sup> erstreckt, völlig Energieautark funktioniert und zusätzlich rein auf erneuerbare Energien setzt. So soll eine Stadt der Zukunft entstehen, die nach den Prinzipien der WWF One Planet Living Sustainability Standards am Ende rund 50.000 Bewohnern Lebensraum bietet und im Sinne der nachhaltigen Planung so wenig Müll, Qualm und CO<sub>2</sub> wie möglich produziert.

Im Vergleich zum heutigen Standard in den Vereinigten Arabischen Emiraten wird eine Reduzierung des Energiebedarfs der Stadt um 80% angestrebt. Der Primärenergiebedarf soll durch passive Gestaltungsstrategien und durch Optimierung der Zuliefersysteme und der Energiebedarfsstrategien um 50-60% reduziert werden, durch den Einsatz erneuerbare Energien und Strategien zur aktiven Wiedergewinnung wird der restliche Primärenergiebedarf schließlich gedeckt.<sup>61</sup>

Strom wird ausschließlich aus Wind- und Solarkraft generiert. Um den generellen Energiebedarf in Masdar City so gering wie möglich zu halten, orientieren sich die Architekten in der Planungsphase an den traditionellen arabischen Siedlungen. Die Gebäude werden eng aneinander angeordnet um eine gegenseitige Verschattung zu schaffen. Die Wände und Fassaden der Häuser in Masdar sind nach oben abgeschrägt, ebenfalls um mehr Schatten zu generieren. Weiters werden zum Zweck der Verschattung die Balkone um 45 Grad versetzt, diese geben dadurch den Gebäuden den Anschein großer Tannenzapfen.<sup>62</sup>

Um eine natürliche Luftzirkulation in den Straßen und Gebäuden zu schaffen, wird eine jahrhunderte alte Tradition der arabischen Baukunst angewendet- die Windtürme. (siehe Abb. 86)



Abb. 85. Rendering Luftbild Masdar City

61 Vgl. Transsolar Energietechnik GmbH, 2018

62 Vgl. Foster + Partners, 2018



Abb. 86. Ansicht Windtower Masdar City

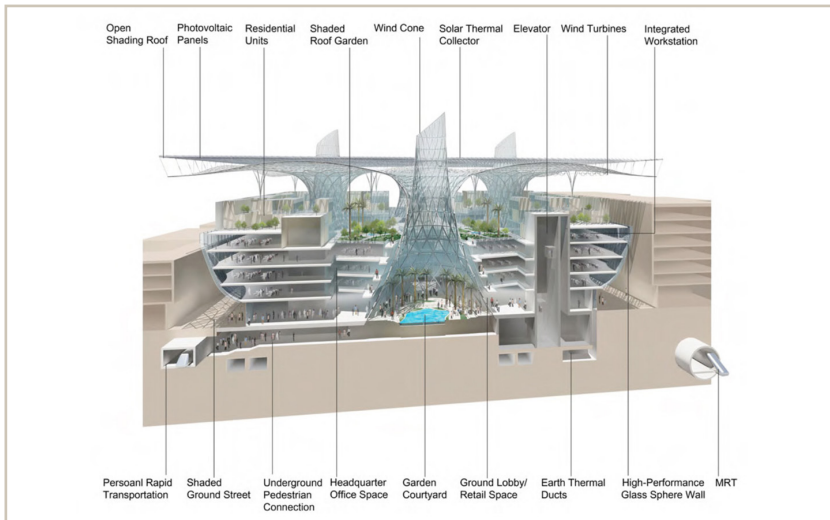


Abb. 87. Konzeptschnitt Masdar City

Sie fangen die Luft in der Höhe ein und lenken sie, leicht gekühlt, nach unten in die engen Gassen. Der große Haupt-Windturm der Stadt ist 45 Meter hoch und zentral gelegen, für ein angenehmes Klima wird die Luft aus der Höhe zusätzlich mit Wassernebeln gekühlt. (siehe Abb. 87)

Das benötigte Trinkwasser wird über solarbetriebene Entsalzungsanlagen aus dem Meerwasser gewonnen und in die zahlreichen städtischen Springbrunnen gepumpt. Tiefe Brunnen, die sich ebenfalls schon in alten arabischen Siedlungen bewährt haben, bringen zudem Kühle aus dem Inneren der Erde nach Masdar City.

In den ersten Jahren (vom Baustart im Jahr 2008 bis zum Jahr 2017) wurden bereits rund 176.000 Quadratmeter Fläche bebaut, weitere 740.000 Quadratmeter sollen in den kommenden fünf Jahren fertiggestellt werden. Schon jetzt haben sich zahlreiche Unternehmen angesiedelt, rund 2.500 Menschen arbeiten derzeit in der Smart City. Ziel ist es bis zum Jahr 2030 Platz für 50.000 Einwohner und zusätzliche 40.000 Arbeiter zu schaffen.<sup>63 64 65</sup>

63 Vgl. Fuchs, 2017

64 Vgl. Foster + Partners, 2018

65 Vgl. Transsolar Energietechnik GmbH, 2018







# LAGEPLAN

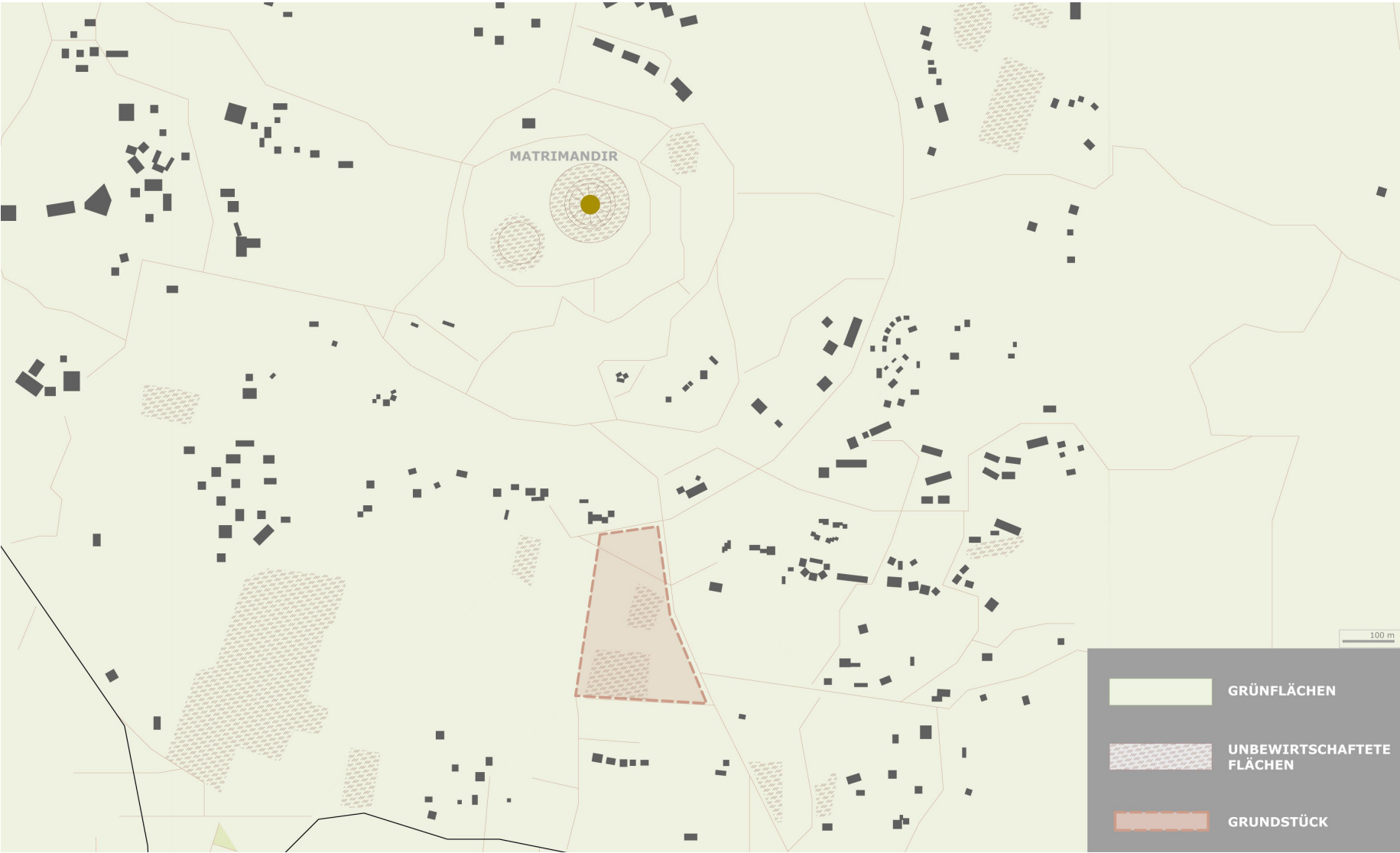


Abb. 88. Lageplan Grundstück

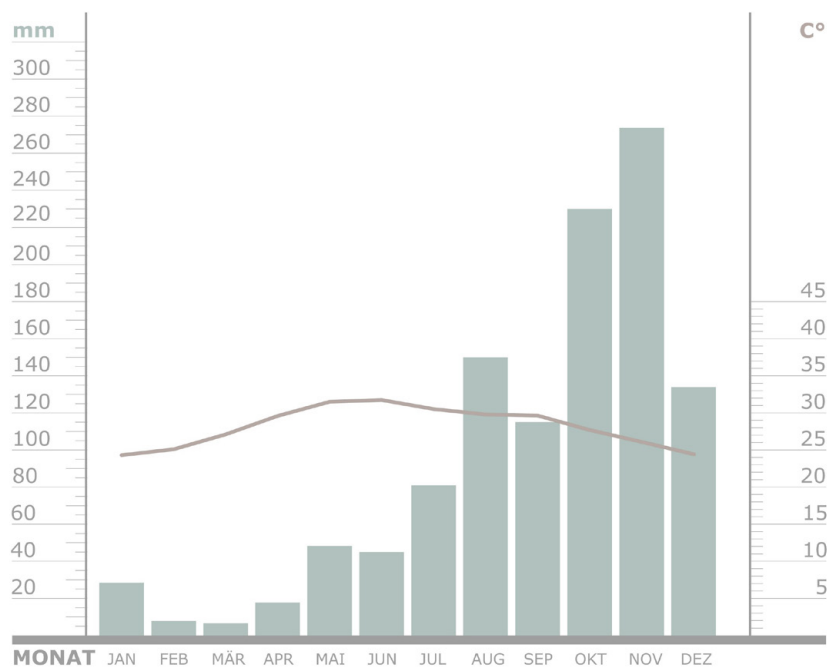


Abb. 89. Monatliche Durchschnittstemperatur und Niederschlag Auroville

Das Grundstück liegt in der klimatischen Zone der wechselfeuchten Tropen. (Abb. 90)

Die jährliche Durchschnittstemperatur beträgt 28,1 C°, der durchschnittliche Niederschlag liegt bei gesamt 1411 mm im Jahr. Der höchste Niederschlag ist im November zu erwarten, mit 274mm, im trockensten Monat März, beschränkt sich die Regenmenge jedoch nur auf rund 8mm. In den heißesten Monaten, April und Mai, klettern die Temperaturen bis auf knapp 37C°, die Wintermonate Dezember und Jänner sind mit durchschnittlich 24,4 C° die kühlsen. (Vgl Abb. 89)

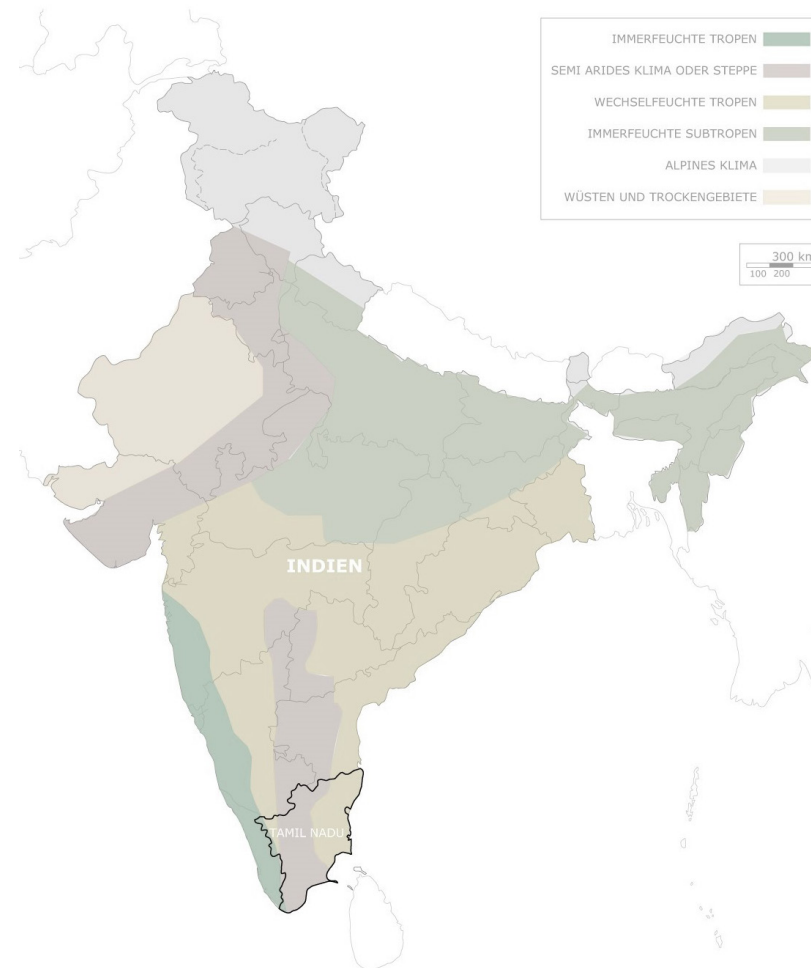


Abb. 90. Klimazonen Indien

## WIND

Die Hauptwindrichtungen in diesem Gebiet, also von N-O im Winter und S-W im Sommer sind auf die tropische Monsunzirkulation zurückzuführen. (Vgl. Abb. 91)

Im Sommer erhitzen sich die Landmassen des indischen Kontinents durch die starke Sonneneinstrahlung, die warme Luft steigt auf und der Luftdruck sinkt. In Verbindung mit dem hohen Luftdruck der über dem indischen Ozean herrscht entstehen im Sommer Winde die vom Ozean in Richtung Land wehen (Südwest-Monsun). Im Winter wird dies durch trockene und kalten Luftmassen die vom Asiatischen Kontinent Richtung Süden ziehen umgedreht und die Hauptwindrichtung somit auf N-O umgeleitet. (Nordost-Monsun) (Vgl. Abb.92)

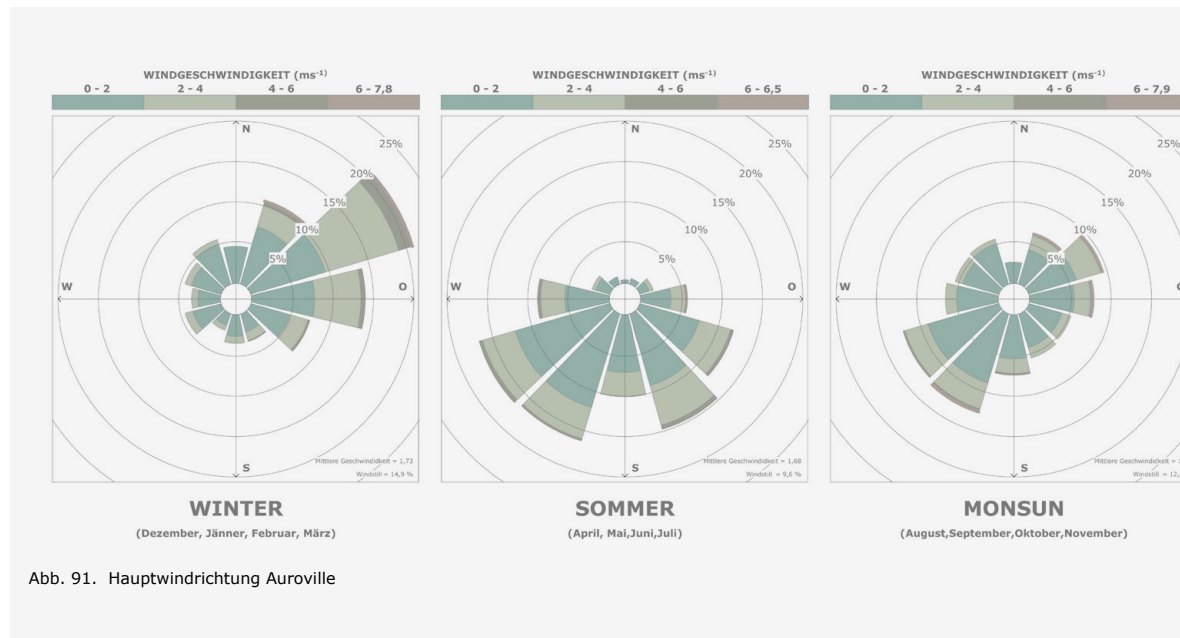


Abb. 91. Hauptwindrichtung Auroville

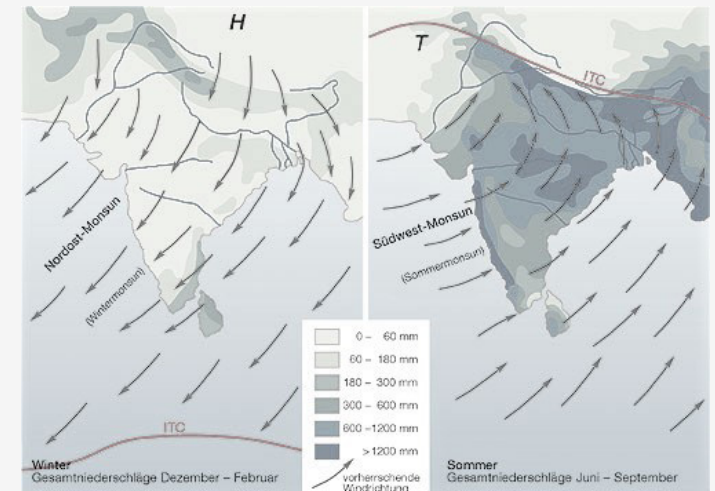


Abb. 92. Monsun Indien

Durch die globale Lage und Nähe zum Äquator ist die jährliche Sonneneinstrahlung im Bundestaat Tamil Nadu sehr hoch. Im Gebiet von und rund um Auroville können so jährliche solare Erträge von bis zu 2150 kWh pro m<sup>2</sup> erzielt werden. (Vgl. Abb.93)

Im Vergleich dazu: In Österreich liegt der jährliche Maximalertrag bei ca. 1400 kWh/m<sup>2</sup> was umgerechnet einer Energiemenge von rund 100l Heizöl entspricht. <sup>66</sup>

Der steile Einfallswinkel der Sonne führt zu hohen Sonneneinstrahlungen auf Horizontalen Flächen.

Interessant ist auch der jährliche Sonnenverlauf. Die Sonne steht im März und im September zur Mittagszeit annähernd im Zenit. Im Sommer wird der Zenit sogar teilweise überschritten. (Vgl. Abb. 94)

<sup>66</sup> Vgl. (OÖ Energiesparverband, 2017)

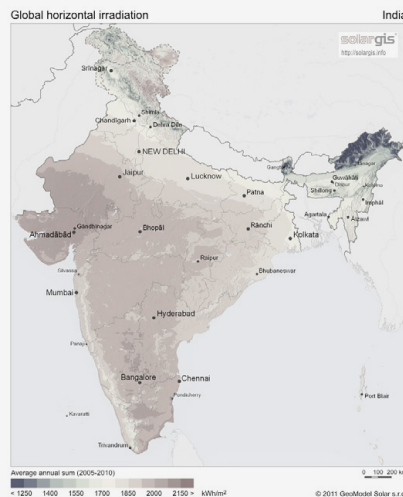


Abb. 93. Solare Strahlung Indien

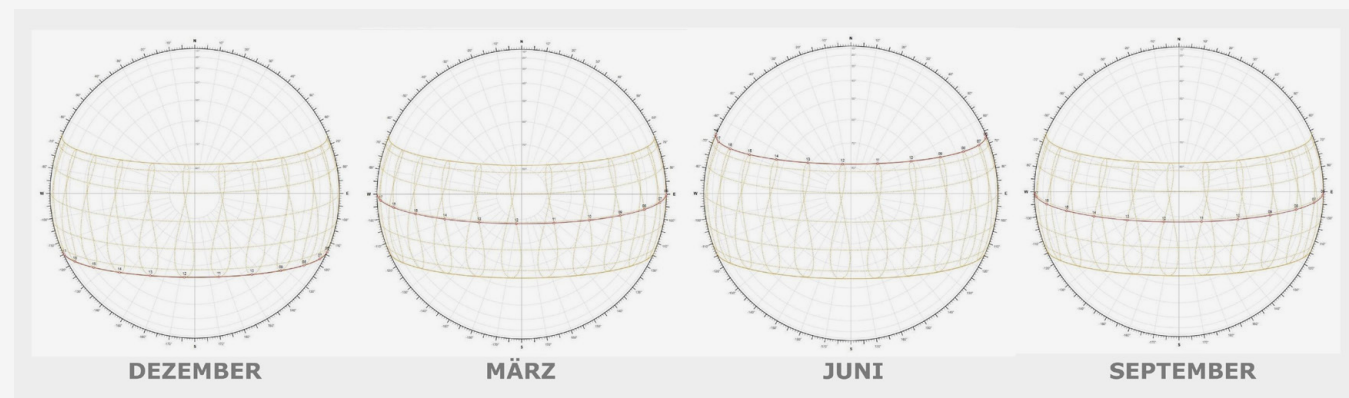
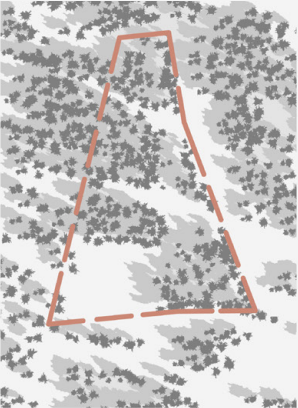


Abb. 94. Sonnenverlauf Auroville

# SCHATTENSTUDIE GRUNDSTÜCK

21. DEZEMBER

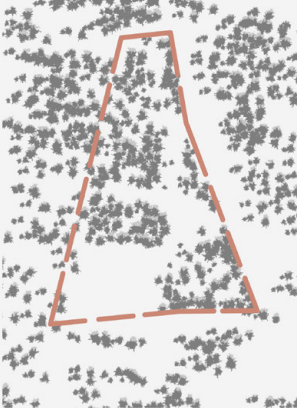
 SONNENAUFGANG 06:31  
SONNENUNTERGANG 17:48



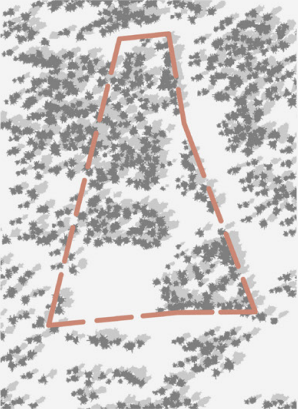
07:30



09:30



10:30 - 14:30



15:30



16:30



17:30

Abb. 95. Schattenstudie Grundstück 21. Dezember

21. JUNI



SONNENAUFGANG 05:52  
SONNENUNTERGANG 18:33



07:00



09:00



10:00 - 14:00



15:00



16:00



17:00

Abb. 96. Schattenstudie Grundstück 21. Juni

## VEGETATION

---



Abb. 97. Panoramafoto Grundstück, Blick nach Norden



Abb. 98. Panoramafoto Grundstück, Blick nach Süden



Im Areal von Auroville und in der angrenzenden Region Villupuram wird die, nach der intensiven Aufforstung in den 1960er Jahren teils sehr dichte und grüne Vegetation als „Tropical Dry Evergreen Forest“ (TDEF) bezeichnet. Diese vor allem in den Küstenregionen Südindiens heimische Form des Regenwaldes beheimatet rund 160 Baum und Straucharten, Lianen sowie verschiedenste Kräuter und Wurzelpflanzen.

Der unberührte und dicht verflochtete Teil dieser Waldregion, bietet Unterschlupf für viele Tierarten. So sind etwa kleinere Säugetiere wie Schuppentier, Honigdachs, Igel, Stachelschwein und Fuchs heimisch. Die höher gelegenen Baumwipfel werden von indischen Hutaffen, einer indischen Makakenart, bewohnt.

Außerdem sind in der Gegend verschiedenste Reptilien wie Eidechsen, Chamäleons und Cobras heimisch. Zusätzlich leben, je nach Jahreszeit, rund 80 unterschiedliche Vogel- und Papageienarten im Gebiet des TDEF. Im dichten Vegetationsgeflecht des TDEF erreichen die Kronen der vorherrschenden Baumarten eine Höhe von 6-10 Metern. Die beheimateten Baum und Straucharten haben sehr ähnliche Eigenschaften.

Die Blätter dieser immergrünen Pflanzenarten sind meist einfach geformt, dick, mit einer wachsähnlichen Schicht überzogen, um die 3-6 Zentimeter groß und passen sich dem Monsunklima perfekt an. So werden während der Regenzeit (Oktober bis Dezember) neue junge Blätter gebildet die dann die Trockenzeit (April bis Juni) gut überstehen.<sup>67</sup>



Abb. 99. Vegetation und Baumbestand Grundstück



Abb. 100. Pflanzen Grundstück

67 Vgl. Pitchandikulam Forest, Auroville Foundation, 2010

Das Auroville Plateau ist geologisch betrachtet ein Gemisch aus mehreren metamorphen Gesteinen und Mineralien wie Kalkstein, Lignit, Megnesit, Quartz, Feldspar, Bauxit, Graphit, Granit und Sandstein. Diese Gesteinsschichten sind bedeckt von roten, sandigen und tonhaltigen Lehm Böden sowie salzhaltigen Überschwemmungsböden in den Küstengegenden. Die Bodentemperatur in 50 Zentimeter Tiefe beträgt im Jahresdurchschnitt 22°C und variiert in den Sommer und Wintermonaten um weniger als 5°C. <sup>68</sup>

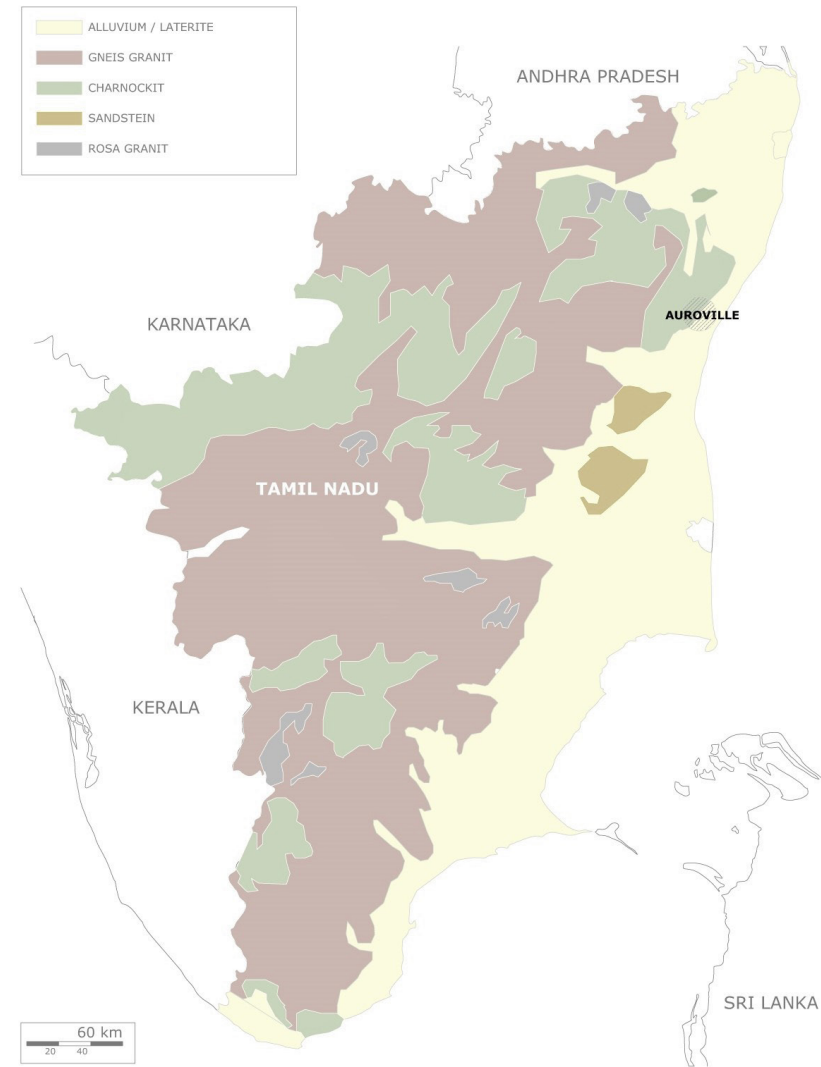


Abb. 101. Geologie Tamil Nadu

In Tamil Nadu leben rund 6% der indischen Bevölkerung, die Landfläche macht 4% der Gesamtfläche des Landes aus, die Wasserressourcen des Bundesstaates beschränken sich jedoch nur auf ca. 2,5% des gesamten indischen Wasservorkommens.

Die verfügbare Wassermenge pro Kopf liegt in Tamil Nadu bei ca. 900m<sup>3</sup>, der indische Durchschnitt beträgt 2 200m<sup>3</sup> pro Person. Zum Vergleich, in Österreich wird von 12 000m<sup>3</sup> an vorhandenen Wasserressourcen pro Einwohner ausgegangen.<sup>69</sup>

Mehr als 95% des Oberflächenwassers sowie 80% des Grundwassers werden in Tamil Nadu bereits genutzt, die Nachfrage steigt stetig an. Das Bevölkerungswachstum und der immer größer werdende Wasserverbrauch von Industrie und Landwirtschaft führen bereits in vielen Regionen zu Wasserknappheit. Der jährliche Monsunregen (vgl. Diagramm Niederschlag Seite 83) ist die wichtigste Quelle um die vorhandenen Wasserreservoirs wieder aufzufüllen. Fällt dieser jedoch schwächer aus oder bleibt der Regen ganz aus so kann dies sehr schnell zu akuter Wasserarmut und Trockenheit führen. Um solche Phasen überstehen zu können wurden die 17 größten Flüsse Tamil Nadus nach und nach mit großen Staudämmen und Reservoirs versehen. Zusätzlich sind über den ganzen Bundestaat verteilt rund 42 000 großflächige Wassertanks installiert. Diese Tanks sollen einerseits Regenwasser speichern das später für Haushalte und Bewässerung genutzt werden kann und zusätzlich in den wasserreichen Monaten das gesammelte Oberflächenwasser gezielt in den Boden leiten um die Grundwasserreservoirs wieder aufzufüllen.<sup>70</sup>

In Auroville werden seit 1996 hydrologische Untersuchungen durchgeführt. Anhand der jährlichen Aufzeichnungen bezüglich Wasserstände und Wasserqualität der Reservoirs und Quellen ist zu erkennen, dass sich in den letzten 20 Jahren nicht nur der Grundwasserspiegel rapide gesenkt hat, sondern dadurch auch eine akute Versalzung der unterirdischen Wasserquellen stattgefunden hat.

Um dem so gut wie möglich entgegenzuwirken, wurden mit Hilfe von internationalen wissenschaftlichen Instituten, Universitäten und der UNESCO zahlreiche Projekte entwickelt wie zum Beispiel dezentralisierte Grauwasseraufbereitungsanlagen, kommunale Wasserernte-Konzepte und großflächige Wurzelraumkläranlagen. Die in der Auroville Region vorhandenen teils veralteten Wasserspeicher und Reservoirs wurden in Rehabilitierungsprojekten renoviert, alte Dämme bzw. Kanalsysteme erneuert und wieder in Betrieb genommen. So kann während der Monsunzeit eine maximale Speicherung des in diesem Gebiet auftretenden Regenwassers erzielt werden, bzw. der Grundwasserspiegel durch gezielte Drainagen angehoben werden.<sup>71</sup>



Abb. 102. Kommunale Wasseraufbereitung Auroville

69 Vgl. ÖVGW Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, 2018  
70 Vgl. Ministry of Environment & Forests, Govt. of India, 2017

71 Vgl. Auroville Foundation, 2017





## BEBAUUNGSKONZEPT

Die Leitidee dieses Entwurfs ist, auf einem brachliegenden und noch teilweise vollkommen unbewachsenen Grundstück im Stadtgebiet von Auroville ein Hotelprojekt zu entwickeln.

So soll durch die Bewirtschaftung eine Begrünung dieses ungenutzten Geländes erreicht werden und außerdem eine neue Beherbergungstätte für Besucher und Bewohner Aurovilles entstehen.

Es werden großflächig Anbauflächen und Baumpflanzungen angedacht, um einerseits einen Großteil der benötigten Lebensmittel für den Hotelbetrieb direkt vom Grundstück beziehen zu können und zusätzlich die mikroklimatischen Verhältnisse zu verbessern.

Der Hotelkomplex wird mit einem Studentenheim/ Seminarbereich, mit Gebäuden für die Verarbeitung von angebautem Obst und Gemüse etc., sowie mit einem Café/Shop der die fertigen Produkte vertreibt, ergänzt.

Die Themen Erneuerbare Energien und Wasser spielen eine wichtige Rolle in der Konzeption und der funktionellen Anordnung der Gebäude am Grundstück.

Der vorhandene Baumbestand wird belassen und die Funktionen und Bauten somit in das natürlich entstandene Grundstücksgefüge eingegliedert. (Abb. 104)



Abb. 103.

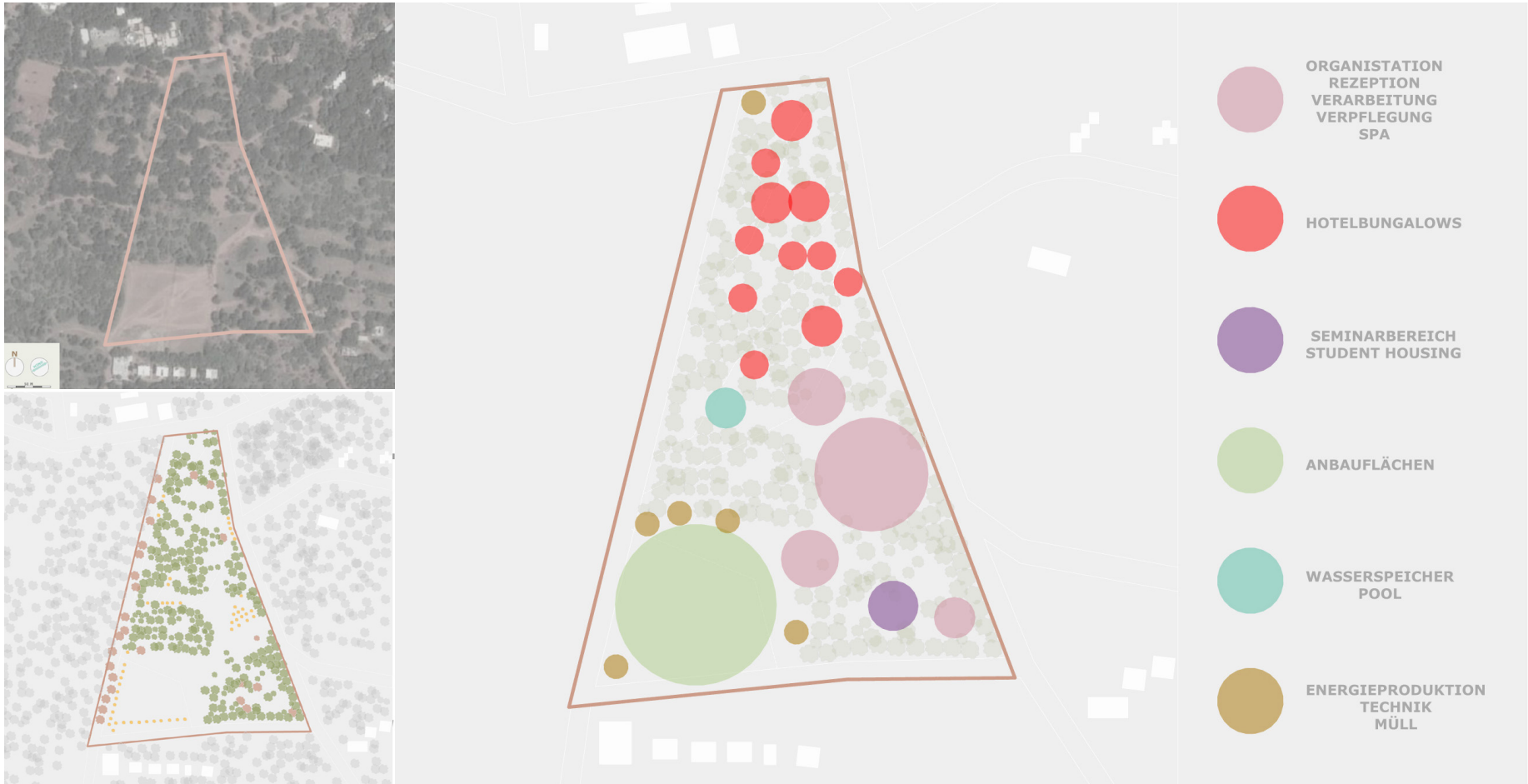


Abb. 104.

# ENTWURFSPARAMETER

## ÖKOLOGISCHE BAUWEISE



### ENERGIE- UND RESSOURCENSCHONENDE BAUWEISE

HERSTELLUNG DER BAUSTOFFE UND KONSTRUKTION VOR ORT

### KLIMAGERECHTE BAUWEISE

PASSIVE KÜHLKONZEPTE - GEBÄUDEAUSRICHTUNG, KONSTRUKTIVE VERSCHATTUNG, BEGRÜNTE DÄCHER, ETC.

### VERWENDUNG LOKALER UND TRADITIONELLER BAUSTOFFE

KONSTRUKTIVE ELEMENTE AUS LEHMBAUSTOFFEN- STAMPFLEHM UND CSEB

NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

RECYCLING MATERIALIEN

## LANDSCHAFTS- GESTALTUNG



### ANBAUFLÄCHEN

ANBAU VON GEMÜSE, REIS, ETC. AM EIGENEN GRUNDSTÜCK

### AUFFORSTUNG

ZUSATZPFLANZUNGEN AM GANZEN GRUNDSTÜCK

### WASSERSPEICHER

WASSERTANKS UND NACHHALTIGE BEWÄSSERUNGSKONZEPTE

Das Bebauungskonzept , die Entwurfsplanung (von der Materialität bis hin zum architektonischen Konzept der Gebäude), sowie die Landschaftsgestaltung des Green Leaf Eco Retreats wird maßgeblich durch die hier abgebildeten Entwurfsparameter beeinflusst.



## ERNEUERBARE ENERGIEN



### PHOTOVOLTAIK / SOLAR

- PHOTOVOLTAIK FÜR STROMERZEUGUNG, PUMPEN, BELEUCHTUNG, KLIMAGERÄTE
- SOLARANLAGE FÜR WARMWASSER ERZEUGUNG



### WASSERAUFBEREITUNG

- GRAUWSSERAUFBEREITUNG
- PFLANZENKLÄRANLAGE
- REGENWASSERSPEICHERUNG
- UNTERSTÜTZUNG DES PASSIVEN KÜHLSYSTEMS



### BIOGASANLAGE

- ANLAGE ZUM ERZEUGEN VON BIOGAS - KOCHEN, WARMWASSER, ETC
- VERWERTUNG VON ABFÄLLEN AUS ANBAU, VERARBEITUNG, KÜCHE ETC.
- PRODUKTION VON DÜNGEMITTEL FÜR ANBAUFLÄCHEN



### WINDRÄDER

- ALS TURBINE ZUM STROMFREIEN BETRIEB VON VENTILATOREN
- STROMERZEUGUNG FÜR PUMPEN, BELEUCHTUNG, ETC.

