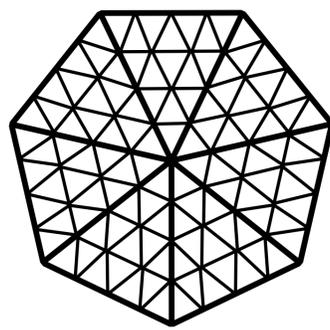




EARTHQUAKE SAFE ARCHITECTURE



Bachelorthesis Jannis Schäpsmeier
Prof. Dipl.- Ing. Manfred Lux, Dipl.- Ing Sascha Walter
TH OWL Detmold

Traditionelles, erdbebensicheres Bauen

am Beispiel von Tibet und Pakistan

TIBET

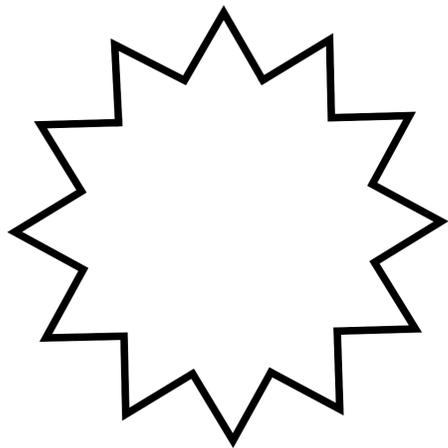
In 1500 bis 4000 m über dem Meeresspiegel haben die Bewohner des Grenzlandes zwischen China und Tibet ausgeklügelte Konstruktionstechniken verwendet, um hohe freistehende Türme zu errichten. Obwohl im 17. Jahrhundert der Bau dieser Türme eingestellt wurde, existieren noch ca. 1000 weitere. In ihrer Hochzeit waren es noch weitaus mehr. Diese außergewöhnlichen Bauwerke bestehen aus vertikalen verzahnten Pfeilern aus Natursteinmauerwerk, die von eingelassenen, nicht verdübelten horizontalen Holzbalken verstärkt wurden. Hinzu kommt, dass die Türme keinen viereckigen Grundriss besitzen, sondern mit zwischen 5 und 15 nach außen vorspringenden Ecken sternförmig sind. Die Türme dienten unter anderem zur Verteidigung eingesetzt, aber auch als Vorratsspeicher oder Handelsposten.¹



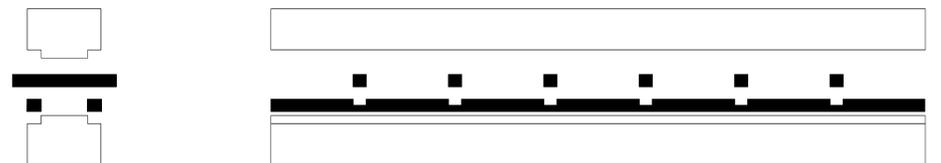
Bau eines Hauses in Bhatar-Bauweise

PAKISTAN

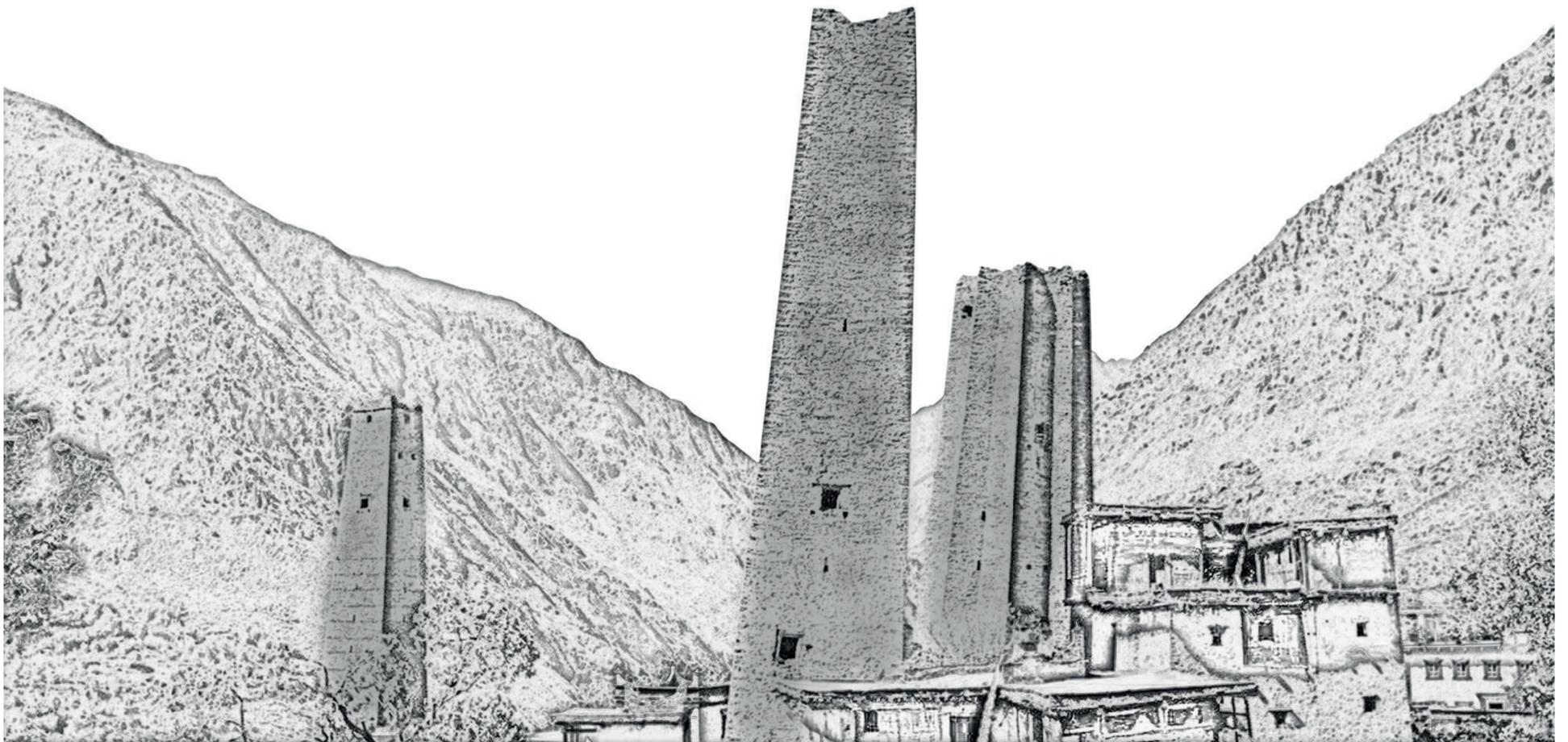
Eine weitere Form des erdbebensicheren Bauens ist die Bhatar-Bauweise. Diese Konstruktionsart besteht aus dicken Wänden mit eingelassenen horizontalen Hölzern. Die Mauerwände bestanden größtenteils aus 45 cm dicken Natursteinen, in der alle 30 bis 60 cm leiterartige Holzträger eingebettet werden, welche schubfest miteinander verbunden sind. Ein wichtiger Teil dieses Gebäudes ist das leichte Dach, das als Schrägdach ausgebildet wird. Um eine belastbare und scherfeste Verbindung des Daches mit der Wand zu gewährleisten, werden die oberen zwei Bewehrungslager in der Natursteinmauer mit Vertikalhölzern zu einem Ringanker verbunden. Diese Bauweise wurde zum Beispiel in Pakistan eingesetzt, nachdem das Land von einem schweren Erdbeben getroffen wurde.²



