

MASTER-/DIPLOMARBEIT

INTEGRATIVE SCHULE in Bolivien

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs/Diplom-Ingenieurin
unter der Leitung von

Manfred Berthold
Prof Arch DI Dr

E253

Architektur und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Maria Elisabeth Prestel
0126136
Marchfeldstraße 9/35
1200 Wien

Wien, am

ABSTRACT

Diese Arbeit setzt sich mit dem Entwurf eines Schulgebäudes mit den Schwerpunkten Integration, Inklusion und Barrierefreiheit in dem wirtschaftlich und infrastrukturell wenig entwickeltem Land Bolivien auseinander. Durch Gliederung der Anlage in ein Clustersystem mit klappbaren Wandteilen wird eine flexible Konfiguration der Räume für den Schulalltag ermöglicht. So können sie den momentanen Anforderungen angepasst und den spezifischen Bedürfnissen der Kinder gerechter werden.

Unter Berücksichtigung von Aspekten zu klimagerechtem Bauen in tropischen und subtropischen Regionen werden lokale Baumaterialien verwendet. Der Schwerpunkt liegt auf Adobe, da im Tiefland Boliviens verschiedene Arten des Lehmbaus verbreitet sind. Lehm wird meistens in traditionellen Bauweisen verwendet, doch bietet er weitere Möglichkeiten als immer verfügbares, billiges und feuchteregulierendes Baumaterial.

This work deals with the design of a school building focused on integration, inclusion and accessibility. It is located in Bolivia, which raises the challenge of implementing contemporary design in an economically weak region with underdeveloped infrastructure. The school building presented here is composed of clusters with partially movable walls, allowing for a flexible room configuration. This way, class rooms can be altered and adapted to the needs of the children.

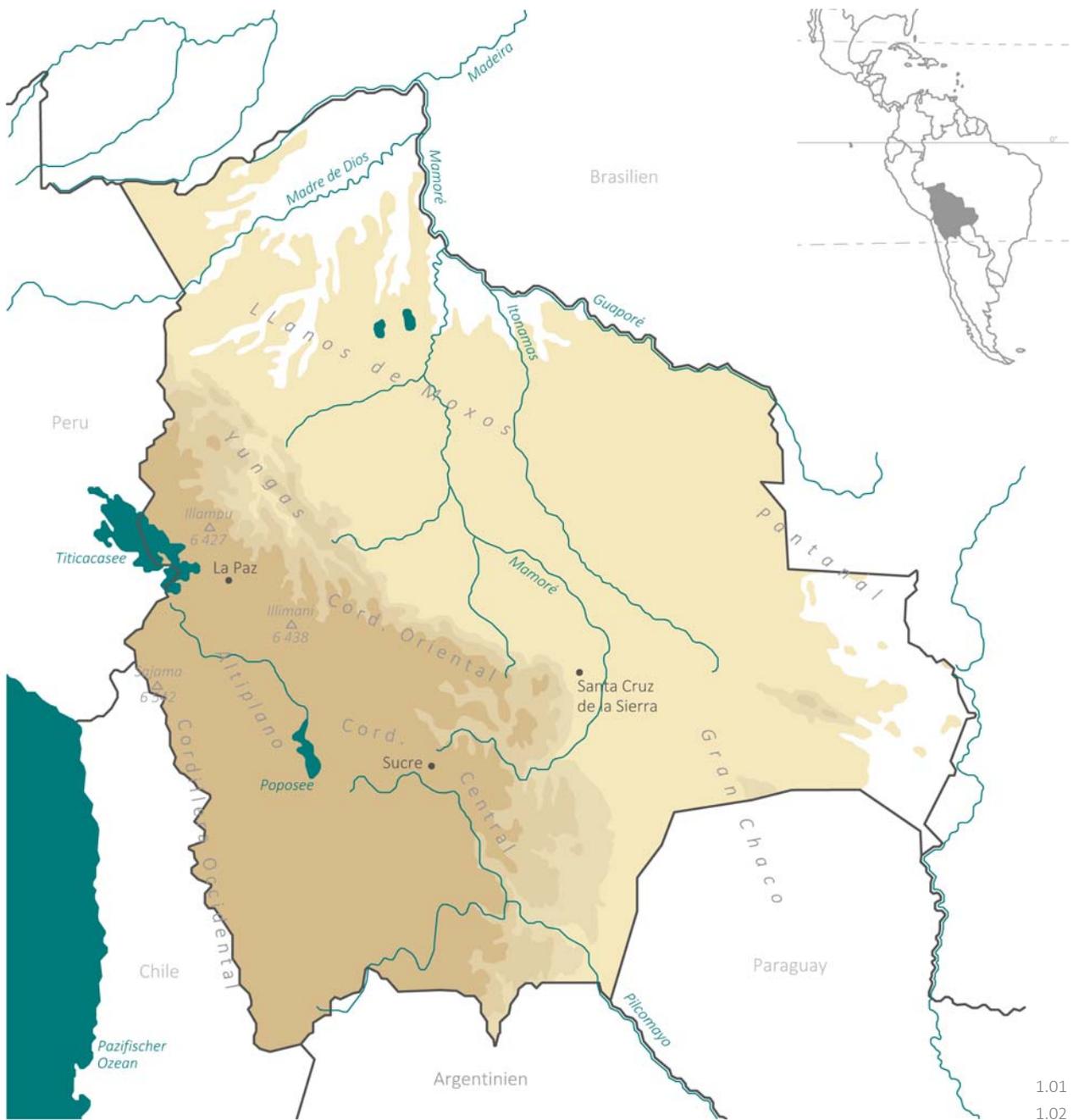
In consideration of design criteria for building in tropical and subtropical regions local building materials are used. Predominantly building with adobe, as building with clay is used for different, mainly vernacular building techniques in the whole region, but offers further advantages for being always available, cheap and good for the regulation of humidity.

INHALTSVERZEICHNIS

1	BOLIVIEN	
1.1	BOLIVIEN	9
1.2	SANTA CRUZ	12
1.3	SAN IGNACIO DE VELASCO	14
1.4	KLIMAGERECHTES BAUEN	24
1.5	LEHMBAU	25
2	SCHULE	
2.1	VOM LEHREN UND LERNEN	30
2.2	BARRIEREFREIHEIT	33
2.3	SCHULBAUTEN VOR ORT	35
2.4	BEISPIELE SCHULBAUTEN	36

3	KONZEPT		6	SCHAUBILDER	85
3.1	KLASSENZIMMER	42	7	MODELL	93
3.2	RAUMPROGRAMM	48	8	FLÄCHENNACHWEIS	97
4	ENTWURF		9	LITERATURVERZEICHNIS	103
4.1	LAGEPLAN	53	10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	105
4.2	GRUNDRISS	54			
4.3	ANSICHTEN	64			
4.4	SCHNITTE	66			
5	KONSTRUKTION				
5.1	AUFBAU KLASSENZIMMER	74			
5.2	PRÜFUNG LEHM	80			

1 BOLIVIEN



1.01
1.02



1.1 BOLIVIEN

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA - DER PLURINATIONALE STAAT BOLIVIEN

Bolivien liegt auf dem südamerikanischen Kontinent, umgeben von Brasilien, Paraguay, Argentinien, Chile und Peru und gehört zu den Ländern der Zentralanden. Auf 1 098 581 km² verteilt leben 10 496 00 Einwohner, der Großteil in den Städten (67%). Aufgrund der geschichtlichen Entwicklung des Landes befinden sich die meisten größeren Städte im Hochland, wie El Alto (953 300 Einwohnern), die Hauptstadt Sucre (284 00 Einwohner) und der Regierungssitz La Paz (835 400 Einwohner). Mit der wirtschaftlichen und infrastrukturel

GESCHICHTE

Die Geschichte Boliviens zeichnet sich aus durch wiederkehrende wirtschaftlich und politisch instabile Zeiten und soziale Konflikte. Trotz des Reichtums an Bodenschätzen herrschte Armut unter dem Großteil der Bevölkerung, die meist indigener Abstammung war. Auch heute finden sich noch große Unterschiede in der Gesellschaft. Die derzeitige Regierung bemüht sich um Integration und Wertschätzung der indigenen Bevölkerung und Armutsbekämpfung.

Vor der Kolonialzeit war das heutige Gebiet Boliviens Teil des Inkareiches. Noch heute finden sich viele Spuren davon, etwa die Sprachen des Hochlands oder archäologische Stätten, wie Tiwanaku. Die Spanier im 16./17. Jahrhundert interessierten sich hauptsächlich für den Abbau von Silber im Hochland, Bolivien wurde Teil des „Virreinato del Perú“, später Teil des „Virreinato Rio de la Plata“. Durch den Unabhängigkeitskrieg 1825 entstand die República Bolivia.

Die kommenden Jahre führten zu einigen Grenzkonflikten (Peruanisch-Bolivianische Konföderationskrieg 1836 – 1839,

len Entwicklung des Tieflandes liegt die größte und bevölkerungsreichste Stadt des Landes heute jedoch im immer noch dünnbesiedelten Tiefland, Santa Cruz de la Sierra (1 616 100 Einwohner).¹

Durch die geographische Lage in Mitten des Kontinents ziehen sich verschiedenen klimatische Verhältnisse - vom Hochgebirgsklima im Altiplano bis zu tropischer Regenwald im Norden - über das Land, die eine große Biodiversität und eine Vielfalt an Völkern und Kulturen mit sich bringt.

Salpeterkrieg 1879 – 1883 mit Chile, 1903 Streit wegen den Acre-Gebieten mit Brasilien, 1932 – 1935 Chaco-Krieg mit Paraguay wegen Öl- und Gasvorkommen), die Bolivien territoriale Verluste brachten. Wirtschaftliche Instabilität durch Abnahme der Silbergewinne wurde ausgeglichen durch Kautschukgewinnung im Tiefland in den 1870er Jahren, die zur Weiterentwicklung der Stadt Santa Cruz de la Sierra beitrugen, Nachfrage der Weltwirtschaft nach Zinn, einem Nebenprodukt der Silberherstellung, und in der Erschließung der Ölfelder im östlichen Tiefland 1970er, die neben landwirtschaftliche Produkten, Drogenhandel, und dem Ausbau der Infrastruktur und damit der Anbindung an das Hochland, Brasilien und Argentinien, die sich weiter positiv auf die wirtschaftliche Entwicklung von Santa Cruz de la Sierra auswirkte.

1952 wurde die soziale Revolution verkündet, die die Verstaatlichung der Zinnminen, Reformen und Ausbau der Infrastruktur umsetzte. Seit den 1970er bildeten sich unterschiedliche Regierungen, die nur von kurzer Dauer waren.²

¹ S. Fischer Verlag, 2013, S. 61

² Manuel Cuadra, 1991, S. 62- 66



Einteilung der Departamentos mit 1.03 Hauptstädten

POLITISCHE LAGE

Bolivien unterteilt sich in neun Departamentos. Seit 2006 ist Evo Morales Ayma Staats- und Regierungschef der Präsidentschaftsrepublik, der erste indigene Präsident. Er wurde 2006 und 2014 wiedergewählt. Seit 2009 wird das bolivianische Parlament Plurinationale Legislative Versammlung genannt.³

Das Ziel der Regierung ist die rechtliche und wirtschaftliche Gleichstellung der indigenen Bevölkerung. Durch eine Vielzahl an Reformen und Verstaatlichungen soll eine wirtschaftliche Umverteilung vollzogen werden. Durch die Einnahmen der verstaatlichten Öl- und Erdgaslager werden z.B. Programme zur Armutsbekämpfung, für die Bildung und die Umwelt finanziert. Die Reformen lösten Konflikte zwischen dem politischen Zentrum im Hochland, von Armen, mehrheitlich Indigenen bewohnt, und dem wirtschaftlichen Zentrum, dem überwiegend von Europäischstämmigen und Europäisch-indigenen besiedelten Tiefland, aus, die Bemühungen zur Autonomie des Tieflandes und teilweise gewalttätige Ausschreitungen zur Folge hatten. Durch eine Verfassungsänderung, die mehr Eigenständigkeit zusichert, erwartete sich die Regierung mehr Akzeptanz und Beilegung des Konflikts.⁴

WIRTSCHAFT

Bolivien ist reich an natürlichen Rohstoffen (Zinn, Erdgas, Erdöl, Zink, Wolfram, Antimon, Silber, Eisen, Blei, Gold und Lithium) und stellt eine Vielzahl an landwirtschaftlichen Produkten her (Sojabohnen, Kaffee, Koka, Baumwolle, Getreide, Zuckerrohr, Kartoffel, Paranüsse und Holz). Das BIP beträgt 27,4 Mrd. US-\$ mit einem realen Zuwachs von 5,2%. Der landwirtschaftliche Anteil macht 12%, die Industrie 35% und Dienstleistungen 52% (2012).³

Bolivien ist immer noch eines der ärmeren Länder Lateinamerikas, 2007 lebten 60,1% unter der Armutsgrenze, 2009 50,6%.⁵

³ S. Fischer Verlag, 2013, S. 61

⁴ http://wikindigena.org/wiki/Indigene_in_Bolivien, 2015

⁵ <http://data.worldbank.org/country/bolivia?display=map>, 2015

BEVÖLKERUNG

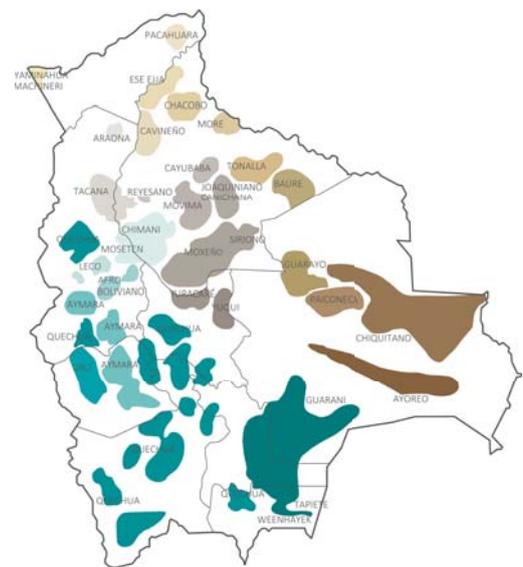
Die Bevölkerung setzt sich zusammen aus 55% Indigene (ca. 36 Ethnien), 30% Europäisch-indigene und 15 % europäischer Herkunft. Die offiziellen Sprachen sind Spanisch, Quechua, Aymara und 34 andere indigene Sprachen.⁶ 45,6% der Indigenen Bevölkerung sind Quechua, 42,2% Aymara, beide Gruppen leben hauptsächlich in der Andenregion. 10% der Indigenen leben im Tiefland, verteilt auf viele Gruppen mit zum Teil sehr wenigen Mitgliedern.⁷

GEOGRAPHIE UND KLIMA

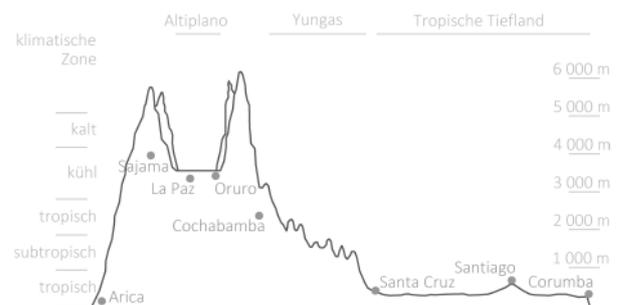
Die Anden im Westen Boliviens teilen sich in Cordillera Occidental, Cordillera Central und Cordillera Oriental mit einer Höhe von über 6 000m, dazwischen liegt der Altiplano, eine Hochebene auf 3 000 – 4 000m mit verschiedene Seen, unter anderem den Titicacasee und den Salzsee Salar de Uyuni , der eines der weltweit größten Lithiumvorkommen birgt.⁸ Aufgrund des ariden Klima besteht die vorherrschende Vegetation aus Hochgebirgssteppen, der Puna.

Am Osthang der Anden zwischen 1 000 – 2 000m liegen die Yungas, fruchtbare Täler, in denen auf Terrassen auch in hohen Lagen Bananen, Kaffee und Mais angebaut wird. Bis in diese subtropische Zone zieht sich der Regenwald.

Das Tiefland, die Llanos, erstreckt sich vom Norden mit seinem tropischen Klima und Regenwaldgebieten über den Osten, der einen Übergang von Wälder und Savannen bildet, in den Süden mit trockenerem Klima in Savannen und Trockenwälder.⁹



Verteilung der indigenen Gruppen in Bolivien 1.04



Topographie Boliviens 1.05

6 S. Fischer Verlag, 2013, S. 61
 7 http://wikindigena.org/wiki/Indigene_in_Bolivien, 2015
 8 S. Fischer Verlag, 2013, S. 62
 9 Wolfgang Zech u.a., 2002, 2014, S. 110

1.2 SANTA CRUZ

DEPARTAMENTO SANTA CRUZ

Neben der wirtschaftlichen Bedeutung der Region finden sich in Santa Cruz einige Kultur- und Naturgüter, die für sanften Tourismus genutzt werden. Als bedeutendes Zeugnis des Kulturschaffens in der präkolumbianischen Zeit ist die archäologische Stätte Fuerte de Samaipata mit ihren Steinschnitzereien von Tieren und geometrischen Formen, eine Anlage, die schon in der Zeit vor den Inka als zeremonieller, religiöser Ort benutzt wurde.¹ Der Nordosten Santa Cruz bildet durch seine abwechslungsreichen Landschaft (auf 200 – 1 000 Höhenmeter von Regenwald, über Trocken- und Feuchtsavanne, bis Bergimmergrünen Amazonasregenwald) eine Übergangszone, die im National Park Noel Kempff Mercado geschützte Lebensräume für die große Artenvielfalt von Pflanzen und Tieren bietet.²

Santa Cruz verfügt zum Teil über eine schlecht ausgebaute Infrastruktur, z.B. besteht das Straßennetz besonders in den abgelegenen Regionen aus unbefestigten Straßen. Die Hauptstadt ist Santa Cruz de la Sierra.

1 <http://whc.unesco.org/en/list/883/>, 2015

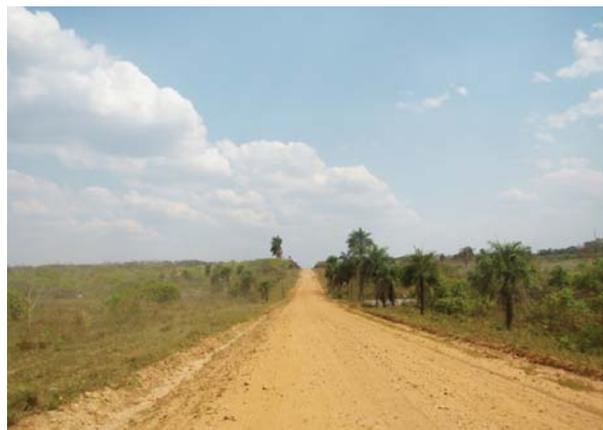
2 <http://whc.unesco.org/en/list/967/>, 2015



Departamento Santa Cruz 1.06



Fuerte de Samaipata 1.07



Schotterpiste 1.08

SANTA CRUZ DE LA SIERRA

Während in der Kolonialzeit die wichtigen, großen Städte im Hochland in Nähe der Mienen, wie Potosí, entstanden, war die Bedeutung Santa Cruz de la Sierras, die eines beschaulichen Ortes als Haltestation auf der weiten Strecke von Lima nach Buenos Aires und Lieferant von landwirtschaftlicher Produkte für das Hochland. Mit dem Bau der Eisenbahnverbindung zwischen dem Hochland und der Pazifikküste im 19. Jahrhundert fielen die Märkte im Hochland weg, Santa Cruz verlor an Bedeutung. Mit der Kautschukgewinnung im Umland begann der Aufstieg der Stadt, besonders 1900 - 1910, der die infrastrukturelle Erschließung der Region ermöglichte, die Verbindung an das Verkehrsnetz, Eisenbahnlinien und Pipelines nach Brasilien und Argentinien, die einen Anstieg der Bevölkerung in 40er Jahren bewirkte und Strategien zur Stadtentwicklung erforderlich machten. Trotz des Kautschuk-Booms blieb Santa Cruz durch seine geringe Bevölkerungsdichte eine kleine Stadt mit der ursprünglichen Größe des traditionellen Schachbrettmusters, bis Anfang des 20. Jahrhunderts wurde der Anstieg der Bevölkerung durch Verdichtung bewältigt, bis 1959 verfügte die Stadt nicht über befestigte Straßen. Die ersten Erweiterungen erfolgten 1930 dem Prinzip des Rasters folgend, die ersten Bemühungen die Entwicklung des Stadtkerns zu steuern 1947. Das weitere Wachstum fand entlang der großen Zufahrtstraßen statt mit einer sternform als Ergebnis. Das unvorhergesehen starke Wachstum der Bevölkerung machte einen neuen Stadtentwicklungsplan notwendig. In den 1950/60er Jahren wurde das Konzept die Stadt ringförmig weiter zu entwickeln beschlossen, was dem heutigen, starken Stadtwachstum erneut nicht genügt.³ Heute findet man Moderne Architektur – Hochhäuser, Gated Communities in den äußeren Ringen, neben kleinteiliger, niedriger Bebauung und dem historischen Stadtkern.

³ Manuel Cuadra, 1991, S. 67- 70



Kathedrale, kolonialistische Zentrum 1.09



Gated Communities in den äußere Ringe 1.10



1.11

1.3 SAN IGNACIO DE VELASCO

San Ignacio de Velasco wurde 1748 als Jesuitenmission gegründet und ist heute Hauptstadt der Provinz Velasco, ein städtisches Zentrum der Region, mit einem schnellen Bevölkerungswachstum in den letzten Jahren (19.401 Einwohner Volkszählung 2001¹, 52.362 Einwohner 2012²).

Durch die Stadt führen zwei wichtige Verkehrsverbindungen, Ruta 10 und Ruta 17, die unbefestigte Straßen sind. Als öffentliche Verkehrsmittel stehen Busverbindungen und der Flughafen zur Verfügung.³

Der See Guapomó versorgt die Stadt mit fließendem Wasser. Es existiert ein Kanalsystem.

Es finden sich etliche Schulen, öffentlich und privat, die einen Schulabschluss, ähnlich der Matura, bieten. Zusätzlich befinden sich die Universidad Católica Boliviana „San Pablo“ – Chiquitos, die Universidad de la Chiquitania und eine Außenstelle der privaten Universidad Autónoma Gabriel René Moreno vor Ort. San Ignacio ist eine Schulstadt.

1 Christian Roth/Mancomunidad de Municipios Chiquitanos, 2008, S.50

2 http://censosbolivia.ine.gob.bo/censofichacomunidad/c_listadof/listar_comunidades, 2015

3 Google Maps, 2015



Stadtplan 1.12



Blick auf das Grundstück, Schulgarten 1.13
FASSIV



Blickrichtung A 1.14



Blickrichtung B 1.15

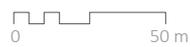


Blickrichtung C 1.16



Blickrichtung D 1.17

GRUNDSTÜCK 1 : 2500



1.18



Plaza 1.19



Plaza 1.20



Äußere Bereiche der Stadt 1.21

GESCHICHTE

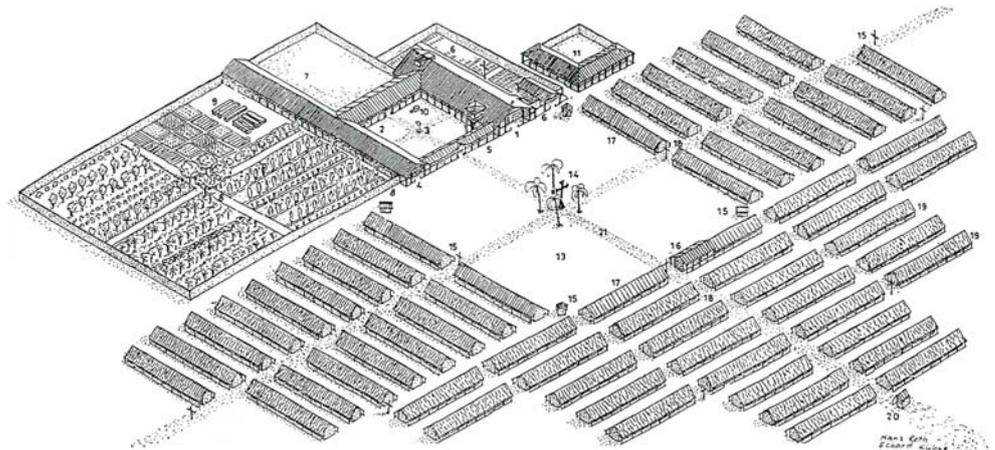
Die Missionssiedlungen wurden nach Vorstellungen humanistischer Philosophen aus dem 16. Jahrhundert von einer idealen Stadt angelegt und in einer Architektur umgesetzt, die christliche Architektur und lokale, traditionelle Kunstfertigkeit zusammenführt.⁴

Das Schachbrettmuster entspricht der Struktur aller spanischen Siedlungen. Um einen großen, viereckigen Platz als Zentrum reihen sich an drei Seiten die Wohnungen der Indigenen. Ursprünglich waren die ersten Reihen für die Anführer der indigenen Stämme bestimmt. An der vierten Seite liegt die Kirche, der Wohnbereich der Jesuiten, Verwaltungsgebäude, Lagerräum, ein Gemüsegarten, die Schule, Werkstätten für Kunsthandwerk und Säle zum Musizieren und für Versammlungen. Die Orientierung der Siedlungen wurde individuell an die geographischen Bedingungen angepasst. Die Orientierung San Ignacio de Velasco ist Südwest.⁵

Das ursprüngliche Raster ist im heutigen Stadtplan gut erkennbar, die Hüttenreihen wurden in quadratische Häuserblöcke aus spanisch-kolonialistischer Architektur umgewandelt. Das heutige Stadtzentrum steht unter Denkmalschutz und ist Teil der Ruta Misional.

