

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

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



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

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

masterarbeit_

international museum of astronomy $\ensuremath{\mathsf{IMOA}}$

ausgeführt zum zwecke der erlangung des akademischen grades einer diplom-ingenieurin

unter der leitung von ao.univ.prof.dipl.ing.dr.phil. rieger-jandl

institut für kunstgeschichte, bauforschung und denkmalpflege eingereicht an der technischen universität

von shakiba ravazadeh 1129094 hermanngasse 14/8 1070 wien

wien, märz 2015

abstract

my project is about an international museum of astronomy placed in one of the rarest locations on earth for sky observatorys

the atacama desert in chile.

it should be a meltingpot for semi pro's and professionals to observate and study the sky. through acient systems of the iran the museum is designed to be autarkic.

through qanats, 10km north above the museum, water can be suffered of the mountains.the circulation of wind will be solved though windtowers. electricity is gained out of solar energy.

the museum ditches from the entry to the first mainroom into the stone of the desert. at that point it is -4.10m under the ground.

the museum contains three mainrooms. in the layout plan you can see that it is situated like the belt of the orion. in front of each mainroom there is a open space with a water basin and sitting slots. thoseare ment to be retreat oases.

the main corridor connects all rooms. it is constructed ot of the desert rock_ignimbrit stone



abb. 1: aufnahme einer supernova

die vorliegende arbeit skizziert den bauplan eines museums für astronomie an einem für die himmelsforschung wichtigsten orte der welt_ der atacamawüste in chile.

eine begegnungsoase für laie und professionelle um sich mit phänomenen des himmels auseinanderzusetzen. durch antike systeme aus dem iran wird ein autarkes system geschaffen, wodurch das wasser von den bergen geschöpft wird, die belüftung mittels windtürme bewältigt und der strom aus der sonnenenergie gewonnen wird. das museum gräbt sich vom eintritt bis zum ersten hauptraum kontinuierlich in den boden ein, sodass die baugrundebene auf -4.10 meter unterhalb des wüstenbodens ist.

der museumskomplex ist in drei haupträume aufgeteilt, die im grundriss wie der gürtel des orions orientiert sind. Vor jedem hauptraum ist ein ort-raum geschaltet. diese dienen als ruhezone, mit beschatteten grünflächen und jeweils einem wasserbecken. der weg dient in erster linie als verbindung aller räume, dieser ist aus dem stein gesprengt und in organischen wellenformen nachbearbeitet um den besu-

chern die erdhaftigkeit der atacama wüste nahe zu bringen. eine schule ist im letzten ort-raum anzufinden, um die einwohner san pedros in fachgebieten des tourismus auszubilden.



inhaltsverzeichnis

<u>theorie</u>		<u>ausführung</u>	
astronomie	6 - 9	nod ansicht	100 - 101
chile_ geographie	10 - 13	nord schnitt	102 - 103
lichtverschmutzung	14 - 19	detail meteroitenraum 1:50	104 - 107
		detail planetarium 1:50	108 - 111
<u>konzepterklärung</u>			
entwurfserklärung	20 - 21	<u>systeme</u>	
bausituation	22 - 23	windtürme	112 - 115
konzept	24 - 25	qanat	116 - 119
raumprogramm	26 - 27		
		<u>visualisierung</u>	
		schaubilder	120 - 125
<u>entwurf</u>		modellfotos	126 - 135
haupträume	28 - 29		
meteoritenraum	30 - 41	quallenverzeichnis	136 - 139
planetarium	42 - 53		
austellung I verwaltung	54 - 65		
bildungszentrum	66 - 75		
orträume I- III	78 - 87		
wegraum	88 - 93		
parkanlage	94 - 99		



abb.2: Darstellung des Claudius Ptolemäus aus der Enzyklopädie Margarita Philosophica von Gregor Reisch, 1503

seit anbeginn der menschheit wird die astronomie geschichtlich festgehalten. durch das freiäugige studieren des sternhimmels, entwickelte sich bereits in der steinzeit durch kultische verehrung der gestirne, die klassisch- geometrische astronomie, deren älteste teilgebiete possitionsastronomie und ephemeridenrechnung sind.

nach der erfindung des fernrohrs (1609), entwickelten astronomen und physiker durch das technische interesse diverse spezielle messgeräte bis hin zur modernen astrophysik, wo radio- und weltraumteleskope zum einsatz kommen, wodurch man heutzutage die möglichkeit hat, tief ins universum, bis hin zu seinen anfängen zu blicken.

bereits in der antike gab es astronomische aufzeichnungen und bauwerke, welche uns bestätigen wie genau verschiedene kulturen den himmel beobachteten und studierten.

