

# LEHM-BAU-SCHULE HILFE ZUR SELBSTHILFE©

Bauanleitung zur Modulbauweise©  
Jana Vanessa Derksen

# VORWORT

Gemeinschaftlich errichtete Module, aus nachhaltigen und regionalen Ressourcen und Materialien, sind eine mögliche Antwort auf die Verbesserung der Lebensumstände weltweit.

Das Buch stellt eine Bauanleitung dar, welches auf einem möglichst einfachen und von Jedermann realisierbaren Konzept basiert. Es ist unendlich und zeitunabhängig erweiterbar.

Die Anleitung geht auf die Bedürfnisse und Vorlieben des vorliegen Grundstücks und der Nutzer ein. Durch seine Einfachheit ist es besonders flexibel und wandelbar. Es arbeitet an der Schnittstelle von Architektur und deren Möglichkeit zur Hilfe.

Die Arbeit wurde betreut durch Prof.Dipl.Ing. Manfred Lux und Prof.Dipl.Ing. Ernst Thevis.©

# INHALTSVERZEICHNIS

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 ERSTER EINDRUCK     | 10 LAGEPLAN           |
| 2 INTENTION           | 11 GRUNDRISSSE        |
| 3 LAND                | 12 ANSICHT            |
| 4 GRUNDSTÜCK          | 13 SCHILFGeweBE       |
| 5 MATERIAL            | 14 LUFT UND LICHT     |
| 6 TECHNIK             | 15 SCHNITTE           |
| 7 MENSCHEN            | 16 DETAILS            |
| 8 KONSTRUKTION        | 17 STUHL, FOTOSTRECKE |
| 9 MODELL, FOTOSTRECKE | 18 PERSPEKTIVEN       |



Der erste Eindruck, Vogelperspektive



# INTENTION

“17% DER HERANWACHSENDEN KINDER HABEN  
WELTWEIT KEINEN ZUGANG ZU BILDUNG“

Demnach besuchen 258 Million Kinder und Jugendliche keine Schule. Neun von zehn Betroffenen leben in Afrika und Asien. (Unesco, 2018) Die Aussage hat mich sehr lange beschäftigt und in mir den Wunsch geschaffen einen Entwurf zu kreieren, der als Beispiel für weitere Schulbauten dienen kann. Wichtig war mir dabei, dass das Gebäude aus lokalen und nachhaltigen Materialien, in regionaler Bauweise und Bautechniken errichtet werden kann. Dies ermöglicht weitere eigenständige Bauten durch einheimische Handwerker nach dem Vorbild des Entwurfs. Das Gebäude umfasst eine Schule in dem Beispielort Sédhiou, im Senegal. Für die Kinder soll die Schule mehr als nur ein Lernort bedeuten. Sie sollen dort persönlich, technisch und handwerklich geschult und auf das spätere Leben vorbereitet werden.©

# DER ORT

Afrika ist ein unglaublich großer und vielfältiger Kontinent. Er ist das Zuhause für 1,3 Milliarden Menschen und beherbergt eine vielfältige Geographie, Natur und viele verschiedene Ethnien.

Es gibt eine hohe Geburtenrate und ein starkes Bevölkerungswachstum. Afrika ist auch bekannt als die Wiege der Menschheit. Die durchschnittliche Lebenserwartung eines Mannes beträgt 58,6 Jahre und die einer Frau 61, 9 Jahre. Nur circa ein Viertel der 15-24 Jährigen können Lesen oder Schreiben.

Es existieren einige Klimazonen, welche parallel zu den Breitengraden verlaufen. Das vorliegende Grundstück liegt in den feucht heißen Tropen und muss daher mit langen Hitzeperioden, aber auch starken Niederschlagszeiten kämpfen. Die Konstruktion ist darauf ausgelegt, in den Hitzeperioden ein möglichst angenehmes Innenraumklima zu schaffen und während der Regenzeit das Eindringen der Niederschläge zu verhindern,

# Lehm Bau Schule



An aerial photograph of a rural landscape, likely in a tropical region, showing a mix of dense forest, open fields, and small structures. The map is overlaid with white text labels identifying specific locations and features. The labels are: 'GRUNDSTÜCK I' at the top left, 'HANG' below it, 'BESTANDSCONTAINER KLASSENZIMMER' to the right of 'HANG', 'GRUNDSTÜCK II' below 'HANG', 'MANGO-BAUMBESTAND' to the left of 'GRUNDSTÜCK II', 'BESTANDSCONTAINER KINDERGARTEN' below 'GRUNDSTÜCK II', 'LEHM-GRUBE' to the right of 'BESTANDSCONTAINER KINDERGARTEN', 'STADTEINGANG' on the right side, and 'ZUGANG WASSER' at the bottom left.

GRUNDSTÜCK I

HANG

BESTANDSCONTAINER  
KLASSENZIMMER

GRUNDSTÜCK II

MANGO-BAUMBESTAND

BESTANDSCONTAINER  
KINDERGARTEN

LEHM-  
GRUBE

STADTEINGANG

ZUGANG WASSER



# DAS GRUNDSTÜCK

Zur Auswahl standen zwei aneinandergrenzende Grundstücke. (Siehe Abbildung)

Grundstück I umfasst circa 7500qm und Grundstück II 5200qm. Zu Beginn muss man sich mit dem Städtebau und den Grundstücken vertraut machen. Auf Grundstück I stehen einige Bäume die wertvollen Schatten spenden. Es ist ebenfalls durch die angrenzenden Mangowälder begrenzt. Das Grundstück liegt ebenfalls leicht erhöht un an einem Hang der in Richtung Westen leicht abfällt. Das waren die beiden

Hauptargumente die für das erste Grundstück sprechen. Denn so wird das Regenwasser von den Gebäuden abgeleitet. Dieser Virteil stellt gleichzeitig einen Nachteil für das zweite Grundstück dar, da das Regenwasser direkt auf das Grundstück geleitet werden.

Nah des Grundstücks befinden sich ebenfalls die örtlichen Lehmgruben.©







# DAS MATERIAL, DIE TECHNIK

Lehm besteht aus Sand, Ton und Schluff. Ergänzt werden kann das Material durch Zuschläge wie Sand, Kies, Splitt Stroh oder Fasern. Diese beeinflussen die Eigenschaften auf unterschiedliche Art und Weise.

In feuchtem Zustand ist Lehm ein bildsamer Baustoff. Im trockenem Zustand jedoch ist es ein hartes und tragfähiges Material. Der Geschiebelehm in Afrika ist in der Eiszeit entstanden und ist somit viel älter als der europäische Lehm. Die folgende Fotostrecke befasst sich

mit Materialproben wo der prozentuale Anteil der einzelnen Bestandteile verändert wurde und die Wirkung beobachtet wurde. In Sédhiou steht Lehm unbegrenzt zur Verfügung. Die Erdstraßen vor Ort bestehen aus dem Rohmaterial Lehm. Es gibt drei Techniken um mit Lehm zu bauen. Die Stampflehmtechnik, der Wellerbau und die Lehmsteine. Für den Lehm Wellerbau muss Stroh untergemischt werden. Dies muss meistens von Hand geschehen und stellt einen enormen Mehraufwand da. Anschließend wird

durch Lehmklumpen eine Wand errichtet die dann durch ein Richtbrett und einen Spaten begradigt wird. Ähnlich verhält es sich mit den Lehmsteinen, welche alle eine Holzchalung benötigen. Diese müssen anschließend noch gepresst und getrocknet werden. Die Steine müssen ebenfalls stichprobenhaft auf ihre Eigenschaften und ihre Tragfähigkeit untersucht werden. Um den Aufwand so gering wie möglich zu halten, wird als Hauptmaterial und als Technik der Stampflehm verwendet. Die Technik benötigt keine zusätzliche Arbeit und keine Maschinen um den Umgang beziehungsweise die Hersteckung zu vereinfachen. Die Erdstraßen vor Ort beinhalten das perfekte Vorgemisch um mit Stampflehm zu arbeiten.

Als weiteres Material wird der regionale Bambus in der Konstruktion verwendet. Bambus stellt einen nachwachsenden Rohstoff dar und ist

vor Ort ebenfalls leicht zugänglich. Er wird bis zu 14m lang. Er ist besonders dickwandig, fast geschlossen. Dadurch eignet er sich ebenfalls besonders gut zum Bauen. Der Bambus wird in der Dachkonstruktion verwendet und der Verankerung in den Wänden genutzt. Ebenfalls wurde ein Bambusgeflecht entwickelt. Dieses wird in den Wandöffnungen verbaut um eine direkte Sonneneinstrahlung und somit eine Erhitzung zu vermeiden. Als drittes und letztes Material wird Reet verwendet. Die Dachkonstruktion wird mit Reet eingedeckt. Die 40cm dicke Eindeckung wird in Bündeln auf das Dach gebracht. Durch die Überlappung der einzelnen Lagen und die Dachneigung wird das Eindringen von Regenwasser verhindert.©

A large pile of sand, likely in a storage silo or bin. The sand is light brown and has a textured, uneven surface. In the foreground, there is a rectangular block of sand, possibly a mold or a section of sand that has been shaped. The word "SAND" is written in white capital letters across the middle of the image.

SAND



TON

SCHLUFF



MATERIAL PROBE





















# Lehm Bau Schule



Stampflehm Probewürfel

Würfelmaße

22 x 22 x 15 cm

Würfelgewicht

9,9kg

1 Kubikmeter (100 x 100 x 100 cm)

1363,64kg

Durchschnittsgewicht

1 Kubikmeter (100 x 100 100)

1700 - 2200 kg/m<sup>3</sup>



Regionaler Bambus





# Lehm Bau Schule



Erfahrungen vor Ort Herr Embay Tiam, Herr Meyer

- Geprägt durch den Kolonialismus
- Verbindung Tradition und Wissen
- Wie kann man die Menschen auf Augenhöhe mit Einbeziehen? Anleitung zum Lernen
- Sédhiou, junge Region, nicht gut entwickelt
- Essensangebot wichtig in ländlichen Regionen
- Kinder bringen Bücher mit
- Legen oftmals weite Strecken zurück
- Lehm: kostenlos und unbegrenzt, Stampflehm = Erdstraßen, gutes Rohmaterial
- Lehm passt zum Klima, Wissen der älteren Generationen geht verloren
- Hauptbearbeiter: Frauen (Narben) Redner: Männer
- Primitive Mittel, Handarbeit

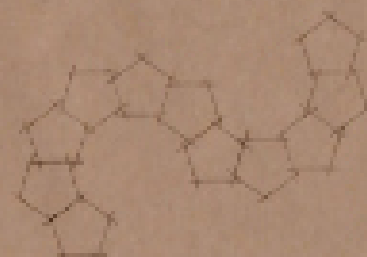
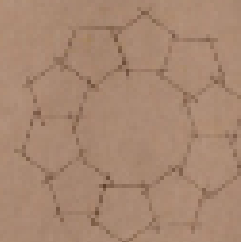
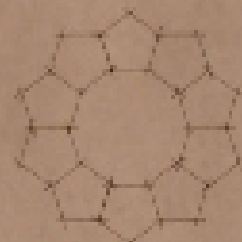


# DIE FORMFINDUNG

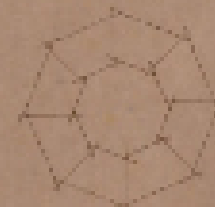
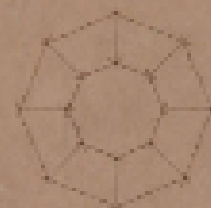
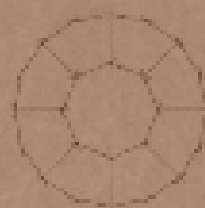
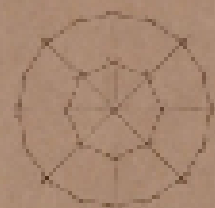
QUADRAT:



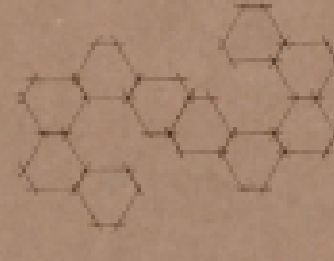
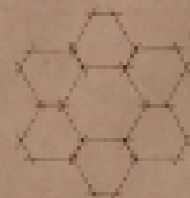
PENTAGON:

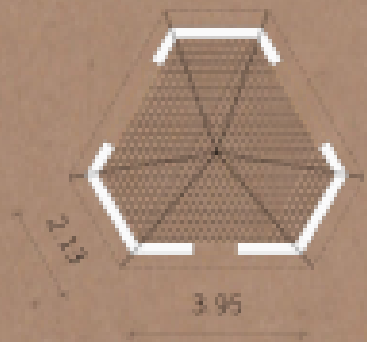


TRAPEZ:

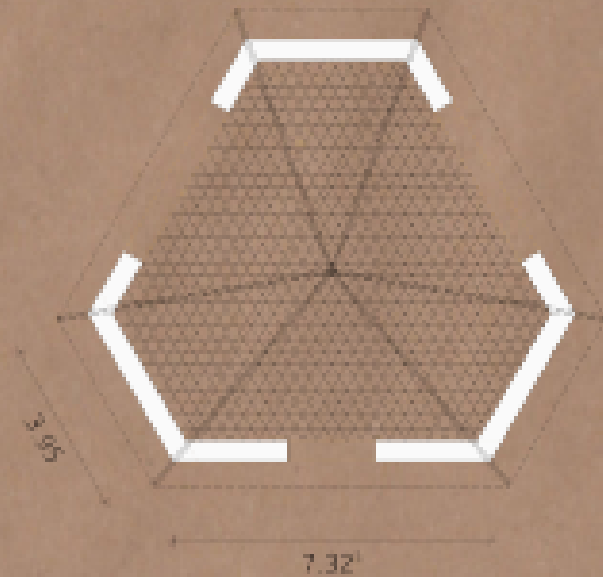


DREIECK OHNE ECKE:

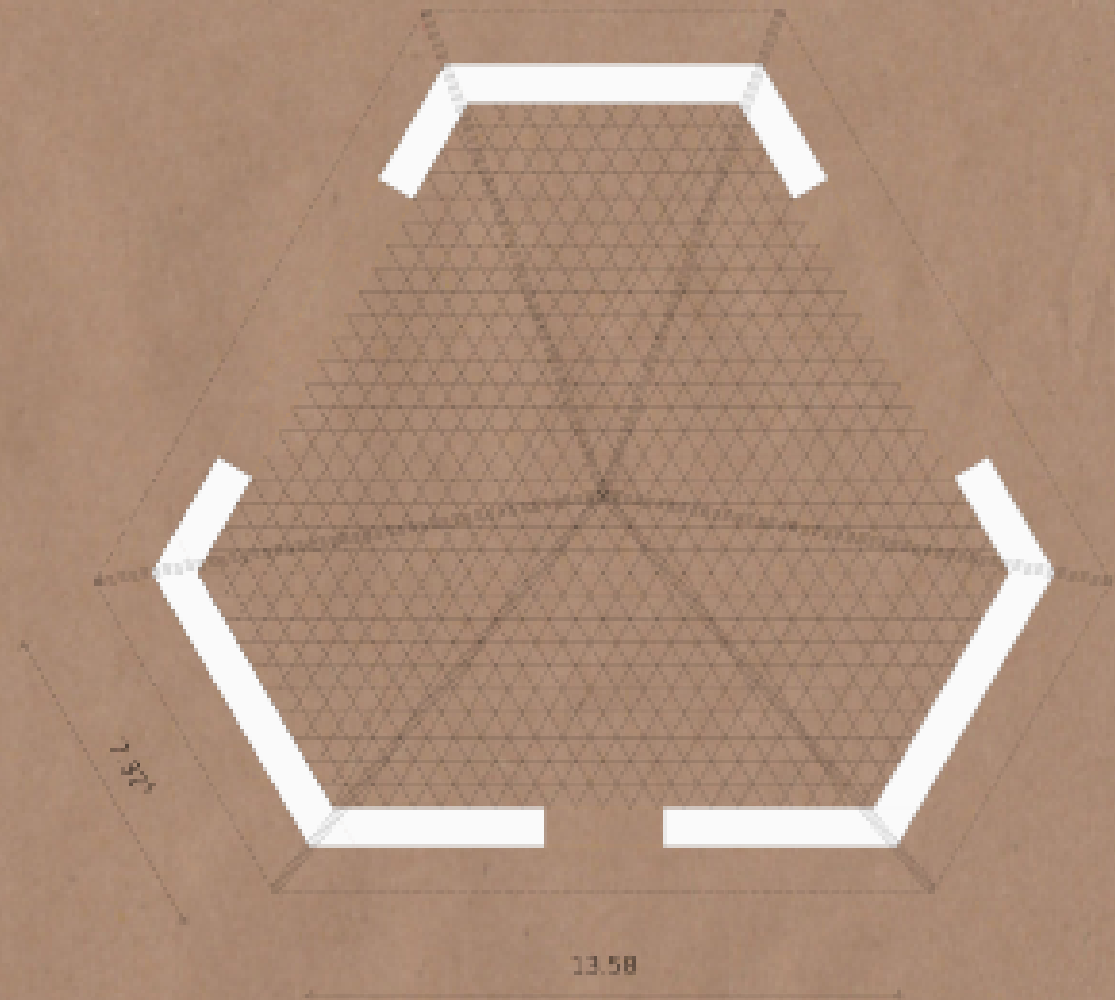




Modul S  
19qm  
Bambusträgerlänge: 4,80m



Modul M  
64qm  
Bambusträgerlänge: 9,00m



Modul L  
220qm  
Bambusträgerlänge: 16,60m

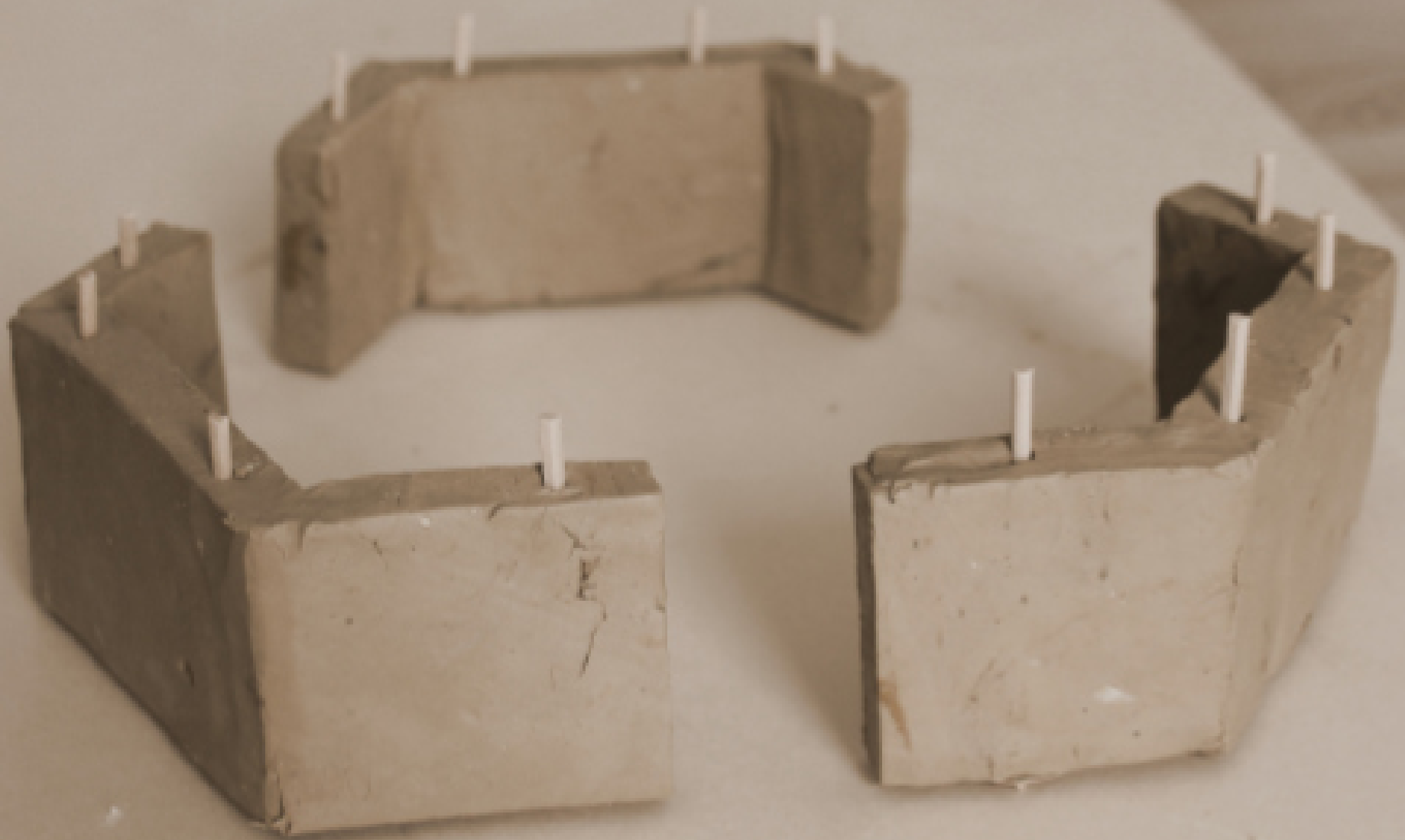
# ERKENNTNISSE DER ANALYSE

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modul 2:   | Dreieck ohne Ecke<br>weniger Spannweiten, Ecken besser nutzbar<br>(Winkel), vielfältigere Andockmöglichkeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Nutzungen: | flexibel = funktioniert in der Zukunft<br>Klassenzimmer, Kindergarten, Abendschule,<br>Wohnung, Werkstatt, Stall                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| UN-Ziele:  | keine Armut, kein Hunger<br>Gesundheit und Wohlergehen<br>hochwertige Bildung<br>Geschlechtergleichheit<br>sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen<br>bezahlbare und saubere Energie<br>menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum<br>Industrie, Innovation und Infrastruktur<br>weniger Ungleichheit<br>nachhaltige Städte und Gemeinden<br>nachhaltiger Konsum und Produktion<br>Massnahmen zum Klimaschutz<br>Leben unter Wasser<br>Leben an Land<br>Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen<br>Partnerschaften zur Erreichung der Ziele |