## SOZIALE PROJEKTE



### AUSBILDUNGSSTÄTTE / INFO CENTER

- SEMINARE UND SCHULUNGEN FÜR NACHHALTIGE BAU/AGRARKONZEPTE
- STUDENTENHEIM UND FORSCHUNGSTÄTTE

## LOKALE WIRTSCHAFT



### TOURISMUS



### ARBEITSPLÄTZE

- HOTELMITARBEITER, GÄRTNER, LANDWIRTE, BETREUER SEMINARBEREICH
- ARBEITER UND BAUFIRMEN AUS UMGEBUNG

## AUSWERTUNG GRUNDSTÜCKSANALYSE

Aus der ,im vorhergehenden Kapitel erarbeiteten, Grundstücksanalyse werden wichtige Einflussfaktoren für den Entwurf herangezogen:

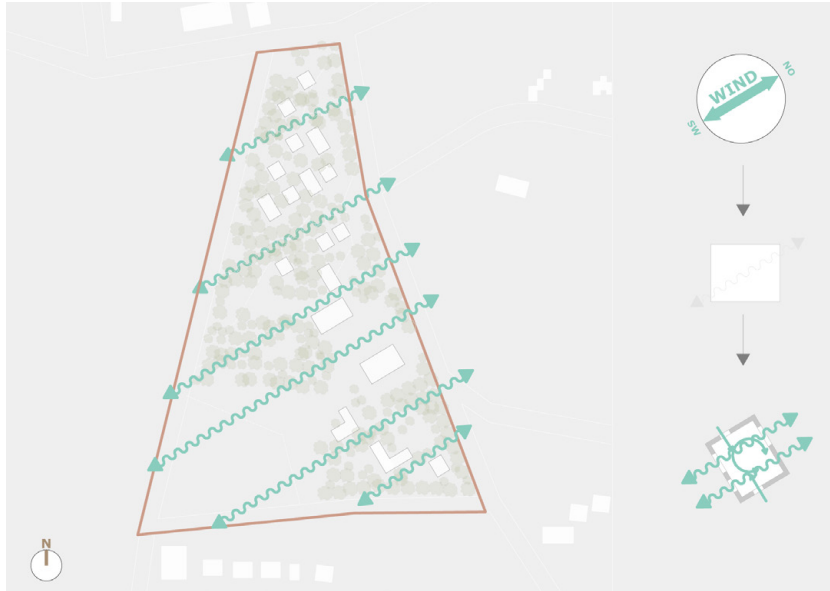


Abb. 105.

### ORIENTIERUNG

Die Windrichtung und der jährliche Sonnenverlauf beeinflussen die Gebäudeorientierung maßgeblich. Die Hauptfassaden werden demnach in nordöstliche bzw. südwestliche Richtung ausgerichtet.

Um eine natürliche Ventilation in den nicht-klimatisierten Gebäudeteilen zu gewährleisten, werden diese als leichte und offene Strukturen konzipiert und die Lage der Öffnungen so gesetzt, dass mithilfe der vorherrschenden Winde eine gute natürliche Belüftung ermöglicht wird.

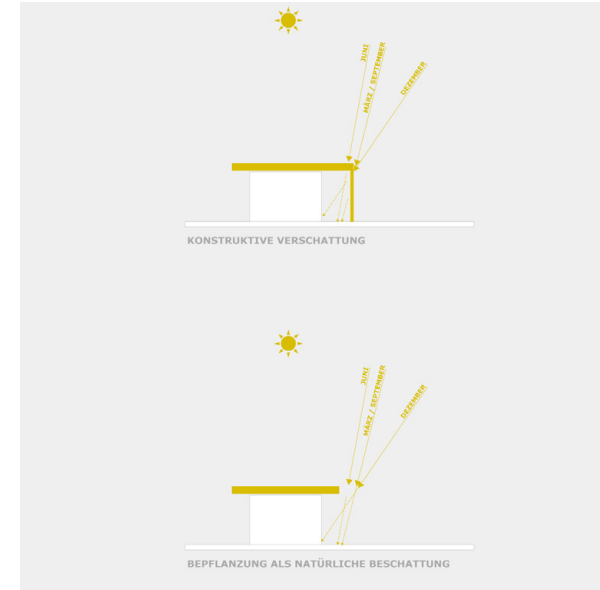


Abb. 106.

### GEBÄUDESTRUKTUR UND HÜLLE

Um die Gebäudestruktur möglichst gut an das wechselfeuchte Tropenklima und die intensive Sonneneinstrahlung anzupassen wird durch verschiedene Maßnahmen versucht eine möglichst hohe Beschattung der Gebäude zu erzielen. Durch die Anordnung der Gebäude zwischen dem vorhandenen Baumbestand wird eine natürliche Beschattung gewährleistet, sowie durch konstruktive Elemente wie Dachvorsprünge und vorgestellte Fassadenelemente (Jaalis) eine Aufheizung der Gebäude verhindert.

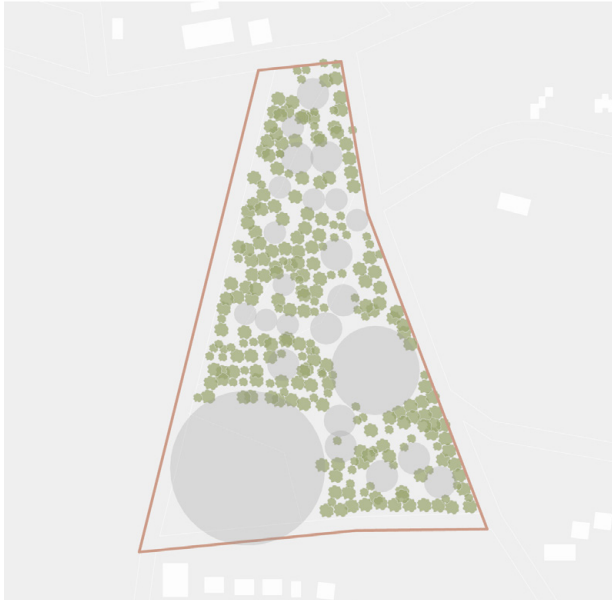


Abb. 107.

## BESTAND

Der dichte Baumbestand am Grundstück soll erhalten bleiben und als zusätzliches Beschattungsinstrument für die Gebäude, die Aufenthaltsbereiche im Freien, sowie für die vorgesehenen Anbauflächen dienen. Demgemäß orientieren sich die Gebäudeanordnung und das Durchwegungsnetz des Grundstücks vorwiegend am Baumbestand.

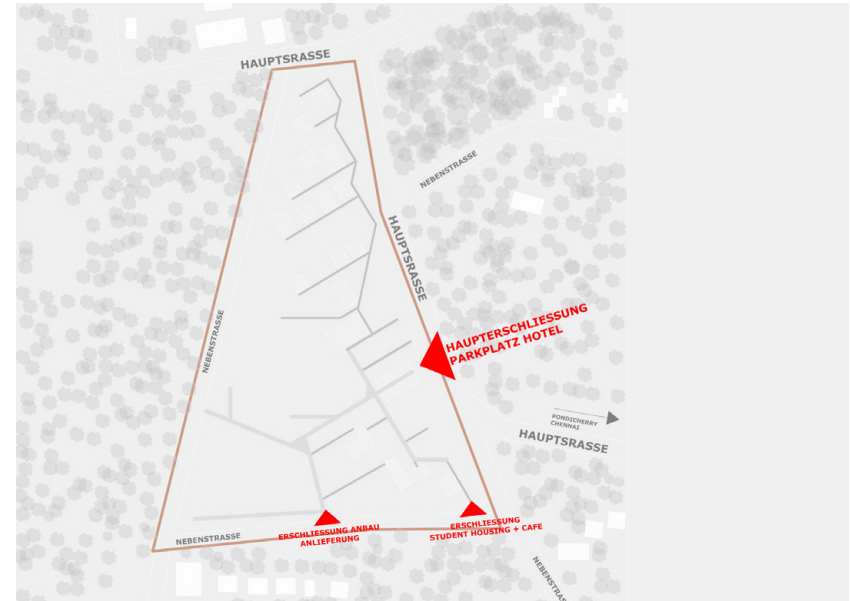


Abb. 108.

## ERSCHLIESSUNG

Die Haupteerschließung des Grundstücks wird an der Ostseite vorgesehen. Hier läuft eine der Hauptverkehrsachsen Aurovilles vorbei. Es wird ein großzügiger Parkplatz angedacht von dem aus man direkt zum Hauptgebäude/Rezeption gelangt. Zusätzlich wird im Süden des Grundstücks, nahe der Verarbeitung und der Anbauflächen, ein Zufahrtsweg für An- und Auslieferung konzipiert.

# MASTERPLAN

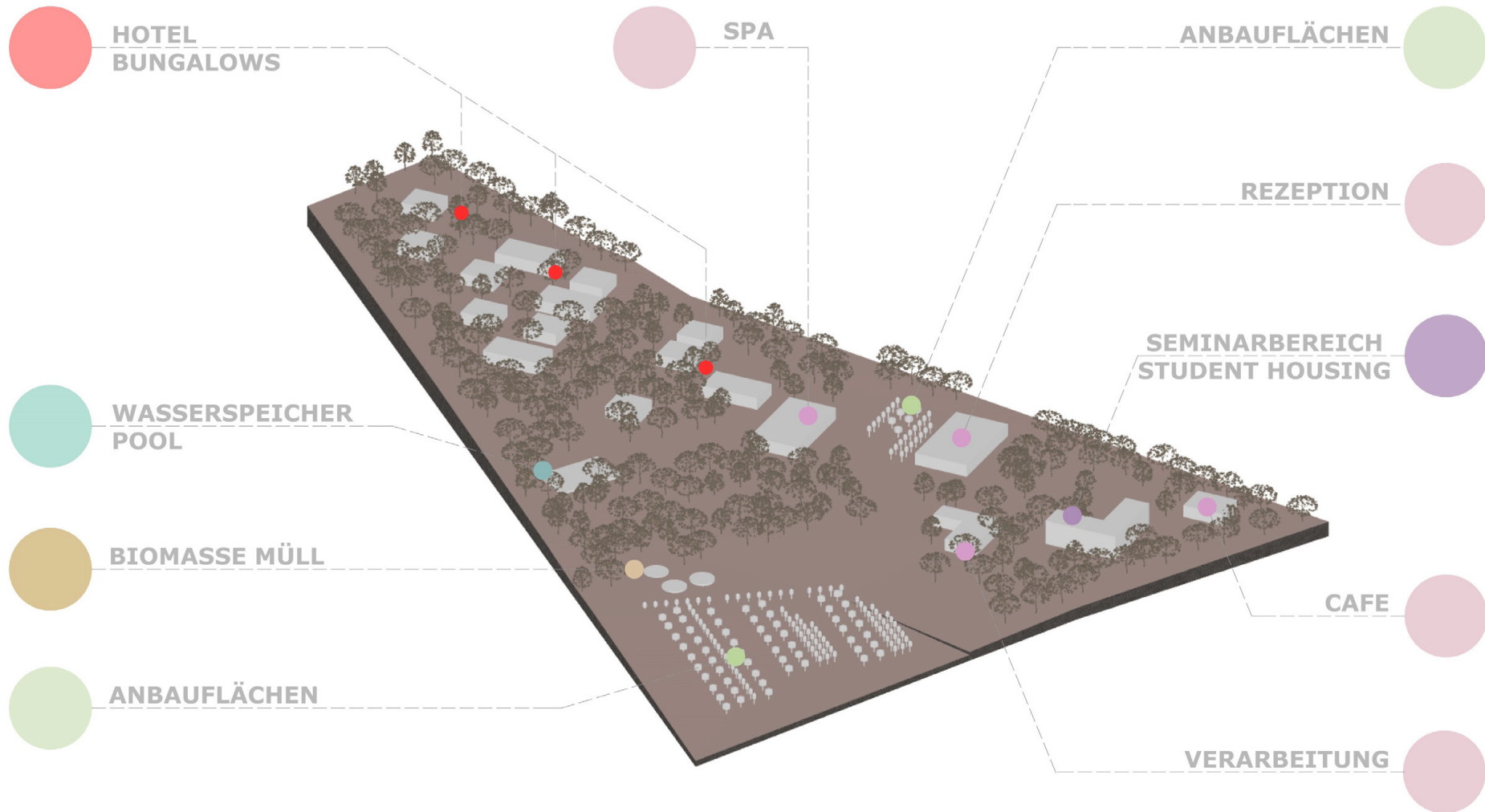


Abb. 109.

---

Ausgehend vom Bebauungskonzept und mit Berücksichtigung der Grundstücks und der Klimaanalysen, wird ein Masterplan für das Grundstück entwickelt, der die Funktionen des Hotelkomplexes, des Studenten und Seminarbereichs sowie die der Anbau- und Verarbeitungsflächen am Gelände aufteilt und logische Verknüpfungen ermöglicht.

Die Rezeption und Verwaltung des Hotelbereichs ist im Südosten angesiedelt und stellt die Haupteinschließung des gesamten öffentlichen Bereichs des Grundstücks da.

Der neben der Rezeption liegende Spa - Bereich, sowie das dazugehörige Naturpool mit Wasserspeicher bilden den Übergang zu den im Norden verteilten Hotelbungalows.

Im Süd-Westlichen Teil des Grundstücks wird der, bis dato brachliegende, Bereich begrünt und als große Anbaufläche genutzt. Zusätzlich werden hier Biogastanks und großflächige Photovoltaikanlagen installiert.

Das Gebäude für die Verarbeitung von Obst/Gemüse/etc., befindet sich zwischen Rezeption und Student Housing und vernetzt in Funktion sowie Anordnung die Bereiche Anbau, Hotel und Seminarbereich.

Das Studentenheim und der dazugehörige Seminarbereich sind am südlichsten Ende des Grundstücks angesiedelt.

Ebenfalls im Süden liegend und mit direktem Zugang zur Hauptstraße versehen, ist ein kleines Café angedacht, das auch zusätzlich als Shop dient und für andere Besucher bzw. Auroville Bewohner zugänglich ist.

## KONZEPTSCHNITTE

Die Funktionsschnitte S1 und S2, welche durch das Grundstück des Green Leaf Eco Retreats gehen, dienen zur Darstellung der Verteilung der Bebauung am Grundstück.

Außerdem ist ein leichtes Grundstücksgefälle zu erkennen. Im Nördlichsten Teil wird eine Geländehöhe von ca. 60 m über Meeresspiegel gemessen, das Gelände fällt Richtung Süd-Westen hin ab und liegt am niedrigsten Punkt auf einer Höhe von ca. 53 m.

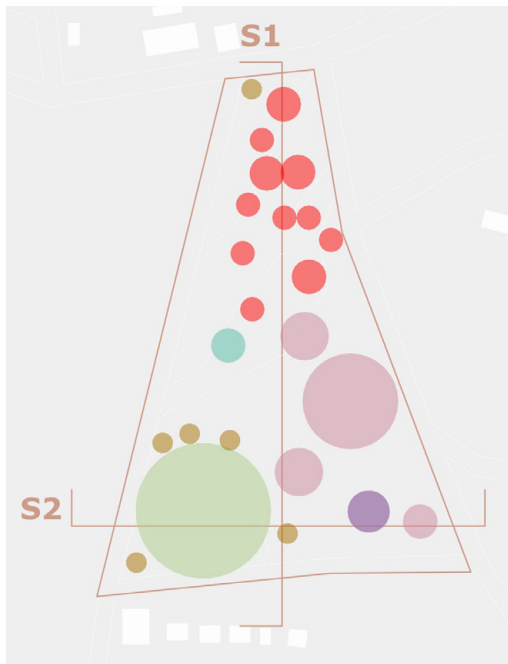


Abb. 110.

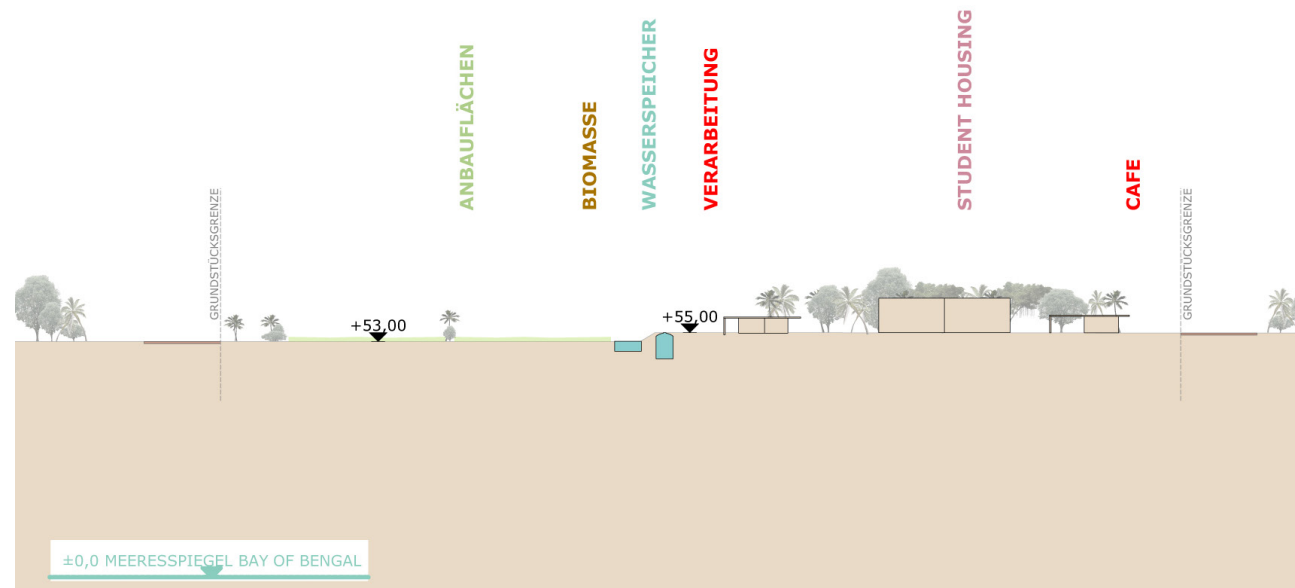


Abb. 111. Schnitt 2



Abb. 112. Schnitt 1







## BAUSTOFFE

---

In der Entwurfsplanung des Green Leaf Eco Retreats, spielt das Thema Materialität von Beginn an eine wichtige und essenzielle Rolle. Das Hauptaugenmerk wird auf die Verwendung von nachhaltigen und lokal verfügbaren Baustoffen gelegt. Zusätzlich wird versucht mit der richtigen Materialwahl auf die Einflüsse des tropischen Klimas zu reagieren. Ausgehend von diesen Kriterien, sowie der konzeptuellen Einbindung traditioneller und regionaler Bautechniken aus Sündindien, kommen in diesem Entwurf vorwiegend die Naturbaustoffe Lehm, Holz, Bambus und Naturstein zum Einsatz.

„Jeder Stoff ist nur das wert, was wir aus ihm machen.“

Ludwig Mies van der Rohe



Abb. 113. Texturen Materialität

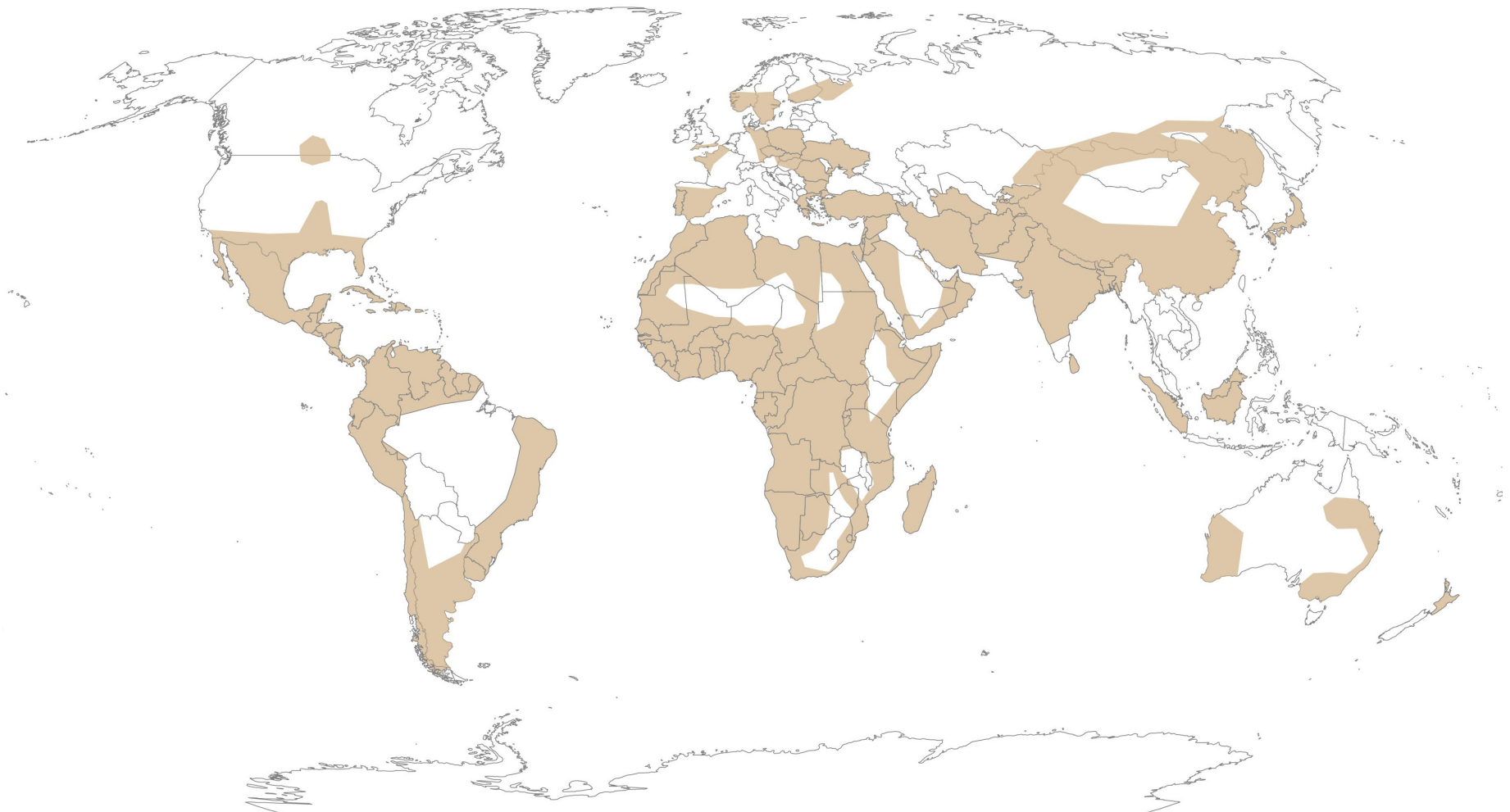


Abb. 114. Karte der Lehm- bau - Gebiete Weltweit

Der Baustoff Lehm lässt sich in vielen verschiedenen Bereichen des Bauens einsetzen. Lehm kann als Schüttung in Zwischenböden und Dächern eingebracht, als Mörtel oder Putzmischung verarbeitet oder zu Steinen, Wandscheiben und Platten geformt werden. Im feuchten Zustand lässt er sich zusätzlich zu massiven und tragenden Wandkonstruktionen stampfen. Um eine Verbesserung der Festigkeit, Elastizität und Wärmespeicher- bzw. Wärmedämmeigenschaften zu erzielen, werden Zusätze wie Stroh, Hanffasern oder Holzspäne verwendet.

### LEHMBAUGESCHICHTE WELTWEIT

Laut UNESCO wohnen weltweit ca. 40 Prozent aller Menschen in Gebäuden aus lehmhaltiger Erde oder erdverbundenen Materialien.<sup>72</sup> (Vgl. Abb.114)

Lehm ist ein Bestandteil der obersten Verwitterungsschicht der Erdkruste und somit in fast allen Regionen der Welt vorhanden. Zugleich ist es einer der ältesten Baustoffe der Welt. Soweit noch nachvollziehbar, laufen die Anfänge der ca. 10.000 Jahre alten geschichtlichen Entwicklung des Lehmbaus parallel mit dem Beginn der menschlichen Agrarkultur und Sesshaftigkeit. Somit waren schon die Jahrtausende alten Baukulturen in Ägypten, Lateinamerika, dem vorderen Orient, China und Zentralasien eng mit dem Baustoff Lehm verbunden. Zu den ältesten noch heute bestehenden Bauwerken aus Lehmbaustoffen zählen unter anderem die ca. 8000 Jahre alten Häuser von Catal Höyük in Anatolien, die ca. 2000 Jahre alte „Sonnenpyramide“ der voraztekischen Ruinenstadt Teotihuacan in Mexico, oder auch Teilstücke der Chinesischen Mauer. (siehe Abb. 115-118)

Diese und andere Beispiele frühgeschichtlicher Lehmbauten, sind mittels traditioneller Bauweisen und Konstruktionsformen wie Stampflehmfundamenten, gestampften Lehmwänden, getrockneten Lehmziegeln (Adobe) oder auch durch freies Formen des Materials zu Kuppel und Wandelementen errichtet worden. Je nach vorherrschendem Klima und Vegetation, sowie den jeweiligen geologischen Gegebenheiten sind sich im Verlauf der Geschichte verschiedenartige Bauweisen und Konstruktionsformen entstanden:

In trocken-heißen Klimaregionen der Erde dominieren massive Lehmkonstruktionen, d. h. der Lehm in der Wand hat eine lastabtragende Funktion. Hinzu kommt die Aufgabe eines „Hitzebuffers“ gegen die intensive Sonneneinstrahlung. In Übergangsklimaten oder Bergregionen mit reichen Holzvorkommen sind meist Skelettkonstruktionen vorherrschend. Das bedeutet, die Lastabtragung im Gebäude übernimmt ein gesondertes Skelett aus Holz, welches mit Lehm ausgefacht wird.<sup>73</sup>

---

72 Vgl. Prof. Dirk Hebel, 2014

---

73 Vgl. Schröder, 2010



Abb. 115. Voraztekische Ruinenstadt ,Teotihuacan in Mexico



Abb. 116. Teil der Chinesischen Mauer, Lehm- und Ziegelbau

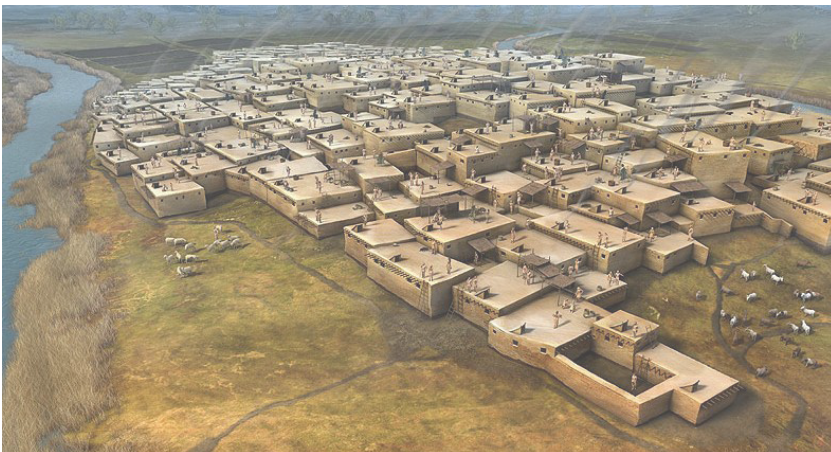


Abb. 117. Darstellung Rekonstruktion ,Catal Höyük, Anatolien



Abb. 118. Ausgrabungen Lehmfundamente ,Catal Höyük

### LEHMBAU INDIEN

Mit der Industrialisierung des Bauwesens ab Ende des 19. Jahrhunderts wurde Lehm in vielen Teilen der Erde mehr und mehr durch industriell gefertigte Baustoffe verdrängt, verbunden mit Verlust an Wissen über die Aufbereitung und Verarbeitung von Lehm zu Baustoffen und Baukonstruktionen. Nur in Notzeiten erfolgte, mangels anderer Möglichkeiten, ein Rückgriff auf den Lehm weshalb ihm lange Zeit das Image des Provisoriums, des Ärmlichen und ländlichen zugeschrieben wurde.<sup>74</sup>

In vielen Entwicklungs- und Schwellenländern gehört Lehm als Baustoff, vor allem in den ländlichen Regionen, nach wie vor zum alltäglichen Bauen. So haben sich die Lehmbautechniken in weiten Teilen Afrikas, Asiens und auch Indiens stets weiterentwickelt und das Wissen wurde über Generation bis zum heutigen Tag weitergegeben.

Die Lehmbaugeschichte Indiens ist noch nicht lückenlos dokumentiert. Die Anfänge der indischen Lehmalkultur werden um 2500 v. Chr. datiert, als die ersten Siedlungen im großen Gebiet des Indus (längster Fluss des indischen Subkontinents) entstanden. Hier wurde die Technik des Bauens mit Lehmsteinen und das Verblenden mit gebrannten Ziegeln von der Harappa- und Harka Zivilisation entwickelt. In der Zeit von 2500-1800 v. Chr. entstanden im Nordwesten des indischen Subkontinents die Großstädte Mohenjo Daro und Harappa, welche Ausgrabungen zufolge Großteils mit Lehmziegel errichtet wurden.<sup>75</sup>

In der Himalaja Region entwickelte sich ebenfalls eine ausgeprägte Lehmalkulturtradition, meist Stampflehm oder Lehmziegelbauten. Eines der wohl ältesten noch intakten Lehmalkulturen Indiens, das buddhistische Tabo-Kloster, befindet sich im Spiti-Tal in Himachal Pradesh und wurde 996 n. Chr. aus Stampflehm errichtet. (Abb. 119)

In Südindien, speziell in Kerala und Orissa wurde traditionell mit Lehmziegel, aber auch mit Lateritblöcken gebaut. Laterit ist ein Sedimentgestein, das aus der Verwitterung verschiedener Gesteine in tropischen und subtropischen Klimazonen hervorgeht. Das Gestein wird in Blockform direkt aus der Erde gestochen und nach einer Trockenzeit gleich als Ziegel verwendet.<sup>76</sup> (Abb. 121) Die heutigen Lehmalkulturen in Indien sind wohl arabischen Ursprungs. Das Bauen mit Strohlehm, ungebrannten und gestochenen Lehmsteinen und direkt geformtem Lehm ist heute in allen ländlichen Teilen sowie in den städtischen Gebieten Indiens anzutreffen.

Das Bureau of Indian Standards veröffentlichte 1993 eine nationale Vorschrift, welche die seismische Ertüchtigung von Baukonstruktionen in Lehmputzweise, Stampflehmalkulturenweise und Lehmziegelbauweise behandelt. Die Vorschrift gilt für Lehmalkulturenbaustoffe ohne künstliche Zusätze (Kalk, Zement etc.). Der Anlass für die Erarbeitung dieser Vorschrift war die Feststellung, dass ca. 50 % aller Hauskonstruktionen in Indien aus Lehmwänden bestehen und Einwirkungen aus Erdbeben und anderen Naturkatastrophen nur ungenügend widerstehen.

---

74 Vgl. Schröder, 2010

75 Vgl. Jagat Pati Joshi, 2003

---

76 Vgl. Baker L.



Abb. 119. Tabo-Kloster, Spiti Tal, 996 n. Chr.



Abb. 120. Kloster Thikse , Lehmziegelbau , Ladakh Region, Himalaja



Abb. 121. Lateritblöcke , Tamil Nadu

### VON DER ERDE ZUM BAUTEIL

- Ausgangsmaterial

Lehm ist ein Verwitterungsprodukt fester Gesteine und bildet, geologisch betrachtet, die oberste Schicht der Erdkruste. Das Naturmaterial Lehm ist, wie in Abb. 122 ersichtlich, ein Gemisch aus Ton, Schluff, Sand und größeren Bestandteilen wie Kies und Schotter. Der Ausgangsstoff des Baulehms, also lehmhaltiger Erdboden weist je nach Fundort unterschiedliche Eigenschaften wie Festigkeit, Elastizität und Wassergehalt auf. Das erfordert im weiteren unterschiedliche Verarbeitungstechniken.

- Einteilung <sup>77</sup>

Eine übliche Klassifizierung von Lehmen erfolgt nach folgenden Kriterien: Bindekraft, Baumaterial und Fundort

Die Bindekraft von Lehmbaustoffen ist stark von Ton und Wassergehalt des Lehms abhängig. Hier unterscheidet man in mageren, fast fetten, fetten und sehr fetten Lehm. Bei der Einteilung nach Fundorten wird, je nach Ort und Art der Verwitterung, von verschiedenen Lehmarten wie zum Beispiel Berglehm, Geschiebelehm, Auenlehm oder Lösslehm unterschieden.

Unterscheidet man die Baumaterialien aus Lehm, so wird in Schwerlehm (Rohdichte  $> 1200\text{kg/m}^3$ ) und Leichtlehm (Rohdichte  $< 1200\text{kg/m}^3$ ) unterteilt.

- Bestimmung der Qualität <sup>78</sup>

Um die Qualität und Verarbeitbarkeit verschiedener Lehmgemische zu überprüfen gibt es mehrere Möglichkeiten. Grundsätzlich wird zwischen Labor- und Handprüfverfahren unterschieden. Handprüfverfahren können direkt an Ort und Stelle durchgeführt werden und dienen daher zur ersten groben Abschätzung des Baumaterials. Zu den heutigen gängigen Handprüfverfahren zählen: Der Geruchstest, Sedimentationstest, Kugelfalltest, Reibtest, Schneidetest, Konsistenztest, Kohäsionstest und Salzsäuretest. Ziel der Anwendung dieser Tests ist vorrangig, die vorgefundene Kornzusammensetzung und Plastizität, aber auch die natürliche Erdstofffeuchte durch Handkontakt und einfach auszuführenden Tests zu bewerten.

#### Beispiel - Sedimentationstest

Bei der Sedimentationsprobe wird Lehm mit sehr viel Wasser aufgeschlämmt und in einem Glas zuerst geschüttelt, anschließend ruhig gestellt bis sich die verschiedenen Korngrößen setzen. Proben bei denen die Schlämme schon nach wenigen Stunden klar wird, enthalten nur wenige Feinstanteile. Bei einem hohen Anteil an feinen Tönen in der Probe ist die Schlämme noch nach mehreren Tagen trüb.



- Aufbereitung

Das Wort „Aufbereitung“ beschreibt die Arbeitsgänge, die zur Verarbeitung des Ausgangstoffes (Lehmboden) zum Baustoff (Baulehm) erforderlich sind. Ziel ist, dass der Baulehm grundlegenden Anforderungen eines Baustoffs an Homogenität, Bindewirkung, Wassergehalt etc. entspricht und dadurch zur Weiterverarbeitung verschiedenster Baustoffe wie Ziegel, Putzen, Platten verwendet werden kann.

Bei einer natürlichen Aufbereitung des Lehmbodens wird hauptsächlich mit natürlichen Witterungseinflüssen und dem Faktor Zeit gearbeitet. Durch physikalische und chemische Prozesse infolge von Sonnen- und Frosteinwirkungen, sowie Faulung und Gärung werden eingeschlossene organische Bestandteile des Baulehms verändert und somit auch die Struktur des Baustoffes modifiziert. Da diese Art der Aufbereitung viel Zeit und spezielle Kenntnisse erfordert und der Prozess über Jahre dauern kann, wird in den meisten Fällen eine seit den 1950er Jahren gängige Form der mechanischen Aufbereitung vorgezogen.

Bei der mechanischen Aufbereitung wird der Lehmboden, mit Hilfe von Maschinen, in mehreren Arbeitsschritten (Schneiden, Kneten, -Sieben, Mahlen) zerkleinert und je nach gewünschtem Endprodukt gewässert und mit Zuschlägen sowie Zusatzstoffen vermengt. Mit Hilfe von mechanischen Aufbereitungssystemen können außerdem fertige Lehmbauteile recycelt und wiederaufbereitet werden.<sup>79</sup>



Abb. 122. Zusammensetzung Lehmboden

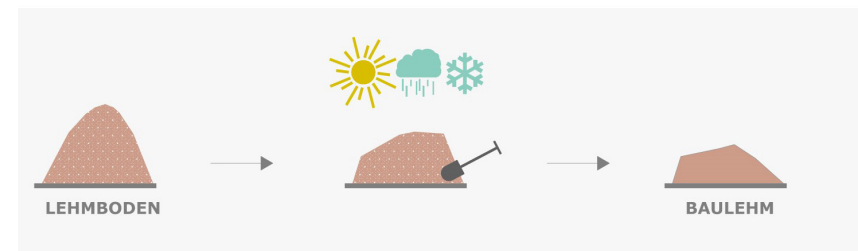


Abb. 123. Darstellung Natürliche Aufbereitung Baulehm

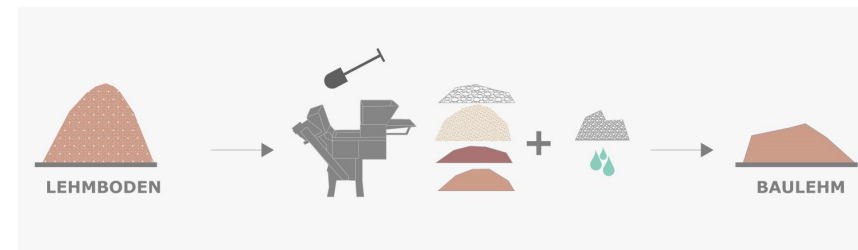


Abb. 124. Darstellung Mechanische Aufbereitung Baulehm

79 Vgl. Ulrich Röhlen, 2014

### POSITIVE EIGENSCHAFTEN VON LEHMBAUSTOFFEN <sup>80</sup>

Lehm kann relativ schnell Luftfeuchtigkeit aufnehmen und diese bei Bedarf wieder abgeben. Dadurch reguliert er die Feuchtigkeit der Raumluft und trägt somit zu einem gesunden Raumklima bei.

Lehm speichert, ähnlich wie andere schwere Baustoffe, Wärme und kann somit bei passiver Sonnenenergienutzung zur Energieeinsparung beitragen. Auch weist Lehm mit entsprechenden Zuschlagstoffen gute Wärmedämmwerte für Wände, Decken und Dächer auf.

Lehm bindet Schadstoffe und trägt somit zur Verbesserung der Raumluft bei.

Lehm ist zu 100% wiederverwertbar. Lehm aus alten Häusern wird eingesumpft und kann als Recyclinglehm beim Bauen verwendet.

Lehm wird bei geringem Aufwand an Fremdenergie und Technik gewonnen und verarbeitet. Der Primärenergiebedarf zur Herstellung von Lehmbaustoffen beträgt nur rund ein Zehntel des Primärenergiebedarfs von Betonbaustoffen.

Lehm lässt sich leicht reparieren und eignet sich gut für das Verlegen von Leitungen und Rohren etc.

Lehm bietet einen guten Schall- und Trittschutz.

Lehm ist ein kostengünstiger Baustoff der sich sehr gut zur handwerklichen Verarbeitung eignet.

Lehm schirmt Räume gegen hochfrequente Strahlung wesentlich besser ab als andere massive Wandbaustoffe.