¹ http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Geschichte_der_Astronomie.html

http://www.spektrum.de/alias/spezial-archaeologie-geschichte-kultur-3-2013/die-geschichte-der-astronomie/1207755

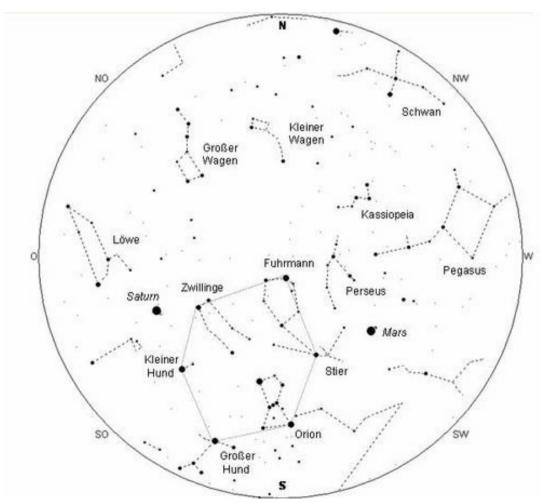


abb.3: darstellung der himmelskörper

Das prächtige Sternbild Orion ist eines der schönsten am ganzen Firmament und als typisches Wintersternbild am besten in den Nächten von Dezember bis Februar zu sehen. Von den acht Sternen, die die charakteristische Figur des Orion bilden, sind der rötlich schimmernde Beteigeuze (Schulterstern) und der weiße Rigel (linker Fuß) die hellsten Objekte. Beteigeuze hinterlässt innerhalb dieses Sternbildes wohl den stärksten Eindruck, es handelt sich hierbei um einen Überriesen. Sein Durchmesser entspricht dem vierhundertfachen Sonnendurchmesser. Würde man unser Sonnensystem konzentrisch in diesen Stern versetzen, so fänden die Sonne und die Planetenbahnen bis einschließlich des Mars darin Platz. Die drei in der Mitte des Sternbildes eng zusammenstehenden Sterne bilden den "Gürtel" des Orion. Unterhalb dieses "Gürtels" kann man in klaren Nächten einen diffusen hellen Fleck erkennen, den bekannten Orionnebel. Das ist eine gigantische Gasansammlung von mehr als 700°Sonnenmassen, die das "Baumaterial" für die Bildung neuer Sterne liefert.

²http://www.observatory-greifswald.de/archiv/das-wintersechseck.html

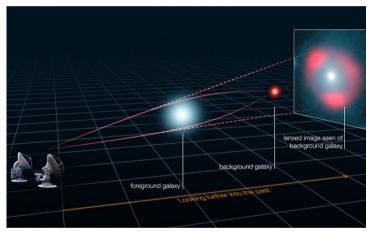


abb. 4: schematische darstellung von galaxy aufnahmen (Bild: ESO / NRAO / NAOJ, L. Calçada, Y. Hezaveh et al.)

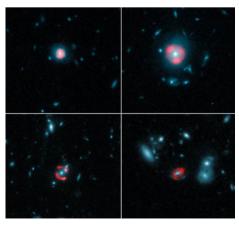


abb. 5 : die du abb.4 zugehöroge aufnahmen (Bild: ESO / NRAO / NAOJ, Y. Hezaveh et al.)



abb.6: radioteleskope

moderne astronomie:

radioteleskope sind anlagen die zur untersuchung von kosmischen objekten im radiobereich dienen.

zu meist sind es (paraboloidförmige) empfangsantennen, welche elektromagnetische wellen auf einen empfänger reflektieren. sie werden nicht nur zur beobachtung von himmelskörpern benutzt, sondern auch um daten von raumsonden zu empfangen, oder befehle an diese zu versenden.

das weltweit größte radioteleskop ist das atacama large millimeter/submillimeter array (alma). es besteht aus 66³ antennen und liegt auf ca. 5000 meter höhe in den nordischen anden der atracama wüste.