# FOTOSRECKE AM MODELL

BAUEN SCHRITT FÜR SCHRITT









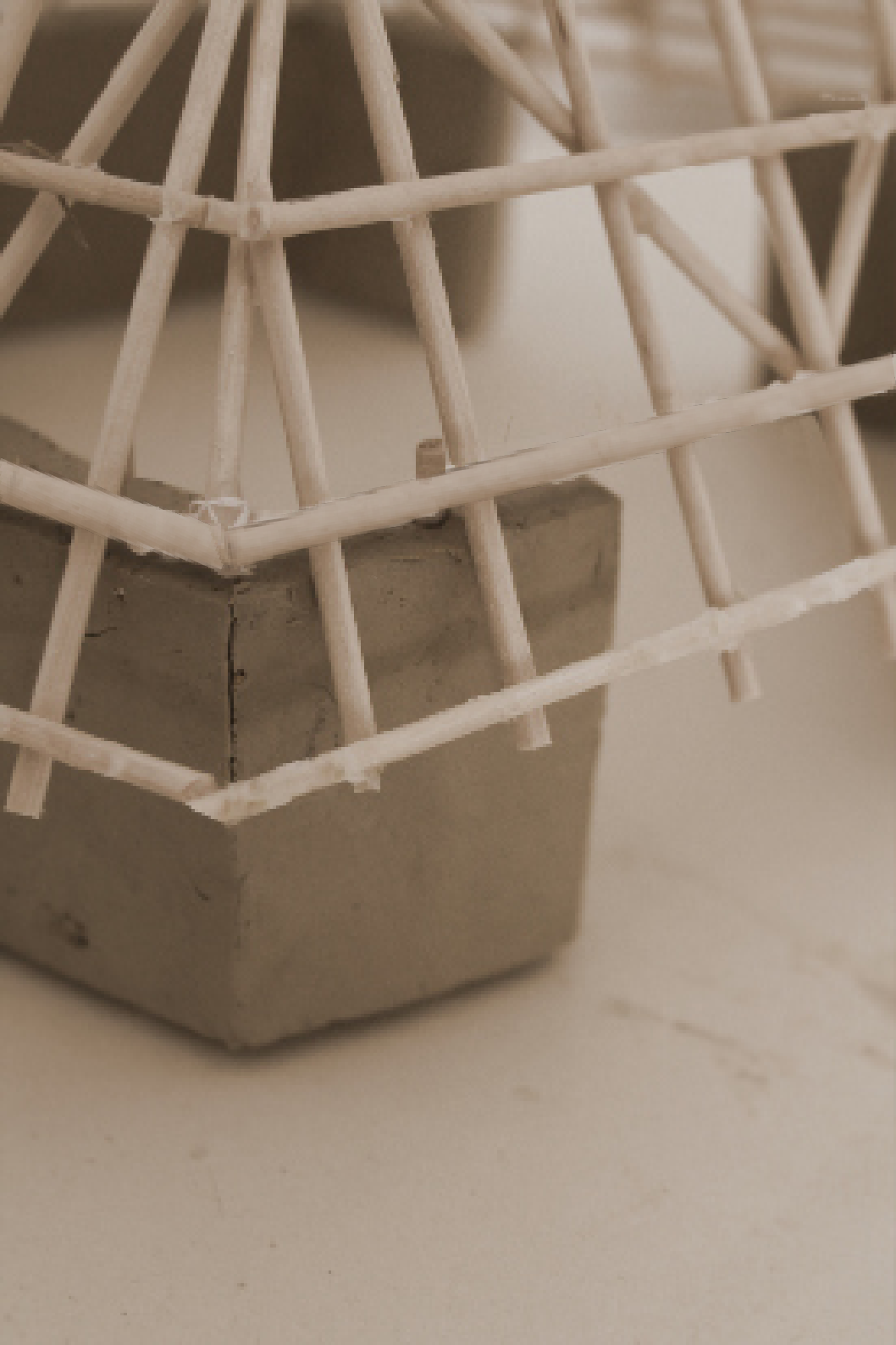
Konkave Endausbildung



1. Dachebene  
Hauptträger











Detail Trägeraufdopplung



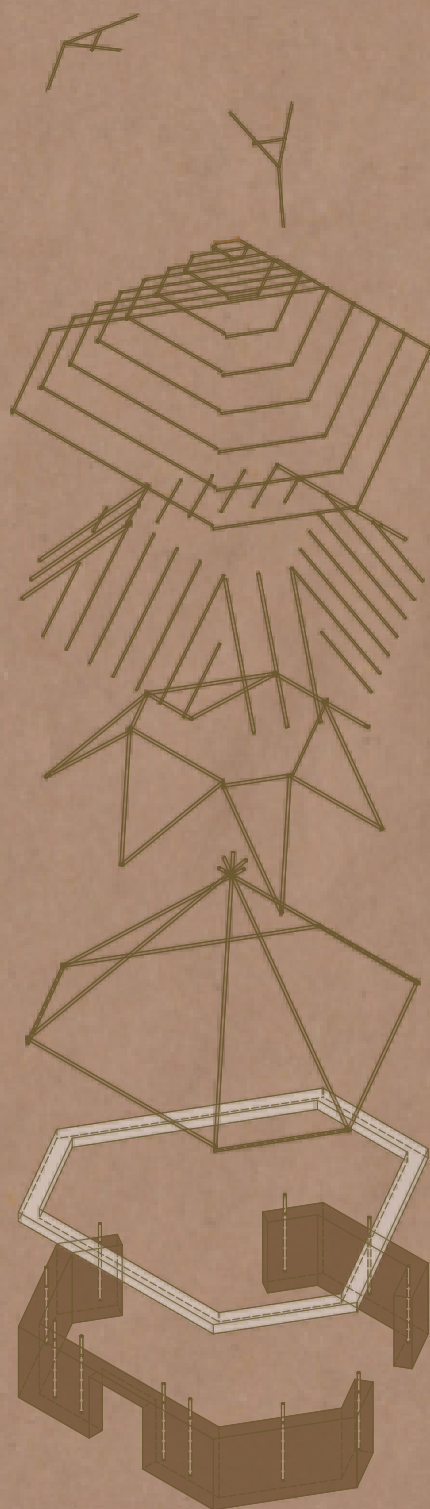












Gaube

2.Nebenträger

1.Nebenträger

Aussteifung

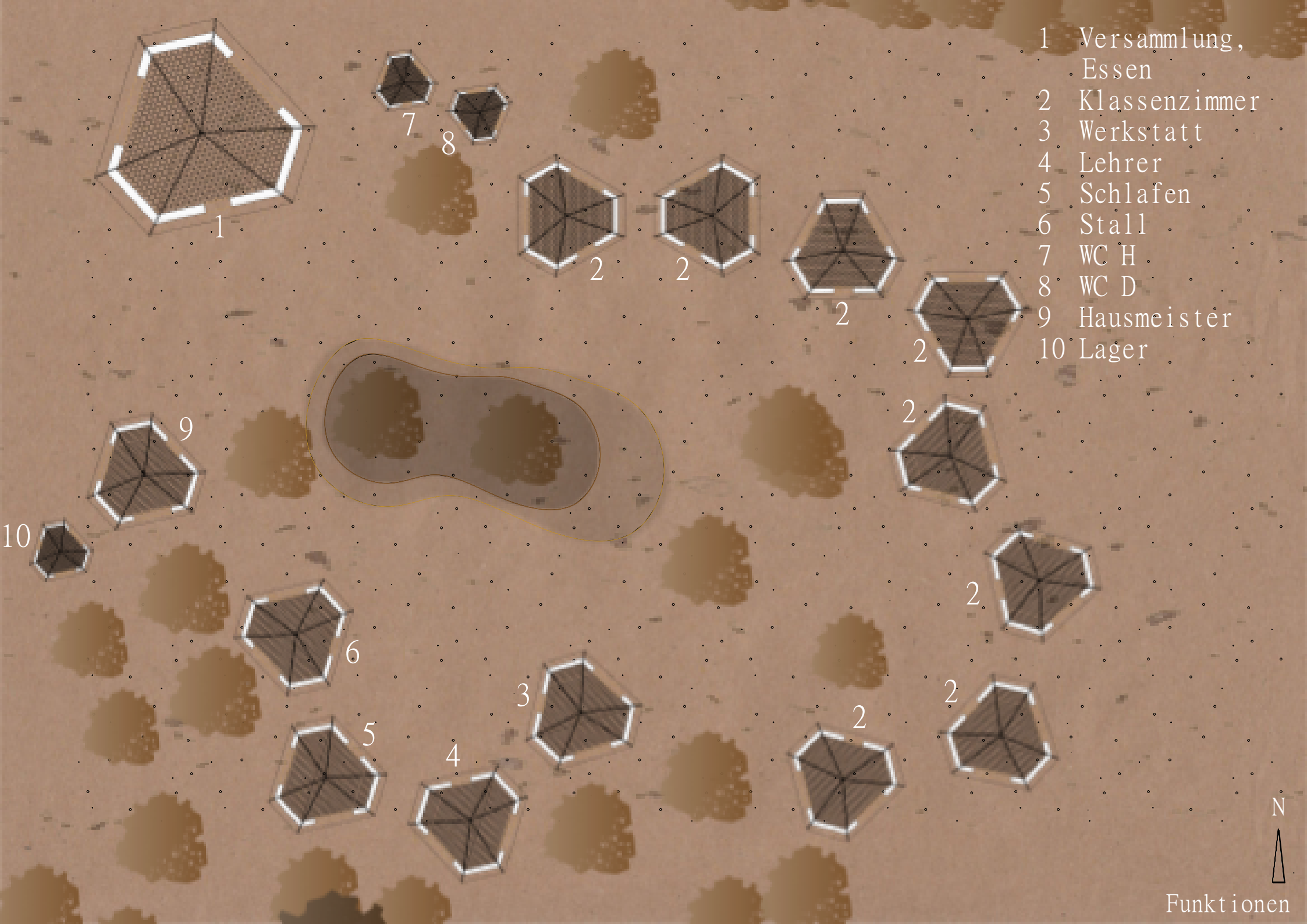
Hauptträger

Ringbalken

Stampflehmwand  
Bambus

Explosionszeichnung



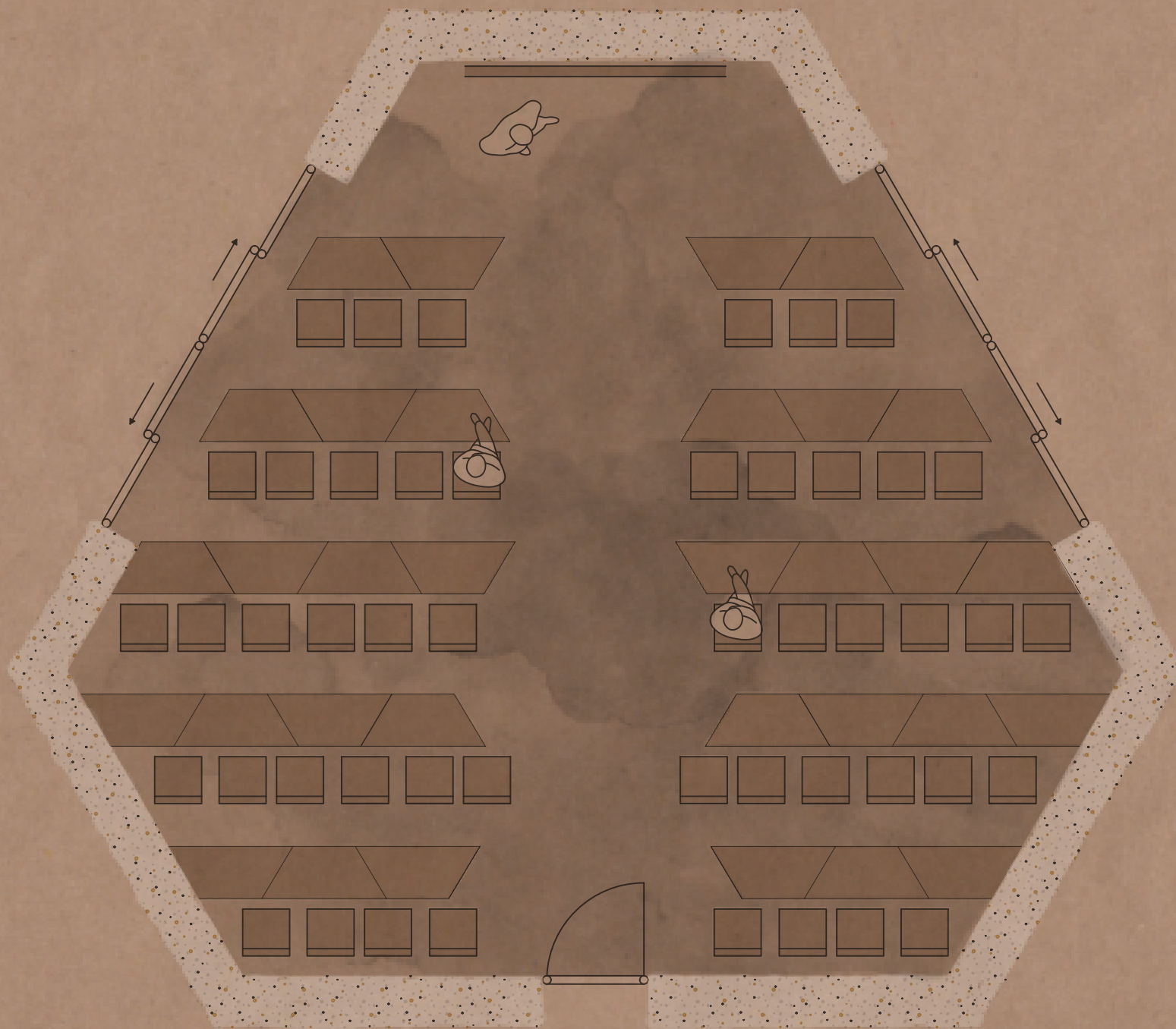


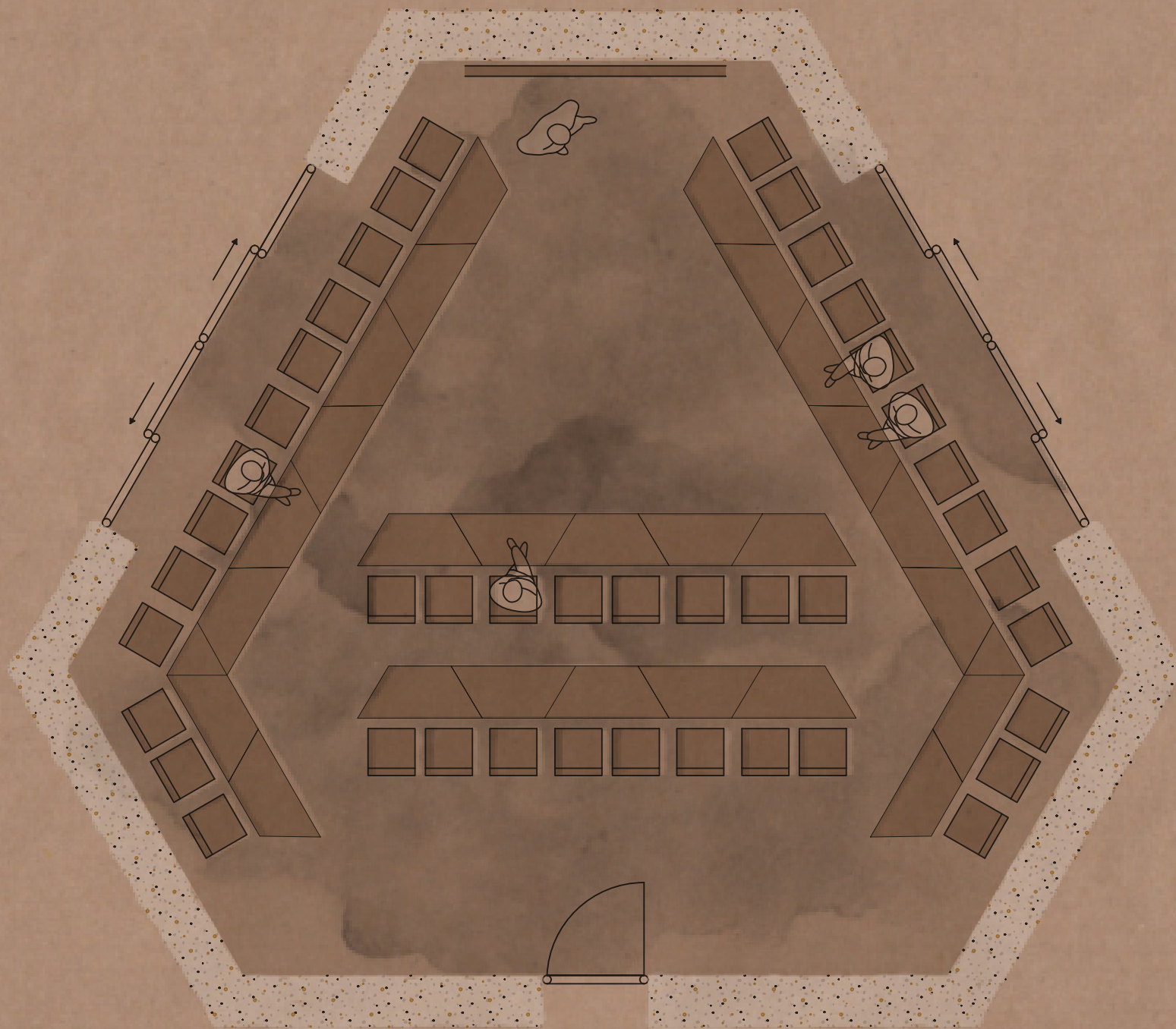
- 1 Versammlung, Essen
- 2 Klassenzimmer
- 3 Werkstatt
- 4 Lehrer
- 5 Schlafen
- 6 Stall
- 7 WC H
- 8 WC D
- 9 Hausmeister
- 10 Lager