⁴ <http://whc.unesco.org/en/list/529/>, 2015

⁵ Christian Roth/Mancomunidad de Municipios Chiquitanos, 2008, S.73- 76



Idealler Stadtplan eines Missions- 1.22
dorfes in Chiquitos, inspiriert von
Concepción

Hof/Grünfläche
 Verkehrsfläche

1 Plaza
 2 Kirche

1 : 5000



Ausschnitt Stadtkern San Ignacio de 1.23
Velasco, Bebauungsstruktur



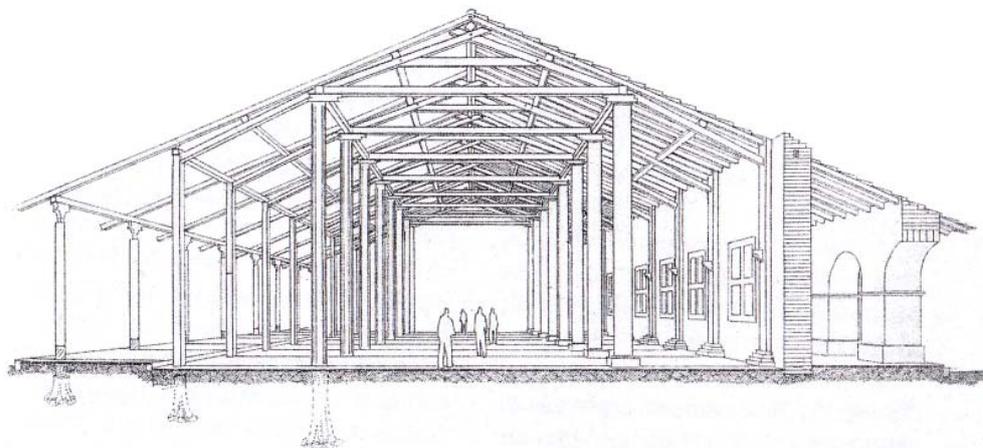
Templo San Miguel 1.24



Innenraum Templo San Miguel 1.25

LOKALE ARCHITEKTUR - DIE JESUITENMISSIONEN IN CHIQUITOS

Von 1696 bis 1760 gründeten die Jesuiten im Gebiet Chiquitos im östlichen Teil Boliviens mehrere Missionssiedlungen, die, anders als im restlichen Amerika, weiter bestanden nachdem die Jesuiten vertrieben wurden. Sechs gut erhaltene Missionskirchen - San Francisco Javier, Concepción, Santa Ana, San Miguel, San Rafael und San José - wurden zum UNESCO Weltkulturerbe erklärt, da die Agrarreform 1953 die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Strukturen vor Ort gefährdete. Von den 1970ern bis zu den 1990ern Jahre wurden sie restauriert und konserviert. Die Kirchen wurden nach dem gleichen System wie Wohnhäuser gebaut, ein rechteckiger, langer Baukörper mit einem Satteldach, das vorgezogen wurde und geschützten Eingangsbereich bildet. Der Innenraum wird durch Holzsäulen mit Schnitzereien in drei Schiffe gegliedert, entlang der Längsseite befinden sich außen zwei gedeckten Arkaden. Die Kirchen wurden mit Malereien und geschnitzten Holzarbeiten (Skulpturen, Altäre, Kanzeln) reich geschmückt.⁶ Je nachdem welche Baustoffe zur Verfügung standen, wurden unterschiedliche Konstruktionsarten verwendet, z.B. Stein, Ziegel, Mica (Katzengold) und Pigmentfarben.



Querschnitt Aufbau Kirchen 1.26

Die Tragstruktur bestand meist aus einem Holzskelett, Holzsäulen (horcones), die mit dem Wurzelstock, der zuvor abgebrannt wurde um den Widerstand gegen die Bodenfeuchtigkeit zu erhöhen, direkt fest in den Erdboden eingegraben wurden. Da Dach musste weit auskragen, um die Mauern vor den Niederschlägen in der Regenzeit zu schützen, mit einer Dachneigung von 1:2. Für die Dachdeckung wurden gebrannte Dachziegel verwendet. Die Mauern, meistens aus Adobe, wurden häufig ohne Sockelzone direkt auf dem Boden erbaut. Die Holzstützen wurden in die Wand integriert. Für den Boden wurden ebenfalls gebrannte Fliesen verwendet.

Die Kirche in San Ignacio wurde 1761 erbaut und war die größte in Chiquitos. Nach ihrem Verfall wurde sie 1948 abgerissen und eine neue, moderne Kirche wurde errichtet.⁷ Die traditionellen Hütten der Chiquitanos findet man heute immer noch vielfach in den indigenen Dörfern im Umland. Es sind einfache Konstruktionen aus Flechtwerkwänden, spanisch bahareque, bestehen aus Bambusgitter, die mit einer Mischung aus Stroh und Lehm aufgefüllt werden.⁸

6 <http://whc.unesco.org/en/list/529/>, 2015

7 Christian Roth/Mancomunidad de Municipios Chiquitanos, 2008, S.93- 98

8 Gernot Minke, 2009, S. 91- 92



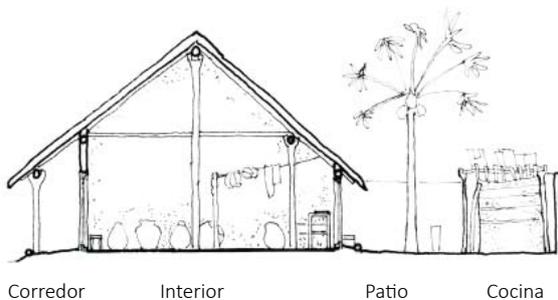
traditionelle Hütte : Dach 1.28



traditionelle Hütte : Wand 1.29



traditionelle Hütte in San Javierito 1.30



Corredor Interior Patio Cocina

Habitación San Miguel 1.27

KLIMA

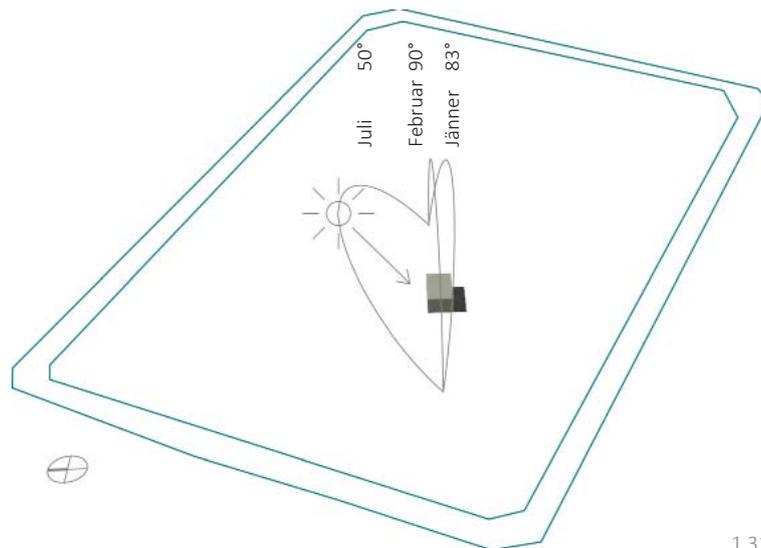
San Ignacio liegt in den Sommerfeuchten Tropen ($16^{\circ} 22' S$, $60^{\circ} 58' W^9$), einer Zone des Übergangs von den Immerfeuchten Tropen zu den von den trockenen Subtropen und Tropen. Sie wird auch Savannenzone genannt wegen des häufigen Auftretens von Savannen.

Durch die Änderung der Passatwinde im Laufe des Jahres entstehen die Trockenzeit mit dem Sonnentiefstand und die Regenzeit, wenn die Sonne am höchsten steht. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt $24,5^{\circ}C$, wobei kein Monat unter $20^{\circ}C$ fällt. Die Jahresmittelniederschläge liegen bei $1202,3$ mm mit Höchstwerten von November bis März.

Als Vegetation finden sich tropische feuchte regengrüne Laubwälder oder Feuchtsavannen.¹⁰ Durch die Nähe zum Río Paraguá, der Richtung Amazonas fließt, herrschen humide Verhältnisse vor.

9 https://de.wikipedia.org/wiki/San_Ignacio_de_Velasco

10 Wolfgang Zech u.a., 2002, 2014, S. 86- 87



1.31

BODEN - Haplic Ferralsole (FRha) [lat. Ferrum = Eisen]¹¹

Die hohen Temperaturen und die starken Niederschläge in der Regenzeit sind die entscheidenden Faktoren der Bodenbildung. Der trockene Boden kann die großen Mengen an Regen nur schlecht aufnehmen, der Oberboden mit den Nährstoffen und den löslichen Mineralien wird in tiefere Schichten gespült. In diesem Prozess der starken chemischen Verwitterung werden komplexe Minerale (Silikat, Quarz, Kalk) zerlegt und in einfachere Verbindungen (Alkali- und Erdalkalitionen sowie Kieselsäure) zusammengesetzt. Dabei entstehen neue Tonminerale, vorwiegend Kaolinit.¹²

In den oberen Schichten erfolgt eine Anreicherung von unlöslichen Elementen wie Quarz, Fe-, Al- und Mn-Oxide, z.B. Goethit, Hämatit und Gibbsit (relative Sesquioxidanreicherung oder Ferralisation), die den Böden ihre gelbe oder rote Färbung verleihen. Es sind eher saure, humus- und damit nährstoffarme Böden in Savannengegend, anders unter Wäldern und Bäumen, die Streu nachliefern.¹³

Die wasserunlöslichen Oxide bewirken beim Aushärten an der Luft eine zusätzliche, zementähnliche Bindekraft, die dem Lehm als Baustoff eine verbesserte Witterungsstabilität verleiht.¹²

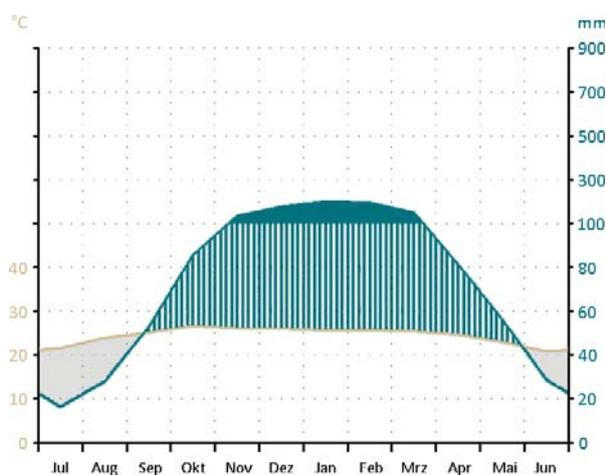
Physikalische Eigenschaften:

- Pseudosandstruktur: stabiles Mikrogefüge, oft schwache ausgeprägte Makrogefüge, leicht zu bearbeiten; trotz hoher Tongehalte ergibt die Fingerprobe zunächst eine schluffig-sandige Textur und erst nach intensivem Reiben eine tonige
- enges Schluff/Ton-Verhältnis, da Schluffpartikel durch intensive Verwitterung zerstört werden.
- geringe Lagerungsdichte, hohes Porenvolumen
- gute Wasserleitfähigkeit, hohe Infiltrationsrate
- gelbe Ferralsole sind reich an Goethit, in rötlichen höhere Anteile an Hämatit.

11 www.fao.org/soils-portal/en/, Soil Atlas for Latin America and the Caribbean, S. 92

12 Horst Schroeder, 2002, 2014, S. 34, S.44

13 Wolfgang Zech u.a., Böden der Welt S. 101-102



Monat	Temperatur (°C)	Niederschlag (mm)
Jul	21,6	16,2
Aug	23,9	27,8
Sep	25,1	52,8
Okt	26,6	85,6
Nov	26,1	133,7
Dez	26,0	176,7
Jan	25,6	199,1
Feb	25,6	194,6
Mrz	25,4	149,6
Apr	24,6	81,4
Mai	22,9	56,2
Jun	20,9	28,6

Temperatur Jahresmittel

24,5°C

Niederschlagssumme

1202,3 mm

1.32

1.4 KLIMAGERECHTES BAUEN

Durch einige Maßnahmen lassen sich komfortable Räume ohne großem Energieaufwand für künstliche Kühlung oder Entfeuchtung schaffen und die Tragstruktur vor der Zerstörung durch die klimatischen Verhältnisse, wie die hohe Luftfeuchtigkeit, und Parasiten schützen.

NATÜRLICHE BELÜFTUNG

- Zur Erleichterung in warmen-heißen und feuchten Monaten.
- Luftgeschwindigkeit von 1 – 1,5 m/s
- Orientierung der Hauptfassade nach der Hauptwindrichtung. Der Druck auf die Fassade verringert sich, wenn sie +/- 30° schräg davon steht.
- Die Tiefe des Raumes muss kleiner als 5mal die Höhe sein.
- Verschließbare Öffnungen (besonders in Gegenden mit Stürmen)

SONNENSCHUTZ

- Orientierung der Längsseite nach Norden und Süden (auf der Südhemisphäre Ausrichtung NNO bis NNW). Weicht die vorherrschende Windrichtung davon ab, bestimmt sie die Orientierung der Fassaden und es muss ein Ausreihen der Sonnenschutz vorhanden sein.
- Leichtbauweise für Tropen (Es soll keine Wärmespeicherung möglich sein.)
- Ausreichend thermale Dämmung, im Besonderen für direkt in der Sonne liegenden Bauteile, z.B. durch hinterlüftet Bauteile (Dach, Wand)
- Außenliegenden Oberflächen in hellen Pastelltönen

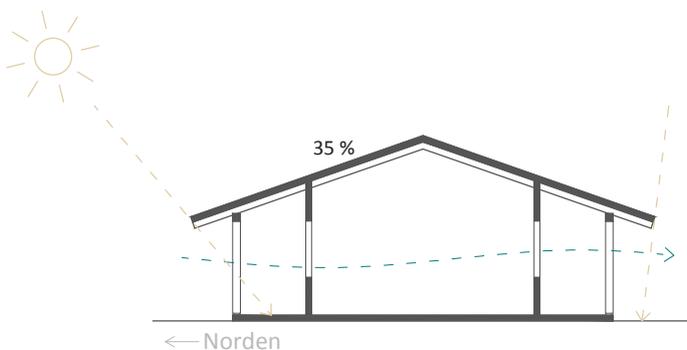
SCHUTZ VOR REGEN

- Durch den großen Unterschied der Luftfeuchtigkeit in der Trocken- und Regenzeit kann es zu Quellen und Schwinden von hygroskopischen Material kommen.
- Die Gefahr der Verwitterung der äußeren Schichten von Lehmwänden während der Regenzeit macht das Auftragen von Putz notwendig. Eine Verbesserung kann durch organische Zusätze oder Zement erreicht werden.¹

ARCHITEKTUR IN SAN IGNACIO DE VELASCO

Die lokalen Bautraditionen zeigen typische Elemente des Bauens in warmen, heißen und feuchten klimatischen Verhältnissen. So finden sich steile Dächer mit tiefer Auskragung, die vor Regen und Sonne schützen. Die Räume sind zumeist zu langen, schmalen Baukörpern angeordnet, die die Querlüftung eines jeden Raumes ermöglichen und Patios und Innenhöfe umgeben.

Die Bauordnung des Departamentos Santa Cruz spiegelt dies wider. So wurde z.B. festgelegt, dass Fensteröffnungen im Ausmaß von 20% der Bodenfläche vorhanden sein müssen. Davon wiederum sind 30% als Belüftungsfläche vorgesehen. Um ausreichende Lüftung zu gewährleisten müssen Gebäude mindestens 1,80 m Abstand zur Grundstücksgrenze halten.²



Schnitt Gebäude spanisch-kolonialistische Architektur 1.33

1 Wolfgang Laubner, 2005, S. 17, 20, 101–105

2 www.cadecocruz.org.bo/UserFiles/File/Reglamento_boliviano_de_la_construccion.pdf

1.5 LEHMBAU

LEHM

„Lehme sind Teil des unter dem Einfluss von Witterung, Flora und Fauna umgebildeten obersten Bereich der festen Erdkruste und deshalb nahezu überall verfügbar.“¹ Als Dreistoffsystem (fest, flüssig, gasförmig) entscheidet die räumliche Anordnung und Verteilung der Bestandteile über die Verwendung als Baustoff.

Die festen Bestandteile, wie Quarz (Silikate), Feldspat, Glimmer, Kalk, Gips, wasserlösliche Salze, Tonminerale, Al- und Fe-Oxide, lassen sich nach der Korngröße in den vier Haupterdarten Kies, Sand, Schluff (Grobkorn) und Ton (Feinstkorn < 0,002 mm) zuordnen. Mit unterschiedlichen Anteilen finden sich alle vier Arten in fast allen Böden, auch Lehm ist ein gemischtkörniger Boden. Ton besteht aus nicht bindekräftigen Anteilen, wie Quarz- und Glimmerplättchen und bindekräftigen Tonmineralen. Sie bestimmen durch ihr Sorptionsverhalten die für das Bauen wichtigen Eigenschaften (Quellen und Schwinden). Je nach Stärke der Verwitterung entstehen unterschiedliche Tonminerale. Die wesentlichen sind Kaolinit (starke Auswaschung – wenig quellfähig), Illit und Montmorillonit (gehemmte Auswaschung – extrem quellfähig).

Das Bodenwasser, als in den Bodenporen frei bewegliches Grundwasser oder als gebundenes Kapillar- und Sorptionswasser, stellt die flüssigen Bestandteile, Wasserdampf in den Porenräumen so wie Luft die gasförmigen.

Lehm wird je nach Entwicklung der natürlichen Lehmlager als Löss und Lösslehm, Geschiebemergel und Geschiebelehm, Verwitterungslehm, Aue- und Gehängelehm, Tone oder Tropische Verwitterungsböden bezeichnet.²

TONMINERALIEN

Aus chemischer Sicht sind Tonminerale Aluminiumsilikate, Großteils aus den Elementen Silicium Si, Aluminium Al, Sauerstoff O und Wasserstoff H, aber auch Eisen Fe und unterschiedliche Elemente der Alkali- bzw. Erdalkaligruppe wie Magnesium Mg, Calcium Ca und Kalium K.

Die Kristallplättchen der Tonminerale setzen sich aus mehreren Schichtpaketstößen zusammen, einer Reihe von Schichtpaketen mit den Bestandteilen SiO Tetraeder (Silicium, Sauerstoff) und AlOH-Oktaeder (Aluminium, Sauerstoff, Wasserstoff), die sich durch den Ausgleich ihrer Ladungen nach Anzahl ihrer Schichten in Zwei- oder Dreischichtmineralien zusammenfügen. Das am häufigsten vorkommende Zweischichtmineral ist Kaolinit, entstanden durch starke, tropische Verwitterung, meist aus sauren Magmatiten. Dreischichtminerale sind Illit, aus Glimmer in gemäßigten Breiten gebildet und in nahezu allen Lockergesteinen Anteile vorhanden, und Montmorillonit, das aus basischen Gesteinen in semiariden Gegenden entstanden ist. Die Kristallstruktur von Zweischichtmineralien ist fest, elektrisch neutral geladen, es werden keine in Wasser oder in Porenwasser gelösten Ionen aufgenommen. Damit ist Quellen und Schwinden nur wenig möglich, an den Rändern der Schichtpakete befinden sich freie elektronische Ladungen. Dreischichtminerale weisen einen negativen Ladungsüberschuss aus, die Struktur ist instabil, positiv geladene Kationen des Porenwassers oder Wassermoleküle, die sich auch zwischen den Schichtpaketen anlagern, gleichen die Ladung aus. Damit weisen Dreischichtminerale eine höhere Plastizität auf, Quellen und Schwinden stärker, das durch Zugabe von Bindemitteln wie Kalk und Zement gesteuert werden kann. Übergangminerale und Minerale mit Wechsellagerungsstruktur sind nicht zuordenbar durch die ungleiche Reihung unterschiedlicher Schichtpakete in Wechsellager.³

BAULEHM- KLASIFIZIERUNG

Mit standardisierten Prüfungen von Körnungskenngrößen, Verarbeitungskenngrößen und Formänderungskenngrößen, den wichtigsten Baustoffkenngrößen für den Lehmabbau, wird die Qualität von Baulehm, seiner Anwendung oder gegebenenfalls Verbesserung nachgewiesen.⁴

1 Horst Schroeder, 2010, S. 32

2 Horst Schroeder, 2010, S. 33- 45

3 Horst Schroeder, 2010, S. 72

4 Horst Schroeder, 2010, S. 45

VERBESSERUNG VON MATERIALEIGENSCHAFTEN⁵

Verbesserungen lassen sich einfach durch ein optimale Kornzusammensetzung und einer sorgfältigen Verarbeitung, längeres rühren und kneten mit anschließendem Mauken (ruhen) erzielen. Bei Zusätzen ist zu beachten, dass während sie einige Eigenschaften verbessern, sie andere Eigenschaften verschlechtern können.

Zum Verringern der Rissbildung beim Austrocknen, dem Erhöhen der Wasserfestigkeit, der Bindekraft, der Druckfestigkeit, der Abriebfestigkeit und der Wärmedämmung werden verschiedene organische (Bitumen), mineralische (Ton, Kalk, Zement, Bims, Blähton, usw.), tierische (z.B. Blut, Urin, Kot, Haare, Knochenleim, usw.) und pflanzliche (Pflanzenfasern, Stroh, Öl, Pflanzensäfte, usw.) Zusätze verwendet.

VOR- UND NACHTEILE VON LEHMBAUSTOFFEN⁶

Vorteile

- reguliert die Luftfeuchtigkeit
- speichert Wärme
- spart Energie, verringert Umweltverschmutzung
- spart Baumaterial- und Transportkosten
- eignet sich für den Selbstbau
- konserviert Holz
- bindet Schadstoffe
- schirmt hochfrequente Strahlung ab

Nachteile

- kein genormter Baustoff
- schwindet beim Austrocknen
- ist nicht wasserfest

⁵ Gernot Minke, 2009, S. 39- 55

⁶ Gernot Minke, 2009, S. 11- 15

HERSTELLUNG VON ADOBE IN BOLIVIEN

Adobe ist ein häufig verwendeter Baustoff in Bolivien. Als lokale, kostengünstige Produkte stellen Lehmziegel vor allem im Selbstbau eine einfache Lösung für das Wohnungsproblem ohne finanzielle oder technische Unterstützung dar.⁷ Ihre thermisch-isolierende Eigenschaft bietet einen entscheidenden Vorteil vor allem auch für das Bauen im kalten Hochland, dem Altiplano.

Adobe sind manuell mit einfachen Werkzeugen herstellbar (Schubkarre, Schaufel, Spitzhacke, Hackmesser, Adobe-Form, Holzleiste). Sie bestehen aus Stroh, Wasser und einem Lehm mit einer durchschnittlichen Zusammensetzung von 20% Sand, 20% Schluff und 60% Ton.

