Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen 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

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

ASHANTIVILLE, LEHMHAUS IN SÜD-GHANA

AUSGEFÜHRT ZUM ZWECKE DER ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN GRADES
EINES DIPLOMINGENIEURS
UNTER DER LEITUNG

AO.UNIV.PROF. DIPL.-ING. DR.PHIL. ANDREA RIEGER-JANDL

E251-1 INSTITUT FÜR KUNSTGESCHICHTE, BAUFORSCHUNG UND DENKMALPFLEGE
FACHGEBIET BAUGESCHICHTE UND BAUFORSCHUNG

EINGEREICHT AN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT WIEN
FAKULTÄT FÜR ARCHITEKTUR UND RAUMPLANUNG

VON

ADRIANO BRÜSTLE
0527112

WIEN, AM

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Arbeit behandelt die Entwicklung eines Prototyps für einen kostengünstigen Wohnbau in der Ashanti Region Ghanas. Das Gebäude bietet einer 4-5 köpfigen Familie mit niedrigem Einkommen eine Unterkunft und ist mit einem Budget von 6000 USD realisierbar. Im Zuge der Arbeit wird die traditionelle Architektur der Region vorgestellt und bildet gemeinsam mit der Analyse der derzeitgen Wohnsituation den Kontext in dem sich dieser Entwurf bewegt. Das bauen im feucht-heißen Klima ist ebenso ein Thema, wie die Vorstellung und Analyse der Eignung verschiedener Baumaterialien und Bautechniken. Das Wichtigeste Thema ist jedoch die effiziente Verwaltung des gegebenen Budgets. Letzendlich werden Vorschläge zur Erweiterung des Gebäudes gegeben, ebenso wie Möglichkeiten zur Adaptierung.

ABSTRACT

This thesis talks about the developement of a protoype for affordable housing in the Ashanti region of Ghana. The building, which is realised with a budget of 6000 US$, provides a living space for a low-income family consisting of 4-5 members. In the course of this thesis traditional architecture of the region is introduced and forms, together with an analysis of the current housing situation, the context in which this design takes place. Building in the hot-humid tropics as well as the introduction and analsys of various building materials and techniques are also discussed. The most important topic however, is an efficient management of the given budget. Lastly ways to expand and adapt the design are suggested.

ICH BEDANKE MICH BEI PROF. ANDREA RIEGER-JANDL FÜR DIE GUTE BETREUUNG UND BEI MEINER FAMILIE FÜR DIE UNTERSTÜTZUNG WÄHREND DES GESAMTEN STUDIUMS.

EINLEITUNG 1

ASHANTI 3
TOPOGRAPHIE 7
KLIMA 7
BEWOHNER 9
TRADITIONELLE ARCHITEKTUR 9
BAUTECHNIK 11
TYPOLOGIE 13
DEKOR 15
HEUTIGER WOHNBAU 17

KOSTENGÜNSTIG BAUEN 23
10X10 SANDBAG HOUSES 26
SAFE(R) HOUSE 27
BAUEN IM FEUCHT-HEISSEN KLIMA 29
ORIENTIERUNG 30
DACH 31
ÖFFNUNGEN 31
VEGETATION 31

MATERIAL 33
LEHM 35
KOSTEN 36
LATERIT IN GHANA 36
LEHMBAUTECHNIKEN 37
STAMPFLEHM 37
NASSLEHMTECHNIKEN 39
LEHMZIEGEL 39
HOLZ UND PFLANZEN 41
BAMBUS 43
GRÄSER UND BLÄTTER *45*
IMPORTIERTES 45
UPCYCLING 47

ENTWURF 49
WETTBEWERB 53
HERAUSFORDERUNGEN 53
KOSTENORIENTIERT PLANEN 53
KOSTEN 55
KONZEPT 57
TYPOLOGIE 57
KONSTRUKTION 59
FUNDAMENT UND BODEN 59
WÄNDE 59
DACH 61
INFRASTRUKTUR 63
ZUSÄTZE 63
ERWEITERUNG 63
FAZIT 65

LITERATURVERZEICHNIS 67
ABBILDUNGSVERZEICHNIS 69

PLÄNE 71

Leistbares Wohnen ist ein weltweites Thema. Besonders in Entwicklungsländern ist Armut und der damit verbundene schlechte Lebensstandard weit verbreitet. Seit Jahrzenten wird durch Entwicklungszusammenarbeit versucht, dieser Bevölkerungsschicht nachhaltig zu helfen. Oft geschieht dies in Form von finanziellen Mitteln oder Bildung. Immer mehr Architekten engagieren sich zusammen mit Hilfsorganisationen um Infrastrukturgebäude und besseren Wohnraum zu schaffen. So auch die Nka Foundation, die zum Thema leistbares Wohnen und Lehmbau einen Wettbewerb ausgeschrieben hatte. Es sollte ein Prototyp für Einfamilienhaus um 6000 USD errichtet werden. Wie in vielen Entwicklungsländern sind auch in Ghana Betonschalsteine und Wellblech, trotz ihres hohen Preises und ihrer schlechten raumklimatischen Eigenschaften, populär geworden. Um leistbaren Wohnraum zu schaffen, wird daher oft bei Projekten – wie auch bei diesem Wettbewerb – versucht, Lehm als Baumaterial wieder attraktiv zu machen. Da ich mich wärend meines Studiums bereits merhmals mit dem Thema Lehmbau beschäftigt habe und ich herausfinden wollte, was mit einem sehr limitierten Budget tatsächlich realisiert werden kann, nahm ich diese Herausforderung an. Erst im Laufe des Entwurfs sollte sich zeigen wie schwierig es ist, das im Architekturstudium Gelernte mit einem realen Budget, in einer realen Situation zu vereinbaren. Nicht nur anhand der spärlichen Informationen einen Entwurf zu entwickeln, sondern die Beschaffung der Informationen selbst wurde zur Herausforderung.

ASHANTI

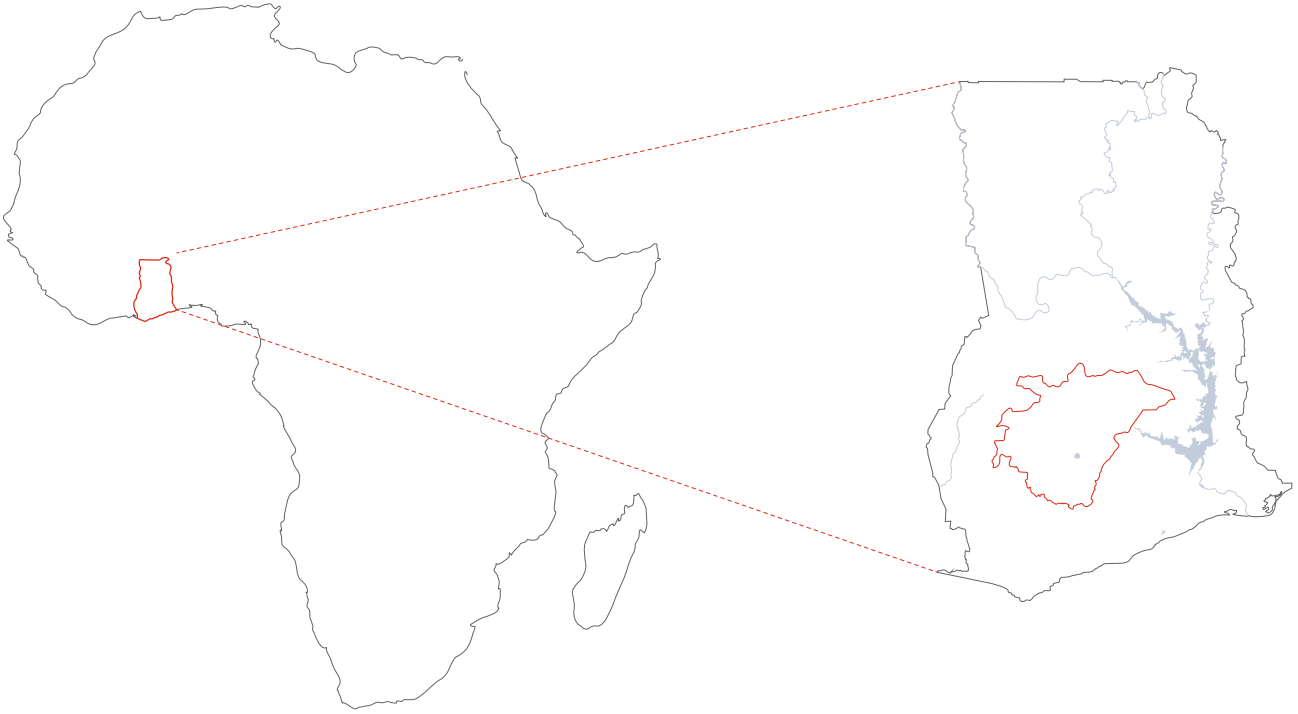


Abb.: 1 – (vorherige Seite) Dwa Stuhl, Thron des Asante Königs

Abb.: 2 – Lage Kumasis in Ghana

Ashanti ist eine der zehn politischen Regionen des westafrikanischen Landes Ghana. Es liegt zentral im Landesinneren. Ghana grenzt im Westen an die Elfenbeinküste, im Norden an Burkina Faso und im Osten an Togo. Die Hauptstadt der Region und gleichzeitig größte Stadt des Landes ist Kumasi.

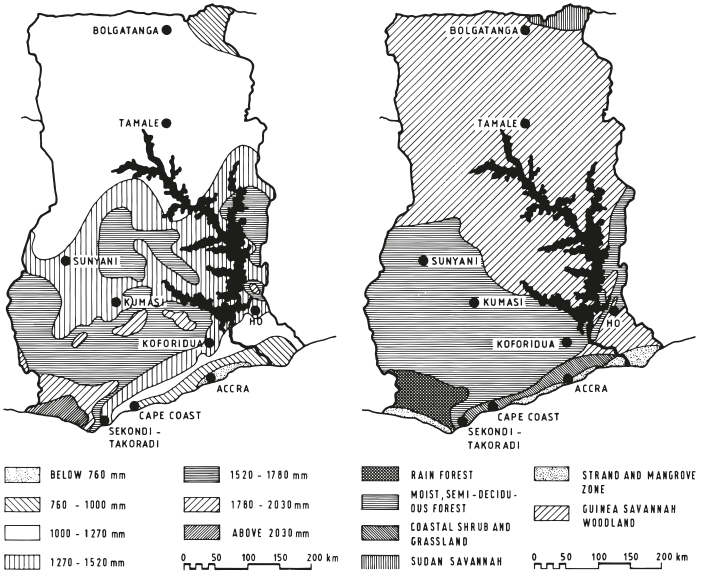
Die Bezeichnung *Ashanti* kommt vom gleichnamigen Königreich das von Anfang des 17. Jahrhunderts bis zum Ende des zweiten Weltkriegs im großteils selben Gebiet existierte. Die ersten Kontakte zu europäischen Händlern gab es im 15. Jahrhundert mit den Portugiesen über die Küste. Ghana wurde damit Teil der sogenannten Goldküste, die wegen des hohen Goldvorkommens so benannt wurde. Schon damals waren Sklaven neben Gold ein wichtiges Handelsgut. Sklaven waren bei den Ashanti, wie auch bei einigen anderen afrikanischen Stämmen, Teil deren Lebensweise. Verglichen mit den Sklaven in der damaligen neuen Welt, hatten sie hier einen besseren sozialen Status.[1] Neben den Portugiesen fanden auch Händler anderer europäische Länder ,wie z.B. Holland, und muslimische Händler nach Ghana. Ende des 19. Jahrhunderts wurde Ashanti, als eine vom mehreren Regionen Afrikas, von den Briten annektiert. 1935 wurde das Ashanti Königreich wieder etabliert, erst 1957 wurde Ashanti als Teil Ghanas unabhängig.[2]

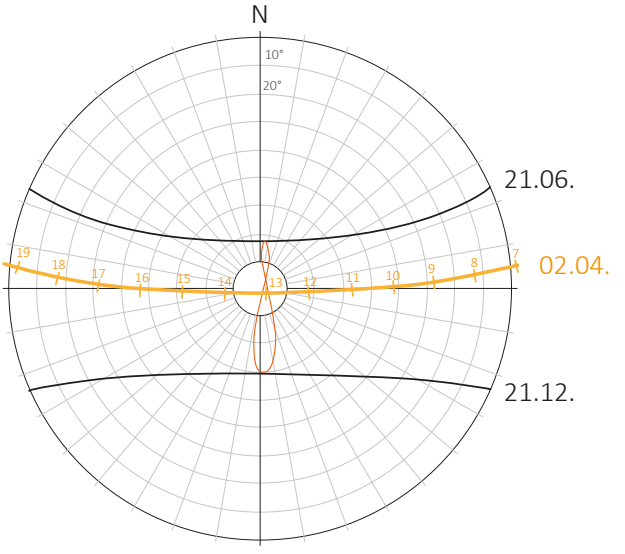
Die Verwaltungsstruktur über sogenannte *Chiefs*[3] hat sich dennoch in ganz Ghana erhalten.

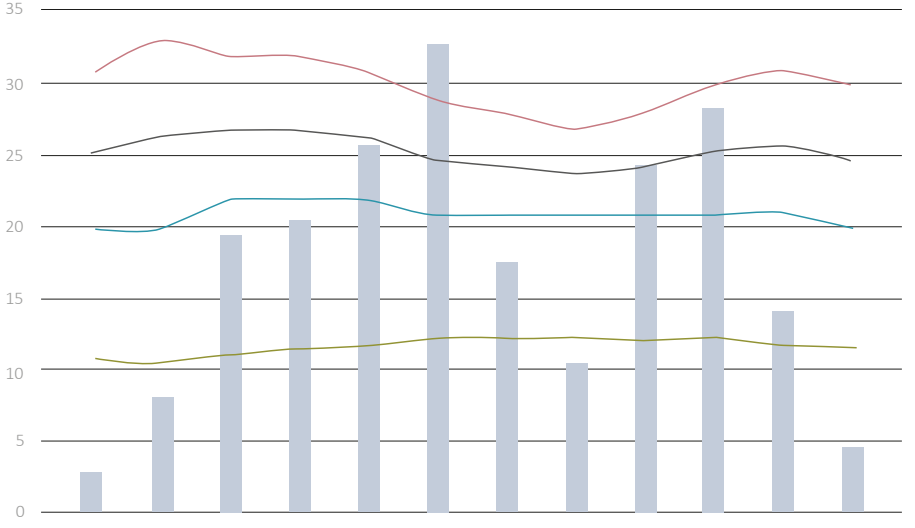
1) Die „neue Welt“ bezeichnet den amerikanischen Kontinenten.

2) History of Ghana (2014)

3) eine Art Stammeshäuptling







	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
NIEDERSCHLAG IN MM	20	57	139	146	184	234	125	74	175	201	99	32
MAXIMAL TEMP. IN °C	31	33	32	32	31	29	20	27	28	30	34	30
DURCHSCHNITTS TEMP IN °C	25,5	26,5	27	27	26,5	25	24,5	24	24,5	25,5	26	25
MINDEST TEMP IN °C	20	20	22	22	22	21	21	21	21	21	24	20
REL. LUFTFEUCHTIGKEIT IN %	78	75	79	81	84	87	87	87	87	87	84	82

Abb.: 3 – (ganz links) Niederschlagsmenge in Ghana

Abb.: 4 – (mitte) Vegetation in Ghana

Abb.: 5 – (rechts) Sonnenstandsdiagramm

Abb.: 6 – (unten) Klimadaten

TOPOGRAPHIE

Die Region befindet sich in der Übergangszone von Savanne zu tropischem Regenwald. Ein Großteil davon wird durch das Kwahu Plateau eingenommen. Das Plateau erstreckt sich von der westlichen Landesgrenze bis zum Volta Tal im Osten. Es ist leicht hügelig, mit einer durchschnittliche Seehöhe von 450m und maximaler Erhebung von 762m ü.M. Im Norden fällt es in eine Savanne und Grasland ab, wo es heiß und trocken ist. Durch die erhöhte Lage ist es kühler als an der Küste und im Norden. Ashanti wurde daher von Europäern bevorzugt um sich niederzulassen, wie z.B. die Basler Mission in Kumasi. Das Kwahu Plateau ist fast durchgehend dicht mit Wald bedeckt, der die Region zum wichtigsten Holz Lieferanten macht aber durch Landwirtschaft bereits zum Teil zerstört wurde.[4]

KLIMA

Der in der Region vorherrschende tropische Regenwald führt zu einem heißen und feuchten Klima. Im Jahr gibt es zwei Regenzeiten, von April bis Juli und von September bis November. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt 1450mm im Jahr und ist damit fast doppelt so hoch wie im Osten Österreichs. Die monatliche Niederschlagsmenge schwankt mit einem Maximum von 234mm im Juni und einem Minimum von 20mm im Jänner. Das bedeutet, es ist zu jeder Zeit mit zumindest geringem Niederschlag zu rechnen und Dächer dementsprechend dicht sein müssen.

Die Temperatur schwankt über das Jahr nur leicht mit einer Mindesttemperatur von 20°C und eine rMaximaltemperatur von 33°C, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75% bis 87%. Die Schwankung zwischen Tag und Nacht ist durch die durchgehend hohe Luftfeuchtigkeit gering.

In der Trockenzeit weht von Nordosten der Harmattan, ein trockener Wüstenwind, in der restlichen Zeit ist die Hauptwindrichtung hingegen Südwesten. Durch dieses Windwechselphänomen, können Gebäudeteile zu jeder Jahreszeit leicht durchlüftet werden, eine entsprechende Ausrichtung vorausgesetzt.

4) US Library of Congress; History of Ghana (2014)

Abb.: 7 – Restauriertes Fetischhaus, UNESCO Weltkulturerbe

BEWOHNER

Der größte Teil der heutigen Bevölkerung der Ashanti Region, gehört der Ethnie der Asante[5] an. Grundsätzlich findet man hier jede ghanaische Ethnie, aber auch Ethnien angrenzender Länder. Dies ist auf Migration in die urbanen Gebiete zurückzuführen, die durch die gemeinsame Kultur erleichtert wird.

Das Christentum hat mit 79% Anteil die traditionellen Religionen, zu der sich nur noch 0,3% der Bevölkerung bekennt, fast vollständig verdrängt. Der Islam hat hier, verglichen mit anderen Ländern in Westafrika und dem norden Ghanas, mit einem Anteil von 16% nur geringen Einfluss. Dies ist auf Missionierungen, wie z.B. von der Basler Mission, seit Anfang des 20. Jahrhunderts zurückzuführen.[6]

TRADITIONELLE ARCHITEKTUR

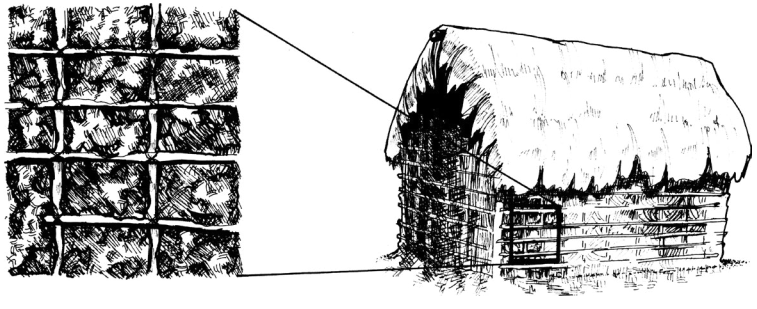
Die frühesten Berichte traditioneller Architektur der Ashanti Region, stammen von britischen Reisenden ab Mitte des 19.Jahrhunderts. Da die Region jedoch schon seit dem 15. Jahrhundert Kontakt mit Europäern hatte und aus dieser Zeit weder Bauten noch Aufzeichnungen existieren, ist nicht mit Sicherheit feststellbar wie sehr die ursprünglich traditionelle Architektur beeinflusst wurde. In der nördlichen Savanne hingegen, die primär von muslimischen Händlern beeinflusst wurde, sind typische muslimische Bauformen und Traditionen erkennbar, wie sie auch in Niger und Mali existieren.