"Gebogener Strahlengang: Die schematische Darstellung zeigt, wie sich der Lichtweg einer fernen Galaxie im Schwerefeld einer näher gelegenen Vordergrundgalaxie verändert, die als Linse fungiert und so die ferne Galaxie heller, aber verzerrt aussehen lässt."

in abb. 5 sind ALMA-daten fernen hintergrundgalaxien, die vom gravitationslinseneffekt verzerrt werden. die hintergrundgalaxien werden zu lichtbögen verzogen, welche die vordergrundgalaxien umgeben

³ http://www.pro-physik.de/details/news/4480621/Blick_in_die_turbulente_Vergangenheit.html

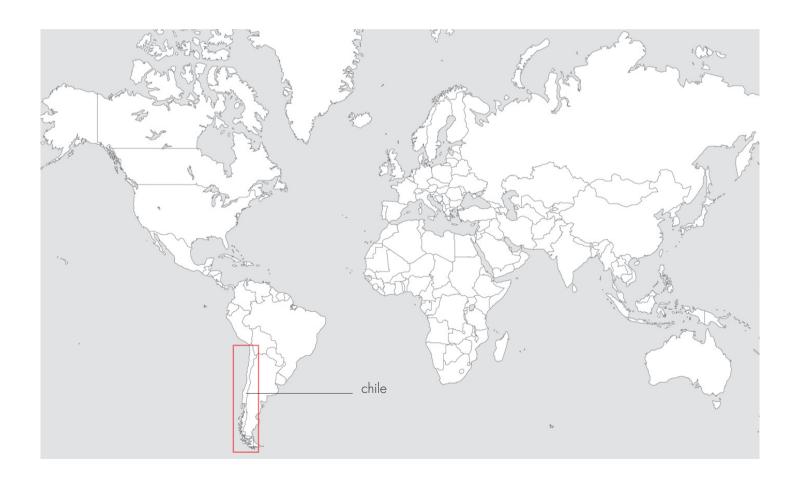


abb. 7: geographische position chile's auf der weltkarte

durch die geographischen gegebenheiten chiles wie der langen nord-süd-ausdehnung über 39 breitengrade und den beachtlichen höhenunterschieden in west-ost-richtung, weist das land im verhältnis zu seiner fläche eine überdurchschnittliche diversität an klima- und vegetationszonen auf 1. aus diesem grund steigt sowohl die zahl naturinteressierter tourist_innen als auch der wissenschaftler_innen stetig. das gebiet der atacamawüste zeichnet sich vor allem durch die klarheit der sicht auf den himmel und die geringe lichtverschutzung aus, weshalb vor allem der bereich der astronomie gerade hier floriert.

die atacama wüste liegt im nördlichen teil chile's. die größten städte der region antofogasta sind die gleichnamige hauptstadt mit 230.000, calama mit 145.000, tocopilla mit 23.000, mejillones mit 9.000 und die stadt san pedro de atacama mit nur 5.000 einwohnern, in deren nähe das museumsprojekt angesiedelt ist. dank der absoluten klarheit des himmels wurde diese kleine stadt, welche approximetrisch 2.400⁴meter über dem meeresspiegel liegt, zu einer für chile zentralen tourismusstätte der astronomie.

das interesse an diesem gebiet steigt auch seitens der wissenschaftler_innen aus allen bereichen der astronomie. aufgrund der extremen trockenheit und der höhensituation eignet sich dieser ort als optimaler standpunkt für observierungen. durch die rasant ansteigende globale lichtverschmutzung werden orte wie die atacamawüste mit klarer sicht auf himmel und gerstirn zunehmend zu einer seltenheit, weshalb die umgebung auch immer mehr von professionellen aller welt geschätzt wird. so siedeln sich hier immer mehr observatorien und laboratorien an.

nun liegt der bauplatz des museums etwa 27 km südöstlich der von touristen verstärkt beanspruchten kleinstadt san pedro de atacama, um auch der von ihr ausgehenden steigenden lichverschmutzung auszuweichen. auch, dass in unmittelbarer nähe die größte wissenschaftliche astronomiestation des gebiets, die alma station, liegt, ist für das gesamtkonzept des bauvorhabens von erheblicher bedeutung.