Auch bei der Betrachtung der Lebenszyklen von Lehm und Lehmbaustoffen sind die Vorteile der Verwendung deutlich sichtbar. Die Baustoffe können nach Abbruch quasi direkt recycelt werden und entweder durch eine neuerliche unkomplizierte Aufbereitung zu weiteren Baustoffen umgewandelt, oder einfach als Schüttmaterial für Bau oder Landschaftsgestaltung weiterverarbeitet werden. (Siehe Abb.125 )

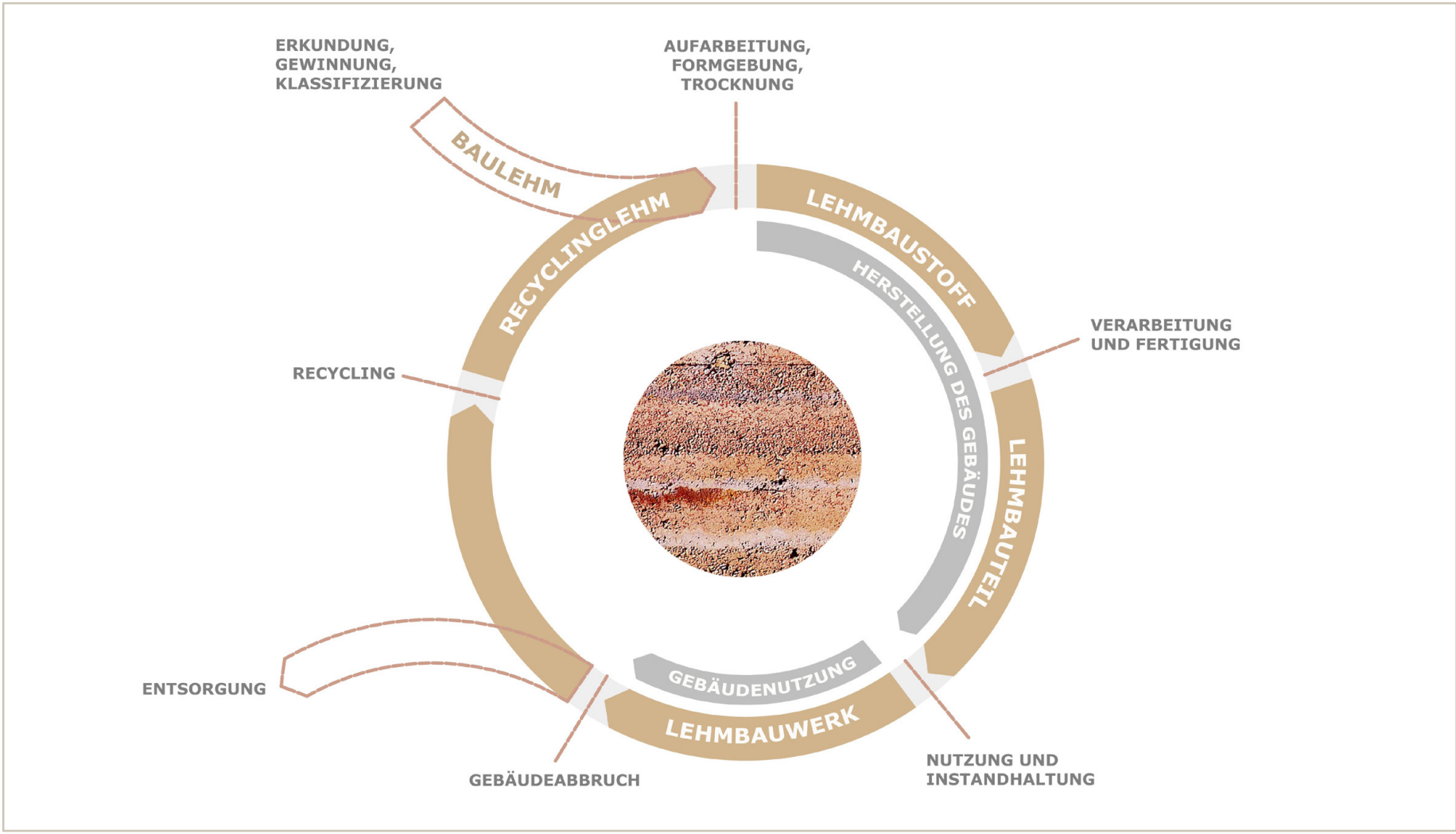


Abb. 125. Darstellung Lebenszyklus Baustoff Lehm

### LEHMBAUTECHNIKEN ALLGEMEIN <sup>81 82</sup>

Da der das Ausgangsmaterial von Lehmbaustoffen stark durch Witterungseinflüsse und geologische Gegebenheiten beeinflusst wird, haben sich im Laufe der Zeit je nach geografischer Lage viele verschiedene Bauweisen entwickelt. Die 3 gebräuchlichsten und in verschiedensten Teilen der Welt angewandten Lehmbautechniken sind der Stampflehm-bau, der Lehmziegelbau und das Bauen mit Leichtlehm.

#### Stampflehm

Der Stampflehm-bau ist überall auf der Welt verbreitet und eine der ältesten Formen des Lehmbaus. Als Ausgangsmaterial wird erdfeuchter, nicht zu fetter Lehm verwendet da das Schwindmaß bei fetten Lehmen zunimmt und das für die Stampftechnik nicht von Vorteil ist. Der aufbereitete Baulehm wird zwischen Schalungsbretter in mehreren Schichten aufgeschüttet und dazwischen regelmäßig verdichtet. Die Verdichtung erfolgt bei traditionellen Bautechniken manuell mittels Holzstößeln, oder bei modernen Bauweise mechanisch mit pneumatischen Stampfern oder Vibrationsstampfgeräten. Wichtig beim Herstellungsprozess ist, dass die Wandteile in einem möglichst kontinuierlichen Tempo erstellt und die Schalungen stetig weitergeschoben werden um ein gutes Austrocknen der fertigen Teile zu ermöglichen. Öffnungen können schon während des Stampfvorganges mit Aussparungen in der Schalung berücksichtigt werden, oder nachträglich mit Hacken und Sägen herausgearbeitet werden. Das natürliche Schwindmaß von Stampflehmwänden kann mit guter Verdichtung und Zugaben, oder auch mittels dünnen Kalkmörtelschichten zwischen den Teilschichten verringert werden (Pisé Technik). Ein gut verarbeiteter Stampflehm kann eine Rohdichte von bis zu 2200 kg/m<sup>3</sup> und Druckfestigkeiten bis zu 4N/mm<sup>2</sup> erzielen.

81 Vgl. Ulrich Röhlen, Lehm-bau Praxis, 2014

82 Vgl. Schröder, 2010

#### Lehmziegel oder Lehmsteine

Der Lehmziegelbau ist, wie schon zuvor im Abschnitt „Lehm-baugeschichte Weltweit“ erwähnt, ebenfalls eine sehr alte Form des Lehmbaus und wurde schon in den ca. 8000 Jahre alten Gebäuden von Catal Höyük angewandt. Die Lehmziegelsteine werden und wurden je nach Region in unterschiedlichen Größen und Mischungen hergestellt. Man kann nach 3 verschiedenen Herstellungsarten unterscheiden in Lehmquadern, Grünlingen und Lehmpatzen.

Bei der Herstellung von Lehmquadern wird ein erdfeuchter, magerer Lehm in quaderförmige Formen aus Holz oder anderen Materialien gestampft, glatt gestrichen und nachdem die Form entfernt wurde getrocknet. Grünlinge werden grundsätzlich aus fettigem, steinfreiem Lehm hergestellt. Sie werden mittels Händen oder Pressen zu unterschiedlich großen Steinen geformt und getrocknet. Bei der Lehmpatzentechnik wird mittelfetter bis fetter Lehm im feuchten Zustand in eine Holzform geworfen oder „gepatzt“. Manchmal werden fasrige Zusätze beigemischt die das Schwindmaß verringern und die Festigkeit verbessern. Nach der Formgebung müssen alle Lehmziegelarten getrocknet werden und bis zum Vermauern, von Nässe und Kälte geschützt, gelagert werden. Um eine dauerhafte Wetterbeständigkeit von Außenmauern aus Lehmziegel zu erzielen, werden die Wände mit etwas dünnerem Lehm oder Kalkmörtelgemisch vermauert. Diese Schicht muss regelmäßig ausgebessert oder erneuert werden.

## Leichtlehm

Als Leichtlehm wird grundsätzlich ein lockeres Gemisch aus Lehm und Zuschlägen wie z.B. Stroh bezeichnet. Die Rohdichte von Leichtlehm-Baustoffen variiert, je nach Menge der Zuschläge, zwischen  $600\text{kg/m}^3$  und  $1200\text{kg/m}^3$ . Zusatzstoffe für diesen Baustoff können entweder organisch (Schilf, Stroh, Holzwolle, Kork, etc.) oder mineralisch (Bims, Lava, Blähton,..) sein. Ein großer Unterschied zu den zuvor genannten Lehm-BAUTECHNIKEN besteht darin, dass Leichtlehm-Gemische keine tragende Funktion aufweisen und deshalb nur zum Ausfachen von tragenden Bauteilen wie Holzskelettkonstruktionen verwendet werden. Bei der Herstellung von Leichtlehm wird ein aufbereiteter, dünnflüssiger Lehmschlamm mit Stroh oder auch mineralischen Zuschlägen vermengt. Die Verarbeitung erfolgt ähnlich wie bei Stampflehmwänden. Zwischen den tragenden Bauteilen werden Schalungsbretter angebracht und dann das Lehm-Gemisch eingestampft. Der erdberührende Teil der Wand muss mit einem Sockel ausgestattet werden um den Leichtlehm von Feuchtigkeit zu schützen. Während des Arbeitsprozesses ist (vor allem bei Verwendung von organischen Zuschlägen) darauf zu achten, dass alle Bauteile ausreichend belüftet werden um eine spätere Schimmelbildung zu vermeiden. Leichtlehm kann auch zur Ausfachung von Balkendecken, für putz- ähnliche Oberflächen oder als geformte Platte verwendet werden.

		STAMPF-LEHM	WELLER-LEHM	STROH-LEHM	LEICHT-LEHM	LEHM-SCHÜTTUNG	LEHM-MÖRTEL	LEHM-STEINE	LEHM-PLATTEN
		UNGEFORMTE LEHMBAUSTOFFE					GEFORMT		
FLUSSBODEN		×				×			
WAND TRAGEND		×	×				×	×	
WAND NICHT-TRAGEND		×	×	×	×		×	×	×
DECKEN + DACH				×	×	×		×	×
PUTZE				×	×				
TROCKENBAU								×	×

Abb. 126.

## MODERNE LEHMBAUTECHNIKEN AUS INDIEN <sup>83</sup>

Das 1989 gegründete Auroville Earth Institut (AVEI) beschäftigt sich in seinen Forschungsarbeiten mit nachhaltigen Baustoffen. Das Hauptaugenmerk des Instituts liegt auf der Belebung traditioneller Bautechniken und Fähigkeiten im Bereich des Lehmbaus. Des Weiteren versucht das AVEI den Baustoff Lehm mit Hilfe moderner Technologien und Techniken zu optimieren und dadurch die bauphysikalischen Eigenschaften zu verbessern, sowie den Einsatz von Stahl, Zement und Beton zu minimieren.

Bei dem Großteil der bereits entwickelten Technologien, werden alternative Stoffe zur Stabilisierung und Bindung der Lehm- baustoffen verwendet. Ziel ist es, den Zementanteil zu reduzieren, aber trotzdem Druckfestigkeiten und andere bauphysikalische Eigenschaften zu erhalten und somit einen Ersatz für gebrannte Ziegel oder Betonbauteile zu schaffen. Ein Beispiel dafür sind CSEB Ziegel, Compressed Stabilised Earth Blocks. Diese werden aus einer Mixtur aus Lehm und natürlichen Zuschlägen sowie einen Zementanteil unter 5% produziert. Die Formgebung erfolgt mit Hilfe einer vom AVEI entwickelten manuellen Presse , der Auram 3000.

Große Vorteile dieser Lehmziegel sind einerseits die unkomplizierte Produktion direkt am Bauplatz, sowie der aufgrund der mechanischen Herstellung, niedrige Energieverbrauch und die geringen CO2 Emissionen. Studien ergaben, dass die Herstellung der CSEB rund 10 mal weniger Energie verbraucht als die Herstellung von herkömmlich gebrannten Ziegelsteinen. Auch erhöhte Anforderungen, wie zum Beispiel Erdbebensicherheit, konnte mit hohlen, ineinandergreifenden CSEB erzielt werden.

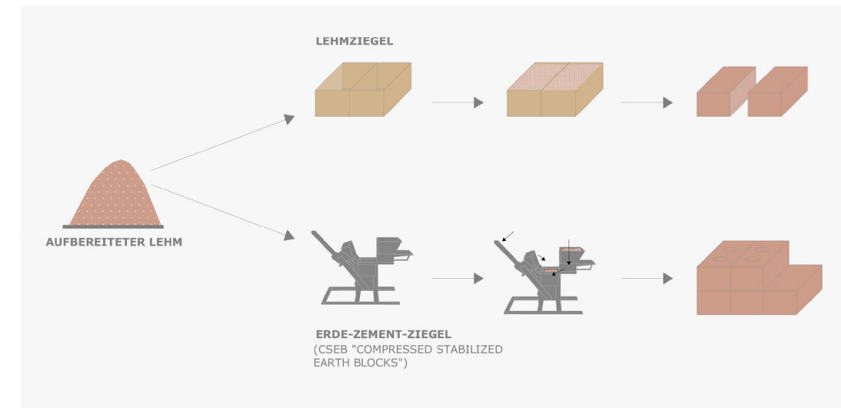


Abb. 127. Herstellung Lehmziegel CSEB

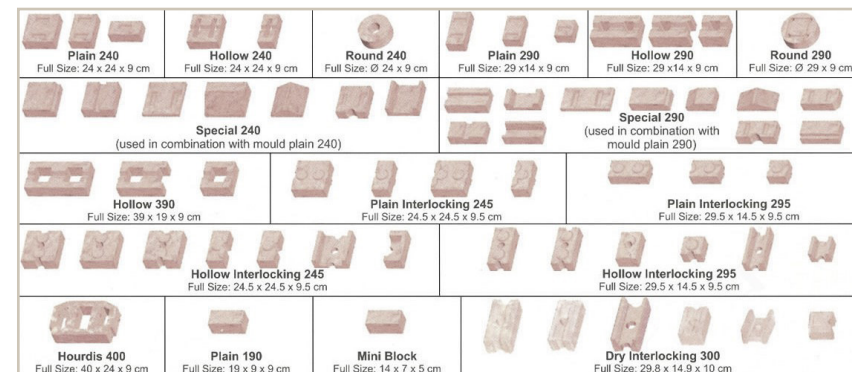


Abb. 128. Formate Lehmziegel Auram 3000

83 Vgl. auroville earth institut, 2018

Die erste manuelle Lehmziegelpresse ,die Cinva Ram-Press (Abb. 129), wurde in den 1950er Jahren in Kolumbien, im Zuge eines Forschungsprojektes zum Thema Lehm im sozialen Wohnbau entwickelt. Diese Presse produzierte Ziegel die in Form, Größe, Dichte, Festigkeit und Wasserbeständigkeit eine enorme Weiterentwicklung der damals üblichen luftgetrockneten Lehmziegeln darstellte.

Diese neue Technik zur Herstellung von Lehmziegeln für den Hausbau verbreitete sich rasch in großen Teilen Südamerikas, Afrikas, Südostasiens und auch Indiens und wurde stetig weiterentwickelt. <sup>84</sup>



Abb. 129. Cinva Ram Presse

#### Handhabung Auram 3000 <sup>85</sup>

Die automatische Öffnung der Auram 3000 Presse, kombiniert mit einem gleitenden Trichter, ermöglicht eine höhere Produktivität als mit anderen Pressen. So ist es möglich an einem Tag rund 850 Ziegel herzustellen.

Um das zu erreichen werden mindestens sieben Arbeiter benötigt: Drei Personen die für den richtigen Mischvorgang von Erde, Zuschlägen und Wasser zuständig sind, eine Person die die Presse befüllt, zwei weitere die die Presse betätigen und die gepressten Ziegel entnehmen sowie eine Person, die die fertigen Lehmziegel ordnungsgemäß schichtet und gegebenenfalls vor Regen etc. schützt.



Abb. 130. Auram 3000 Presse

<sup>84</sup> Vgl. Schröder, 2010

<sup>85</sup> Vgl. auroville earth institute, 2018

## HERSTELLUNG CSEB ZIEGEL MIT AURAM 3000

Das Material, also leicht gewässerte Erde (je nach Anforderungen mit oder ohne Zuschlägen wie Zement oder Kalk), wird in die Stahlpresse gefüllt und in die gewünscht Form gepresst. Die Auram 3000 bietet aktuell 18 verschiedene Formen an, mit denen sich rund 70 unterschiedliche Ziegelblöcke herstellen lassen. Je nach Art und Anteil des Bindemittels (hauptsächlich Zement oder Kalk) wird von CEB - Compressed Earth Blocks oder CSEB-Compressed Stabilised Earth Blocks gesprochen.

Schrittweise Anleitung :

[http://www.earth-auroville.com/handling\\_the\\_auram\\_press\\_3000\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/handling_the_auram_press_3000_en.php)

1



Opening the lid of the press by pulling the handle



Automatic opening of the lid



Feeding the press with the scoop into the hopper



Sliding the hopper above the mould

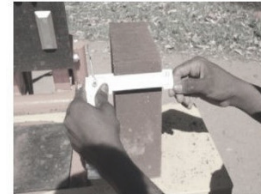


Pushing back the hopper to level the soil in the mould



Closing the lid

2



Checking the block height with the block height gauge (Only for the first block of every new mix)



Handling the block to stack it near the press for the initial curing



Brushing time to time the table with a brush



Scraping regularly the bottom plate with the scraper



Cleaning occasionally the corners of the mould with the scraper



Brushing time to time the top plate with the wire brush



Starting the compression, while the operator fills the scoop



Pulling down the lever, while the operator supplies the mix



Automatic opening of the lid, while the operator fills the hopper



Ejection of the block, while the operator fills the hopper



Checking the quality of compression with the pocket penetrometer (Only for the first block of every new mix)



Sliding the hopper to push the block and to fill the mix into the mould



## HERSTELLUNG STAMPFLEHMWAND

Die in Auroville seit 1995 angewandte Technik zur Herstellung von Stampflehmwänden, wurde ursprünglich speziell für die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse entwickelt. Aufgrund der simplen Low-Tech Ausführung kann diese Technik jedoch auch sehr gut in anderen Teilen Indiens, oder auch in Entwicklungsländern angewendet werden. Die Kombination aus einer in Auroville weiterentwickelten gleitenden Schalung, speziellen Werkzeugen und einer optimierten händischen Verdichtung, ermöglicht es Wände und Bauteile direkt vor Ort und quasi ohne Verbrauch von elektrischer Energie herzustellen. Um die Gleichmäßigkeit und Stabilität der Wände zu gewährleisten sowie Setzungen und Rissbildungen zu vermeiden, wird Baulehm verwendet der einen Sandanteil von min. 20-25 % sowie einen Zementanteil von 5% vorweist.

Schrittweise Anleitung :

[http://www.earth-auroville.com/sre\\_walls\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/sre_walls_en.php)

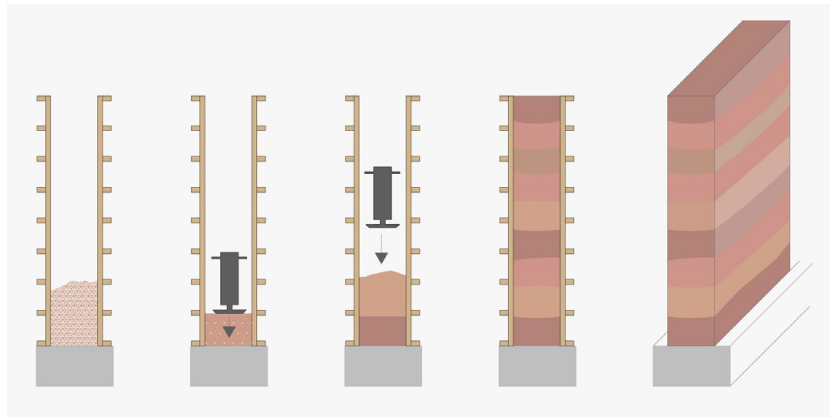


Abb. 131. Herstellung Stampflehmwand



*First panels and adjusting the end shutters*



*Ramming the second form*



*Lifting panels of the first form to the third one*



*Ramming the third form*



*Lifting panels of the second form to the fourth one*



*Ramming the fourth form*



*Ramming a corner wall in the first form*



*Adjusting panels of the second form of a corner wall*



*Lifting panels of the first form to the third one of a corner wall*



*Adjust panels of the third form of a corner wall*



*Lifting panels of the second form to the fourth one of a corner wall*



*Ramming the fourth form of a corner wall*



*Ramming a long wall in the second form*

### OBERFLÄCHENBEHANDLUNG STAMPFLEHM- UND CSEB WÄNDE

Um die Lehmkonstruktionen vor Witterungseinflüssen zu schützen und zusätzlich eine besondere Wand- und Fassadengestaltung zu erreichen, wird mit Putzen und Anstrichen natürlichen Ursprungs gearbeitet.

Schon in der traditionellen indischen Architektur wird im Lehm-bau oft mit Putzen und natürlichen Wandfarben gearbeitet. So soll auch die Oberflächenbehandlung von Innenwänden und Fassaden der Gebäude des Green Leaf Eco Retreats mit Lehm und Kalkputzen erfolgen. Diese können, wie auch der Großteil der anderen Baustoffe, direkt vor Ort hergestellt werden.

#### Lehmputz

Für die Herstellung der Lehmputze wird Sand, Schlick und Wasser mit einem eher geringen Anteil (5-12%) aufgearbeiteten, (je nach gewünschter Oberflächenstruktur - sehr fein gesiebten) Lehm gemischt. Da die Plastizität des Gemisches sehr von den Eigenschaften der Inhaltsstoffe (Wassergehalt, Grobkörnigkeit, etc.,) beeinflusst wird, gibt es kein Idealrezept für Lehmputze. Üblicherweise werden am Bauplatz mehrere Probe-Mischungen hergestellt und dann eine Probewand verputzt, so kann nach der Austrocknungszeit entschieden werden, welches Mischverhältnis ideal ist.

Der Putz wird dann, je nach Struktur, in Schichten von 1-6 cm aufgetragen. Die Grundfarbe des Putzes kann gegebenenfalls mit beigefügten Farbpigmenten verändert werden.<sup>86</sup>

---

86 Vgl. Minke, 2013

#### Kalkputz

Das Ausgangsmaterial für den Baukalk- Kalkgestein- wird in vielen Gebieten Tamil Nadus abgebaut und ist somit ein regionales Produkt, welches ohne weite Anlieferwege bezogen werden kann. Um Kalkputze oder Mörtel herzustellen, wird das Kalkgestein in Öfen gebrannt und anschließend gelöscht. Während des Brenn-vorgangs entweicht das Kohlenstoffdioxid und man erhält Calciumoxid (Brantkalk). Beim Löschen wird dem Calciumoxid Wasser beigegeben, wodurch es sich in Calciumhydroxid (Löschkalk) umwandelt, welcher sich dann schließlich mit dem Sauerstoff aus der Luft zu Calciumcarbonat verbindet. Zur Herstellung des Kalkputzes oder Mörtels wird der zuvor gewonnenen Löschkalk im gewünschten Mischungsverhältnis mit Sand und Wasser vermengt, bis er die benötigte Konsistenz zur Verarbeitung hat. Wegen der zum Abbinden benötigten Raumluft, nennt man Kalkputze auch Luftkalkmörtel. Kalkputze sind rein mineralische Wandputze und kommen ohne weitere Bindemittel aus. Die Grundfarbe des Kalkputzes ist weißlich bis deckend weiß, man kann aber so wie bei Lehmputzen auch mit Farbpigmenten arbeiten. Kalk weist alkalische Eigenschaften auf (hohen pH-Wert) und wirkt dadurch antiseptisch, außerdem wirken Kalkputzoberflächen quasi als Raumluftfilter: Die diffusionsoffenen Poren des Putzes nehmen Schadstoffe und Belastungen wie Kohlendioxid und Schwefeldioxid auf und bauen sie ab.<sup>87</sup>

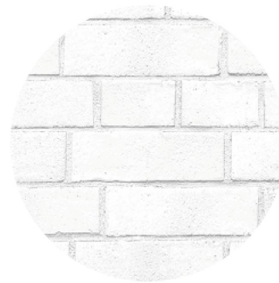
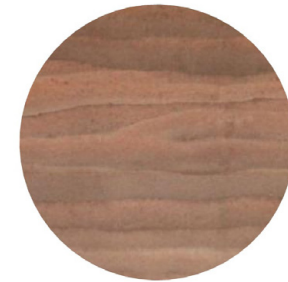
Die Stampflehmwände benötigen keine gesonderte Oberflächenbehandlung, die natürliche Farbgebung und Struktur soll erhalten bleiben. Um eventuelle Risse oder Absplitterungen auszubessern, kann aber auch sehr gut mit Lehmputzen gearbeitet werden.

---

87 Vgl. Kober Veronika 2015

---

Beispielhafte Darstellung gewählter Oberflächenfarben und Texturen.







Wie schon im vorhergegangenen Kapitel beschrieben, werden die Gebäude am Grundstück des Green Leaf Eco Retreats großteils aus Lehm und Lehmbaustoffen errichtet.

Es werden Konstruktionen geplant, welche die Lehmbautechniken Stampflehm- und Lehmziegelbau (CSEB) miteinander verbinden. So soll eine Verschmelzung aus traditionellen und modernen Bautechniken entstehen.

Im Sinne der Nachhaltigkeit und der Ressourcenschonung soll der Einsatz herkömmlicher Baumaterialien wie Stahl oder Beton auf ein Minimum reduziert werden.

So werden diese Baustoffe nur wenn konstruktiv benötigt, oder zur Verbesserung des statischen Systems eingesetzt.

Je nach Funktion und Lage der Bauten, werden unterschiedliche Konstruktionsformen angewandt. Die Gebäude für Verarbeitung und teile des Seminarbereichs werden nur passiv gekühlt und natürlich belüftet, was sich in einer offenen Bauform wieder spiegelt. Die Hotelbungalows und das Studentenheim werden zusätzlich mit Klimageräten oder ähnlichen aktiven Systemen gekühlt, somit ist eine massive Konstruktion erforderlich welche die im Außenbereich vorherrschende Hitze gut abschirmt.

### ALLGEMEINE KONSTRUKTIONSPRINZIPIEN CSEB WÄNDE

Wie schon im Kapitel Lehm- und Ziegelbau erklärt wird, können mit der Auram 3000 Ziegelpresse unterschiedlichste Ziegelformate hergestellt werden. (Abb. 132)

Die kompakten Lehmziegel werden zur Ausführungen von nicht-tragenden Wänden herangezogen oder auch als Vorsatzschale und Belüftungselemente vorgesehen.

Für Tragende Wände oder Stützen werden gelochte Ziegelformate verwendet die mit Bewehrungsstäben versehen und mit Beton ausgegossen werden. So wird die Stabilität, Tragfähigkeit und auch die Lastübertragung verbessert.

Ein weiteres wichtiges Element sind die U-Format Ziegel die bewehrt als Ringbalken fungieren und so dem Gebäude Stabilität verschaffen und eine Bewegung der Wand in horizontaler Richtung verhindern. Diese Ringbalken stellen die Erste und letzte Reihe der tragenden Lehmziegelwand dar. Die U-Formate werden auch als Zwischenschicht ausgeführt um Wasser und Stromleitungen horizontal zu führen.<sup>88</sup>

---

88

Vgl. auroville earth institute, 2018

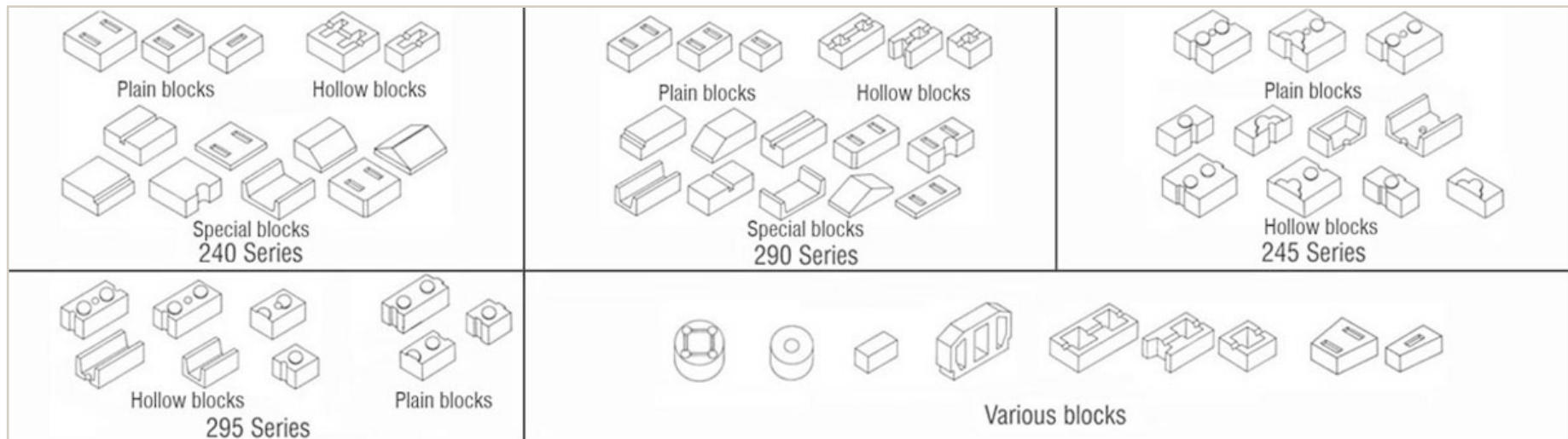


Abb. 132. Ziegelformate Auram 3000 Presse

# DARSTELLUNG GEWÄHLTER KONSTRUKTIONSFORMEN

CSEB - WAND TRAGEND - BEWEHRT

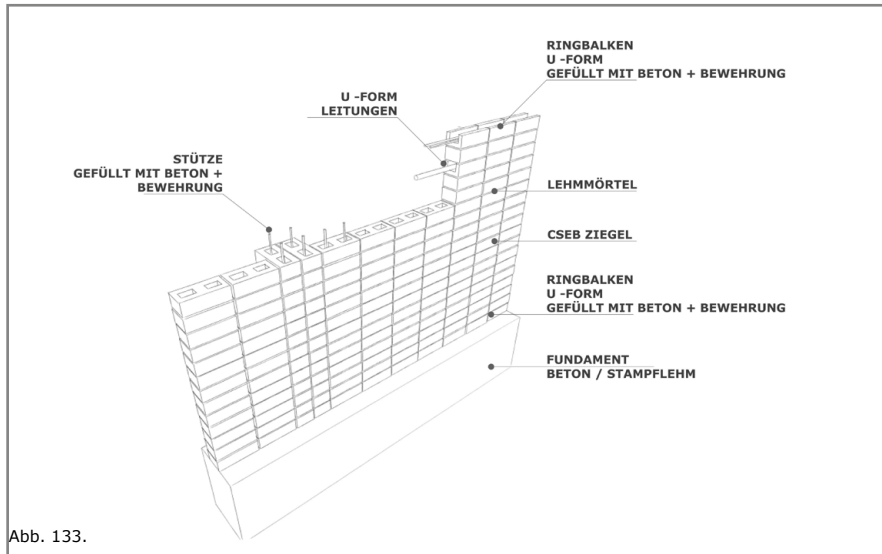


Abb. 133.

CSEB - WAND TRAGEND/INNENWAND

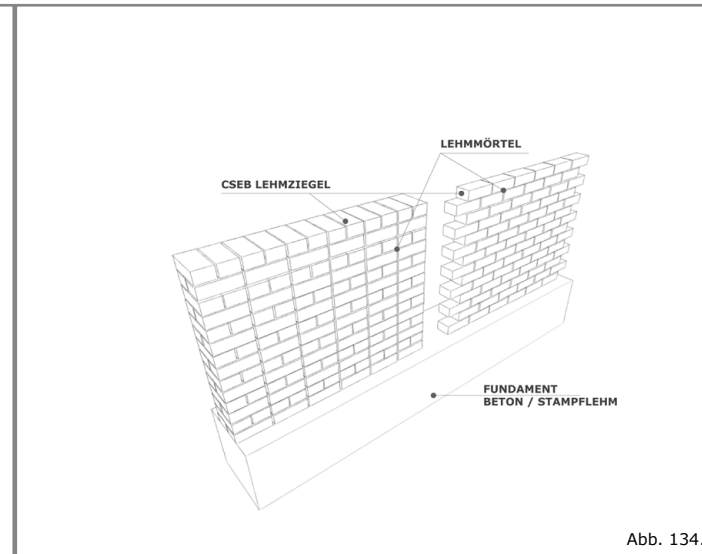


Abb. 134.

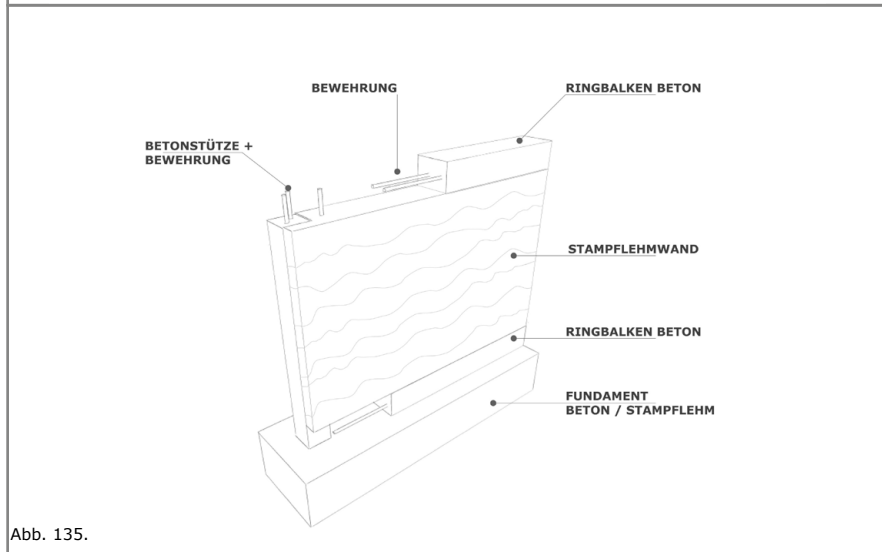


Abb. 135.

STAMPFLEHMWAND MIT BEWEHRUNG UND RINGBALKEN BETON

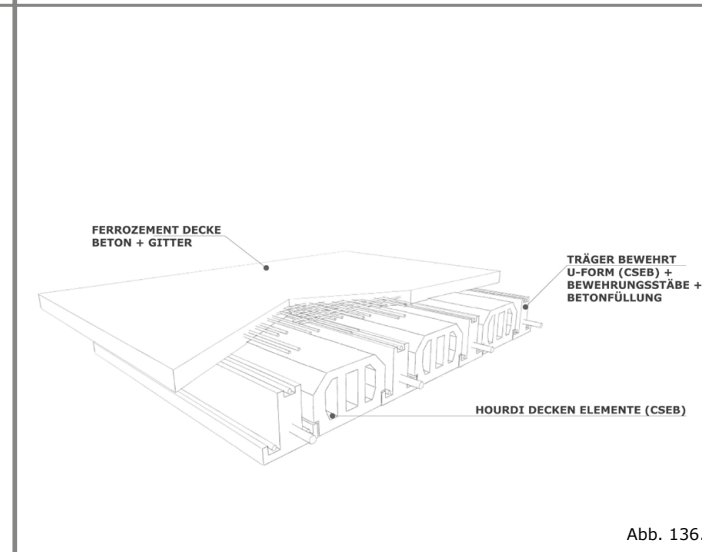


Abb. 136.

HOURDI DECKENELEMENT



EXEMPLARISCHER DETAILSCHNITT DURCH STAMPFLEHWAND UND DACH (BUNGALOW)

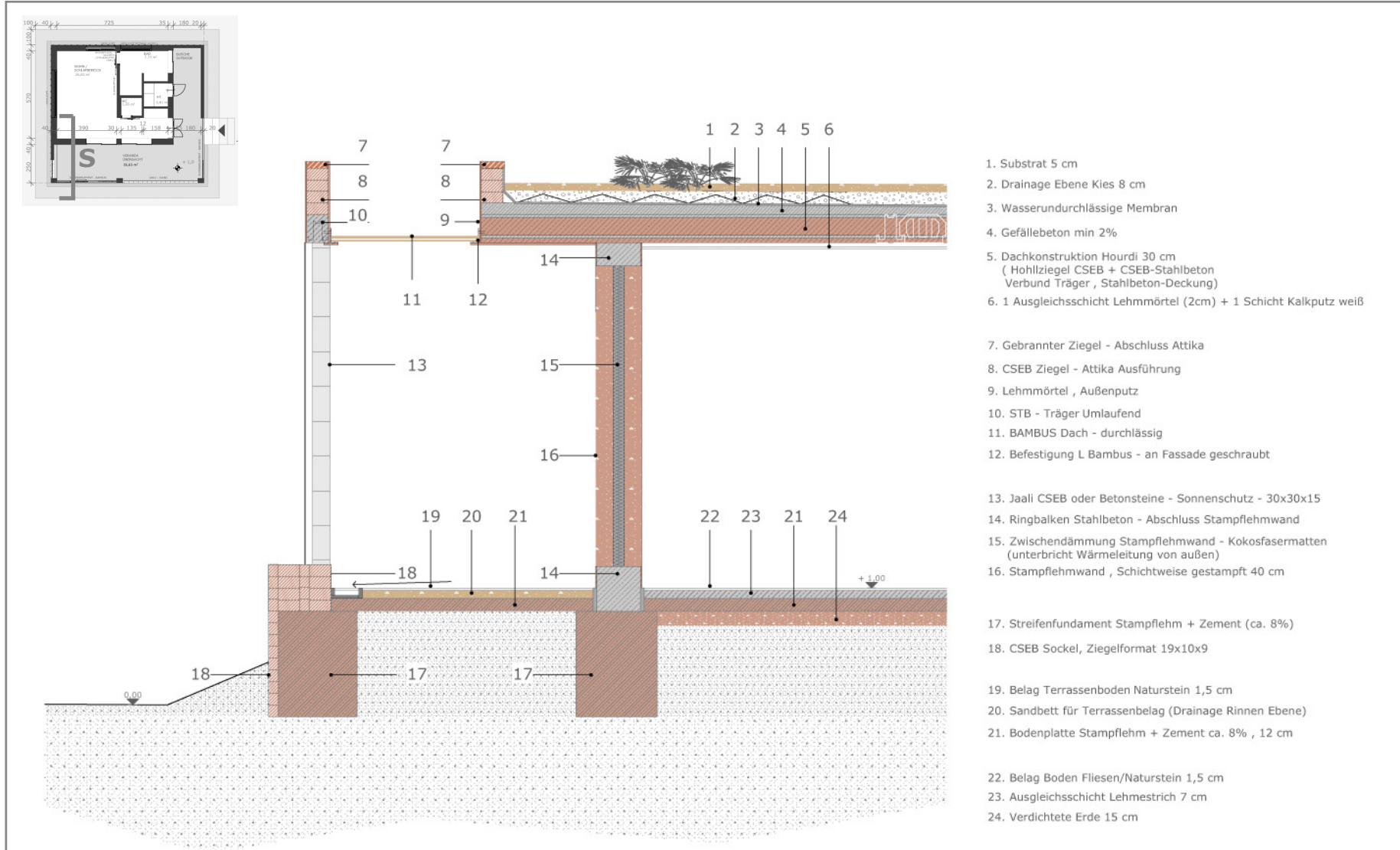


Abb. 137.

## BERECHNUNG UMWELTBELASTUNGEN / ENERGIEVERBRAUCH

Um die nachhaltige und ressourcenschonende Bauweise durch die Verwendung von Lehmbaustoffen zu verdeutlichen, werden hier Überschlagsrechnungen bezüglich Primärenergiegehalt und CO<sub>2</sub> - Emissionen der gewählten Konstruktionsformen im Vergleich zu herkömmlichen Baustoffen oder Konstruktionsformen erstellt. Als Beispielobjekt wird der kleine Hotelbungalow herangezogen.