In einem Haufen gesiebter Erde wird eine Vertiefung gedrückt und Wasser und Stroh (ca. 10cm lang) hinzugefügt und vermischt bis eine homogene Masse entsteht, die 12 bis 24 Stunden am besten abgedeckt ruhen und durchweichen soll. Die Lehmmasse wird in die zuvor gesäuberten und angefeuchteten Adobe-Formen gefüllt, verdichtet und mit einer Holzleiste abgezogen, sodass eine ebene Fläche entsteht. Sind die Adobe trocken werden sie gereinigt und die Qualität und Festigkeit vor dem Gebrauch geprüft.⁸

In San Ignacio de Velasco gebräuchliche Dimensionen

alt 40 x 20 x 12cm

heute 40 x 20 x 10cm

⁷ Arquitectura en Bolivia S. 53

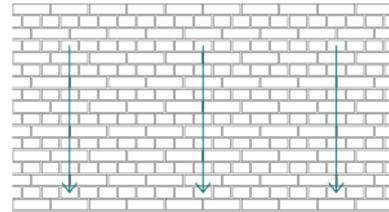
⁸ FAO, European Commission, Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos, 2012



Herstellung von Adobe 1.34

KRAGBOGEN- HAUS MELNIKOV

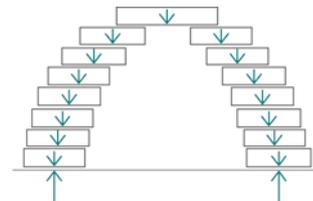
Die Lastabtragung von Mauerwerken erfolgt üblicherweise vertikal als Druckbeanspruchung (Scheibe: die Beanspruchung erfolgt in ihrer Ebene)⁹



1.35

Falscher Bogen oder Kragbogen

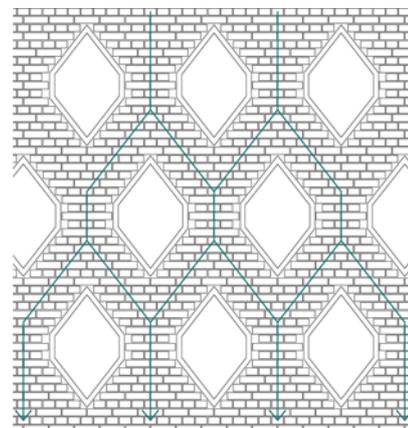
Horizontale Lagen kragen Schicht für Schicht vor bis sie sich in der Mitte treffen. Es entsteht eine spitzbogige Form, eine Annäherung an ein gleichseitiges Dreieck¹⁰



1.36

Melnikov Haus

Erbaut 1929 in Moskau von Konstantin Melnikov für sich und seine Familie, ist das Melnikov Haus als zylindrische Baukörper mit einem diagonalen Raster aus Ziegelsteinen als Tragstruktur, eine stabile Struktur, die keine weitere Aussteifung braucht. Der Diagonalraster funktioniert nach dem Prinzip eines Kragbogens.¹¹



1.37

9 Günter Pfeifer u.a., 2001, S. 92
 10 Renate Löffbecke, 2012, S.21- 22
 11 Laurence King Publishing, 2006, S. 66



1.38

2 SCHULE

2.1 VOM LERNEN UND LEHREN

BILDUNG, ERZIEHUNG, SCHULE - GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK

Lehren in organisierter Form war in Europa schon im Altertum (1000 v. Chr. – 500 n. Chr.) geläufig. Lehrer, ein schlecht bezahlter und wenig angesehener Beruf, gaben durch einfaches Vorzeigen das Grundwissen für die spätere, richtige Ausbildung im Jugend- und Erwachsenenalter weiter. Bildung war eine zeitlebens, persönliche Entwicklung, ein Veredeln des Selbst.

Im Mittelalter (500 – 1500), auch heute noch, war Schulbildung Angelegenheit der Kirche. In Dom- und Klosterschule wurde der geistliche Nachwuchs unterrichtet, ihm war das Erlernen von Kulturtechniken wie Lesen und Schreiben vorbehalten. Das gelehrte Wissen sollte ohne Zweifel und persönliche Meinung aufgenommen werden. Für die weltliche Bevölkerung bestand die Möglichkeit gegen Bezahlung Schreib- und Leseschulen zu besuchen. Unterrichten fand in kleinen, altersunabhängigen Gruppen statt und war als Handwerk in Zünfte organisiert. Berufsrelevantes Wissen und gesellschaftliche Moralvorstellungen wurden innerhalb der Stände und Zünfte bzw. der Familie weitergegeben.

Durch die schnelle Entwicklung der Technik während der industriellen Revolution in der Neuzeit (ab 1500) waren besser ausgebildete Arbeiter gefragt, die allgemeine Schulpflicht wurde eingeführt. Kinder gleichen Alters wurden in Form von Frontalunterricht unterwiesen, dies hatte Folgen für den Schulbau. Durch die gewachsene Bedeutung ihrer Zuständigkeit entstand ein neues Selbstbewusstsein für den Lehrberuf. Mit Schule wurden Begriffe wie Zucht und Strenge assoziiert.¹

Um 1900 entstand die Bewegung der Reformpädagogik, die die Lehrmethoden an den Regelschulen – reines Lernstoff pauken - in Frage stellte und mit unterschiedlichen Ansätzen die Entwicklung der Kinder altersgerecht, ihre Individualität und Kreativität respektierend zu fördern als Ziel hatten. Die Prinzipien der Reformpädagogik, z.B. Montessori- und Waldorfpädagogik, wurden in den 1960/70er zeitgemäß weiterentwickelt. Elemente davon haben Eingang in die heutigen, modernen Pflichtschulen gefunden.²

Montessori-Pädagogik – Maria Montessori (1870 – 1952)

Die italienische Kinderärztin Maria Montessori entwickelte durch ihre Arbeit mit behinderten Kindern eine Methode zur allgemeinen, erzieherischen Förderung von Kindern in Kindergarten- und Volksschulalter. In einer der Körpergröße der Kinder angepassten und ästhetisch ansprechenden „vorbereiteten Umgebung“ werden Materialien, die die Sinne ansprechen und zum Forschen und Probieren einladen, angeboten. Kinder dreier Jahrgänge lernen unterstützt durch einen Erzieher gemeinsam. Durch das freie Spielen (Kindergarten) und freie Arbeiten (Schule) soll ein selbständiges, die Individualität der Kinder respektierendes Lernen stattfinden. An Montessori's Pädagogik wurde kritisiert, dass kreative Aktivitäten zu wenig Beachtung finden.³

Waldorfpädagogik – Rudolf Steiner (1861 – 1925)

Die erste Waldorfschule gegründet 1919 von Emil Molt, den Direktor der Waldorf-Astoria-Zigarettenfabrik, als Schule für die Kinder seiner Arbeiter beruht auf den Gedanken und der Weltanschauung Rudolf Steiners, der Anthroposophie, die Steiner selbst als den „Erkenntnisweg ...“, auf dem der Mensch durch fortschreitendes Eindringen in die Wirklichkeit zur Entfaltung seines seelisch-geistigen Wesen gelangt“⁴ nennt und Bereiche wie Medizin, Landwirtschaft, Sozialwissenschaften, Pädagogik u.a. umfasst. Er entwickelte den Ansatz den Lehrinhalt an die unterschiedlichen Lebensphasen anzupassen. Zu Beginn steht das Herstellen einer persönlichen Beziehung zum Lernenden durch eigenes Erleben und Erkennen, ältere Kinder sollen sich zunehmend mit intellektuellen, wissenschaftlichen Inhalte selbständig auseinandersetzen.

Die Waldorfschulen sind heute eine eigenständige Organisation. In den zwölfklassigen Gesamtschulen gibt es kein Aufsteigen, die Benotung erfolgt in einer Beschreibung der Entwicklung des Kindes. Durch ein ausgewogenes Verhältnis von wissenschaftlichen, kreativen, handwerklichen und berufsbezogenen Lerneinheiten soll die Persönlichkeit als Ganzes gefördert werden. Im Epochenunterricht werden

Im Epochenunterricht werden Themen außerhalb des Lehrplans vertieft. Trotz der Kritik, dass Steiner's Theorie der übersinnlichen Erkenntnis wenig wissenschaftlich und damit als Grundlage einer Pädagogik, die sich auch weiterentwickeln lässt, nicht geeignet ist, erzielen die Waldorfschulen positive Ergebnisse.⁵

Neben seiner theoretischen Arbeit (Schreiben, Vorträge) setzte Rudolf Steiner seine Philosophie als Künstler und Architekt um. Nach seiner Regietätigkeiten für Theateraufführungen der „Dramatische Gesellschaft“ in Berlin (1897 – 1907) führte er für die Theosophische Gesellschaft in München (ab 1907) selbst geschaffene Mysteriendramen auf, die die Tiefen der geistigen Seelenwelt bildlich darstellen sollten. In Dornach, Schweiz, wurde ihm die Gelegenheit gegeben für die Mysteriendramen einen angemessenen Raum zu schaffen. Aus der Funktion heraus und auch Vorbild der wachsenden Natur schuf er in Form zweier sich schneidender Kuppeln einen organischen Bau, das erste Goetheanum (1912 – 1922), umgeben von einigen Mehrzweckbauten, wie das Heiz- oder das Glashaus, die er nach demselben Prinzip entwickelte. Nach einem vernichtenden Brand in der Silvesternacht 1922 entwarf Steiner das zweite Goetheanum aus Beton, das beim Versuch dem Material in Form und Stil gerecht zu werden ein Gebäude mit skulpturalen Charakter ergibt.⁶



2. Goetheanum, Dornach 2.01

SCHULE HEUTE

In erster Linie sind Schulen Lernorte, an denen Kinder intellektuell gebildet und ein bestimmten Wissenstand erreicht werden soll. Sie sind aber auch Wohnraum für die Kinder, in dem sie miteinander und voneinander lernen und leben, sich sozialisieren. Mit der Tendenz zu Ganztagschulen wird dieser Punkt umso wichtiger. Die Rolle der Architektur beschrieb Loris Malaguzzi in den 1980er schon, indem er den Raum als dritten Pädagogen nach den Mitschülern und den Lehrern nannte.

Ein Schulgebäude muss differenzierte Räume, sowohl für das Lernen als auch für die Pausenzeiten, bieten, die den unterschiedlichen Bedürfnissen von Gemeinschaft und Rückzug gerecht werden, aber auch durch seine Gestaltung durch Materialwahl, Konstruktion, technischen Lösungen und einem übersichtlich strukturierter Grundriss Ideen zu Nachhaltigkeit, Ordnung, Gemeinschaftsinn und Identität vermitteln.

Lernen erfolgt auf drei grundsätzliche Arten, unabhängig von Alter, Fach oder Schultyp. Das rezeptive Lernen geschieht durch Lesen und Hören von lebhaften Vorträgen, Geschichten, Gesetzmäßigkeiten und vorbereitetes Wissen. Produktives Lernen ist ein selbständiges Erkunden, das seine Zeit braucht, mitunter ungeordnet erscheint, aber dauerhaften Eindruck hinterlässt, z.B. Projektarbeiten. Das Wiederholen und Üben des Gelernten nennt man reproduktives Lernen.

Zusätzlich lässt sich Lernen in vier Lernformationen unterteilen. Sie reichen von Selbstunterricht, dem in Ruhe alleine Versuchen, zu Einzelunterricht, der individuelle Betreuung durch Lehrer oder Partnerarbeit mit Mitschülern, über Zuhören und sich selbst Ausdrücken in Kleingruppen (bis zwölf Teilnehmer, um die Mitarbeiter aller zu erleichtern) bis zur Demonstration vor der Klasse oder der gesamten Schule mit den Schülern als Zuhörer. Eine ausgewogene und abwechslungsreiche Mischung aller Lernarten und -formationen sind wesentlich für ein positives Lernerlebnis. Dafür reicht bis zur 7., 8. Klasse die Stammklasse, wenn sie entsprechend eingerichtet, groß und unterteilbar ist, ähnlich einer Werkstatt oder einem Atelier.

- 1 Ewald Terhart, 2009, S. 21- 29
- 2 Leo Roth (Hrsg.), 1991, S. 298
- 3 Thomas Müller/Romana Schneider (Hrsg.), 2002, S. 17 – 24
- 4 Leo Roth (Hrsg.), 1991, S. 418- 421
- 5 Leo Roth (Hrsg.), 1991, S. 419
- 6 Walter Kugler, 1991, S. 93- 143

Flexible, unterteilbare Flächen lassen sich nach drei Prinzipien umsetzen, z.B. durch Auflösen der Klassenräume in einen Raum, der durch Zonierung, auch über verschiedene Ebenen, Nischen und Plätze bildet. Ein großer Nachteil ist dabei die Akustik und mögliche Ablenkung durch andere Schüler. Klassenzimmer um eine zentrale, multifunktionale Halle angeordnet wirkt diesem Problem entgegen. Von Vorteil erweist sich ein Clustersystem in dem zwei bis sechs Klassenzimmer um einen gemeinsamen Bereich, der Erschließungs-, Service- und Gemeinschaftsbereich umfasst, einen eigenen Bereich bilden. Die kleinen Einheiten sind für Schüler übersichtlich, ein geschützte Bereich.⁷

7 Arno Lederer/Wüstenrot Stiftung (Hrsg.), 2010, S. 19- 30

DAS SCHULSYSTEM IN BOLIVIEN

1. – 8. Klasse (6 – 11 Jahre)	Primaria	Allgemeine Schulpflicht
9. – 12. Klasse (12- 17Jahre)	Secundaria	Abschluss ähnlich Matura

Das offizielle Alter für den Schulbeginn liegt bei sechs Jahren.⁸ Die ersten acht Schulstufen werden als Primaria bezeichnet und sind allgemein verpflichtend. Darauf folgt die Secundaria, die weitere vier Schulstufen umfasst und mit einem der Matura ähnlichen Abschluss endet. Anschliessend besteht die Möglichkeit eine Hochschule zu besuchen. Seit 1994 wurden mehrere Bildungsreformen durchgeführt, mit dem Ziel die Alphabetisierung, vor allem der bislang benachteiligten indigenen Bevölkerung, voranzutreiben. Es wird überwiegend auf Spanisch unterrichtet, jedoch werden auch lokale indigene Sprachen einbezogen. Zwar gibt es allen zugängliche öffentliche Schulen ohne Schulgebühren, hier sind von den

Eltern aber zumeist die Kosten für Bücher, Uniformen oder Ähnlichem zu tragen. Auf jeder höheren Ebene des Bildungssystems steigen auch die damit verbundenen Kosten. Somit ist Bildung für die wirtschaftlich benachteiligten Teile der Bevölkerung, besonders für Frauen, immer noch schwierig zu erreichen. Universitäten und Fachhochschulen sind darüber hinaus meist privat und damit generell kostenpflichtig.⁹

FASSIV – FUNDACION DE AYUDA SOCIAL SAN IGNACIO DE VELASCO

Medizinische Betreuung, (Aus-)Bildung und gesellschaftliche Teilhabe sind für Menschen mit Behinderung in Bolivien nur schwer zu erreichen. 90 % sind ohne Arbeit und lediglich 1,7 % der Kinder mit Behinderung wird Bildung zuteil. Dieses Missstandes nimmt sich FASSIV, das einzige Zentrum für Kinder und Jugendliche mit Behinderung in der abgelegenen Region, an. Zurzeit ermöglicht es rund 80 Kindern den Schulbesuch, hauptsächlich vor Ort in der Sonderschule des Zentrums aber auch in Zusammenarbeit mit öffentlichen Schulen. Darüber hinaus erwerben die Kinder in Werkstätten praktische Fähigkeiten, wie zum Beispiel das Herstellen von Kunsthandwerk oder Handarbeiten, die es ihnen ermöglichen sollen später den eigenen Unterhalt selbständig zu verdienen. Durch Organisieren von Operationen, Physio- oder anderen Therapien, Aufklärung und Unterstützung der betroffenen Familien schließt Fassiv eine Lücke im öffentlichen Gesundheits- wie auch im Bildungswesen.¹⁰

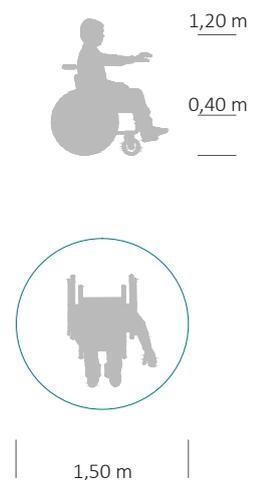
8 http://www.grenzenlos-online.at/public/Sp_BOLIVIEN-Bildung.pdf, 2015

9 www.epdc.org/sites/default/files/documents/EPDC_Bolivia.pdf, 2015

10 www.light-for-the-world.at/news_articel.php?id=fassiv, 2015

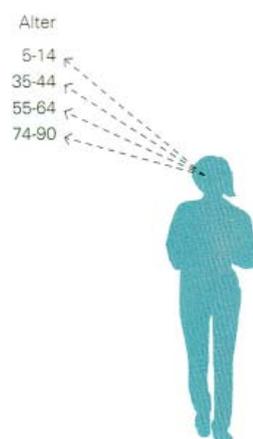
2.2 BARRIEREFREIHEIT

In Österreich regelt die ÖNORM B 1600 „Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen“ die Zugänglichkeit von Gebäuden und Anlagen. Im Laufe des Lebens erfährt jeder, vorübergehend oder permanent, körperliche Einschränkungen, die meistens mit einem erhöhten Platzbedarf einhergehen. Die Erschließungsflächen sollten ausreichend Platz bieten, die Bewegungsfläche von Rollstuhlfahrer z.B. hat einen Drehradius von 150 cm, ein Steigung von 6 % darf nicht überschritten werden, das Material soll ausreichend rutschhemmend, möglichst erschütterungsarm und kontrastreich zu angrenzende Bauteilen sein und je nach Situation durch eine Geländer mit Handlauf in Höhe von 85 – 90 cm ergänzt werden, eine Greifhöhe. Durch genügend Abstand (50 cm) zu Wänden und Unterfahrbarkeit (ein lichter Freiraum von 80 cm in der Breite, mindestens 30 cm in der Höhe und mindestens 20 cm in der Tiefe) ist die Bedienbarkeit von Elementen wie Türklinken, Waschbecken usw. sichergestellt.¹



1 ÖNORM B 1600 <https://www.austrian-standards.at/home/>, 2015

Bewegungsfläche und Greifhöhe von 2.04 Personen im Rollstuhl



Aufwärtsbeweglichkeit der Augen in 2.02 unterschiedlichen Alterstufen



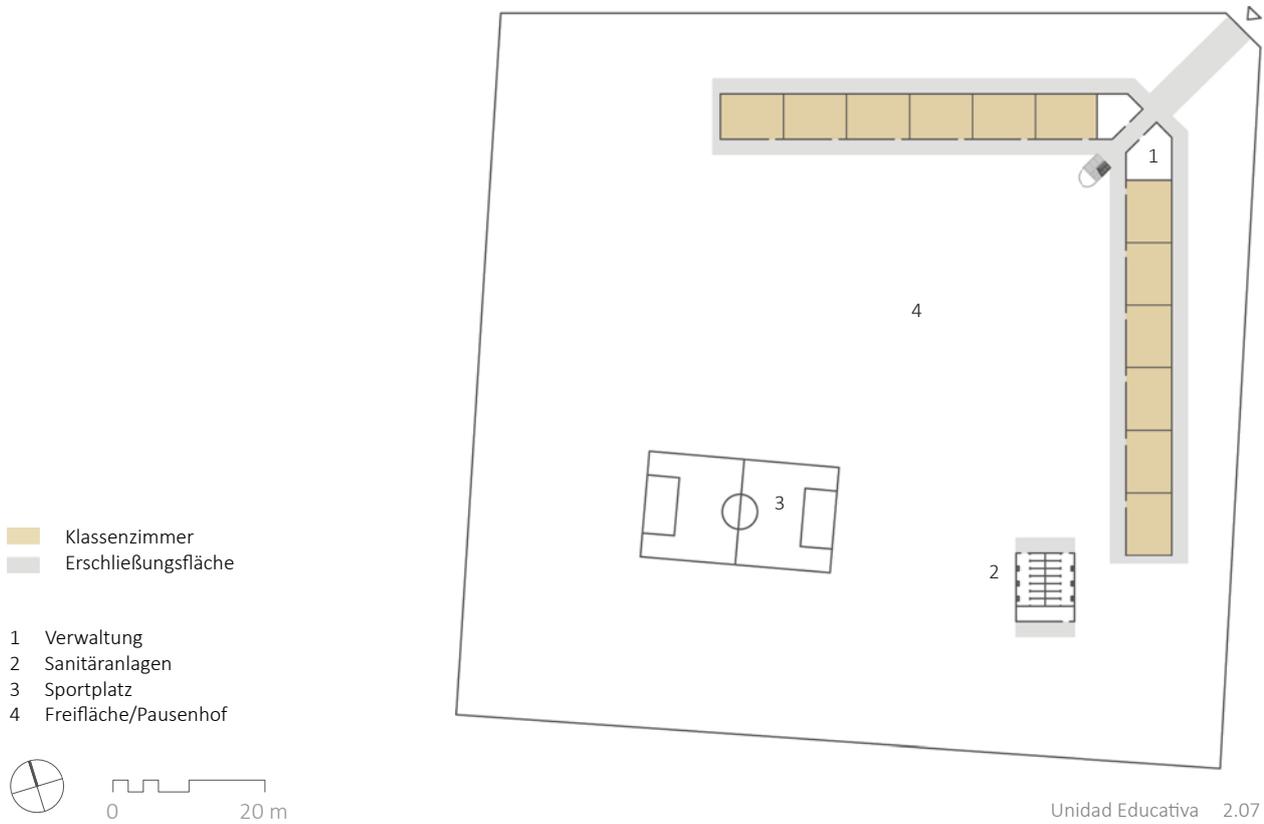
Körperwachstum und Veränderung 2.03 der Körperproportionen bei Kindern und Jugendlichen von 3 bis 18 Jahre entsprechend DIN 33402-2 (1986)



Schulgebäude mit Pausenhof 2.05



Klassenzimmer 2.06



Unidad Educativa 2.07

2.3 SCHULBAUTEN VOR ORT

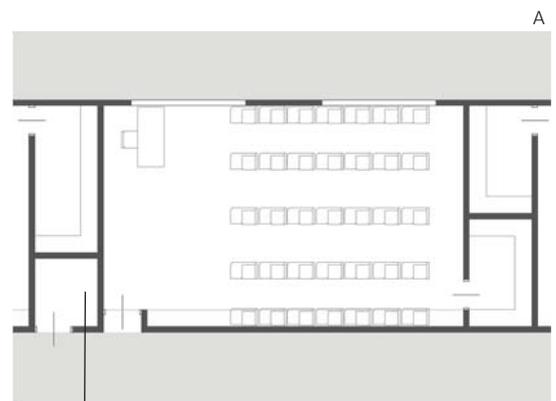
UNIDAD EDUCATIVA

Die Schule besitzt eine einfache Gebäudestruktur, ein länglicher Baukörper mit auskragendem Satteldach in L-Form. Der Eingang erfolgt zentral über das Eck, das die Verwaltung über zwei Geschossen beherbergt. Links und rechts davon gehen die überdachten Gänge, die die 12 Klassenzimmer erschließen, ab. Sie bilden den Rahmen für den Pausenhof.

ENTWURF INTEGRATIONSSCHULE FASSIV SAN MIGUEL

Die von Dorado Arquitectura entworfene Schule hat wie vom Bauherr gewünscht neben den 12 Klassenzimmer zusätzlich Förderklassen und Werkstätten. Die Anlage wurde umgesetzt in der üblichen Bauweise, längliche Baukörper mit vorgezogenen Satteldächern. Die Klassenzimmer haben eine annähernd gleiche Dimension wie in Österreich.

¹ ÖNORM B 1600 <https://www.austrian-standards.at/home/>, 2015



Barrierefreies WC $\geq 165 \text{ cm} \times \geq 180 \text{ cm}$

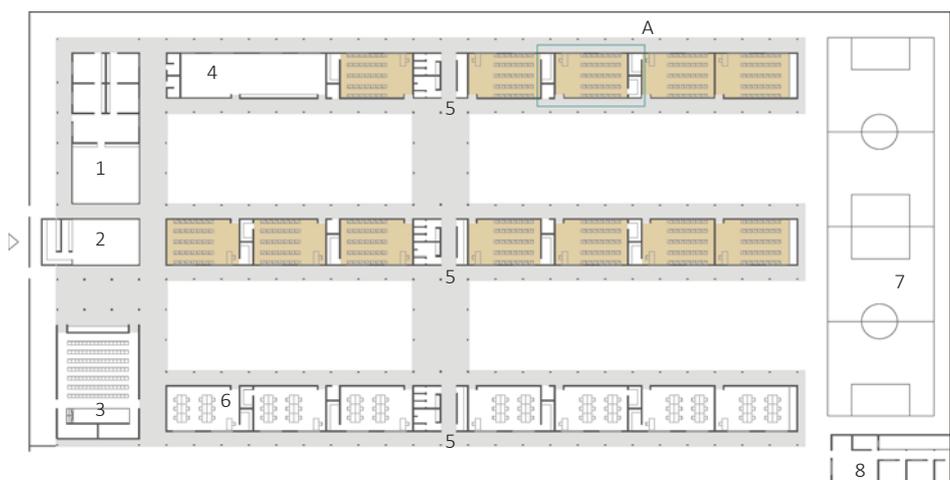
2.08



Vergleich Barrierefreies WC nach ÖNORM B 1600¹:
 beidseitig anfahrbar $\geq 220 \text{ cm} \times \geq 215 \text{ cm}$
 einseitig anfahrbar $\geq 220 \text{ cm} \times \geq 215 \text{ cm}$ ¹²
 Da es so gut wie keine elektrischen Rollstühle gibt, ist der Platzbedarf geringer.