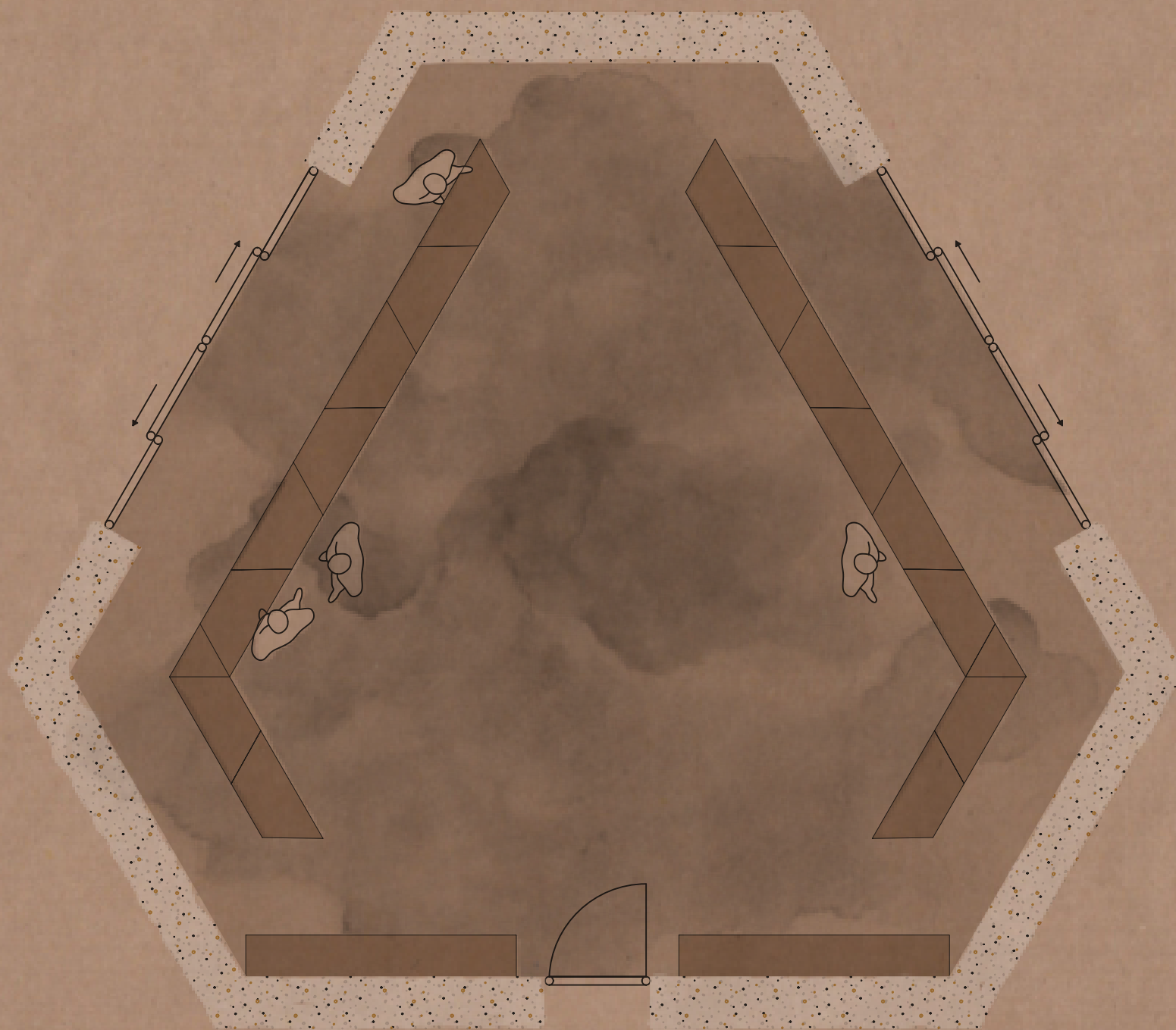
Funktionen





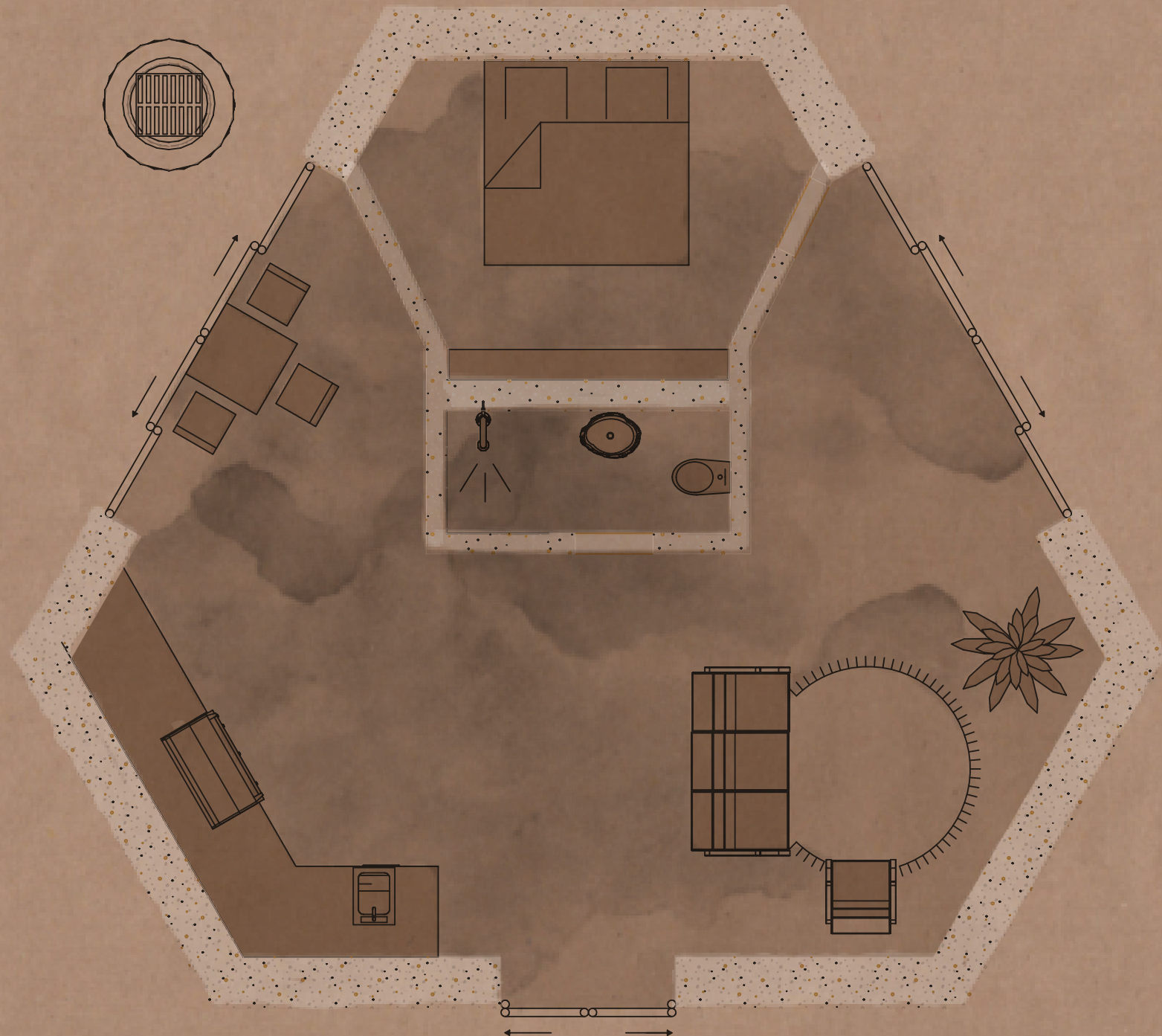


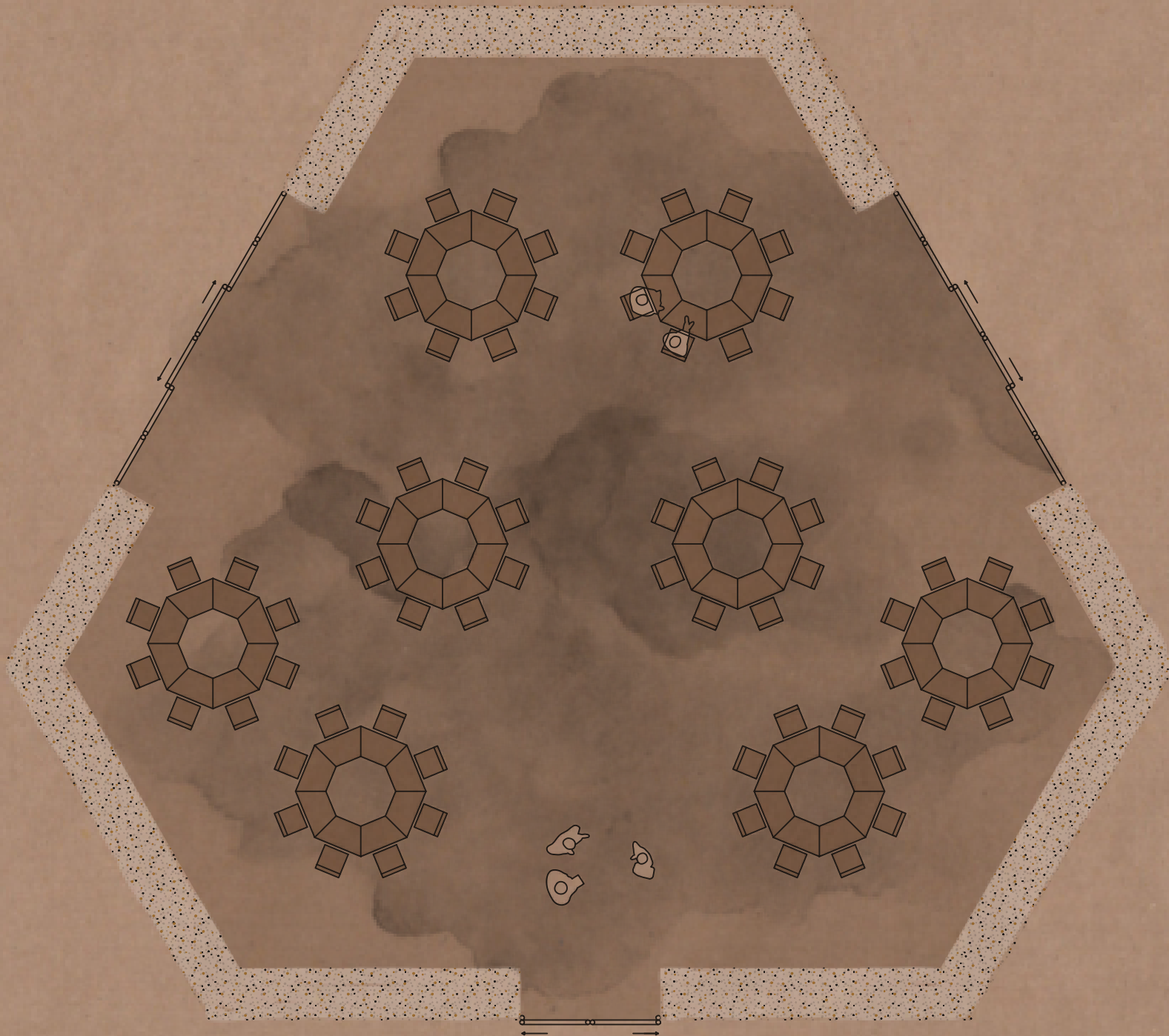
Grundriss  
Klassenzimmer



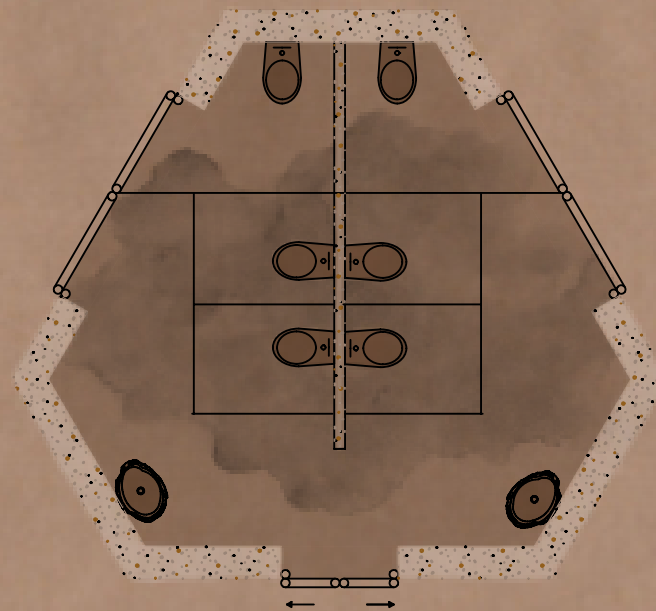
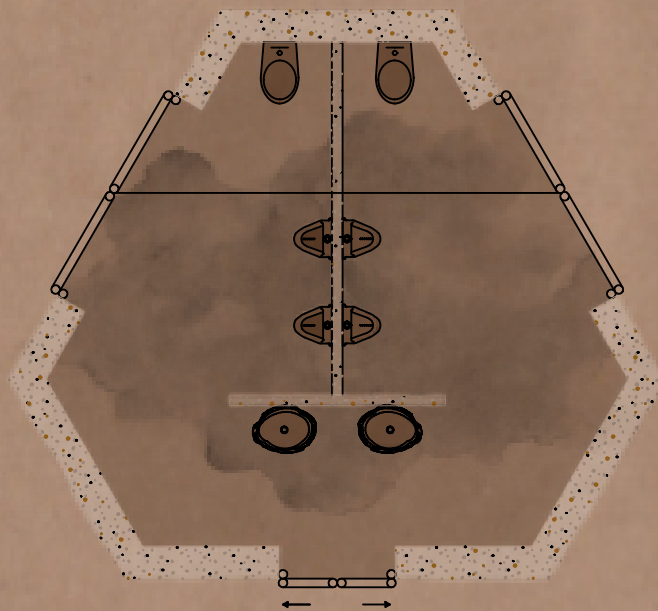




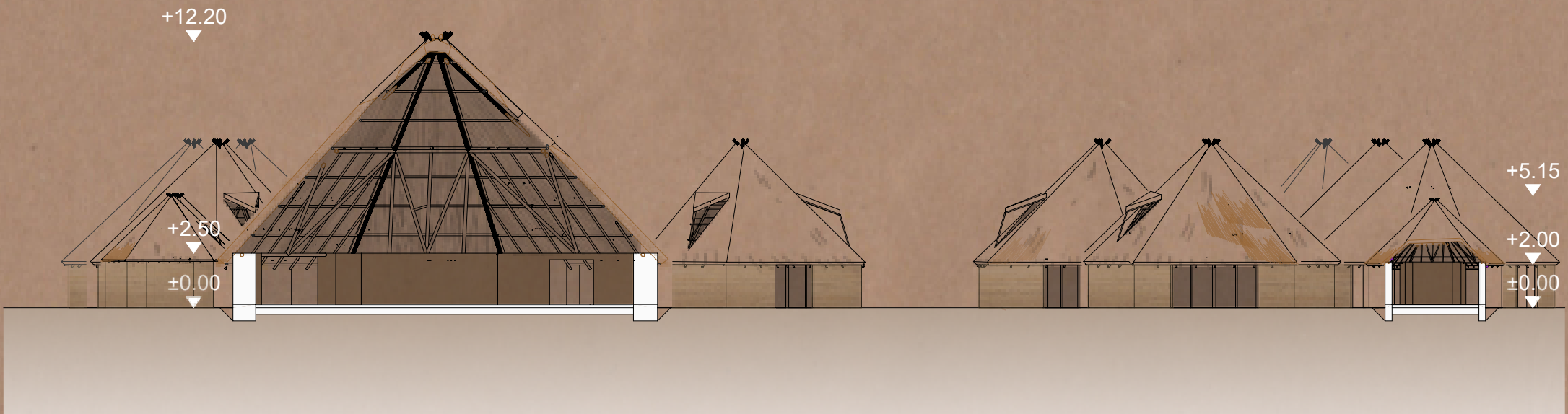
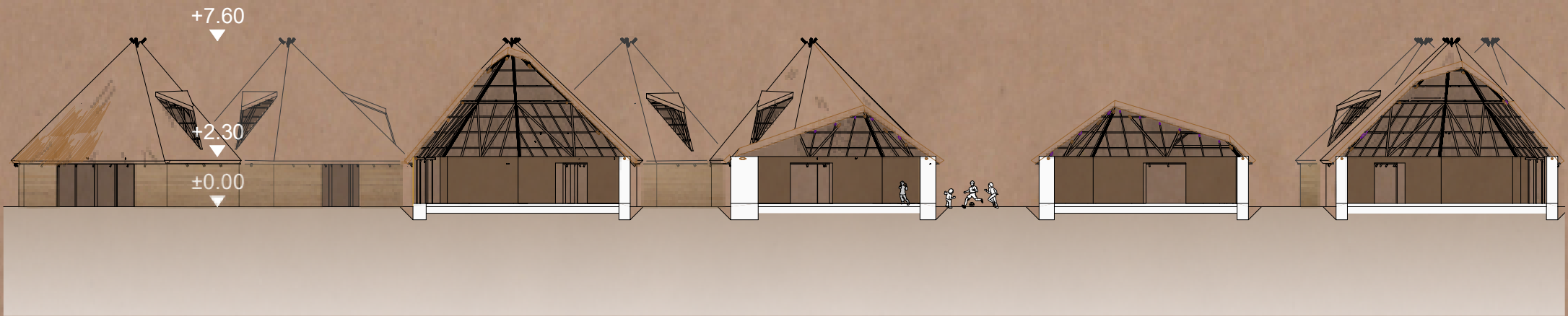