Gewählte Baustoffkennzahlen und Werte Vgl. Abb. 139 und folgende Quellen :

[https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/studien/Bau-5\\_08012013-Web.pdf](https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/studien/Bau-5_08012013-Web.pdf)

[http://www.gesundes-haus.ch/files/content/ratgeber/oekobilanz/OekobilanzDATEN\\_2009\\_1\\_2016.pdf](http://www.gesundes-haus.ch/files/content/ratgeber/oekobilanz/OekobilanzDATEN_2009_1_2016.pdf)

	FUNDAMENT	GESAMTVOLUMEN WÄNDE m <sup>3</sup> (ÖFFNUNGEN NICHT BERÜCKSICHTIGT)	DECKE/DACH	BODENPLATTE
STAMPFLEHM	<b>Streifenfundamente aus Stampflehm mit 5% Zementanteil</b> Volumen gesamt : 19,4 m <sup>3</sup>	<b>STAMPFLEHMWÄNDE</b> Außenwände : 30,3m <sup>3</sup> Innenwände : 6,3m <sup>3</sup>  <b>RINGBALKEN STAHLBETON</b> Außenwände : 5,4 m <sup>3</sup>	<b>HOURDI - HOHLZIEGELDECKE (CSEB)</b>  Decke Ziegel : 15,3 m <sup>3</sup> Betonanteil : 6,0 m <sup>3</sup>	<b>STAMPFLEHM + 5% ZEMENT</b>  Volumen : 16,6 m <sup>3</sup>
CSEB	<b>Streifenfundamente aus Stampflehm mit 5% Zementanteil</b> Volumen gesamt : 10,4 m <sup>3</sup>	<b>CSEB WÄNDE</b> Außenwände : 18,81m <sup>3</sup> Innenwände : 6,3m <sup>3</sup>  <b>RINGBALKEN STAHLBETON</b> Außenwände : 1,68 m <sup>3</sup>	<b>HOURDI - HOHLZIEGELDECKE</b>  Decke Ziegel : 15,3 m <sup>3</sup> Betonanteil : 6,0 m <sup>3</sup>	<b>STAMPFLEHM + 5% ZEMENT</b>  Volumen : 16,6 m <sup>3</sup>
GEBRANNTES ZIEGEL	<b>Streifenfundamente aus Beton</b>  Volumen gesamt : 8,3 m <sup>3</sup>	<b>GEBRANNTES ZIEGEL IS (indischer Standard)</b>  Außenwände : 16,02m <sup>3</sup> Innenwände : 6,0m <sup>3</sup>	<b>HOURDI - HOHLZIEGELDECKE</b>  Decke Ziegel : 15,3 m <sup>3</sup> Betonanteil : 6,0 m <sup>3</sup>	<b>BETON</b>  Volumen : 10,3 m <sup>3</sup>

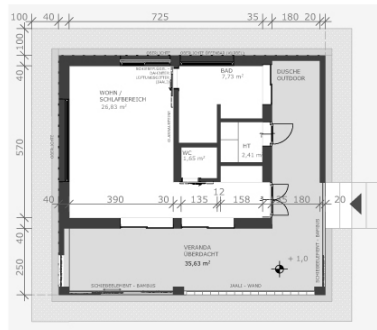
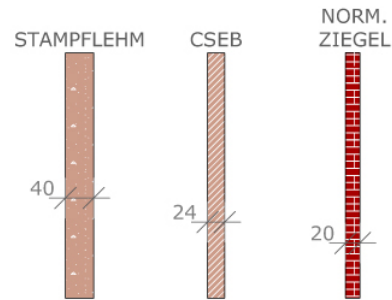


Abb. 138. Grundriss Bungalow + Verschiedene Wandausführungen



PEI ( kWh/m³)	BAUSTOFF
0 - 30	LEHM
5	STROHPLATTEN
300	HOLZ, INLÄNDISCH
800 - 1500	HOLZWERKSTOFFE
500 - 900	ZIEGEL / KLINKER
1700	ZEMENT
450 - 500	NORMALBETON
350	KALKSANDSTEIN
15 000	FLACHGLAS
63 000	STAHL
195 000	ALUMINIUM
7 600 - 13 100	POLYÄTHYLEN PE
13 000	PVC

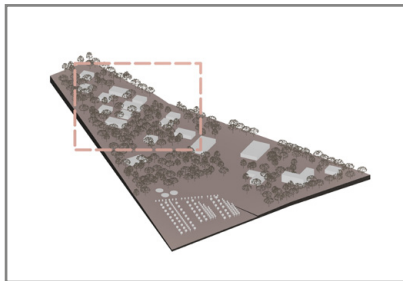
Abb. 139. Primärenergiebedarf Baustoffe

	GESAMTVOLUMEN NACH BAUSTOFFEN	CO2 EMISSIONEN CO2 Äquivalent (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	Primärenergiegehalt PEI nicht erneuerbar (kWh/m <sup>3</sup> )
<b>STAMPFLEHM</b>	<b>STAMPFLEHM: 72,6 m<sup>3</sup></b>	STAMPFLEHM: 72,6 m <sup>3</sup> x 9,7 kgCO <sub>2</sub> = 697 kgCO <sub>2</sub>	STAMPFLEHM: 72,6 m <sup>3</sup> x 30 kWh = 2178 kWh
	<b>CSEB: 15,3 m<sup>3</sup></b>	CSEB: 15,3 m <sup>3</sup> x 56,79 kgCO <sub>2</sub> = 868,9 kgCO <sub>2</sub>	CSEB: 15,3 m <sup>3</sup> x 175 kWh = 2677,5 kWh
	<b>BETON: 11,4 m<sup>3</sup></b>	BETON: 11,4 m <sup>3</sup> x 17,2 kg CO <sub>2</sub> = <u>196 kgCO<sub>2</sub></u>	BETON: 11,4 m <sup>3</sup> x 1764 kWh = <u>20 109,6 kWh</u>
		<b>1761,9 kgCO<sub>2</sub></b>	<b>24 965,1 kWh</b>
<b>CSEB</b>	<b>STAMPFLEHM: 27 m<sup>3</sup></b>	STAMPFLEHM: 27 m <sup>3</sup> x 9,7 kgCO <sub>2</sub> = 261,9 kgCO <sub>2</sub>	STAMPFLEHM: 27 m <sup>3</sup> x 30 kWh = 810 kWh
	<b>CSEB: 40,4 m<sup>3</sup></b>	CSEB: 40,4 m <sup>3</sup> x 56,79 kgCO <sub>2</sub> = 2294,7 kgCO <sub>2</sub>	CSEB: 40,4 m <sup>3</sup> x 175 kWh = 7070 kWh
	<b>BETON: 7,7 m<sup>3</sup></b>	BETON: 7,7 m <sup>3</sup> x 17,2 kg CO <sub>2</sub> = <u>132,5 kgCO<sub>2</sub></u>	BETON: 7,7 m <sup>3</sup> x 1764 kWh = <u>13 582,8 kWh</u>
		<b>2689,1 kgCO<sub>2</sub></b>	<b>21 462,8 kWh</b>
<b>GEBRANNT ZIEGEL</b>	<b>GEBRANNT ZIEGEL : 22,0 m<sup>3</sup></b>	GEBRANNT ZIEGEL : 22,0 m <sup>3</sup> x 547 kgCO <sub>2</sub> = 12 034 kgCO <sub>2</sub>	GEBRANNT ZIEGEL : 22,0 m <sup>3</sup> x 328 kWh = 7216 kWh
	<b>CSEB: 15,3 m<sup>3</sup></b>	CSEB: 15,3 m <sup>3</sup> x 56,79 kgCO <sub>2</sub> = 869,0 kgCO <sub>2</sub>	CSEB: 15,3 m <sup>3</sup> x 175 kWh = 2677,5 kWh
	<b>BETON: 24,6 m<sup>3</sup></b>	BETON: 24,6 m <sup>3</sup> x 17,2 kg CO <sub>2</sub> = <u>423,1 kgCO<sub>2</sub></u>	BETON: 24,6 m <sup>3</sup> x 1764 kWh = <u>43 394,4 kWh</u>
		<b>13 353,1 kgCO<sub>2</sub></b>	<b>53 287,9 kWh</b>





# HOTEL - BUNGALOWS



## RAUMPROGRAMM

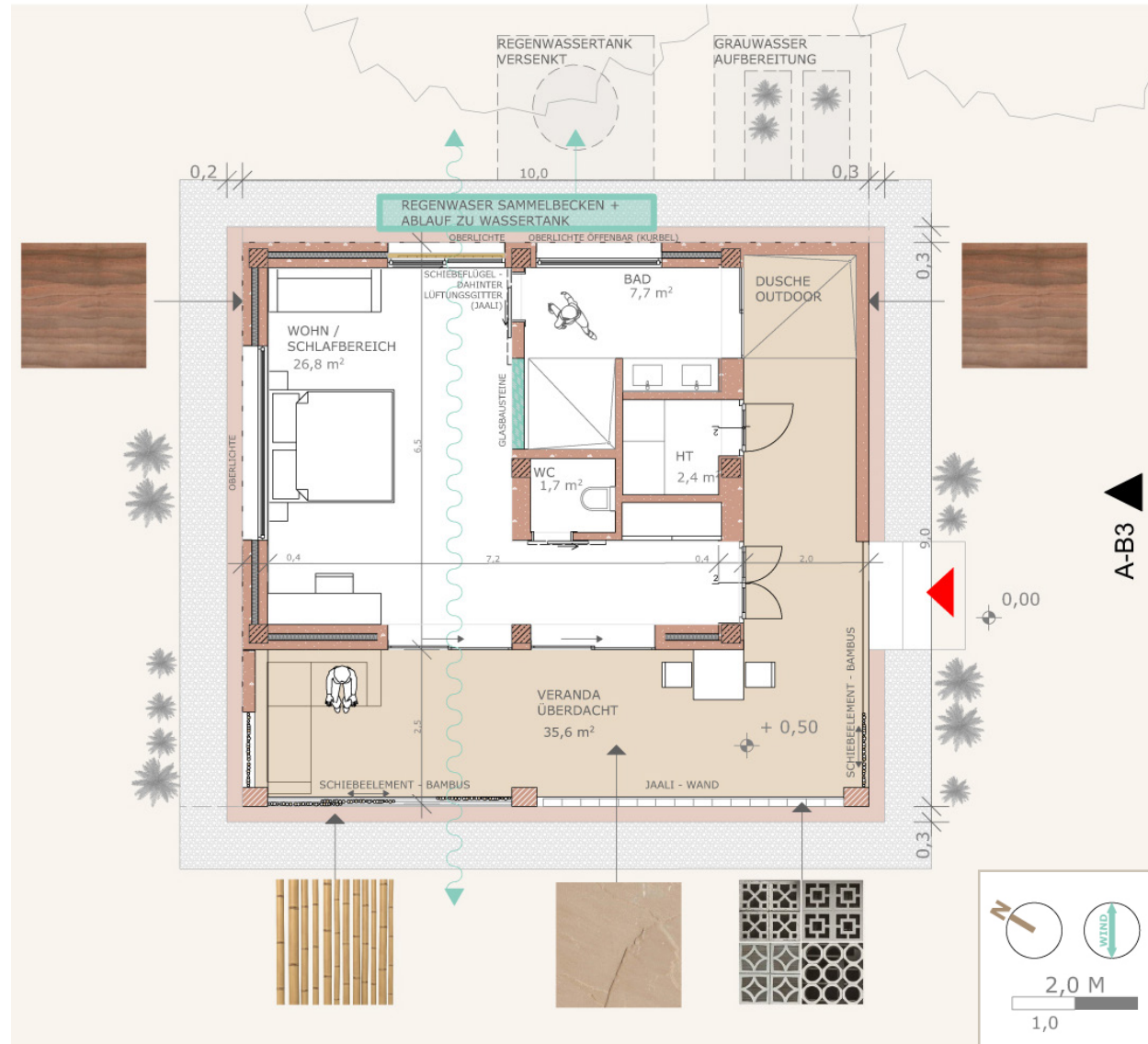
**BUNGALOW 2 PAX**  
NF INDOOR GES. : 36,21 m<sup>2</sup>

- WOHN / SCHLAFRAUM
- BAD
- WC
- VERANDA ÜBERDACHT 35,6 m<sup>2</sup>
- OUTDOORDUSCHE

**BUNGALOW 4-6 PAX**  
NF INDOOR GES. : 78,2 m<sup>2</sup>

- 2 x SCHLAFRAUM
- BAD
- WC
- WOHNKÜCHE
- VERANDA ÜBERDACHT 49,4 m<sup>2</sup>
- OUTDOORDUSCHE

GRUNDRISS BUNGALOW 1



## DACHDRAUFSICHT BUNGALOW 1



### FUNKTION

Die Bungalows werden als Apartments für Hotelgäste angeboten. Es befinden sich insgesamt 13 Bungalows am Gelände. Sie unterscheiden sich je nach Größe in 2 Pax und 4-6 Pax Bungalows.

### KONSTRUKTION

Die hier gewählte Konstruktion besteht hauptsächlich aus Stampflehmwänden. Ein begrüntes Flachdach und eine Hourdi Decke bilden den Dachabschluss. Als Sonnenschutz und zur Belüftung werden Jaali Elemente in verschiedenen Ausführungen und Materialien verwendet. Ebenfalls als Sonnenschutz bzw. als Überdachung der Veranda werden Bambusstäbe für Platten oder Schiebelemente genutzt.

Das ganze Gebäude ist auf einem Sockel, 50 cm über Geländeniveau gelagert.

### ENERGIE / WASSER

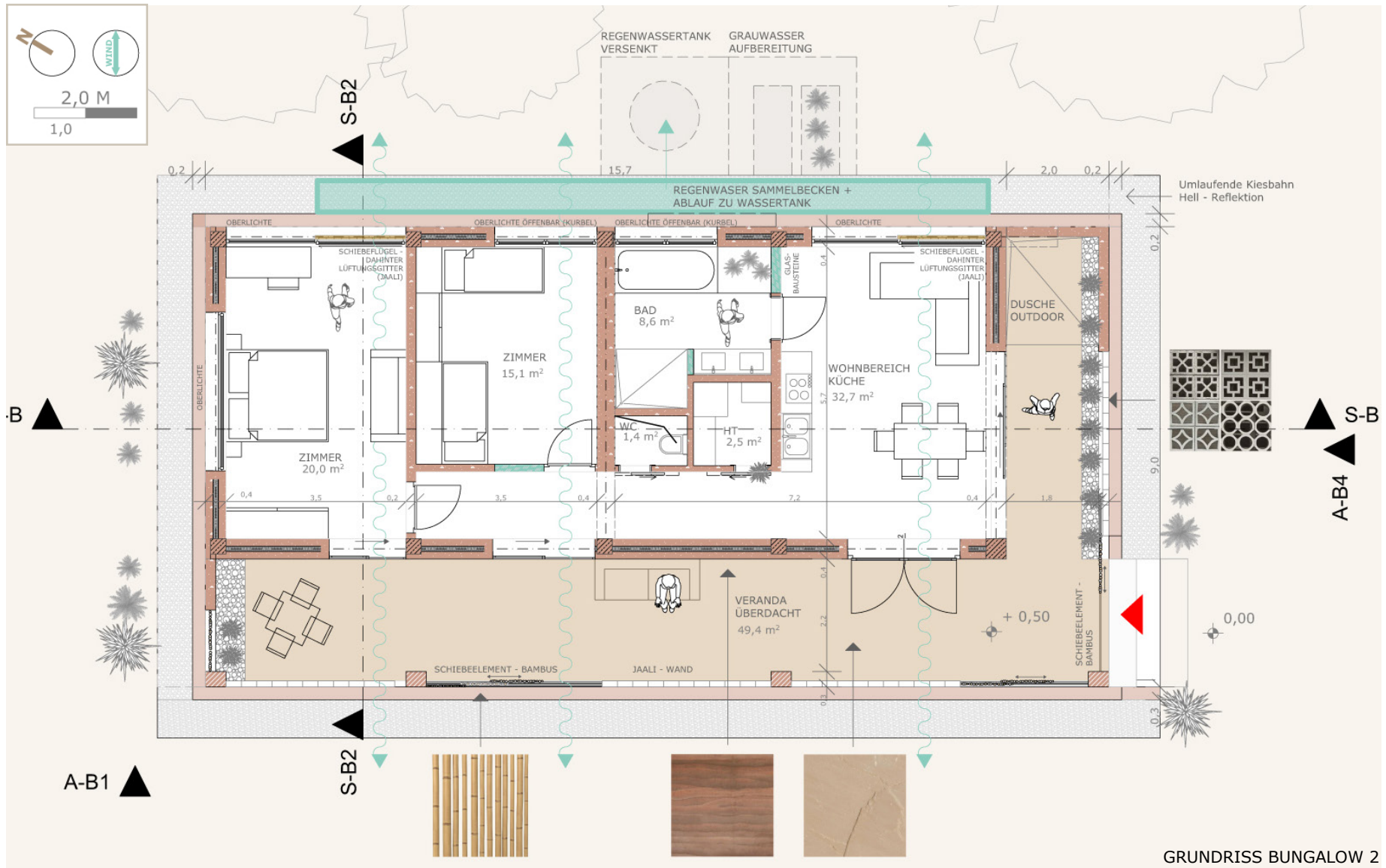
Photovoltaik Paneele und eine Solarheizung am Dach versorgen das Gebäude mit Strom und Warmwasser.

Regenwasser wird über das Dach gesammelt und in einen Tank geleitet, das anfallende Grauwasser aufbereitet.

Mittels einem Earth-Tube-Kühlsystem welches mit dem Regenwassertank verbunden ist wird gekühlte Außenluft in den Bungalow geleitet.

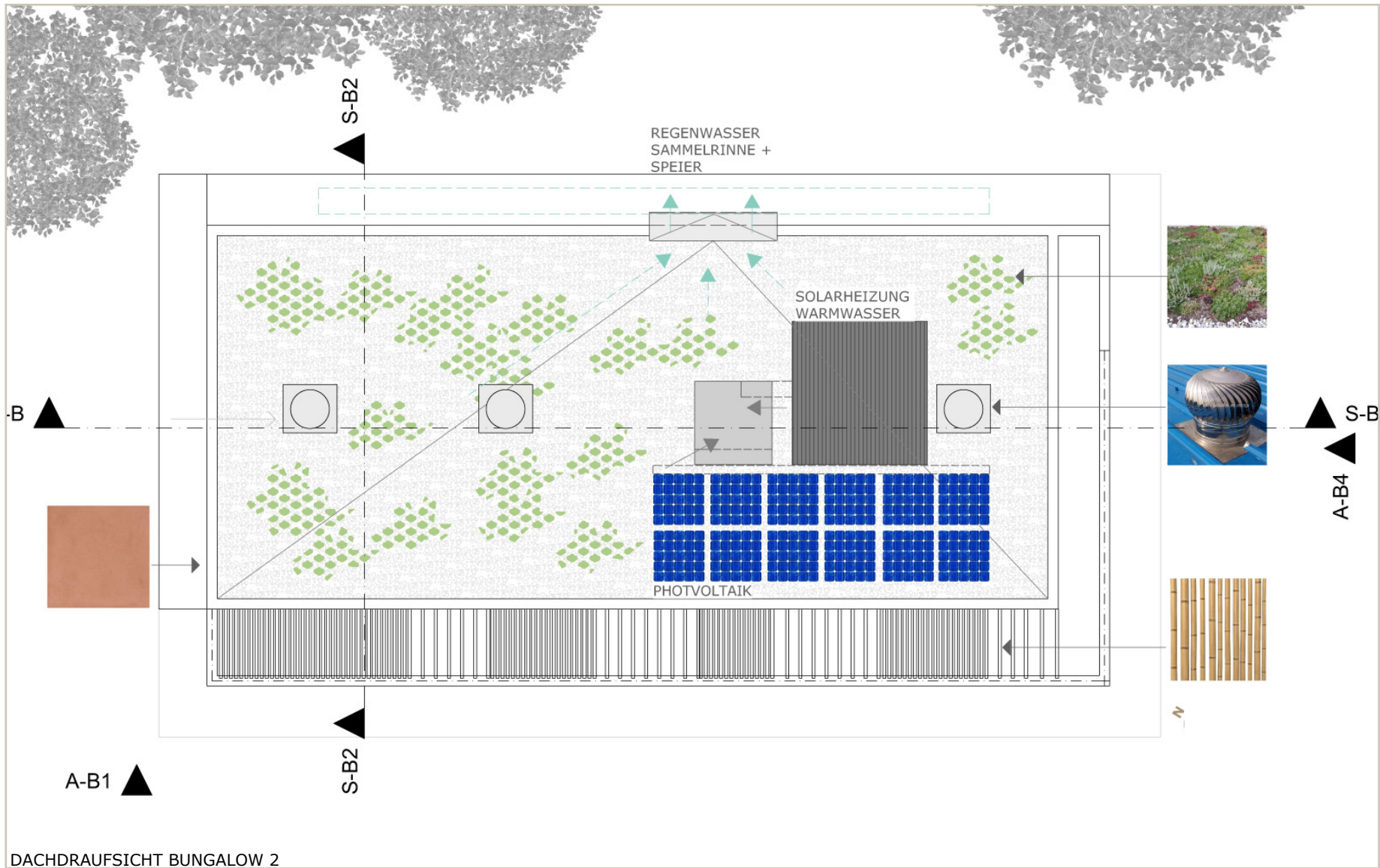
Ein Deckenventilator, der mit einem Windrad am Dach verbunden ist sorgt für eine Bewegung der Raumluft.

**HOTEL - BUNGALOWS**

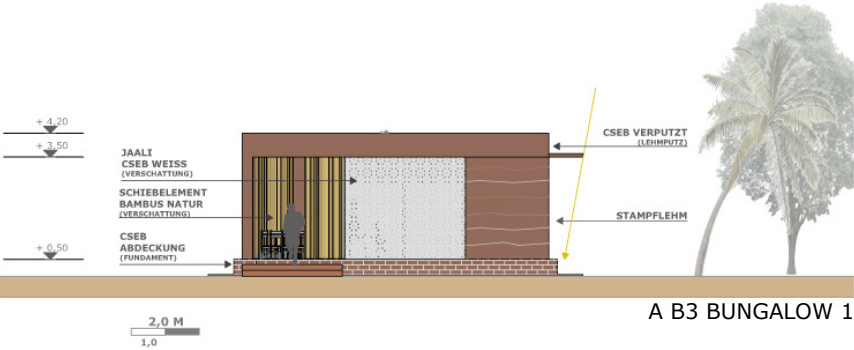


GRUNDRISS BUNGALOW 2





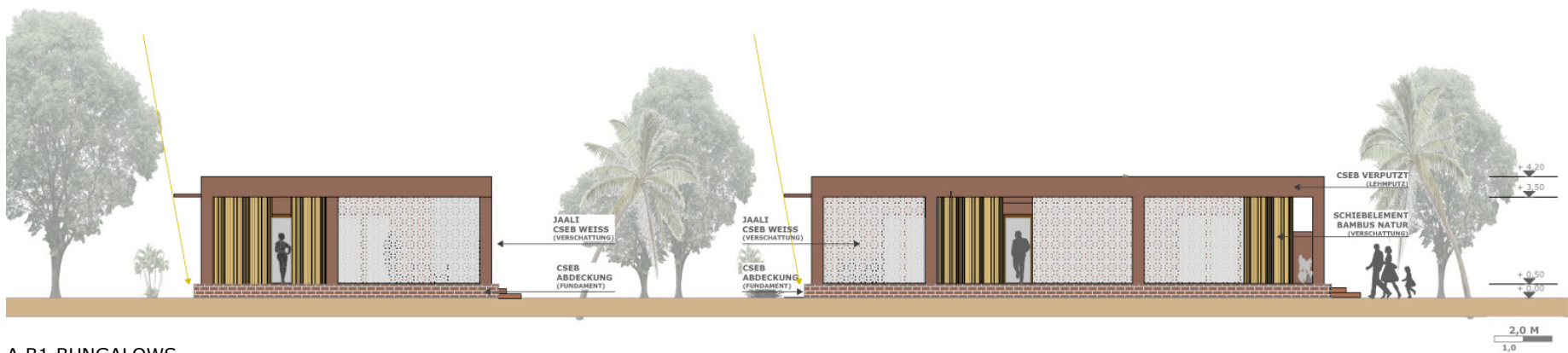
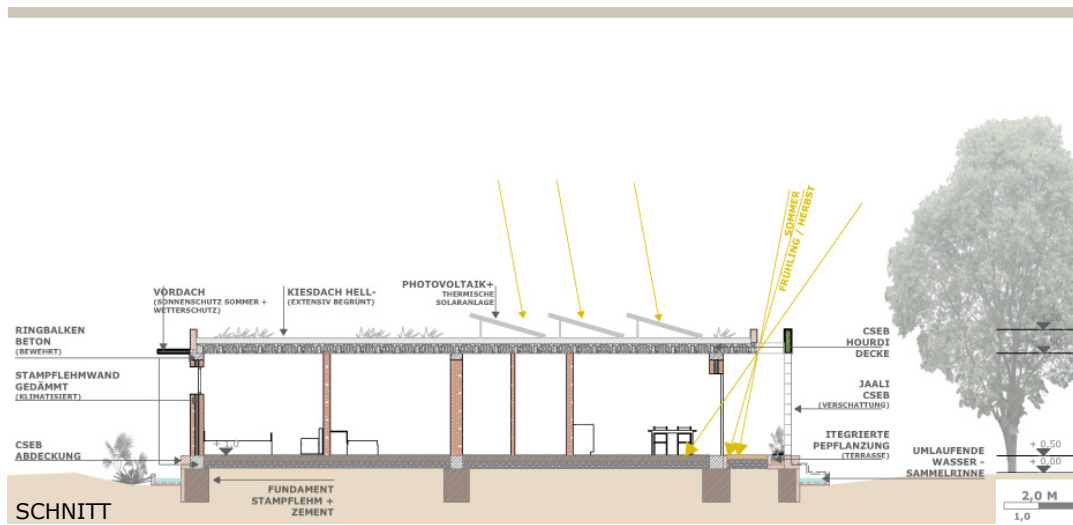
# HOTEL - BUNGALOWS



A B3 BUNGALOW 1

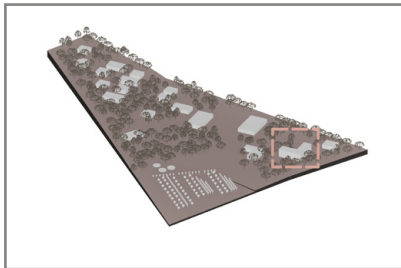


HINTERANSICHT BUNGALOWS



A B1 BUNGALOWS

# STUDENTENHEIM / SEMINARBEREICH



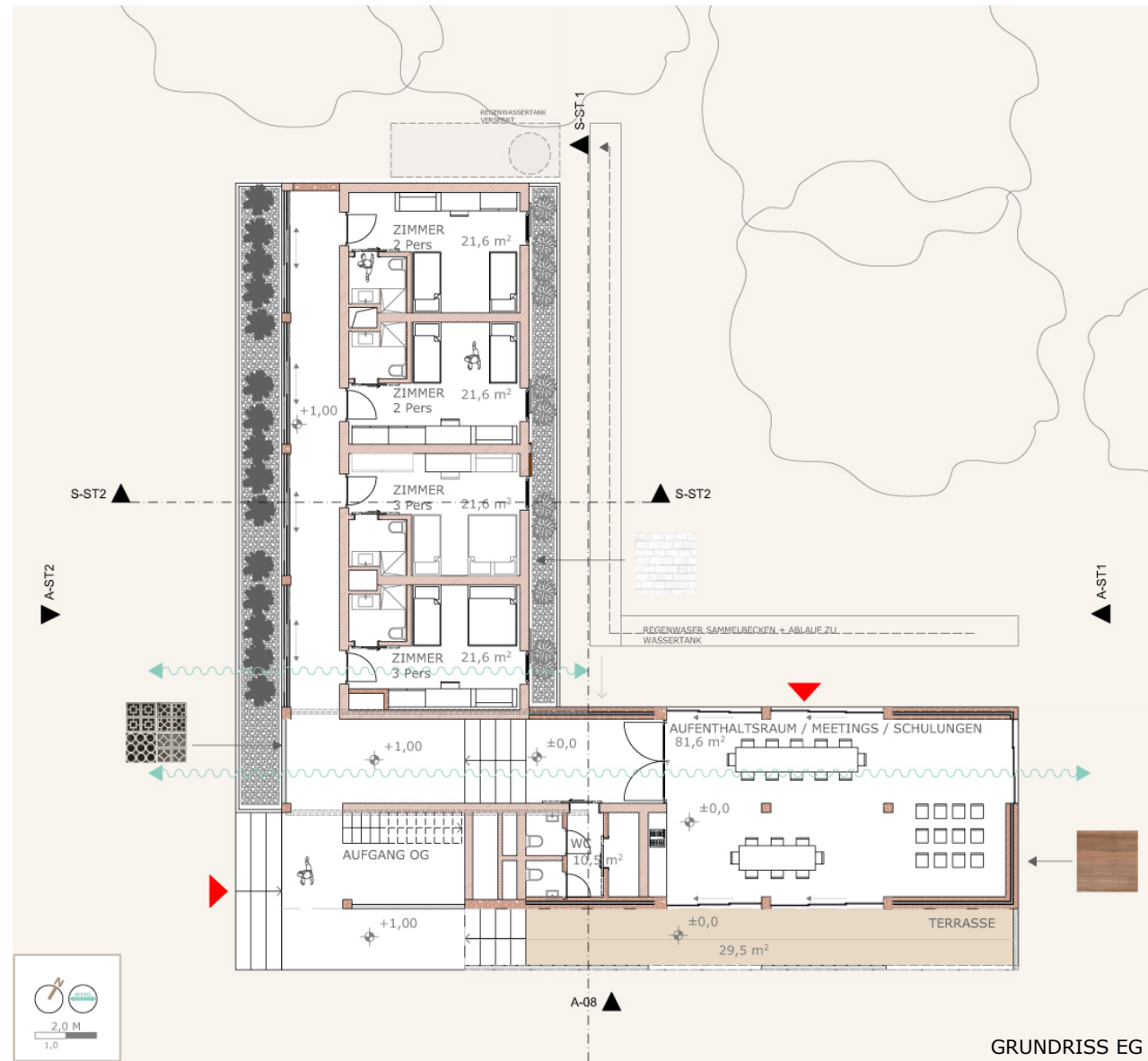
## RAUMPROGRAMM

**EG**  
GRUNDFLÄCHE GES. : 401,9 m<sup>2</sup>

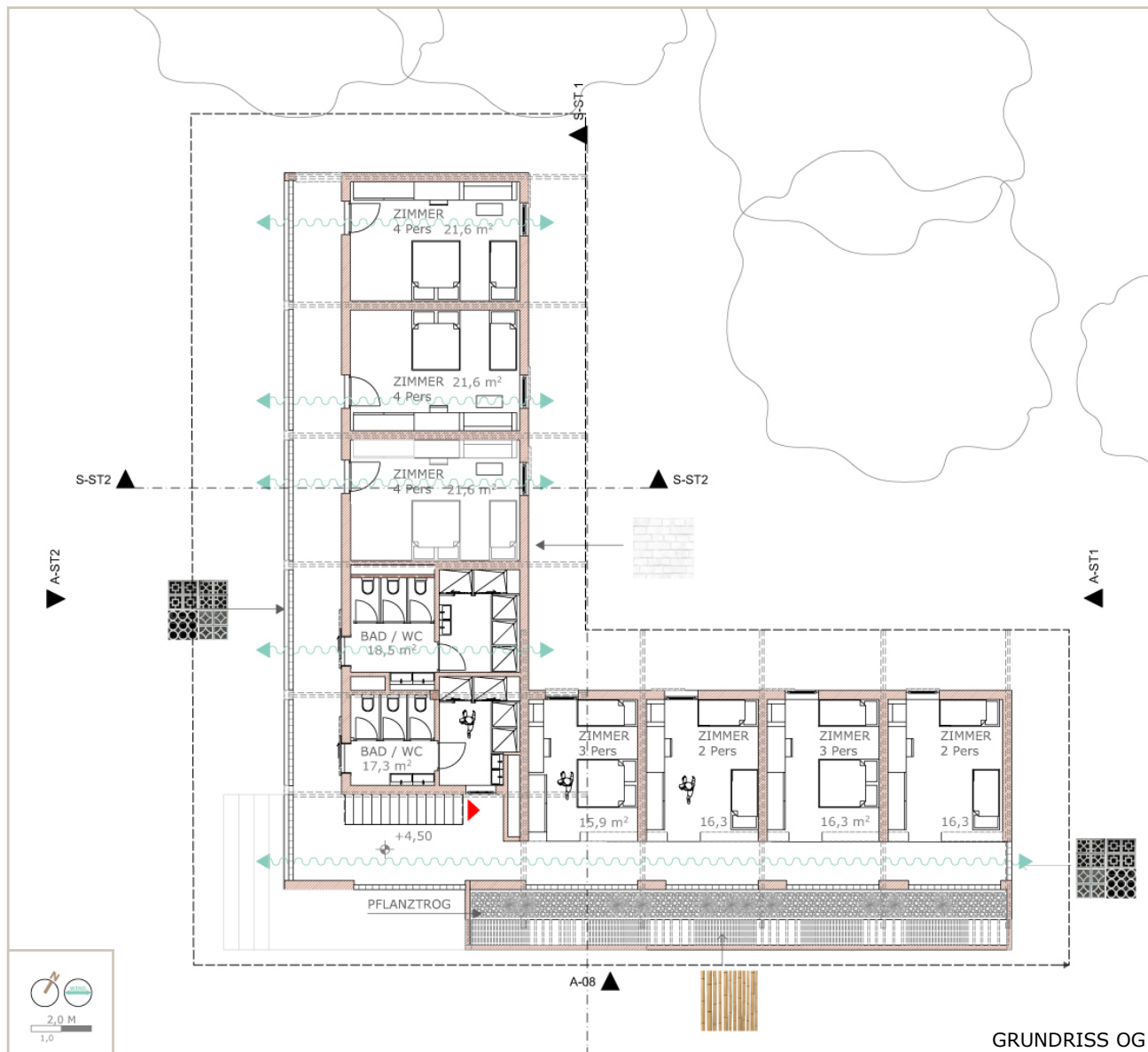
- SEMINARBEREICH
- WC
- ZIMMER
- TERRASSE

**OG**  
GRUNDFLÄCHE GES. : 351,5 m<sup>2</sup>

- ZIMMER
- GEMEINSCHAFTSBAD / WC



GRUNDRISS EG



## FUNKTION

Das Studentenheim ist als Seminarbereich und Beherbergungsstätte für Studenten und Seminarbesucher vorgesehen. Auf 2 Geschossen verteilt befinden sich insgesamt 11 Zimmer für bis zu 32 Personen.

## KONSTRUKTION

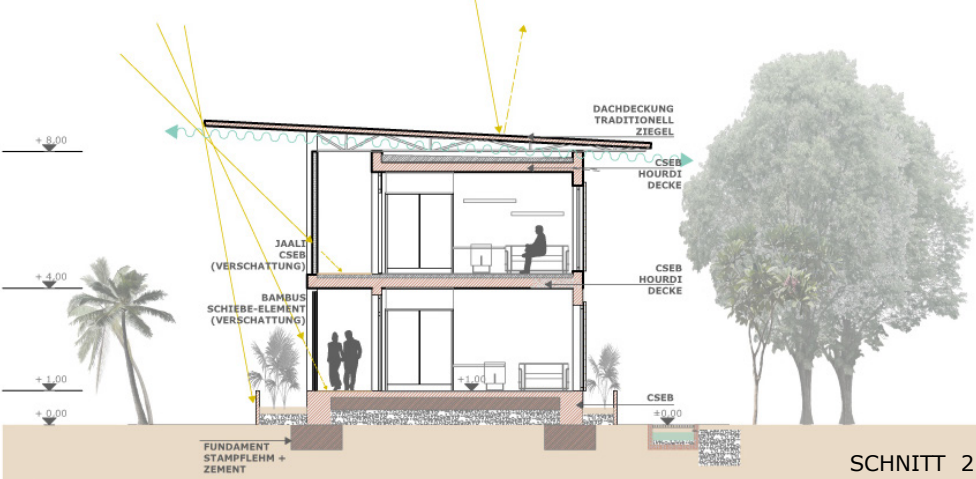
Die Konstruktion besteht aus tragenden CSEB Ziegeln die an den für die Statik erforderlichen Bereichen (Stützen, Unterzüge, etc.) zusätzlich mit einem Stahlbetonkern versehen sind. Der Seminarbereich im Erdgeschoss wird als Stampflehmabau ausgeführt. Da dieser Bereich nicht nur passiv sondern auch aktiv mittels Earth-Tube Kühlung oder Klimageräten gekühlt wird, soll eine Dämmschicht aus Kokosfasern in die Stampflehmwand eingebracht werden um eine bessere Kühlleistung zu erzielen. Die Decken werden mit Hourdi Ziegeln geformt, das weit überstehende Dach über dem 1.OG ist als traditionelles Ziegeldach konzipiert und wird auf eine Holz/ oder Bambus Unterkonstruktion aufgelegt. Als Sonnenschutz und zur Belüftung dienen auch hier Jaali Elemente und Bambus-Schiebeelemente. Die Überdachung der Terrasse des Seminarbereichs besteht aus Bambusstäben und einem Pflanztrog.

## ENERGIE / WASSER

Siehe Bungalows

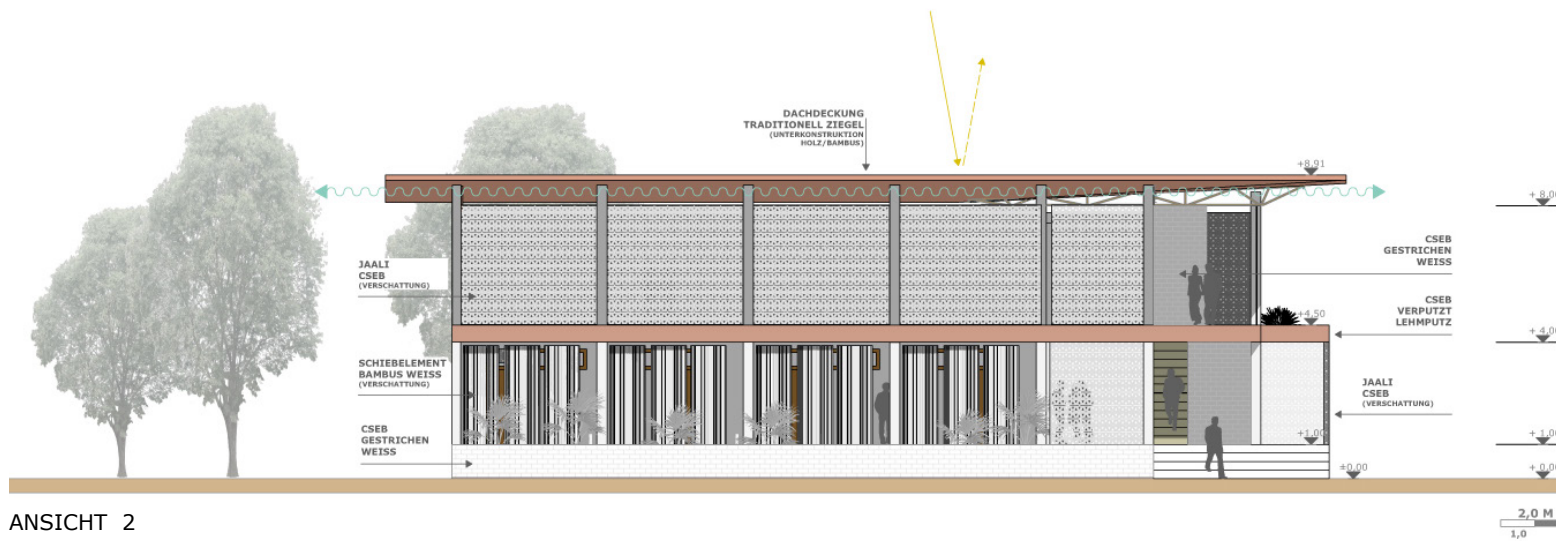
(Ausnahme :keine Windbetriebenen Deckenventilatoren)

# STUDENTENHEIM / SEMINARBEREICH



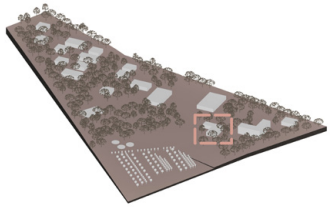


ANSICHT 1



ANSICHT 2

## VERARBEITUNG



### RAUMPROGRAMM

GRUNDFLÄCHE GES. : 292,3 m<sup>2</sup>

- KÜHLRAUM
- VERARBEITUNG
- LAGER
- KÜCHE
- WC / UMKLEIDE PERSONAL
- WÄSCHEREI
- SEMINARBEREICH ÜBERDACHT



### FUNKTION

Das Gebäude wird zur Verarbeitung von Landwirtschaftlichen Erzeugnissen, als Wäscherei, Umkleide für Personal sowie auch als Seminarbereich genutzt.