■ Klassenzimmer
 ■ Erschließungsfläche

- 1 Verwaltung
- 2 Mensa
- 3 Veranstaltungssaal
- 4 Physiotherapie
- 5 Toiletten
- 6 Werkstätten
- 7 Sportplatz
- 8 Portierswohnung



Schule San Miguel 2.09



2.10

2.4 BEISPIELE SCHULBAUTEN

BERNOULLIGYMNASIUM, WIEN

Architekten: Roland Rainer
 Fertigstellung: 1973
 Größe: -
 Klassen: 39
 Schultyp: Gymnasium
 Hallenschule

Der Mittelpunkt der Schule ist die große Halle, die alle Bereiche vertikal und horizontal miteinander verbindet und als Erweiterung der Klassenzimmer gedacht ist. Im Norden sind im Erdgeschoss der Turnsaal, im Obergeschoss die Spezialklassenzimmer und Lehrerzimmer angeordnet, Richtung Süden und Osten auf zwei Ebenen die Klassenzimmer, im Obergeschoss nach innen versetzt, sodass Terrassen entstehen. Die Klassenzimmer verfügten über ein durchdachtes Belichtungssystem. Die Belichtung von drei Seiten erzeugt einen sechseckigen Grundriss, ein undurchsichtige, transluzente obere Bereich des Fensters ermöglichte eine tiefere Belichtung des Raums, der Rest des Fensters war mit einem Sonnenschutz versehen. Bei Umbauten und wurden die Fensterflächen der Klassenzimmer durch Eternitplatten verkleinert und später größere, rechteckige Klassenzimmer dazu gebaut.¹

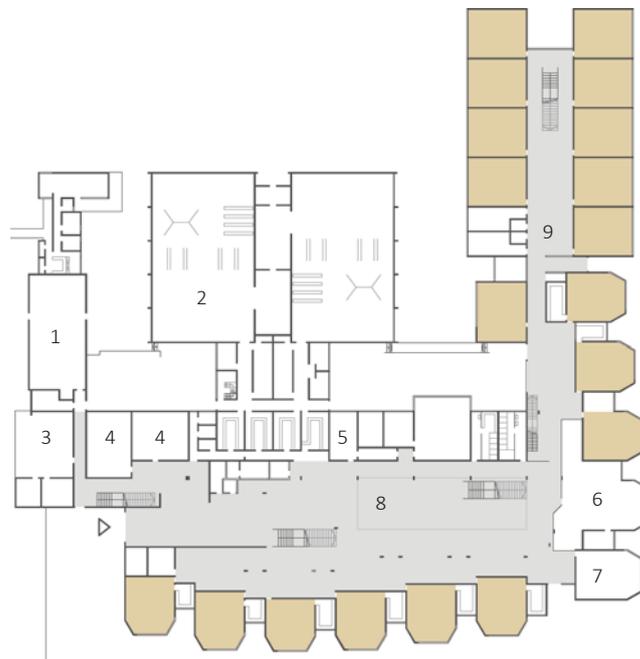
1 Roland Rainer, 2003, S. 121

■ Klassenzimmer
 ■ Erschließungsfläche

- 1 Musikerziehung
- 2 Turnsaal
- 3 Speisesaal
- 4 Tagesbetreuung
- 5 Technisches Werken
- 6 Bibliothek
- 7 EDV
- 8 Halle
- 9 Zubau Klassenzimmer



0 20 m



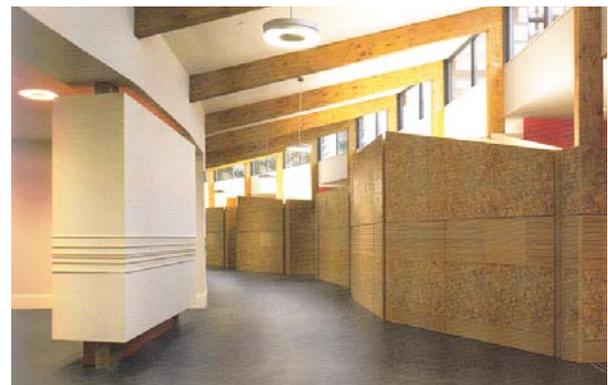
HAZELWOOD SCHOOL, GLASGOW

Architekten: Gordon Murray & Alan Dunlop Architects
 Fertigstellung: 2009
 Größe: 2,666 m²
 Klassen: 60 Schüler
 Schultyp: Kindergarten bis 19 Jahre
 Gangschule



Die Hazelwood Schule ist ein Institut für Kinder mit Behinderung. Unterstützung zur Selbständigkeit war ein grundlegender Gedanke des Entwurfs, daher wurde das Gebäude einfach und übersichtlich strukturiert, alle Funktionen entlang eines Ganges angeordnet, der durch seine kurvige Form zwei Höfe bildet; zum einen den Eingangsbereich mit angeschlossenen Therapieräumen, zum anderen der Garten, um den die Klassenzimmer liegen.

Der Gang ist mit einer taktilen Wand aus unterschiedlich bearbeiteten Holzelementen ausgestattet, die Tast- und Geruchssinn ansprechen und als Orientierungshilfe und großzügiger Stauraum für alltägliche Hilfsmittel der Kinder dient.²



2 Sibylle Kramer, 2010, S. 114

2.12



2.13



HELLERUP SCHULE, GENTOFTE, DÄNEMARK

Architekten: arkitema Architekten
 Fertigstellung: 2002
 Größe: 8 200 m²
 Klassen: 600 Schüler; 6- 16 Jahre
 Schultyp: Gesamtschule
 Offener Grundriss



Von außen zeigt sich die Hellerup Schule in einer schlichten, quadratischen Form, im Gegensatz dazu wurde der Innenraum offen und organisch konzipiert, die Vernetzung als Grundgedanke. Die zentrale Treppe im Atrium verbindet alle Ebenen, die Brücken und Balkone, und ist Treffpunkt für viele Tätigkeiten, von Gruppenarbeiten, Versammlungen bis Pausenhof. Unterrichtet wird in den leiseren Bereichen des Gebäudes. Anstelle von Klassenzimmer finden sich Zonierungen, die durch bewegbare, dem Alter der Kinder angepasster Möblierung, Regale, Schränke und Bildschirme, entstehen und den Kindern Geborgenheit vermitteln.³

³ <http://arkitema.dk/projekter/laering/hellerup-skole#!http://arkitema.dk/projekter/laering>, 2015

2.14

- Klassenzimmer
 - Erschließungsfläche
- 1 Eingang
 - 2 Pausen-, Mehrzwecksaal
 - 3 Offene Unterrichtszonen
 - 4 Fachunterricht
 - 5 Archiv- und Materialraum
 - 6 Lehrerbereich
 - 7 Werken, Handarbeit, Zeichnen
 - 8 Sporthalle



2.15

BILDUNGSCAMPUS HAUPTBAHNHOF WIEN

Architekten: PPAG
 Fertigstellung: 2014
 Größe: 12 960 m²
 Klassen: 48 Klassen, 0- 14 Jahre
 Schultyp: Kindergarten, Volksschule,
 Hauptschule/Neue Mittelschule

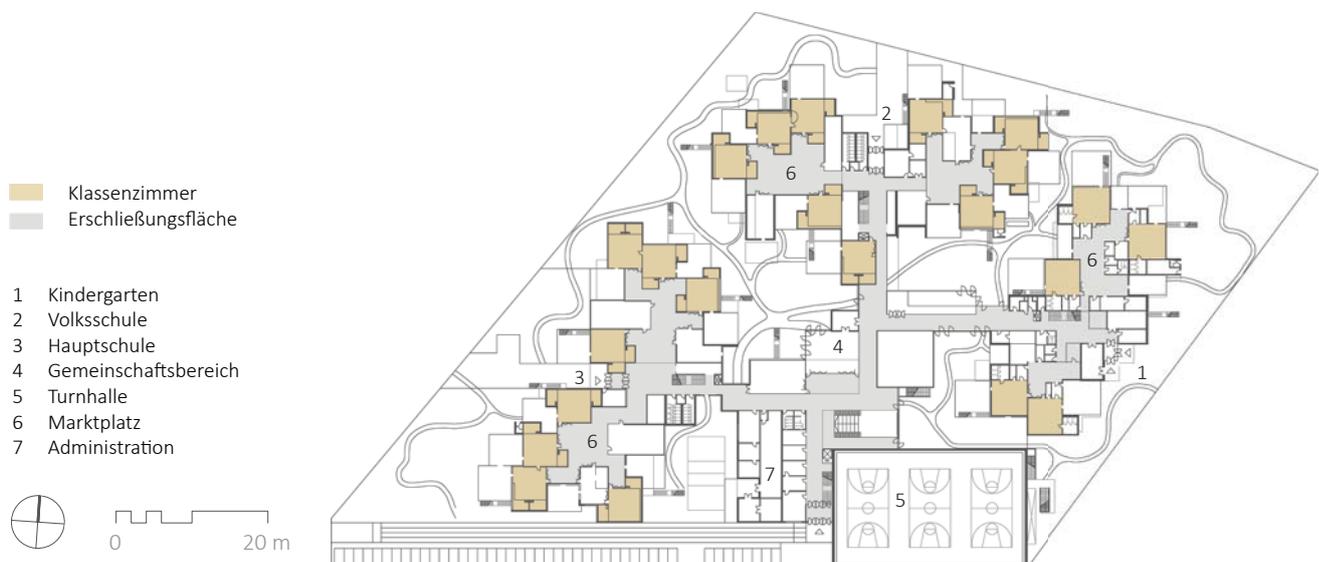
Clustersystem

Mit Kindergarten, Volksschule und Hauptschule/Neue Mittelschule ist der Bildungscampus Sonnwendviertel eine relativ große Anlage, die durch Clusterbildung gut übersichtlich organisiert wird. Jeder Bereich unterteilt sich in vier Cluster, die sich um die Gemeinschaftsräume, wie Speisesaal, Mehrzweckhalle, Sporthalle, Spezialunterrichtsräum usw., anordnen und die sich wiederum gliedern in vier Klassenzimmer, einen Projektraum und einen Lehrer-Teamraum um eine Gemeinschaftsfläche, den Marktplatz. Jedes Klassenzimmer verfügt über eine Rückzugsnische und eine Außenfläche, die Klassenzimmer im Obergeschoss sind versetzt. Es entsteht eine verästelte Struktur mit abwechslungsreichen Räumen, die gemeinschaftliches Lernen unterstützen.⁴

4 <http://www.ppag.at/de/projects/bildungscampus/2015>



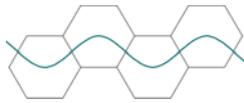
2.16



2.17

3 KONZEPT

3.1 KLASSENZIMMER



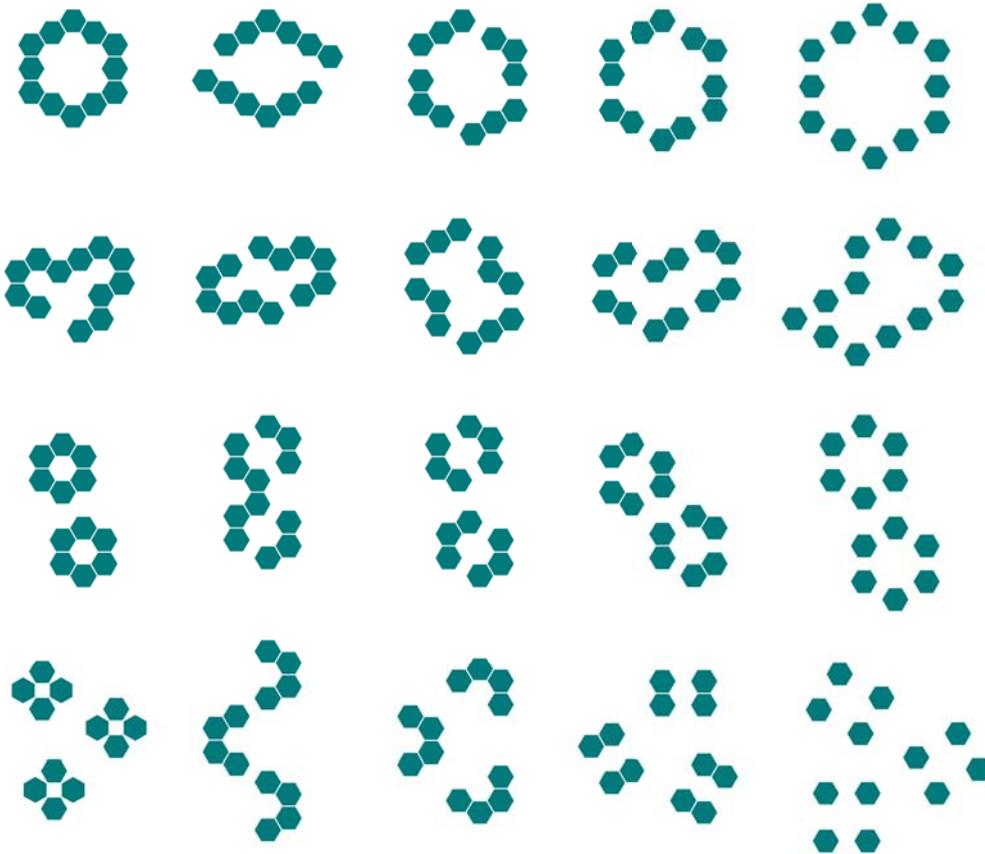
3.01

1 FORM

Das Ziel war es eine Grundrissform zu finden, die gemeinsames, selbständiges Arbeiten fördert und die typische Gebäudestruktur, die längliche Baukörper mit langen, geraden Gängen, durchbricht und in eine Netzwerkstruktur auflöst, aber die Funktionalität des klimagerechten Bauen (Querlüftung, vorgezogenes Dach, usw.) beibehält.

Beim Zusammenfügen von sechseckigen Klassenzimmern bilden sich automatisch Cluster mit Innenhöfen. Zusätzlich ist das Sechseck eine stabile Form, die Wände steifen sich gegenseitig aus.

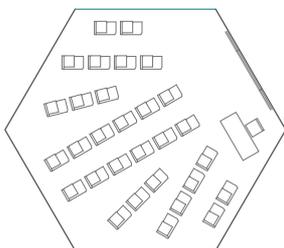
2 CLUSTER



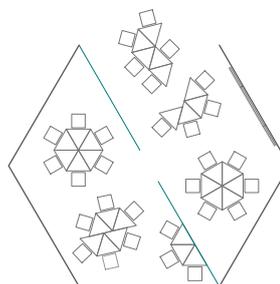
3.02

3 FLEXIBILITÄT

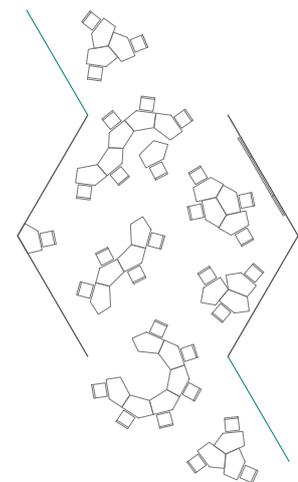
Die Vorgaben des Raumprogramms sehen 12 Klassenzimmer und zusätzlich 4 Klassen für Förderunterricht vor. Durch klappbare Wände entstehen unterschiedliche räumliche Situationen, die verschiedene Möglichkeiten für Unterrichten und Lernen bieten, offenere und geschlossener Räume. Die Förderklassen lösen sich auf im Clustersystem der Schule.



geschlossener Raum
(Frontalunterricht)

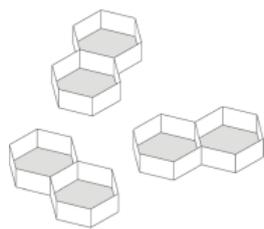


geteilter Raum
(Selbstunterricht, Einzelunterricht, ...)



offener Raum
(Gruppenarbeit, Präsentieren, freies Arbeiten, Entspannen, Spielen, ...)

Veränderbares Klassenzimmer, 30 Sitzplätze, unterschiedliche Möblierung, 3.03



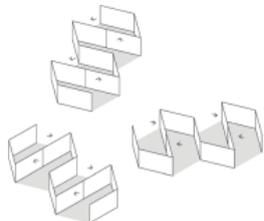
Ausgangssituation
6 Klassenzimmer

ANALYSE FLEXIBLER GRUNDRISS - CLUSTER AUS SECHS
KLASSENZIMMER

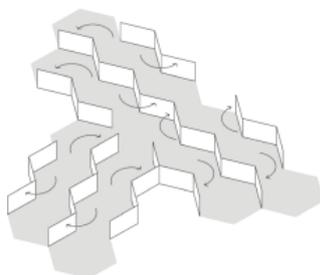
Durch unterschiedliche Anordnung und Anzahl der klappenden
Wände entstehen verschiedene Grundrisse.



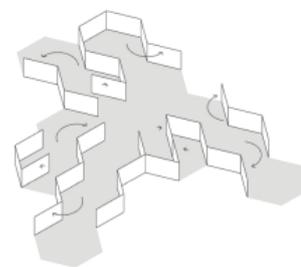
Variante 1
2 Klassenzimmer mit je 2 klappen-
den Wänden gegenüberliegend



nach innen geklappt



nach außen geklappt



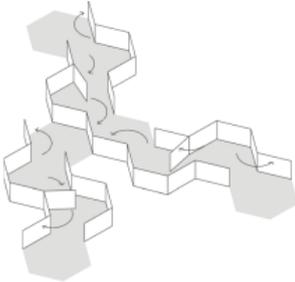
nach innen und außen geklappt



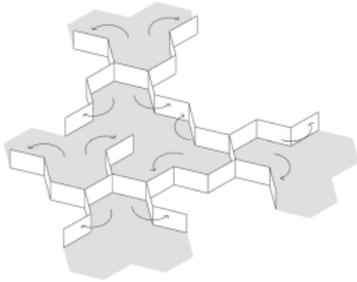
Variante 2
2 Klassenzimmer mit je 1 klappen-
den Wand,klappende Trennwand



Variante 3
2 Klassenzimmer mit je 2 klappen-
den Wänden nebeneinander



nach außen geklappt



nach außen geklappt

CLUSTER

besteht aus...

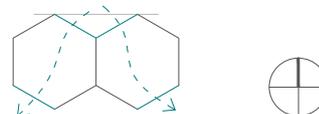
4 Klassenzimmer

2-4 Gemeinschaftsfläche/
Terrassen

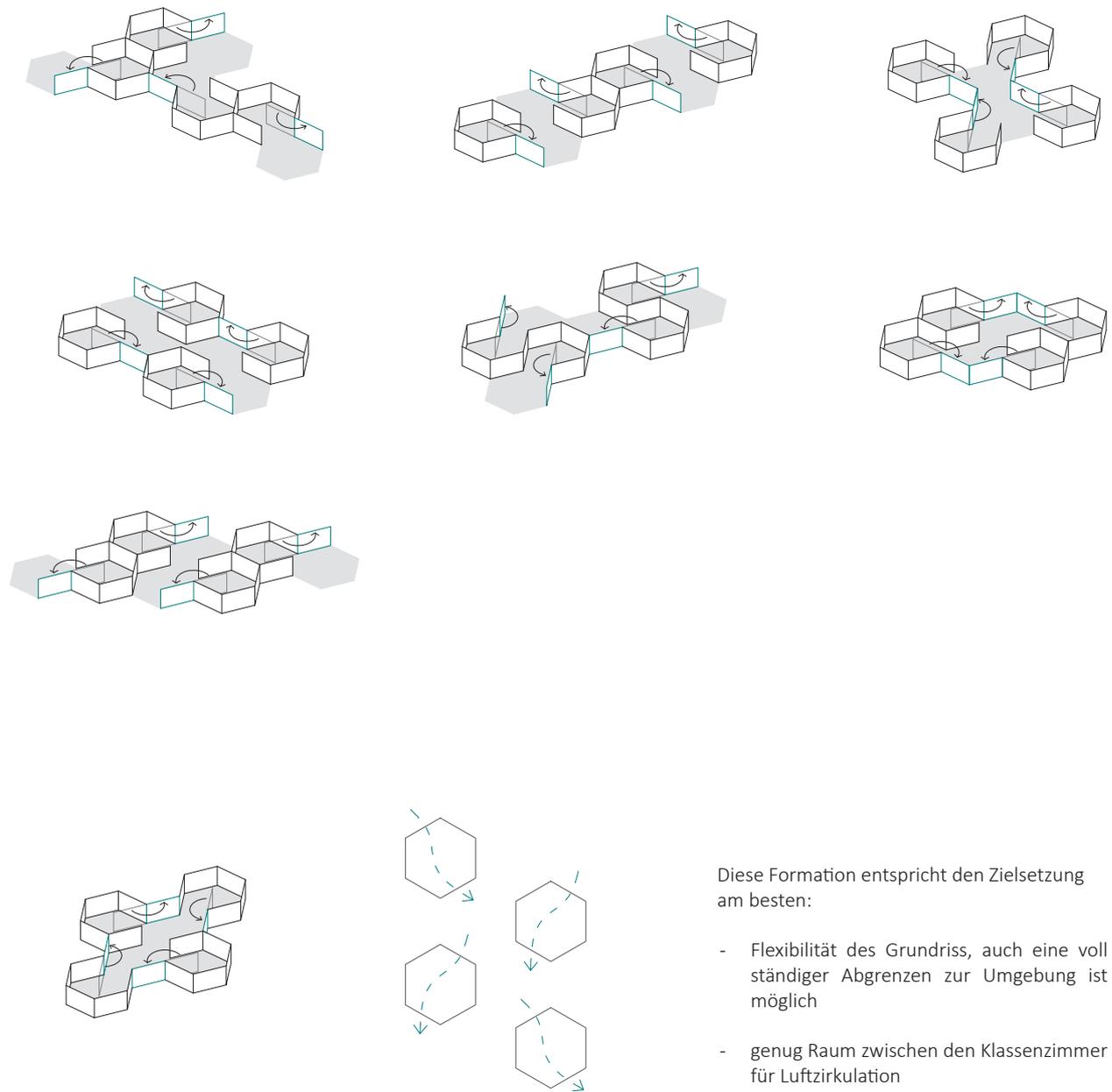


Jedem Cluster ist ein
Serviceraum (WC, Kästchen)
zugeordnet ist.

Die Klassenzimmer sind 30° von Norden weggedreht
(Hauptwindrichtung Nord-Nordost) und an diesen Seiten mit
großen Fensteröffnungen versehen, um optimale Bedingun-
gen für die Querlüftung zu erreichen.