In Ashanti haben Kultur, neue Materialien und Bautechniken der Europäer und Einwanderer der Nachbarstaaten, laufend Einfluss auf die lokale Bautradition genommen und sind damit Teil der traditionellen Architektur geworden. Es ist deshalb schwierig zu unterscheiden, was Importiert und was Tradition ist. Einige Elemente wie z.B. Holzalmellenfenster, Holzveranden, Lehmziegel und später Zement und Wellblech, sind eindeutig fremden Kulturen zuzuordnen.[7]

5) Eine Untergruppe der Akan Ethnie

6) History of Ghana (2014)

7) SCHRECKENBACH (1983)



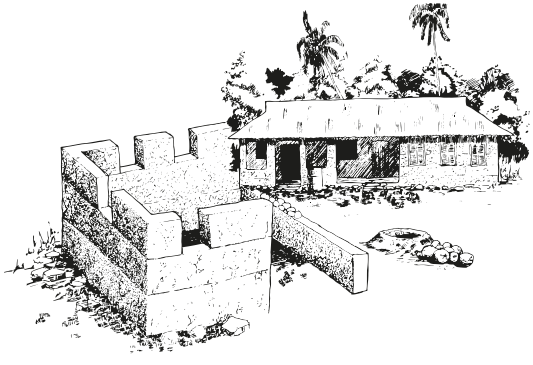


Abb.: 8 – (o.) Missionshaus der Basler Mission erbaut 1907

Abb.: 9 – (m.l.) Dorfszene in Bekwai (1904)

Abb.: 10 – (m.r.) Traditionelles Gehöft in Bekwai (1904)

Abb.: 11 – (u.l.) Geflecht mit Lehmbewurf

Abb.: 12 – (u.r.) Skizze der Atakpame Technik

BAUTECHNIK

Die ursprüngliche Bauweise in den bewaldeten Gebieten des Plateaus ist Flechtwerk mit oder ohne Lehmbewurf. Ob ein Lehmbewurf verwendet wird, hängt von der Funktion des Gebäudes und dem vorhandenen Material ab.

Meistens haben die Gebäude kein Fundament, da sie auf tragfähigen Grund gebaut werden oder es wird ein Streifenfundament aus vermörtelten Steinen errichtet.

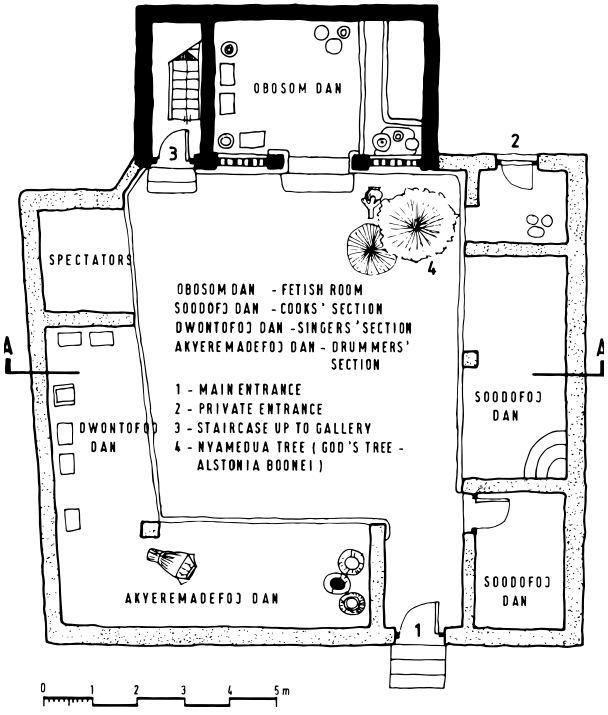
Um die Wände herzustellen, werden zuerst Löcher in regelmäßigem Abstand gegraben in die Holzpfosten gesteckt werden. Die Basis wird mit Steinen fixiert. Danach werden horizontale und vertikale Hölzer oder gespaltener Bambus an den Pfosten befestigt, an denen dann Flechtwerk oder Matten angebracht werden. Nachdem das Dach errichtet wurde , werden nasse Lehmbatzen in das Flechtwerk gedrückt, um eine Wandstärke von 15-23cm zu erreichen.[8]

Für das Dachtragwerk, sowie für die Wände, wird das Holz der Raphia Palme und der Borassus Palme genutzt. Die Deckung erfolgt mit Bündeln aus Palmblättern oder Gras in mehreren Lagen. In der Ashanti Region ist die Dachkonstruktion üblicherweise ein Pfettendach mit Giebelwand. Erst durch europäische Einflüsse wurden auch Walm- und Fußwalmdächer eingeführt.

Eine weitere Bauchtechnik ist der sogenannte ***Atakpame*** Typ, benannt nach der Ursprungsregion im heutigen Togo. Bei dieser Technik werden die Wände aus 60cm dicken Lagen durch aufschichten und glattstreichen von nassen Lehmbatzen geformt. Dadurch entstehen deutlich sichtbare und sich leicht überlappende Schichten. Die selbe Technik findet man auch in anderen Regionen Afrikas bzw. im arabischen Raum. In Ashanti wurde diese Technik durch Wanderarbeiter der Ewe Ethnie aus dem heutigen Togo eingeführt. Dies ging sogar so weit, dass sie von der lokalen Bevölkerung als Facharbeiter angestellt wurden. Die Dächer, Böden und Dekoration errichteten die Bauherren jedoch immer selbst.[9]

8) S.451ff MUMATZ (1978); SCHRECKENBACH (1983)

9) S.60ff SCHRECKENBACH (1983)


OBOSOM DAN
SPECTATORS
OBOSOM DAN - FETISH ROOM
SOODOFO DAN - COOKS' SECTION
DWONTOFOO DAN -SINGERS 'SECTION
AKYEREMADEFOO DAN - DRUMMERS' SECTION
1 - MAIN ENTRANCE
2 - PRIVATE ENTRANCE
3 - STAIRCASE UP TO GALLERY
4 - NYAMEDUA TREE (GOD'S TREE - ALSTONIA BOONEI)
DWONTOFOO DAN
SOODOFO DAN
SOODOFO DAN
AKYEREMADEFOO DAN
A
A
1
2
3
4
0 1 2 3 4 5m

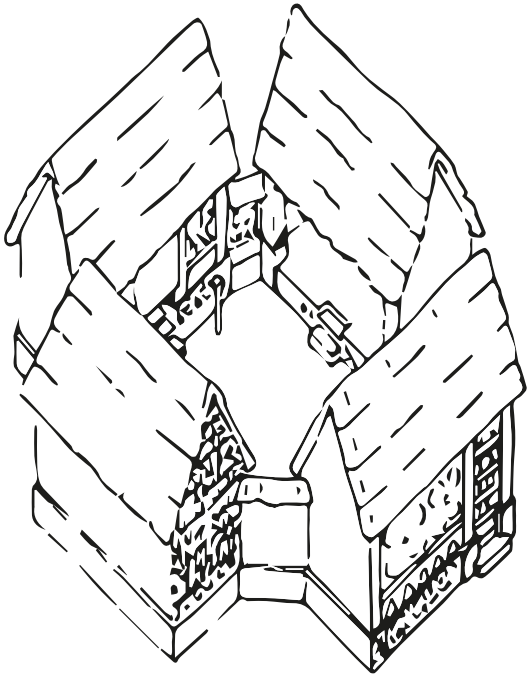


Abb.: 13 – (o.) Luftbild eines Dorfes in Ashanti (ca. 1980)

Abb.: 14 – (u.l.) Grundriss eines Fetischhauses

Abb.: 15 – (u.r.) Skizze eines traditionellen Gehöfts

Heutzutage haben Beton, gebrannte Ziegel und getrocknete Lehmziegel die traditionellen Techniken großteils ersetzt. Die nachfolgend besprochene Typologie ist aber, trotz fremder Einflüsse, hauptsächlich gleich geblieben.

TYPOLOGIE

Die Bauform in dieser Region ist immer rechteckig. Ob dies auf europäische Einflüsse zurückzuführen ist, ist nicht belegt. Archäologische Ausgrabungen fanden sowohl runde Bauformen, wie sie sonst nur im Norden Ghanas üblich sind, als auch rechteckige. In ländlichen Gebieten wird üblicherweise ebenerdig gebaut, in Städten findet man auch mehrgeschossige Gebäude. Von den ursprünglichen traditionellen Wohnbauten existieren heute keine mehr, man kann aber anhand von Reiseberichten aus dem 19. Jahrhundert[10], den teilweise noch erhaltenen Fetischhäuser und modernen Bauten, ihr Aussehen erahnen.[11]

Die traditionelle Typologie für einen Ashanti Wohnbau ist ein Gehöft. In ländlichen Gebieten begrenzen mehrere freistehende Baukörper einen lose definierten Hof, im urbanen Gebiet hingegen nimmt das Gehöft die Form eines Hofhauses an. Die Räume sind schmal und dienen großteils nur zum Schlafen. Sie sind tagsüber kaum in Gebrauch, sie haben daher nur kleine Öffnungen. Der Hof ist das Zentrum und wird als Aufenthaltsort und Küche genutzt. Ein wichtiger Teil eines solchen Gehöfts ist der ***pato*** – ein Zimmer das zum Hof hin komplett geöffnet ist und hauptsächlich ein Wohn-, Empfangs- und Esszimmer ist. Der Eingangsbereich ist, im Falle eines Hofhauses, meistens überdacht und führt direkt in den Hof. Damit wird eine geschütze Eingangsituation geschaffen. Die Eingangstür ist tagsüber immer geöffnet, um eine bessere Durchlüftung zu erreichen und um Kontakt zur Umgebung herzustellen.[12]

10) Zum Beispiel: BOWDICH (1873) und FREEMAN (1898)

11) SCHRECKENBACH (1983)

12) S.457ff MUMATZ (1978)

Abb.: 16 – (o.l.) Sockelornament eines Fetischhauses

Abb.: 17 – (o.r.) Fensterornament eines Fetischhauses

Abb.: 18 – (u.) Perspektive im Hof eines Fetischhauses

Abb.: 19 – (r.u.) Beispiel für Sockelornamente

DEKOR

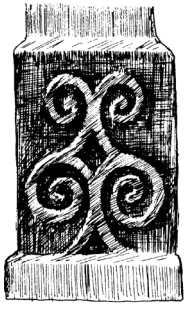
Laut Reiseberichten aus dem 19.Jahrhundert ist anzunehmen, dass in Städten – zumindest die Häuser wohlhabender Bürger – reich verziert waren.[13] Heute existiert ein solches Dekor nur noch an erhaltenen oder rekonstruierten sogenannten *Fetischäusern* oder ist von zeitgenössischen Skizzen und Überlieferungen bekannt.

Fetischhäuser sind Tempel, die Schreine behausen und als Orte für religiöse Rituale dienen. Mittlerweile sind sie Teil des UNESCO Weltkulturerbes. Sie sind der Typologie des zuvor beschriebenen Hofhauses ähnlich und wurden auch mit solchen kombiniert. Ein Hof ist auch hier von schmalen Räumen umgeben. Einige der Räume, speziell der Schreinraum und der für die Musiker und Tänzer, haben einen auf circa 1m erhöhten Boden. Vermutlich um den Zusehern, die in den anderen Räumen oder im Hof sitzen, einen besseren Einblick zu gewähren.

Die Außenfassade ist glatt verputzt und nicht dekoriert. Der Sockel ist bis circa 1m Höhe mit rotem Lehm bestrichen, darüber mit weißem oder Kalk. In der Hofseite sind sowohl Sockel, als auch Wand mit geometrischen – teilweise fast floralen – Reliefs dekoriert. Um sie herzustellen, werden zuerst Äste und Halme in der gewünschten Form als Bewehrung angebracht und danach mit Lehm eingepackt, um ein 15cm tiefes Relief zu erhalten. So wie außen, wird der Sockel mit rotem, die Wand mit weißem Lehm bestrichen.

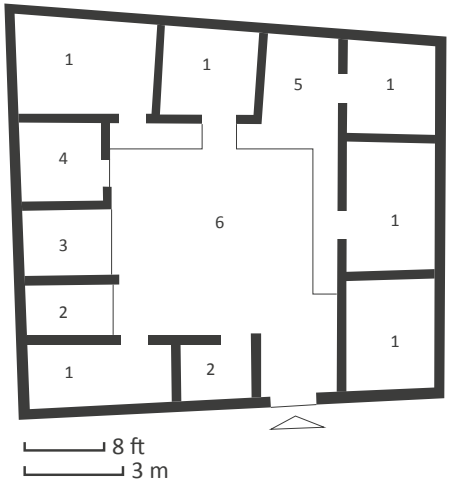
Die Reliefs sind nicht nur dekorativ , sondern haben auch symbolische Bedeutung. Eine häufige davon ist „Bescheidenheit“ oder eine Abwandlung davon.[14]

Neue Häuser sind heute gar nicht mehr dekoriert oder übernehmen „westliche“ Ornamente. Den roten Sockel findet man jedoch bei heutigen Gehöften in reduzierter Form manchmal immer noch.



13) BOWDICH (1873)

14) SCHRECKENBACH (1983)



1 SCHLAFEN
2 LAGER
3 KÜCHE
4 BAD
5 WOHNEN
6 HOF

Abb.: 20 – (o.l.) Typisches Hofhaus im städtischen Raum (ca. 1980)

Abb.: 21 – (o.r.) Verwitterte Lehmgebäude in ländlichen Gegenden

Abb.: 22 – (u.l.) Wohnsituation bedürftiger Familien

Abb.: 23 – (u.r.) Grundriss eines typischen Hofhauses

HEUTIGER WOHNBAU

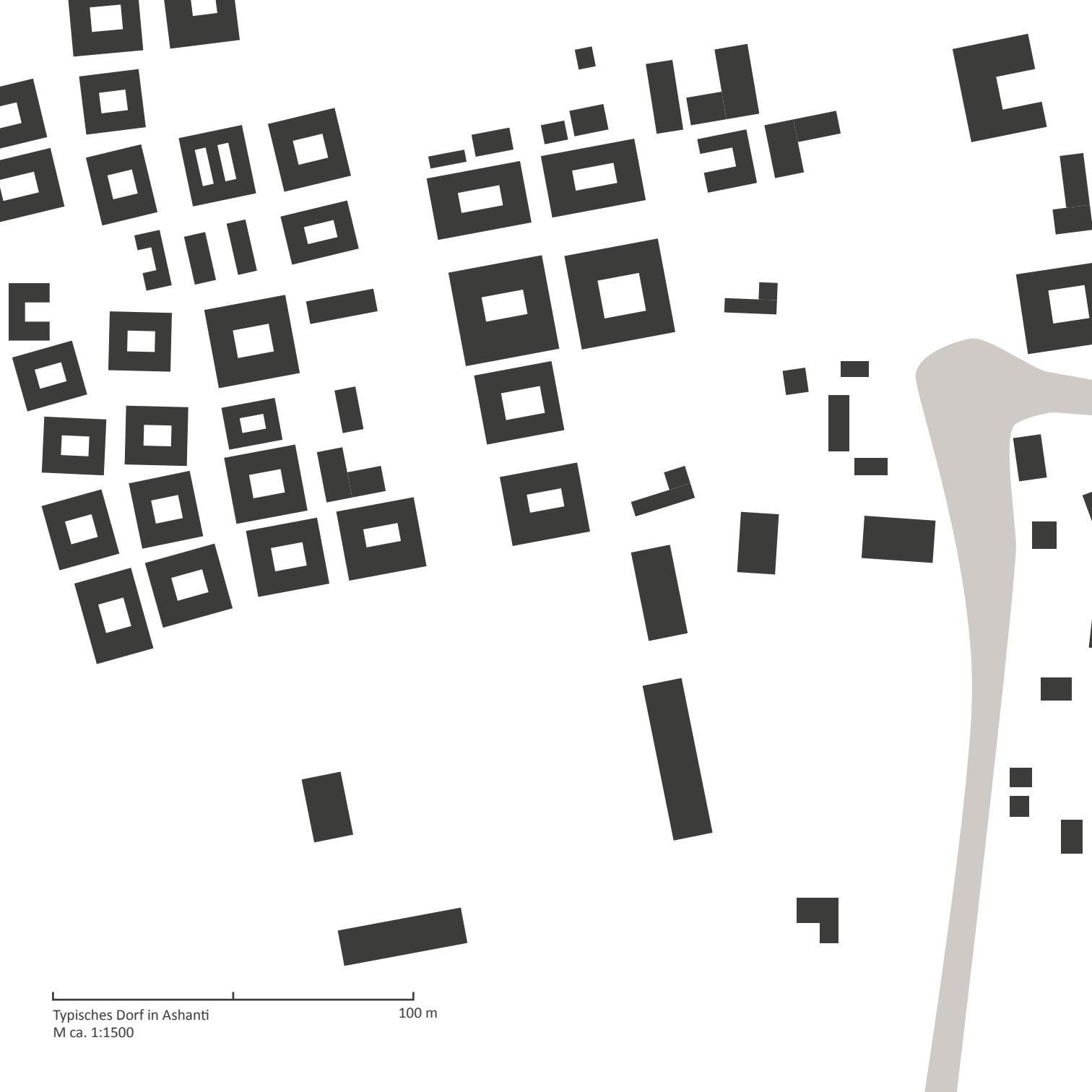
Wohnbau und leistbares wohnen sind nicht nur in Ghana ein wichtiges Thema. Durch ein Konzept der Behörden in den 1990ern, in dem unter anderem ein Ziel war sich weniger in den Wohnbau „einzumischen", wurden private Investoren motiviert, Wohnbau zu betreiben. Dies führte jedoch zu teuren Wohnungen für den Mittelstand, da für die Investoren nur der Gewinn vordergründig war. Die aktuelle Regierung versucht mittlerweile leistbare Wohnungen zur Verfügung zu stellen, indem sie die Funktion eines Bauträgers übernimmt.[15]

Trotz „westlichen" Einflusses und Investoren, stellen traditionelle Hofhäuser immer noch den größten Teil der vorhandenen Wohnbauten, sowohl im Urbanen als, auch im ländlichen Gebieten. Am Beispiel Kumasi zeigen sich laut AFRAM (2007) folgende Wohnbautypologien:

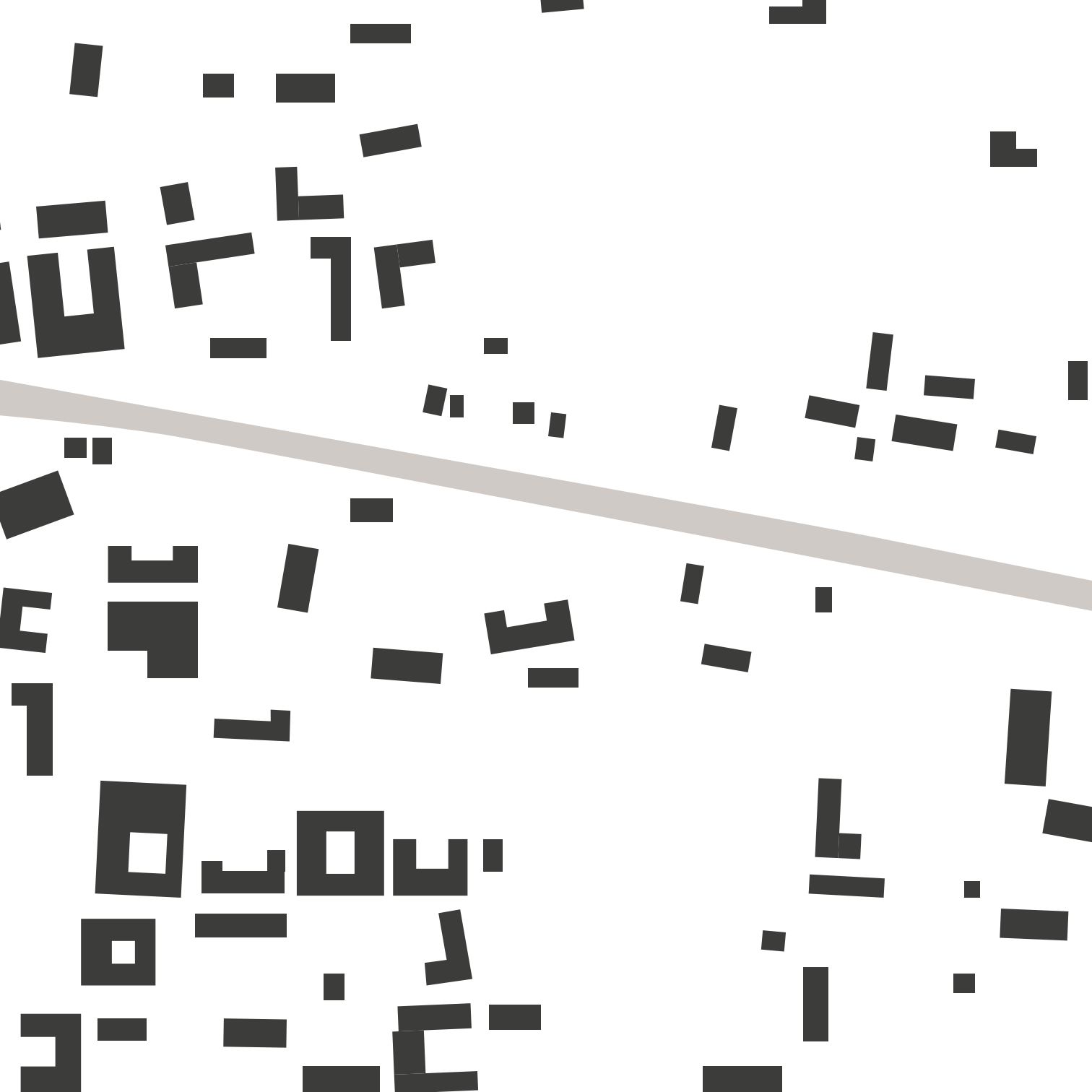
- Traditionelles Hofhaus (eingeschoßig)
- Traditionelles Hofhaus (mehrgeschoßig): Nur im urbanen Gebiet
- Staatlich finanzierte Einzimmer (Reihen)Häuser für Niedrigeinkommensbezieher
- Klassisches Einfamilienhaus: Meistens außerhalb des Stadtzentrums für die Mittelschicht. Oft westliche Bauformen.
- Wohnblocks mit mehreren Wohneinheiten pro Gebäude.