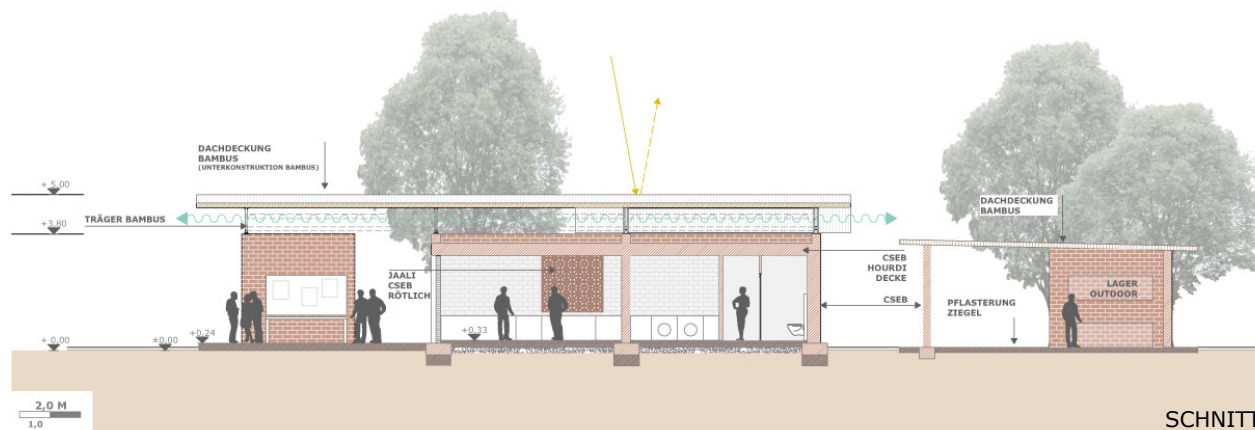
### KONSTRUKTION

Das Gebäude wird nur natürlich belüftet und passiv gekühlt, somit ist eine offene Konstruktion erforderlich, es werden CSEB Ziegeln und Jaali Steine aus CSEB verwendet. Der Deckenabschluss wird wie auch in den anderen Gebäuden als Houri Decke ausgeführt. Das überstehende Dach wird aus ineinander verkeilt Bambusstäben und einer Bambusunterkonstruktion geformt.

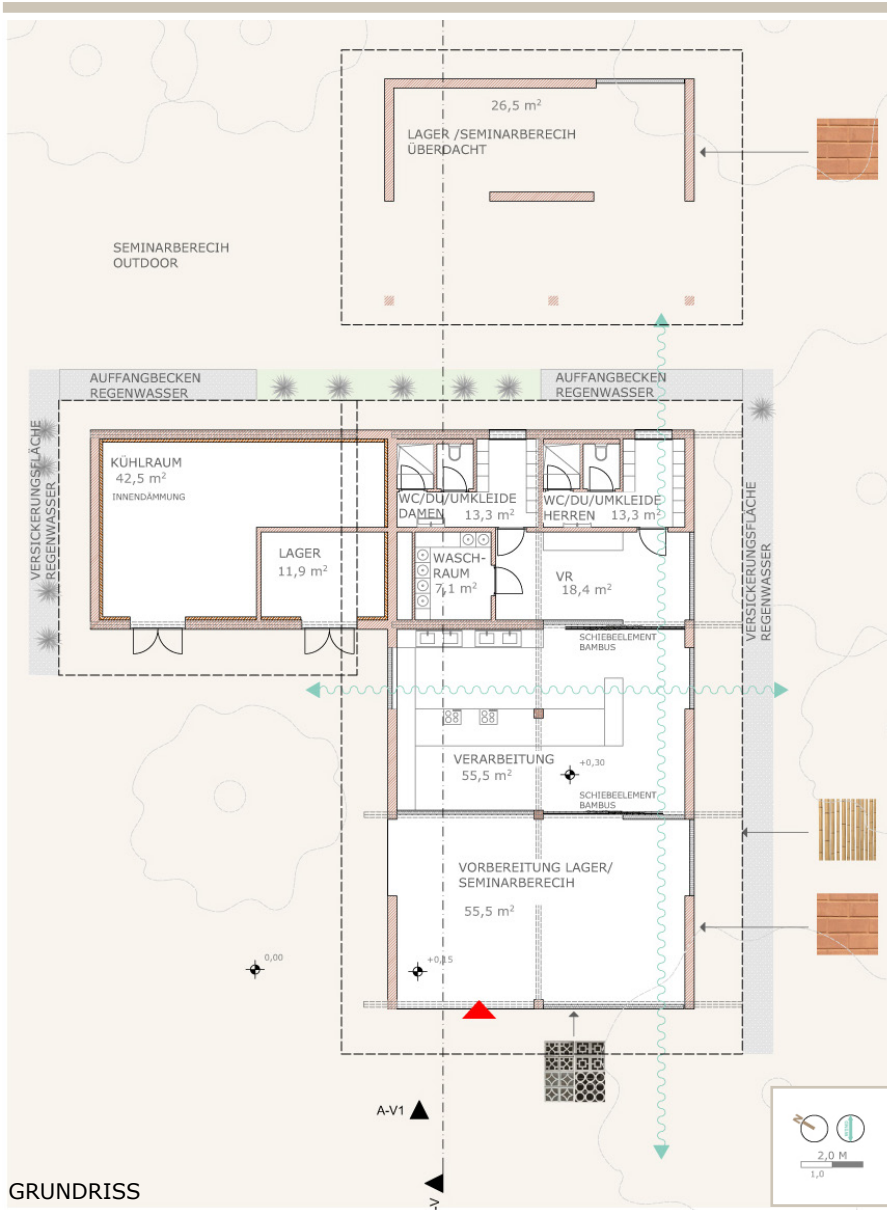
Da dieses Dach geneigt und von der Decke abgesetzt ist, schirmt es Regen und Sonne ab und lässt trotzdem eine natürliche Belüftung zu.

### ENERGIE / WASSER

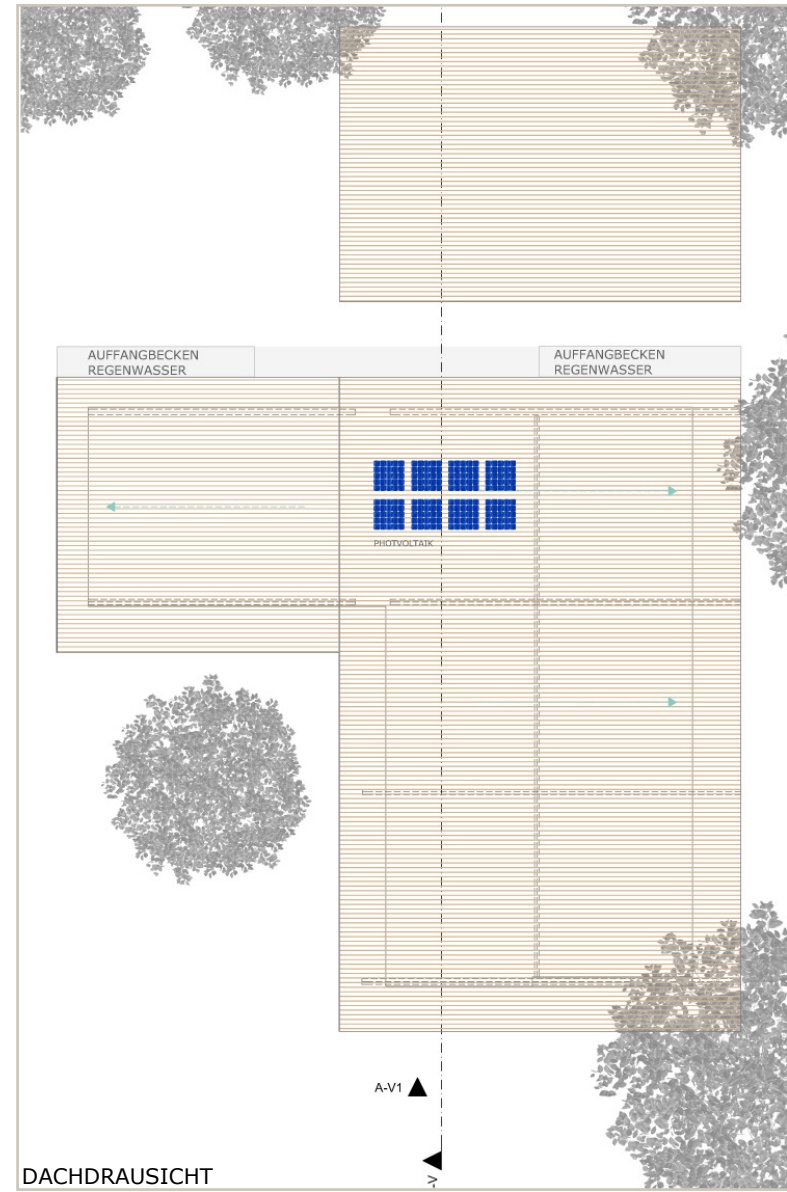
Regenwasser wird über die Dächer gesammelt und in einen Wassertank geleitet. Eine Solarheizung am Dach erzeugt Warmwasser.





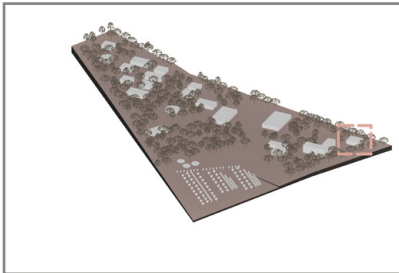


GRUNDRISS



DACHDRAUSICHT

## CAFÉ / SHOP



### RAUMPROGRAMM

GRUNDFLÄCHE GES. : 127,5 m<sup>2</sup>

- KÜCHE
- BAR / THEKE
- WC
- SHOP
- SITZBEREICH INDOOR
- SITZBEREICH OUTDOOR



### FUNKTION

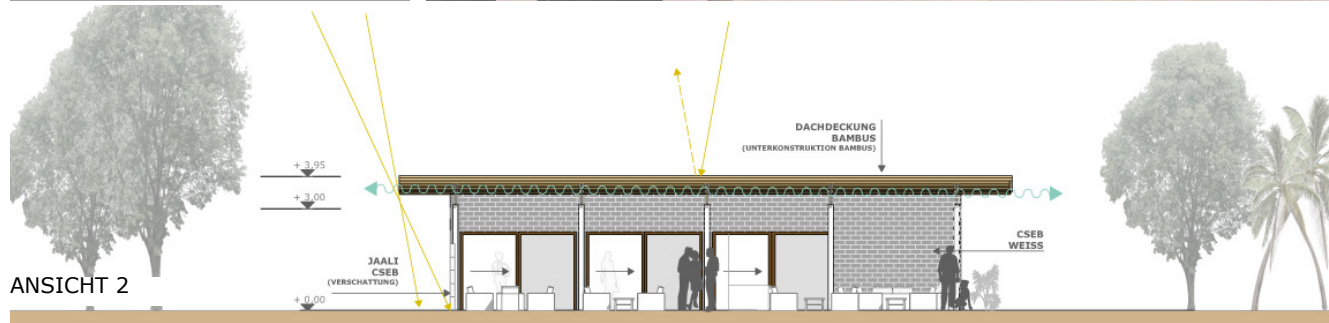
Das Café und der dazugehörige Shop ist, am südlichsten Ende des Grundstücks gelegen, nicht nur für Hotelgäste und Seminarbesucher sondern auch für Auroville Bewohner zugänglich.

### KONSTRUKTION

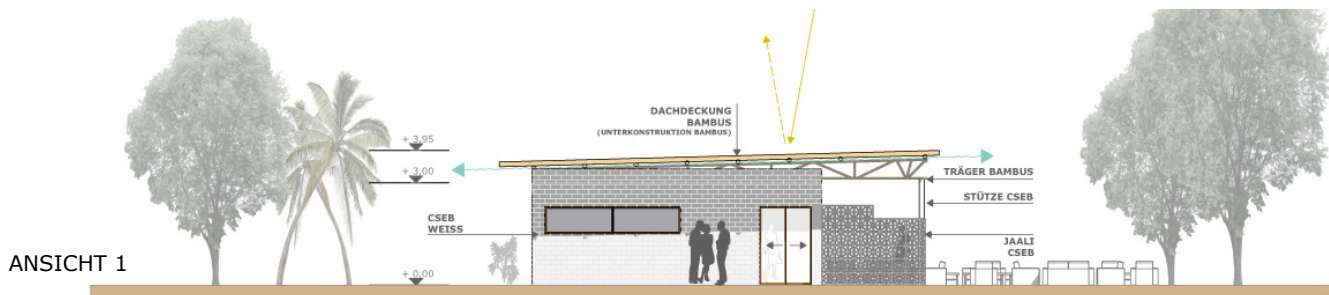
Die Konstruktion des Gebäudes besteht aus tragenden CSEB Ziegeln, einer Hourdi Decke und einem überstehenden und aufgeständerten Bambusdach.

### ENERGIE / WASSER

Regenwasser wird über die Dächer gesammelt und in einen Wassertank geleitet. Eine Solarheizung am Dach erzeugt Warmwasser. Photovoltaik Paneele am Dach generieren Strom.

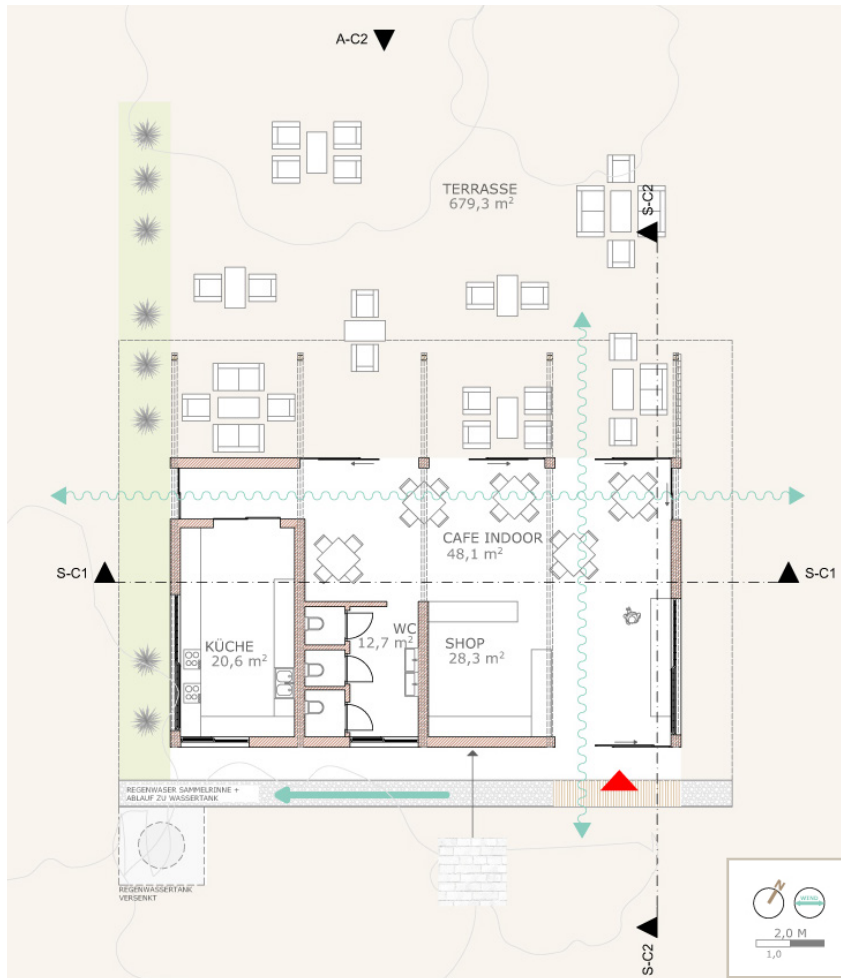


ANSICHT 2

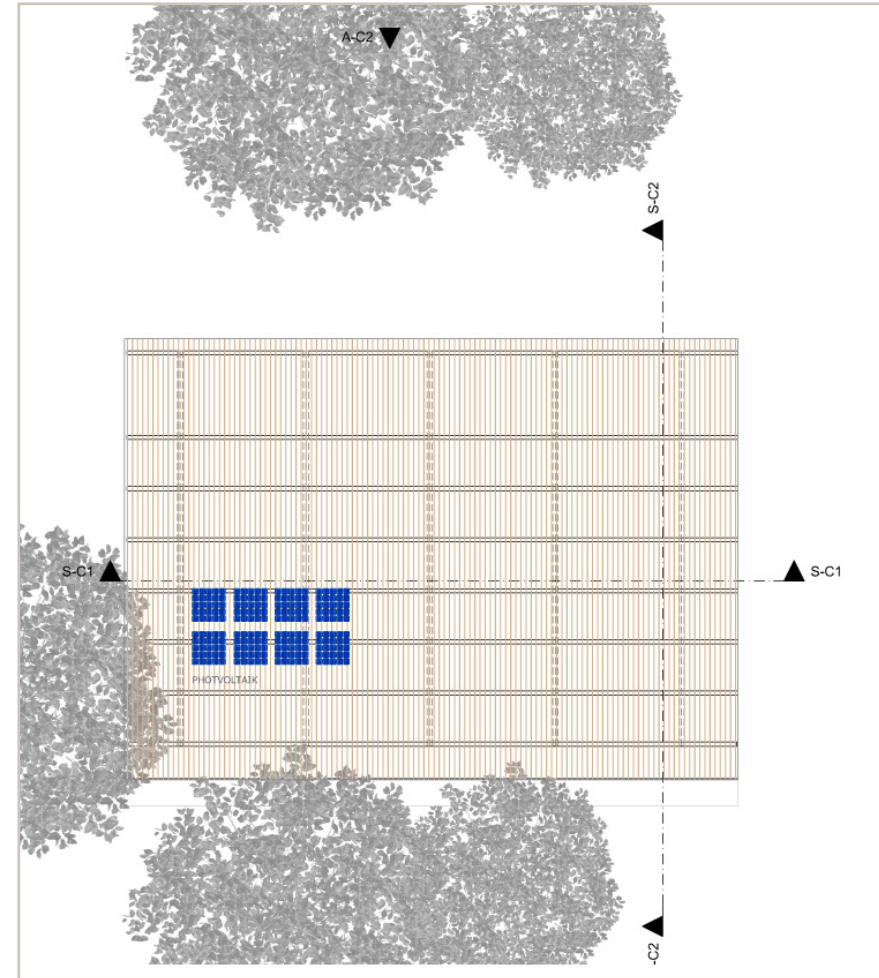


ANSICHT 1

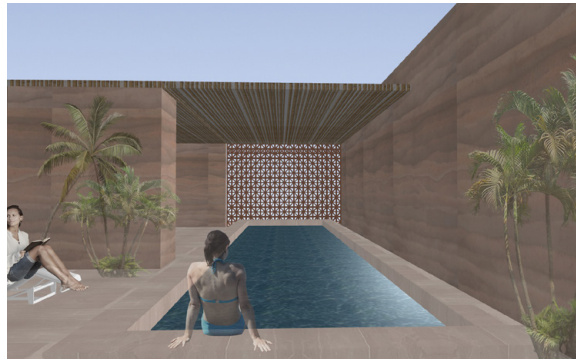
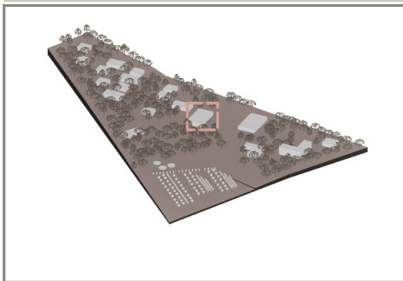
GRUNDRISS EG



DACHDRAUFSICHT



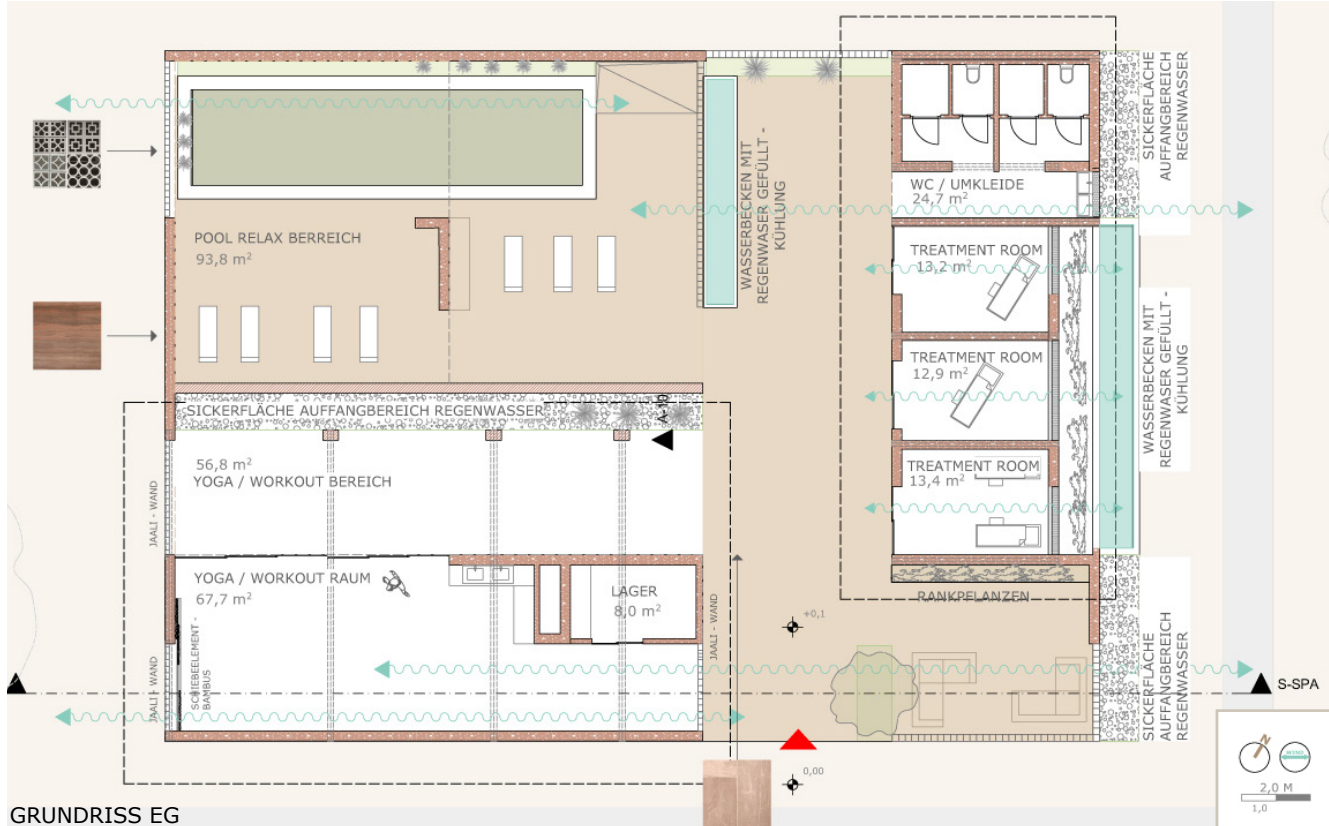
# SPA

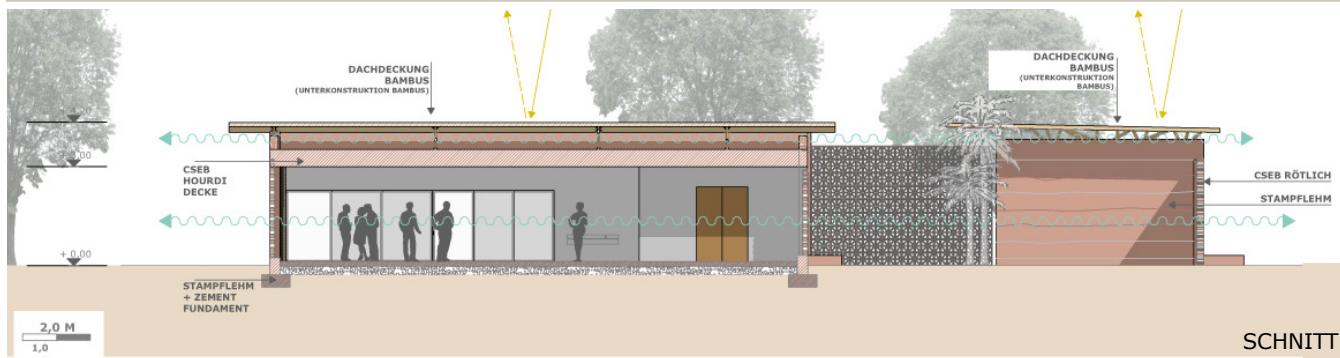


## RAUMPROGRAMM

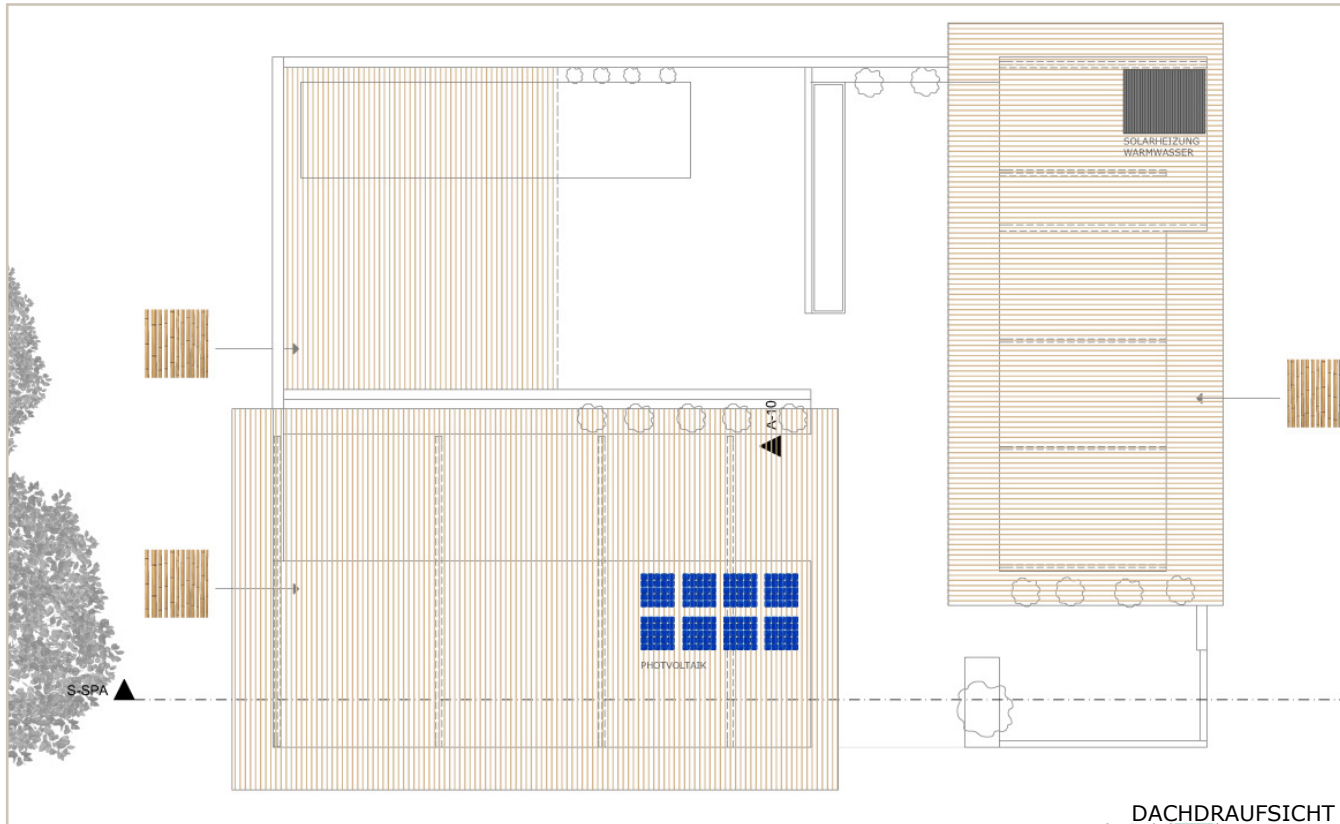
GRUNDFLÄCHE ÜBERDACHT : 338,6 m<sup>2</sup>

- POOL
- YOGA / WORKOUTBEREICH
- WC / UMKLEIDE
- BEHANDLUNGSRÄUME
- LAGER
- DUSCHEN OUTDOOR





SCHNITT



DACHDRAUFSICHT

## FUNKTION

Das Spa ist Teil des Hotelkomplexes und für Hotelgäste zugänglich. Ein kleiner Pool, Behandlungsräume sowie ein Yoga- und Workoutbereich sind in dem Spa integriert.

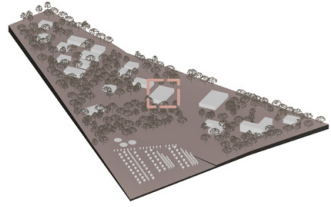
## KONSTRUKTION

Die Konstruktion des Gebäudes besteht hauptsächlich aus Stampflehmwänden. Das Gebäude wird nur passiv gekühlt. Hierzu werden Wandöffnungen und Jaali Elemente eingesetzt. Das überstehende Dach der umbauten Bereiche wird als Bambusunterkonstruktion mit Bambusdeckung, wie bei Café und Verarbeitung, ausgeführt. Das Pool ist teilweise mit einem durchlässigen Palmdach gedeckt. Dies soll eine intensive Sonneneinstrahlung verhindern.

## ENERGIE / WASSER

Regenwasser wird über die Dächer gesammelt und in einen Wassertank geleitet. Dieser Tank versorgt das Pool sowie auch kleine Wasserbecken, die als Kühlelemente eingesetzt werden.

## REZEPTION



### RAUMPROGRAMM

GRUNDFLÄCHE GES. : 428,5 m<sup>2</sup>

- REZEPTION
- VERWALTUNG
- KÜCHE
- FRÜHSTÜCKSRaum
- VERANDA
- WC
- TERRASSE



### FUNKTION

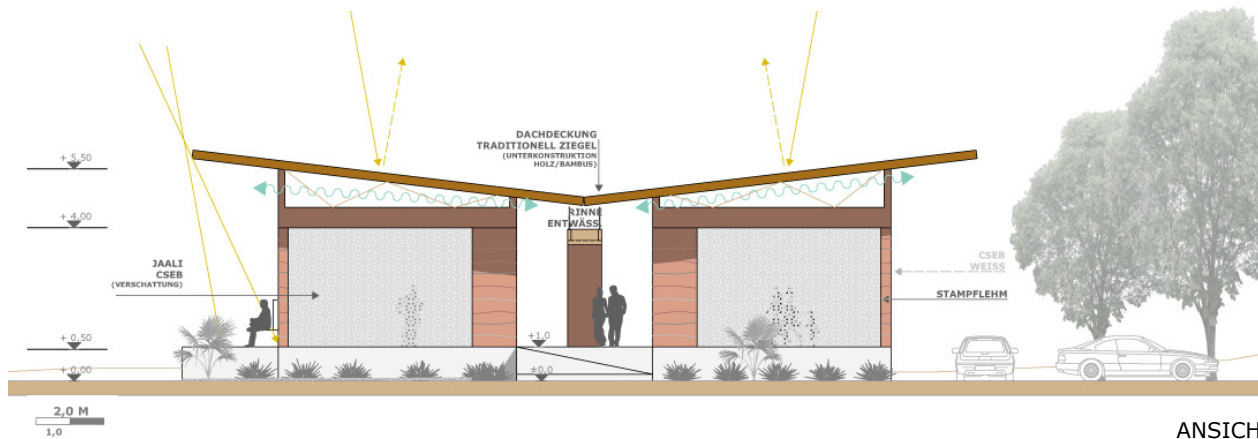
Das Rezeptionsgebäude ist gleichzeitig das Hauptgebäude des Hotelkomplexes und somit Aufenthaltsbereich für Hotelgäste und Personal. Es ist an den Besucherparkplatz angeschlossen und bildet so den Ankunftsbereich für Hotelbesucher. Die Erschließung erfolgt über eine Rampe (vom Parkplatz ausgehend) sowie Treppen im hinteren Bereich. Die Räume für Rezeption und Verwaltung bilden mit der Hotelküche und dem Frühstücksraum das Zentrum des Hotelbetriebs.

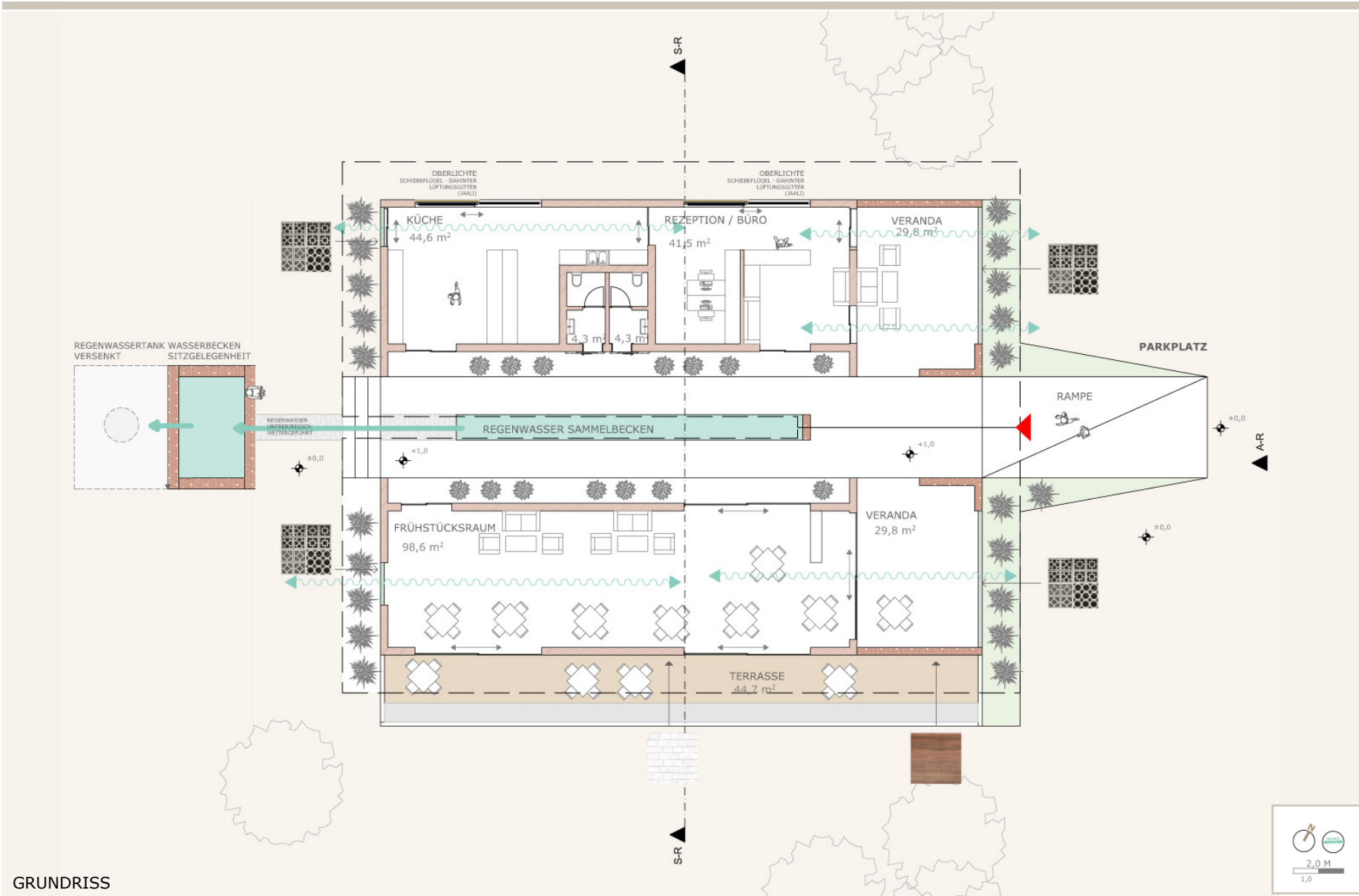
### KONSTRUKTION

Die Konstruktion des Gebäudes besteht hauptsächlich aus tragenden CSEB Ziegeln, der Verandabereich aus Stampflehmwänden. Das ganze Gebäude ist auf einem Sockel gelagert, die Fußbodenoberkante liegt ca. 1 m über Geländeneiveau. Die Decken werden als Hourdi Decken ausgebildet. Das steil geneigte Dach wird auf CSEB Ziegeln und einer Unterkonstruktion aus Holz gelagert. Die Dachdeckung erfolgt nach traditionellem Vorbild mittels gebrannten Ziegeln.

### ENERGIE / WASSER

Regenwasser wird über die Dächer gesammelt und in einen Wassertank geleitet. Eine Solarheizung am Dach erzeugt Warmwasser. Photovoltaik Paneele generieren Strom.











Der Begriff „Permakultur“ wurde erstmals von dem Australier Bill Mollison in seinem 1978 erschienenen Buch „Permaculture One“ verwendet. Er setzt sich aus den zwei Begriffen „permanent“ und „agriculture“ zusammen. Mollison beschreibt in diesem Buch, gemeinsam mit David Holmgren, eine Vision von menschlichen Lebensräumen die sich stabil und ökologisch verträglich gestalten lassen. Ihrer Meinung nach war es schon damals wichtig aufzuzeigen, dass die Gesellschaft bei ihrer Suche nach einem gehobenen Lebensstandard allmählich das Gefühl für Verhältnismäßigkeit verliert. Bill Mollison reist jahrelang in verschiedenste Teile der Welt und versucht seine Konzepte zu verbreiten, sowie neue Erkenntnisse und Erfahrungswerte im Bereich der nachhaltigen Agrarwirtschaft und einer nachhaltigen Lebensweisen zu sammeln. 1978 gründete er das Institut für Permakultur, das sich der Verbreitung der Permakultur in Bildung, Forschung und konkreter Umsetzung widmet. Im Jahr 1981 wurde Mollison mit dem alternativen Nobelpreis (Right Livelihood Award) ausgezeichnet.<sup>89</sup>

Laut Graham Bell, dem Autor des Buches „Permakultur praktisch“, ist der Begriff „Permakultur“ ein neuer Name für einen schon sehr alten Prozess. Schon in vielen Kulturen war das Wissen vorhanden, dass Ressourcen die verschwenderisch und ausbeuterisch genutzt werden irgendwann zur Neige gehen. Die Anwendung der Grundprinzipien der Permakultur sollen bei jedem Projekt, egal welchen Maßstabs, eine Verbindung zwischen Architektur, Landschaftsgestaltung, Landwirtschaft, Energiekreisläufen sowie Sozialem Handeln schaffen. Dadurch können ganzheitliche Entwicklungskonzepte für Landwirtschaftliche Betriebe, Grundstücke, Stadtteile bis hin zu ganzen Regionen erarbeitet und umgesetzt werden.

---

89 Vgl. Bell, 2006

Einige Prinzipien der Permakultur<sup>90</sup> :

### Eine optimale Anordnung der Elemente

Jedes Element (Haus, Teich, Wege, Pflanzen, etc.) soll so platziert werden, dass möglichst viele nützliche Querverbindungen entstehen.

### Jedes Element erfüllt mehrere Funktionen

Jedes Element sollte so ausgewählt und platziert werden, dass es so viele Funktionen wie möglich erfüllen kann. Ein gutes Beispiel dafür ist der Teich, er kann als Wasserspeicher, als Löschteich, als Tiertränke, als Lebensraum für Wasserpflanzen und Tiere, sowie auch als Reflektor für Sonnenlicht oder Badeteich dienen. Jede wichtige Funktion wird von mehreren Elementen getragen: Wichtige Grundbedürfnisse wie Wasser, Nahrung, Energie oder Schutz sollten auf zwei oder mehr Arten erfüllt werden. Wenn ein Element ausfällt, sind andere Elemente da, welche die gleiche Funktion erfüllen.

z.B.: Wasserversorgung durch eigenen Brunnen oder Quelle, Wasserleitung und Regenswassersammelsysteme.

### Effiziente Energieplanung

Alle Elemente eines Systems werden so platziert, dass Energie gespart wird. Dies kann durch funktionale Zonierungen und Sektorplanung eines Grundstückes erzielt werden. Sonne, Schatten Wind und kurze Wege sind hier zu beachten.

### Nutzung biologischer Ressourcen:

Wo immer möglich, werden biologische Ressourcen (Pflanzen und Tiere) eingesetzt, um Energie zu sparen oder Aufgaben zu erfüllen.