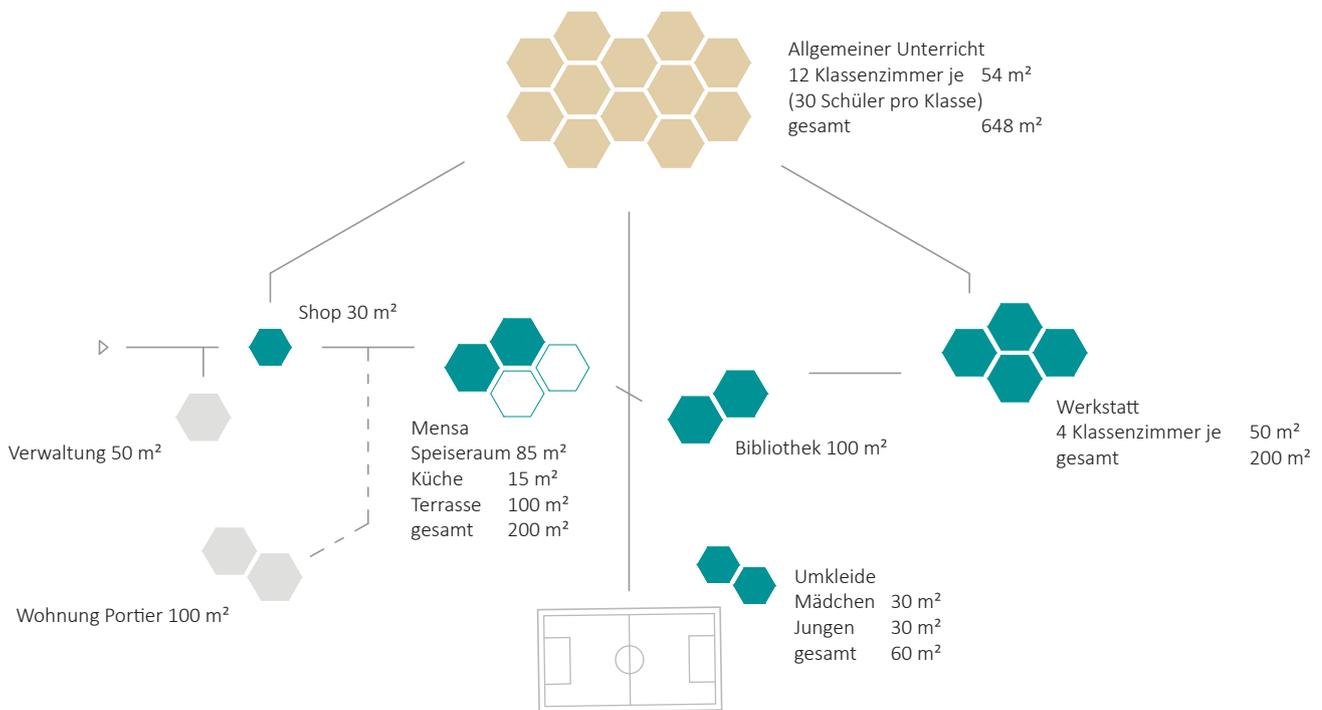
Varianten



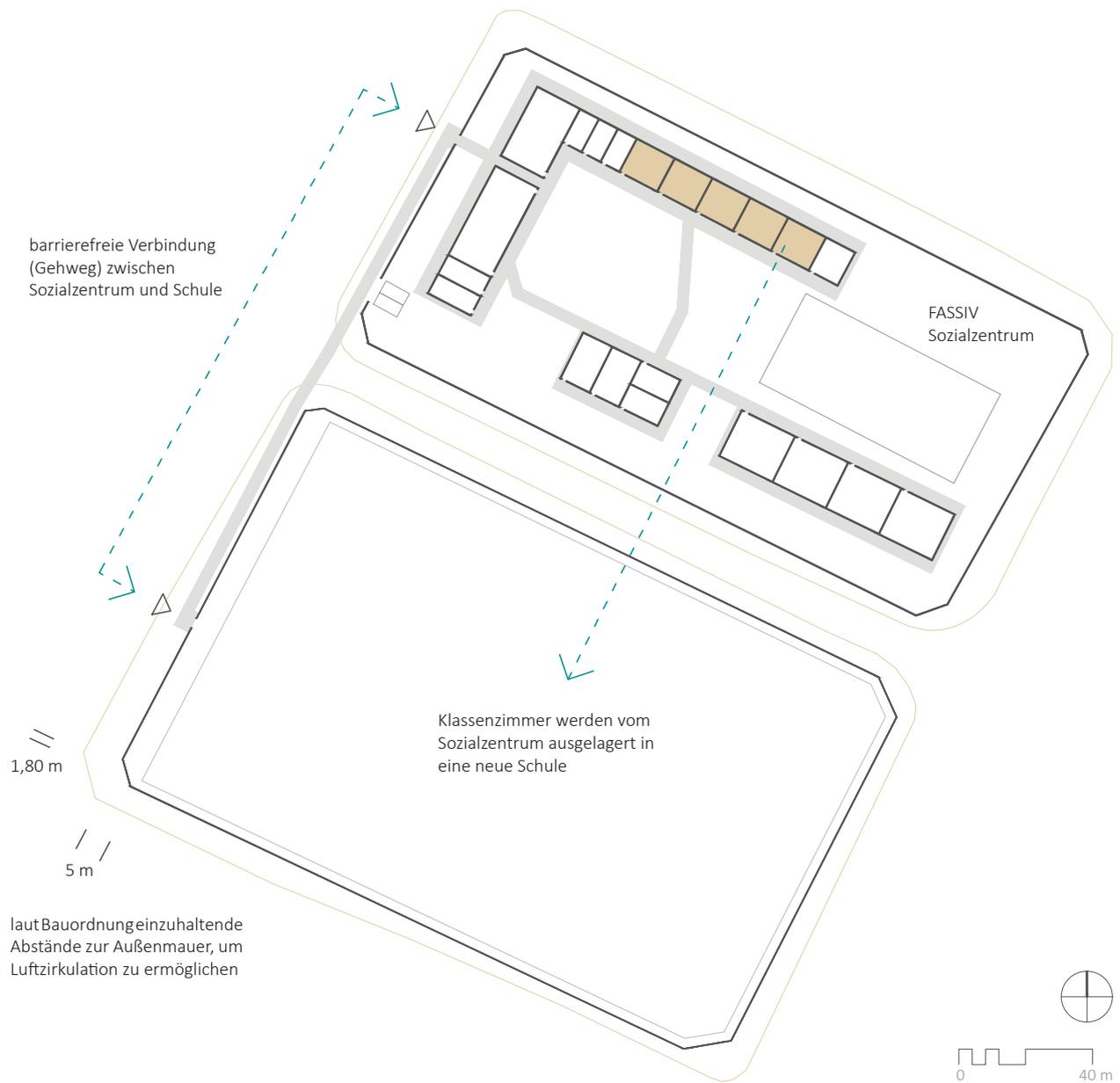
Diese Formation entspricht den Zielsetzung am besten:

- Flexibilität des Grundriss, auch eine voll ständiger Abgrenzen zur Umgebung ist möglich
- genug Raum zwischen den Klassenzimmer für Luftzirkulation

3.2 RAUMPROGRAMM



3.06



4 ENTWURF

4.1 LAGEPLAN

1 : 2500

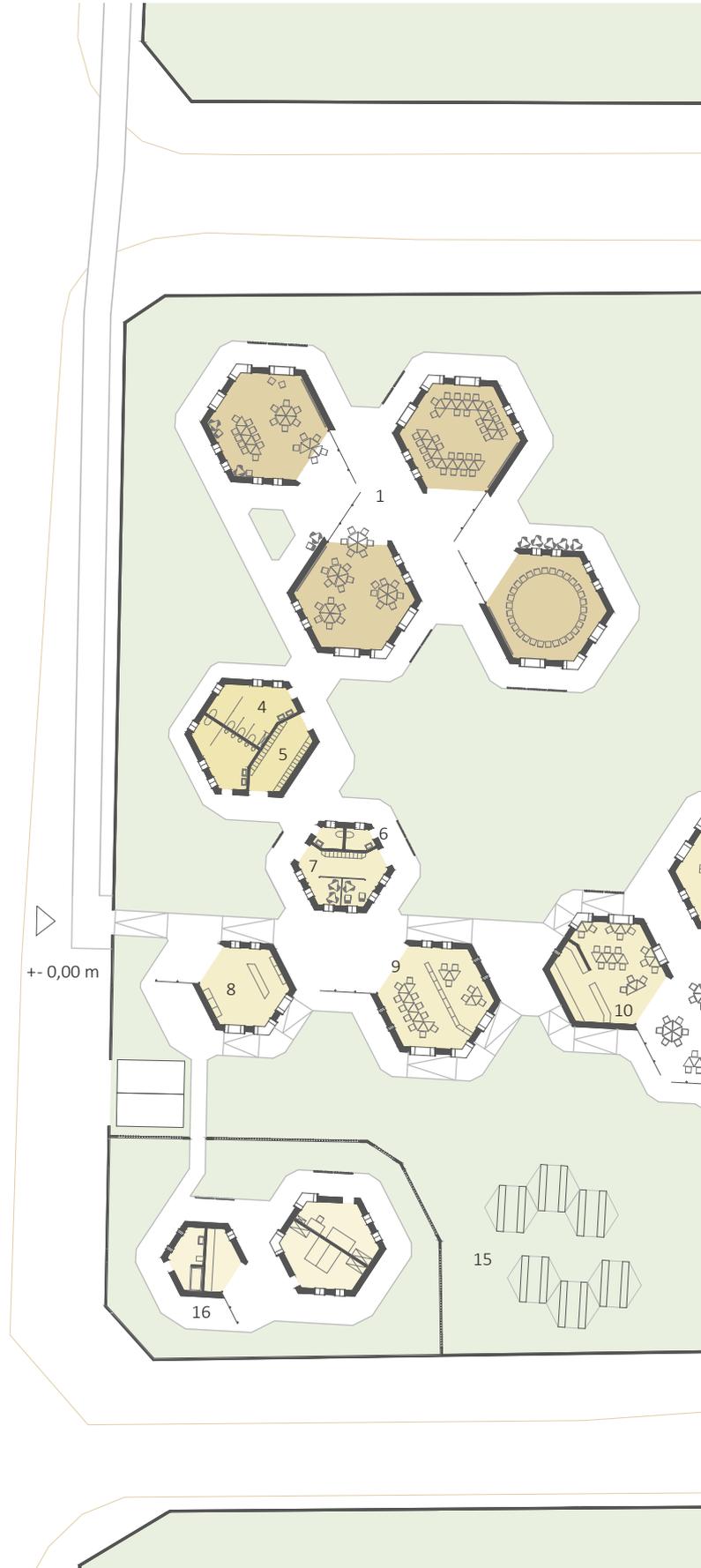
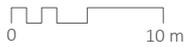


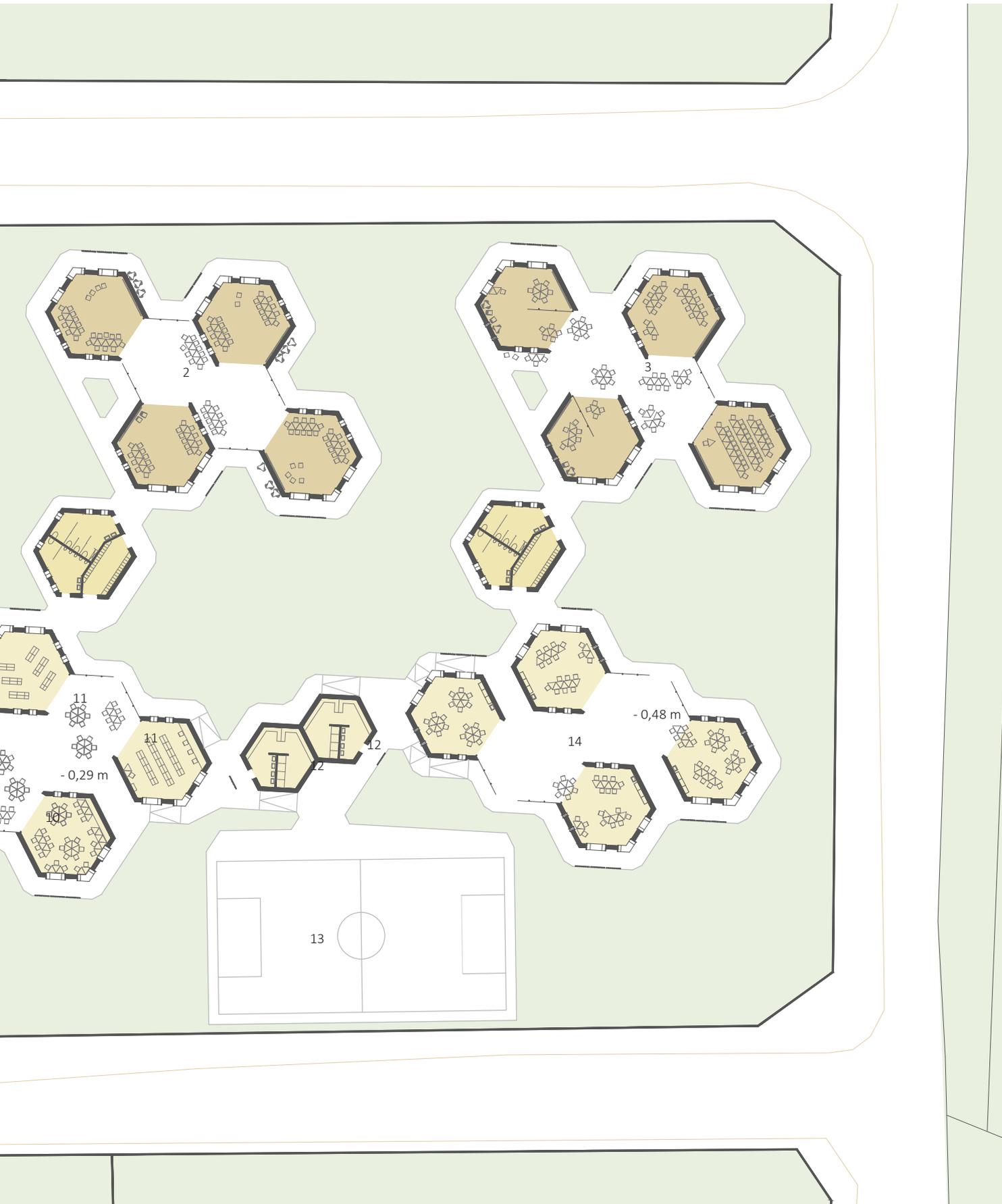
4.01

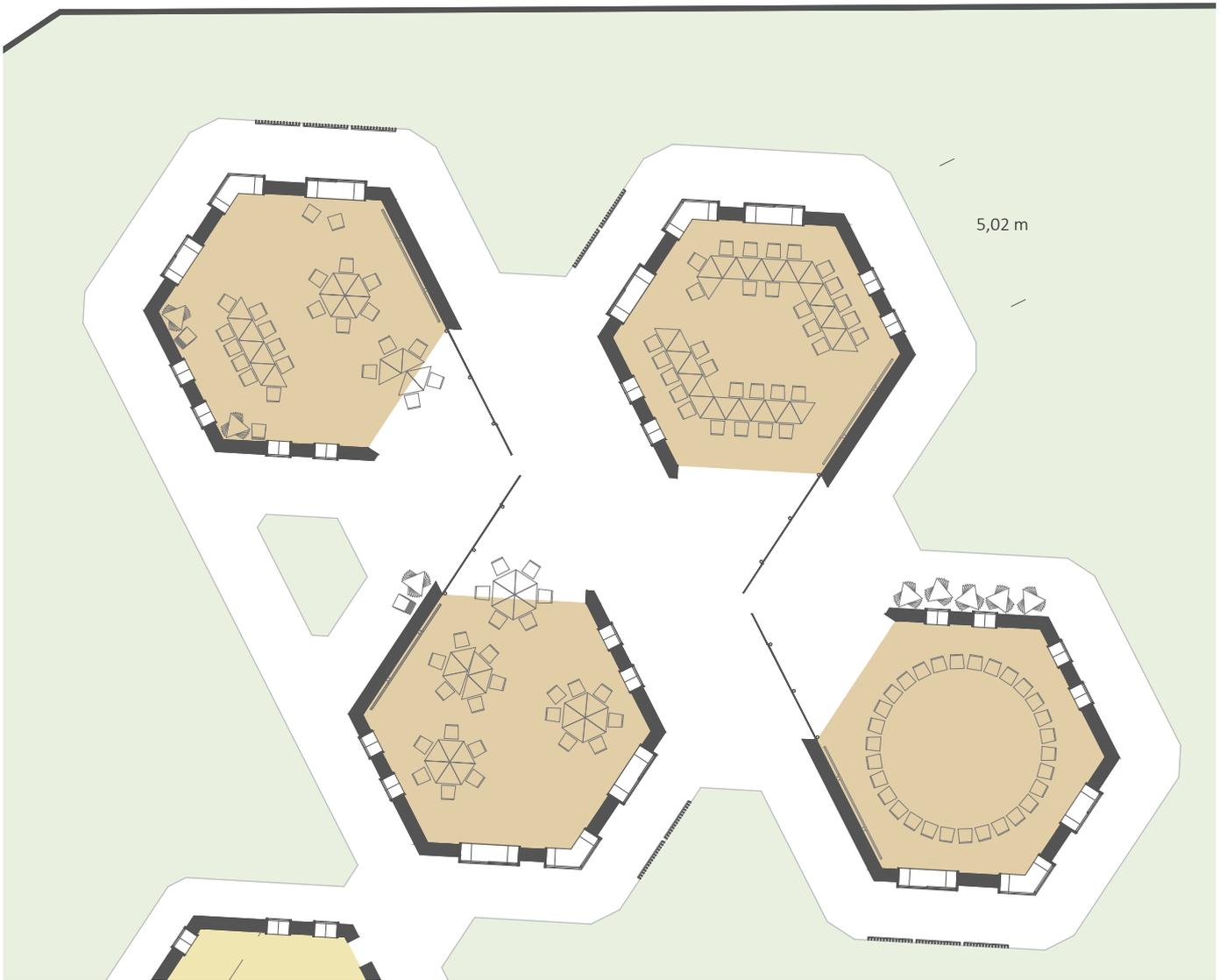
4.2 GRUNDRISS

1 : 350

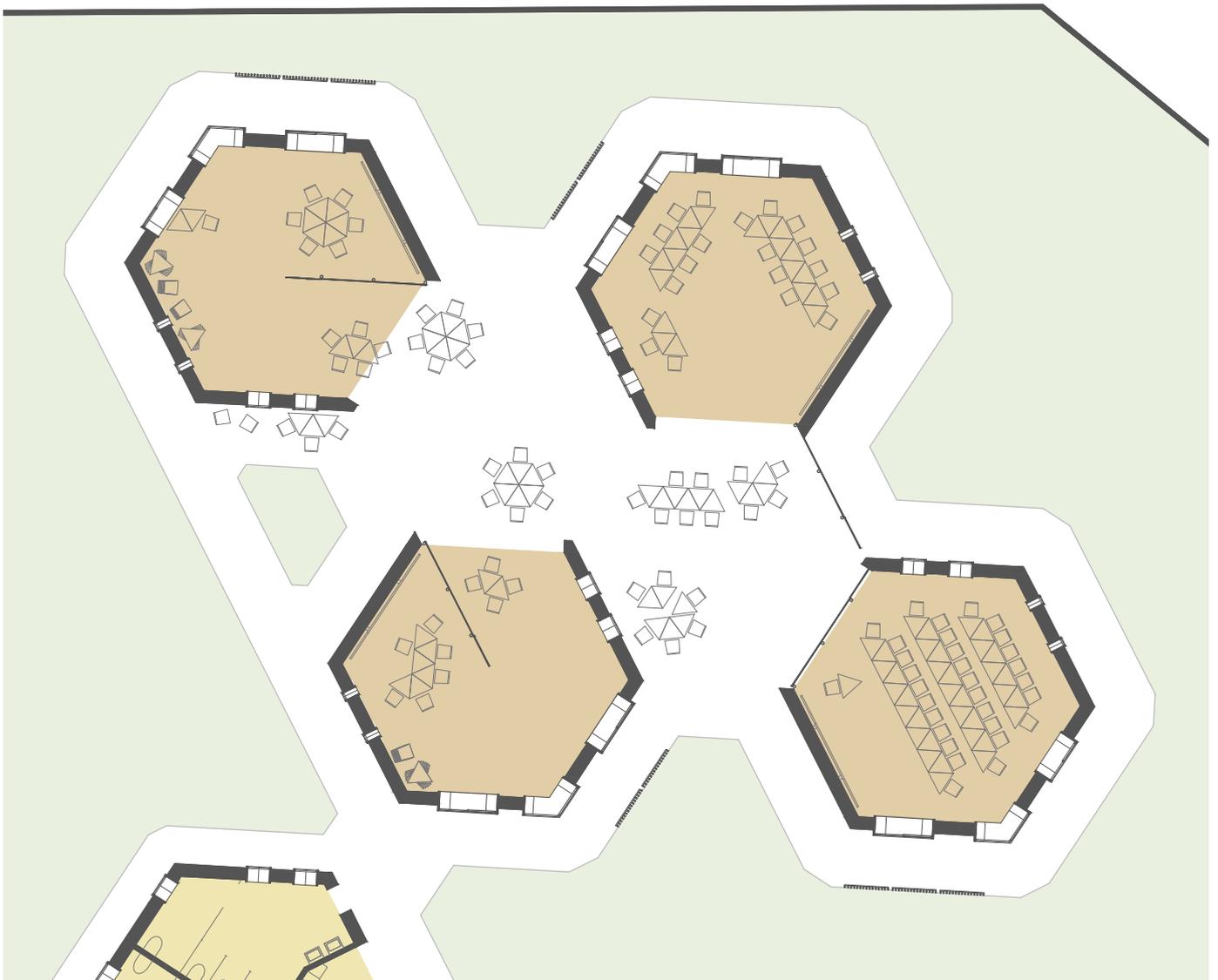
- 1 Klassenzimmer Cluster 1
1.- 4. Schulstufe
- 2 Klassenzimmer Cluster 2
5.- 8. Schulstufe
- 3 Klassenzimmer Cluster 3
9.- 12. Schulstufe
- 4 Schüler WC
- 5 Schüler-Schließfächer
- 6 Lehrer WC
- 7 Stauraum
- 8 Shop
- 9 Administration, Lehrerzimmer
- 10 Mensa
- 11 Bibliothek
- 12 Umkleide
- 13 Sportplatz
- 14 Werkstätten
- 15 Schulgarten
- 16 Portierswohnung







Klassenzimmer Cluster 1
1 : 200



Klassenzimmer Cluster 3
1 : 200



4.03



geschlossen
ruhiger Lernraum



nach innen
ruhige Lernnischen



offen
abgeschlossener Lernbereich

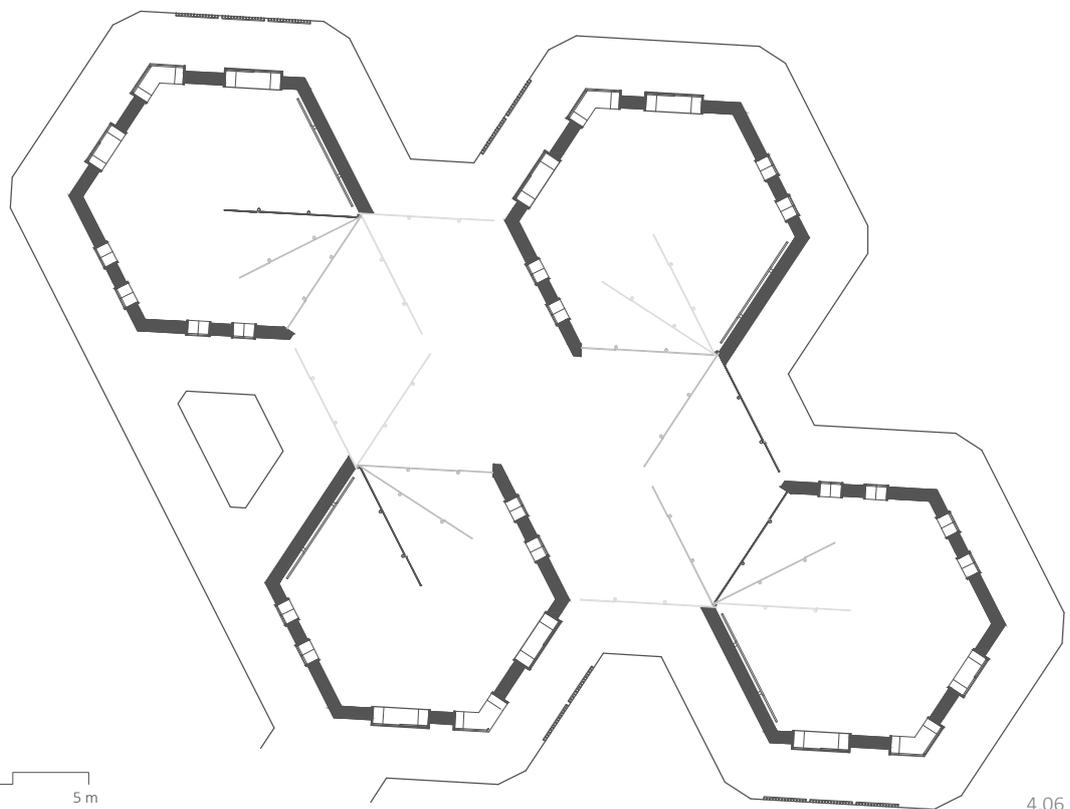


offen
verschiedene
Raumkonfigurationen

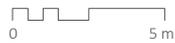
BEWEGLICHE WAND



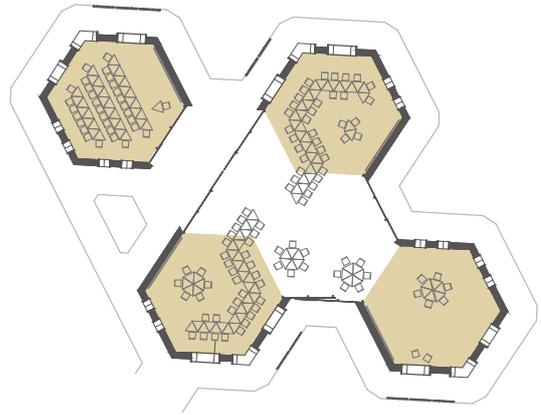
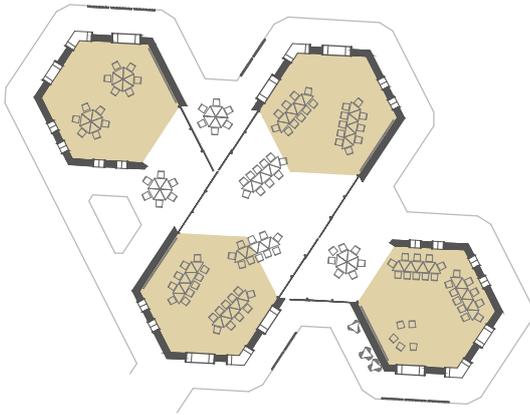
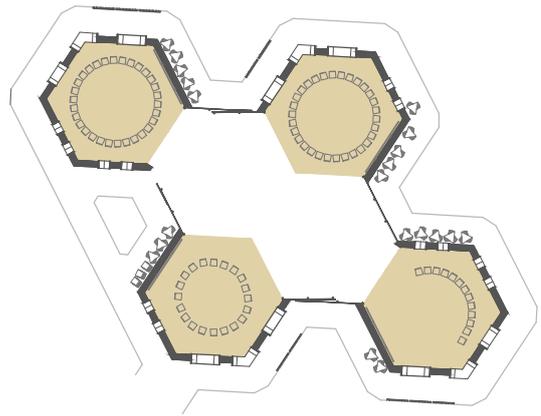
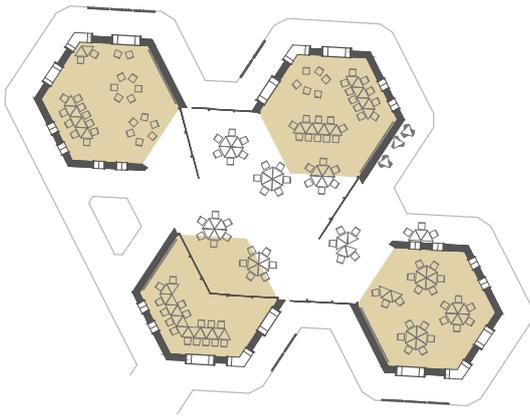
4.05