⁴ http://de.wikipedia.org/wiki/Región_de_Antofagasta# Geografie

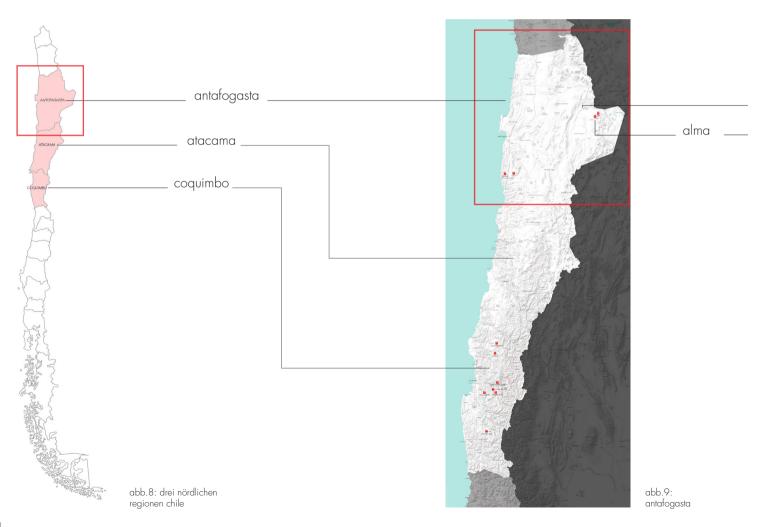




abb. 10 : westen: oasenstadt_san pedro de atacama osten : alma station

die alma-station liegt in der region der antafogasta, weit im westen knapp zu der grenze argentinien's und bolivien's. die station wurde auf 5.000 meter über dem meeresspiegel erbaut worden um die optimalsten beobachtungsmöglichkeiten zu gewährleisten.

mit 66 hochpräzisen antennen ist diese anlage das größte radioteleskop der welt.

san pedro de atacama ist die nächst gelegenste oasen-stadt mit nur 5000 einwohnern. durch das jährlich steigende interesse an diesem einzigartigen ort auf der erde wird sie jährlich von 40.000 astronomie interessierten touristen besucht.

das museum für astronomie kann damit in seiner einzigartigkeit vielerei interessen begegnen.

zum einen kann es den astronomie-interessierten tourist_innen ein ort der himmelsbeobachtung, der begegnung mit ähnlich gesinnten und auch der lehre werden. es soll die möglichkeit gegeben sein, den himmel in allen seinen erscheinungen mit und ohne hilfsmittel beobachten zu können, die umliegende wüste in ihrer gewalt und einzigartigkeit zu erleben und auch fachlich auf verschiedenen niveaus mit der astronomie in berührung zu kommen.

zudem wird die stadt san pedro entlastet. es wird übernachtungsmöglichkeiten geben sowie eine infrastuktur, die dem wachsenden besucherandrang standhält. zudem werden arbeitsplätze für die ortsansässigen geschaffen.

im museumskomplex selbst wird es auch stätten der lehre geben, an denen begegnungen zwischen tourist_innen und wissenschaftler_innen stattfinden können.

die astronom_innen der alma-station werden hier die möglichkeit haben, konferenzen zu verlagern, wissenschaftlichen besuch zu empfangen und neben der forschung auf der almastation selbst auch in der lehre tätig zu sein.

⁵ http://www.almaobservatory.org/



abb. 11: Lichtverschmutzung weltweit

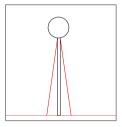
umweltverschmutzung_licht

lichtverschmutzung beschreibt die aufhellung des nachthimmels durch lichtquellen, deren licht in die luftschichten der erdatmosphäre gestreut wird. sie wird durch ihren negativen einfluss auf flora und fauna als eine form der umweltverschmutzung bezeichnet.

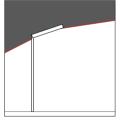
lichtverschmutzung wird durch die übermäßige abstrahlung von licht in der außenbeleuchtung verursacht.

straßenlaternen beispielsweise strahlen in alle richtungen und beleuchten unnötigerweise bereiche wie häuserwände (schemazeichnungen rechts), die nacht wird zum tag. vor allem der rhythmus der fauna wird damit auf unnatürliche weise beeinflusst

großstädte wie beispielsweise berlin sind übersät von lichtern. im bild auf der folgenden seite ist eine nachtaufnaheme berlins zu sehen. das straßennetz sticht klar hervor und ist trotz nächtlicher dunkelheit deutlich zu erkennen.



ineffektive beleuchtung: licht strahlt in alle richtungen und stört das observieren.



schlecht konstruierte beleuchtung: gerade förmiger lampenschirm streut das licht gezielter auf die straße, trotzallem fällt zuviel licht an unbedeutende stellen,wie hauswän-



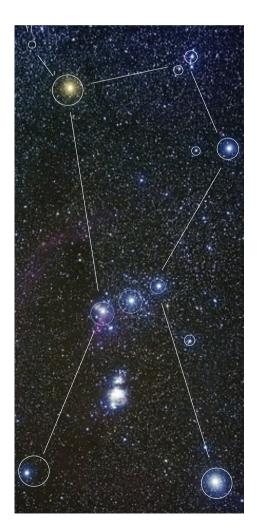
effektive beleuchtung: sehr enger lampenschirmwinkel gerichtetes licht nach unten, strahlt nur die notwenidige geh- & fahrzone aus. trotz der engen beleuchtung keine negativen folgen für den straßenverkehr.