Die traditionellen Hofhäuser sind heute, aus Kostengründen, noch häufig aus Lehm – hergestellt mit der zuvor erklärten Aktakpame Technik oder Lehmziegel – und einige aus Betonschalteinen errichtet. Ein Haushalt umfasst üblicherweise 4-6 Personen. Der Begriff „Haushalt" ist in Ghana, sowie fast überall in afrikanischen Kulturen, ein sehr weit umfassender Begriff. Ihm gehört nicht nur die unmittelbare Familie an, sondern mehrere Generationen weiter entfernter oder eingeheirateter Verwandter. Auch Freunde können Teil davon sein. Wie HANSON (2004) feststellt, ist die Grenzen einer sozialen Gruppe oder eines Haushaltes flexibel und lässt sich nicht in einer hierarchische Struktur erklären. Es ist schwierig anhand von „westlichen" Maßstäben, die Lebensweise und soziale Gruppierung zu begreifen. Ein Hof wird je nach Größe von einem oder mehreren solcher Haushalte bewohnt. Manchmal können sich Menschen auch nur ein einzelnes Zimmer eines solchen Hofes leisten.

15) AFRAM (2007)



Typisches Dorf in Ashanti
M ca. 1:1500



Stadtviertel am Rand von Kumasi
M ca. 1:1500

KOSTENGÜNSTIG BAUEN

Abb.: 24 – (v.Seite) Bau der „Library of Muyinga“ in Burundi aus CEB (2012)

Abb.: 25 – (o.) 10x10 Sandbag Houses

Abb.: 26 – (u.) Safe(R) House

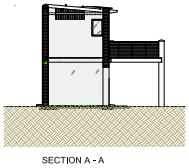
Spätestens seit Mitte des 20. Jahrhunderts gibt es Entwicklungszusammenarbeit im heutigen Sinn.[16] Seither wird weltweit versucht, den Mangel an adäquatem Wohnraum in Entwicklungsländern zu bekämpfen. Häufig wird mit Entwicklungsprojekten eine mittellose Bevölkerungsschicht angesprochen. In diesem Fall sind die Unterkünfte auf das Minimalste reduziert und bieten wenig Komfort. Die bei diesen Projekten errichteten Gebäude sind aber dennoch oft besser als die behelfsmäßigen Hütten, in denen die Zielgruppe oft wohnt oder dienen als temporäre Notunterkunft.

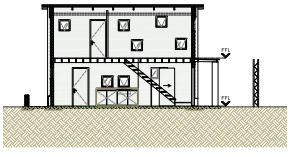
Bei vielen Bauprojekten handelt es sich um Infrastrukturgebäude wie Schulen oder Krankenhäuser. Projekte wie dieses, die eine Bevölkerungsschicht mit niedrigem Einkommen ansprechen, gibt es nicht viele. Nachfolgend werden zwei Beispiele dafür gezeigt.

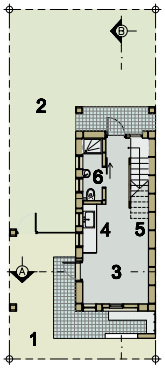
Bei Bauvorhaben im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit sind finanzielle Mittel sehr limitiert, da sich diese Projekt meistens durch Spenden finanzieren. Man muss daher zwangsläufig Kosten sparen. Beim Bauen gibt es dazu zwei Möglichkeiten. Beim Material und bei der Errichtung. Ersteres wird unter ***Material (S.33)*** erläutert, grundsätzlich sind lokal verfügbare Materialien kostengünstiger, da auch Transportkosten eine große Rolle spielen. Um bei den Errichtungskosten zu sparen, kann und wird auf die Einbindung der lokalen Bevölkerung und Hilfsarbeiter gesetzt. Eine beliebte Möglichkeit ist es zukünftigen Bewohner oder z.B. Schülern einer zukünftigen Schule, Aufgaben zu übertragen, für die keine Fachkräfte notwendig sind. In einigen realisierten Projekten wurden auf diese Weise z.B. Lehmziegel hergestellt, Freiräume gestaltet oder, unter professioneller Anleitung, ganze Gebäude errichtet. Der Grad der möglichen Beteiligung ist individuell zu analysieren und hängt von der Komplexität des Bauvorhabens, als auch der Zielgruppe ab.

Nachfolgend zwei Beispiele für kleinen, kostengünstigen Wohnbau die realisiert wurden.

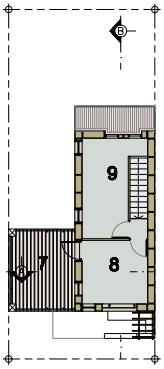
16) 1961 wurde die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) gegründet, die unter anderem internationale Entwicklungszusammenarbeit koordiniert.







GROUND FLOOR PLAN



FIRST FLOOR PLAN

Die Aufgabe dieses Projektes war es ein 40m² großer Haus auf einem 120m² großen Grundstück für bedürftige Familien um maximal 7000 USD zu Entwerfen. Luyanda Mpahlwa entwickelte eine zweigeschoßige Konstruktion aus Holzrahmen die mit Sandsäcken ausgefacht und anschließend verputzt werden. Die Errichtung erfolgte nur mithilfe der Bewohner, es wurden keinerlei Fachkräfte angestellt.[17] (Siehe auch Bild auf der vorherigen Seite oben)

17) LEPIK (2013)

10X10 SANDBAG HOUSES

Ort: Südafrika

Jahr: 2007-09

Architekt: MMA Architects

Reale Kosten: 10170 USD

Nutzfläche: 54m²

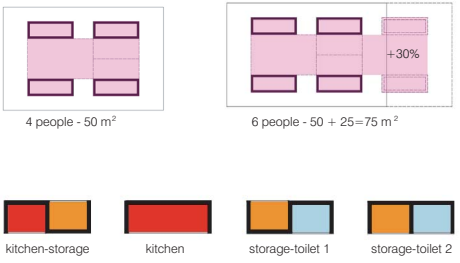
Material: Holz, Sand, Wellblech

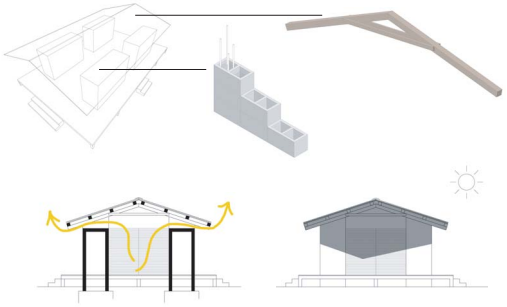
Abb.: 27 – (o.l.)Schnitte A und B

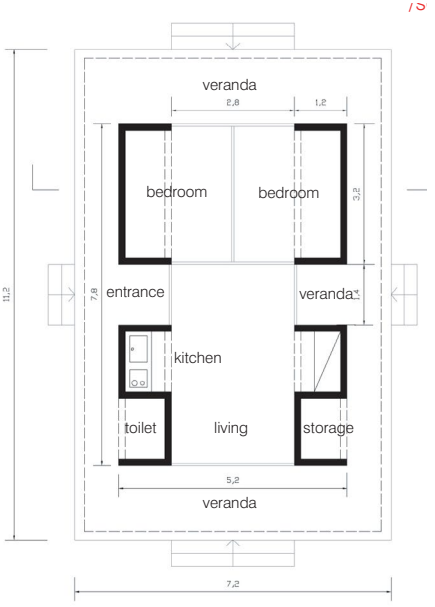
Abb.: 28 – (o.r.)Lageplan

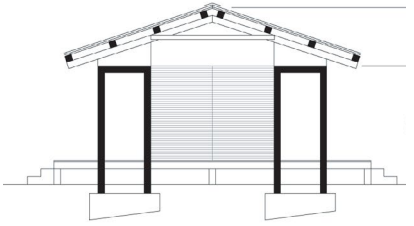
Abb.: 29 – (m.l.)Grundrisse

Abb.: 30 – (u.)Konstruktion der Sandbag Houses









SAFE(R) HOUSE

Ort: Sri Lanka

Jahr: 2005

Architekt: MIT Studenten

Reale Kosten: 1500 USD

Nutzfläche: 37m²

Material: Beton, Holz, Dachziegel

Dieses Projekt enstand als Folge des Tsunamies 2004. Es soll durch seine offene Konstruktion Überschwemmungen standhalten. Der Wohnraum wird durch vier „Betonkerne" gebildet, die flexibel nutzbar sind und ‚durch addition weiterer solcher module, eine einfache Erweiterung des Wohnraumes ermöglichen. Es werden nur lokal verfügbare Materialien genutzt und die Kosten orientieren sich an einem typischen Sri Lankischen Hause, das üblicherweise von der Zielgruppe dieses Projekt bewohnt wird.[18]

(Siehe auch Bild auf der vorherigen Seite unten)

Abb.: 31 – (o.)Safe(R) House Pläne

Abb.: 32 – (r.)Safe(R) House Pläne

18) Architecture for Humanity (2006)

Abb.: 33 – Wald in Ashanti

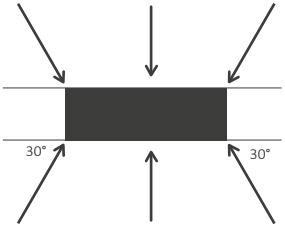
BAUEN IM FEUCHT-HEISSEN KLIMA

Wie bereits unter *Klima (S.7)* festgestellt, befindet sich Ashanti in der Übergangszone von Savanne zu tropischem Regenwald. Es ist daher über das ganze Jahr hinweg mit hoher Luftfeuchtigkeit zu Rechnen. In den modernen Bauten die heutzutage errichtet werden, werden Klimaanlagen eingesetzt, um ein angenehmes Wohnklima zu erzeugen. Diese sind jedoch teuer in Betrieb und Anschaffung.

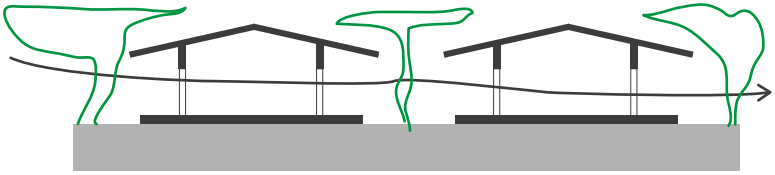
In der Vielzahl an tropischen Gebieten der Erde haben sich seit Jahrtausenden Menschen angesiedelt und Bauweisen entwickelt, um sich diesem Klima anzupassen. Die Bauformen nehmen unterschiedliche Gestalt an, es lassen sich jedoch einige Grundsätze, die sich in diesem Klima als vorteilhaft erwiesen haben, ableiten.

Grundsätzlich ist eine gute Durchlüftung der Räume erwünscht. Durch die fehlende oder sehr geringe Temperaturschwankung zwischen Tag und Nacht, ist es weiters wichtig, eine geringe Wärmespeicherung der Bauteile zu haben und möglichst zu vermeiden diese aufzuheizen. Häufiger Niederschlag, den dieses Klima mit sich bringt, sollte dem Gebäude keinen Schaden anrichten, dafür ist baulicher Schutz notwendig. In vielen Gebieten haben diese Anforderungen dazu geführt, dass leichte Baumaterialien wie Holz oder Bambus eingesetzt werden. Die in Ghana, trotz tropischem Klima, verbreitet Massivbautechnik mit Lehm bietet mehr Schutz gegen Stürme und Gefahren wie Tiere oder Personen. Materialien werden im nächsten Kapitel näher behandelt, nicht nur in klimatischer sondern auch finanzieller Hinsicht. Abgesehen von der Bauweise und der damit verbundenen Materialwahl, ist die eigentliche Form und Ausrichtung des Gebäudes mindestens genauso wichtig.

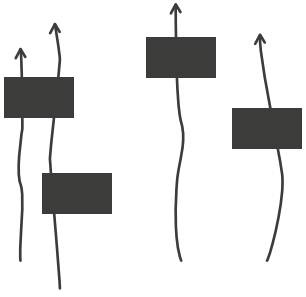
Nachfolgend werden einige Entwurfsrichtlinien erläutert, die ein angenehmes – oder eher erträgliches – Wohnklima im feucht-heißen Klima unterstützen.



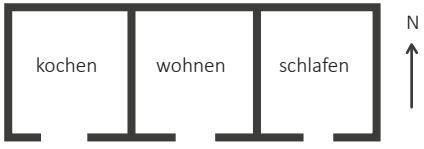
akzeptable Windrichtungen



Bäume als Verschattung blockieren nicht die Durchlüftung

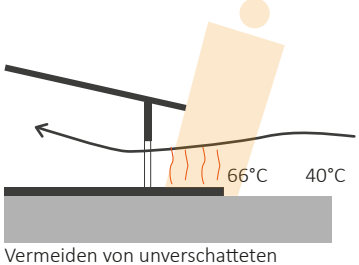


Durchlüftung begünstigen durch lockere Bauweise und kaskadierung

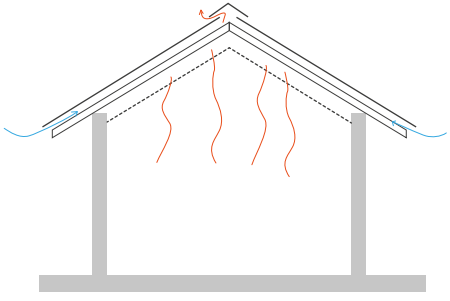


Beispiel für klimagerechte Anordnung der Räume: Aufgehende Sonne heizt nur Vormittags die Schlafräume auf und ermöglicht ein Abkühlen tagsüber.

Wände verschatten um Wärmespeicherung zu vermeiden



Vermeiden von unverschatteten befestigten Flächen



belüftetes, zweischaliges Dach

ORIENTIERUNG

Eine günstige Orientierung ist jene die den natürlichen Wind zur Durchlüftung nutzt, als auch den Sonnenstand berücksichtigt. Einerseits sollten alle Räume quer zur Hauptwindrichtung orientiert sein, um die Belüftung zu erleichtern, andererseits aber auch entlang der Ost-West-Achse um den Sonneneinfall zu minimieren. Je nach geographischer Lage ist eine ideale Ausrichtung nicht immer möglich, es muss daher individuell analysiert werden. Grundsätzlich sollten ebenerdige Gebäude eher nach der Windrichtung ausgerichtet werden. Weicht man davon ab, kann durch Maßnahmen in der Freiraumgestaltung der Wind beeinflusst werden. Im Falle Ashantis ist, wie unter ***Klima (S.7)*** bereits beschrieben, die Hauptwindrichtung entlang der Südost-Nordwest-Achse. Somit ist

Abb.: 34 – Entwurfsrichtlinien für Bauen im feucht-heißen Klima

die ideale Ausrichtung ein länglicher Baukörper quer zu dieser Achse. Einzelne Gebäude sollten möglichst frei voneinander stehen um auch zwischen ihnen eine Belüftung zu ermöglichen. Zäune statt Mauern unterstützen das weiterhin. Häufig, besonders in Städten, wird dies aber nicht eingehalten, wodurch es zur Überhitzung kommt.[19]

DACH

Das Dach nimmt neben der Ost- und Westfassade die größte Sonnenenergie auf und wird durch Niederschlag häufig belastet. Der Wind ist grundsätzlich schwach, es kann aber gelegentlich zu Stürmen kommen. Ein ideales Dach ist geneigt, um den Niederschlag schnell abführen zu können, und zweischalig um die Wärmeabstrahlung in den Innenraum zu vermeiden. Da es wichtig ist auch die Außenwände vor einer Aufheizung zu schützen, ist ein ausreichend großer Dachüberstand notwendig. An der Ost und West Fassade könnten weitere Maßnahmen notwendig sein um eine Beschattung zu ermöglichen.

ÖFFNUNGEN

Im tropischen Klima ist von einer Verglasung der Fenster abzusehen, außer das Raumklima wird durch Klimageräte reguliert. Eine dauernde und regulierbare natürliche Belüftung ist eines der wichtigsten Ziele.[20] Häufig werden Fensterläden mit Holz- oder Blechlamellen eingesetzt. Bei derartigen Konstruktionen ist darauf zu achten, dass es bei Niederschlag zu keinem Wassereintritt kommt. Das kann z.B. durch speziell geformte Lamellen oder Dachüberstand gelöst werden.

VEGETATION

Hohe Bäume mit flacher Krone sind ideal als natürliche Schattenspender. Büsche und niedrige Gewächse hingegen sollten vermieden werden, da sie die Luftbewegung auf Bodenniveau blockieren. Direkt zum Gebäude angrenzende Flächen sollten auf jeden Fall beschattet oder bepflanzt sein, da sonst darüber streichender Wind auf dem Weg ins Gebäudeinnere aufgeheizt wird.[21]

19) GUT und ACKERKNECHT (1993); S.11-13 KORANTENG (2010); STOUTER (2008)

20) Laut Befragung von Nutzern in KORANTENG (2010)

21) GUT und ACKERKNECHT (1993); STOUTER (2008)

MATERIAL

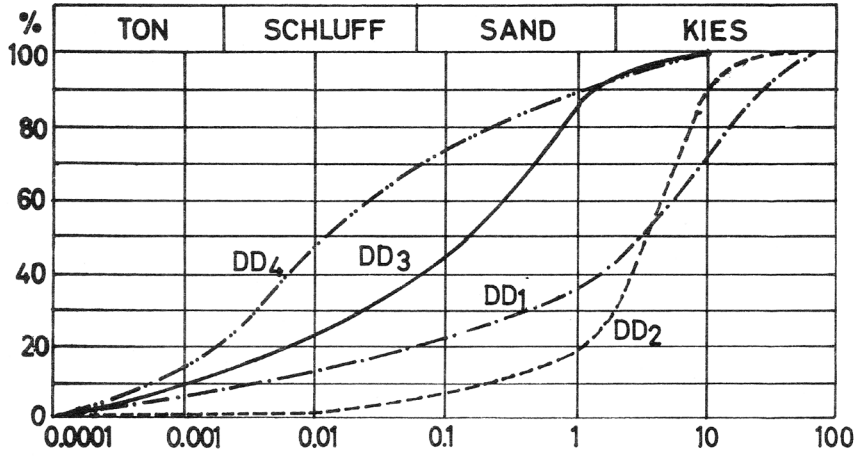

%
TON
SCHLUFF
SAND
KIES
100
80
60
40
20
0
0.0001
0.001
0.01
0.1
1
10
100
DD4
DD3
DD1
DD2

Abb.: 35 – (v.Seite) Stampflehmwand

Abb.: 36 – (o.) Vorbereitung des Lehms

Abb.: 37 – (u.) Korngrößenanalyse einer Probe aus Accra (Küste) DD1-4 sind Proben aus verschiedenen Tiefen.

Die Wahl des Materials hat großen Einfluss auf die Kosten des Gebäudes. So sind üblicherweise 60% der Gesamtkosten dem Material zuzuschreiben. Im Allgemeinen sind Materialien, die importiert werden müssen, teuer. Das hängt nicht nur mit den Transportkosten sondern auch mit der instabilen Wirtschaftslage in vielen afrikanischen Ländern zusammen. Trotzdem – oder gerade deshalb – sind sie bei der lokalen Bevölkerung beliebt und werden als prestigeträchtig angesehen. Zu den am Häufigsten importierten Materialien zählen Betonschalsteine, Zement und Wellblech. Aufgrund der hohen Kosten dieser Materialien, wird von der armen Bevölkerungsschicht, aber auch von vielen Bauvorhaben im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit, auf lokale Materialien zurückgegriffen. Dazu zählen in Ghana primär Holz, Bambus und Lehm.