Beispiel Grundriss Tibet



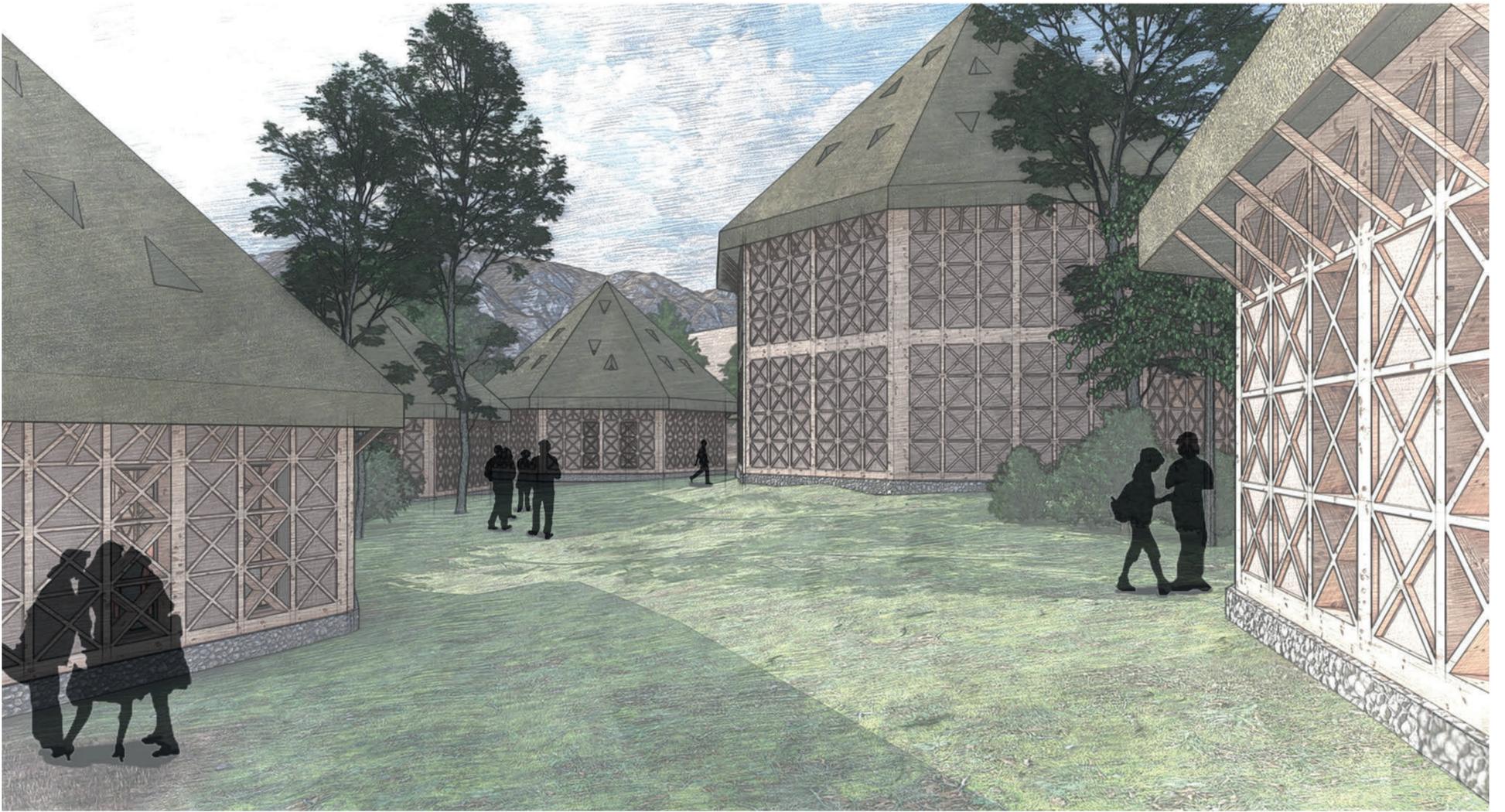
Aufbau der Bhatar-Bauweise



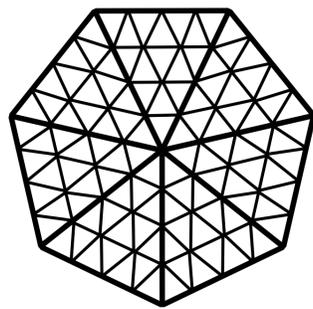
Türme in Tibet

¹: Darragon, F. (2017). *Türme im sino-tibetischen Grenzland*. In S. Piesik (Hrsg.), *Habitat. Traditionelle Bauweisen für den globalen Wandel* (344). München: DETAIL Business Information GmbH.