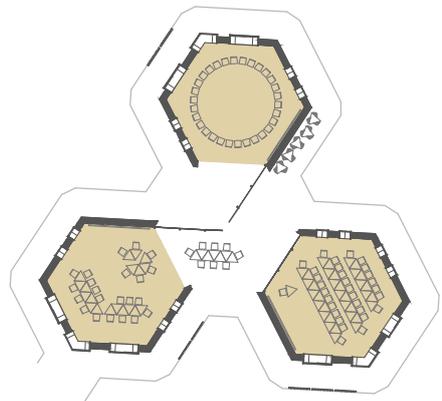
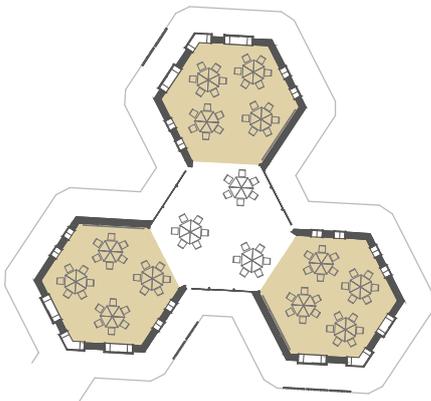
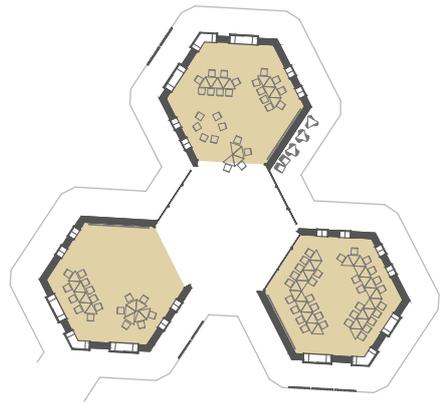
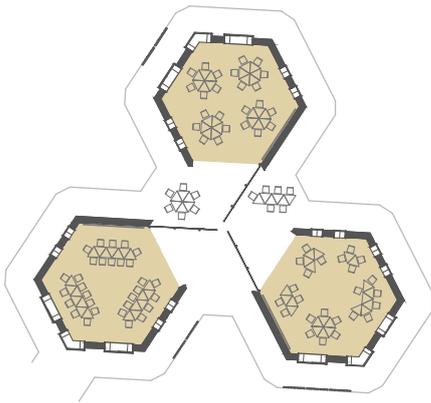
DREHRADIUS 180°
1 : 200



4.06



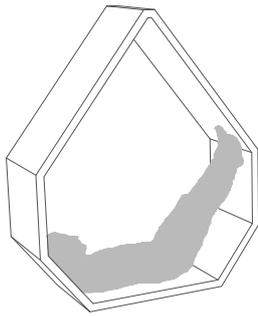
Variante 2 Klassenzimmer Cluster
1 : 500



Variante 3 Klassenzimmer Cluster
1 : 500



4.07

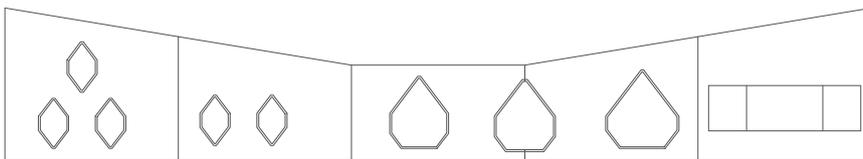


4.08

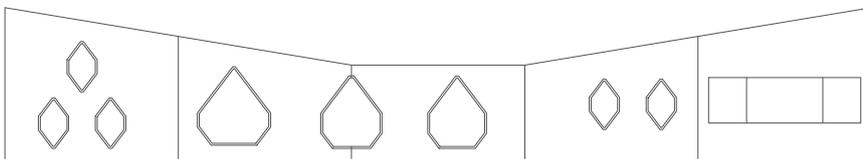
FENSTER

Verschieden große Fensternischen, die in der Sitzhöhe variieren dienen als Entspannungs- und Rückzugsort (lernen-entspannen- spielen)

Anordnung Fenster Klassenzimmer



Augenhöhe
Cluster 1 (6- 9 Jahre)



Augenhöhe
Cluster 3 (15- 18 Jahre)

4.09

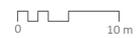
BEWEGUNGSFLÄCHE



■ Hapterschließung
barrierefrei (fugenlos,
Leitlinie für Blinde)



4.10



Erschließung 1 : 750

4.3 ANSICHTEN

1 : 350



4.11



4.12

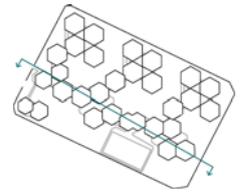


4.4 SCHNITTE

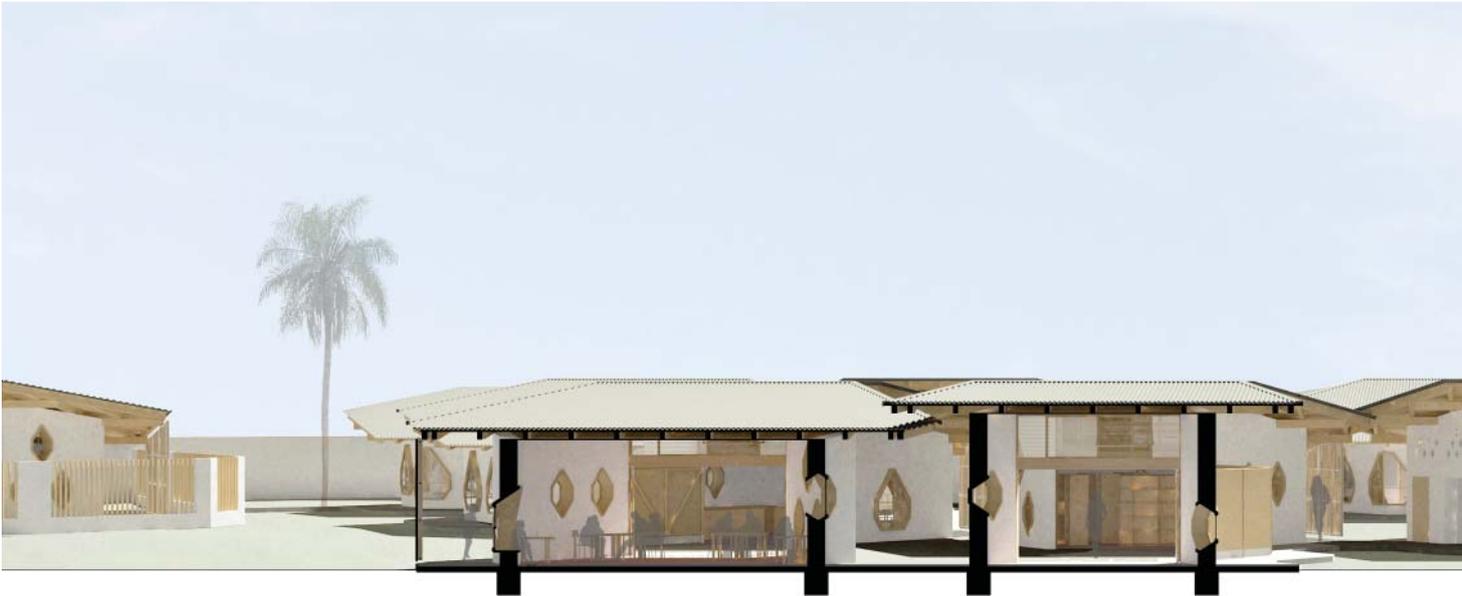
LÄNGSSCHNITT 1 : 350



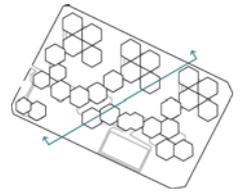
4.13



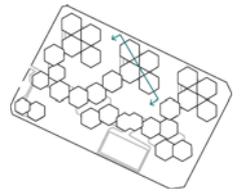
QUERSCHNITT 1 : 200



4.14



SCHNITT KLASSENZIMMER 1 : 200



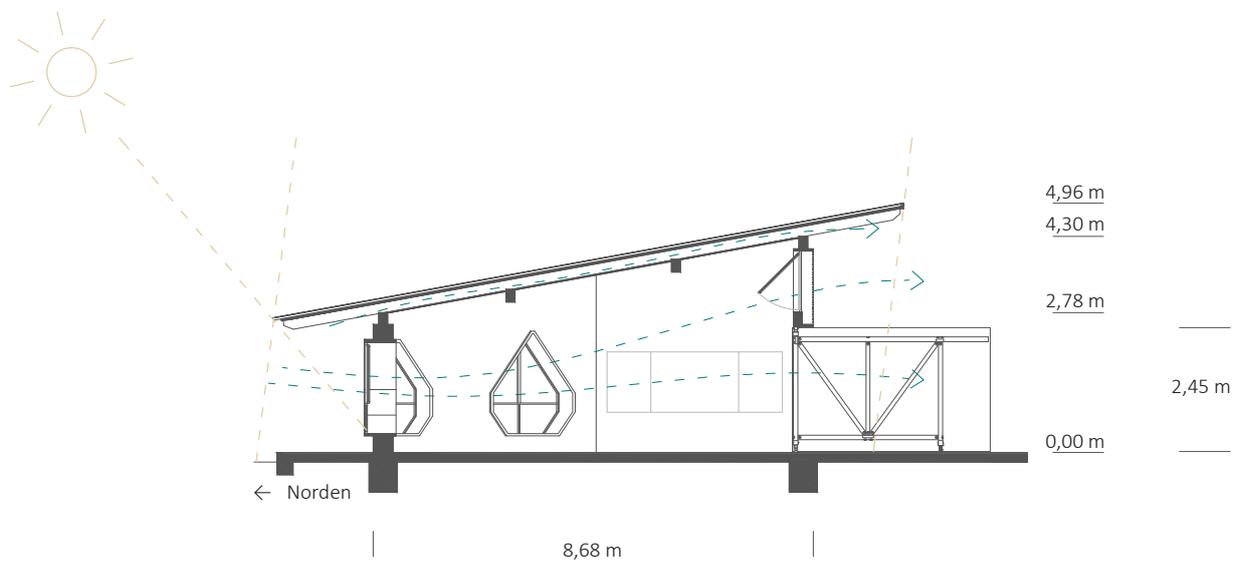
4.15



5 KONSTRUKTION

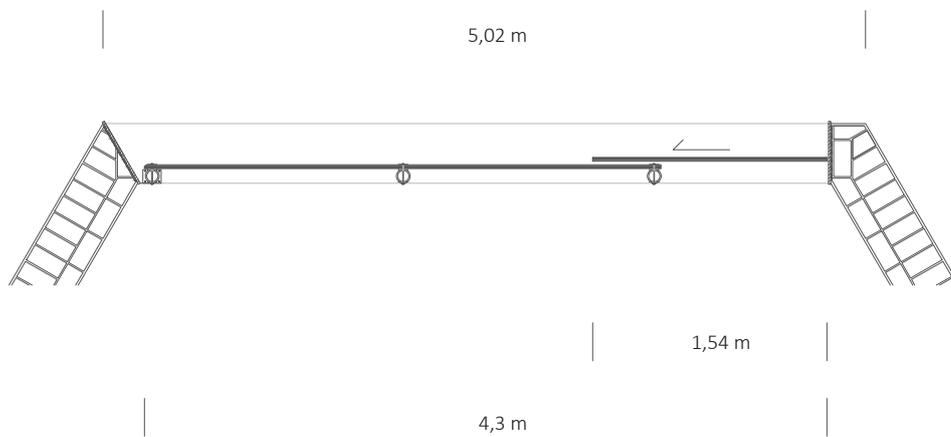
5.1 AUFBAU KLASSENZIMMER

SCHEMA QUERLÜFTUNG UND SONNENEINFALL
1 : 150

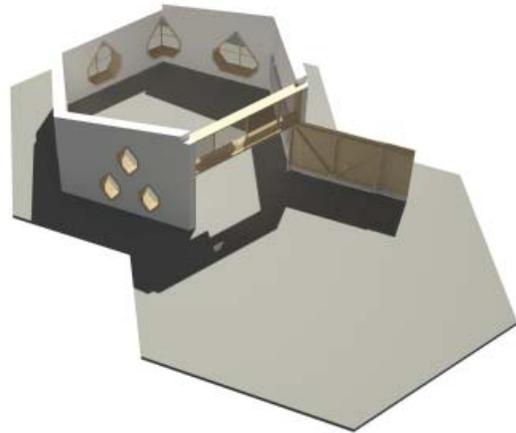


5.01

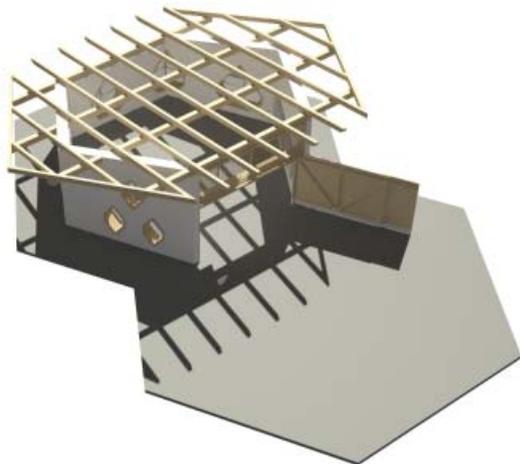
BEWEGLICHE WAND
1 : 50



5.02



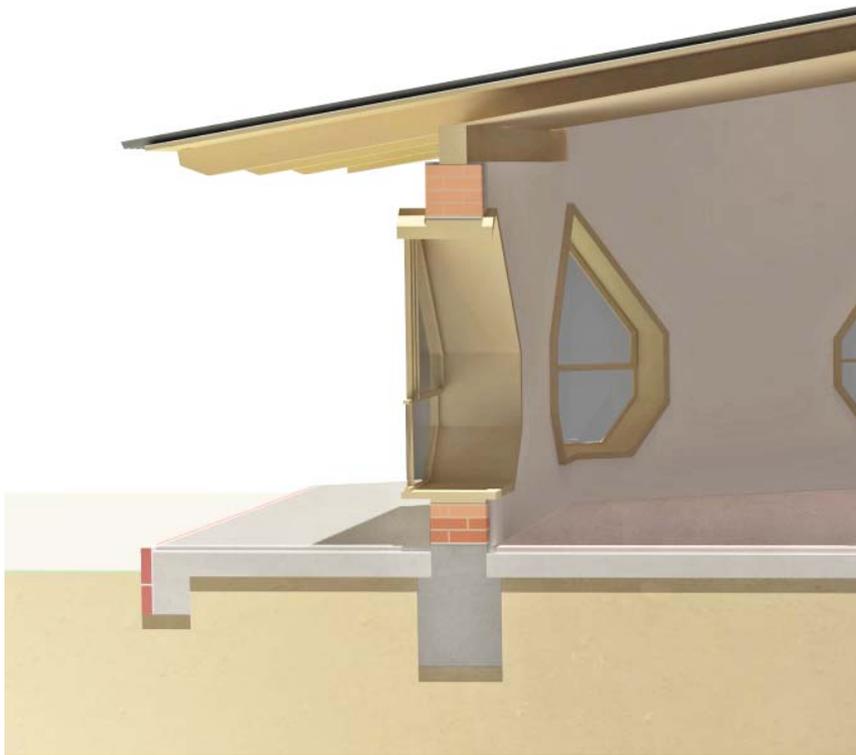
Mauerwerk: Adobe



Dachkonstruktion: Holz

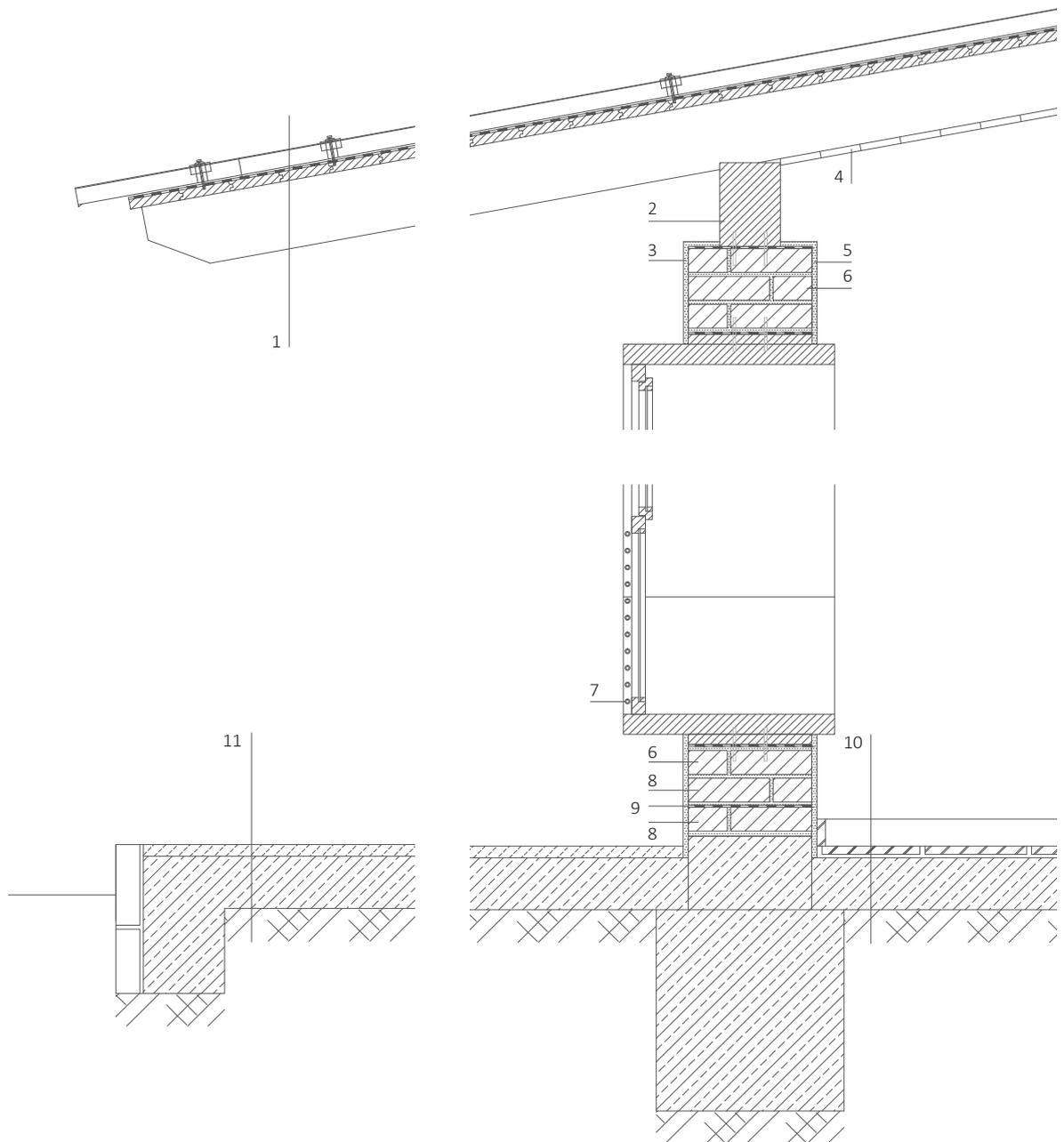


Dachdeckung: Wellblech



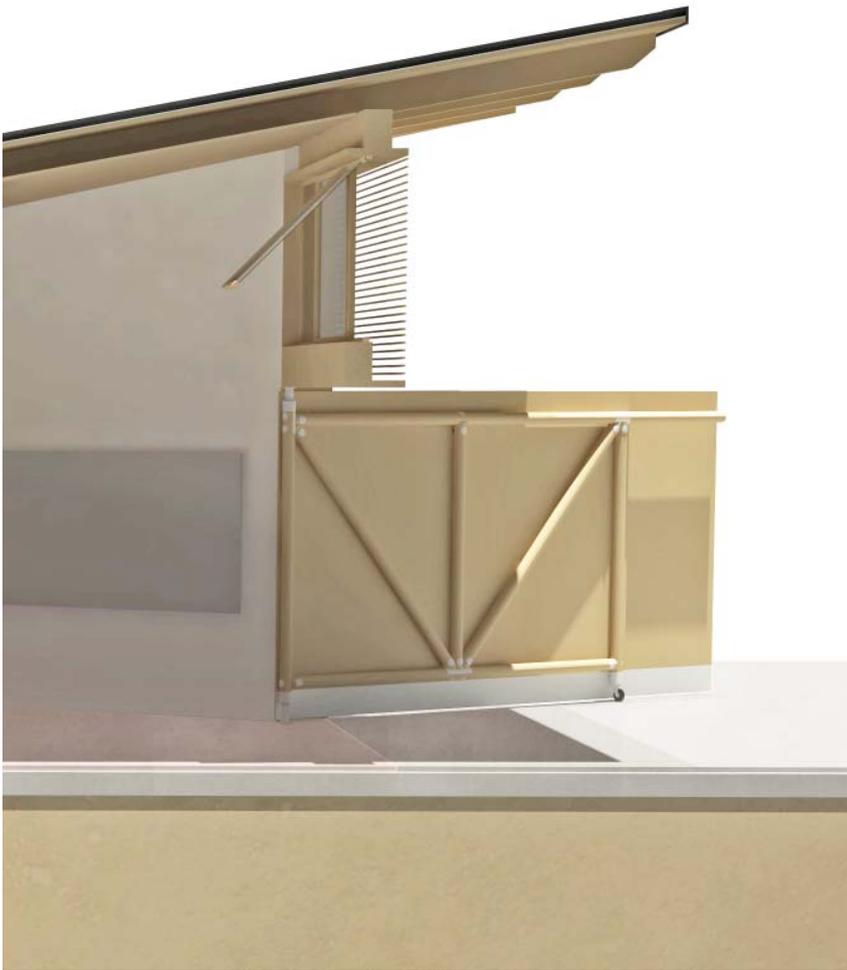
5.04

FASSADENSCHNITT 1 1:50



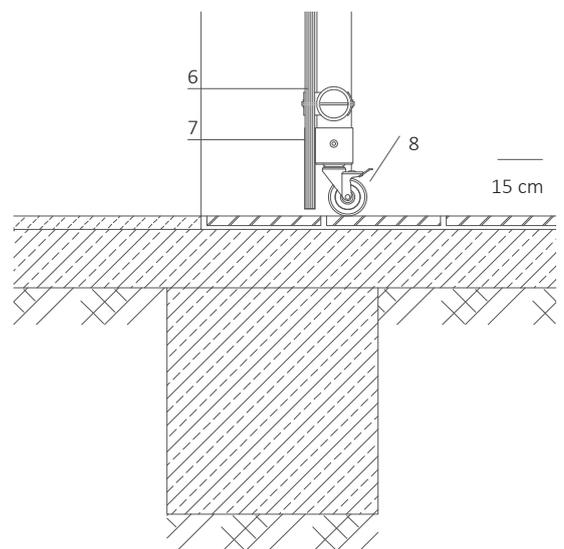
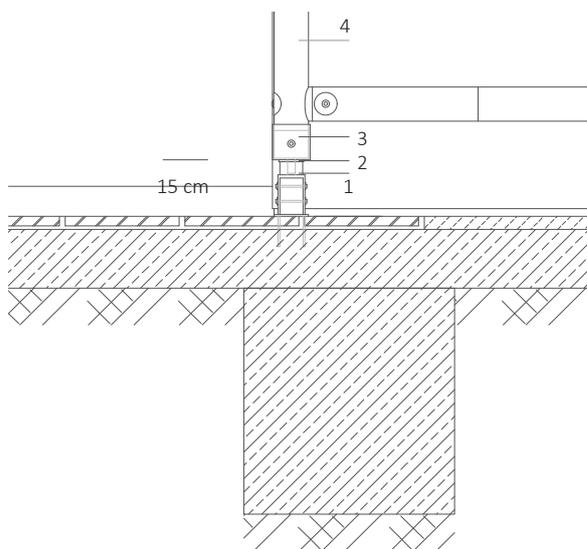
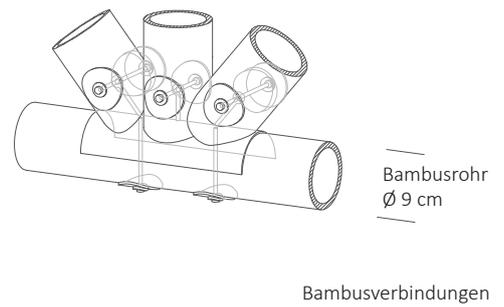
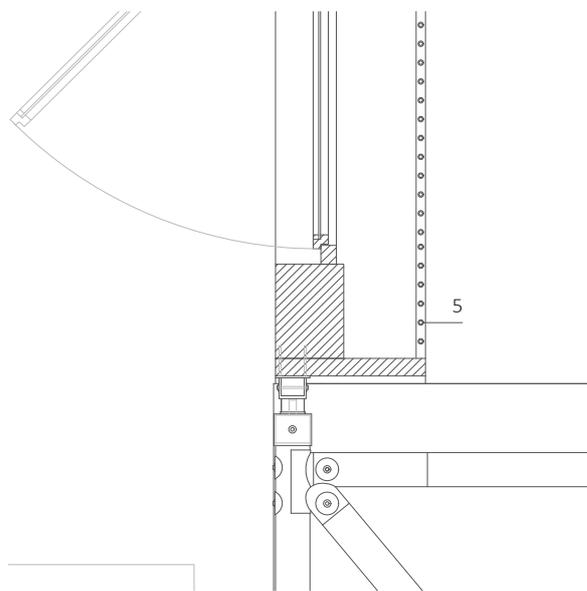
DETAILS MAUERWERK 1:20