LEHM

Lehm ist eines der ältesten Baumaterialien der Welt und ist fast weltweit verfügbar. Selbst in Europa war er bis vor einem Jahrhundert ein verbreitetes Baumaterial. Erst in den letzten Jahrzehnten wurde er „wiederentdeckt“ und genauestens erforscht.[22] Seither wird versucht Lehm als Baumaterial in Entwicklungsländern wieder attraktiv zu machen. In den meisten dieser Länder (besonders in afrikanischen) hat Lehm als Baumaterial zwar eine lange und starke Tradition, ist aber aufgrund seiner Kurzlebigkeit als Material für arme Leute verpönt. Ziel vieler Projekte ist es daher durch Kombination von Lehm mit „modernen“ Materialien wie Zement und durch Entwicklung interessanter architektonischer Lösungen, eine dauerhafte und ästhetische Lehmarchitektur zu schaffen.

Eine Vielzahl an Studien zu diesem Thema zeigen, wie sich die bautechnischen Eigenschaften des Lehms durch verschiedene Zuschlagstoffe positiv beeinflussen lassen.[23] Eine beliebte Methode ist es Zement oder Kalk beizumischen. Dies steigert die Witterungsbeständigkeit und statische Belastbarkeit wenn ein geringer Abstrich bei den bauphysikalischen Eigenschaften in Kauf genommen wird. Traditionelle Zuschläge sind z.B.

22) Es exisiert eine Vielzahl an Publikationen, besonders aus den letzen 30 Jahren. MINKE (2009); REISENBERGER et al (2012), SCHROEDER (2013) sind rezente Beispiele dafür.

23) Rezente Forschungsergebnisse werden z.B. bei der internationalen Fachtagung für Lehmbau präsentiert: REISENBERGER et al (2012)

Pflanzenfasern wie Stroh, Kokos oder Hanf. Durch sie lassen sich Schwindrisse, die beim trocknen zwangsläufig entstehen, vermindern. Ein Einfluss auf die Dauerhaftigkeit wird dadurch nur indirekt, durch den verminderten Wassereintritt wegen der geringeren Anzahl an Rissen, erreicht.[24]

KOSTEN

Lehm ist meistens in frei zugänglichen Lehmgruben vorhanden. Der größte Kostenfaktor bildet somit der Transport und die, je nach Technik notwendige, Vorfertigung. Beide Faktoren sind schwer abzuschätzen, da sie von den lokalen Gegebenheiten (Ort der Lehmgrube, Baugrund, Lehmqualität) abhängig sind. Durch die geringen bzw. nicht vorhandenen Rohmaterialkosten, sind Bauteile aus Lehm grundsätzlich wesentlich kostengünstiger als aus Beton oder gebrannten Ziegeln.

LATERIT IN GHANA

Lehm ist ein Verwitterungsprodukt von Gesteinen. Je nach geographischer Lage, und den damit verbundenen Ausgangsgesteinen, entstehen so unterschiedliche Zusammensetzungen. Neben der chemischen Zusammensetzung und der Entstehung, werden Lehme üblicherweise anhand der Korndurchmesser der einzelnen Bestandteile eingeteilt. Man unterscheidet dabei zwischen Ton (<0,002mm), Schluff (0,002mm bis 0,06mm) und Sand (0,06 bis 2mm). Je nach überwiegendem Anteil wird daher von fetten (im Falle von Ton), schluffigem, oder sandigem Lehm gesprochen. Der Ton Anteil dient beim Lehm als Bindestoff, die restlichen Bestandteile sind der Füllstoff.[25]

In tropischen Gebieten, wie es die Ashanti Region ist, sind Laterite[26] typische Böden. Ein wichtiger Bestandteil in ihnen sind Quarz und metallische Oxide des Eisens und Aluminiums, die auch für die rötliche Färbung dieser Böden verantwortlich sind. Zusätzlich zur, für den Lehm üblichen, Bindung durch die Tonmineralien entsteht beim austrocknen des Laterits eine wasserunlösliche Verbindung durch die metallischen Oxide. Durch dieses Phänomen findet man ihn auch in Verwitterter Form vor; er ist in diesem Zustand kaum von Gestein zu unterscheiden.[27]

Die genaue Zusammensetzung

24) REISENBERGER et al (2012); MINKE (2009); SCHROEDER (2013)

25) MINKE (2009); SCHROEDER (2013)

26) Laterite sind Böden die durch Verwitterung in tropischen Gebieten entstehen.

27) SCHROEDER (2013); FICKEL (1963)

und Korngrößenverteilung des Laterits in Ashanti konnte anhand der verfügbaren Quellen nicht ermittelt werden. FICKEL (1963) entnahm zwar in der Umgebung Accras (an der Küste) Proben, dieses ist jedoch einige hundert Kilometer entfernt. Die Proben deuten auf sehr mageren, grobkörnigen Lehm hin.

LEHMBAUTECHNIKEN

Es gibt eine Vielzahl an Möglichkeiten Lehm zu verarbeiten. Er kann sowohl nass verarbeitet werden, wie z.B. bei der unter ***Bautechnik (S.11)*** erwähnten Atakpame Technik, als auch getrocknet in vorgefertigter Form. Im Rahmen dieser Arbeit werden nur für den Entwurf relevante Techniken vorgestellt.

STAMPFLEHM

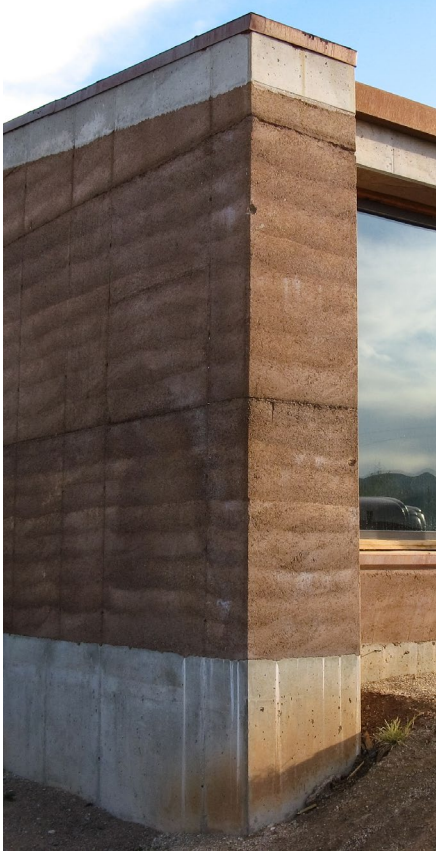
Stampflehm ist eine weltweit traditionell verbreitete Technik. Um eine Wand herzustellen wird erdfeuchter Lehm in eine Schalung geschüttet und mechanisch, durch stampfen mit Holzstößeln, verdichtet. Durch den geringeren Wassergehalt des Lehms als bei Nassverfahren, entstehen auch weniger Schwindrisse. Das Stampfen verdichtet den Lehm so weit, dass nach Vollendung einer Schicht sofort ausgeschalt werden kann. Dies beschleunigt das Herstellen der Wände.

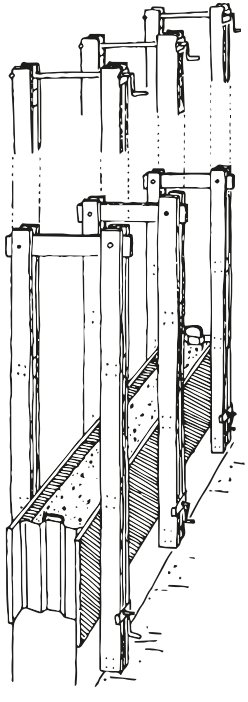
Üblicherweise wird eine Schalung aus 2 bis 4 cm dicken Brettern hergestellt die so hoch ist wie eine Schicht.[28] Diese wird nach dem einfüllen und stampfen des Lehms horizontal verschoben bis das Ende der Wand erreicht ist. Erst dann wird sie vertikal verschoben. Dies führt in der Regel zu horizontalen Schwindrissen, da die feuchte Schicht langsamer trocknet als die trockene darunter. Eine bessere Methode ist es die Wandabschnitte geschoßhoch herzustellen. Dies lässt sich mit einer Schalung bei der die Bretter vertikal verschoben werden leicht realisieren. Bei einem Versuchshaus aus dem Jahr 1982 wurde eine Lehmmischung aus 10% Ton, 30-50% Schluff und 40-60% Sand, mit einem Wassergehalt von 12% als optimal ermittelt. Die Schalbretter sollten für diese Technik gehobelt und einmal lackiert werden um ein leichtes Ausschalen zu ermöglichen.[29]

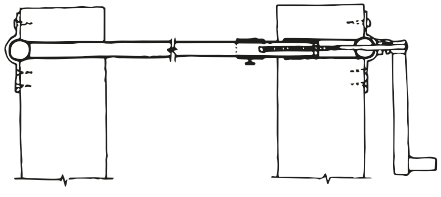
Der Vorteil dieser Technik ist, dass Wände schnell hergestellt werden können und dabei homogen als Mo-

28) Eine Schicht ist üblicherweise 50 bis 80cm hoch. Das Limit ist dabei so hoch, dass ein leichtes Verdichten noch möglich ist.

29) MINKE (2009)







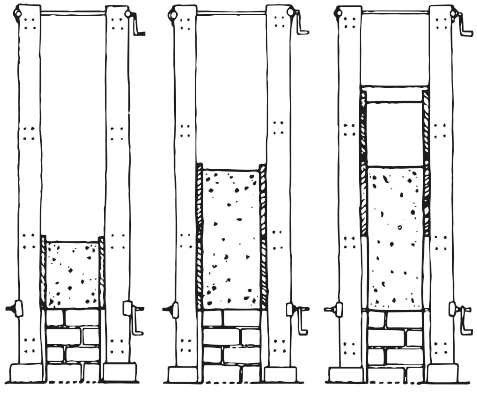


Abb.: 38 – (o.) Dünne Stampflehmwand in Ashanti

Abb.: 39 – (u.l.) Stampflehmwand

Abb.: 40 – (u.r.) Gleitschalung für Stampflehm aus Brettern ohne Traversen

nolith entstehen. Nach dem Ausschalen kann die Form und die Oberfläche nachträglich bearbeitet werden, z.B. können Fensterlaibungen abgeschrägt werden.Die Wandstärken sind üblicherweise dicker als bei Lehmziegeln, da man während dem Stampfen auf der Wand, innerhalb der Schalung, steht. Nachteilig wirkt sich, neben dem Aufwand der Schalungsherstellung, die benötigte Logistik aus. Der Lehm muss im richtigen Mischverhältnis und Feuchtigkeit zum Zeitpunkt der Errichtung auf der Baustelle vorhanden sein. Der Lehm lässt sich zwar einige Zeit vor Ort lagern, bei starken Regenfällen ist jedoch die Gefahr vorhanden, dass der Lehm zu nass wird.

NASSLEHMTECHNIKEN

Die unter ***Bautechnik (S.11)*** bereits erwähnte Atakpame Technik ist eine Nasslehmtechnik. Im Allgemeinen ist diese Technik nicht mehr zeitgemäß. Für Anwendungen bei denen runde oder organische Formen gewünscht werden stellt es jedoch eine einfache Möglichkeit dar, diese zu realisieren.

Bei dieser Technik werden mit nassen Lehmbatzen 30 bis 60cm hohe Schichten geformt und glattgestrichen. Höhere Schichten sind nicht möglich, da der nasse Lehm dafür nicht tragfähig genug ist. Durch die notwendige Trockenzeit ist die Herstellung langwierig verglichen mit Stampflehm oder Lehmziegel.

LEHMZIEGEL

Eine weitere sehr beliebte Lehmbautechnik stellen Lehmziegel dar. Auch diese Technik ist traditionell weit verbreitet. Man unterscheidet in der Regel zwischen sonnengetrockneten und mechanisch verdichteten Ziegeln.

Bei ersteren wird der vorbereitete Lehm[30] in Holzrahmen gefüllt, das überschüssige Material abgestrichen und der Rahmen wieder entfernt. Die so geformten Ziegel müssen einige Tage in der Sonne trocknen und können erst danach gestapelt werden, was genügende vor Regen geschützen Platz benötigt.

Für mechanisch verdichtete Ziegel (auch CEB – *compressed earth bricks* – genannt) wird erdfeuchter Lehm, wie beim Stampflehm, verwendet. Wegen des geringeren Wassergehalts ist die Bindekraft des Tons schwächer. Sie werden daher in der Regel mit 3 bis 7% Zementanteil verstärkt. Durch

30) Die genaue Vorbereitung ist je nach Tradition und vorhandenen Material leicht unterschiedlich. Grundsätzlich wird Lehm mit natürlichen Zuschlagstoffen (meistens Stroh und Tierdung) und Wasser vermischt und mit den Füßen durchgeknetet bis die notwendige Konsistenz erreicht ist

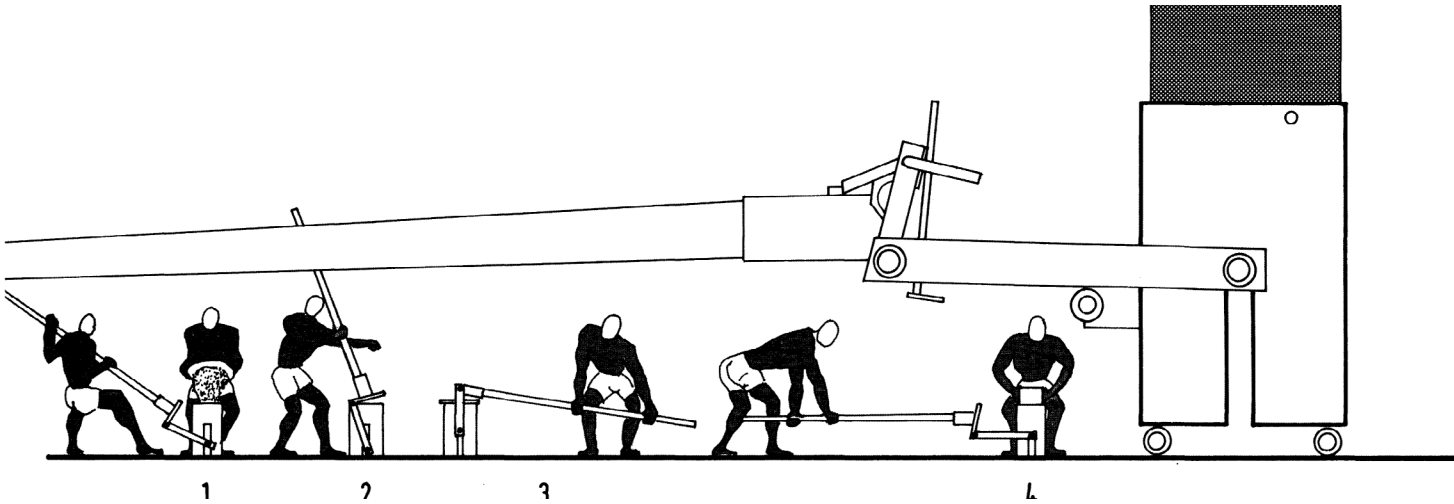

1
2
3
4

Abb.: 41 – (o.) „Tek-Block“ Presse für das manuelle Pressen von CEB. Entwickelt an der Architekturfakultät in Kumasi

Abb.: 42 – (m.l.) Vorbereitung des Lehms

Abb.: 43 – (m.r.) Herstellung der Ziegel

Abb.: 44 – (u.l.) Trocknung der Ziegel

Abb.: 45 – (u.r.) Lagerung zur vollständigen Trocknung

den Zement werden die Ziegel außerdem beständiger gegen Witterung und Termiten[31] als Handgeformte. Die Herstellung kann mit manuellen Pressen, die entweder selbst gebaut oder günstig erworben werden können, oder mit vollautomatischen Pressen erfolgen.[32,33] In Entwicklungsgebieten sind diese Ziegel weit verbreitet und werden auch kommerziell hergestellt. Für ein kleines Gebäude, wie ein Einfamilienhaus, ist es meistens nicht wirtschaftlich eine industrielle Presse anzuschaffen. Der Zementanteil bei mechanisch verdichteten Ziegeln macht diese außerdem spürbar kostenintensiver.

Lehmziegel können unabhängig vom eigentlichen Bauvorhaben vorgefertigt werden, was auch ihr größter Vorteil ist. Nachteilig hingegen ist, dass sie zwischengelagert werden müssen und potentiell höhere Kosten verursachen als Nasstechniken – einerseits durch den Zwischenschritt der Vorfertigung, andererseits die Kosten der Presse bei mechanisch verdichteten Ziegeln. Sie können theoretisch in jeder beliebigen Größe hergestellt werden. Bei Sonnengetrockneten hat sich eine maximale Größe von circa 20x40x10cm durchgesetzt um noch eine leichte Handhabung zu ermöglichen. Bei mechanisch verdichteten Ziegeln gibt es je nach System und Hersteller verschiedene Maße zwischen 30x15x9cm und 65x35x25cm.

HOLZ UND PFLANZEN

Holz und pflanzliche Materialien sind neben Lehm auch eine der ältesten Baumaterialien.

In Ghana gibt es circa 250 Holzarten, von denen 100 als Baumaterial geeignet sind und 40 davon auch kommerziell genutzt werden.[34]

Eine der am meisten kommerziell genutzten ist der in Ghana ***Wawa*** (Triplochiton scleroxylon) genannte Baum. Bambus – was botanisch gesehen ein Gras und keine Holzart ist – ist auch sehr verbreitet und sehr kostengünstig zu erwerben.

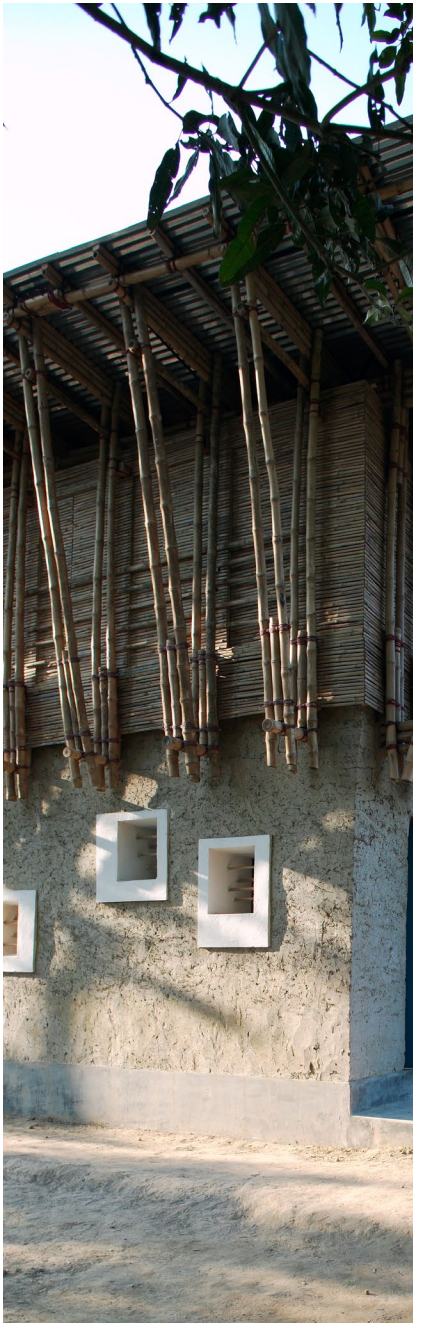
Holz als Baustoff hat eine Vielzahl an Vorteilen, im tropischen Gebiet sind jedoch auch viele Nachteile vorhanden. Die geringe Rohdichte und die damit verbundene geringe Wärmeka-

31) Termiten können die organischen Bestandteile des Lehms zerstören, die Tragfähigkeit kann dadruch beeinträchtigt werden

32) SCHRECKENBACH (1983); MINKE (2009)

33) Ein Hersteller solcher Pressen ist z.B. das südafrikanische Unternehmen ***Hydraform***

34) SCHRECKENBACH (1983)



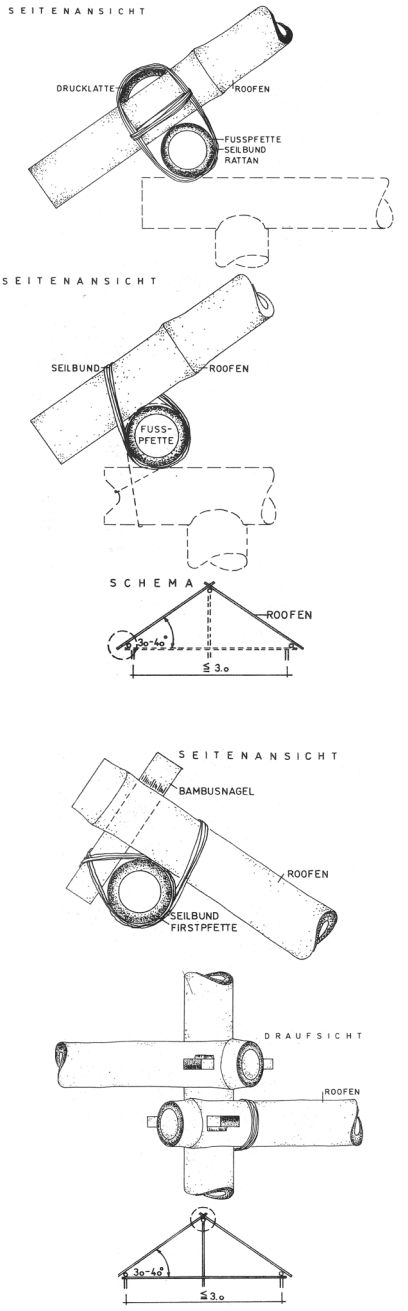

SEITENANSICHT
DRUCKLATTE
ROOFEN
FUSSPFETTE
SEILBUND
RATTAN
SEITENANSICHT
SEILBUND
ROOFEN
FUSS-
PFETTE
SCHEMA
ROOFEN
30-60°
≤ 3.0
SEITENANSICHT
BAMBUSNAGEL
ROOFEN
SEILBUND
FIRSTPFETTE
DRAUFSICHT
ROOFEN
30-60°
≤ 3.0

Abb.: 46 – (l.) Bambuskonstruktion Berufsschule Rudrapur, Bangladesh (2006)

Abb.: 47 – (m.) Bambuskonstruktion Berufsschule Rudrapur, Bangladesh (2006)

Abb.: 48 – (r.) Diverse Bambusverbindungen für Pfettendächer

pazität[35] ist besonders im tropischen Klima vorteilhaft. Es lässt sich leicht mit einfachen Werkzeugen bearbeiten und ist in Ashanti überall verfügbar. Durch die ausgeprägte Forstindustrie, ist es auch leicht Fachkräfte zu finden.