²: Felix, A. (2012). *Stabile Traditionen finden*. Espazium.ch (Hrsg.). Gefunden unter: <https://www.espazium.ch/de/aktuelles/stabile-traditionen-finden>



EARTHQUAKE SAFE ARCHITECTURE



THEMA

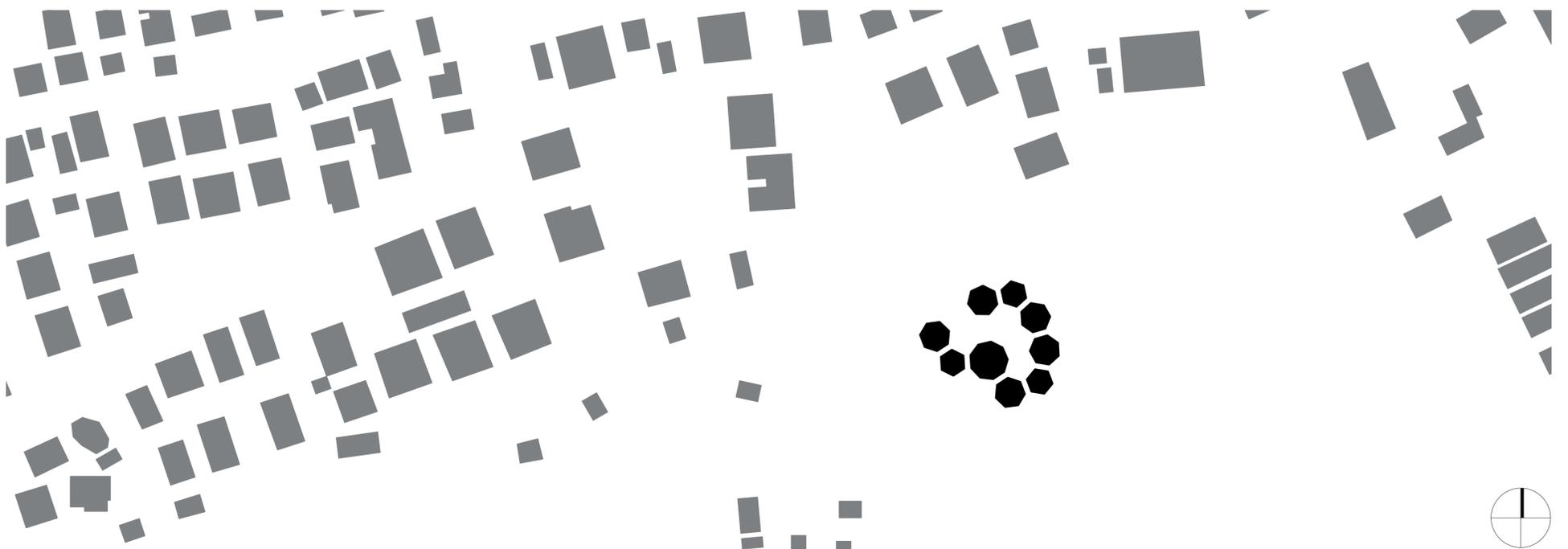
Erdbeben sind eine Bedrohung, gegen die der Mensch nichts unternehmen kann. Erdbeben entstehen durch die Verschiebung der tektonischen Platten oder durch ausbrechende Vulkane. An vielen Orten der Welt kommt es zu schweren Erdbeben, bei denen Menschen ums Leben kommen, Häuser oder sogar ganze Städte zerstört werden. Die Folge dieser Naturkatastrophen sind Familien, die kein Zuhause mehr besitzen und die Zerstörung vieler weiterer Gebäude. Be-

sonders Kinder leiden unter diesen Folgen. Deswegen ist es wichtig, ihnen eine Perspektive für die Zukunft zu geben und einen Ort zu schaffen, an dem sie lernen, spielen und ihre Freunde treffen können. Die Förderung und Forderung von Kindern ist ein wichtiger Aspekt. Ohne die Chance auf Bildung ist es häufig schwierig, einen Beruf bzw. eine Ausbildung zu absolvieren; denn Lesen, Schreiben und Rechnen bilden den Grundstein.

ORT

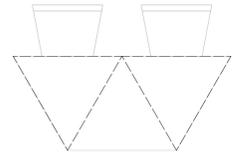
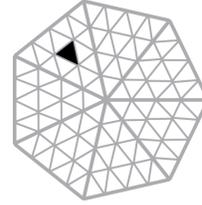
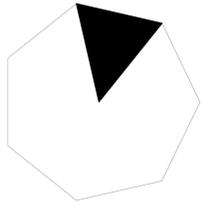
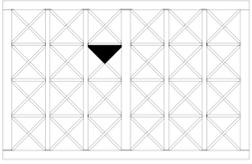
Türkei, Griechenland, Japan: in all diesen Ländern kam es in den letzten Jahren zu schweren Erschütterungen und zuletzt vor allem in der Türkei. Im Raum Izmir kam es am 20.10.2020 zu einem schweren Beben mit der Stärke 6,6. Es verursachte eine Trümmerlandschaft und zerstörte neben der Lebensgrundlage der BewohnerInnen auch viele Gebäude. Deswegen ist es mein Ziel, als Architekt eine Schule zu entwerfen, die erdbeben-

sicher ist. Zudem sollte die Schule nicht nur an einem Ort erbaut werden können, sondern überall zum Einsatz kommen. Aufgrund der aktuellen Katastrophe soll beispielhaft in der Kleinstadt Güzelbahçe eine sichere Schule in der Dhajji-Bauweise entstehen. Güzelbahçe liegt wenige Kilometer entfernt von Izmir in der West - Türkei. Die Schule soll auf einem freien Bauplatz im Süden errichtet werden und wird für die SchülerInnen vor Ort zu einem neuen sicheren Ort zum Lernen.