---

90 Vgl. Scheidl, 2013



Abb. 140. Konzept -Kreislauf Permakultur

## LANDSCHAFTSGESTALTUNG GRUNDSTÜCK

Im Sinne des Permakultur- Gedankens, wird bei der Landschaftsgestaltung am Grundstück des Green Leaf Eco Retreats ein Hauptaugenmerk auf die Schaffung von Energie- und Wasserkreisläufen, sowie auf den schonenden Umgang mit der Bestandsvegetation gelegt.

Die Bestandsbäume sollen erhalten bleiben und durch Neupflanzungen zu einem dichteren vegetativen Gefüge wachsen. (Siehe Folgeseite) Dies ist essenziell um das Grundstück weitläufig natürlich zu beschatten und somit das Mikroklima am Gelände zu verbessern und die intensive Sonneneinstrahlung zu verringern. Die Bestandsbäume an der westlichen Grundstücksgrenze müssen gefällt werden um Platz für die neu angelegte Verbindungsstraße zu schaffen, welche eine Umfahrung des Grundstücks ermöglicht und so auch eine bessere Anbindung der Nachbarsiedlungen an die Hauptstraße schafft.

Ein Wegenetz, aus großteils mit Naturstein gepflasterten Wegen, soll die Erschließung der Gebäude und Hotelbungalows ermöglichen. Lediglich im südlichen Grundstücksteil sowie beim Parkplatz und Eingangsbereich der Hotelrezeption werden befahrbare asphaltierte Wege vorgesehen.

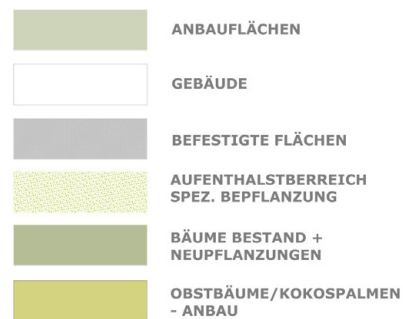


Abb. 141. Landschaftskonzept Grundstück



Abb. 142. Baumbestand Grundstück aktuell (google maps 2017)

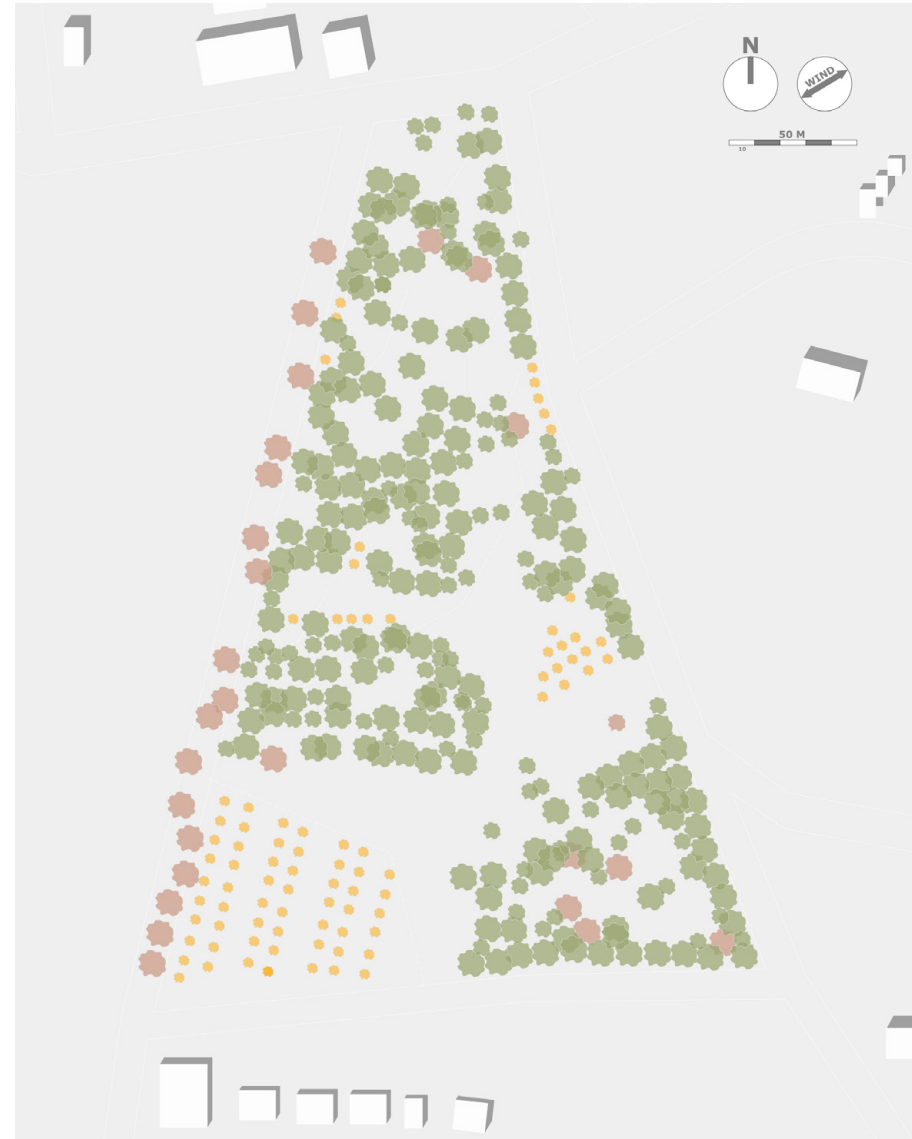


Abb. 143. Baumbestand, Abbruch, Neupflanzungen

## ANBAUFLÄCHEN

Ein wichtiger Teil des Gesamtkonzepts des Green Leaf Eco Retreats besteht aus der schrittweisen Bewirtschaftung der unbegrünten Flächen des Grundstücks.

Durch großflächig angelegte Anbauflächen im südlichen Teil, sowie kleinere Flächen die am gesamten Grundstück verteilt zu finden sind, soll eine landwirtschaftliche Nutzung des Geländes und somit ein Stück weit eine Selbstversorgung des Green Leaf Eco Retreats ermöglicht werden.

Von, in Tamil Nadu heimischen Obstbäumen wie, Papaya, Mango und Guave, über Kokospalmen bis hin zu Getreide, Reis und Gemüse soll eine durchmischte und ganzjährige Kultivierung dafür sorgen, dass die Hotelgäste und Seminarbesucher versorgt werden können. (Siehe Abb.147)

Um verschiedene traditionelle, indische Techniken der Pflanzenaufzucht und Kultivierung aus dem Gebiet rund um Auroville zu erlernen und weiterzugeben wird ein öffentlich zugänglicher Verarbeitungs-/Seminarbereich nahe der Anbauflächen angedacht. Dort können die Bewohner Aurovilles sowie auch die Bewohner der umliegenden Dörfer, Hotelgäste und Studenten gemeinsam an Projekten arbeiten und an Seminaren teilnehmen. Bevor die Bepflanzung der großen Anbauflächen erfolgt, soll der Bereich als Ort zur Herstellung der Lehmbaustoffe für den Bau der Gebäude dienen und der gezielte Abbau der lehmhaltigen Erde gleichzeitig eine, für die Kultivierung und Bewässerung wichtige, Terrassierung des Geländes schaffen. (Siehe Abb.145)



Abb. 144. Grundriss Anbauflächen



Abb. 145. Darstellung Schrittweise Nutzung Anbaufläche

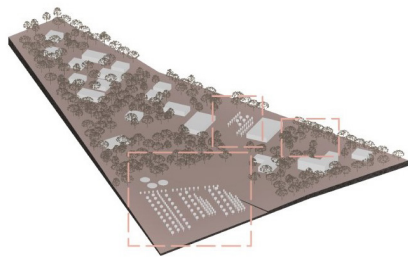


Abb. 146. Icon Anbauflächen



Abb. 147. Darstellung Obst/Gemüse/Getreideanbau

## ÖFFENTLICHE BEREICHE UND SITZELEMENTE

Um die begrünten Bereiche der Hotelanlage nutzen zu können und diese attraktiver zu gestalten, werden Bereiche mit Wasserbecken und Sitzelementen versehen.

Die Sitzelemente werden aus Stampflehmwänden und CSEB Steinen gebaut und sollen als Schattenspender und Rückzugsort dienen. Mit einem Dach aus Bambus oder Palmblättern wird der Sitzbereich vor Sonnenstrahlen geschützt, eine zusätzliche Kühlung wird durch schattenspendende Pflanzen sowie kleinen Wasserbecken gewährleistet, die mit dem Regenwasserspeichersystem am Grundstück verbunden sind.



Abb. 148. Ansicht Sitzelement

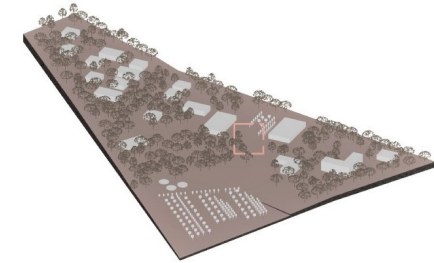


Abb. 149. Icon Lage Sitzelement

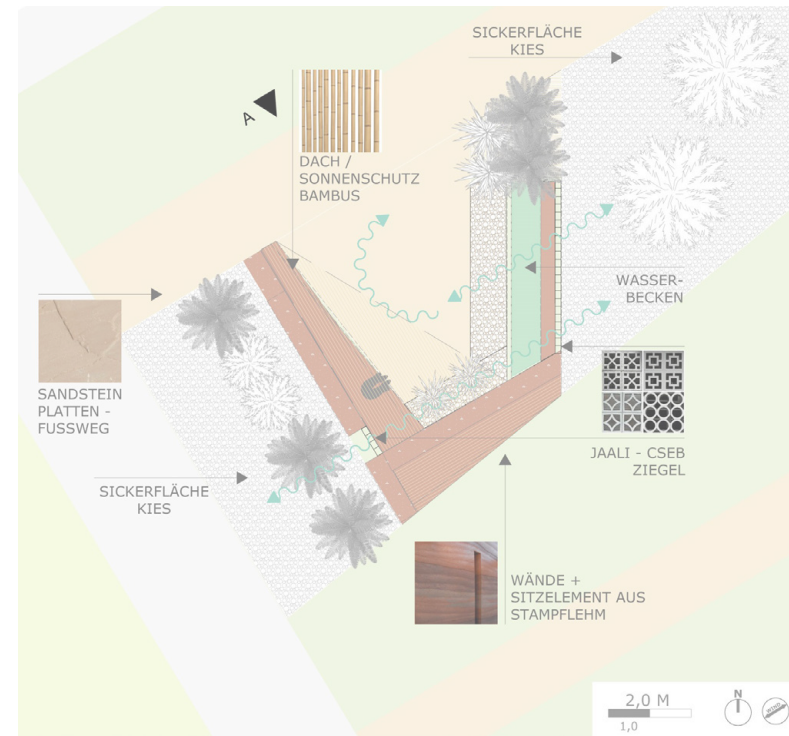


Abb. 150. Grundriss Sitzelement



*„Ohne Wasser gibt es kein Leben. Wasser ist ein kostbares, für die Natur und den Menschen unentbehrliches Gut.“*

Europäische Wasser-Charta, Straßburg 1968

## WASSERKREISLAUF

### KONZEPT WASSERAUFBEREITUNG UND WASSERSPEICHER

Schon im Kapitel „Grundstücksanalyse“ wird beschrieben, dass in weiten Teilen Tamil Nadus die Ressource Wasser leider oftmals keine Selbstverständlichkeit mehr darstellt. Der Klimawandel, das Bevölkerungswachstum, Umweltverschmutzungen und der übermäßige Konsum von Grundwasserquellen in der Vergangenheit haben dazu geführt, dass viele Wasserreservoirs des Landes gefährdet und teilweise auch schon von Austrocknung betroffen sind.

Um dem entgegenzuwirken, werden am Grundstück des Green Leaf Eco Retreats mehrere Maßnahmen ergriffen:

Regenwasser wird auf den befestigten Flächen, Dächern und auch in den Grünbereichen aufgefangen, geleitet und in unterirdische Wassertanks geführt. Das Grauwasser aus dem Hotelbetrieb und der Verarbeitung etc. wird mittels Pflanzenfilter-Systemen aufbereitet und kann später zur Bewässerung der Grün- und Anbauflächen genutzt werden.

So soll ein Wasserkreislauf entstehen der die Verschmutzung und Verschwendung der Ressource so gering wie möglich hält und zusätzlich eine maximale Wiederverwertung erzielen kann.

Durch eine Berechnung soll erläutert werden wie viel Kubikmeter Regenwasser durch gezielte Maßnahmen auf den Dächern gesammelt werden kann und ob diese Menge für den jährlichen Gebrauch des Hotelbetriebs ausreicht. (Siehe Folgeseite)



Abb. 151. Leitung und Speicherung Oberflächenwasser Grundstück



Abb. 152. Speicherung Regenwasser über Dächer

## BERECHNUNG REGENWASSERSPEICHERUNG

Niederschlag / Jahr in Auroville : **1141 mm** = 1141 l /m<sup>2</sup>

### Flächen Dächer:

Bungalows : 9x 61m<sup>2</sup> + 4x 115m<sup>2</sup>  
 Spa: 74m<sup>2</sup> + 80m<sup>2</sup>  
 Rezeption: 2x 270m<sup>2</sup>  
 Student Housing: 470m<sup>2</sup>  
 Verarbeitung : 360m<sup>2</sup>  
 Cafe : 230 m<sup>2</sup>

Flächen Dächer gesamt : **2793 m<sup>2</sup>**

Gewählter Abflussbeiwert : **0,9**

Gesammelte Regenwassermenge  
 über Dächer pro Jahr : (2793 m<sup>2</sup>x 0,9) x 1141 l = **2 898 132 l / Jahr**  
 (2898,132 m<sup>3</sup> / Jahr)

Regenreichster Monat - November : max = 274 l /m<sup>2</sup> -> **675 437 l / Monat**

Trockenster Monat - März : max = 8 l /m<sup>2</sup> -> **20 110 l / Monat**

### Beispiel Dimensionierung Regenwassertank:

HOTELBUNGALOW

Dachfläche : 61 m<sup>2</sup>

Gespeicherte Wassermenge / Monat : (61 m<sup>2</sup> x 0,9) x 1141 l = 62 641 --> /12  
**5220 l / Monat**

**Problem** -> Starke monatliche Schwankungen der Niederschlagsmenge

Jänner :	30 mm	Juli :	80 mm
Februar :	10 mm	August :	150 mm
März :	8 mm	September :	118 mm
April :	18 mm	Oktober :	230 mm
Mai :	48 mm	November :	270 mm
Juni :	45 mm	Dezember :	135 mm

Menge gesammeltes Regenwasser November : **16 714 l -> 15,043 m<sup>3</sup>**

Menge gesammeltes Regenwasser März : **439 l -> 0,439 m<sup>3</sup>**

**LÖSUNG** -> Volumen des Tanks größer dimensionieren als für Durchschnittsmenge erforderlich, um das Wasser aus regenreichen Monaten für die Trockenzeit zu speichern.

Benötigte Wassermenge pro Hotelgast pro Monat : 135 l pro Tag = **ca. 4100l /Gast /Monat**

Benötigte Wassermenge pro Bungalow (2-3 Personen) : **8200 l - 12 300 l / Monat**

**PROBLEM** -> Die Menge von 8200l wird erst ab einer Niederschlagsmenge von 150mm/ Monat abgedeckt, das heißt in nur 3 von 12 Monaten wird die benötigte Menge an Regenwasser über die Dachfläche gesammelt.

**LÖSUNG** -> Zusätzliche Sickerflächen und Rinnen rund um das Gebäude die Wasser in den Regenwassertank leiten. Mehrere Tanks am Grundstück verteilt die Oberflächenwasser vom Gelände sammeln.

Gewähltes Fassungsvermögen Betonzisterne unterirdisch für Bungalow:

-> 15 000 l  
 Maße ca. h 3,00m x l 2,50m x b 2,50m

### KONZEPT REGENWASSERSPEICHERUNG AM GRUNDSTÜCK

Die Speicherung des Regenwassers, welches als Oberflächenwasser am Grundstück auftritt, soll durch gezielte Setzung von Tanks und Rinnen gewährleistet werden. Das natürliche Nord-Süd Gefälle im Gelände wird genutzt um einen Großteil der anfallenden Wassermenge bis hin zu den Wassertanks für die Anbauflächen zu leiten.

Das Pool, welches Teil vom Spa-Bereich des Hotels ist, wird außerdem mit einem eigenen großen Tank und Filtersystem versehen. Um eine ganzjährige Nutzung des Naturbeckens zu gewährleisten wird ein zusätzlicher Grundwasserbrunnen angeschlossen.

Um den Grundwasserspiegel in der Monsunzeit anzuheben, werden mehrere Drainagen am Gelände gelegt und ein Teil des Oberflächenwassers direkt in den Boden geleitet. (Sieh Abb.154)

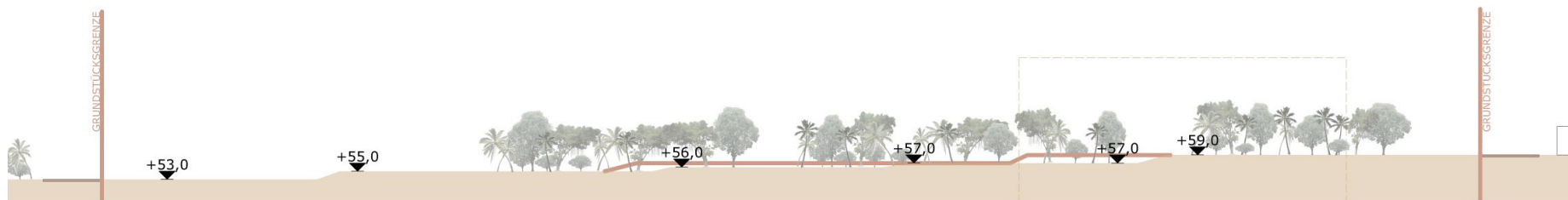


Abb. 153. Geländeschnitt

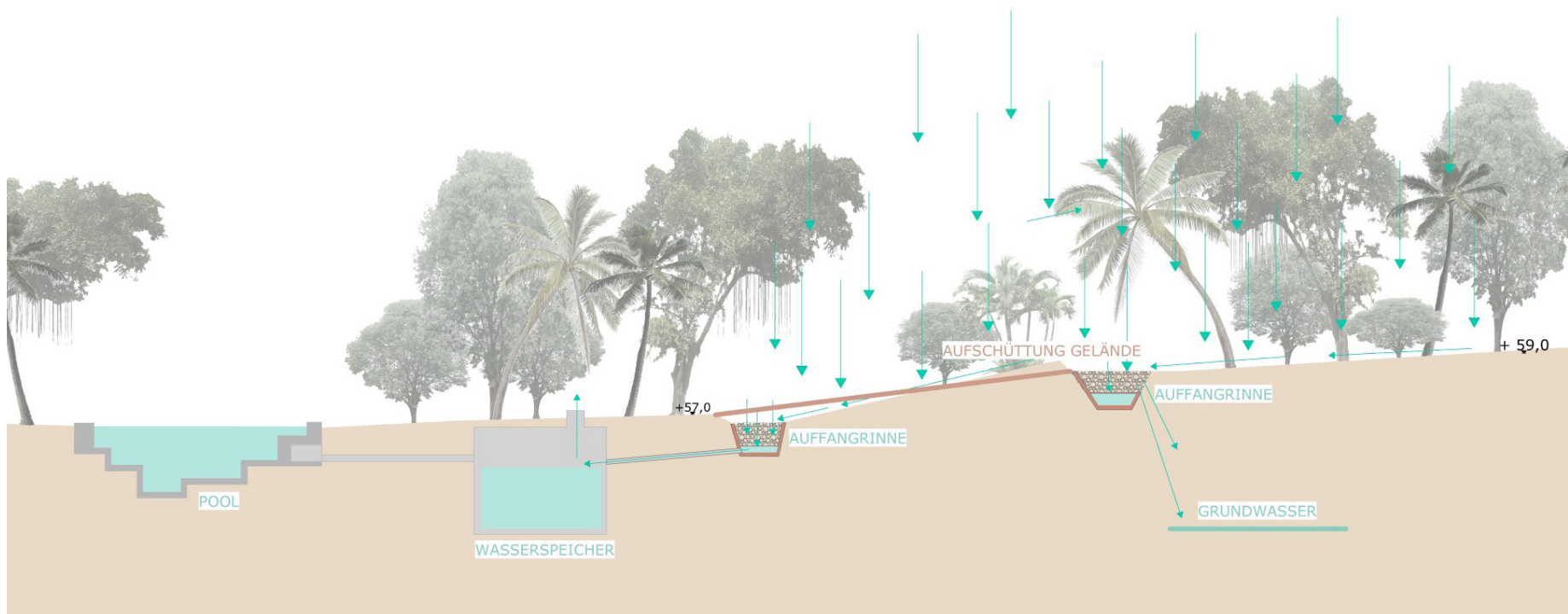


Abb. 154. Darstellung Schnitt Wassertank und Wasserleitsystem Grundstück + Pool





## ENERGIEKREISLAUF GRUNDSTÜCK

---

Auf dem Gelände des Green Leaf Eco Retreats werden verschiedene, teils miteinander verknüpfte Kreisläufe und Speichersysteme angedacht, die eine sinnvolle und effiziente Nutzung erneuerbarer Energiequellen ermöglichen.

Das Grundstück soll zwar an das kommunale Versorgungsnetz (Strom, Wasser) angeschlossen werden, das Ziel ist jedoch eine Energieunabhängigkeit zu erreichen und eventuelle Überproduktion in das Auroville-Netz einzuspeisen.

Zusätzlich spielt der nachhaltige Umgang mit der Ressource Wasser eine sehr wichtige Rolle in der Planung der einzelnen Gebäude und des gesamten Grundstücks.

So soll im Sinne des Permakultur-Gedankens (Vgl. Kapitel „Landschaftsgestaltung“) ein „Micro-Grid“-Konzept auf dem Grundstück entstehen, das verschiedene Energie-/Abfall- und Wasserkreisläufe miteinander verbindet und so eine maximale Ressourcenschonung erzielt werden kann. Biogastanks sowie großflächige Solaranlagen nahe der Anbauflächen sollen einen Großteil der am Grundstück benötigten Energiemenge erzeugen.

Auf den nächsten Seiten dieser Arbeit wird ein kurzer Einblick in das Energiekonzept des Green Leaf Eco Retreats geschaffen und die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen am Grundstück sowie in den Gebäuden erläutert.

Weiters werden Systeme vorgeschlagen, welche die Speicherung von Regenwasser und die Aufbereitung von Grauwasser in den Hotelbungalows und anderen Bereichen ermöglichen.



Abb. 155. Icons Regenerative Energiequellen



### 1. PHOTOVOLTAIK

Aufgrund der hohen solaren Erträge (Vgl. Kapitel Grundstücksanalyse) am Grundstück ist die Haupt-Energieproduktion am Gelände des Green Leaf Eco Retreat mittels Photovoltaik - Systemen vorgesehen.

Es wird eine großflächige Solaranlage im Süden des Grundstückes, nahe der Anbauflächen angedacht, zusätzlich sollen die einzelnen Gebäude durch Photovoltaik Paneele am Dach mit Strom versorgt werden.

### 2. THERMISCHE SOLARANLAGE

Um die Sonnenenergie auch für die Warmwassererzeugung zu nutzen werden zusätzlich thermische Solaranlagen am Dach installiert. Es werden Kunststoff Kollektoren angebracht die das Kaltwasser anpumpen, durchleiten und währenddessen erwärmen. Anschließend wird das aufgeheizte Wasser in einen Pufferspeicher geleitet. So wird das Warmwasser über Nacht gespeichert. Als Ersatz und zum etwaigen aufheizen über Nacht wird in den Hotel Bungalows eine Elektrotherme vorgesehen und im Studentenheim Gasthermen installiert, die auch mittels Biogas betrieben werden können.

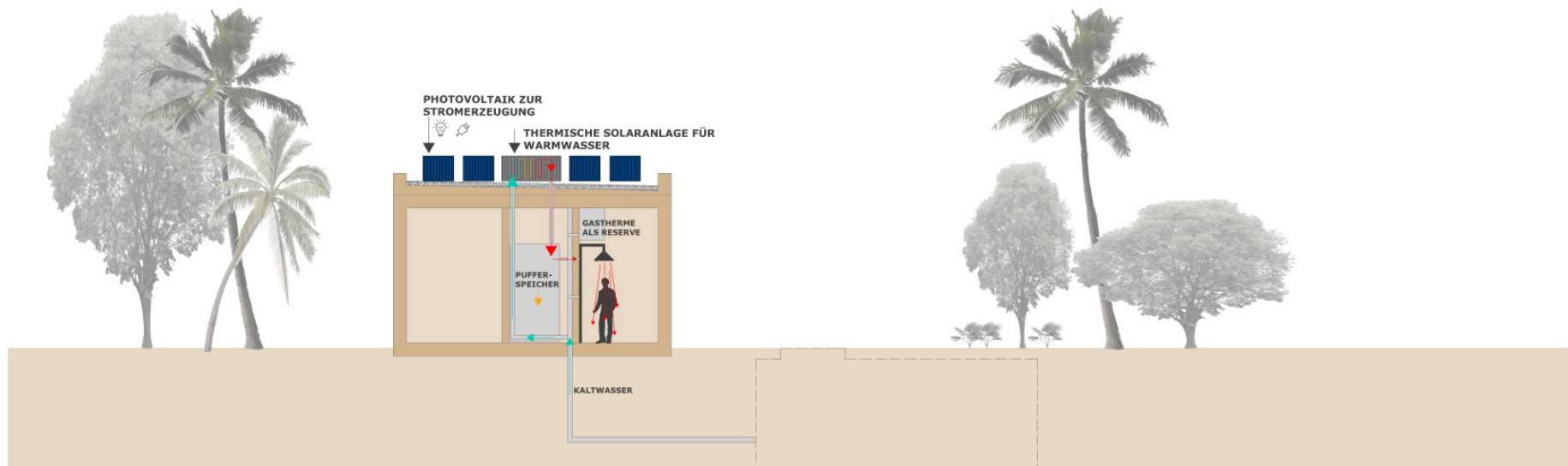


Abb. 156. Schematische Darstellung Konzept Photovoltaik und Solarheizung

## BIOMASSE

Da durch den Hotelbetrieb und dem landwirtschaftlichen Anbau auf dem Grundstück eine große Menge an organischen Abfällen produziert wird, soll dies genutzt und zur Biogas-Produktion herangezogen werden. Es sind mehrere unterirdische Biogastanks im südlichen Teil des Grundstücks angedacht.

Der Abfall (Biomüll und Klärgut + Dung aus benachbarter Landwirtschaft) wird in die Anlage eingespeist, im Innern des Fermenters (Vergärungskammer) zersetzen ihn Mikroorganismen und bilden schließlich Gasmischungen mit einem Methan ( $\text{CH}_4$ ) - Anteil von bis zu 75%. Diese Gase sammeln sich direkt über dem Mist in der Kuppel des Fermenters und können dann über ein Ventil in Tanks geleitet werden. Die vergorenen Reste sammeln sich im Auffangbecken und dienen als hochwertiger Dünger auf den Anbauflächen.<sup>91</sup> (Siehe Abb. 159)

So soll wie in Abb. 157 ersichtlich ein Kreislauf entstehen der durch die Verwertung von biologischen Abfällen die Warmwasser-Erzeugung unterstützt und zusätzlich die Küchen und Kochstellen mit Gas versorgt.

Ähnliche Konzepte von Kleinstbiogasanlagen werden in den ländlichen Regionen Indiens häufig eingesetzt und teilweise vom Staat gefördert.

Mittels einer Überschlagsrechnung soll erläutert werden wie viel Biogas pro Kleintank generiert werden kann. (Siehe Folgeseite)

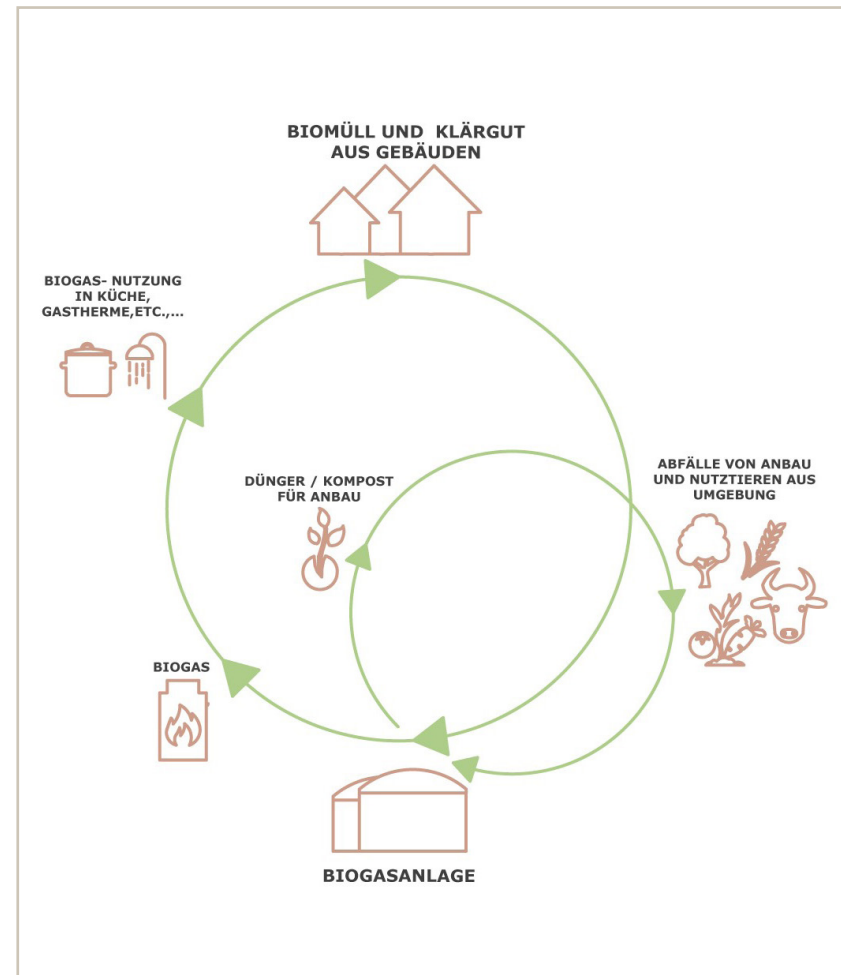


Abb. 157. Darstellung Überschneidung Energie- und Abfallkreisläufe am Grundstück

91 Vgl. Quaschnig, 2015

## BERECHNUNG <sup>92</sup>

Tank : 10 m<sup>3</sup> Volumen  
Füllung : 20kg Küchenabfälle, Blätter,Dung, etc.  
Ertrag : rund 10kg Biogas pro Tag

Je nah Methangehalt kann mit dem generierten Biogas 3-5kg (ca. 11l) herkömmliches Flüssiggas ersetzt werden.

So kann pro Tag eine handelsübliche 11 Liter Gasflasche befüllt werden um die Gasherplatten der Hotelküche für 3-4 Wochen zu speisen.

92 Vgl. Quaschnig, 2015 , Debadayita Raha, 2014,Samuchit Enviro Tech, 2016

Abb. 158. Typische Ausführung eines kleinen Biogastanks in Indien

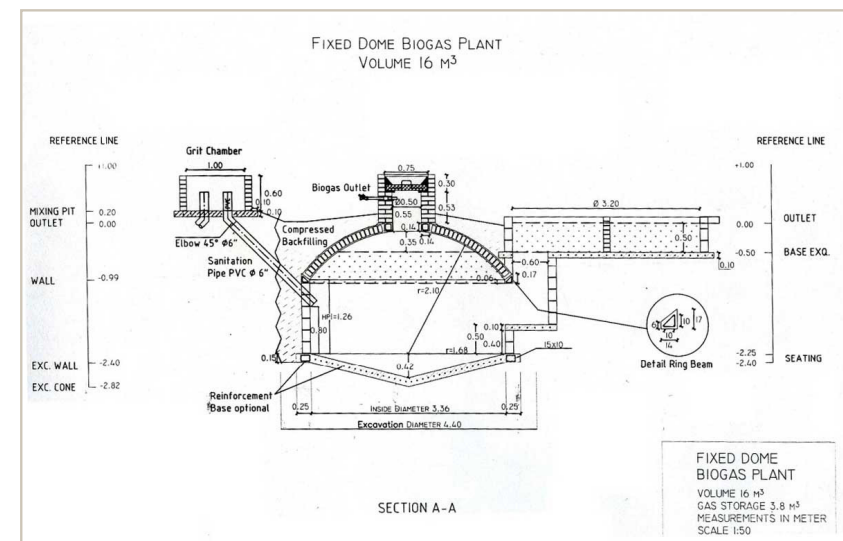


Abb. 159. Detailschnitt Biogastank

Mit einer Durchschnittswindgeschwindigkeit von 3-6 m/s ist das Potential zur Energiegewinnung durch Windenergie am Grundstück zwar nicht außergewöhnlich hoch, es reicht jedoch aus um mit den in Auroville entwickelten „MinVayu“ Windrädern, je nach Ausführung, 340W – 800W zu generieren. <sup>93</sup>

Die aus den Windrädern gewonnene Energie dient als Stromquelle für die nächtliche Grundstücksbeleuchtung, zusätzlich können auch zum Beispiel Wasserpumpen damit betrieben werden.

Eine direkte Umsetzung der Windenergie erfolgt in Form der Windturbinen Ventilatoren, die an manchen Gebäuden angebracht werden und die natürliche Belüftung sowie das Earth Tube-Kühl System unterstützen indem sie die aufgeheizte, nach oben gestiegene warme Luft nach außen befördern.



Abb. 160. MinVayu - Windrad



Abb. 161. Beispieldarstellung Windturbinen-Ventilator

---

93 Vgl. Ayarza, 2018

Bereits in Kapitel 3 dieser Arbeit (Vernakuläre Architektur in Südindien) werden traditionelle Systeme beschrieben, die für eine natürliche Ventilation und/oder Verschattung der Gebäude eingesetzt werden.

Ausgehend von diesen Elementen sowie den Erkenntnissen aus der Klimaanalyse des Grundstücks (Sonnenverlauf, Hauptwindrichtung, etc.), wird versucht in diesem Entwurf eine Balance zwischen aktiven und passiven Systemen zu schaffen und somit den Energieverbrauch für Belüftung und Kühlung der Gebäude zu minimieren.

## 1. PASSIVE GEBÄUDEKÜHLUNG

Das passive Kühlkonzept der Gebäude des Green Leaf Eco Retreats setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen:

- Natürliche Verschattung der Gebäude durch Positionierung nahe hoher Bestandsbäume
- Konstruktive Verschattung der einzelnen Gebäude durch überstehende Dächer und vorgesetzten Fassadenelementen (Jaali)
- Natürliche Belüftung der Gebäude, die Anordnung der Fenster und Öffnungen wird an der Hauptwindrichtung orientiert

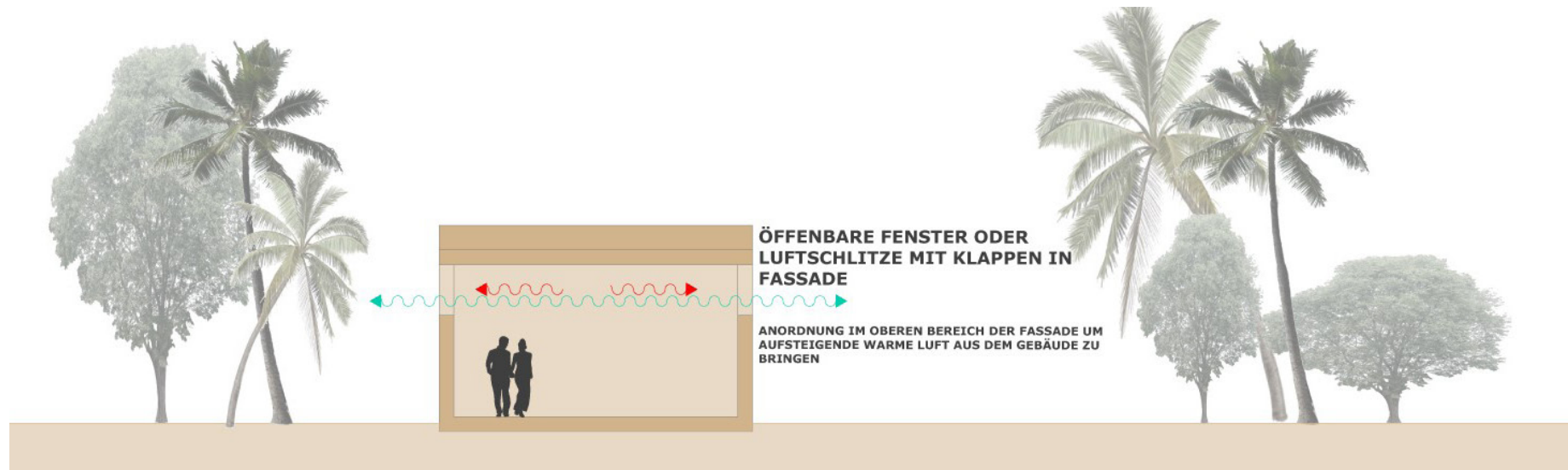


Abb. 162. Schematische Darstellung Passive Gebäudekühlung

# GEBÄUDEKÜHLUNG

## 2. AKTIVE GEBÄUDEKÜHLUNG

Für die aktive Gebäudekühlung sind folgende zwei Systeme vorgesehen:

- KLIMAGERÄTE

Diese sind als Hybridgeräte konzipiert. Sie werden untertags mittels Photovoltaik betrieben und nachts wird der benötigte Strom aus dem allgemeinen Versorgungsnetz gezogen.

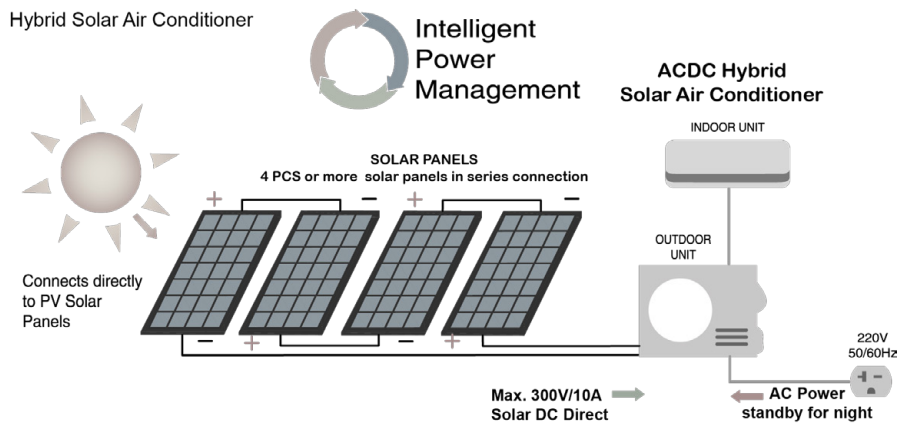


Abb. 163. Konzept Hybrides Klimagerät

- EARTH TUBE KÜHLSYSTEM

Hier wird warme Außenluft in der Nähe des Gebäudes angesaugt, durch ein unterirdisches Rohrsystem - welches durch den Regenwassertank geführt wird - abgekühlt und dann die kühle Luft mittels Ventilatoren in das Gebäude geleitet. Dieses Konzept wurde in Auroville entwickelt und zum ersten mal bei dem „Realization Project“, einem Gebäudekomplex mit 17 Apartments, eingesetzt welches seit rund 5 Jahren fertig gestellt ist und mit dem Hybrid System gute Ergebnisse erzielen konnte.