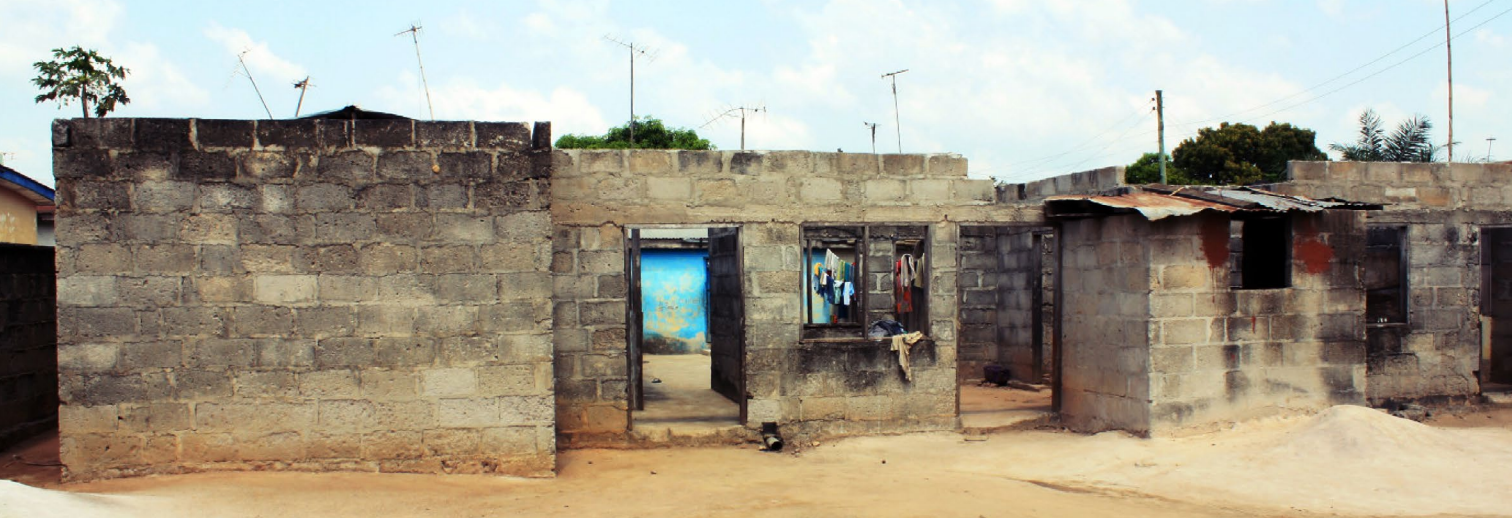
Da Holz ein natürlich wachsendes organisches Material ist, ist es dem Verwitterungsprozess ausgesetzt. Es muss daher vor Feuchtigkeit und schädlichen Organismen (wie Insekten und holz-zerstörenden Pilzen) geschützt werden. Gegen Feuchtigkeit sollte der primäre Schutz konstruktiv sein, sprich das Holz sollte so wenig wie möglich damit in Kontakt kommen. Zum weiteren Schutz vor Witterung kann das Holz mit Schutzanstrichen versehen werden. Eine ökologische Methode ist es das Holz mit Leinöl zu bestreichen. Dieses Öl härtet durch seinen hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren aus und ist damit als Schutzanstrich geeignet. Ab einer Holzfeuchte von 20% kann es zum Befall durch Pilze kommen. Sollte es nicht möglich sein die Holzfeuchte geringer zu halten, ist der einzige Schutz dagegen eine chemische behandlung des Holzes.

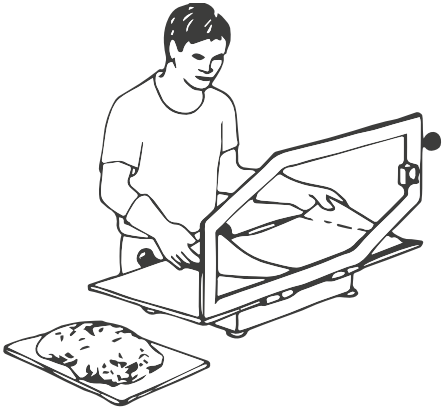
Um Konstruktionen aus Holz herzustellen, kann es mit Hilfe Zimmermannsmäßiger Verbindungen – bei denen Verbindungen nur aus dem Holz selbst gefertigt werden – oder mittels Ingenieursmäßiger Verbindungen – bei denen zusätzliche Verbindungsmittel zum Einsatz kommen – verbunden werden.

BAMBUS

Bambus ist botanisch gesehen ein Gras und zwar das größte der Welt. Es gibt eine Reihe verschiedener Bambussorten die bis zu 20 meter hoch werden können bei einem Durchmesser von bis zu 18 cm. Er wächst im Vergleich zu Holz extrem schnell, mit bis zu mehreren Zentimetern am Tag. Die genauen Materialeigenschaften hängen von der Sorte, dem Herkunftsgebiet und dem Feuchtigkeitsgehalt ab. Ein Bambusrohr ist hohl und durch Stege unterteilt. Es besitzt daher eine hohe Festigkeit bei geringem Gewicht und macht es damit als Baumaterial ideal. Bambus wurde und wird Heute immer noch von vielen Baukulturen eingesetzt, jedoch verwittert er durch seine Holzähnliche Struktur sehr leicht. Er sollte daher keinesfalls in Erdberührenden Bauteilen eingesetzt werden. Der Schutz vor Schädlingen wird üblicherweise mit der Behandlung durch Borax erreicht. In Ashanti

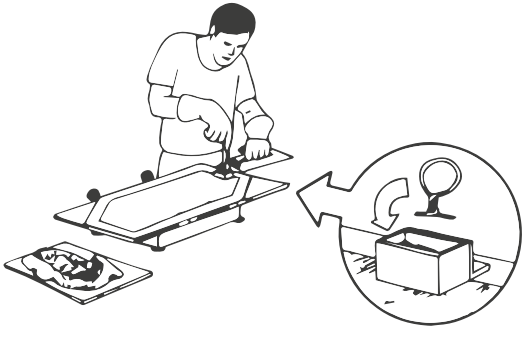
35) Die Wärmekapazität eines Materials ist ein Wert der die Fähigkeit Wärme zu speichern und diese wieder abzugeben darstellt.



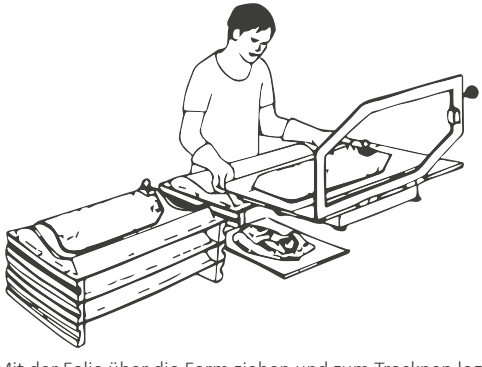


1_ Folie auf Vibrationstisch spannen

2_ Zementmörtel unter Vibration verteilen und glattstreichen



3_ Nase befüllen



4_ Mit der Folie über die Form ziehen und zum Trocknen legen

Abb.: 49 – (o.) Gebäude aus Betonschalsteinen in einem Armenviertel

Abb.: 50 – (u.) Herstellung von MCT

sind Bambusrohre mit einem Durchmesser von 8 cm und einer Länge von 5m leicht und kostengünstig verfügbar.

Wie bereits unter ***Bautechnik (S.11)*** erläutert, wurde Bambus auch in der traditionellen Architektur Ashantis eingesetzt. Um ein Bambustragwerk (z.B. für das Dach) herzustellen, sind andere Methoden notwendig , als bei Holz. Traditionell verwendet man Schnürverbinungen (früher aus Naturfasern, später aus synthetischen Fasern), um die Rohre miteinander zu Verbinden. Für leistungsfähigere Tragwerke, wie sie bereits für zeitgenössischer Architektur angefertigt wurde, können Verbindungsmittel aus Metall verwendet werden. Diese sind nicht normiert und werden in der Regel individuell angefertigt. Eine einfache Methode ist es, Rohre mittels Bolzen zu bündeln. Wichtig ist jedenfalls, dass Bambus nicht oder nur schwer genagelt werden kann und sämtliche Löcher vorgebohrt werden sollten. Schraubverbindungen sind durch den hohlen Querschnitt auch problematisch.

GRÄSER UND BLÄTTER

Heutzutage werden Gräser (außer wie der eben beschriebenen Bambus) und Blätter in Ashanti kaum noch als Baumaterial genutzt. Selbst bei traditionelle Bauten, wie die in ***Dekor (S.15)*** beschriebenen Fetischhäuser, wurde das Dach gegen Wellblech getauscht. Nur selten, z.B. für die Denkmalpflege, werden Grasdächer rekonstruiert. [36]

Da Dächer aus diesem Material häufig gewartet werden müssen und undicht sein können, ist diese Abneigung leicht nachvollziehbar.

IMPORTIERTES

Spätestens seit der Kolonisation durch die Briten im 19. Jahrhundert, wurden auch Baumaterialien importiert. Es begann mit Eisengeländern für Veranden und führte bald auch zum Import von Zement.

Heute sind fast alle gängigen Baumaterialien erhältlich, jedoch zu hohen Preisen. Wellblech ist als Dachdeckung sehr beliebt, trotz starker Wärmeabstrahlung und Lärmentwicklung bei Niederschlag und hat das traditionelle Grasdach verdrängt. Zement ist aufgrund der hohen Nachfrage und der instabilen wirtschaftlichen Lage sehr teuer. Der Preis kann sich innerhalb von wenigen Monaten rasant verändern, daher kann an dieser Stelle

36) SCHRECKENBACH (1983)

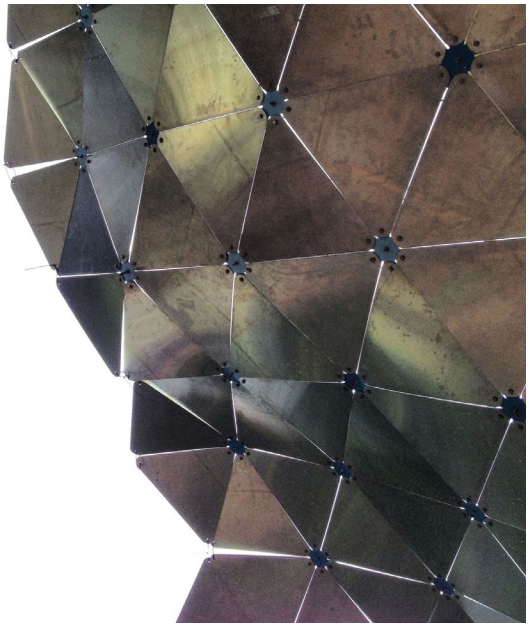


Abb.: 51 – (o.l.) Pallet House. Ursprünglich als Notunterkunft für den Kosovo geplant.

Abb.: 52 – (u.l.) Verschattung aus alten Verkehrschildern. New Orleans. Tulane University.

Abb.: 53 – (r.) Verschattung aus alten Verkehrschildern. New Orleans. Tulane University.

kein absoluter Wert genannt werden.

Üblicherweise wird aus Zement, Beton oder Betonhohlsteine hergestellt. Am Häufigsten ist der Einsatz in Putz oder Mörtel (auch für Lehmziegel). Eine kostengünstigere Variante ist die Verbesserung von Lehm(ziegeln), wie bereits vorhin erwähnt.

Ein weiterer beliebter Einsatzzweck ist die Herstellung von Betondachziegel – auch ***micro concrete tiles*** genannt. Sie können leicht manuell erzeugt werden und stellen sowohl finanziell, als auch raumklimatisch gesehen, eine bessere Alternative zum Wellblech dar. Sie strahlen weniger Hitze ab, sind langlebiger und schalldämmender.

UPCYCLING

Unter Upcycling versteht man das wiederverwerten von Abfall zu höher- oder gleichwertigen Produkten, als das Ausgangsprodukt. In der Regel wird der Abfall dabei zu größeren Elementen verbunden, im Gegensatz zum ***Recycling*** bei dem Abfall zerkleinert wird, um neue Produkte herzustellen. Ein klassisches Beispiel das diesem Konzept entspricht, aber nicht als Upcycling verstanden wird, sind Holzspanplatten. Hier werden Holzspäne mit einem Bindemittel zu Platten verpresset. „Upcycling“ würde hier zwar zutreffen, der Begriff ist jedoch eher für nicht-industrielle Techniken gebräuchlich, zudem oft Holz erst zu Spänen zerkleinert werden muss.

Durch die Wiederverwendung von Abfall, kann das Rohmaterial kostenlos oder sehr günstig bezogen werden. Gerade in Entwicklungsgebieten oder generell beim kostengünstigen Bauen ist dies ideal. Welche Materialien zu welchen Bauteilen ***upcycled*** werden können, hängt von der lokalen Verfügbarkeit ab, da natürlich Transportkosten berücksichtigt werden müssen. Abgesehen von der offensichtlichen Möglichkeit Abfall zur Dekoration zu Verwenden, gibt es auch praktische Anwendungen. Typische Möglichkeiten sind Flaschen in (Lehm)wänden als Fenster oder Reste von plattenförmige Materialien als Gebäudehülle einzusetzen. Teilweise können und werden ganze Gebäude oder tragende Elemente daraus hergestellt. Holzpaletten sind in der Architektur bereits öfters dazu verwendet worden.

ENTWURF

Abb.: 54 – (v. Seite) Perspektive Eingang

Abb.: 55 – Perspektive Hof

Der Entwurf entstand im Rahmen eines Wettbewerbs, der zur Aufgabe hatte, einen Prototypen für ein Haus für eine Familie mit einem Budget von 6000 USD in der Ashanti Region Ghanas zu entwerfen. Das Gebäude sollte auf einem Grundstück mit einer Seitenlänge von 18 Meter Platz finden. Ein genauer Ort war dafür – abgesehen von der Region – nicht vorgegeben. Die Zielgruppe sind Familien mit niedrigem Einkommen, die sich ein „modernes“ Haus aus Beton nicht leisten können. Das entworfene Haus soll daher eine Alternative zu den Lehmhäusern, in denen diese Familien derzeit leben müssen, (und die meistens in schlechtem Zustand sind) sein.

„The challenge is to design a single-family unit of about 30 x 40 feet on a plot of 60 x 60 feet to be built by maximum use of earth and local labor in the Ashanti Region of Ghana. The client of your design is the middle-income family in any township of your choice in the Ashanti Region. Total costs of constructing the design entry must not exceed $ 6000; land value is excluded from this price point. The entry should serve as an example to the local people that mud architecture can be beautiful and durable.

What is the design problem? The cause is this: in Ghana, as in other countries in West Africa, stereotypes about buildings made of earth persist because of poor construction. Earth architecture is fast giving way to modern dwellings made of cement blocks and other modern materials that are not simply expensive but thermally and acoustically problematic. From the cities to the low-income villages, use of concrete – despite its dependence on imported resources – is considered indispensable for building. The rising cost of the modern building materials manufactured from imported resources makes it very difficult for low-income families to become homeowners. Yet an excellent, cheap and local alternative called laterite, red earth, is available everywhere in Ghana.

(...)

In light of the problem, we are running Mud House Design Competition to encourage designers, architects and builders to use their creativity to come up with innovative designs for modest, affordable homes that can be built locally. The design should aim at creating a single family and semi-urban house type that is a place to live, a place to rest, store modest belongings, and feel safe. The first place winning entry will be built on a site in the Ashanti Region.

(...)

Your design entry may therefore aim to accomplish a prototype, a durable mud house that promotes open source design for the continuity of building with earth under the feet for a more sustainable future.

(...) „

– Ausschnitt der Wettbewerb-Beschreibung; nkafoundation.org

WETTBEWERB

Der Wettbewerb wurde von der ***Nka Foundation*** – eine internationale Organisation die „community projects" in Ghana abhält – ausgeschrieben. Die ersten drei Siegerprojekte waren mit der Umsetzung oder einem Preisgeld von bis zu 1500 USD dotiert. Der Wettbewerb forderte neben der Einhaltung des Budgets, die Verwendung von Lehm als primäres Baumaterial. Dadurch sollte Lehm an Attraktivität gewinnen und zeigen, dass damit auch anders gebaut werden kann als es derzeit geschieht.

HERAUSFORDERUNGEN

Die Herausforderung die dieser Wettbewerb stellte war es ein Haus aus Lehm mit einem vorgegeben (sehr niedrigem) Budget zu Entwerfen. Durch die Begrenzung des Grundstücks waren die Dimensionen in Etwa abzuschätzen. Jedoch wie der Raumbedarf einer ghanaischen „Familie" aussieht, musste erst herausgefunden werden. Warum sich das als schwierig erweisen könnte, wurde unter ***Heutiger Wohnbau (S.17)*** kurz erwähnt. Glücklicherweise schlug der Organisator eine Familie mit 2 Erwachsenen und 3-4 Kindern als Referenz vor.

Die größte Herausforderung war es jedoch, das vorgegebene Budget bestmöglich auszunutzen. Es sollte zwar nur ein Prototyp entstehen, aber je besser dieser bereits das Budget einhält, desto leichter würde eine serielle Fertigung werden. Für die Zielgruppe, eine Niedrigeinkommensfamilie, sind 6000 USD ein hoher Betrag, für den Bau eines Hauses ist es jedoch ein sehr geringes Budget. Immerhin beträgt der Mindestlohn pro Tag nur umgerechnet 2,3 $.[37]

Um die Vorgaben einzuhalten, galt herauszufinden welche Konstruktionsart kosteneffizient, langlebig und leicht herzustellen ist, aber auch einen ästhetisch Anspruch erfüllt. Immerhin sollte das Gebäude für die potenziellen Bauherren eine attraktive Alternative zur derzeitigen Realität darstellen.