Lageplan

FORMFINDUNG

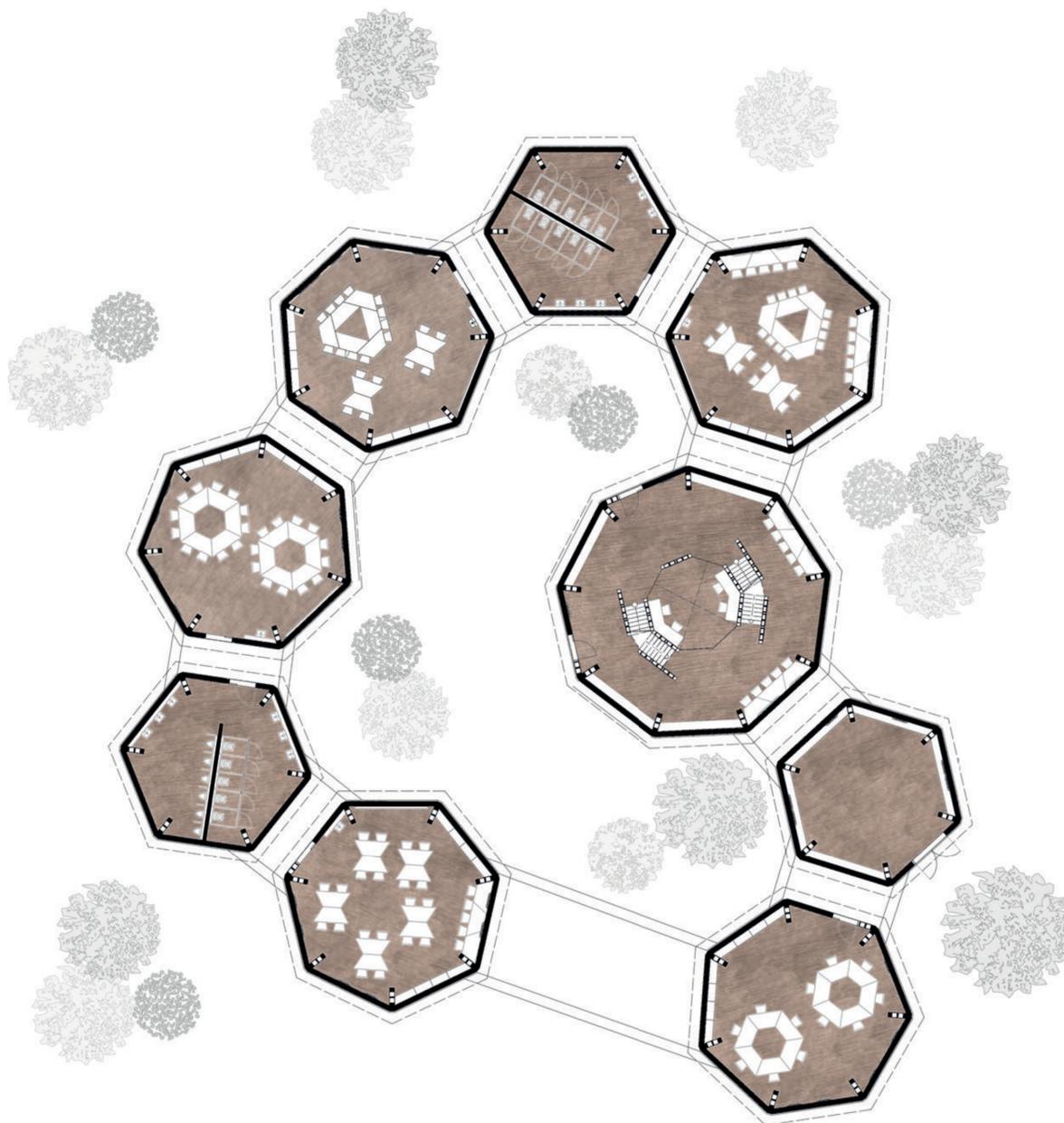


Das Konzept der Formen basiert auf der Dhajji - Konstruktion, denn durch diese Bauweise ergeben sich in der Wand viele Dreiecke, die für ein erdbebensicheres Gebäude sorgen.