- | | | | |
|---|---|------------------------------|------|
| 1 Wellblech $r = 5 \text{ cm}$ | 4 Holzschalung 20 mm | 10 Fliesen 300 x 300 x 30 cm | 5.05 |
| Trennlage (Bitumenbahn) | 5 Innenputz | Unterbeton, bewehrter | |
| Holzschalung | einlagiger Lehmputz 15 mm | Beton 150 cm | |
| Sparren 120 x 200 mm | 6 Adobe 240 x 115 x 71 mm | verdichtete Erde 100 mm | |
| 2 Pfetten 180 x 250 mm | 7 Bambusrohr $\varnothing 1,5 \text{ cm}$ | 11 Estrich 30 mm | |
| 3 Außenputz | 8 Ziegel 240 x 115 x 71 mm | Unterboden, bewehrter | |
| Kalkmörtel, zweilagig, 15 mm,
wasserabweisender Anstrich
im Sockelbereich (pintura latex) | 9 Sperrschicht | Beton 150 mm | |
| | | verdichtete Erde 100 mm | |



5.06

FASSADENSCHNITT 2 1:50



DETAILS BAMBUSWAND 1:20

- | | |
|-----------------------|--|
| 1 Kugellager | 6 Platte (mehrschichtig verleimter Bambus) 2,5 cm |
| 2 Unterlagsscheibe | 7 Metallabdeckung |
| 3 Metallschuh | 8 Schwerlastrolle (Lenkrolle) mit Feststeller, d = 10 cm |
| 4 Bambusrohr Ø 9 cm | |
| 5 Bambusrohr Ø 1,5 cm | |

5.07

5.2 PRÜFUNG LEHM

ADOBE

Dimensionen 39,50 x 19,80 x 12,00 cm
 Gewicht 16,54 kg
 Dichte ρ $\sim 1800 \text{ kg/m}^3$



5.08

DRUCKFESTIGKEIT

Die Druckfestigkeit trockener Lehmteile, auch Trocken-
 druckfestigkeit, beträgt allgemein 3 bis 6 N/mm². Bei sehr
 mageren Lehmmörtel kann sie nur 1 N/mm² betragen, bei
 Lehen mit idealer Zusammensetzung sind bis 10 N/mm²
 möglich. Sie ist hauptsächlich bestimmt von der Menge und
 der Art des Tons, der Kornzusammensetzung und der Aufbe-
 reitung und Verdichtung.

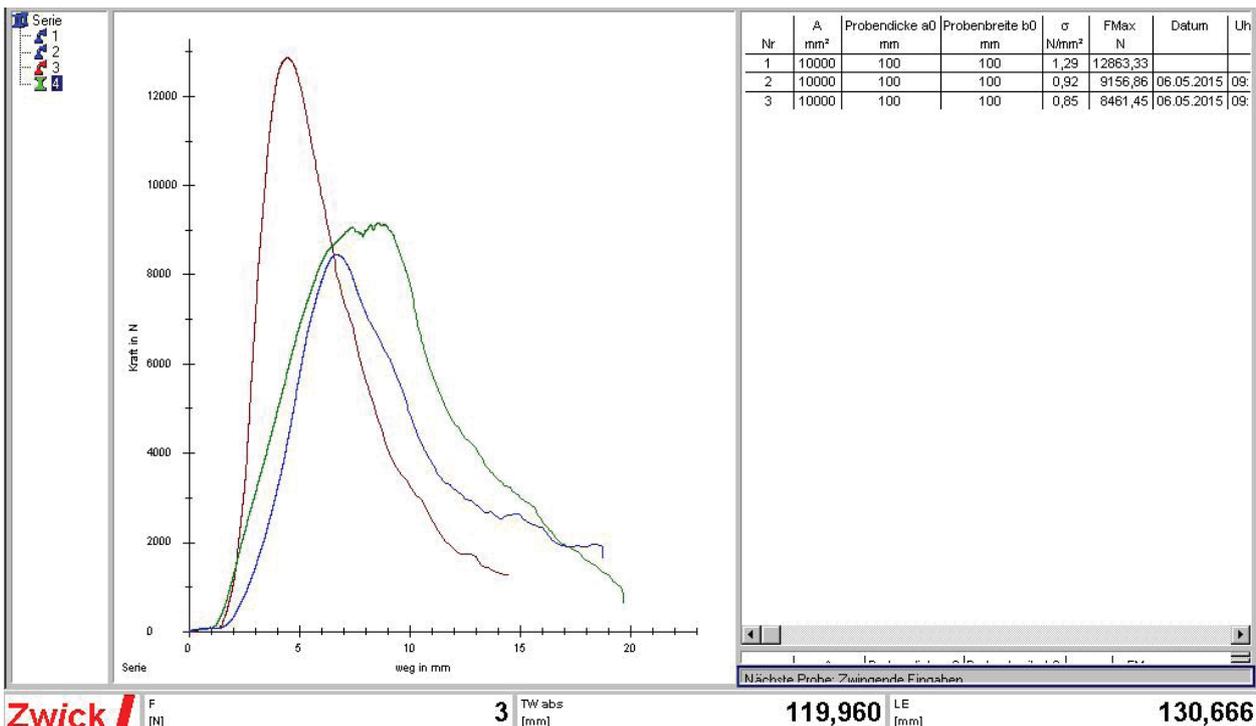
Die zulässige Druckbeanspruchung von Lehmteilen ist je
 nach Rohdichte 0,3 bis 0,5 N/mm² (3-5 kg/cm²). Die Festigkeit
 wird bestimmt aus dem Mittelwert dreier Druckfestigkeitsprü-
 fungen, deren Werte höchstens 20% vom Mittelwert abwei-
 chen dürfen.¹

Der Mittelwert des geprüften Lehms liegt bei 1,02 N/mm².

DRUCKFESTIGKEITEN IM VERGLEICH

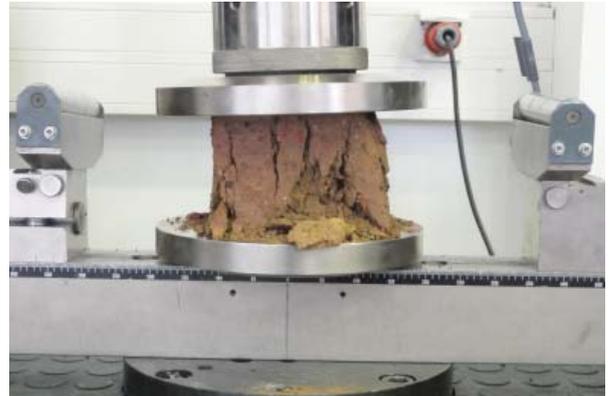
Holz parallel zur Faser 50,0 N/mm²
 Holz normal zur Faser 6,0 N/mm²
 Beton bis 150,0 N/mm²

¹ Gernot Minke, 2009, S. 33- 34



Ergebnis Prüfung Druckfestigkeit 5.09

PROBEKÖRPER 1
9,6 x 10,0 x 10,0 cm, 1665 g
 $\sigma = 1,29 \text{ N/mm}^2$



PROBEKÖRPER 2
9,9 x 10,0 x 10,0 cm, 1743 g
 $\sigma = 0,92 \text{ N/mm}^2$



PROBEKÖRPER 3
10 x 10 x 9,9 cm, 1743 g
 $\sigma = 0,85 \text{ N/mm}^2$





nach 3 (2) Minuten



nach 21 (8) Minuten



nach 96 (30) Minuten 5.11

KAPILLARE WASSERAUFNAHME

Kapillare Wasseraufnahme wird der kapillare Wassertransport aufgrund der Saugfähigkeit eines Baustoff genannt und wird durch den Wasseraufnahmekoeffizient, der angibt wieviel kg Wasser ein Baustoff pro m² Fläche in Abhängigkeit von der Zeit aufnimmt, festgelegt.²

WASSERAUFNAHMEKOEFFIZIENT

$$\Delta m_t = (m_t - m_i) / A$$

Prüfkörper

l = 99,44 mm, b = 104,16 mm, h = 101,51 mm, 1802,25 g

$$A = 0,09944 \cdot 0,10416 = 0,01036 \text{ m}^2$$

z.B. nach 31 Minuten wurden 98,86 g Wasser aufgenommen

$$\Delta m_t = 0,09886 \text{ kg} / 0,01036 \text{ m}^2 = 9,54 \text{ kg} / \text{m}^2$$

Wasseraufnahmekoeffizient

$$W_w = \Delta m'_{tf} - m'_0 / \sqrt{t_f} \quad [\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})]$$

$\Delta m'_{tf}$ der Wert von Δm auf der Geraden zur Zeit t_f
in Kilogramm je Quadratmeter

t_f Die Prüfdauer (im allgemeinen ein Tag), in Stunden

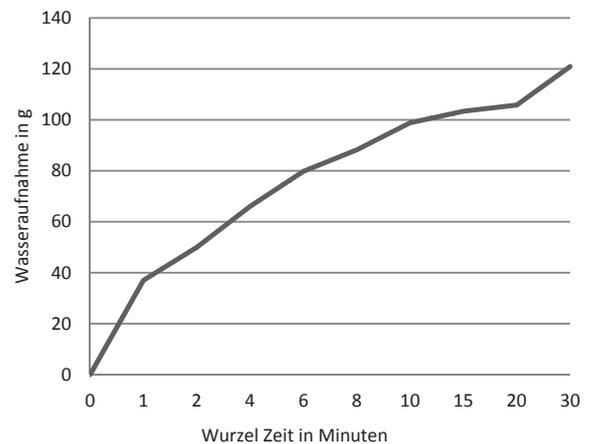
$$W_w = 9,54 - 1,80 / \sqrt{0,5167} = 7,03 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$$

Vergleich

Klinker $W_w = 0,5 - 5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$

Ziegel $W_w = 15 - 25 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$

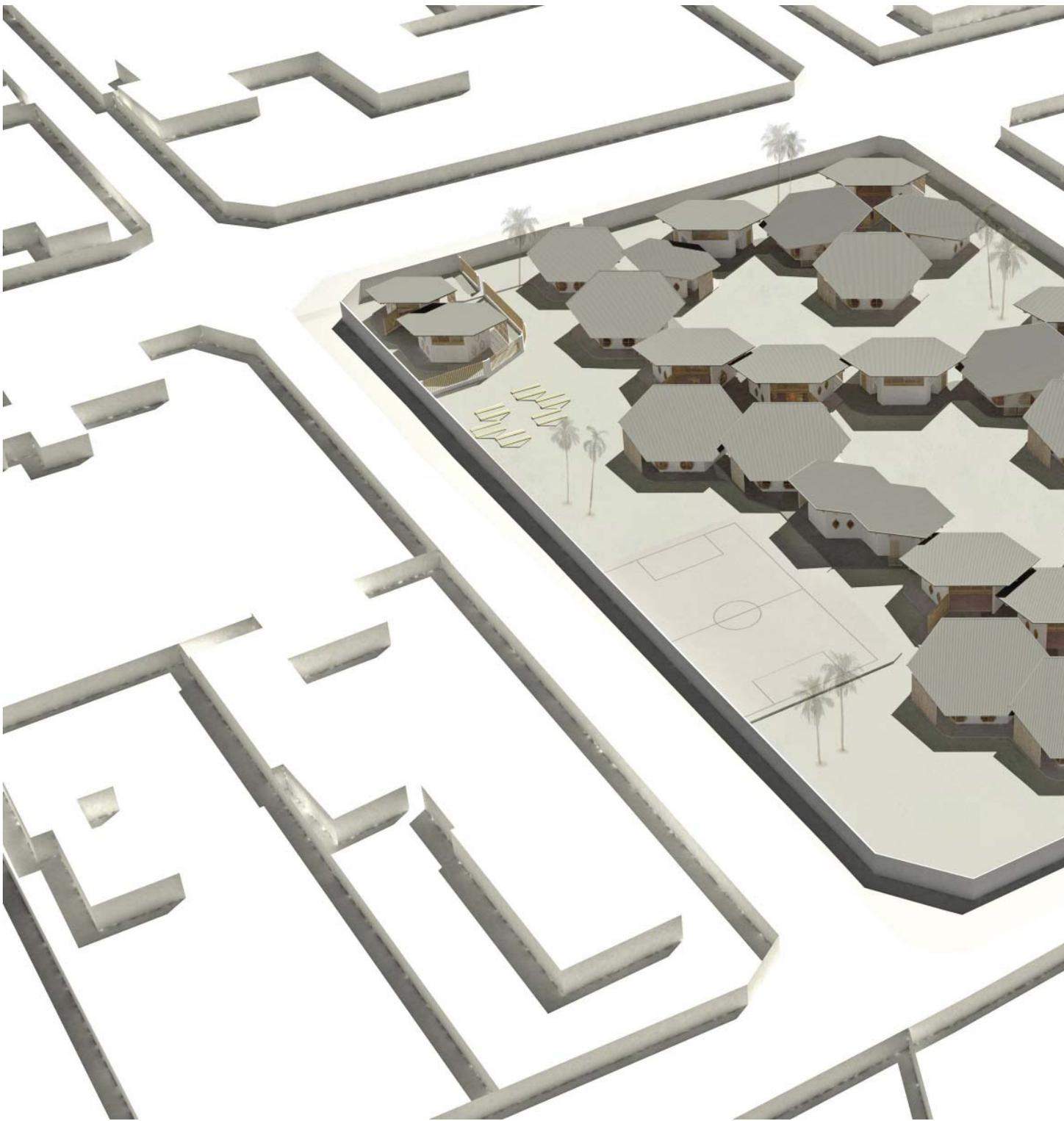
Beton $W_w = 20 - 70 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$