KOSTENORIENTIERT PLANEN

Üblicherweise sind die Kosten bei Wettwerben oder Prototypen zweitrangig. Auch bei diesem Projekt würde man meinen, dass durch den Einsatz von Lehm und der geringen Ausmaße des Gebäudes, das Budget locker reichen würde. Eine Preisrecherche und einige Berechnungen

37) Country Reports on Human Rights Practices for 2013: Ghana

KALKULATION

Pos.		#	US$/#	gesamt US$
FUNDAMENT + BÖDEN				
Betonfundament inkl. 40cm Sockel	m³	17	70	1190
Hinterfüllung 20cm	m³	17	5	85
Betonplatte 15cm	m³	5,25	70	367,5
Stampflehmboden 15cm	m³	5,7	6	34,2
Folie	m²	50	1	50
GESAMT FUNDAMENT + BÖDEN				**1726,7**
WÄNDE				
Lehmziegel: sonnengetrocknet m. Stroh (40x25x10cm)	Stk.	3900	0,19	741
Zement-Lateritmörtel f. Lehmziegel	m³	9	8	72
Lehmputz innen 2cm	m²	180	1	180
Lehm-Zement Putz aussen: Sockel und Giebelwand	m²	80	5	400
Kalkanstrich aussen	m²	82	1	82
GESAMT WÄNDE				**1475**
DACH				
Micro Concrete Tiles 40x30cm	Stk.	1145	0,67	767,15
Balken 150x50mm l=4200mm	Stk.	26	10	260
Balken 100x50mm l=4200mm	Stk.	12	6	72
Brett 300x25mm l=4200mm f. Dachtragwerk	Stk.	13	6	78
Brett 300x25mm l=4200mm f. Lamellen, Lattung, Schalung	Stk.	84	4	336
Stroh oder Kokosfaser (Dämmung)	m³	32	4	12,8
Montagematerial pauschale				200
GESAMT DACH				**1725,95**

DIVERSES				
Brett 300x25mm l=4200mm f. Lamellenwand und Zaun	Stk.	36	3	108
Brett 200x25mm l=4200mm f. Fensterrahmen	Stk.	4	3	12
Bretter f. Fensterläden	Stk.	0	12	0
Türen	Stk.	5	20	100
Bad Pauschale				150
Montagematerial				200
Beton f. Ringanker	m³	2,5	70	175
Leinöl	L	20	6	120
GESAMT DIVERSES				**865**

GESAMT	**5793**
RESTBETRAG	207

zeigen jedoch schnell das Gegenteil. Scheinbar minimale Größenänderungen führen zu einer spürbaren Kostenschwankung. Das Ziel ist es also die Kosten zu optimieren.

Um das zu erreichen müssen nach Entwicklung des Konzepts die finanziellen Auswirkungen jeder Entscheidung geprüft werden und auch ob es Alternativen gibt. Natürlich müssen dabei alle Qualitäten guter Architektur erhalten bleiben. Es darf trotz Kostenorientierung kein reines Zahlenspiel werden.

KOSTEN

Aufgrund der instabilen Wirtschaftslage Ghanas, ist es schwierig genaue Baukosten zu Ermitteln. Die Schwankung des Wechselkurses zum US Dollar wirkt sich indirekt auf die Kosten importierter Materialien aus. Die Preise lokaler Materialien scheinen relativ stabil zu bleiben.

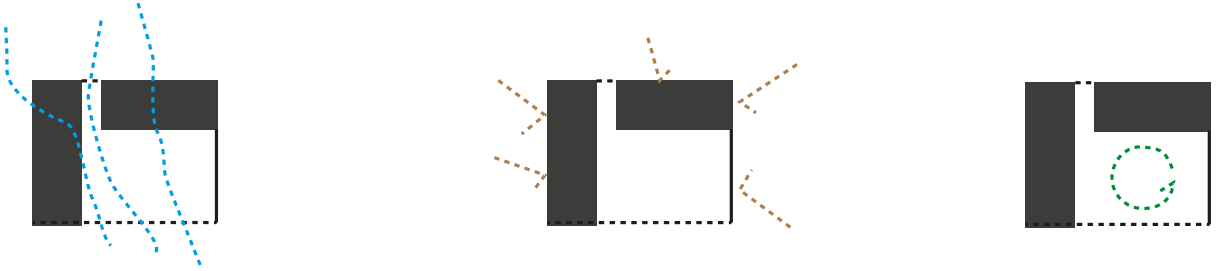
Für die Kostenaufstellung dieses Projekts wurden Durchschnittspreise, die aus mehreren Quellen berechnet wurden, herangezogen. Trotz indirektem lokalen Kontakt waren die verfügbaren Informationen zu Materialien (z.B. deren genauen Abmessungen) oft unvollständig. Das führt zu weiterer Ungenauigkeit in der Kostenaufstellung.

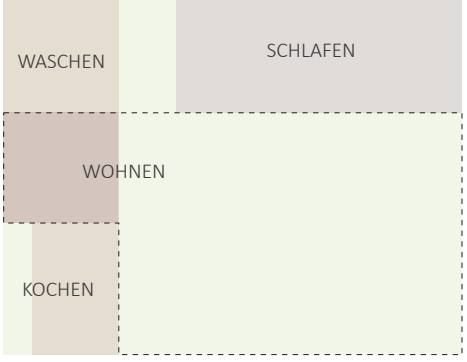
AFRAM (2007) geht von einem Quadratmeterpreis von umgerechnet 32 USD aus, bei der Verwendung von zementstabilisiertem Lehm und Betondachziegeln. Selbst beim Verzicht auf Beton, kann ich diesen Preis nicht nachvollziehen. Es ist anzunehmen, dass es sich dabei um einen Idealwert handelt. Unter anderem könnte das auch an der zwischenzeitlich gestigenen Inflation liegen.

Der von mir errechnete Quadratmeter Preis liegt bei circa 58 USD. Dabei muss man jedoch beachten, dass der Entwurf Elemente enthält, die nicht zwingend notwendig sind um als minimalste Behausung zu dienen. So ist z.B. eine Begrenzungsmauer, Verputz und Badezimmer eingerechnet.

Der Idealzustand – der auch zu wesentlich geringeren Kosten führen würde – wäre wenn Lehm und somit die Gesamtkosten der Wand kostenlos sind. Um die Kalkulation realitätsnah zu halten, wurde ein Kompromiss zwischen diesem Idealzustand und worst case – bei dem Lehmziegel gekauft werden müssen – angenommen.

STADT
LAND


WIND
SCHUTZ
HOF


WASCHEN
SCHLAFEN
WOHNEN
KOCHEN

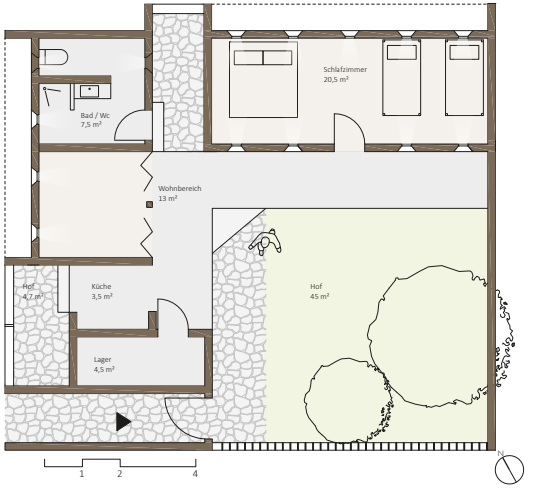

Schlafzimmer
20,5 m²
Bad / Wc
7,5 m²
Wohnbereich
13 m²
Hof
4,7 m²
Küche
3,5 m²
Lager
4,5 m²
Hof
45 m²
1
2
4

Abb.: 56 – Konzept und Grundriss 1:200

KONZEPT

Der Entwurf wurde ausgehend von der traditionellen Architektur und dem heutigen Wohnbau entwickelt. Das Gebäude soll den Lebensstil der Bewohner gerecht werden aber sich trotzdem auch zeitgemäßen Entwurfspraktiken bedienen. Es ist leicht erkennbar, dass der Hof ein wichtiges Element in der Lebensweise der Ghanaer ist. Die logische Entwicklung daraus ist also ein Hofhaus. Die Gehöfte, in dessen Kontext dieser Entwurf steht, sind entweder komplett geschlossen, oder bestehen aus völlig losen Einheiten.[38] Da kein genauer Bauplatz und somit Kontext vorgegeben war, sollte das Konzept möglichst universal anwendbar bzw. adaptierbar sein. Dies führte zu einer Mischung aus beiden Typologien.

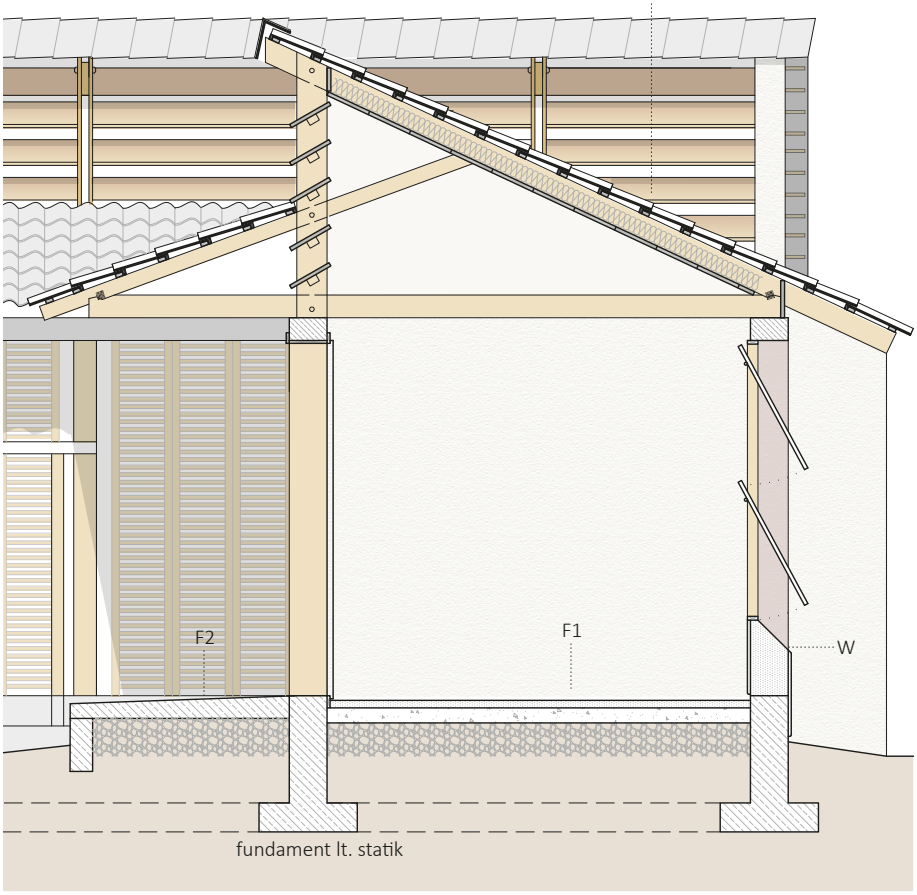
Ein Hof wird von zwei – annähernd identischen – Baukörpern, die zueinander im rechten Winkel stehen, gebildet. Der restliche Hof wird von einer Wand die, wie man in späterer Folge sehen wird, je nach Nutzung und Kontext adaptiert werden kann, begrenzt.

TYPOLOGIE

Das Raumprogramm ist auf zwei Baukörper, die jeweils circa 3 Meter tief sind, aufgeteilt. Dabei dient einer davon als Schlafraum, der Zweite nimmt die restlichen Funktionen – Wohnen, Kochen, Hygiene – auf. Der überdachte Wohnbereich ist bewusst klein gehalten, einerseits um Kosten zu sparen, andererseits hält man sich tagsüber ohnehin im Freien auf. Die Küche besitzt einen eigenen kleinen Hof der nach Aussen mit einer durchlässigen Lamellenwand abgetrennt ist und ein vom Haupthof abgetrenntes, ungestörtes Kochen ermöglicht.

Die Größe des Gebäudes ergibt sich aus dem Modul der Dachkonstruktion, ein Achsabstand von 1,5 Meter, und der geringsten notwendigen Größe um die Funktion als Wohnhaus zu erfüllen. Wie bereits am Anfang des Kapitels erwähnt, können Größenänderungen schnell zu einer Kostenexplosion führen. Die Annahme der kleinstmöglichen Größe und späteren Optimierung über die Wahl des Materials und der Konstruktion, ist daher ideal. Eine spätere Erweiterung – wie sie auch am Ende dieses Kapitels vorgeschlagen wird – ist, dank der einheitlichen Konstruktion, leicht möglich.

38) Mehr dazu unter ***Heutiger Wohnbau (S.17)***



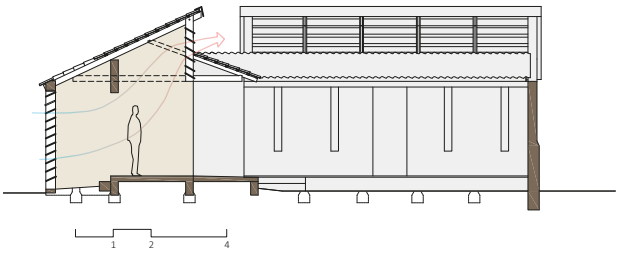
Γ A-A

F1	
Lehm fein,glattgestrichen	5 cm
Stampflehm	10 cm
Folie	
Schotter verdichtet	20 cm
Erdreich	

F2	
Beton m. Gefälle	15 cm
Folie	
Schotter verdichtet	20 cm
Erdreich	

W	
Sockelputz: Zement/Lehm 1:4	2 cm
Sonnengetrocknete Lehm-ziegel	25 cm
Lehmputz	2 cm

R1	
MCT	1 cm
Lattung 35x25mm	2,5 cm
Träger 150x50mm	15 cm
Stroh zwischen Träger	10 cm
Bretterschalung 300x25mm	2,5cm



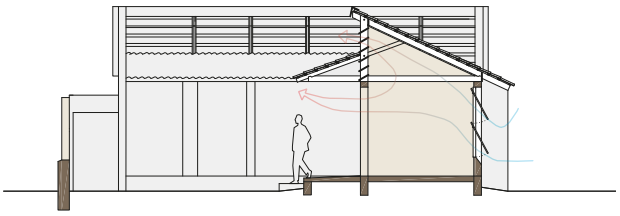


Abb.: 57 – (o.) Schnitt und Ansicht durch den Schlafraum 1:50

Abb.: 58 – (u.) Schnitte 1:200

KONSTRUKTION

FUNDAMENT UND BODEN

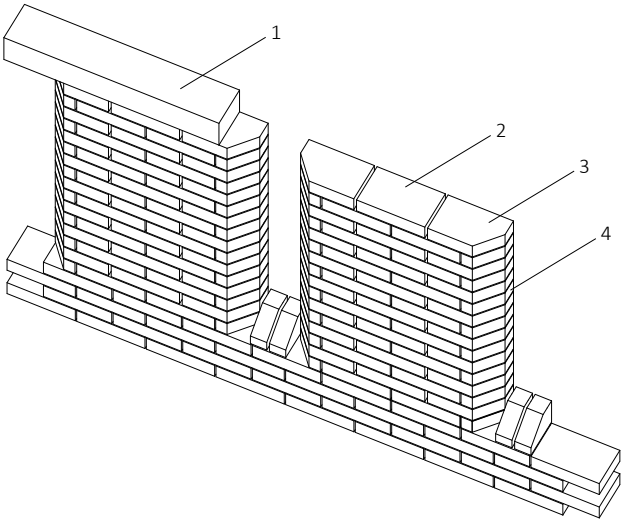
Als Fundament dient ein Streifenfundament aus Beton, das je nach Bodenbeschaffenheit dimensioniert wird. Trotz der hohen Kosten des Betons, muss darauf zurückgegriffen werden, da es kaum vergleichbar beständige Alternativen gibt. Bei informell errichteten Lehmbauten ist oft das (fehlende) Fundament für Bauschäden – meistens Setzungsrisse oder Feuchtigkeitsschäden – verantwortlich. Eine Alternative wäre die Verwendung von vermörtelten Steinen, was die lokale Verfügbarkeit von Naturstein voraussetzt. Ein Sockel der 40 cm über den Boden ragt schützt die Wände vor direktem Kontakt mit dem feuchten Boden.

Die Böden werden, um Kosten zu sparen aber auch aufgrund des höheren Komforts, zum größten Teil aus gestampftem Lehm hergestellt, so wie auch in den traditionellen Bauten. Im Freiraum und in den Nassräumen ist ein (versiegelter) Betonboden vorgesehen, da Lehm der Feuchtigkeitsbelastung nicht lange standhalten würde. Um drückendes Wasser – das kurzfristig nach starken Regenfällen auftreten kann – abzuhalten, ist zwischen dem Erdreich und dem Lehmboden eine einfache Folie vorgesehen. Eine völlige Feuchtigkeitsabdichtung wird damit nicht erreicht, diese würde aber ohnehin die Möglichkeiten im Rahmen des Budget übersteigen.

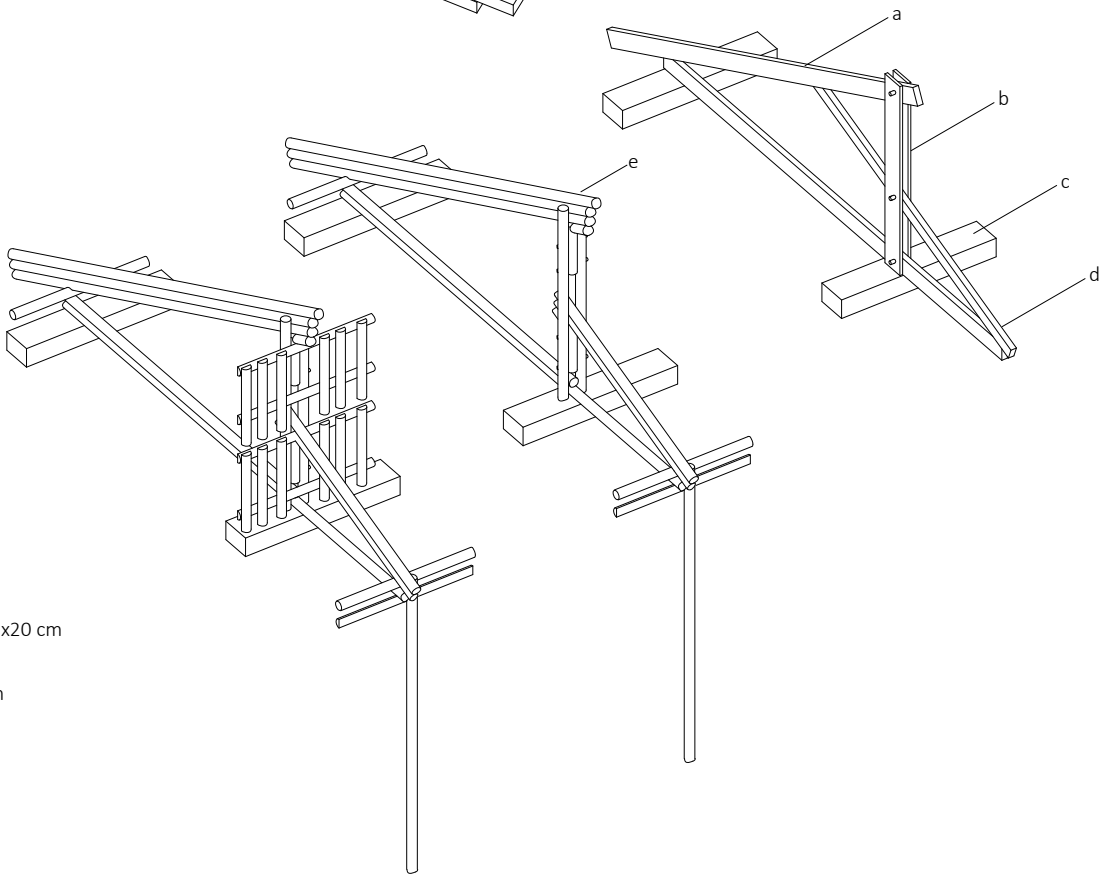
WÄNDE

Bei Wänden ist der Einsatz von Lehm ideal um Kosten zu sparen. Sie können durch ein auskragendes Dach konstruktiv leicht vor Witterung geschützt werden.