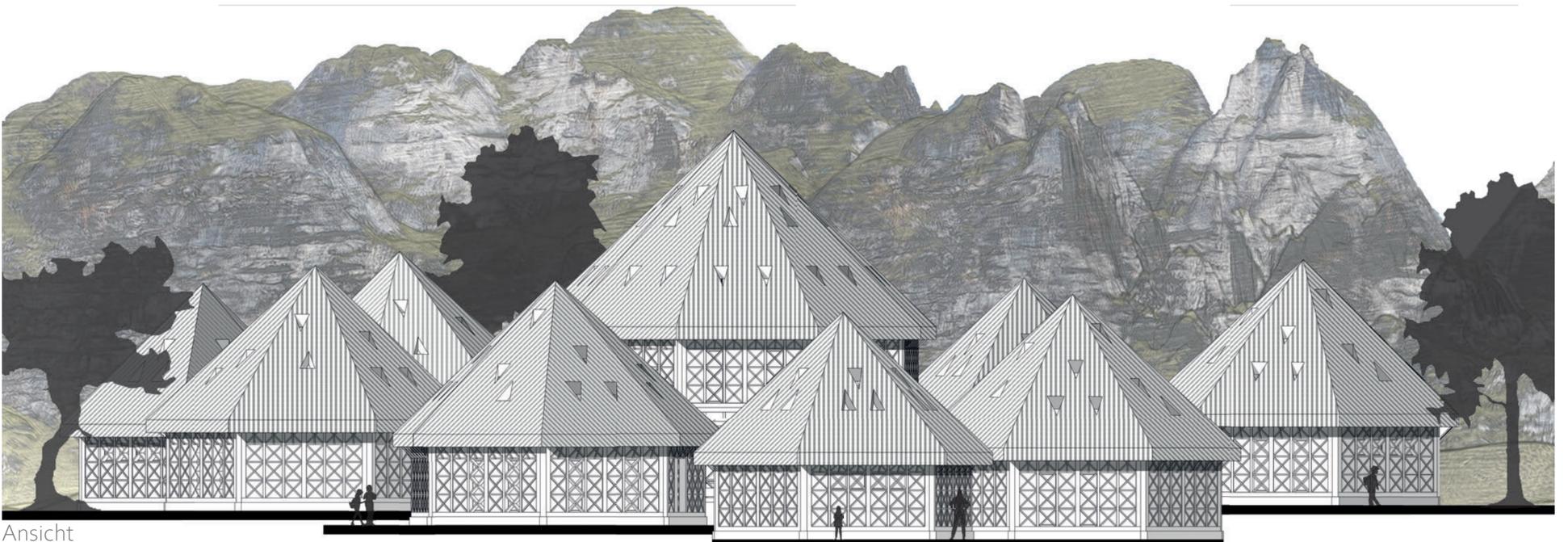
Der siebeneckige Grundriss wird aus mehreren Dreiecken gebildet. Durch diese Form ergibt sich im Vergleich zu einem Klassenraum mit einem rechteckigen Grundriss, dass das Siebeneck bei gleicher Grundfläche weniger Materialien benötigt und auch die Zwischenräume besser genutzt werden können.

Das Dachtragwerk übernimmt das Konzept des Dreiecks und besitzt somit nicht nur eine sichere Konstruktion, sondern auch ein sichtbares Tragwerk, dass wie ein Ornament das Klassenzimmer überdeckt.

Nicht nur in der Konstruktion findet sich das Dreieck wieder, auch in den Möbeln der Klassenzimmer spielt das Konzept eine wichtige Rolle. So können die Tische zu unterschiedlichen Gruppentischen zusammengestellt werden oder auch in den Nischen verstaut werden.

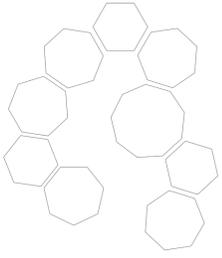


Grundriss Erdgeschoss



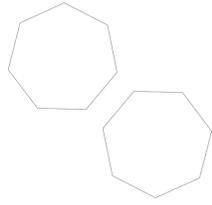
Ansicht

AUFTEILUNG CAMPUS



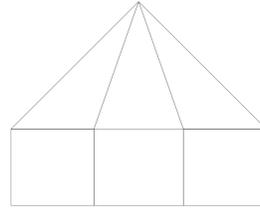
Der Campus der Schule ist so angelegt, dass die Gebäude einen äußeren Ring bilden. Die Mitte des Ringes bildet einen geschützten Bereich, der für die SchülerInnen ein soziales Zentrum bietet.

SICHERHEIT



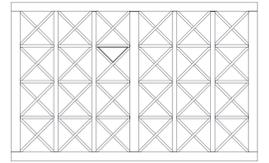
Die Gebäude stehen sich immer mit einem Abstand gegenüber, der dafür sorgt, dass im Falle eines Erdbebens die SchülerInnen und LehrerInnen schnell nach draußen flüchten können.