Wandaufbau:

Stampflehm, 40cm

Bambusringbalken

Dachaufbau:

Bambustragwerk, Hauptträger,

Bambustragwerk, Nebenträger

Bambustragwerk, Nebenträger

Schilfdeckung

Bodenaufbau:

Naturölschicht

Lehmoberfläche, stark verdichtet

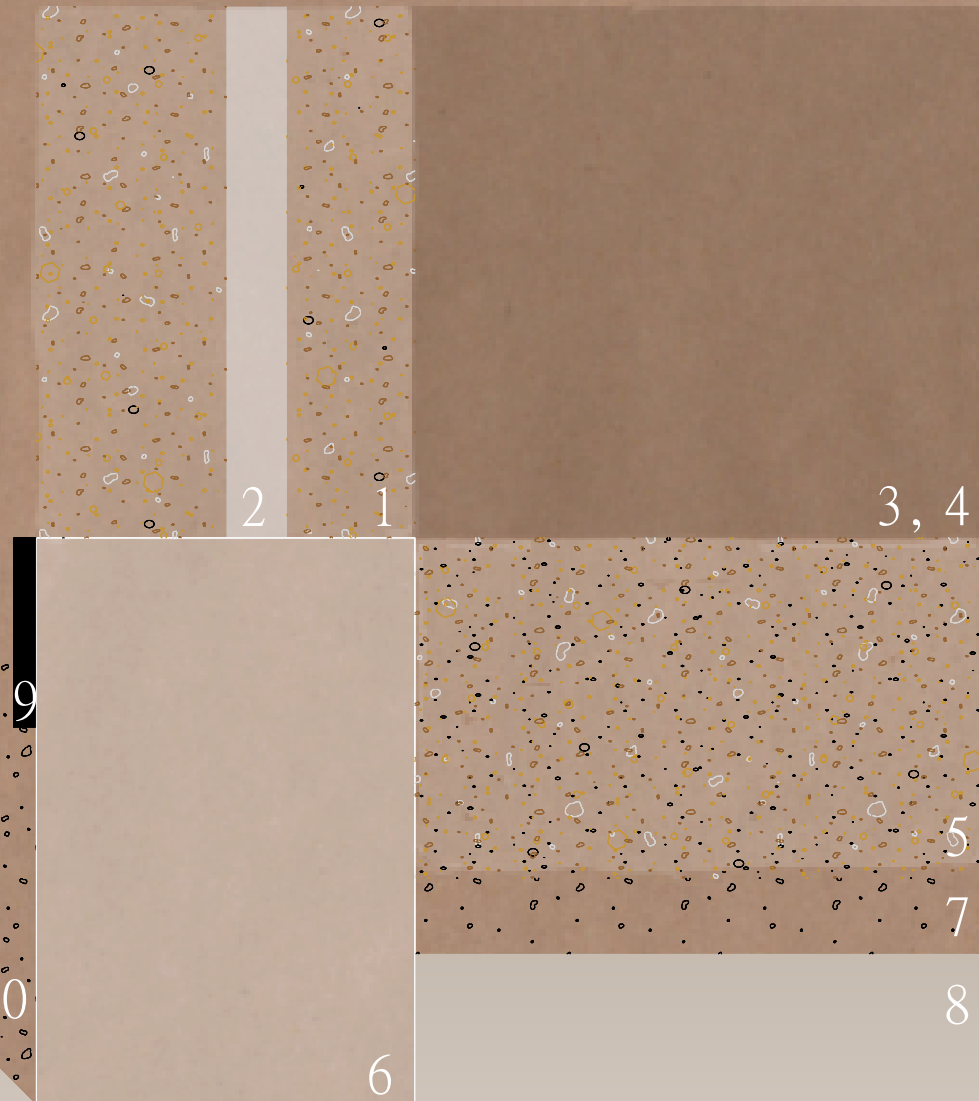
Lehm-Sand-Kies-Gemisch, 30cm

Natursteinfundament

Kapilarbrechende Schicht

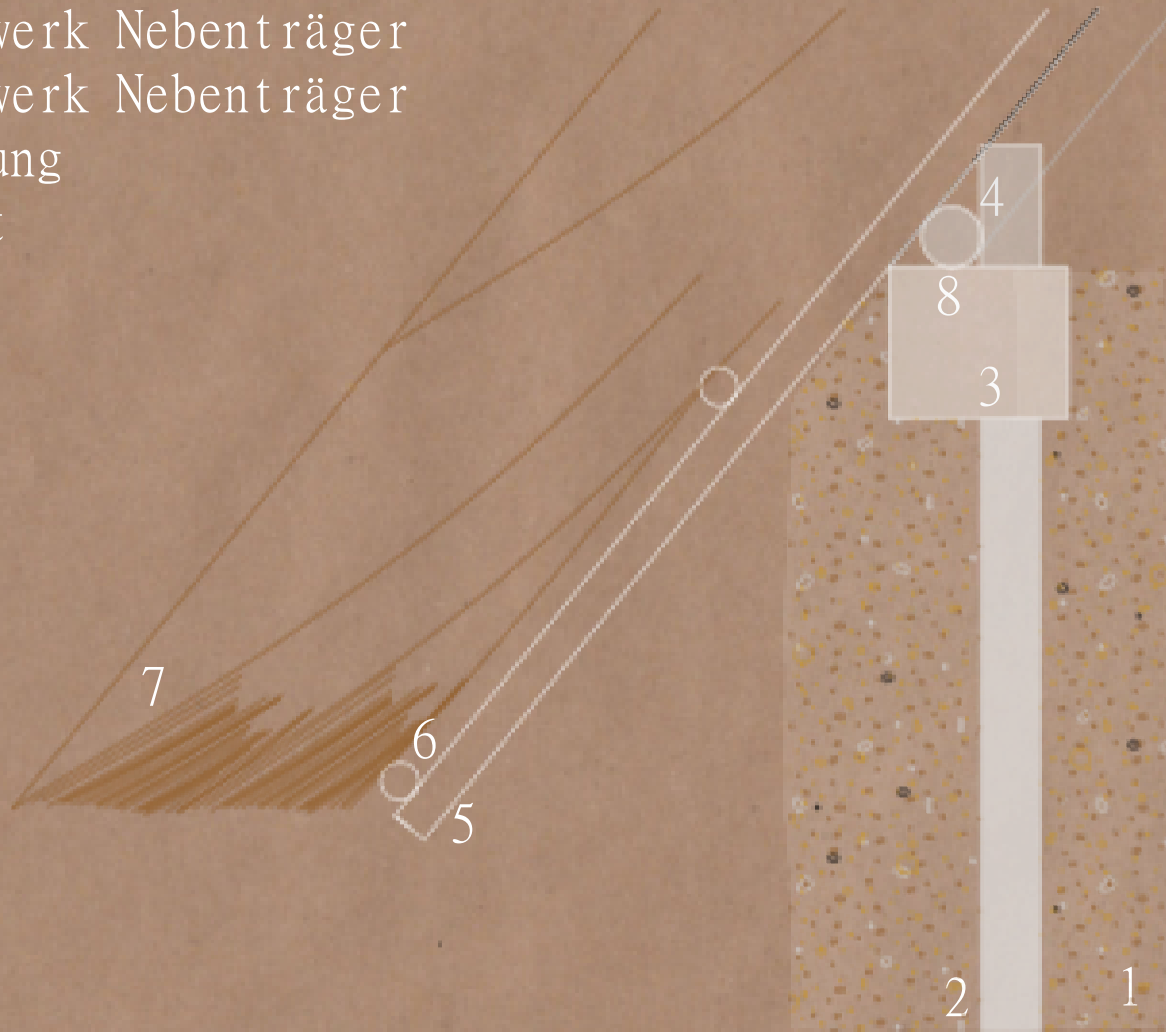
Erdreich

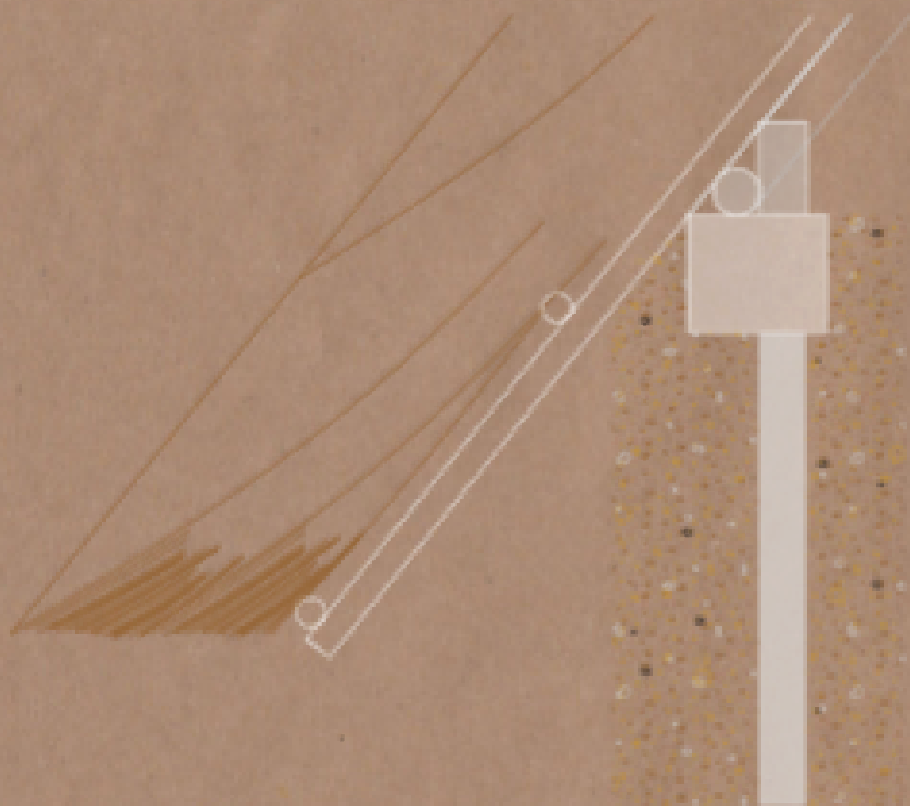
- 1 Stampflehm, 40cm
- 2 Bambusholm
- 3 Naturölschicht
- 4 Lehmoberfläche,  
stark verdichtet
- 5 Lehm-Sand-Kies-Gemisch, 30cm
- 6 Natursteinfundament
- 7 Kapilarbrechende Schicht
- 8 Erdreich
- 9 Natursteinplatte
- 10 Kiesschicht



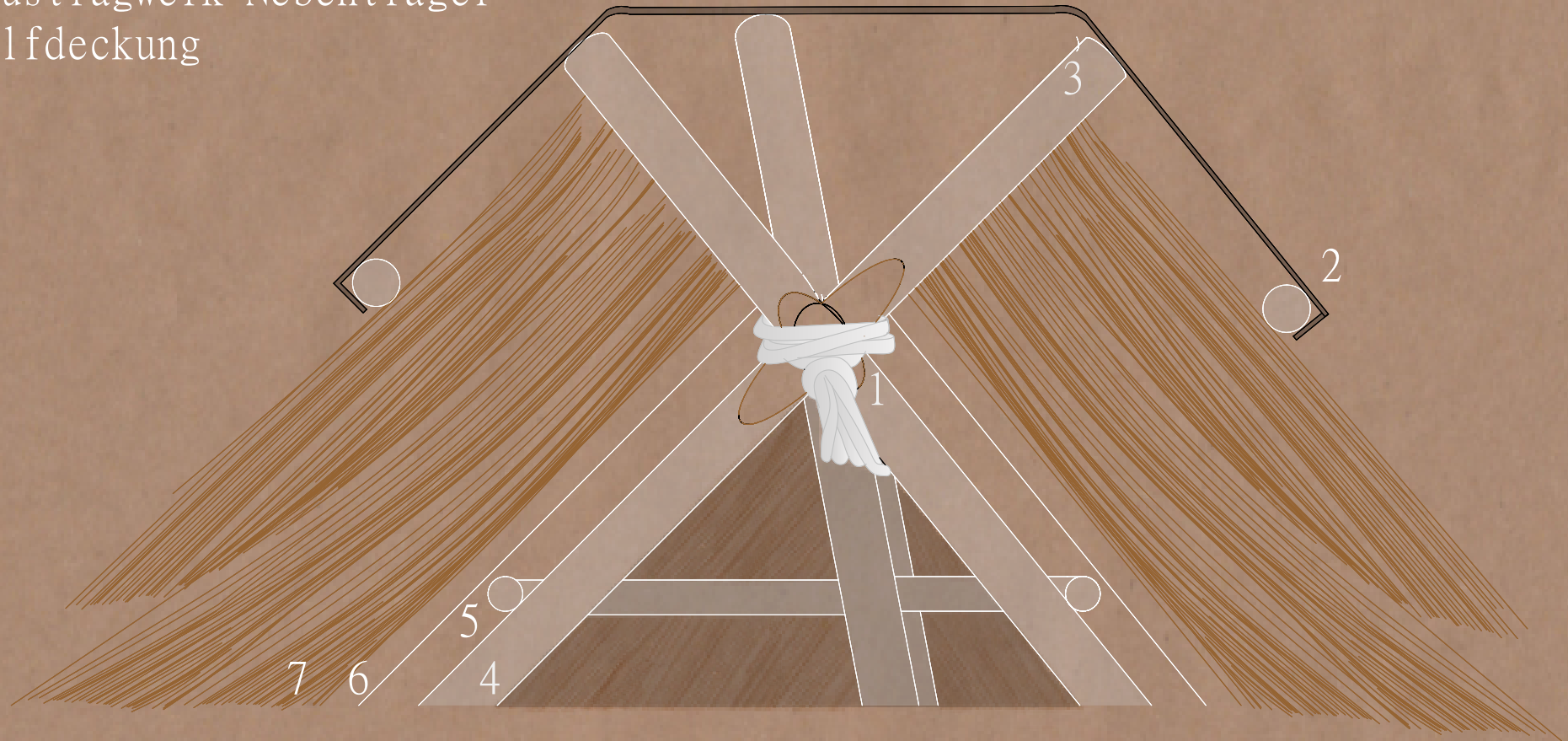


- 1 Stampflehm, 40cm
- 2 Bambusholm
- 3 Ringanker
- 4 Hauptträger
- 5 Bambustragwerk Nebenträger
- 6 Bambustragwerk Nebenträger
- 7 Schilfdeckung
- 8 Knotenpunkt