Die Wände werden mit Lehmziegeln hergestellt. Die Technik ist lokal bekannt und wurde bereits öfters für Bauprojekte eingesetzt. Besteht der Baugrund aus geeignetem Lehm und ist ausreichend vorhanden, kann dieser für die Wände benutzt werden. Dadurch lassen sich, wie bereits bei der Kalkulation erwähnt, die Kosten weiter senken. Alternativ kann Stampflehm eingesetzt werden. Die abgeschrägte Fensterlaibung wird beim Stampflehm durch nachträgliches abschneiden des noch feuchten Lehms, bei Lehmziegeln durch die Anfertigung eines Formziegels, hergestellt. Bei der Lehmziegel Variante werden ausschließlich sonnengetrocknete Ziegel verwendet, primär um die Konstruktion so einfach



1_ Beton Ringanker 25x20cm
2_ sonnengetrockneter Lehmziegel 25x40x10 cm
3_ sonnengetrockneter Lehmziegel Sonderformat
4_ sonnengetrockneter Lehmziegel Sonderformat



a_ Balken 15x5 cm
b_ Brett 20x2,5 cm
c_ Beton Ringanker 22x20 cm
d_ Balken 10x5 cm
e_ Bambusrohr d=8cm

Abb.: 59 – Wandaufbau und Dachkonstruktion in Holz und Bambus

wie möglich zu halten. Eine Verbesserung kann erreicht werden indem unter den Auflagern der Dachträger CEB[39] statt den Sonnengetrockneten verwendet werden. Dies fürht jedoch zu einem komplizierterem Bauablauf durch das unterschiedliche Format der Ziegel und der Notwendigkeit einer Presse.

Bei beiden allen Varianten bildet ein Betonringanker – aus Sicherheitsgründen, da die Wandstärke minimiert wurde und die Öffnungen kein Überlager besitzen – den horizontalen Abschluss.

DACH

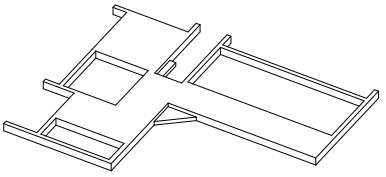
Das Dachtragwerk ist aus verfügbaren Holz Standardprofilen als Pultdach konstruiert. Diese Art ist material- und kostensparender als ein vollständiges Satteldach, zudem begünstigt es durch die große Öffnung an der vertikalen Seite die Belüftung. Auf der Außenseite kragt das Dach um 70 cm aus und schützt damit die Wand vor Niederschlag und Sonneneinstrahlung. Um eine Hitzeabstrahlung des Daches in den Innenraum zu vermeiden, wird es im Wohn- und im Schlafbereich zweischalig ausgeführt und mit, in Lehmschlämme getränktem, Stroh gedämmt. Als Deckung werden Betondachziegel – sogenannte ***micro-concrete-tiles*** – verwendet. Sie sind in der Regel kostengünstiger als Wellblech, sind wiederverwendbar (Wellblech wird bei der Montage mit Schrauben durchlöchert) und haben bessere raumklimatische Eigenschaften. So speichern sie zwar mehr Wärme, strahlen diese aber langsamer ab.[40]

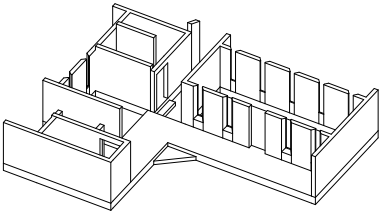
Bambus kann als Alternative für die Holzkonstruktion herangezogen werden. Der Konstruktionstyp bleibt dabei gleich, lediglich die Umsetzung (Verbindungsmittel, Dimensionen,...) müssen an das Material angepasst werden. So sind aufgrund der hohen Elastizität des Bambus mehrere Rohre zu stärkeren Profilen zu kombinieren um eine zu hohe Durchbiegung zu vermeiden.[41] Die Verbindung von Bambusrohren erfolgt mit Bolzen und Schnürverbindungen. Da Bambuskonstruktionen nicht normiert sind, sondern nur von indigener Architektur bekannt sind und die konstruktiven Eigenschaften von Bambus sehr stark variieren können, muss die Konstruktion im Einzellfall geprüft werden.

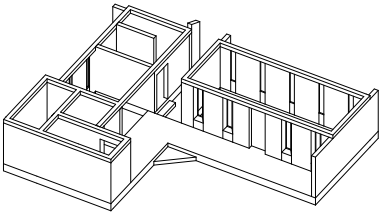
39) compressd earth bricks – zementstabilisierte gepresste Lehmziegel

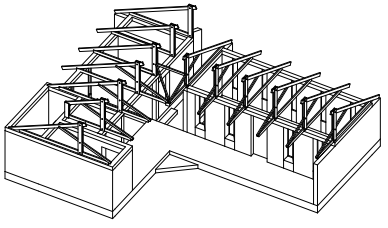
40) mehr zu mct siehe BRYS (1992) S.100-104

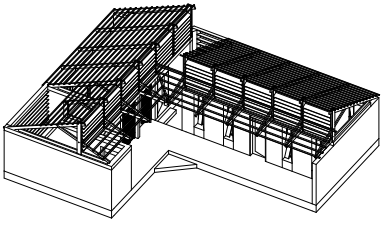
41) ATROPS (1969)

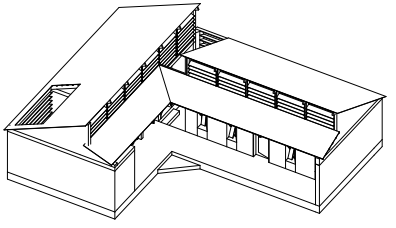












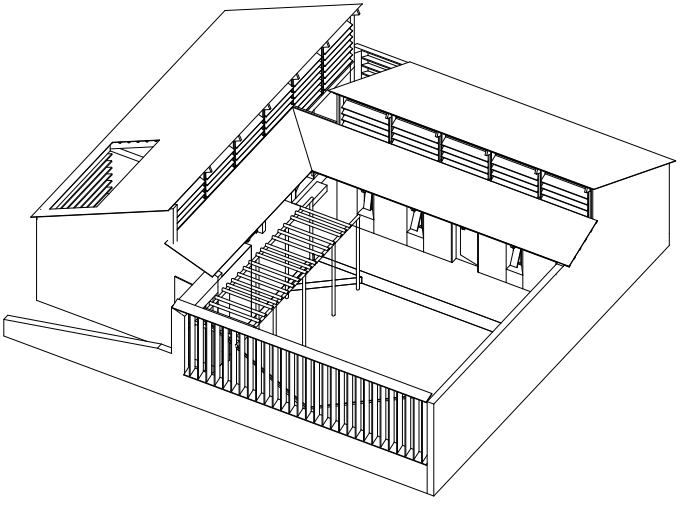


Abb.: 60 – Isometrie des Bauablaufes und der Konstruktion

INFRASTRUKTUR

Die meisten Dörfer Ashantis haben Zugang zu Trinkwasser und einem zentralen Stromnetz. Für die Wasserentsorgung muss ein Sickerschacht errichtet werden. Es kann somit eine Toilette mit Wasserspülung genutzt werden.

ZUSÄTZE

Ein Teil des Budgets bleibt für individuelle Verbesserungen zurück. Dazu kommt, dass wie bereits erwähnt durch die Verwendung des Baugrunds als Wandmaterial zusätzliches Budget frei werden kann. Je nach Ort und individuellen Bedürfnissen oder Vorlieben der Bewohner können damit Lösungen finanziert werden. Zum Beispiel kann damit in entlegenen Gebieten eine Regenwassersammlung inklusive Zisterne oder eine kleine Photovoltaikanlage (ausreichend zur künstlichen Beleuchtung während der Dämmerung) realisiert werden.

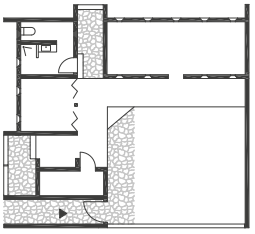
Da die Größe des Gehöfts minimiert ist, kann es mit dem freien Budget auch gleich vergößert werden, wie nachfolgend erläutert.

ERWEITERUNG

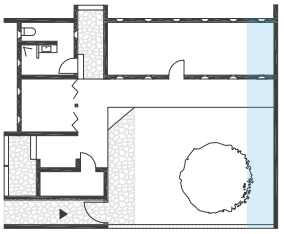
Das Gehöft wird an zwei Seiten durch eine Wand bzw. einen Zaun begrenzt. Es ist damit leicht möglich mehrere dieser Gehöfte zu größeren zusammen zu schließen.

Sollte der Platzbedarf des Haushaltes größer sein als ursprünglich vorgesehen, kann der Schlafraum leicht in seiner Länge erweitert werden. Da die Giebelwand selbst keine tragende Funktion übernimmt, kann dies auch nachträglich geschehen. (siehe Links Varianta A). Durch diese Veränderung vergrößert sich automatisch der Hof, der üblicherweise der primäre Wohn- und Aufenthaltsraum ist. Die Kosten für eine derarige Erweiterung um eine Modulbreite (1,5m) betragen ca. 330 USD. Hier wird die unter ***Kostenorientiert Planen (S.53)*** angesprochene Kostenexplosion deutlich.

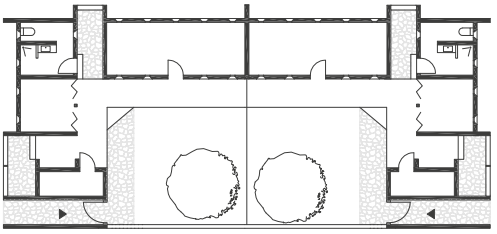
Es ist auch möglich mehrere Gehöfte zu einem Größeren zu kombinieren oder, dank des fast quadratischen Platzbedarfes, ganze Siedlungen damit zu errichten. In Variante B werden zwei Gehöfte gespiegelt aneinander gereiht. Der Zaun bleibt dabei erhalten und ermöglicht so eine ungehinderte Belüftung über den Hof. Wird dieses neue Gehöft erneut gespiegelt, erhält man Variante C. Durch das wegfallen der Begrenzungsmauer, können so Kosten gespart werden. Es bleibt je-



original

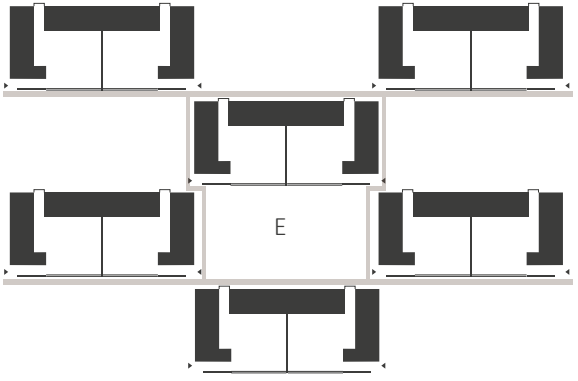


A

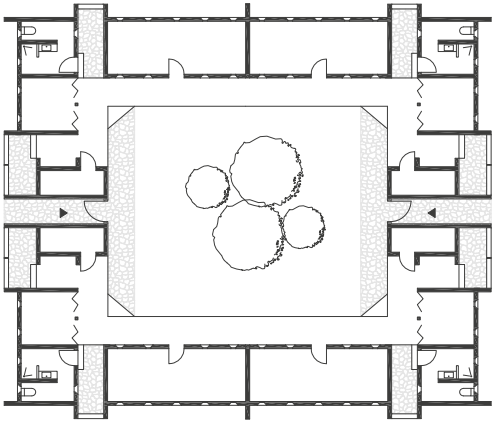


0 4

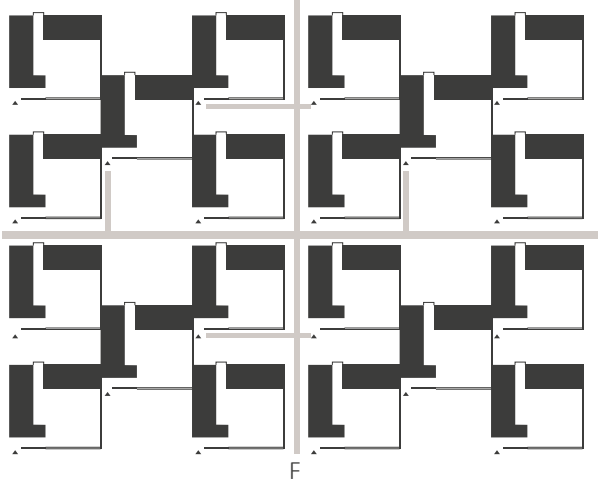
B



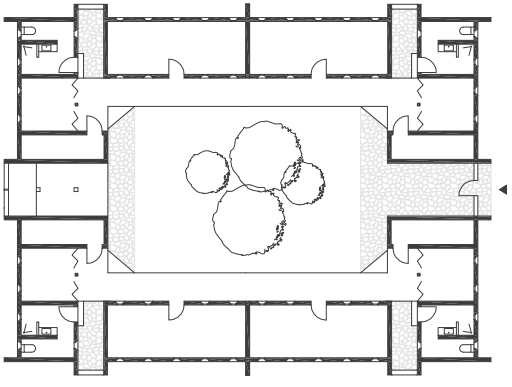
E



C



F



D

Abb.: 61 – Vorschläge zur Kombination und Erweiterung des Entwurfes

dem Haushalt eine eigene Küche und Sanitärbereich erhalten, damit können hier vier voneinander unabhängige Familien wohnen. Variante D zeigt ein Beispiel wie die redundanten Küchen zu einer großen kombiniert werden können, was bei großen Haushalten[42] erwünscht sein kann. Diese Variante nähert sich bereits der Größe des ortsüblichen Gehöfts an (siehe ***Typologie (S.13)*** und ***Heutiger Wohnbau (S.17)***). Beide 4er Varianten (C und D) haben den Nachteil, dass durch umbauung des Hofes der Wind blockiert und damit die Durchlüftung negativ beeinträchtigt wird.

Variante E und F zeigen eine kombination im städtbaulichen Maßstab. In der Ersteren wird durch eine Kaskadierung der Gehöfte versucht den Wind (und damit die Belüftung) zu begünstigen. Im der Zweiten werden einzelne Gehöfte (wie im „Original") in 5er clustern angeordnet. Die so enstehenden Freiräume dienen als Puffer zwischen den Einheiten und können auch als Gemeinschaftsfläche genutzt werden. Es ist klar, dass die Belüftung bei einer derartigen Verdichtung immer schlechter ist, als bei einem freistehendem Gebäude. Durch die Kaskadierung und Clusterung wird versucht diese Beeinträchigung abzumindern.

42) Genaueres zur Haushaltsgröße siehe ***Heutiger Wohnbau (S.17)***

FAZIT

Ausgehend von einem Wettbewerb für ein Lehmhaus um 6000 USD, begann eine ausgiebige Analyse der lokalen Architektur, Tradition und Situation. Der Organisator selbst stellte zwar einige Informationen zur Verfügung, diese mussten jedoch durch eingenständiger Arbeit vervollständigt werden. Ein wichter Teil der Analyse und Entwurfsentwicklung waren die Kosten und Verfügbarkeit von Materialien. Da dabei viele unbekannte Faktoren im Spiel waren und das Budget sehr knapp bemessen war, musste jede Entscheidung in finanzieller Hinsicht geprüft werden und manchmal Annahmen getroffen werden.

Entstanden ist ein Protoyp, der nicht exisitiert um Aufmerksamkeit zu erregen, sondern eine realistische Alternative zur derzeitigen Wohnsituation – in unattraktiven Wohnhöfen – darstellt. Die Schwierigkeit dabei war es nicht nur eine technisch einfache Lösung, die von Bewohnern zum Teil selbst umgesetzt werden kann, zu finden, sondern auch eine Lösung die es der lokalen Bevölkerung erlaubt ihren gewohnten Lebensstil zu verwirklichen.

BÜCHER, ARTIKEL UND PUBLIKATIONEN

AFRAM, S. O. (2007), The Traditional Ashanti Compound House, in: *Conference on african architecture today.*

Architecture for Humanity (2006)*, Design Like You Give a Damn: Architectural Responses to Humanitarian Crisis*

ATROPS, J. L. (1969), Elastizität und Festigkeit von Bambusrohren, in: *Bauingenieur* Nr.44

BAEYENS, A. (2012), *Kumasi, Ghana. Critical Study of an African Urban Structure,* Master Thesis

BOWDICH, T. E. (1873), *Mission from Cape Coast Castle to Ashantee*

BRYS, G. (1992)*, Fibre and Micro-concrete Roofing Tiles: Production Process and Tile-laying Techniques*

DUNKELBERG, K. (1978), *Bambus als Baustoff*, PhD Thesis

FICKEL, W. (1963), *Der Laterit in Süd-Ghana*, PhD Thesis

FREEMAN, R. A. (1898), *Travels and life in Ashanti and Jaman*

GUT, P. & ACKERKNECHT, D. (1993), *Climate Responsive Building: Appropriate Building Construction in Tropical and Subtropical Regions*

HANSON, K. T. (2004), Rethinking the Akan Household, in: *Africa Today* Nr.51: S.27–45.

HYLAND, A. (1971), The Fetish House at Asawasi, in: *Monumentum* Nr.8: S.99-113

KORANTENG, C. (2010), *An exploration of the thermal performance of office buildings in Ghana*, PhD Thesis

LEPIK, A. [Hrsg.] (2013), *Afritecture: Bauen mit der Gemeinschaft*

MINKE, G. (2009), *Handbuch Lehmbau. Baustoffkunde, Techniken, Lehmarchitektur*

MUMATZ, K. & THOMSON, B. (1978), Traditional Forms of Architecture in Ghana, in: *International Social Science Journal* Nr.30(3): S.49–476.

PRUSSIN, L (1980), Traditional Asante Architecture, in: *African Arts*, Nr.13: S.57-87

REISENBERGER, J. R. [Red.] (2012), *Lehm 2012. Tagungsbeiträge der 6. Internationalen Fachtagung für Lehmbau*

SCHRECKENBACH, H. (1983), *Construction Technology: For a Tropical Developing Country.*

SCHROEDER, H. (2013), *Lehmbau; mit Lehm Ökologisch Planen und Bauen*

STOUTER, P. (2008), *Shaping Buildings for the Humind Tropics*

WEBSEITEN

History of Ghana (2014), *URL: http://www.ghanaweb.com/GhanaHomePage/history/*
Stand: 23.02.2015

Library of Congress (1994), Country studies: Ghana, *URL: http://lcweb2.loc.gov/frd/cs/ghtoc.html*
Stand: 23.02.2015

Practical Action: Micro-concrete Roofing Tile Production, *URL: http://practicalaction.org/media/view/41506*
Stand: 23.02.2015

Country Reports on Human Rights Practices for 2013 , Bureau of Democracy, Human Rights and Labor,
URL: http://www.state.gov/j/drl/rls/hrrpt/humanrightsreport/index.htm
Stand: 23.02.2015

Abb.: 1 – (vorherige Seite) Dwa Stuhl, Thron des Asante Königs ©Brooklyn Museum 5
Abb.: 2 – Lage Kumasis in Ghana ©Adriano Brüstle 5
Abb.: 3 – (ganz links) Niederschlagsmenge in Ghana ©Hannah Schreckenbach ; aus: Schreckenbach (1983) 7
Abb.: 4 – (mitte) Vegetation in Ghana ©Hannah Schreckenbach; aus: Schreckenbach (1983) 7
Abb.: 5 – (rechts) Sonnenstandsdiagramm ©Adriano Brüstle 7
Abb.: 6 – (unten) Klimadaten ©Adriano Brüstle 7
Abb.: 7 – Restauriertes Fetischhaus, UNESCO Weltkulturerbe ©Unbekannt humanandnatural.com 9
Abb.: 8 – (o.) Missionshaus der Basler Mission erbaut 1907 ©Basel Mission bmarchives.org 11
Abb.: 9 – (m.l.) Dorfszene in Bekwai (1904) ©Basel Mission bmarchives.org 11
Abb.: 10 – (m.r.) Traditionelles Gehöft in Bekwai (1904) ©Basel Mission bmarchives.org 11
Abb.: 11 – (u.l.) Geflecht mit Lehmbewurf ©Hannah Schreckenbach; aus: Schreckenbach (1983) 11
Abb.: 12 – (u.r.) Skizze der Atakpame Technik ©Hannah Schreckenbach; aus: Schreckenbach (1983) 11
Abb.: 13 – (o.) Luftbild eines Dorfes in Ashanti (ca. 1980) ©Hannah Schreckenbach; aus: Schreckenbach (1980) 13
Abb.: 14 – (u.l.) Grundriss eines Fetischhauses ©Hannah Schreckenbach; aus: Schreckenbach (1983) 13
Abb.: 15 – (u.r.) Skizze eines traditionellen Gehöfts ©Michael Swithenbank; aus: Prussin (1980) 13
Abb.: 16 – (o.l.) Sockelornament eines Fetischhauses ©Sébastien Moriset lifebeyondtourism.org 15
Abb.: 17 – (o.r.) Fensterornament eines Fetischhauses ©Sébastien Moriset lifebeyondtourism.org 15
Abb.: 18 – (u.) Perspektive im Hof eines Fetischhauses ©Unbekannt humanandnatural.com 15
Abb.: 19 – (r.u.) Beispiel für Sockelornamente ©Hannah Schreckenbach; aus: Schreckenbach (1983) 15
Abb.: 20 – (o.l.) Typisches Hofhaus im städtischen Raum (ca. 1980) ©Hannah Schreckenbach; aus: Schreckenbach (1983) 17
Abb.: 21 – (o.r.) Verwitterte Lehmgebäude in ländlichen Gegenden ©zug55 flickr.com 17
Abb.: 22 – (u.l.) Wohnsituation bedürftiger Familien © Tristan Dsx flickr.com 17
Abb.: 23 – (u.r.) Grundriss eines typischen Hofhauses ©Adriano Brüstle nach Afram (2007) 17
Abb.: 24 – (v.Seite) Bau der „Library of Muyinga“ in Burundi aus CEB (2012) ©BC architects Archdaily 25
Abb.: 25 – (o.) 10x10 Sandbag Houses ©Wieland Gleich openarchitecturenetwork.org 25
Abb.: 26 – (u.) Safe(R) House ©Ellen Chen/Architecture openarchitecturenetwork.org 25
Abb.: 27 – (o.l.)Schnitte A und B ©MMA openarchitecturenetwork.org 26
Abb.: 28 – (o.r.)Lageplan ©MMA openarchitecturenetwork.org 26