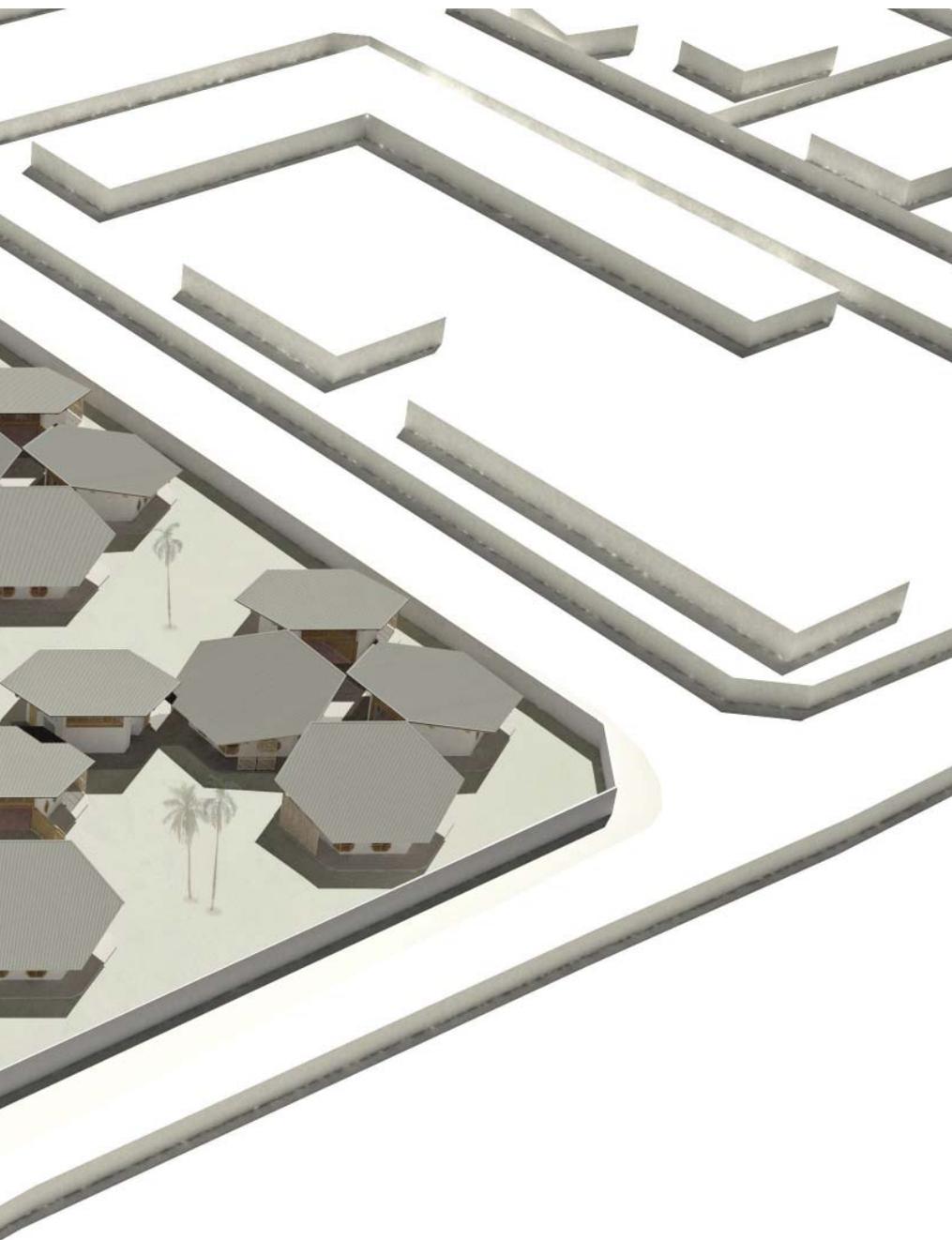


Kapillarleitung 5.12

² Gernot Minke, 2009, S. 33-34

6 SCHAUBILDER





6.01

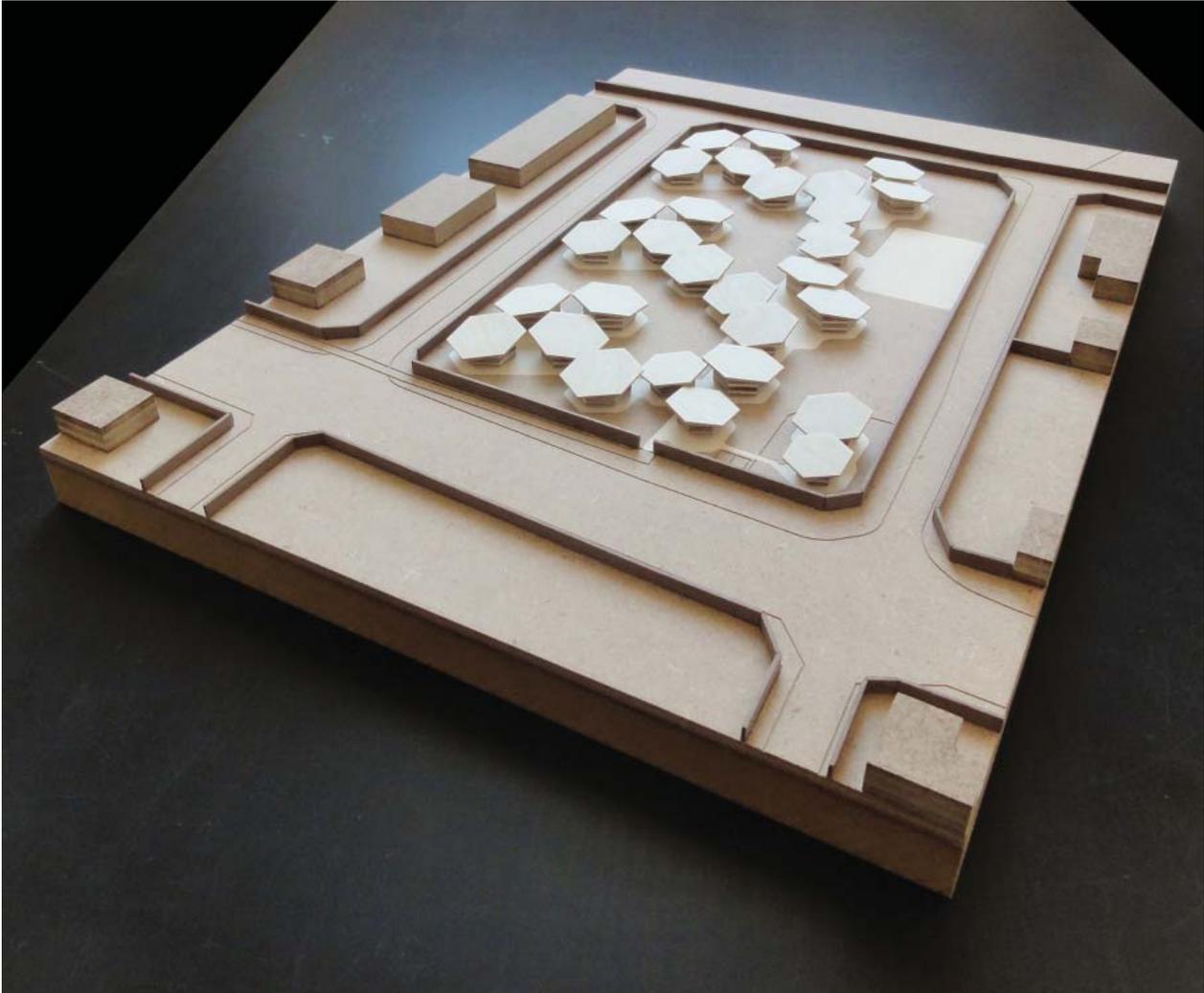


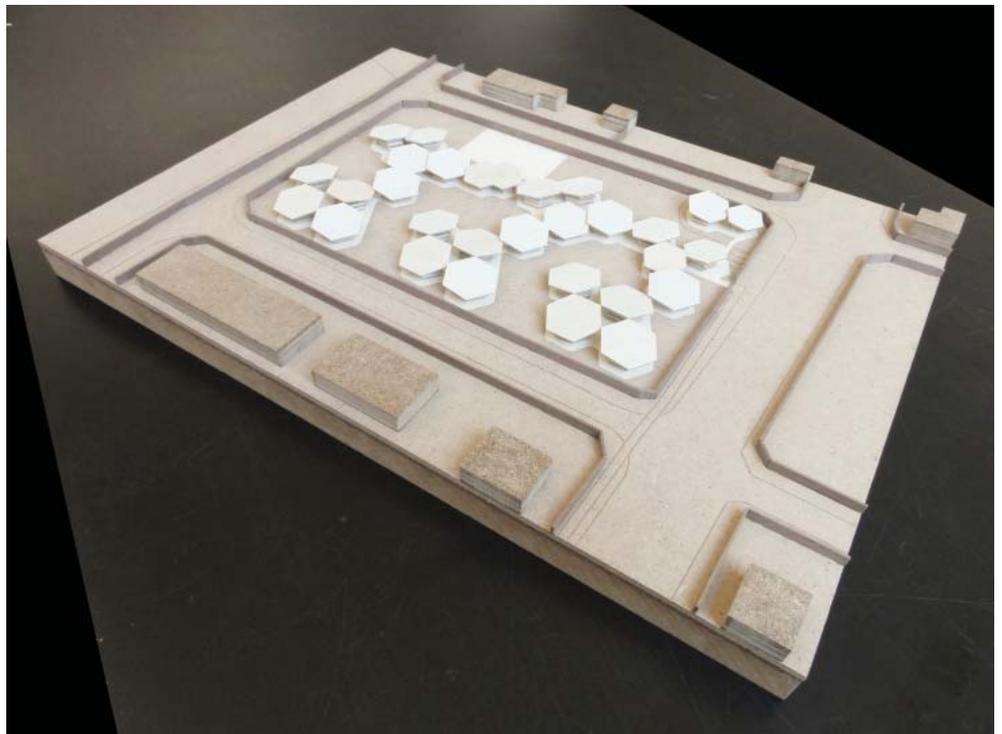
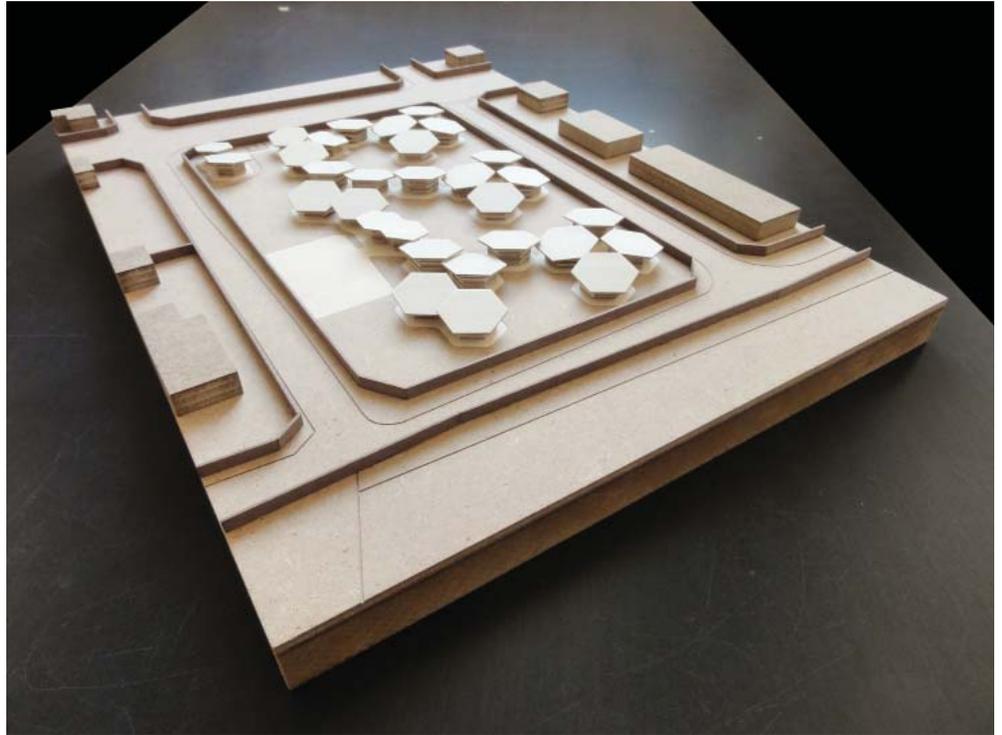
Klassenzimmer 6.02



Mensa und Bibliothek 6.03

7 MODELL

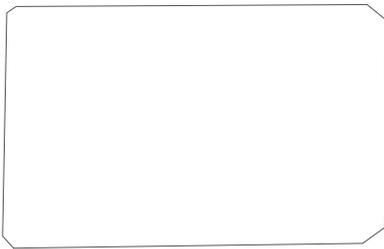




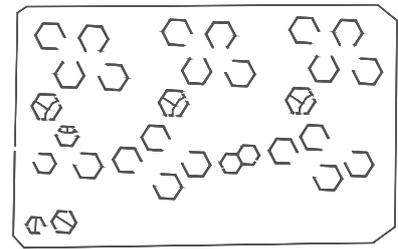
8 FLÄCHENANALYSE

8.1 FLÄCHENNACHWEIS

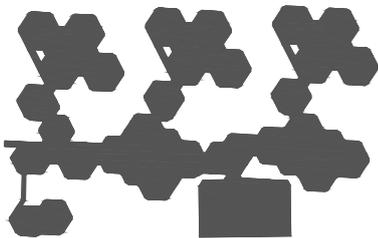
FLÄCHENANALYSE



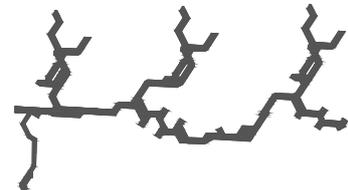
Parzelle = 9873m²



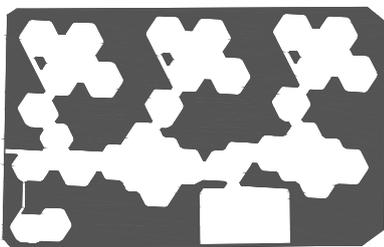
Tarfläche = 279m²
5,91% der Parzelle



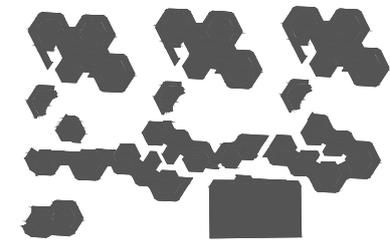
BF = 4720m²
47,80% der Parzelle
BGF = 4720m²



Verkehrsfläche = 742,5m²
15,73% der Parzelle



Freifläche = 5153m²



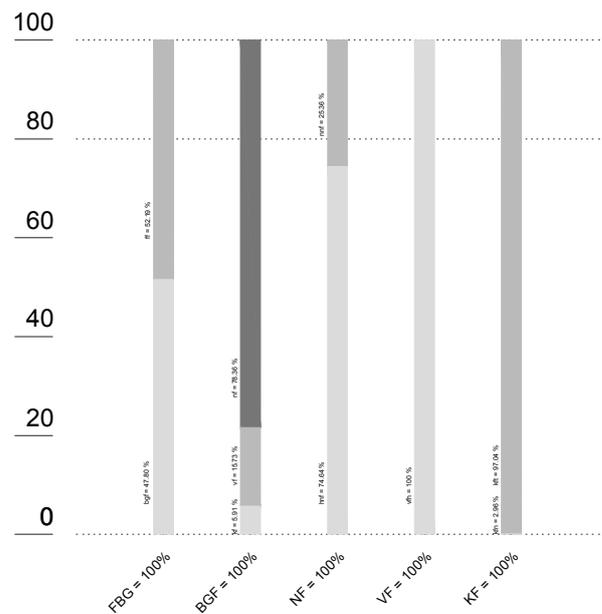
Nutzfläche = 3698,5m²
78,36% der Parzelle

PLANUNGSKENNWERTE FÜR FLÄCHEN UND RAUMINHALTE

Kennwerte	Fläche in m ²	Prozent
FBG	9873	100
FF	5153	52,19 % der FBG
BGF	4720	47,80 % der FBG
NF	3698,5	78,36 % der BGF
VF	742,5	15,73 % der Bgf
TF	0	0 % der BGF
KF	279	5,91 % der BGF
NNF	937,84	25,36 % der NF
HNF	2760,66	74,64 % der NF
VFv	0	0 % der NF
VFh	742,5	100 % der VF
KFT	270,75	97,04 % der KF
KFN	8,25	2,96 % der KF

GESCHOSSFLÄCHENZAHL GFZ = 0,48
 GFZ = Bruttogeschoßfläche / Grundstücksfläche

FLÄCHENVERHÄLTNISS E %



RAUMINHALTANALYSE

INNENRAUM a

Brutto-Rauminhalt a	7196,31m ³
Netto-Rauminhalt a	5008,84m ³
Konstruktions-Rauminhalt a	1628,76m ³

GESAMT a + b

Brutto-Rauminhalt	13742m ³
Netto-Rauminhalt	11557,26m ³
Konstruktions-Rauminhalt	1628,76m ³

ÜBERDECKTER AUSSENRAUM b

Brutto-Rauminhalt b	6545,69m ³
Netto-Rauminhalt b	6548,42m ³
Konstruktions-Rauminhalt b	0 m ³

8.2 KOSTEN

BAUKOSTENSIMULATION MT PLANUNGSKENNZAHLEN AUS
„BKI Baukosten Gebäude 2011“ mit Anpassung des Baupreis-
indexes 2014

ALLGEMEINBILDENDE SCHULEN

Kostensimulationsmodell Zusammenfassung				
KG	Kostengruppen der 2. Ebene	Menge Einh.	KKW €	Kosten €
100	Grundstück	9 933 m² FBG		0,00
200	Herrichten und Erschließen	9 933 m² FBG	9	89 397,00
300	Bauwerk - Baukonstruktionen	4720 m² BGF	371	1 751 594,52
400	Bauwerk - Technische Anlagen	4720 m² BGF	152	717 440,00
	Bauwerk	4720 m² BGF	523	2 469 034,52
500	Außenanlagen	569 m² AUF	26	14 786,98
600	Ausstattung und Kunstwerke	4 720 m² BGF	63	297 360,00
700	Baunebenkosten	4 720 m² BGF	200	944 000,00
Gesamtkosten			Σ100 bis 700:	3 814 578,50

Regionalfaktor (Land- oder Stadtkreis) 1 3 814 578,50

Anpassung Baupreisindex 108,9 1. Quartal 2014 108,9 3 814 578,50

Prognose bis zur Vergabe 1,05% 4 005 307,43

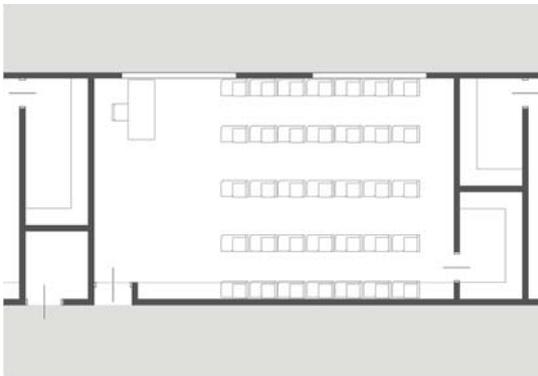
→ 849 €/m² BGF

MENGEN- UND BAUKOSTENSIMULATION

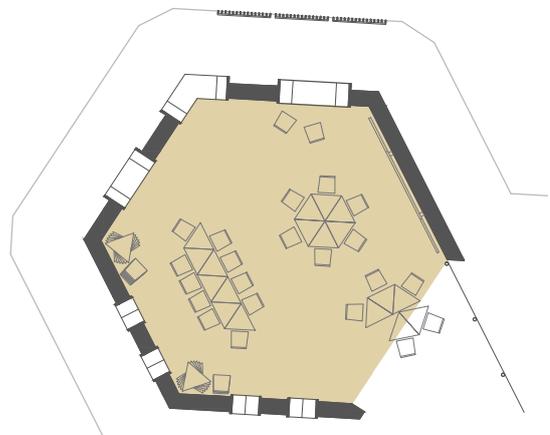
Kostensimulationsmodell								
KG	Kostengruppen der 2. Ebene	Einheit	Mengen mit PlanungsKennWerten			KostenKennWerte	Kosten	
Berechnungsmethode:			BGF *	PKW/BGF =	Simulation →	gewählt *	KKW € gewählt =	Kosten €
310	Baugrube	m³ BGI	BGF für alle Zeilen	0,78	3 681,60	279	17	4 743,00
320	Gründung	m² GRF		0,42	1 982,40	279	217	60 543,00
330	Außenwände	m² AWF		0,63	2 973,60	270,75	395	106 946,25
340	Innenwände	m² IWF		0,61	2 879,20	8,25	239	1 971,75
350	Decken	m² DEF		0,54	2 548,80	1437	298	428 226,00
360	Dächer	m² DAF		0,53	2 501,60	3694,52	251	927 324,52
370	Baukonstruktive Einbauten	m² BGF		1,00	4 720,00	4 720,00	12	56 640,00
390	Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	m² BGF		1,00	4 720,00	4 720,00	35	165 200,00
300	Bauwerk - Baukonstruktionen						Σ300:	1 751 594,52
410	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	m² BGF		1,00	4 720,00	4 720,00	29	136 880,00
420	Wärmeversorgungsanlagen	m² BGF		1,00	4 720,00	4 720,00	43	202 960,00
430	Lufttechnische Anlagen	m² BGF		1,00	4 720,00	4 720,00	8	37 760,00
440	Starkstromanlagen	m² BGF		1,00	4 720,00	4 720,00	57	269 040,00
450	Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	m² BGF		1,00	4 720,00	4 720,00	4	18 880,00
460	Förderanlagen	m² BGF	1,00	4 720,00	4 720,00	5	23 600,00	
470	Nutzungsspezifische Anlagen	m² BGF	1,00	4 720,00	4 720,00	2	9 440,00	
480	Gebäudeautomation	m² BGF	1,00	4 720,00	4 720,00		0,00	
490	Sonstige Maßnahmen für Technische Anlagen	m² BGF	1,00	4 720,00	4 720,00	4	18 880,00	
400	Bauwerk - Technische Anlagen					Σ400:	717 440,00	
Summe 300+400							Σ300+400:	2 469 034,52

VERGLEICH: BAUKOSTEN IN BOLIVIEN

Ein Klassenzimmer (9,45 x 5,85m) der Beispielschule von Seite 35 kostet ca. 32 282 € (Materialkosten).



In Anlehnung an die Kostenaufstellung der Beispielschule kostet ein Klassenzimmer meines Entwurf ca. 20 825 €



4720 m² BGF ca. 728 090 €

→ ca. 154,26 €/m² BGF

VERGLEICH MATERIALPREISE

Adobe	1 m ³ ...	18,94 €
Ladrillos (Ziegel)	1 m ³ ...	115,18 €
Wienerberger Mauerziegel voll	1 m ³ ...	328,20 €

Die Verwendung von Adobe reduziert die Kosten. Die speziellen Bauteile, wie die Klappwand und die Fensterischen, sind Sonderanfertigungen, die Mehrkosten verursachen werden, die durch den billigen Materialpreis des Adobes ausgeglichen werden.

- Brockhaus - Die Enzyklopädie, *Weltatlas*, Leipzig - Mannheim (Geographisch-Kartographische Institut Meyer) 1997
- S. Fischer Verlag, *Der Neue Fischer Weltatlas 2014*, Frankfurt am Main (S. Fischer) 2013
- Herbert S. Klein, *A Concise History of Bolivia*, Cambridge [u.a.] (Cambridge University Press) 2003, 2011
- Wolfgang Zech/Peter Schad/Gerd Hintermaier-Erhard, *Böden der Welt*, Heidelberg (Springer), 2002, 2014
- Manuel Cuadra, *Architektur in Lateinamerika: die Andenstaaten Chile, Ecuador, Bolivien und Peru im 19. und 20. Jahrhundert*, Darmstadt (Häusser) 1991
- Herbert Wilhelmy/ Axel Borsdorf, *Die Städte Südamerikas: Teil 2. Die urbanen Zentren und ihre Regionen*, Berlin – Stuttgart (Gebrüder Borntraeger) 1985
- Christian Roth/Mancomunidad de Municipios Chiquitanos, *Manual de Capacitación para Guías de Turismo en las Misiones Jesuíticas de Chi-quitos Volumen II*, Santa Cruz () 2008
- www.fao.org/soils-portal/en/, European Commission, *Soil Atlas for Latin America and the Caribbean*, Luxemburg (Amt für Veröffentlichungen) 2013, 2015
- Wolfgang Laubner, *Tropical Architecture – Sustainable and Humane Building in Africa, Latin America and South-East Asia*, München [u.a.] (Prestel Verlag), 2005
- Horst Schroeder, *Lehmbau – mit Lehm ökologisch planen und bauen*, Wiesbaden (Vieweg+Teubner) 2010
- Gernot Minke, *Handbuch Lehmbau: Baustoffkunde, Techniken, Lehmarchitektur*, Staufen bei Freiburg (ökobuch Verlag) 2009
- Günter Pfeifer u.a., *Mauerwerk Atlas*, Basel (Birkhäuser – Verlag für Architektur) 2001
- Renate Löbbecke, *Kragkuppelbauten*, Köln (Verlag der Buchhandlung Walther König) 2012
- Ewald Terhart, *Didaktik: Eine Einführung*, Stuttgart (Reclam) 2009
- Leo Roth (Hrsg.), *Pädagogik: Handbuch für Studium und Praxis*, München (Ehnenwirth) 1991
- Thomas Müller (Hrsg.), *Montessori: Lehrmaterialien 1913 – 1925, Möbel und Architektur*, München [u.a.] (Prestel) 2002
- Walter Kugler, *Rudolf Steiner und die Anthroposophie*, Köln (DuMont) 1991
- Arno Lederer/ Wüstenrot Stiftung (Hrsg.), *Raumpilot. Lernen*, Stuttgart [u.a.] (Krämer) 2010
- Arno Lederer/ Wüstenrot Stiftung (Hrsg.), *Raumpilot. Grundlagen*, Stuttgart [u.a.] (Krämer) 2010
- ÖNORM B 1600, https://shop.austrian-standards.at/action/de/public/details/505581/OENORM_B_1600_2013_10_01;jsessionid=B8B0E722AA1EE1C0FA15AB1997A46806, 2015
- Roland Rainer, *Roland Rainer - Das Werk des Architekten 1927 - 2003*, Wien (Springer-Verlag), 2003
- Sibylle Kramer, *Schools: Educational Spaces*, Salenstein (Braun) 2010
- Universidad de los Andes, *Arquitectura en Bolivia*, Bogota – Colobia (Escala) 1995
- Colin Davis, *Key Houses of the Twentieth Century*, Laurence King Publishing 2006
- BKI Baukosteninformationszentrum, *BKI Baukosten 2011 Teil - Statistische Kostenkennwerte für Gebäude*, Stuttgart (BKI) 2011

Wenn nicht anders vermerkt, eigene Fotos und Grafiken

- 1.01 bearbeitet: Brockhaus- Die Enzyklopädie, *Weltatlas*, Leipzig- Mannheim (Geographisch-Kartographische Institut Meyer) 1997, S. 12
- 1.02 bearbeitet: S. Fischer Verlag, *Der Neue Fischer Weltatmanach 2014*, CD, Frankfurt am Main (S. Fischer) 2013
- 1.03 bearbeitet: S. Fischer Verlag, *Der Neue Fischer Weltatmanach 2014*, CD, Frankfurt am Main (S. Fischer) 2013
- 1.04 bearbeitet: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pueblos_originarios_de_Bolivia.png, 2015
- 1.05 bearbeitet: Herbert S. Klein, *A Concise History of Bolivia*, Cambridge [u.a.] (Cambridge University Press) 2003, 2011, S. 3
- 1.06 bearbeitet: S. Fischer Verlag, *Der Neue Fischer Weltatmanach 2014*, CD, Frankfurt am Main (S. Fischer) 2013
- 1.12 bearbeitet: Google Earth
- 1.18 bearbeitet: Google Earth
- 1.18 Christian Roth/ Mancomunidad de Municipios Chiquitanos, *Manual de Capacitación para Guías de Turismo en las Misiones Jesuíticas de Chiquitos Volumen II*, Santa Cruz () 2008, S. 72
- 1.22 Christian Roth/ Mancomunidad de Municipios Chiquitanos, *Manual de Capacitación para Guías de Turismo en las Misiones Jesuíticas de Chiquitos Volumen II*, Santa Cruz () 2008, S. 106
- 1.23 bearbeitet: Google Earth
- 1.26 Christian Roth/ Mancomunidad de Municipios Chiquitanos, *Manual de Capacitación para Guías de Turismo en las Misiones Jesuíticas de Chiquitos Volumen II*, Santa Cruz () 2008, S. 94
- 1.27 Christian Roth/ Mancomunidad de Municipios Chiquitanos, *Manual de Capacitación para Guías de Turismo en las Misiones Jesuíticas de Chiquitos Volumen II*, Santa Cruz () 2008, S.
- 1.31 bearbeitet: www.sunearthtools.com, 2012
- 1.32 bearbeitet: https://de.wikipedia.org/wiki/San_Ignacio_de_Velasco, 2015
- 1.38 Colin Davis, *Key Houses of the Twentieth Century*, Laurence King Publishing 2006, S. 66
-
- 2.01 Walter Kugler, *Rudolf Steiner und die Anthroposophie*, Köln (DuMont) 1991, S.111
- 2.02 bearbeitet: Arno Lederer/ Wüstenrot Stiftung (Hrsg.), *Raumpilot. Grundlagen*, Stuttgart [u.a.] (Krämer) 2010, S. 42
- 2.03 bearbeitet: Arno Lederer/ Wüstenrot Stiftung (Hrsg.), *Raumpilot. Grundlagen*, Stuttgart [u.a.] (Krämer) 2010, S. 26
- 2.04 bearbeitet: Arno Lederer/ Wüstenrot Stiftung (Hrsg.), *Raumpilot. Grundlagen*, Stuttgart [u.a.] (Krämer) 2010, S. 29
- 2.07 bearbeitet: Google Earth
- 2.08 bearbeitet: Dorado Arquitectura, Santa Cruz, 2012
- 2.09 bearbeitet: Dorado Arquitectura, Santa Cruz, 2012
- 2.11 bearbeitet: Roland Rainer, *Roland Rainer - Das Werk des Architekten 1927 - 2003*, Wien (Springer-Verlag), 2003, S.
- 2.12 Sibylle Kramer, *Schools: Educational Spaces*, Salenstein (Braun) 2010, S. 114, 117
- 2.13 bearbeitet: Sibylle Kramer, *Schools: Educational Spaces*, Salenstein (Braun) 2010, S. 117
- 2.14 <http://arkitema.dk/projekter/laering/hellerup-skole#!http://arkitema.dk/projekter/laering>, 2015
- 2.15 bearbeitet: Arno Lederer/ Wüstenrot Stiftung (Hrsg.), *Raumpilot. Lernen*, Stuttgart [u.a.] (Krämer) 2010, S. 374
- 2.16 www.ppag.at/cms/index.php?idcatside=270, 2015
- 2.17 bearbeitet: www.ppag.at/cms/index.php?idcatside=270, 2015

DANKE

an meine Familie, vor allem an meine Eltern, Juan, Roland,
Andi, Elmar und Renate

an meine Freunde

für die konstruktive Betreuung an Manfred Berthold
und am Ende, aber nicht zuletzt, an Puly

PERSÖNLICHE DATEN

Maria Elisabeth Prestel
Marchfeldstraße 9
1200 Wien
0699/10995689
prestelmaria@hotmail.com



AUSBILDUNG

Herbst 2001	Studium der Architektur, TU Wien
1996/97	BORG Ried im Innkreis
1991/92	BG/BRG Ried im Innkreis

PRAKTISCHE ERFAHRUNG

2005	Ausstellungsaufsicht Designzone Looshaus
2004- 2010	Sommerraushilfe Ordination Dr. Afredo Prestel

BESONDERE KENNTNISSE

CAD-Programme	Autocad, Archicad, Rhinoceros, Adobe Photpshop, Illustrator, InDesign
Sprachen	Deutsch, Englisch