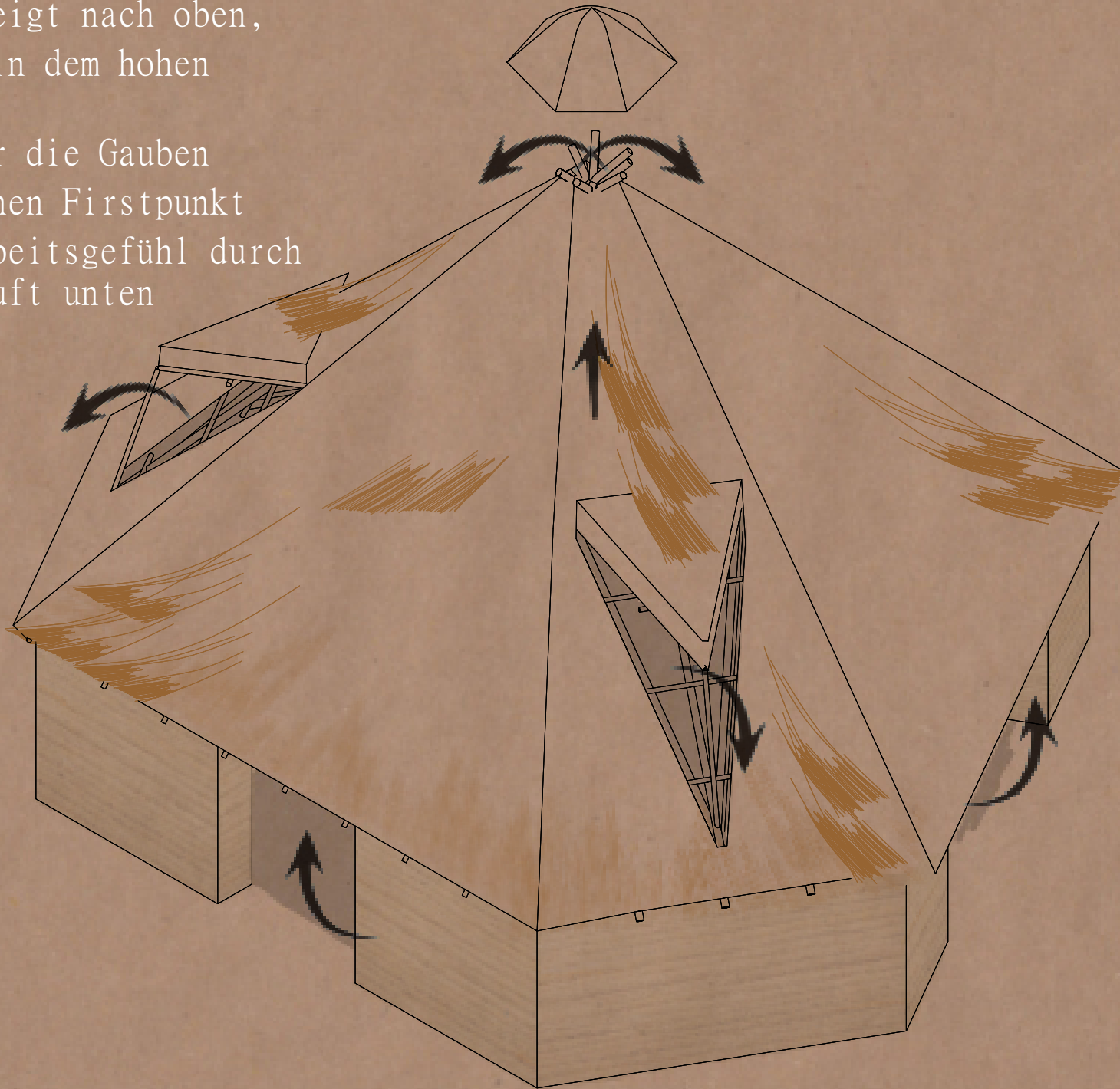




- 1 Knotenpunkt, Seil
- 2 Metallhaube
- 3 Überstand, Auflager
- 4 Hauptträger
- 5 Bambustragwerk Nebenträger
- 6 Bambustragwerk Nebenträger
- 7 Schilfdeckung

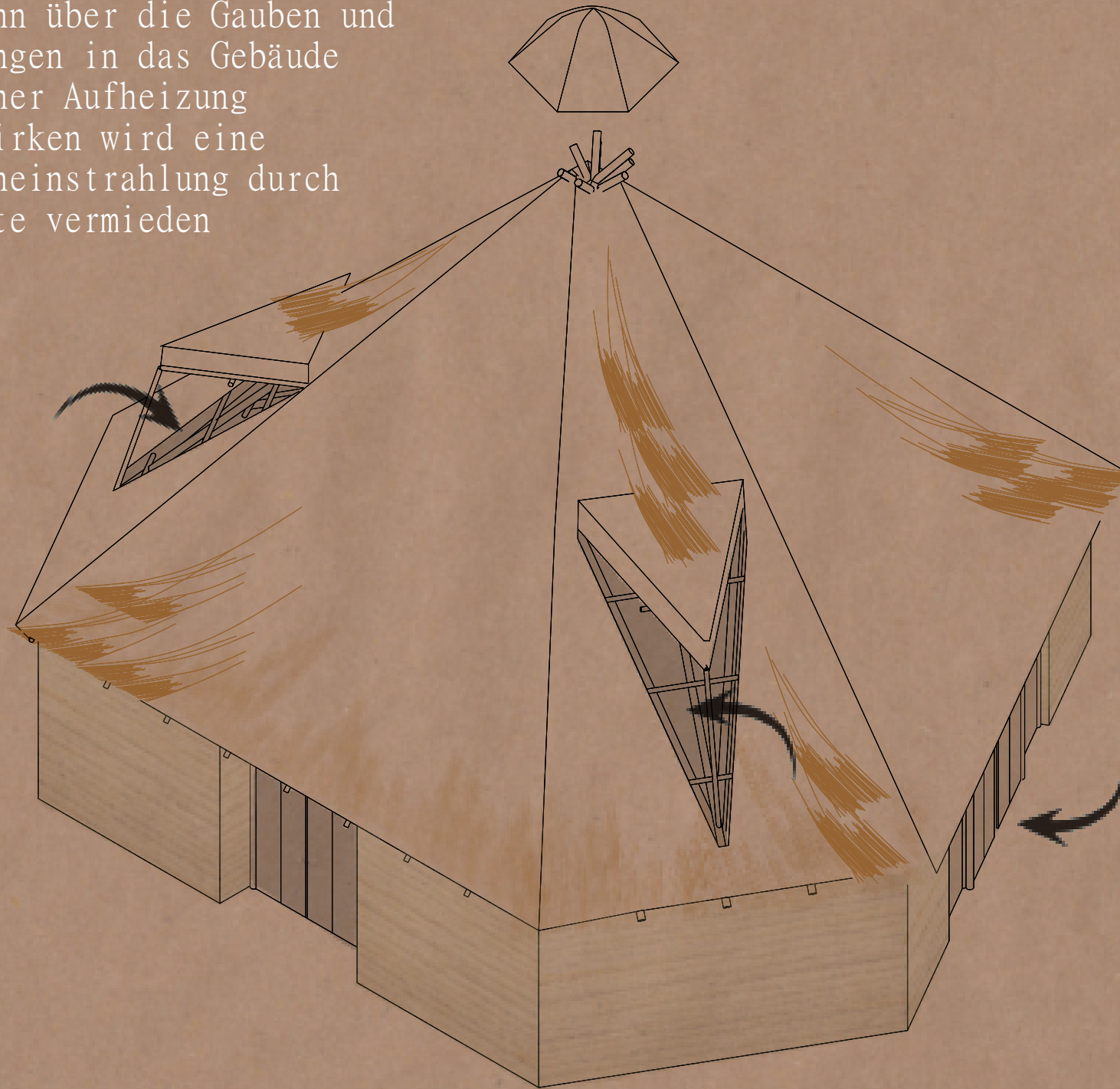


Heiße Luft steigt nach oben,  
Sammelt sich in dem hohen  
Dachraum,  
Entweicht über die Gauben  
Über den offenen Firstpunkt  
Angenehmes Arbeitsgefühl durch  
die kühlere Luft unten