ERDBEBENSICHER

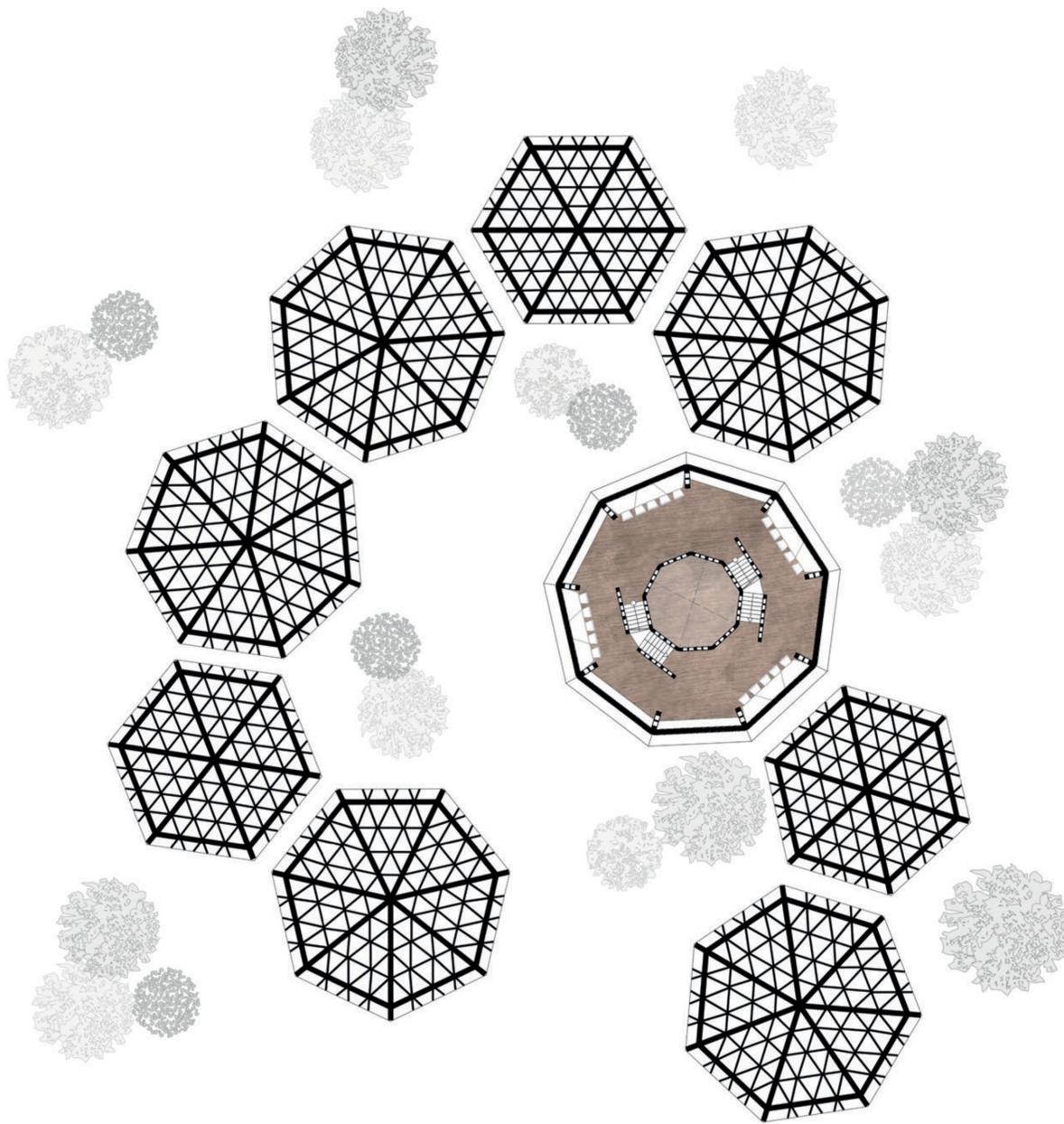


Die Erdbebensicherheit der Schule steht im Vordergrund des Projektes. Erreicht wird diese Sicherheit durch die traditionelle Bauweise Dhajji.

NACHHALTIGKEIT



Ökologisches Bauen steht neben der Erdbebensicherheit weit im Vordergrund. Für die Schule wurden nicht nur nachhaltige Materialien eingesetzt, sondern auch regionale.



Grundriss Obergeschoss



Schnitt



Perspektive Klassenzimmer

AUFBAU

FUSSBODEN

Erdreich
 Wasserführende Schicht
 Kork-Ton-Trass-Kalkmischung
 Heizleitung
 Lehmörtel
 Stampflehmboden

SOCKEL

Garbionenkorb
 Ausbetoniertes Rohr
 Ankerstange

FENSTER

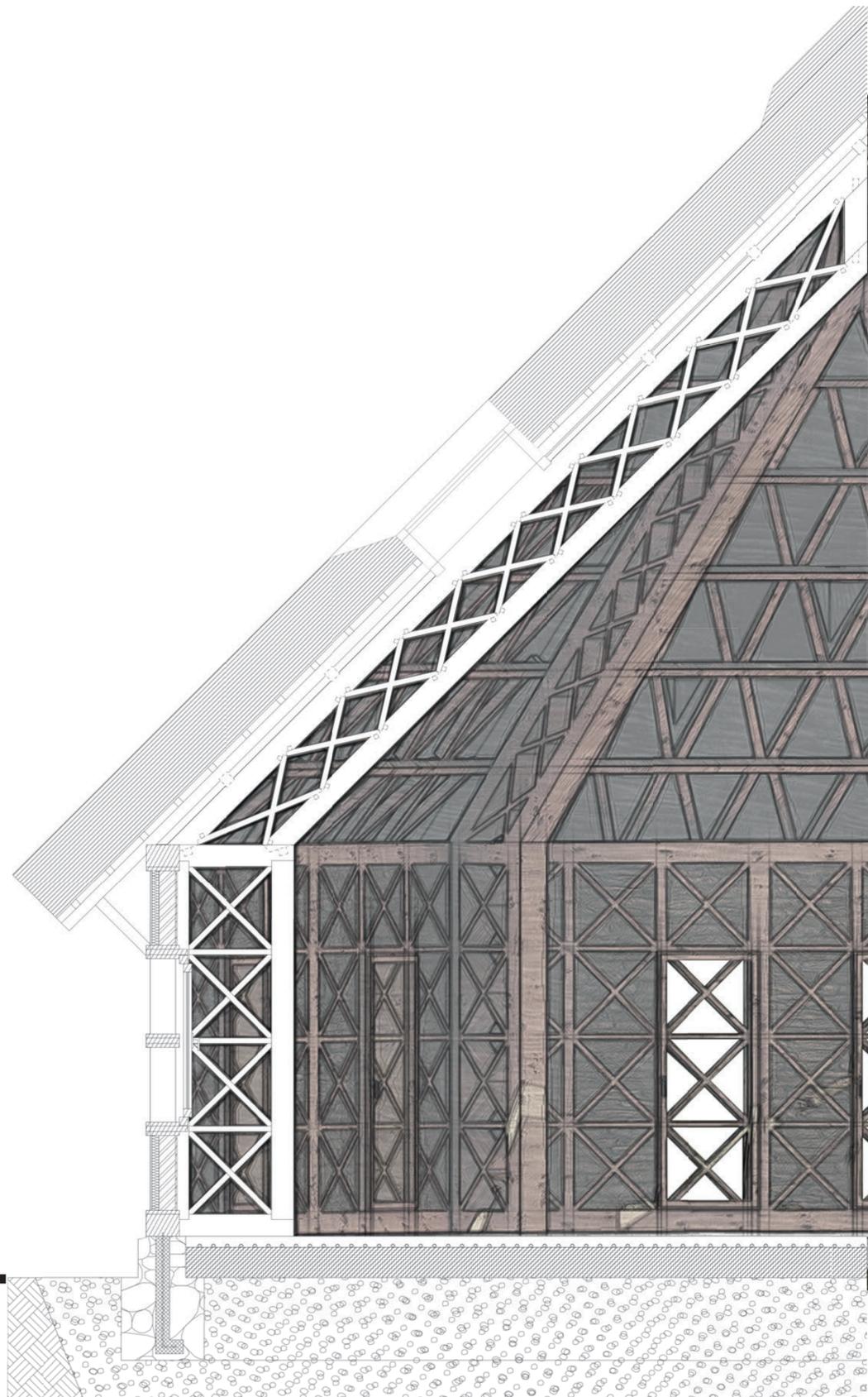
Fachwerk
 Fensterdämmung (Kork)
 Fensterrahmen