Abb. 164. Earth Tube - Kühlsystem in Verbindung mit Regenwassertank Auroville

SCHEMATISCHE DARSTELLUNG EARTH-TUBE-KÜHLUNG  
(ERDWÄRMETAUSCHER)

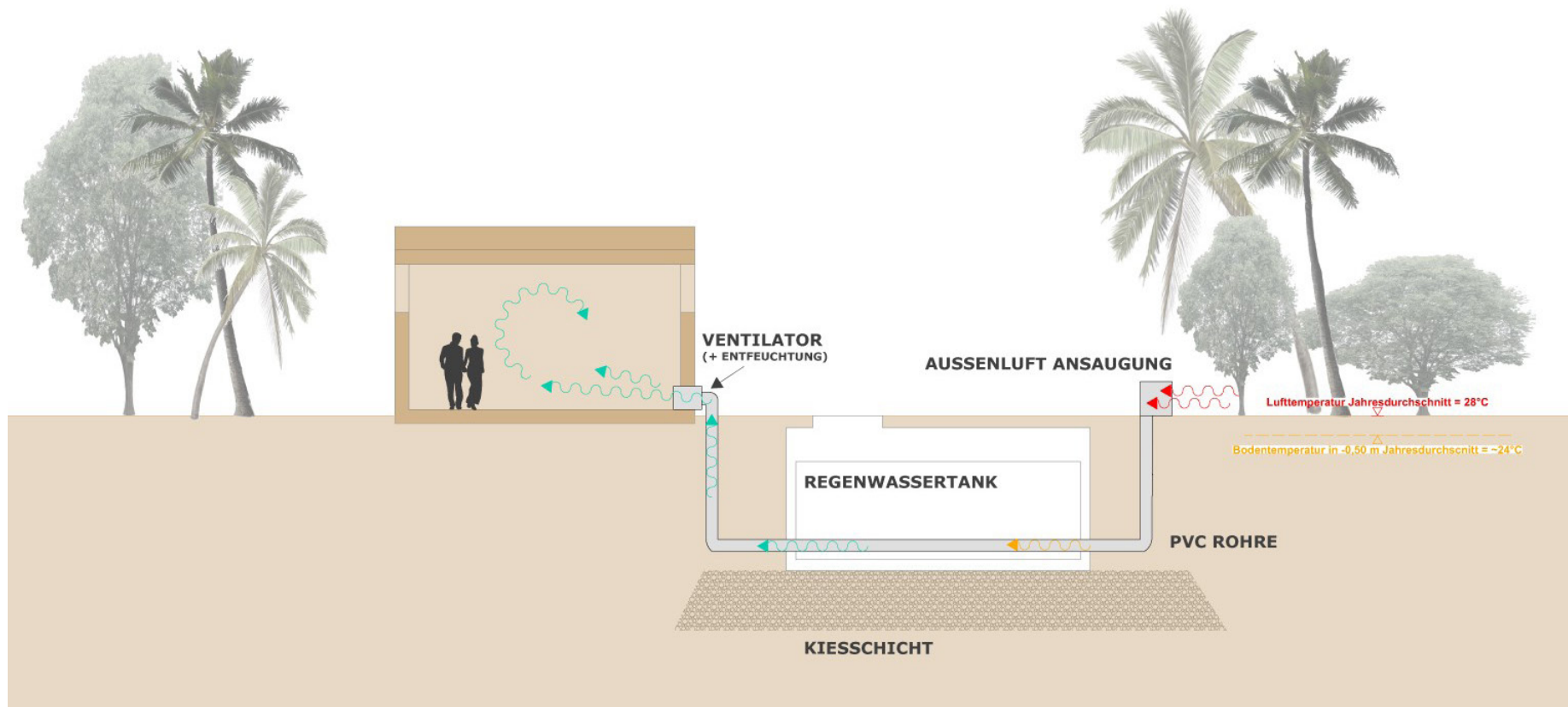


Abb. 165.

Im Kapitel Grundstücksanalyse wird beschrieben, dass in weiten Teilen Tamil Nadus die Ressource Wasser leider oftmals keine Selbstverständlichkeit mehr darstellt. Der Klimawandel, das Bevölkerungswachstum, Umweltverschmutzungen und der übermäßige Konsum von Grundwasserquellen in der Vergangenheit haben dazu geführt, dass viele Wasserreservoirs des Landes gefährdet und teilweise auch schon von Austrocknung betroffen sind.

Um dem entgegenzuwirken, werden am Grundstück des Green Leaf Eco Retreats mehrere Maßnahmen ergriffen:

Regenwasser wird auf den befestigten Flächen, Dächern und auch in den Grünbereichen aufgefangen, geleitet und in unterirdische Wassertanks geführt. Das Grauwasser aus dem Hotelbetrieb und der Verarbeitung etc. wird mittels Pflanzenfilter-Systemen aufbereitet und kann später zur Bewässerung der Grün- und Anbauflächen genutzt werden.

So soll ein Wasserkreislauf entstehen der die Verschmutzung und Verschwendung der Ressource so gering wie möglich hält und zusätzlich eine maximale Wiederverwertung erzielt werden kann.

### SCHEMATISCHE DARSTELLUNG REGENWASSERSPEICHERUNG ÜBER DÄCHER



Abb. 166.



## SCHEMATISCHE DARSTELLUNG GRAUWASSER- AUFBEREITUNG

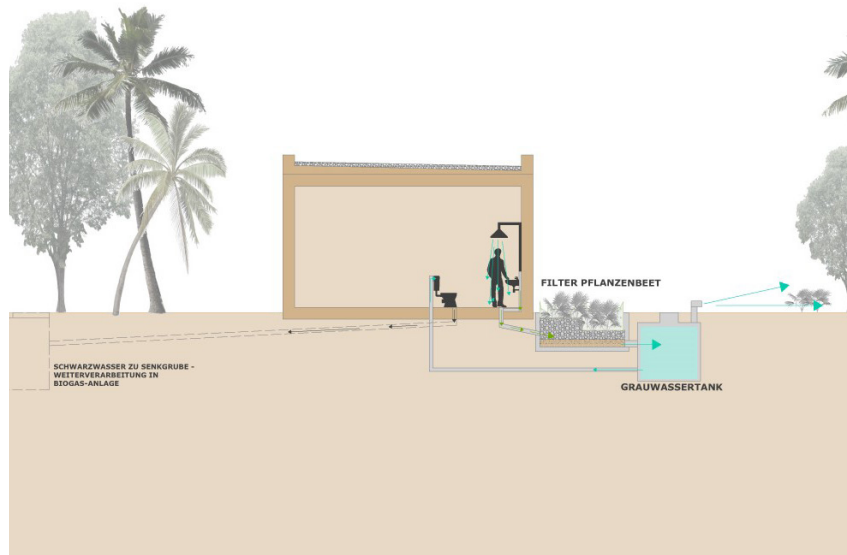


Abb. 167.

Um das anfallende Regenwasser in den vorgesehenen Tank zu leiten wird es am Dach gesammelt und über Dachrinnen bzw. Speier in einen Filterbereich gelenkt. (Siehe Abb.166)

Dort werden grobe Verunreinigungen wie Steine, Blätter, etc. abgefangen und das Wasser weiter in den Tank geleitet. In diesem Tank wird das Regenwasser über längere Zeit gespeichert. Die Feinstoffe sinken durch mehrere Filterlagen ab und das gereinigte Wasser wird zur Bewässerung der Grünflächen sowie auch für WC, Duschen, Waschmaschinen, etc. im Gebäude genutzt.

Das anfallende Brauchwasser aus der Dusche wird mittels Pflanzenfiltersystemen gereinigt und in einen kleinen Tank geleitet, dieses Wasser wird später rein zur Bewässerung wiederverwertet. (Siehe Abb.167)

Das Schwarzwasser wird über Kanalrohre in Senkgruben geführt, diese werden regelmäßig gelehrt und der Inhalt zur Biogasproduktion transportiert.





## JAALI

Das Wort „Jaali“ ist Hindi und bedeutet Netz oder feines Gewebe. Dieses traditionelle architektonische Element wird meist als ornamental gestanzte Platte aus Metall oder Stein ausgeführt und ist häufig in der indischen und indo islamischen Architektur zu finden.

Das Hauptattribut der Jaalis ist jedoch nicht der durch kunstvolle Ornamente erzielte dekorative Effekt, sondern vielmehr die Funktion als Sonnenschutz sowie auch als passives Belüftungselement. (Abb. 168)

Sie werden somit häufig als Fensterelement, Raumteiler, oder auch als Balkonbrüstung eingesetzt. Die Muster und Materialien variieren je nach Kultur und Region. Meist werden Jaalis aus Sandstein, Marmor und Holz oder auch in moderner Bauweise aus Ziegeln und Beton hergestellt.

Im arabischen Raum sind hauptsächlich hexagonal ausgerichtete geometrische Formen zu finden. Das Hexagon wird hier als religiöses Ornament verwendet und steht für den Himmel und die Schöpfung. In Indien findet man, zusätzlich zu geometrischen Mustern, oft auch aufwendig und sehr detailliert gestaltete florale Elemente.<sup>94</sup> (Abb. 171)

Auch in der vernakulären Architektur Südindiens sind diese Elemente weit verbreitet und werden, wie auch schon im Kapitel „Vernakuläre Entwicklung“ beschrieben, vielfältig eingesetzt. (Abb. 169+ Abb.170 )

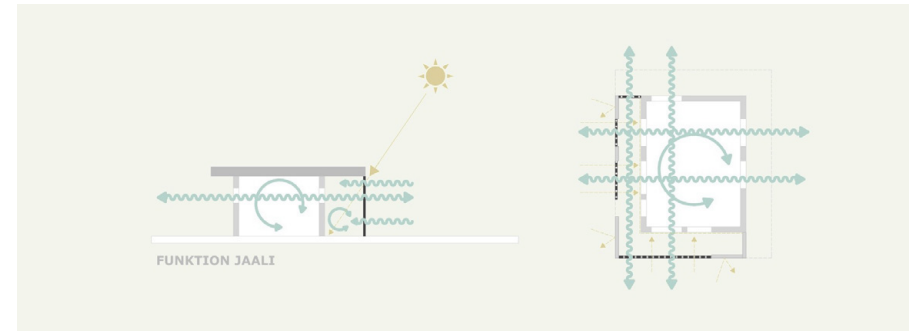


Abb. 168. Darstellung Funktionsweise Jaalis als Sonnenschutz und Lüftungselement



Abb. 169. Jaali Holz, Dakshina Chitra



Abb. 170. Jaali Ziegel, Dakshina Chitra

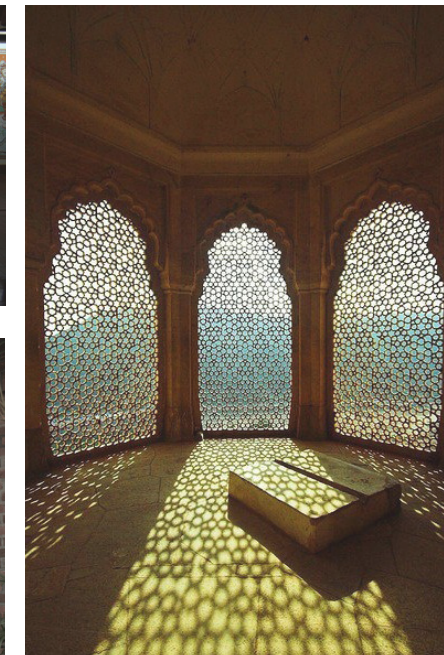


Abb. 171. Jaali Metall, Meanakshi Tempel, Maduarai

94 Vgl. Lakshmi G Kamath, 2016

Im Entwurf der Gebäude des Green Leaf Eco Retreats werden Jaalis als wichtiges Gestaltungselement in verschiedenen Ausführungen angedacht.

(Materialien, Muster, Farben, siehe Abb. 172+ Abb. 173)

Einerseits werden sie eingesetzt um die Beschattung der Fassaden einiger Gebäude, vor allem der Hotelbungalows, zu garantieren, andererseits werden sie als raumtrennende Bauteile sowie auch als natürliche Belüftungselemente angedacht. Die Materialität dieser Verschattungs und / oder Belüftungselemente reicht von CSEB über Betonsteinen bis hin zu ornamentalen Holzplatten und Schiebelementen.

Die Muster orientieren sich an einfachen geometrischen Formen und werden je nach Anwendungsbereich in Größe und Form skaliert und angepasst. (Siehe Abbildungen in Kapitel „Gebäudetypen“)

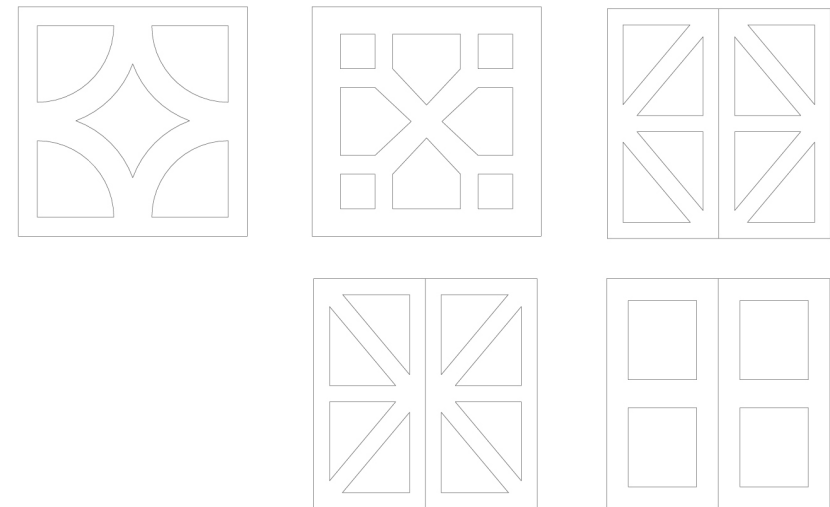


Abb. 172. Gewählte Mustervorlagen für Jaalis

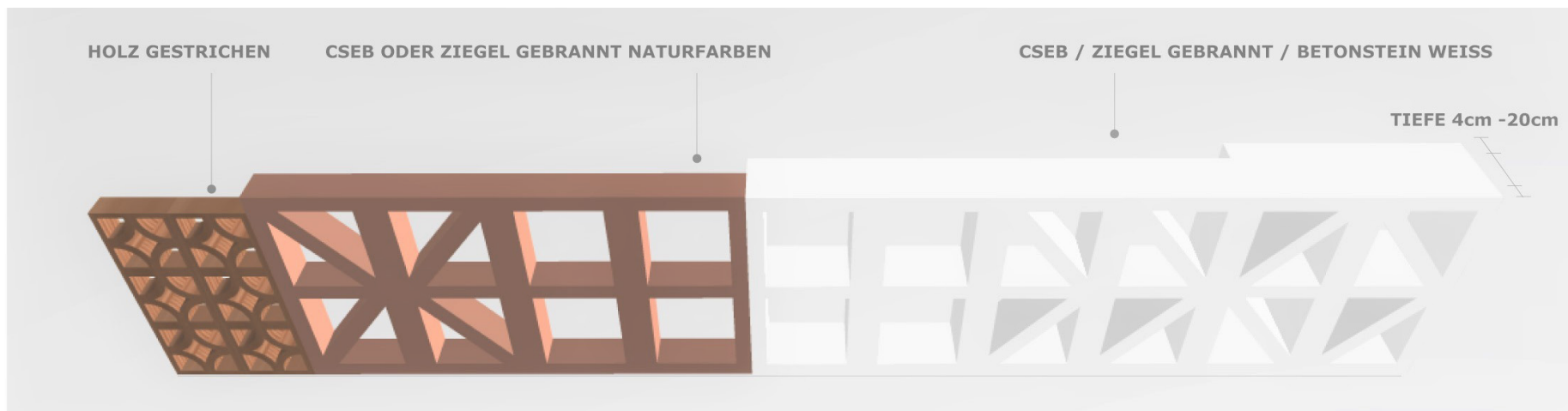


Abb. 173. Darstellung verschiedener Ausführungen von Jaalis beim Projekt Green Leaf Eco Retreat

## STUFENBRUNNEN / WASSERTANKS

Wie schon in den Kapiteln „Energiekonzept“ und „Vernakuläre Architektur“ erläutert wurde, spielt das Thema Wasser und Wasserspeicherung eine essenzielle Rolle in der Energie- und Landschaftsplanung von Bauprojekten die in Tamil Nadu oder ähnlichen teilen Indiens geplant werden.

Da in manchen Monaten kaum Regen fällt, wird auf Speicherelemente wie Tanks und Brunnen gesetzt. Da diese Tanks auch geschichtlich betrachtet oft eine zusätzliche Funktion hatten (Vgl. Kapitel „Vernakuläre Architektur in Südindien“), nämlich die eines öffentlich zugängigen Wasserbeckens das zur Erfrischung dient, soll dieses Konzept auch in der Planung des Green Leaf Eco Retreats umgesetzt werden.

Das großzügige Pool, welches sich im westlichen Teil des Grundstücks nahe der Anbauflächen befindet, ist unterirdisch mit einem großen Wassertank verbunden der das Oberflächenwasser der bewaldeten und begrünten Flächen des Grundstücks sammelt.

Die Form und Ausführung, ist an traditionellen Stufen- und Tempelbrunnen angelehnt.

Zum Bau werden Sandsteine in Blockform aus umliegenden Steinbrüchen verwendet. So wird der Eindruck eines Naturbeckens geschaffen und zusätzlich ein kurzer Transportweg der Baumaterialien ermöglicht.

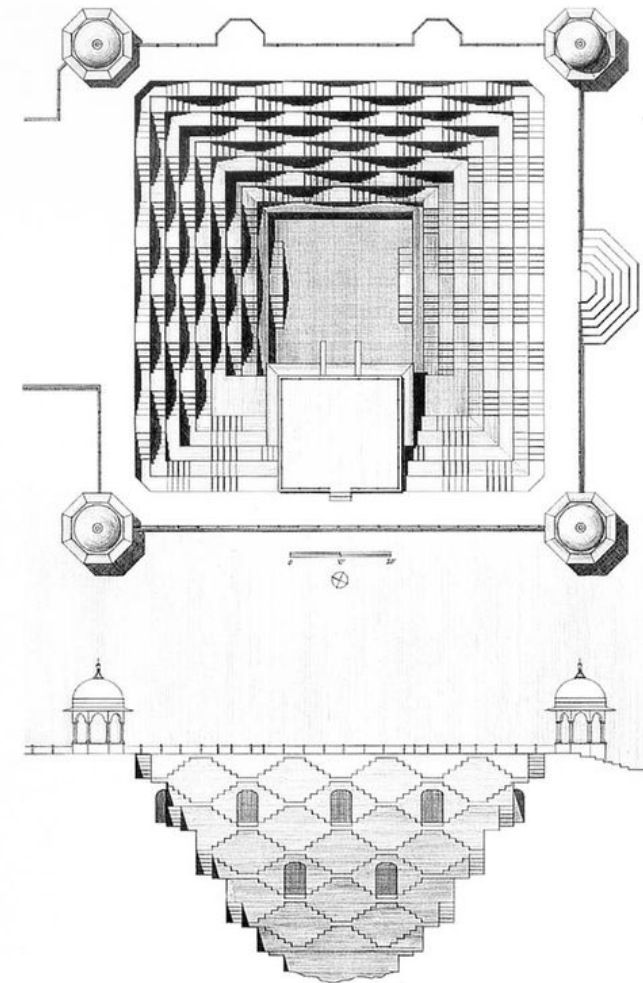


Abb. 174. Grundriss und Schnitt eines traditionellen indischen Stufenbrunnens, „Chand Baori Stepwell“, Abhaneri

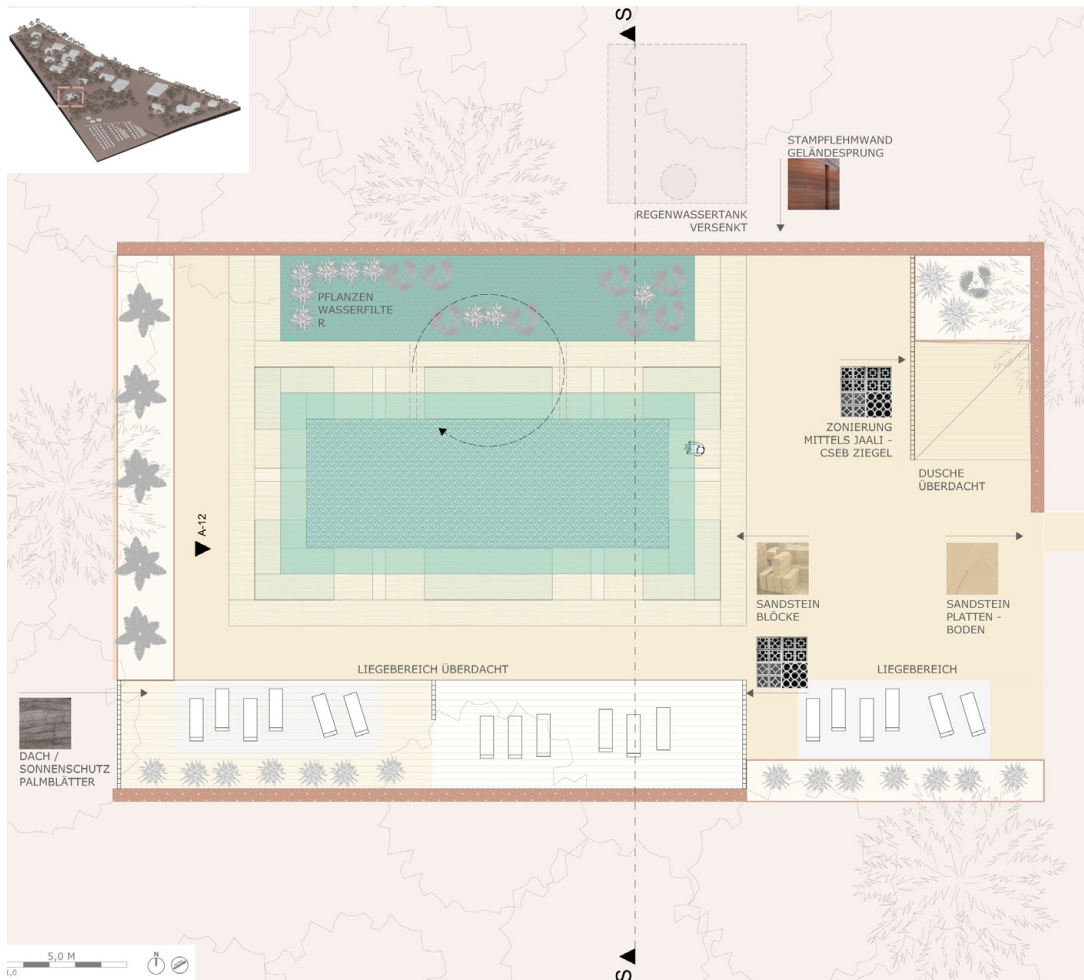


Abb. 175. Grundriss Pool, Green Leaf Eco Retreat

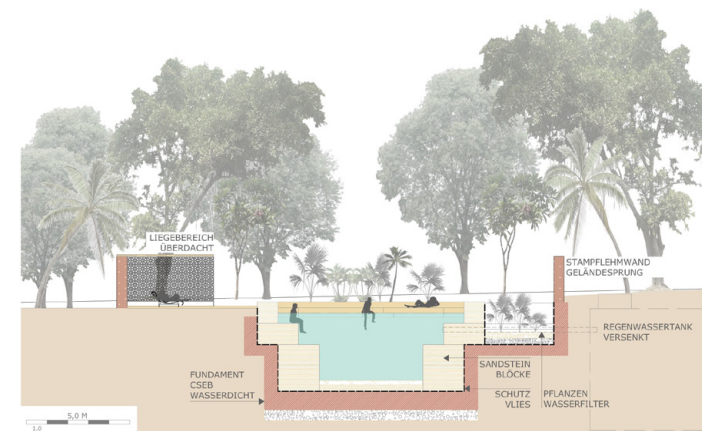


Abb. 176. Schnitt Pool, Green Leaf Eco Retreat



Abb. 177. Drastellung Poolbereich, Green Leaf Eco Retreat

## MATERIALIEN ZUR DACHEINDECKUNG

---

Die Materialien zur Dacheindeckung der Gebäude des Green Leaf Eco Retreats, unterschieden sich je nach Funktion und Konstruktionsform der Bauten. (Vgl. Kapitel „Gebäudetypen“)

Während für die Hotelbungalows eine moderne Flachdachkonstruktion angedacht ist, sind die Dachformen und Materialien der anderen Gebäude sehr an die der vernakulären Architektur Tamil Nadus angepasst.

Rezeption und Studentenheim werden mit einem Ziegeldach gedeckt, welches als Doppeldach-Konstruktion konzipiert, Regenwasser und Sonne abhalten soll und trotzdem eine natürliche Belüftung und somit auch Kühlung der Deckenplatten ermöglicht.

Das Gebäude für Verarbeitung, das Café, sowie die Gebäude des Spa-Bereichs werden mit einer ähnlichen Doppeldach-Konstruktion versehen. Hier wird jedoch keine Ziegeldeckung, sondern eine Dachhaut aus ineinander verzahnten Bambusstäben und gewebten Palmblättern konstruiert.

Sowohl die Ziegeldeckung, als auch das Bambus - bzw. Palmdach sind in der Gegend rund um Auroville sehr häufig zu finden. Das ergibt sich einerseits aus der Verfügbarkeit der Baustoffe vor Ort, sowie andererseits auch aus den traditionellen Bauweisen in Tamil Nadu und Kerala. (Vgl. Kapitel „Vernakuläre Architektur in Südindien“)



Abb. 178. Foto Untersicht einer traditionellen Ziegeldeckung in Tamil Nadu, Dakshina Chitra





Abb. 179. Bambusdach



Abb. 180. Dekorative Ausführung Palmdach






## ZERTIFIZIERUNG GRIHA

Das GRIHA-Zertifizierungssystem (Vgl. Seite 26) bietet ein Tool an, mit dem während der Entwurfsphase eines Projektes eine Vorkertifizierung erstellt werden kann. Somit kann schon während der Planung, eine Überprüfung zur Einhaltung von indischen Vorgaben für nachhaltige Bauprojekte erfolgen.

Informationen und Vorlage:

<http://www.grihaindia.org>

<http://www.grihaindia.org/files/GRIHA-LD-V2015.pdf>

 <b>GRIHA Large Development V - 2015</b> Feasibility/Self Evaluation Checklist			
The site plan must be in conformity with the development plan/master plan/UDPF guidelines (mandatory). This should comply with the provisions of eco-sensitive zone regulations, coastal zone regulations, heritage areas (identified in the master plan or issued separately as specific guidelines), water body zones (in such zones, no construction is permitted in the water-spread and buffer belt of 30 meter minimum around the FTL), various hazard prone area regulations, and others if the site falls under any such area (mandatory with no point allocation).			<b>Mandatory</b>
Section	Parameter	Being done for the project	
Carrying Capacity	Water availability to support the planned population on site	yes	
	9 sqm/capita green cover has been provided	yes	
	Per capita CO2 emissions to be less than 1.18 tonnes per annum (India's national average)	yes	
On-site Sufficiency			
Sub-sections	Requirements	Maximum On-site Sufficiency	On-site Sufficiency achieved
Energy	Plan development to be 100% self-sufficient in its annual energy requirement - minimum 25% self-sufficiency (against GRIHA LD base case) is mandatory	100	60
Water	Plan development to be 100% self-sufficient in its annual water requirement - minimum 25% self-sufficiency (against GRIHA LD base case) is mandatory	100	70
Solid Waste Management	Plan development to be treat 100% of its annual organic solid waste on site	100	100
Development Quality			
Sub-sections	Requirements	Maximum points	Points Achieved
Site Planning	<i>Non-Applicability: Top soil is not fertile and cannot be made fertile through addition of</i>	no	
	<b>Storm water management</b>		
	<i>Ensure that the storm water management plan on site is developed such that the post-development peak run-off rate and quantity from 2-year 24 hour design does not exceed the pre-development peak run-off rate and quantity.</i>		
	<i>Ensure that the storm water management plan on site is developed such that the post-development peak run-off rate and quantity from 5-year 24 hour design does not exceed the pre-development peak run-off rate and quantity.</i>	15	10
	<i>Ensure incorporation of appropriate SUDS for managing over 90% of the storm water quantity on site</i>	15	10
	<b>Maintain existing site features</b>		
	<i>Ensure that more than 25% of the site area under existing natural features on site like</i>	10	70
	<i>Ensure that more than 50% of the site are under existing natural features on site like</i>	20	
	<i>Ensure that more than 75% of the site area under existing natural features on site like</i>	30	
		30	70
<b>Manage construction activities in a manner to reduce environmental damage</b>			
<i>During construction, preserve and protect all the natural drainage channels on site</i>	10	10	
<i>Confine construction activities to pre-designated areas (staging) and adopt soil erosion</i>	10	10	
	20	20	
<b>Preserve and protect landscape on site</b>			

	Total number of trees on site after construction should not be less than the total number of trees that existed on site before construction		
	Increase existing vegetation cover on site more than 25% by ensuring plantation of native	10	10
	Reapply top soil in more than 75% of the landscape areas	10	10
		20	20
	<b>Total - Site Planning</b>	<b>100</b>	<b>130</b>
<b>Energy</b>	<b>Outdoor street and security lighting</b>		
	Outdoor street lighting meets the required lux levels		
	Automatic switching/dimming controls to be provided for all outdoor lightings		
	<b>Smart Mini Grids</b>		
	Integration of various energy sources with prioritization to Renewable Energy Sources	10	10
	Real time remote monitoring and control of smart mini-grid with user interface which	10	10
	Demand Side Management and automatic Control of loads used for common services (like street lights, water pumping etc.) based on pre-defined criteria	10	0
		30	20
	<b>Passive urban design for outdoor thermal comfort</b>		
	Adopt passive design strategies and demonstrate that the outdoor temperature increment is at least 10% below the GRIHA LD base case (averaged over at least 5 outdoor common areas)	10	10
	Adopt passive design strategies and demonstrate that the outdoor temperature increment is over 20% below the GRIHA LD base case (averaged over at least 5 outdoor common areas)	20	
	Adopt passive design strategies and demonstrate that the outdoor temperature increment is over 30% below the GRIHA LD base case (averaged over at least 5 outdoor common areas)	30	
	Street layouts and buildings have been designed to provide minimum obstruction to local wind flow - full 10 points if measure is implemented for the entire project - especially around the built mass	10	10
		40	20
	<b>Operation and Maintenance</b>		
	Metering and Submetering of energy systems as mentioned in GRIHA LD manual		
Dedicated operational staff for Operation and Maintenance of Electro-mechanical systems	10	0	
Operation and maintenance protocol to be established and implemented	10	0	
Periodic energy auditing (every year) to be carried out	10	0	
	30	0	
<b>Total - Energy</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	
<b>Water and waste water management</b>	<b>Non-Applicability: Ground water recharge is advised</b>	<b>yes</b>	
	<b>Quality of water</b>		
	Ensure that quality of potable as well as non-potable water complies with relevant BIS standards		
	Ensure that quality of captured rainwater for storage and recharge as well as recycled water for use, comply with the relevant BIS standards.		
	STP/waste water treatment facility should meet the CPCB norms.	20	20
	Rainwater falling on site (besides that which is being stored for reuse) is recharged through appropriate filtration measures - 20 points if the measures are implemented for the entire site	20	20
All fixtures on site - in all buildings - (WCs, urinals, showers and kitchen and lavatory faucets) should be low-flow fixtures	15	15	
<b>Operation and Maintenance</b>			
The plumbing network must meet the metering and sub-metering requirement as per GRIHA LD			

	Establish a remote monitoring and control system for the entire plumbing network (systems like SCADA).	20	20
	Periodic water auditing (every year) to be carried out	15	15
	Establish an Operation and Maintenance Protocol for the various plumbing and water treatment systems (both centralized as well as decentralized) on site	10	10
	<b>Total - Water &amp; Waste Management</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Solid Waste Management</b>	<b>Handling and treatment of special waste</b>		
	On-site incinerators to be provided for treatment of medical / hospital waste or provision		
	Provide contractual tie-up with e-waste recyclers for purchase and safe recycling of e-waste from site.		
	<b>Segregation and storage of waste on site</b>		
	Provision for hygienic secondary storage facility for organic and recyclable inorganic waste collected at site.	15	0
	Provide contractual tie-up with recyclers for purchase and safe recycling of inorganic recyclable wastes (like metal, plastic, paper, etc., from site.	20	20
		35	20
	<b>Use of Sustainable Construction Materials</b>		
	Use of at least 5% recycled waste (plastic waste) in road construction by volume of materials for at least 50% of the roads on site.	7	15
	Use of at least 5% recycled waste (plastic waste) in road construction by volume of materials for over 90% of the roads on site.	15	
	Use of at least 5% recycled waste (plastic waste) in construction of pavements by volume of materials for at least 50% of all the pavements on site.	10	0
	All cement to be used in the construction of building structures will be PPC (at least 15% mix) (or at least 15% pozzolona mix in cement used for structural concrete)	10	10
		35	25
<b>Construction and demolition waste management</b>			
Develop a construction waste management plan, for safe handling and segregated	15	0	
Adopt strategies to recycle and reuse construction and demolition waste on site	15	15	
	30	15	
<b>Total - Solid Waste Management</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	
<b>Transport</b>	<b>Provision of footpaths and/or bicycling tracks and for safe interaction of NMT</b>		
	All roads should have footpaths/sidewalks and cycle tracks (cycling tracks not applicable)		
	Footpaths, sidewalks and cycle tracks should be continuous, wide and universally		
	Supporting infrastructure and facilities like bicycle parking, landscaping, public	15	15
	Necessary physical safety measures like railings, non-slippery surfaces, etc., must be taken on site.	15	15
		30	30
	<b>Road network planning</b>		
	Street network planning to be done in a manner to promote safety, community living.	20	20
	<b>Parking for cars and two wheelers</b>		
	Total parking area allocated for cars and two wheelers should not exceed the area	10	10
	Dedicated parking space for physically disabled people - as per the thresholds highlighted in GRIHA LD manual	10	10
		20	20
	<b>Collective transport services</b>		
	Running collective transport services (route, stops, frequency, and capacity) for intra-site	7	0
	Providing connectivity to the nearest city public transport nodes.	8	8
	15	8	
<b>Electric charging infrastructure for vehicles</b>			
Electric charging infrastructure provided for at least 10% of cars and bikes parked on site	15	15	
<b>Total - Transport</b>	<b>100</b>	<b>93</b>	
<b>Facilities for construction workers</b>			

Socio-Economic	All safety norms of NBC 2005 must be implemented on site during construction		
	All construction workers must have access to clean drinking water and hygienic toilets on		
	Accommodation facilities for the construction workers must be clean, hygienic, with		
	Child labour should be banned on site		
	<b>Social infrastructure in development</b>		
	Design of the development should be done according to guidelines on universal	15	0
	Identify smoke/tobacco free zones on site	10	0
	Create environmental awareness through imparting information like display boards,	15	15
	Provision of dedicated resting areas and toilets for service staff as per GRWA LD	15	15
		<b>55</b>	<b>30</b>
	<b>Planning for low-income group population</b>		
	<b>Non-Applicability: The development is a SEZ/Educational Campus</b>	<b>no</b>	
	EWS housing should be provided on site	5	0
	Health centres and schools – reserved for lower income group - should be provided in	10	0
	Planning to also consider adequate provision for informal market	10	0
	<b>25</b>	<b>0</b>	
<b>Food production on site</b>			
Plan food production for more than 5% of the total landscape area or equivalent (vertical	10	20	
Plan food production for more than 10% of the total landscape area or equivalent (vertical	20		
	<b>30</b>	<b>20</b>	
<b>Total - Social</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	
<b>Overall Score</b>			
<b>Sub-Sections</b>	<b>Sub-section Score</b>	<b>Weights</b>	<b>Weighted Score</b>
<b>On-site Sufficiency</b>			
Energy	50	0,18	9
Water	70	0,23	16,1
Solid Waste Management	100	0,12	12
<b>Development Quality</b>			
Site Planning	130	0,08	10,4
Energy	40	0,09	3,6
management	100	0,12	12
Solid Waste Management	60	0,06	3,6
Transport	93	0,06	5,58
Socio-Economic	50	0,06	3
<b>Overall Total</b>			<b>75,28</b>
<b>Rating Thresholds</b>			
<b>25 - 40</b>	<b>1 star</b>		
<b>41 - 55</b>	<b>2 stars</b>		
<b>56 - 70</b>	<b>3 stars</b>		
<b>71 - 85</b>	<b>4 stars</b>		
<b>Above 85</b>	<b>5 stars</b>		

### QUELLEN LITERATUR UND WISSENSCHAFTLICHE PUBLIKATIONEN

- Baker, Laurie.** *Mud.* Nirmithi Kendra Complex, Ayyanthol, Trichur 680 003, Kerala, Indien : COSTFORD.
- Bell, Graham. 2006.** *Permakultur Praktisch.* Darmstadt : Pala Verlag GmbH, 2006.
- Bhatia, Gautam. 2000.** *Laurie Baker: Life, Work, Writings.* Delhi : Penguin India, 2000.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). 2016.** *Leitfaden Nachhaltiges Bauen , Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden.* Rostock : Publikationsversand der Bundesregierung, 2016.
- Chandra, Satish. 2003.** *History of Architecture and ancient building Materials in India.* New Delhi : Tech Books International, 2003.
- Christine Flon, Cathrine Brisac, Frederique de Cagny,. 1990.** *Der große Bildatlas der Architektur.* München : Orbis Verlag für Publizistik, 1990.
- Debadayita Raha, Pinakeswar Mahanta, Michèle L. Clarke. 2014.** The implementation of decentralised biogas plants in Assam. *Energy Policy Vol. 68.* 6. 2 2014, S. 80-91.
- Deborah Thiagarajan, Benny Kuriakose, Maureen Murari, Vikram Parchure. 2015.** *Dakshina Chitra - A glimpse of south India.* Chennai : Madras Craft Foundation, 2015.
- Doctor-Pingel, Mona. 2012.** *Poppo Pingel - Auroville Architects Monograph Series.* Ahmedabad, Indien : Mapin Publishing Pvt. Ltd, 2012.
- Dr. Oliver Krauß, Thomas Werner. 2016.** *Potenziale eines hochwertigen Recyclings im Baubereich.* Berlin : VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE), 2016.
- Henderson, Carol E. 2002.** *culture and costumes of India.* Westport USA : Greenwood Publishing, 2002.
- Johannes Elbert, Christian Jahnel, Alexandra Minisdorfer. 2008.** *Die große Chronik der Weltgeschichte / Vom Niedergang Roms zum Zeitalter der Karolinger.* Gütersloh/München : Wissen Media Verlag, 2008.
- Kolluru Kumar, Madduri Saicharan Reddy. 2015.** *Prospects of Rain Water Harvesting management Strategies with artificial Recharge and Water Shed Management Strategies in India.* Bhopal, Indien : Department of Civil Engineering, Maulana Azad national Institute of Technology, 2015.
- Lakshmi G Kamath, Srinivas Daketi. 2016.** Jaalis : A Study on aesthetics and functional aspects in built environment. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science - Volume 2, Issue - 2.* 02 2016, S. 98-104.
- Marcel Vellinga, Paul Oliver , Alexander Bridge. 2007.** *Atlas of Vernacular Architecture of the World.* London : Routledge, 2007.
- Michael von Hauff, Thuan Nguyen. 2018.** *Fortschritt in der Nachhaltigkeitsforschung.* Baden Baden : Nomos Verlagsgesellschaft, 2018.
- Minke, Gernot. 2013.** *Building with Earth.* Basel : Birkhäuser, 2013.
- Müller, Paul. 2013.** *Nachhaltiges Bauen als wirtschaftlicher Erfolg.* Hamburg : Imprint der Diplomica Verlag GmbH, 2013.
- P. Satheesh Kumar, C. Sivasubramian, M.jeganathan, J. Ashok. 2016.** South Indian vernacular architecture - a executive summary. *Indo - Asian Journal of Multidisciplinary Research (IAJMR) ISSN: 2454-1370.* 2016, S. 655-661.



---

**Peer, Mathias. 2017.** handelsblatt.com. [Online] 02. 02 2017. <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/management/smog-in-neu-delhi-gift-fuer-den-standort-indien-/19407996.html>.

**Petra Hauke, Karen Latimer, Klaus Ulrich Werner. 2013.** *The Green Library - Die grüne Bibliothek: The challenge of environmental sustainability - Ökologische Nachhaltigkeit in der Praxis.* Berlin/Boston : Walter de Gruyter GmbH, 2013.

**Petra Percher, Robert Kropf. 2011.** *Green Hotels.* Wien : Brandstätter Verlag, 2011.

**Quaschnig, Volker. 2015.** *Regenerative Energiesysteme.* München : Carl Hansen Verlag, 2015.

**Register, Richard. 2006.** *EcoCities: Rebuilding Cities in Balance with Nature.* gabriola island, canada : New society publishers, 2006.