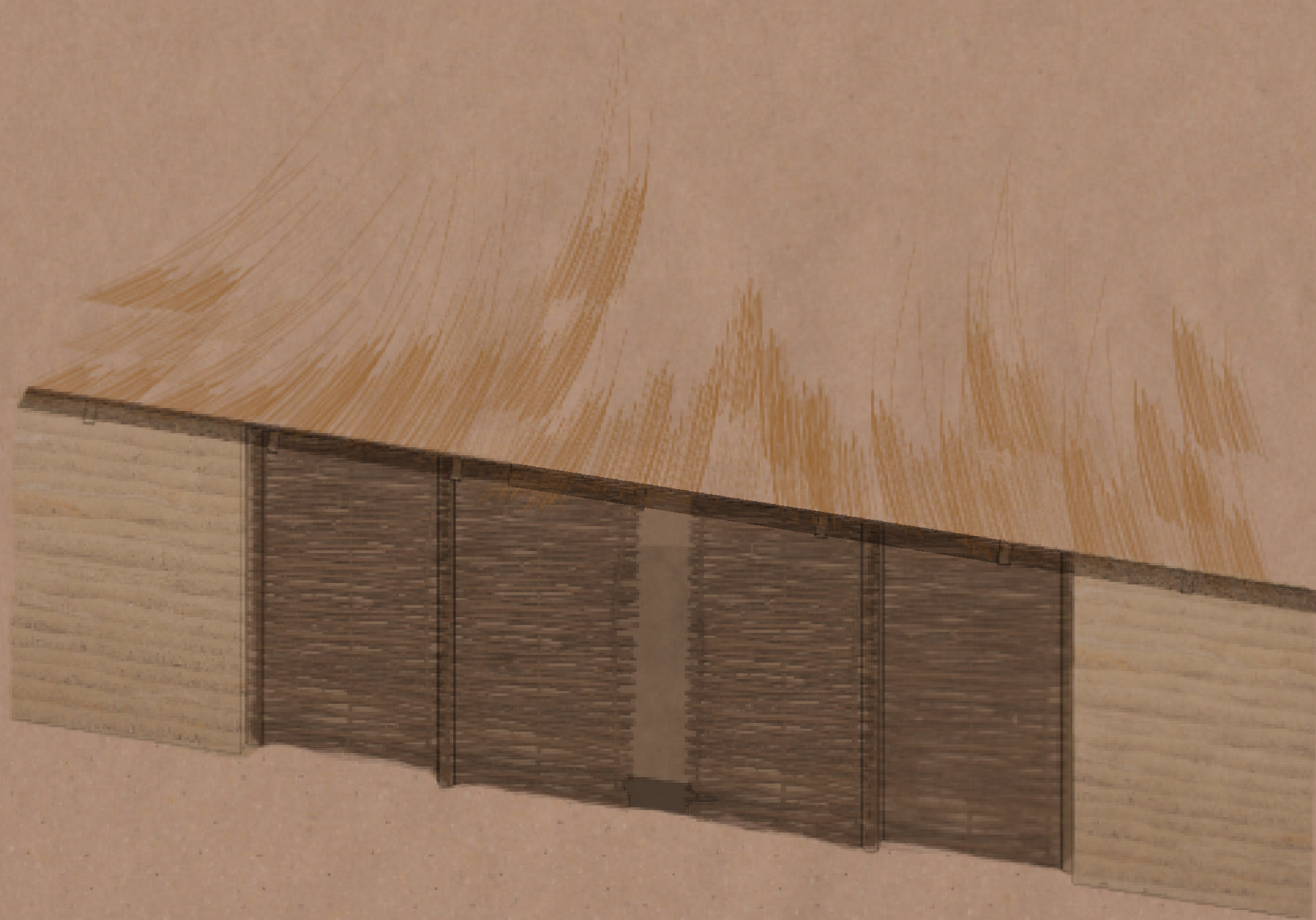




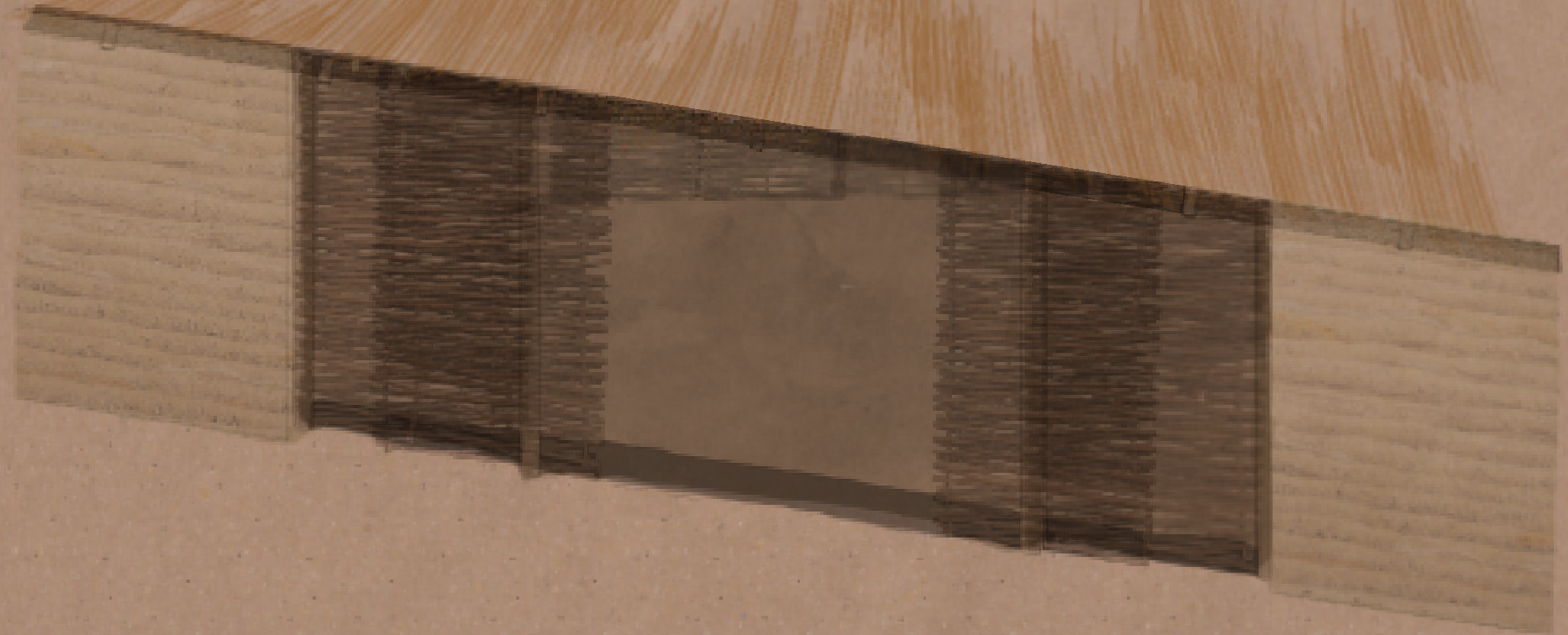
Tageslicht kann über die Gauben und die Wandöffnungen in das Gebäude fallen, um einer Aufheizung entgegen zu wirken wird eine direkte Sonneneinstrahlung durch Bambusgeflechte vermieden







Bambusgeflecht geschlossen



## Modul M

1.m U-Wand

7,35 m

Höhe

2,30 m

Dicke

0,40 m

= 6,70 m<sup>3</sup>

3 Wände für ein Modul

6,7 m<sup>3</sup> \* 3

= 20,10 m<sup>3</sup>

Gewicht Lehm

1950,00 kg/m<sup>3</sup>

= 39.195,00 kg/m<sup>3</sup>

LKW 13,5 Tonner

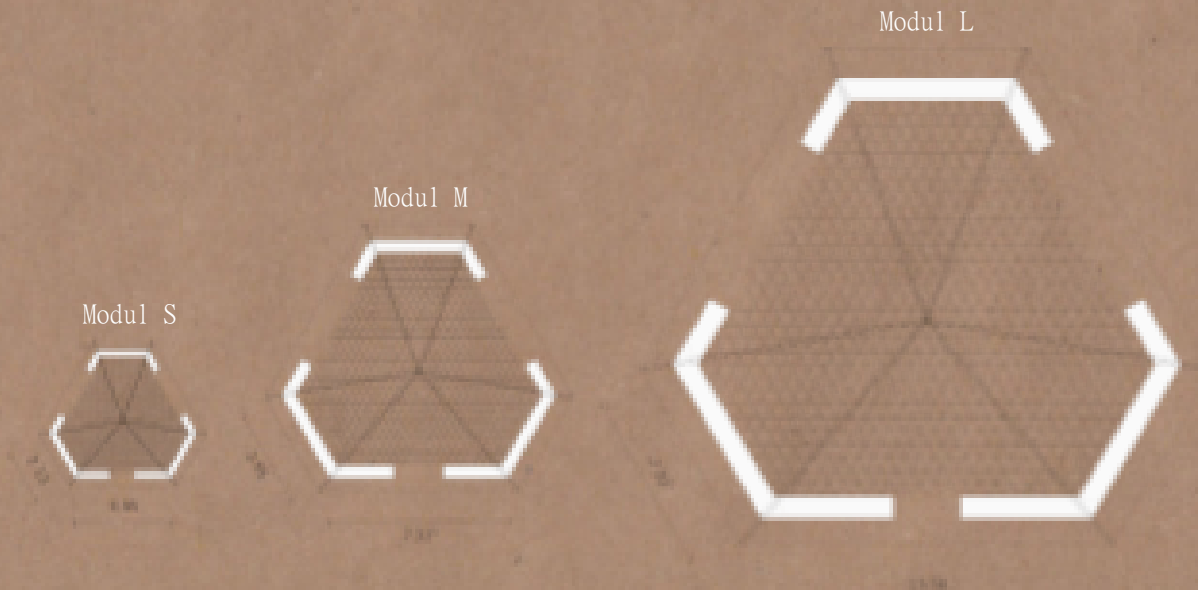
39.195,00 kg/m<sup>3</sup> / 13.500 kg

3 Fahrten

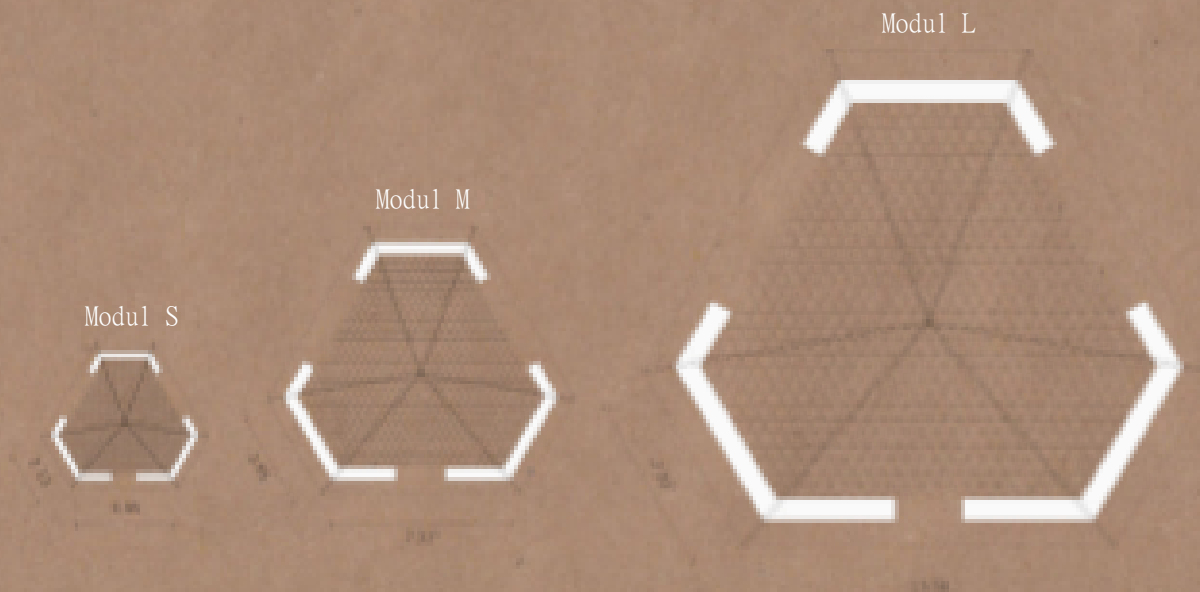
Schubkarren 50kg

39.195,00 kg/m<sup>3</sup> / 50 kg

783 Schubkarren



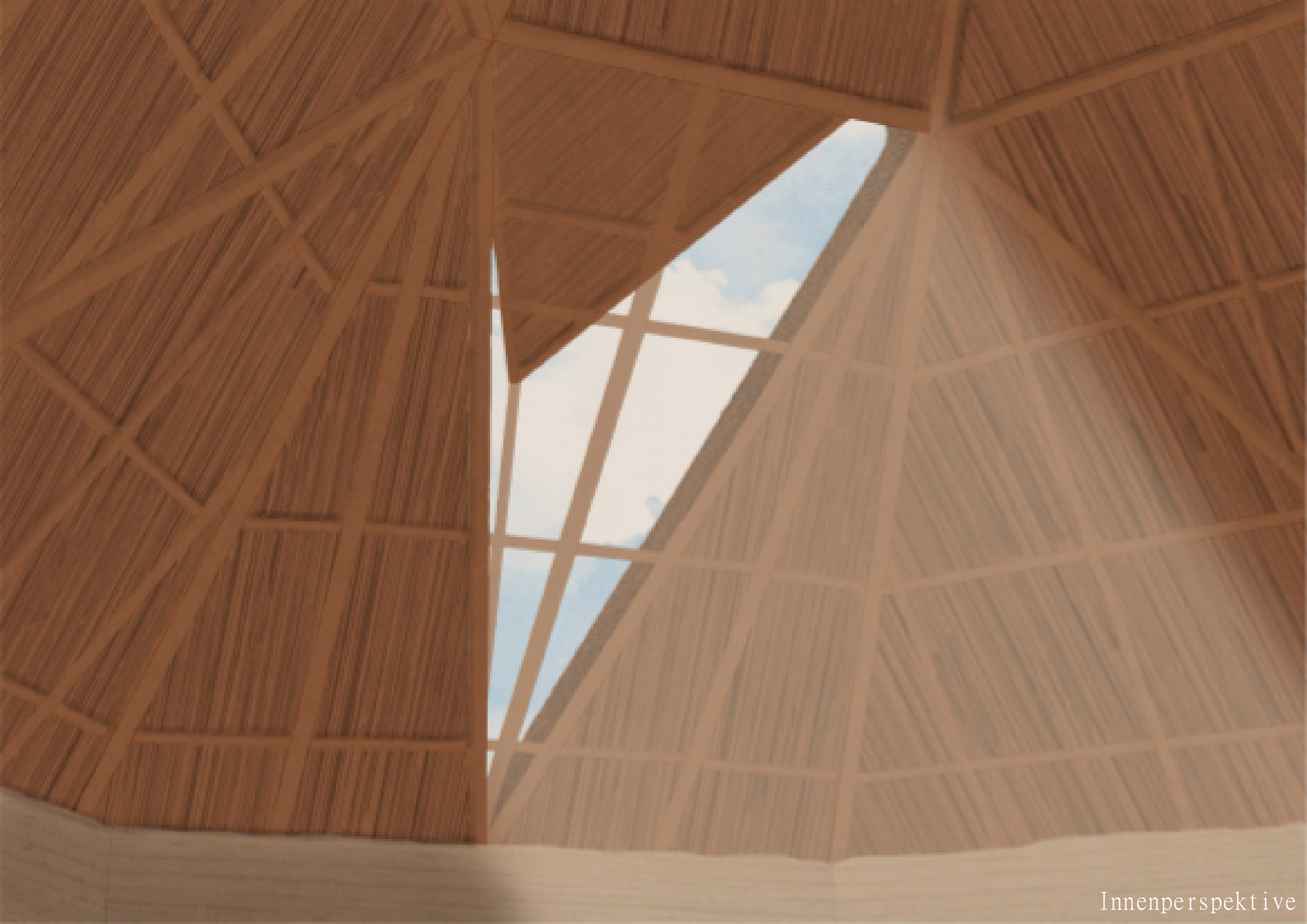
|                                  | Durchschnittsgewicht      | Modul S   |                | Modul M   |                | Modul L    |                |
|----------------------------------|---------------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|------------|----------------|
| m <sup>3</sup> Lehm, Wände       | 1950,00 kg/m <sup>3</sup> | 11,81     | m <sup>3</sup> | 14,29     | m <sup>3</sup> | 55,20      | m <sup>3</sup> |
|                                  |                           | 23.029,50 | kg             | 27.865,50 | kg             | 107.640,00 | kg             |
| m <sup>3</sup> Lehm, Bodenplatte | 1950,00 kg/m <sup>3</sup> | 6,99      | m <sup>3</sup> | 24,05     | m <sup>3</sup> | 82,61      | m <sup>3</sup> |
|                                  |                           | 13.630,50 | kg             | 46.899,45 | kg             | 161.097,30 | kg             |
| m <sup>2</sup> Schilfdach        | 72,00 kg/m <sup>2</sup>   | 40,11     | m <sup>2</sup> | 137,88    | m <sup>2</sup> | 473,82     | m <sup>2</sup> |
|                                  |                           | 2.888,09  | kg             | 9.927,36  | kg             | 34.115,28  | kg             |
| l.m. Bambus                      | d=8cm 1,25 kg/l.m.        | 195,27    | m              | 363,09    | m              | 672,54     | m              |
|                                  |                           | 244,09    | kg             | 453,86    | kg             | 840,68     | kg             |
| Gesamtgewicht                    |                           | 39.792,18 | kg             | 85.146,17 | kg             | 303.693,26 | kg             |