WAND

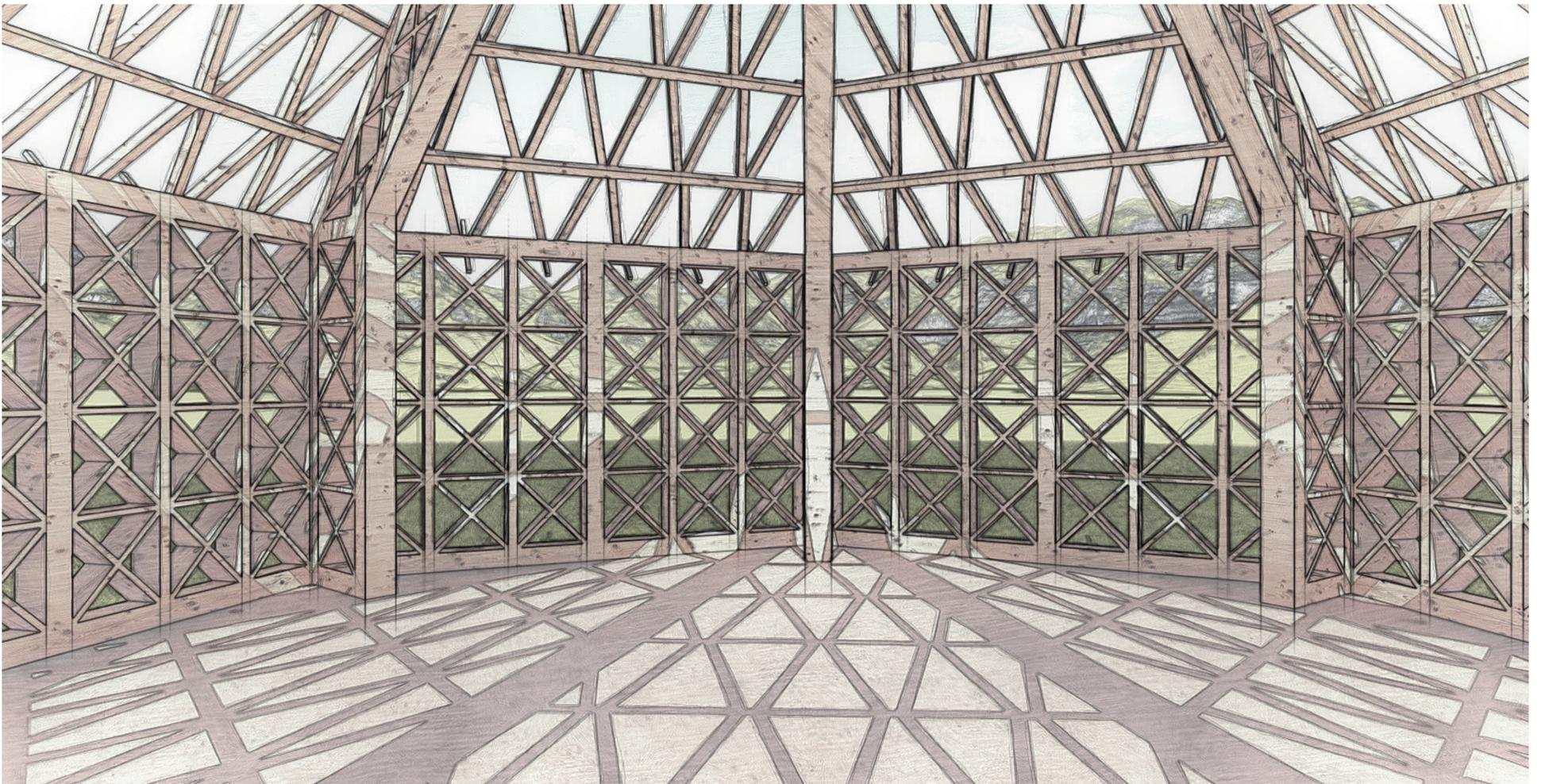
Flächwerk
 Fachwerk
 Natursteinmauerwerk mit
 Kalkmörtel
 Strohbauplatte
 Lehmputz

DACH

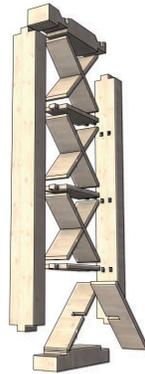
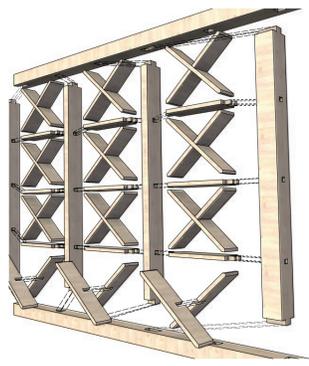
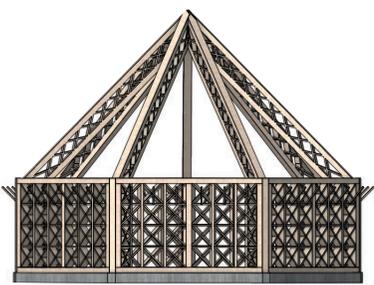
Fachwerkträger
 Strohbauplatte
 Sekundärtragwerk
 OSB-Platte
 Konterlattung
 Reetdach