**Roger Anger, Anapuma Kundoo. 2014.** *Auroville Architecture - towards new forms for a new consciousness.* Chennai : Prisma, 2014.

**Sarkar, Col. Bhaskar. 2008.** *A Practical Approach to Vaastu Shastra.* Neu Delhi : Peacock Books, 2008.

**Schröder, Horst. 2010.** *Lehmbau - Mit Lehm ökologisch Planen und Bauen.* Wiesbaden : Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2010.

**Ulrich Röhlen, Christof Ziegert. 2014.** *Lehmbau Praxis - Planung und Ausführung.* Berlin, Wien, Zürich : DIN Deutsches Institut für Normung, 2014.

**UNEP United Nations Environment Programme , UNTWO. 2005.** *Making Tourism More Sustainable.* Paris, Madrid : United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics, World Tourism Organization, 2005.

**UNWTO united nations world tourism organization. 2016.** *2016 annual report- world tourism organization.* Madrid : CEDRO, Centro Español de Derechos Reprográficos, 2016.

**Vorläufer, Karl. 2003.** *Tourismus in Entwicklungsländern. Geographische Rundschau 55 (2003) Heft 3.* 2003, S. 4-13.

### INTERNETQUELLEN

- Allplan Deutschland GmbH. 2016.** www.allplan.com. [Online] 16. 12 2016. <https://blog.allplan.com/de/arcosanti-ein-architektonisches-utopia>.
- auroville earth institut. 2018.** <http://www.earth-auroville.com>. [Online] 24. 02 2018. [http://www.earth-auroville.com/compressed\\_stabilised\\_earth\\_block\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/compressed_stabilised_earth_block_en.php).
- Auroville Foundation. 2017.** <https://www.auroville.org>. [Online] 7. 11 2017. <https://www.auroville.org/contents/1154>.
- Ayarza, Jorge. 2018.** www.minvayu.org. [Online] 2018. <http://www.minvayu.org/index.php/products/3097-turbines>.
- Benelli, Staisey. 2011.** www.ganzomag.com. [Online] 30. 06 2011. <http://www.ganzomag.com/arcosanti-paolo-soleri-turns-92.html>.
- BuildoTech Magazine India. 2012.** <https://www.buildotechindia.com>. [Online] 09. 05 2012. <https://www.buildotechindia.com/vernacular-architecture-and-building-materials/>.
- Census Population 2015 Data. 2011.** <http://www.census2011.co.in>. [Online] 2011. <http://www.census2011.co.in/census/district/27-viluppuram.html>.
- Confederation of Indian Industry. 2017.** [cii.in](http://www.cii.in). [Online] 07. 11 2017. <http://www.cii.in/Index.aspx>.
- dunewellnessgroup. 2017.** <http://dunewellnessgroup.com>. [Online] 02. 12 2017. <http://dunewellnessgroup.com/dune-eco-village-and-spa/>.
- Foster + Partners. 2018.** www.fosterandpartners.com. [Online] 2018. <https://www.fosterandpartners.com/projects/masdar-city/>.
- Fuchs, Lilian. 2017.** www.huffingtonpost.de. [Online] 25. 09 2017. [https://www.huffingtonpost.de/2017/09/25/masdar-city\\_n\\_18069996.html](https://www.huffingtonpost.de/2017/09/25/masdar-city_n_18069996.html).
- Gardizi, Farid. 2009.** www.unesco.de. [www.unesco.de](http://www.unesco.de). [Online] 03 2009. <https://www.unesco.de/bildung/bis-2009/geschichte-der-nachhaltigkeit.html>.
- Government of Tamil Nadu, Department of Geology and Mining. 2018.** <http://www.tnmine.tn.nic.in>. [Online] 2018. <http://www.tnmine.tn.nic.in/Geology%20of%20Tamilnadu.htm>.
- GRIHA Council. 2017.** <http://www.grihaindia.org>. [Online] 18. 12 2017. [http://www.grihaindia.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=73&t=Green\\_Rating\\_for\\_Integrated\\_Habitat\\_Assessment](http://www.grihaindia.org/index.php?option=com_content&view=article&id=73&t=Green_Rating_for_Integrated_Habitat_Assessment).
- HSLU T&A, TS. 2017.** <http://www.materialarchiv.ch>. [Online] 2017. <http://www.materialarchiv.ch/#/detail/254/glasbausteine>.
- HT Estates Correspondent, Delhi. 2016.** www.hindustantimes.com. [Online] 26. 12 2016. <http://www.hindustantimes.com/real-estate/india-is-third-in-green-building-rankings/story-gBBj5rvXGQSiww8wTe6T8N.html>.
- IndiaPopulation 2017. 2017.** <http://indiapopulation2017.in>. [Online] 03. 01 2017. <http://indiapopulation2017.in/population-of-pondicherry-2017.html>.
- IndiKosh - All about India. 2016.** <https://indikosh.com>. [Online] 2016. <https://indikosh.com/st/675808/tamil-nadu-23>.
- ITC Hotels. 2017.** www.itchotels.in/hotels/chennai/itcgrandchola. [Online] 18. 12 2017. <https://www.itchotels.in/hotels/chennai/itcgrandchola/responsible-luxury.html>.
- Jagat Pati Joshi, PhD. 2003.** <http://www.indianscience.org>. [Online] 2003. [http://www.indianscience.org/projects/t\\_pr\\_joshi\\_architect.shtml](http://www.indianscience.org/projects/t_pr_joshi_architect.shtml).

---

**Klima- und Energiefonds. 2016.** <https://www.klimafonds.gv.at>. [Online] 2016.  
<https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Broschren/Mustersanierung/FCNB16Broschrefinal.pdf>.

**Kober, Veronika. 2015.** [www.wohnet.at](http://www.wohnet.at). [Online] 17. 09 2015. <https://www.wohnet.at/bauen/innenausbau/lehmputz-kalkputz-gipsputz-22082>.

**Ministry of Environment & Forests, Govt. of India. 2017.** <http://tnenvis.nic.in>. [Online] 27. 12 2017. [http://tnenvis.nic.in/Database/TN-ENVIS\\_791.aspx](http://tnenvis.nic.in/Database/TN-ENVIS_791.aspx).

**OÖ Energiesparverband. 2017.** <http://www.energiesparverband.at>. [Online] 01. 12 2017.  
[http://www.energiesparverband.at/fileadmin/redakteure/ESV/Info\\_und\\_Service/Publikationen/Photovoltaik.pdf](http://www.energiesparverband.at/fileadmin/redakteure/ESV/Info_und_Service/Publikationen/Photovoltaik.pdf).

**OutreachMedia, Multimedia Centre, Auroville. 2012.** [www.auroville.org](http://www.auroville.org). [Online] 01 2012. <https://www.auroville.org/contents/4234>.

**ÖVGW Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach. 2018.** <http://www.wasserwerk.at>. [Online] 2018.  
<http://www.wasserwerk.at/home/alles-ueber-wasser/wasserressource/16>.

**Pitchandikulam Forest, Auroville Foundation. 2010.** <http://www.green.aurovilleportal.org>. [Online] 09. 04 2010.  
<http://www.green.aurovilleportal.org/agro/55-introduction-to-the-tropical-dry-evergreen-forest->

**Prof. Dirk Hebel, Singapore-ETH Centre. 2014.** <https://www.ethz.ch/>. [Online] 22. 04 2014. <https://www.ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2014/04/die-erde-als-werkstoff-teil-1.html>.

**Samuchit Enviro Tech. 2016.** [www.samuchit.com](http://www.samuchit.com). [Online] 2016. <http://www.samuchit.com/sustainable-living/waste-management/kitchen-food-waste-to-biogas>.

**scapework architectural solutions. 2009.** [www.scapework.de](http://www.scapework.de). [Online] 2009. <http://www.scapework.de/135.html>.

**Scheidl, Elisabeth. 2013.** <http://www.nature-design.at>. [Online] 2013. <http://www.nature-design.at/permakultur/die-prinzipien-der-permakultur.php>.

**Sekem. 2018.** [www.sekem.com](http://www.sekem.com). [Online] 2018. <http://www.sekem.com/en/about/>.

**Sri Aurobindo Ashram Trust. 2013.** *Landscapes and Gardens of Auroville*. Auroville, Tamil Nadu : Prisma, 2013.

**TERI (The Energy and Resources Institute). 2017.** <http://www.teriin.org>. [Online] 18. 12 2017. <http://www.teriin.org/about-teri>.

**the United Nations Environment Programme (UNEP), the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), the Union of Concerned Scientists. 2016.** *World Heritage and tourism in a changing climate*. Nairobi, Paris, Cambridge : UNESCO and UNEP, 2016.

**Transsolar Energietechnik GmbH. 2018.** [www.transsolar.com](http://www.transsolar.com). [Online] 2018. <http://transsolar.com/de/projects/masdar-city>.

**Tripadvisor. 2017.** [www.tripadvisor.at/GreenLeaders](http://www.tripadvisor.at/GreenLeaders). [Online] 17. 11 2017. <https://www.tripadvisor.at/GreenLeaders>.

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH - Deutsches Privates Institut für Nachhaltige Immobilienwirtschaft. 2017.** [difni.de](http://www.difni.de). [Online] 05. 11 2017.  
<http://www.difni.de/leistungen/breeam.html>.

**U.S. Green Building Council. 2017.** [usgbc.org](http://www.usgbc.org). [Online] 05. 11 2017. <https://new.usgbc.org/about>.

**2017.** [www.goruma.de](http://www.goruma.de). [Online] 01. 12 2017. [https://www.goruma.de/Wissen/Naturwissenschaft/Meteorologie/monsune\\_und\\_passate.html](https://www.goruma.de/Wissen/Naturwissenschaft/Meteorologie/monsune_und_passate.html).

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

### Abb. 1 : Vergleich Skyline Hongkong, Mumbai, New York

<https://www.tripsavvy.com/top-mumbai-guest-houses-and-cheap-hotels-1539852>  
<https://i0.wp.com/geoffboeing.com/wp-content/uploads/2015/05/hong-kong-skyline-night-1.jpg>  
<http://hobeec.net/new-york-skyline-bild/new-york-skyline-bild-fantastisch-skyline-new-york/>  
Zugriff : 20.09.2017

### Abb. 2 : Darstellung SDEGs , UN

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2017/12/UN-Guidelines-for-Use-of-SDG-logo-and-17-icons-December-2017.pdf>  
Seite 48

### Abb. 3 : Drei-Säulen Modell der Nachhaltigkeit im Bauwesen

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
[https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1\\_3\\_a\\_drei\\_saeulen\\_modell\\_1531.htm](https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1_3_a_drei_saeulen_modell_1531.htm)

### Abb. 4 : Lebenszyklusbetrachtung von Baustoffen (LCA)

[http://informationsdienst-holz.de/fileadmin/\\_processed\\_/csm\\_Bild2\\_04\\_7896a40d5f.jpg](http://informationsdienst-holz.de/fileadmin/_processed_/csm_Bild2_04_7896a40d5f.jpg)  
Zugriff : 20.09.2017

### Abb. 5 : Logo Breem

[https://www.florabora.com/wp-content/uploads/2016/06/certification\\_breem\\_very\\_good-1024x503.jpg](https://www.florabora.com/wp-content/uploads/2016/06/certification_breem_very_good-1024x503.jpg)  
Zugriff : 20.09.2017

### Abb. 6 : Logo LEED

[http://www.greenbuilding.ch/labelfinder/images/Logo\\_LEED.jpeg](http://www.greenbuilding.ch/labelfinder/images/Logo_LEED.jpeg)  
Zugriff: 20.09.2017

### Abb. 7 : Gebäude - Zertifizierungen Weltweit

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
[https://www.dreso.at/fileadmin/\\_processed\\_/8/6/csm\\_green-building-karte-de-en\\_79f5d1011c.jpg](https://www.dreso.at/fileadmin/_processed_/8/6/csm_green-building-karte-de-en_79f5d1011c.jpg)

### Abb. 8 : Energieverbrauch nach Sektor in Indien

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
<https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-640040740463d4063fb31bcd744600f>

### Abb. 9 : Vergleich Co2 Emissionen USA und Indien 2005-2015

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
<https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2015&country=INDIA&product=Balances>

### Abb. 10 : Ländervergleich Verbrauch Primärenergie im Jahr 2016 (in Millionen Tonnen Öläquivalent)

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12887/umfrage/primaenergieverbrauch-ausgewaehlter-nationen/>

### Abb. 11 : Vergleich Bevölkerungswachstum Indien und USA 1990 -2015

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&type=metadata&series=SP.POP.TOTL>

### Abb. 12 : Steigerung der Anzahl an LEED- zertifizierten Gebäude in Indien 2007 -2016

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
<http://www.usgbc.org>

### Abb. 13 : Logo GRIHA

[https://local.armacell.com/fileadmin/\\_processed\\_/csm\\_Logo\\_GRIHA\\_0f2c882237.jpg](https://local.armacell.com/fileadmin/_processed_/csm_Logo_GRIHA_0f2c882237.jpg)  
Zugriff : 20.09.2017

### Abb. 14 : Logo Indian Green Building Council

<https://thecommonmanspeaks.com/wp-content/uploads/2012/10/Indian-Green-Building-Council-logo1.jpg>  
Zugriff : 20.09.2017

### Abb. 15 : Darstellung 3 Säulen des nachhaltigen Tourismus

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
<http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8741>

### Abb. 16 : Darstellung Positive und Negative Auswirkungen des Tourismus in Entwicklungsländern

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
<http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8741>

### Abb. 17 : Steigerung Anzahl Internationaler Touristen in Indien 1996-2016

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
<https://data.worldbank.org/country/india?view=chart>

### Abb. 18 : Steigerung Anzahl Inlandstouristen Indien 2005-1016

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
<https://data.worldbank.org/country/india?view=chart>

### Abb. 19 : Logo Green Globe

[https://belizetravelblog-rbcwrst2ldpfk1dqy0p.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2011/09/GG-CERTIFIED\\_RGB\\_Small1.jpg](https://belizetravelblog-rbcwrst2ldpfk1dqy0p.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2011/09/GG-CERTIFIED_RGB_Small1.jpg)  
Zugriff : 25.09.2017

### Abb. 20 : Logo Energy Star

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/73/Energy\\_Star\\_logo.svg/2000px-Energy\\_Star\\_logo.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/73/Energy_Star_logo.svg/2000px-Energy_Star_logo.svg.png)  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 21 : Logo Green Seal**

<https://i.pinimg.com/originals/a4/cd/5c/a4cd5cc10598ae731e4fcad802040f59.jpg>  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 22 : Logo Green Key**

[http://hivancouvercentre.com/wp-content/uploads/2016/02/green\\_keys\\_o.jpg](http://hivancouvercentre.com/wp-content/uploads/2016/02/green_keys_o.jpg)  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 23 : Darstellung der 5 gewählten Hauptkriterien von Öko Hotels**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 24 : Lage Alila Villas**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 25 : Frühstücksraum**

<https://www.archdaily.com/59740/alila-villas-uluwatu-woha>  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 26 : Aussicht Terrasse Restaurant**

<https://www.archdaily.com/59740/alila-villas-uluwatu-woha>  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 27 : Ansicht Hotellobby**

<https://www.archdaily.com/59740/alila-villas-uluwatu-woha>  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 28 : Aussichtsplattform**

<https://www.archdaily.com/59740/alila-villas-uluwatu-woha>  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 29 : Landschaftsgestaltung**

<https://www.archdaily.com/59740/alila-villas-uluwatu-woha>  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 30 : Lage ITC Grand Chola**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 31 : Parkansicht ITC Grand Chola**

[https://d2whcypojkzby.cloudfront.net/imageRepo/5/0/86/503/897/lux3726ex-133886-Exterior\\_.S.jpg](https://d2whcypojkzby.cloudfront.net/imageRepo/5/0/86/503/897/lux3726ex-133886-Exterior_.S.jpg)  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 32 : Ansicht Pool ITC Grand Chola**

<https://s-ec.bstatic.com/images/hotel/max1280x900/518/51877099.jpg>  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 33 : Straßenansicht ITC Grand Chola**

[http://hivancouvercentre.com/wp-content/uploads/2016/02/green\\_keys\\_o.jpg](http://hivancouvercentre.com/wp-content/uploads/2016/02/green_keys_o.jpg)  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 34 : Beispiel Hotelzimmer ITC Grand Chola**

<https://t-ec.bstatic.com/images/hotel/max1280x900/446/44650249.jpg>  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 35 : Nachtansicht ITC Grand Chola**

<https://s-ec.bstatic.com/images/hotel/max1280x900/518/51876883.jpg>  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 36 : Grundriss Ebene Konferenzbereich ITC Grand Chola**

<https://www.itchotels.in/content/dam/projects/hotelswebsite/itc-hotels/luxury-collection/destination/chennai/itc-grand-chola/Website/ITC%20Grand%20Chola%20FactSheet.pdf> [http://hivancouvercentre.com/wp-content/uploads/2016/02/green\\_keys\\_o.jpg](http://hivancouvercentre.com/wp-content/uploads/2016/02/green_keys_o.jpg)  
Zugriff : 25.09.2017

**Abb. 37 : Lage Afsanah Guest house**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 38 : Ansicht Poolbereich Afsanah Guest House**

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

**Abb. 39 : Rezeption Afsanah Guest House**

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

**Abb. 40 : Bungalows Afsanah Guest House**

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

**Abb. 41 : Frühstücksraum Afsanah Guest House**

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

**Abb. 42 : Lage Dune Eco Village**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 43 : Bungalow mit Bambusdach**

[https://www.uniqhotels.com/media/hotels/d1/5\\_1.jpg.730x483\\_q85\\_box-0%2C0%2C1600%2C1059\\_crop\\_detail.jpg](https://www.uniqhotels.com/media/hotels/d1/5_1.jpg.730x483_q85_box-0%2C0%2C1600%2C1059_crop_detail.jpg)  
Zugriff : 28.09.2017

**Abb. 44 : „Kerala Bungalow“**

[https://images.ixigo.com/image/upload/c\\_fill,w\\_100,h\\_100/lu1hvluyvo7atc1cepni](https://images.ixigo.com/image/upload/c_fill,w_100,h_100/lu1hvluyvo7atc1cepni)  
Zugriff : 28.09.2017

**Abb. 45 : Salzwasserpool**

[https://www.uniqhotels.com/media/hotels/25/19.%20pool.jpg.730x361\\_q85\\_box-0%2C0%2C1600%2C792\\_crop\\_detail.jpg](https://www.uniqhotels.com/media/hotels/25/19.%20pool.jpg.730x361_q85_box-0%2C0%2C1600%2C792_crop_detail.jpg)  
Zugriff : 28.09.2017

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

### Abb. 46 : Vogelperspektive Gelände

[http://dunewellnessgroup.com/dune-eco-village-and-spa/wp-content/uploads/sites/20/2017/09/Dune-Eco-Village-amp-Spa-DUNE\\_GENERIC\\_PICTURES-title-1839.jpg](http://dunewellnessgroup.com/dune-eco-village-and-spa/wp-content/uploads/sites/20/2017/09/Dune-Eco-Village-amp-Spa-DUNE_GENERIC_PICTURES-title-1839.jpg)  
Zugriff : 28.09.2017

### Abb. 47 : Hotelzimmer, Möbel aus Recyclingholz

[https://www.uniqhotels.com/media/hotels/d5/10.%20artist\\_penthouse\\_1.jpg.730x486\\_q85\\_box-0%2C0%2C1600%2C1067\\_crop\\_detail.jpg](https://www.uniqhotels.com/media/hotels/d5/10.%20artist_penthouse_1.jpg.730x486_q85_box-0%2C0%2C1600%2C1067_crop_detail.jpg)  
Zugriff : 28.09.2017

### Abb. 48 : Traditioneller Holzbau Kerala, Syrian Christian House, Dakshina Chitra

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

### Abb. 49 : Vernakulärer Bau aus Lehm und Palmlättern, Kategorie Kachcha

<http://dakshinachitra.net/img/andhra-house/coastala/02-coastal-house.jpg>  
Zugriff : 15.10.2017

### Abb. 50 : Mandala nach Vaastu Shastra

[https://media.springernature.com/lw785/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-319-00137-1\\_26/MediaObjects/978-3-319-00137-1\\_26\\_Fig4\\_HTML.gif](https://media.springernature.com/lw785/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-319-00137-1_26/MediaObjects/978-3-319-00137-1_26_Fig4_HTML.gif)  
Zugriff : 05.03.2018

### Abb. 51 : Grundriss Gebäude nach Vaastu Sh.

<https://userscontentstorage.blob.core.windows.net/userimages/618a4fbb-ebc5-48f7-a1c1-1b97f92ed9d0/c1621065-c701-4c93-b666-f12083899441image46.png>  
Zugriff : 05.03.2018

### Abb. 52 : Masterplan Stadt Jaipur nach Vaastu Shastra

[https://2.bp.blogspot.com/-cSqlxH-oWO4/VRWX0-BbTQ1/AAAAAAAAA0c/27BDZsx\\_xG8/s1600/Ja-wahar\\_03.JPG](https://2.bp.blogspot.com/-cSqlxH-oWO4/VRWX0-BbTQ1/AAAAAAAAA0c/27BDZsx_xG8/s1600/Ja-wahar_03.JPG)  
Zugriff : 15.10.2017

### Abb. 53 : Darstellung Stadt der Indus Kultur, 3000 v. Chr.

<http://www.pragyata.com/blogbanner/po1vshhm09q5r2kgrz.jpg>  
Zugriff : 15.10.2017

### Abb. 54 : Tempeltank, Tamil Nadu

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8d/Krishna\\_Pushkarani\\_-\\_Hampi\\_Ruins.jpg/330px-Krishna\\_Pushkarani\\_-\\_Hampi\\_Ruins.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8d/Krishna_Pushkarani_-_Hampi_Ruins.jpg/330px-Krishna_Pushkarani_-_Hampi_Ruins.jpg)  
Zugriff : 15.10.2017

### Abb. 55 : Antiker Wall zum Speichern von Regenwasser

[https://thumbs-prod.si-cdn.com/k3C-SphC3mZ-WDeLUwFf\\_zTwiqo=/1024x596/https://public-media.smithsonianmag.com/filer/13/58/13586794-70ae-4800-854c-38448ff361c9/dam.jpg](https://thumbs-prod.si-cdn.com/k3C-SphC3mZ-WDeLUwFf_zTwiqo=/1024x596/https://public-media.smithsonianmag.com/filer/13/58/13586794-70ae-4800-854c-38448ff361c9/dam.jpg)  
Zugriff : 15.10.2017

### Abb. 56 : Draupadi Ratha Tempel, Mahabalipuram, Seitenansicht

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

### Abb. 57 : Rückseite

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

### Abb. 58 : Vorderansicht

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

### Abb. 59 : Lehmbau mit Bambus- Strohdach, Chengelpet, Tamil Nadu, Dakshina

#### Chitra

[http://incredibleindiaphotogallery.com/wp-content/uploads/2011/05/DSC\\_0079.jpg](http://incredibleindiaphotogallery.com/wp-content/uploads/2011/05/DSC_0079.jpg)

Zugriff : 15.10.2017

### Abb. 60 : Calicut - Hindu Haus, Dakshina Chitra

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

### Abb. 61 : „Syrian christian house“ aus Kerala , Dakshina Chitra

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

### Abb. 62 : „Agraharam“ eine typische Dorfstruktur aus Tamil Nadu, Dakshina

#### Chitra

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

### Abb. 63 : Baulücke mit Luftschlitzen in Mauer, Agraharam

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

### Abb. 64 - 66 : Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

### Abb. 67 : Auroville Hauptstraße

[http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2015/03/10626208\\_285979454927177\\_7129866104194433593\\_o.jpg](http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2015/03/10626208_285979454927177_7129866104194433593_o.jpg)  
Zugriff : 05.01.2018

### Abb. 68 : Nachbardorf , Tamil - Bewohner

<https://3monthsinindia.files.wordpress.com/2013/04/auroville-drive.jpg>  
Zugriff : 05.01.2018

### Abb. 69 : Strandpromenade Pondicherry

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

### Abb. 70 : Auroville, Matrimindir

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

### Abb. 71 : Einweihungsfeier 1968

Roger Anger, A. K. (2014). Auroville Architecture - towards new forms for a new consciousness. Chennai: Prisma., Seite 10

**Abb. 72 : Stadtgebiet und Zonen**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
Roger Anger, A. K. (2014). Auroville Architecture - towards new forms for a new consciousness.  
Chennai: Prisma., Seite 31

**Abb. 73 : Auroville Symbol**

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQnUcATsDwQFmbYt8YL1e3O2inJXkS-GUx2kmAZBe1ZLaOwcZi8QsQ>  
Zugriff :05.01.2018

**Abb. 74 : Darstellung Lage und Umgebung Grundstück**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach : Google Maps

**Abb. 75 : Beschilderung Einfahrt Stadtgebiet Auroville**

[https://www.auroville.org/system/image\\_attachments/images/000/008/459/thumb/2AVsi-gnECR\\_1589.jpg?1408557582](https://www.auroville.org/system/image_attachments/images/000/008/459/thumb/2AVsi-gnECR_1589.jpg?1408557582)  
Zugriff :05.01.2018

**Abb. 76: Vegetation Auroville 1960**

Sri Aurobindo Ashram Trust. (2013). Landscapes and Gardens of Auroville. Auroville, Tamil Nadu:  
Prisma, Seite 17

**Abb. 77 : Vegetation Auroville Aktuell**

[https://4.bp.blogspot.com/-eGCw9IRSHws/WVnGA1WsuUCI/AAAAAAAAAM-Y/\\_YqO8I3rxIcEDVgY9Uuf-cv-xS\\_qDsD-kQCLcBGAs/s640/AV-plane-view-1000.jpg](https://4.bp.blogspot.com/-eGCw9IRSHws/WVnGA1WsuUCI/AAAAAAAAAM-Y/_YqO8I3rxIcEDVgY9Uuf-cv-xS_qDsD-kQCLcBGAs/s640/AV-plane-view-1000.jpg)  
Zugriff :05.01.2018

**Abb. 78 : Sekem Farm, Anbauflächen**

<https://sustainablefoodtrust.org/wp-content/uploads/2012/06/photo-e1365429478219.jpg>  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 79 : Sekem Farm , Hauptgebäude**

[http://www.scapework.de/files/contentdata/projects/project\\_images/scapework\\_architecture\\_sekem\\_sinai\\_2.jpg](http://www.scapework.de/files/contentdata/projects/project_images/scapework_architecture_sekem_sinai_2.jpg)  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 80 : Sekem Farm Gebäude**

[http://www.scapework.de/files/contentdata/projects/project\\_images/scapework\\_architecture\\_sekem\\_minya\\_1.jpg](http://www.scapework.de/files/contentdata/projects/project_images/scapework_architecture_sekem_minya_1.jpg)  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 81 : Darstellung Konzept wabenartiger Stadtentwurf für Acrosanti, Paolo Soleri**

[https://i.guim.co.uk/img/media/9ef7853aef848bc8d31b986819153327ef4419c2/0\\_0\\_1587\\_1074/master/1587.jpg?w=700&q=55&auto=format&usm=12&fit=max&s=a90abc97565e043473ac0aa46e1a8ef1](https://i.guim.co.uk/img/media/9ef7853aef848bc8d31b986819153327ef4419c2/0_0_1587_1074/master/1587.jpg?w=700&q=55&auto=format&usm=12&fit=max&s=a90abc97565e043473ac0aa46e1a8ef1)  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 82 : Ansicht Acrosanti 1**

[http://s1.lemde.fr/image/2015/03/31/1800x731/4606803\\_6\\_0cab\\_arcosanti-dans-l-arizona-une-cite-alliant\\_0d3c9cc5cf7614f148b07718ded1a865.jpg](http://s1.lemde.fr/image/2015/03/31/1800x731/4606803_6_0cab_arcosanti-dans-l-arizona-une-cite-alliant_0d3c9cc5cf7614f148b07718ded1a865.jpg)  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 83 : Konzeptschnitt Acrosanti, Paolo Soleri**

<http://www.ganzomag.com/wp-content/uploads/2011/06/269.CIM-039-J100-Custom.jpg>  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 84 : Ansicht Acrosanti 2**

[http://payload539.cargocollective.com/1/13/424748/13096388/arcosanti1\\_1000.jpg](http://payload539.cargocollective.com/1/13/424748/13096388/arcosanti1_1000.jpg)  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 85 : Rendering Luftbild Masdar City**

<http://transsolar.com/content/2-projects/17-masdar-city/cover.jpg>  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 86 : Ansicht Windtower Masdar City**

[https://www.thenational.ae/image/policy:1.634127:1506081707/image/jpeg.jpg?f=4x3&w=1024&pf\\$w=5bccb59](https://www.thenational.ae/image/policy:1.634127:1506081707/image/jpeg.jpg?f=4x3&w=1024&pf$w=5bccb59)  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 87 : Konzeptschnitt Masdar City**

<https://i.pinimg.com/originals/0a/81/d6/0a81d68819c7748a3e112cdd0f515ded.jpg>  
Zugriff :06.04.2018

**Abb. 88 : Lageplan Grundstück**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 89 : Monatliche Durchschnittstemperaturen und Niederschlag Auroville**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach : <https://en.climate-data.org/location/31587/>

**Abb. 90 : Klimazonen Indiens**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach : <https://i0.wp.com/www.mapsofindia.com/maps/india/climaticregions.jpg?zoom=2>

**Abb. 91 : Hauptwindrichtung Auroville**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach : [http://tropicalbuildings.org/system/graph\\_images/images/000/000/058/original/AUROVILLE\\_-\\_Wind\\_roses\\_by\\_season.jpg?1466082403](http://tropicalbuildings.org/system/graph_images/images/000/000/058/original/AUROVILLE_-_Wind_roses_by_season.jpg?1466082403)

**Abb. 92 : Monsun Indien**

<https://www2.klett.de/sixcms/media.php/76/monsun00.jpg>  
Zugriff :08.11.2017

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

### Abb. 93 : Solare Strahlung Indien

<https://solargis2-web-assets.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/graphic/free-map/GHI/a8d69483f2/Solargis-India-GHI-solar-resource-map-en.png>  
Zugriff :08.11.2017

### Abb. 94 : Sonnenverlauf Auroville

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung , erstellt mit :  
<http://andrewmarsh.com/apps/releases/sunpath2d.html>

### Abb. 95 : Schattenstudie Grundstück 21. Dez.

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung , erstellt mit :  
Archicad 20

### Abb. 96 : Schattenstudie Grundstück 21. Juni.

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung , erstellt mit :  
Archicad 20

### Abb. 97 : Panoramaaufnahme Grundstück, Blick nach Norden

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

### Abb. 98 : Panoramaaufnahme Grundstück, Blick nach Süden

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

### Abb. 99 : Vegetation und Baumbestand Grundstück

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

### Abb. 100 : Pflanzen Grundstück

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

### Abb. 101 : Geologie Tamil Nadu

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach : <http://mapsof.net/andhra-pradesh/geologic-map-of-tamil-nadu>

### Abb. 102 : Kommunale Wasseraufbereitung Auroville

[https://www.auroville.org/system/image\\_attachments/images/000/008/074/large/water.jpg?1406282567](https://www.auroville.org/system/image_attachments/images/000/008/074/large/water.jpg?1406282567)  
Zugriff :12.12.2017

### Abb. 103 - Abb. 112

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen Konzept

### Abb. 113 : Texturen Materialität

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

### Abb. 114 : Karte Lehm- und Ziegelbau - Gebiete weltweit

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung nach :  
[https://www.ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2014/04/die-erde-als-werkstoff-teil-1/\\_jcr\\_content/news\\_content/fullwidthimage\\_0/image.imageformat.lightbox.211505149.jpg](https://www.ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2014/04/die-erde-als-werkstoff-teil-1/_jcr_content/news_content/fullwidthimage_0/image.imageformat.lightbox.211505149.jpg)

### Abb. 115 : Voraztekische Ruinenstadt ,Teotihuacan in Mexico

<https://magic-places.ch/wp-content/uploads/2015/04/Teotihuacan-Sonnenpyramide-Ruinenstadt.jpg>  
Zugriff :05.01.2018

### Abb. 116 : Teil der Chinesischen Mauer, Lehm- und Ziegelbau

[http://www.go-beijing.de/wp-content/gallery/2013-05-11-jiayuguan/img\\_2725.jpg](http://www.go-beijing.de/wp-content/gallery/2013-05-11-jiayuguan/img_2725.jpg)  
Zugriff :05.01.2018

### Abb. 117 : Darstellung Rekonstruktion ,Catal Höyük, Anatolien

<https://i0.wp.com/www.cinziamalaguti.it/wp-content/uploads/2016/01/Çatal-Hüyük-villaggio-ricostruzione-storica.jpg?zoom=2&resize=800%2C445&ssl=1>  
Zugriff :05.01.2018

### Abb. 118 : Ausgrabungen Lehmfundamente ,Catal Höyük, Anatolien

<http://alanbaskanligi.bursa.bel.tr/wp-content/uploads/2012/07/catalhoyuk-neolitik-kenti.jpg>  
Zugriff :05.01.2018

### Abb. 119 : Tabo-Kloster, Spiti Tal, 996 n. Chr.

<https://www.extremetoursindia.com/wp-content/uploads/2015/04/Tabo-Monastery-holiest-monastery-of-the-world-Spiti-valley-India.png>  
Zugriff :05.01.2018

### Abb. 120 : Kloster Thikse , Lehmziegelbau , Ladakh Region, Himalaja

<http://media.makemyhangout.com/Ladakh/Town-Ladakh.jpg>  
Zugriff :05.01.2018

### Abb. 121 : Lateritblöcke , Tamil Nadu

[https://4.imimg.com/data4/QM/PH/GLADMIN-2461867/product\\_images-bc-full-dir\\_26-756749-late-rite-bricks-1422732-500x500.jpg](https://4.imimg.com/data4/QM/PH/GLADMIN-2461867/product_images-bc-full-dir_26-756749-late-rite-bricks-1422732-500x500.jpg)  
Zugriff :05.01.2018

### Abb. 122 - Abb. 124

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen

### Abb. 125 : Darstellung Lebenszyklus Baustoff Lehm

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen nach :  
<https://media.springernature.com/lw660/springer-cms/rest/v1/img/6507890/v3/4by3>

### Abb. 126 : Mögliche Verwendung des Baustoffs Lehm - nach Bauteil

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen nach :  
<http://www.dachverband-lehm.de/lehm-und-ziegelbau/einsatzbereiche>

### Abb. 127 : Herstellung Lehmziegel CSEB

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen

### Abb. 128 : Formate Lehmziegel Auram 3000

[http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded\\_pics/15-auram.bro.jpg](http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded_pics/15-auram.bro.jpg)  
Zugriff :05.12.2017



**Abb. 129 : Cinva Ram Presse**

[http://www.gracomaq.net/index\\_archivos/image1258.jpg](http://www.gracomaq.net/index_archivos/image1258.jpg)  
Zugriff :05.12.2017

**Abb. 130 : Auram 3000 Presse**

[http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded\\_pics/07-press.3000.jpg](http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded_pics/07-press.3000.jpg)  
Zugriff :05.12.2017

**Abb. 131: Herstellung Stampflehmwand**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen nach :  
<https://i.pinimg.com/564x/59/af/6b/59af6ba439b824e8872e95505dd4a1b5.jpg>

**Abb. 132 : Ziegelformate Auram 3000 Presse**

[http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded\\_pics/03-auram.blocks.jpg](http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded_pics/03-auram.blocks.jpg)  
Zugriff :05.12.2017

**Abb. 133- 138: Darstellungen Konstruktion**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen

**Abb. 139: Primärenergiebedarf Baustoffe**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen nach :  
Schröder, H. (2010). Lehm- und Lehmziegelbau - Mit Lehm ökologisch Planen und Bauen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH

**Abbildungen Kapitel „Gebäudetypen“ (Seite 132-149)**

Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Renderings  
Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen ,

**Abb. 140 : Konzept- Kreislauf Permakultur**

<http://www.dailyinfographic.com/wp-content/uploads/2017/05/Principles-of-Permaculture.jpg>  
Zugriff :20.12.2017

**Abb. 141- 154 , Kapitel „Landschaftsgestaltung“**

Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Darstellungen, Renderings  
Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen

**Abb. 155- 157 , Kapitel „Energiekonzept“**

Schnitte, Darstellungen  
Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen

**Abb. 158 : Typische Ausführung eines kleinen Biogastanks in Indien**

<https://de.myclimate.org/fileadmin/myc/klimaschutzprojekte/indien-7168/klimaschutzprojekt-indien-7168-8.jpg>  
Zugriff :20.12.2017

**Abb. 159: Detailschnitt Biogastank**

[http://www.build-a-biogas-plant.com/wp-content/uploads/2014/09/FixedDome\\_small.jpg](http://www.build-a-biogas-plant.com/wp-content/uploads/2014/09/FixedDome_small.jpg)  
Zugriff :20.12.2017

**Abb. 160: MinVayu Windrad**

<http://www.minvayu.org/index.php/products/3098-tower>  
Zugriff :20.01.2018

**Abb. 161: Windturbinen - Ventilator**

<http://www.windventilators.net/images/roof-ventilators.jpg>  
Zugriff :20.01.2018

**Abb. 162: Schematische Darstellung Passive Gebäudekühlung**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 163: Konzept Hybrides Klimagerät**

<https://www.solairworld.com/images/solar-distributors.jpg>  
Zugriff :20.01.2018

**Abb. 164: Earth Tube - Kühlkonzept in Verbindung mit Regenwassertank, Auroville**

[http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded\\_pics/15-realization.jpg](http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded_pics/15-realization.jpg)  
[http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded\\_pics/14-realization.jpg](http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded_pics/14-realization.jpg)  
Zugriff :20.01.2018

**Abb. 165: Schematische Darstellung Funktion Earth- Tube Kühlsystem**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 166: Schematische Darstellung Regenwasserspeicherung über Dächer**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 167: Schematische Darstellung Grauwasser Aufbereitung**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 168: Darstellung Funktionsweise Jallis als Sonnenschutz und Lüftungselement**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

**Abb. 169: Jaali Holz, Dakshina Chitra**

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

**Abb. 170: Jaali Ziegel, Dakshina Chitra**

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, November 2016

**Abb. 171: Jaali Metall, Meanakshi Tempel, Maduarai**

<http://www.happho.com/wp-content/uploads/2017/09/Jaali-or-openings-in-haveli-styled-houses.jpg>  
Zugriff :20.01.2018

**Abb. 172: Gewählte Mustervorlagen für Jallis**

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

---

Abb. 173: Darstellung verschiedener Ausführungen von Jaalis beim Projekt  
Green Leaf Eco Retreat

Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellung

Abb. 174: Grundriss und Schnitt eines traditionellen, indischen Stufenbrunnens,  
„Chand Baori Stepwell“, Abhaneri

<https://i.pinimg.com/564x/95/03/32/950332e1f3c9118f5584f36b0f0a2f8e.jpg>  
Zugriff :20.04.2018

Abb. 175- 177

Schnitte, Darstellungen, Grundriss - Pool  
Marlies Hirschmüller, Eigene Darstellungen

Abb. 178 : Foto Unterischt einer traditionellen Ziegeldeckung, Tamil Nadu,  
Dakshina Chitra

Marlies Hirschmüller, Eigene Aufnahme, Juni 2017

Abb. 179: Bambusdach

<https://i2.wp.com/topdesignideas.net/wp-content/uploads/2018/04/bambooroof-tiles-2018-10.jpg?zoom=1.25&w=405&h=302&crop>  
Zugriff :20.04.2018

Abb. 180: Dekorative Ausführung Palmdach

[http://3.bp.blogspot.com/-9xOqpcoixJE/Ud1EiXTpzSI/AAAAAAAAAB2g/GTrXotReIB8/s1600/IMG\\_7218\\_2.JPG](http://3.bp.blogspot.com/-9xOqpcoixJE/Ud1EiXTpzSI/AAAAAAAAAB2g/GTrXotReIB8/s1600/IMG_7218_2.JPG)  
Zugriff :20.04.2018