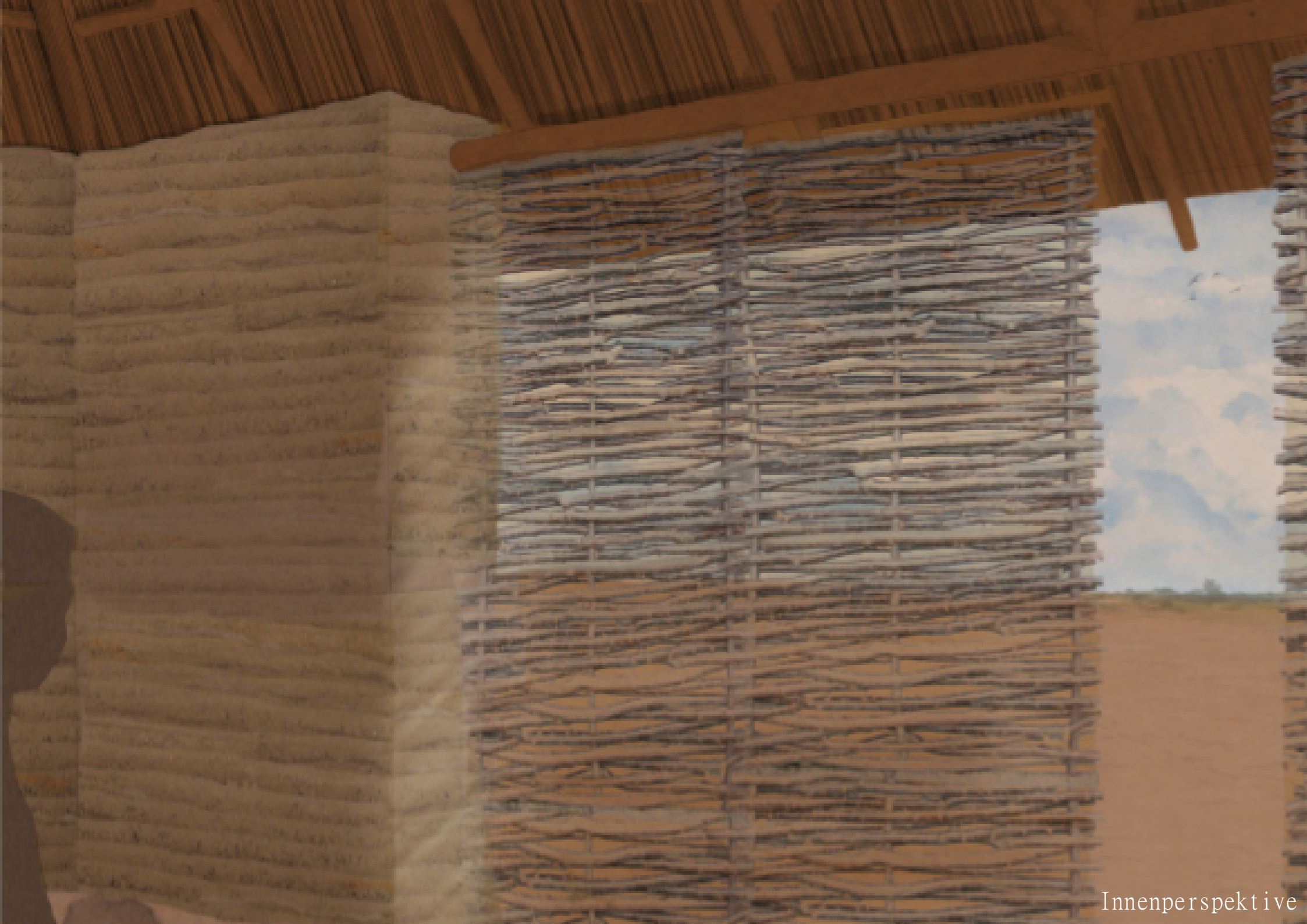












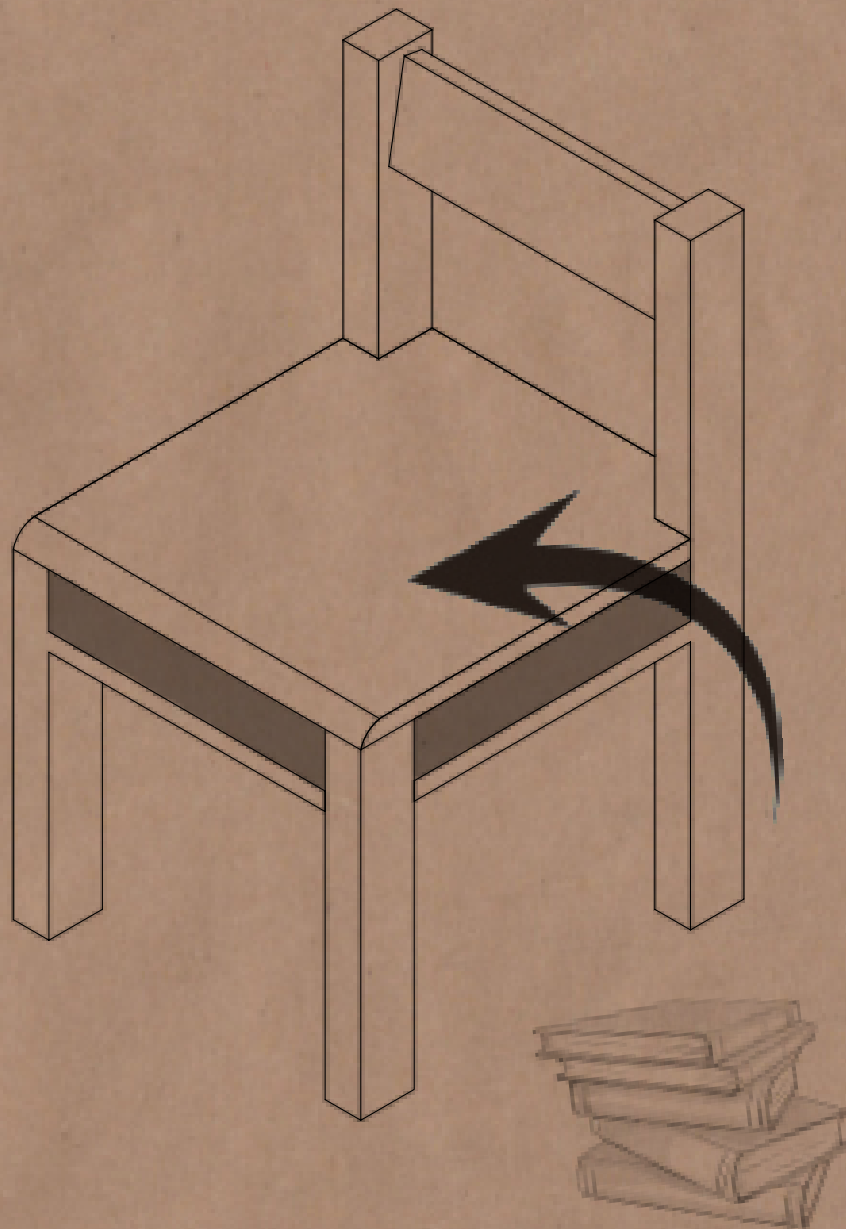
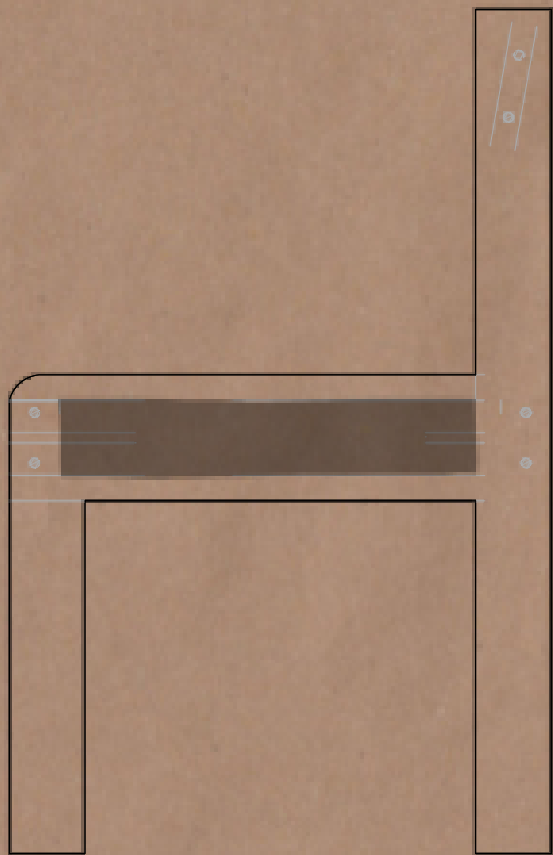
Innenperspektive

# DER STUHL

Dadurch das die Klassen in Afrika viel mehr Kinder umfassen und ich soviele Lernplätze wie möglich schaffen wollte, habe ich auf jegliche Aufbewahrungsmöglichkeiten und weitere Möbel verzichtet. Da jedes Kind aber mit seinen persönlichen Sachen und Materialien zur Schule kommt, braucht man Ablagemöglichkeiten und Stauraum. Da jedes Kind einen Stuhl zum Sitzen braucht. Habe ich einen Stuhl entwickelt der ein persönliches Fach beinhaltet.

Der Stuhl ist passend zum Konzept ebenfalls möglichst einfach gehalten, sodass jeder ihn nachbauen kann. Der Stuhl kann wieder komplett zerlegt werden, da er verdübelt wurde. Die Sitzplatte ist abnehmbar und gibt ein darunterliegendes Fach frei, welches die Beinfreiheit nicht beeinträchtigt. Die Platte wird ebenfalls durch Dübel fixiert und kann daher nicht verrutschen. (siehe Fotostrecke)

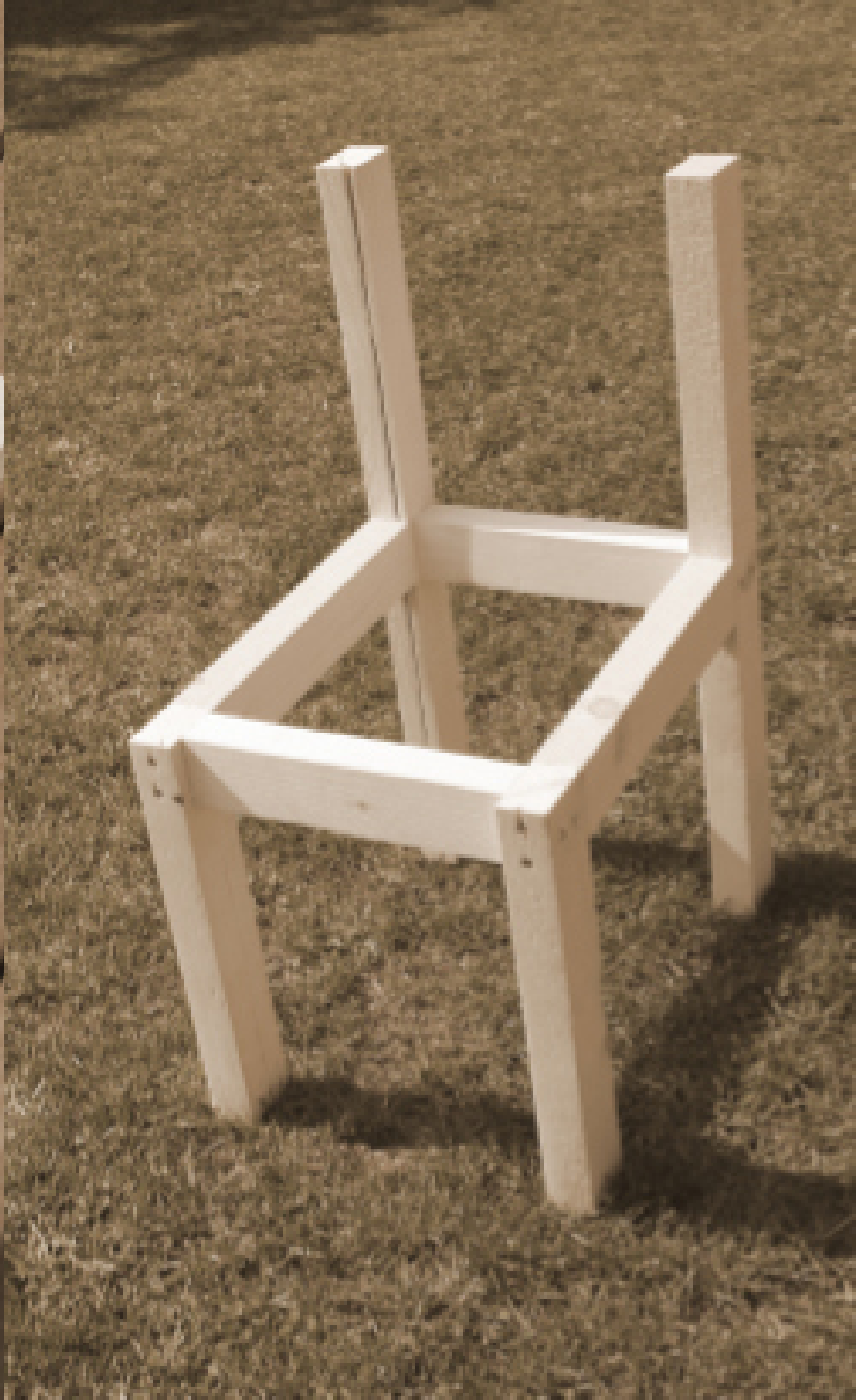
38













Stuhl Modell M 1:1











# AUS DER RECHERCHE: ENTWICKLUNG EINES MODULS MIT DER UMSETZ- BARKEIT, DER ERWEITERBARKEIT UND DEN GEGEBENHEITEN ALS LEITFADEN DES ENTWURFS

Dies ist geistiges Eigentum von Jana Vanessa Derksen und darf nicht vervielfältigt werden. Wer Werke, Zeichnungen oder Bilder dieser Arbeit nutzen möchte, wendet sich bitte an den Urheber. Alle Rechte vorbehalten. 20.06.2021©

## QUELLEN

<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/geografie/artikel/der-kontinent-afrika#>

<https://wasserfuersenegal.de/projekte/schulen/das-senegalesische-bildungssystem/>

<https://www.kinderweltreise.de/kontinente/afrika/senegal/alltag-kinder/schule-im-senegal/>

<https://www.oekologisch-bauen.info/baustoffe/lehmbaustoffe/lehmsteine.html>

[http://www.moderner-lehmbau.com/deutsch/editorial/lr\\_d53.htm](http://www.moderner-lehmbau.com/deutsch/editorial/lr_d53.htm)

<https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/grundstoffe-des-bauens/was-ist-stampflehm-innenwaende-bauweise-eigenschaften-wohngesundheit/>

<https://www.lehmtonerde.at/de/>

<https://worldarchitecture.org/architecture-projects/heven/primary-school-in-africa-project-pages.html>

<http://www.meti-school.de/>

<https://www.zrs.berlin/de/project/meti-school-handmade-2/>

<https://www.baunetz-architekten.de/studio-anna-heringer/4796905/projekt/4796982>

<https://www.archdaily.com/785955/primary-school-in-gando-kere-architecture>

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert>

<https://www.garten-treffpunkt.de/lexikon/bambus.aspx>

<https://utopia.de/ratgeber/wie-gruen-ist-bambus/>

<https://www.haus.de/bauen/reetdach>

<https://www.dachdecker.com/magazin/reetdach-201117364>