Fassadenschnitt



Perspektive Fachwerk



HAUSFORM

Die Basis für ein erdbebensicheres Gebäude beginnt bereits bei der Grundrissform, welche vor allem kompakt sein sollte. So müssen erdbebensichere Bauwerke nicht lang und schmal sein, sondern ein ausgeglichenes Verhältnis von Breite und Länge aufweisen. Zudem ist ein Gebäude mit kleiner Grundfläche in Beziehung zur großen Höhe des Hauses ungünstig, denn es kann zu entgegengesetzten Schwingungen kommen. Damit zwei Gebäude nicht in unterschiedliche Schwingungen versetzt werden, sollten noch Gebäudeufuge ausgebildet werden.

SOCKEL + BODEN

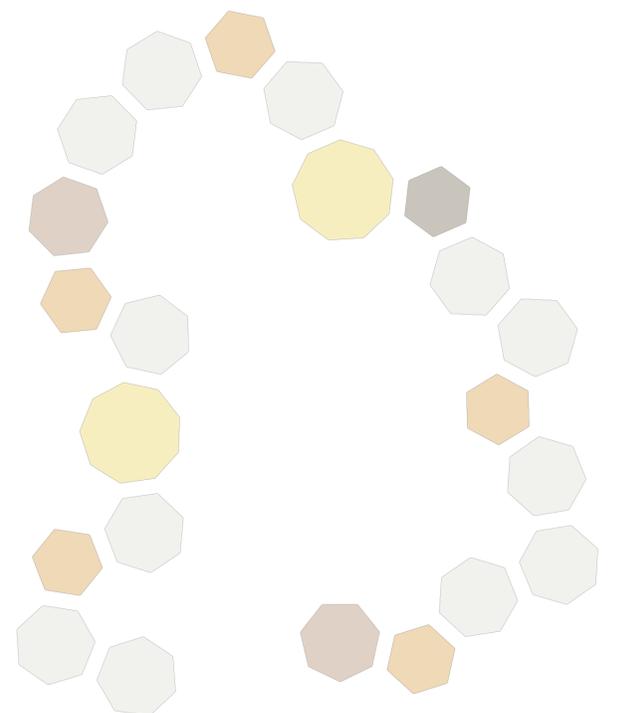
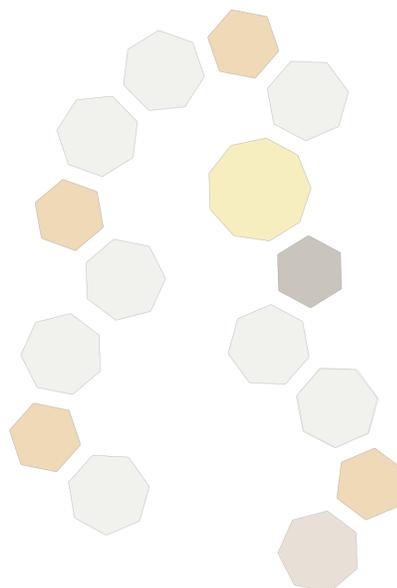
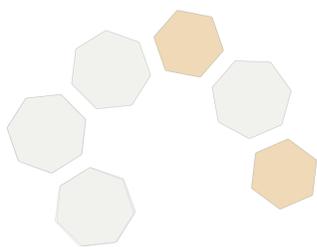
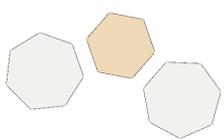
Um die Erdbebensicherheit dauerhaft zu sichern, ist es wichtig, das Holz des Gebäudes vor Nässe zu schützen. Um das zu erreichen ragt das Fundament aus dem Erdboden hinaus. Außerdem ist der Sockel von der Grundplatte nach außen abgeneigt, um stehendes Wasser an der Schwelle zu vermeiden. Eine stabile Verbindung zwischen Fundament und Wand ist essenziell. Aus diesem Grund werden Ankerstangen in das Fundament eingelassen, die für eine dauerhafte Verbindung sorgen. Um eingeschlossenes Wasser zwischen Fundament und Schwelle zu vermeiden, sollte die Oberseite des Fundamentes unregelmäßig sein.

WAND

In jedem Gefach entsteht Reibung zwischen den Steinen und dem Holz, wodurch die Energie des Erdbebens in der ganzen Wand verteilt werden kann. Bei einem Haus in Massivbauweise würde erst ein großer Riss, anschließend ein zweiter großer Riss entstehen, der dazu führt, dass das Gebäude zusammenbricht. Bei der Dhajji-Konstruktion entstehen im Gefach mehrere kleine Risse, die die Stabilität der Wand aber nicht beeinträchtigt. Dabei verhindern die diagonalen Hölzer Scherisse innerhalb eines Gefaches. Kalkmörtel sorgt für ein Gleiten des Mauerwerks und für eine gute Verbindung zwischen dem starren Mauerwerk und der flexiblen Holzkonstruktion.

DACH

Das Dach der Klassenräume besteht aus mehreren Fachwerkträgern, die sowohl mit Steckverbindungen als auch mit Bolzen gesichert werden. Dadurch, dass das Dach symmetrisch in der Mittelachse aufgebaut ist, besitzt es keine „schwache Seite“. Das führt dazu, dass die Schwingungen des Erdbebens gleichmäßig verteilt werden. Die Fachwerkträger sorgen für eine gleichmäßige Steifigkeit bzw. Duktilität in der Konstruktion, denn eine plötzliche Änderung der Konstruktion führt zu einem Bruch in der Achse.



-  Klassenzimmer
-  Toilette
-  Technik und Lager
-  Lehrerzimmer
-  Bibliothek

Unterschiedliche Schulgrößen