Abb.: 29 – (m.l.)Grundrisse ©MMA openarchitecturenetwork.org 26
Abb.: 30 – (u.)Konstruktion der Sandbag Houses ©Nadya Glawe openarchitecturenetwork.org 26
Abb.: 31 – (o.)Safe(R) House Pläne ©MIT MIT 27
Abb.: 32 – (r.)Safe(R) House Pläne ©MIT MIT 27
Abb.: 33 – Wald in Ashanti ©Tristan Dsx flickr.com 29
Abb.: 34 – Entwurfsrichtlinien für Bauen im feucht-heißen Klima ©Adriano Brüstle 31
Abb.: 35 – (v.Seite) Stampflehmwand ©Centre for Alternative Technology flickr.com 35
Abb.: 36 – (o.) Vorbereitung des Lehms ©Ryan McDonald
http://www.yesicanusechopsticks.com/thesequel/baandada2006/mud_brick_making.htm 35
Abb.: 37 – (u.) Korngrößenanalyse einer Probe aus Accra (Küste) DD1-4 sind Proben aus verschiedenen Tiefen.
©Walter Fickel Fickel (1963) 35
Abb.: 38 – (o.) Dünne Stampflehmwand in Ashanti ©nkafoundation nkafoundation.org 39
Abb.: 39 – (u.l.) Stampflehmwand © Ben and Laura flickr.com 39
Abb.: 40 – (u.r.) Gleitschalung für Stampflehm aus Brettern ohne Traversen ©Gernot Minke; aus: Minke (2009) 39
Abb.: 41 – (o.) „Tek-Block“ Presse für das manuelle Pressen von CEB. Entwickelt an der Architekturfakultät in Kumasi
©Hannah Schreckenbach; aus: Schreckenbach (1983) 41
Abb.: 42 – (m.l.) Vorbereitung des Lehms ©Ryan McDonald
http://www.yesicanusechopsticks.com/thesequel/baandada2006/mud_brick_making.htm 41
Abb.: 43 – (m.r.) Herstellung der Ziegel ©Ryan McDonald
http://www.yesicanusechopsticks.com/thesequel/baandada2006/mud_brick_making.htm 41
Abb.: 44 – (u.l.) Trocknung der Ziegel ©Ryan McDonald
http://www.yesicanusechopsticks.com/thesequel/baandada2006/mud_brick_making.htm 41
Abb.: 45 – (u.r.) Lagerung zur vollständigen Trocknung ©Ryan McDonald
http://www.yesicanusechopsticks.com/thesequel/baandada2006/mud_brick_making.htm 41
Abb.: 46 – (l.) Bambuskonstruktion Berufsschule Rudrapur, Bangladesh (2006) ©Kurt Hoerbst / Anzenberger Kurt Hoerbst 43
Abb.: 47 – (m.) Bambuskonstruktion Berufsschule Rudrapur, Bangladesh (2006) ©Kurt Hoerbst / Anzenberger Kurt Hoerbst 43
Abb.: 48 – (r.) Diverse Bambusverbindungen für Pfettendächer ©Klaus Dunkelberg; aus: Dunkelberg (1978) 43
Abb.: 49 – (o.) Gebäude aus Betonschalsteinen in einem Armenviertel ©Anne Baeyens; aus: Baeyens 2012 45
Abb.: 50 – (u.) Herstellung von MCT ©Appropriate Building Materials, SKAT practicalaction.org 45

Abb.: 51 – (o.l.) Pallet House. Ursprünglich als Notunterkunft für den Kosovo geplant. ©I-Beam Design openarchitecturenetwork.org 47
Abb.: 52 – (u.l.) Verschattung aus alten Verkehrschildern. New Orleans. Tulane University. ©David Armentor Archdaily 47
Abb.: 53 – (r.) Verschattung aus alten Verkehrschildern. New Orleans. Tulane University. ©David Armentor Archdaily 47
Abb.: 54 – (v. Seite) Perspektive Eingang ©Adriano Brüstle 51
Abb.: 55 – Perspektive Hof ©Adriano Brüstle 51
Abb.: 56 – Konzept und Grundriss 1:200 ©Adriano Brüstle 57
Abb.: 57 – (o.) Schnitt und Ansicht durch den Schlafraum 1:50 ©Adriano Brüstle 59
Abb.: 58 – (u.) Schnitte 1:200 ©Adriano Brüstle 59
Abb.: 59 – Wandaufbau und Dachkonstruktion in Holz und Bambus ©Adriano Brüstle 61
Abb.: 60 – Isometrie des Bauablaufes und der Konstruktion ©Adriano Brüstle 63
Abb.: 61 – Vorschläge zur Kombination und Erweiterung des Entwurfes ©Adriano Brüstle 65

Sämtliche nicht benannte Grafiken wurden vom Author angefertigt. Schwarzpläne nach google earth.

PLÄNE

DIPLOMARBEIT

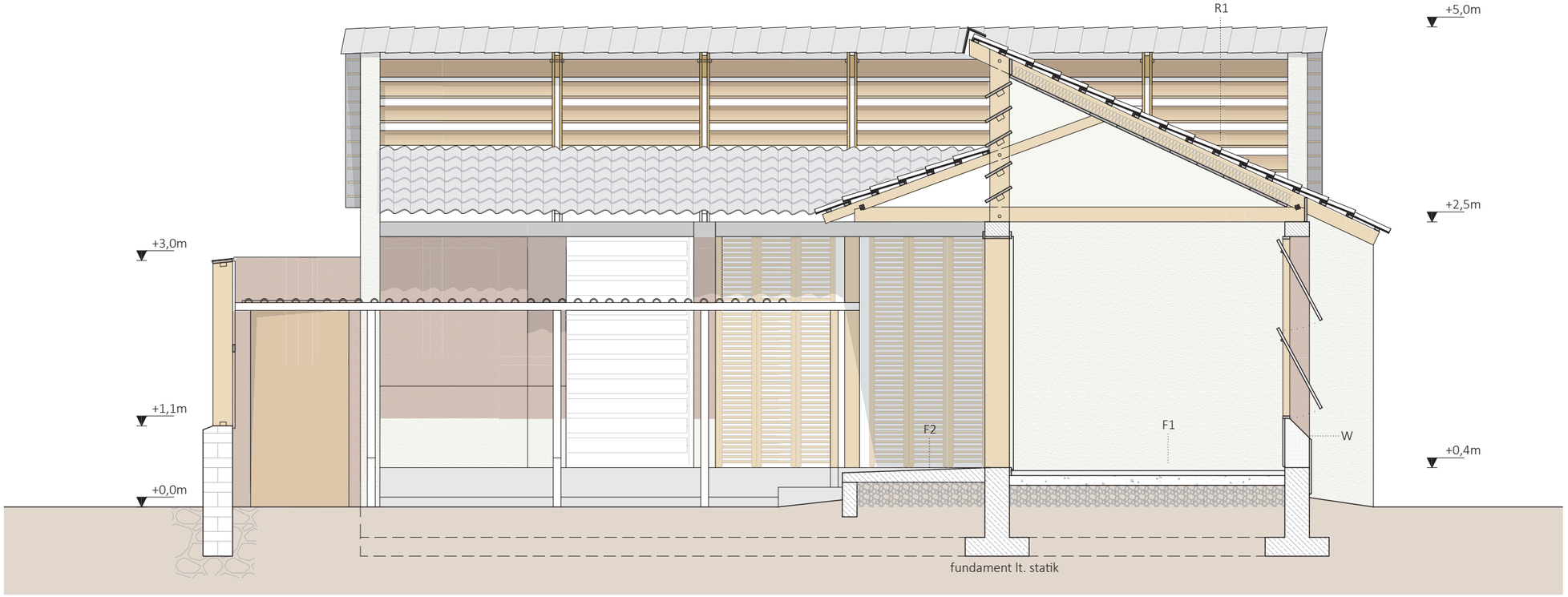
ASHANTIVILLE,
LEHMHAUS IN
SÜD-GHANA

GRUNDRISS 1:50

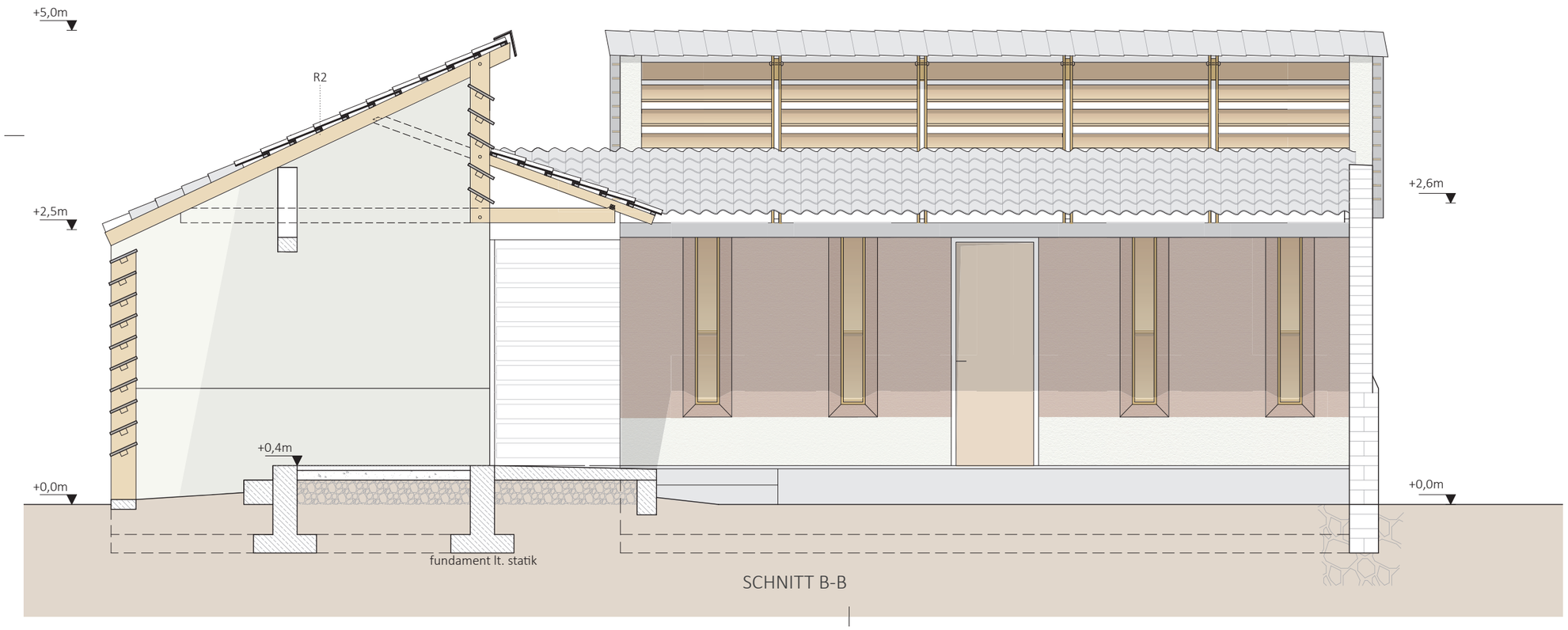
VERFASSER:
ADRIANO BRÜSTLE

STAND:
27.02.2015

Senkgrube
Holzlamellenwand
Gefälle
Badezimmer
7,5m²
Beton versiegelt
innen RPH 173
Hof
4,8m²
Steinplatten in
Kiesbett
Schlafzimmer
20m²
Stampflehm
innen RPH 60
Aufenthaltsraum "pato"
8,4m²
Stampflehm
innen RPH 60
Erschließung
15,4m²
Beton
Gefälle 3%
Küchenhof
4,6m²
Steinplatten in Kiesbett
Küche
6m²
Beton
Gefälle 3%
Hof
46m²
Gefälle
Lager
4,5m²
Stampflehm
Holzlamellenwand
Zaun RPH 100



SCHNITT A-A



SCHNITT B-B

DIPLOMARBEIT

ASHANTIVILLE,
LEHMHAUS IN
SÜD-GHANA

SCHNITTE 1:50

VERFASSER:
ADRIANO BRÜSTLE

STAND:
27.02.2015

AUFBAUTEN

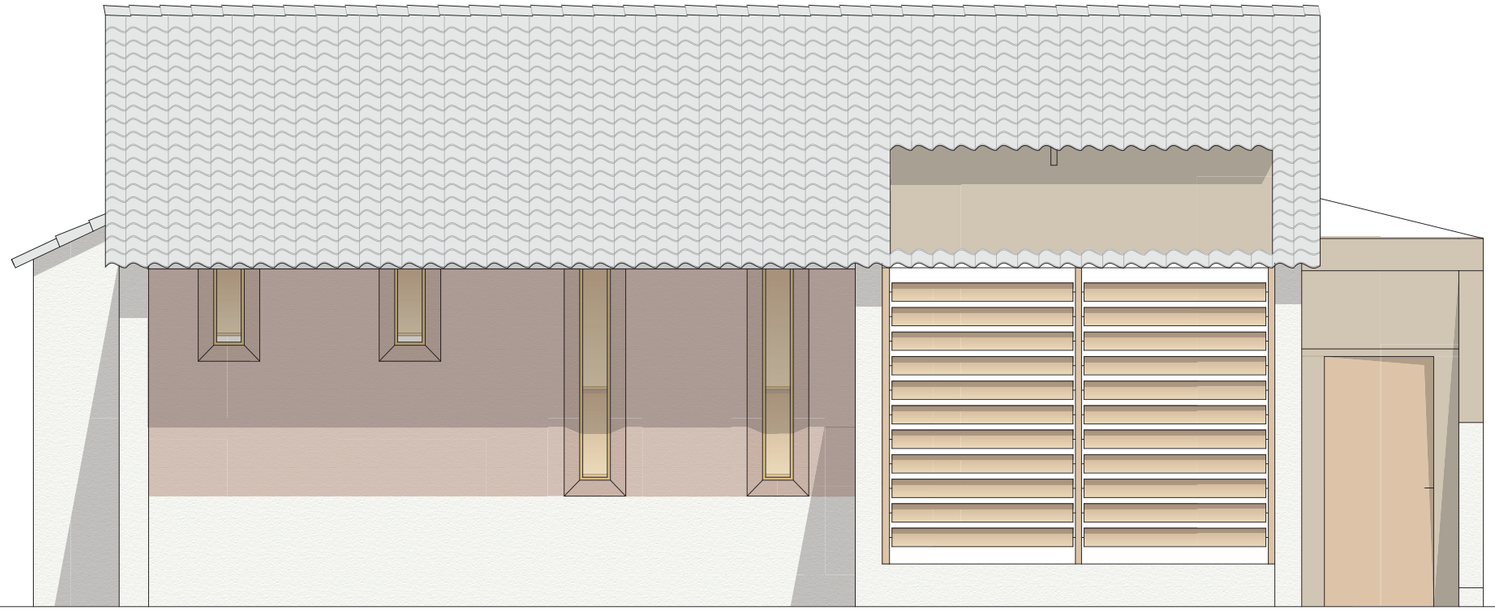
F1	
Lehm fein,glattgestrichen	5 cm
Stampflehm	10 cm
Folie	
Schotter verdichtet	20 cm
Erdreich	

F2	
Beton m. Gefälle	15 cm
Folie	
Schotter verdichtet	20 cm
Erdreich	

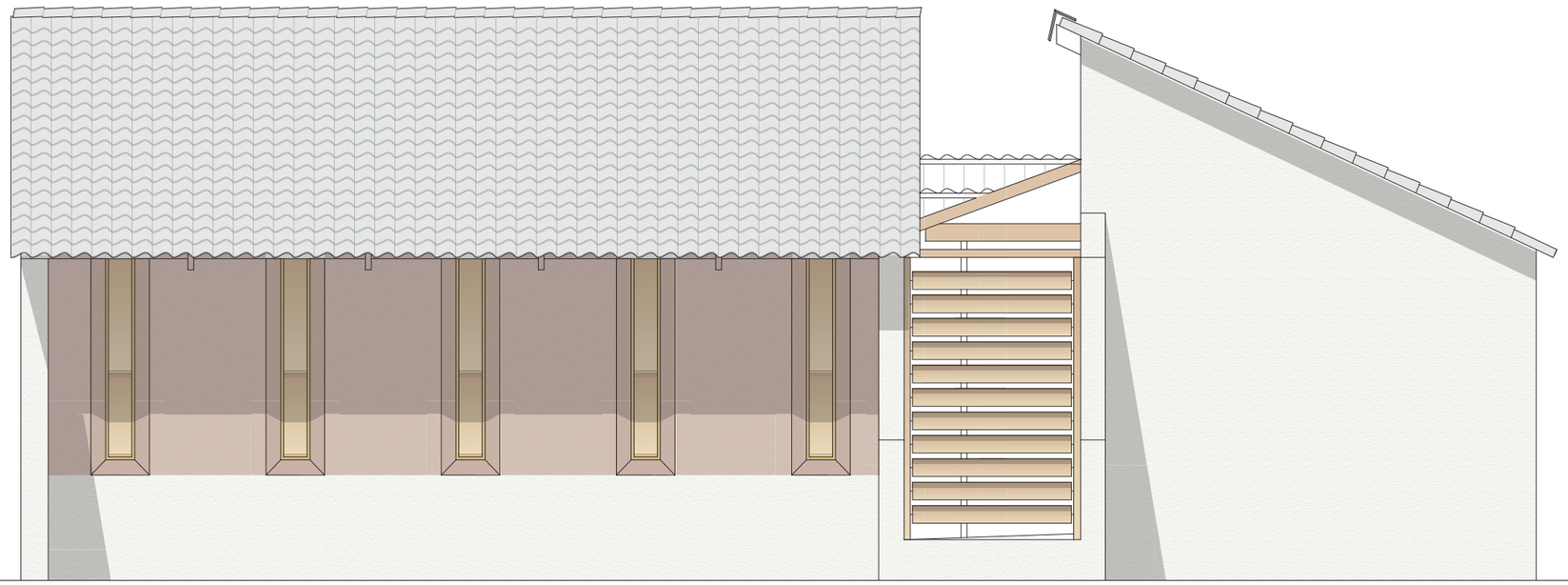
W	
Sockelputz: Zement/Lehm 1:4	2 cm
Sonnengetrocknete Lehm-ziegel	25 cm
Lehmputz	2 cm

R1	
MCT	1 cm
Lattung 35x25mm	2,5 cm
Träger 150x50mm	15 cm
Stroh zwischen Träger	10 cm
Bretterschalung 300x25mm	2,5cm

R2	
MCT	1 cm
Lattung 35x25mm	2,5 cm
Träger 150x50mm	15 cm



ANSICHT WESTEN



ANSICHT NORDEN

DIPLOMARBEIT

ASHANTIVILLE,
LEHMHAUS IN
SÜD-GHANA

ANSICHTEN 1:50

VERFASSER:
ADRIANO BRÜSTLE

STAND:
27.02.2015