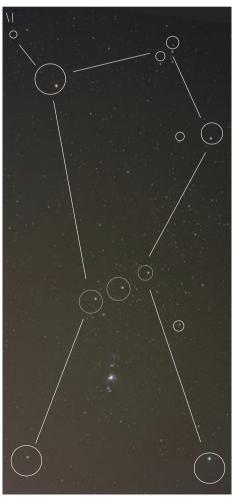
abb. 12: konstruktive gründe die zur lichtverschmutzung beitragen



abb. 13 _ Lichtverschmutzung der straßen berlin's

im fachgebiet der astronomie ist der anstieg der lichtverschmutzung deutlich zu spühren. durch die aufhellung unserer umgebung werden die astronomischen beobachtungen des nachthimmels stark erschwert.





schon beim simplen beobachten von sternenbildern wird das ausmaß der lichtverschmutzung sichtbar.

im linken beispielbild ist mehr als nur das sternenbild des orion zu sehen: um ihn herum sind unzählige weitere sterne erkennbar, wohingegen im rechten bild schon orion selbst schwer zu sehen ist, obwohl er als das hellste sternenbild am himmel gilt.

diese vergleichsbilder wurden außerhalb und innerhalb einer stadt gemacht und führen die akuten probleme der lichtverschmutzung vor.

abb. 14 _ sternenbild des orion

links: ländliches sternenbild des orion rechts: städtisches sternenbild des orion

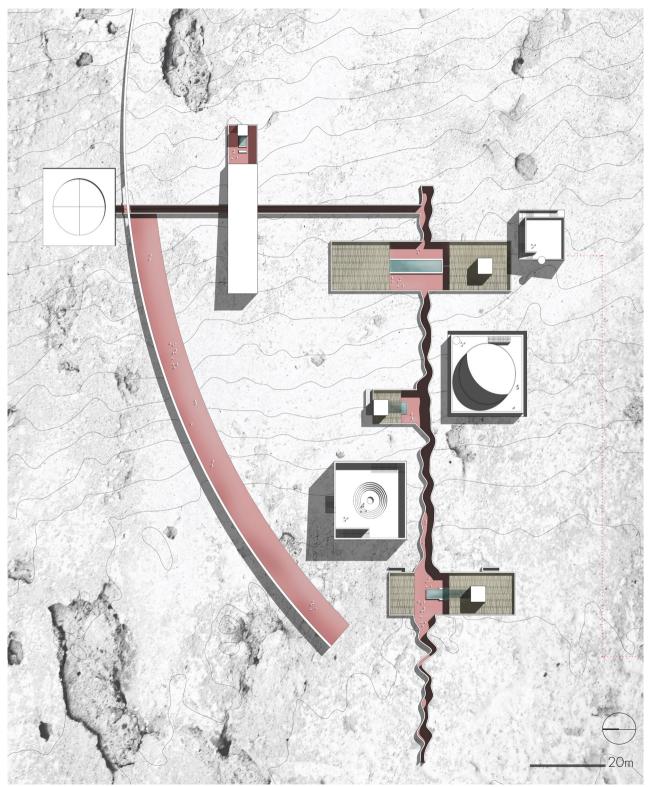


abb. 16_ lageplan entwurf

der museumsentrwurf basiert formal auf dem sternenbild des orion, einem der bekanntesten und in unterschiedlichen kulturkreisen mythologisch aufgeladenen wintersternbildern der himmelsbühne.

der oriongürtel ist besonders wichtig für die präastronautik, denn viele techtonischen meisterleistungen wurden am oriondreieck ausgerichtet.

der gürtel des orions besteht aus zwei ähnlich großen sternen, die auf einer achse liegen und einem niedriger liegenden stern ausserhalb der achse. orion liegt fast genau auf dem himmelsäquator. unterhalb des gürtels sieht man bei genauer betrachtung einen lichtfleck, bestehend aus einer großen sternfabrik, die auch orionnebel genannt wird.

der vorliegende baukomplex besteht aus drei haupträumen, die sich in der konstellation des oriongürtels anordnen.

es sind zwei gleich große räume, die auf einer achse liegen und ein kleineres gebäude geplant, das außerhalb der achse angesiedelt ist. die größe der räume ist kohärent zur ihrer relevanz im konzept des museums.

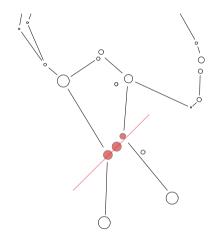


abb. 17 _ der gürtel des orion bestehend aus drei sternen

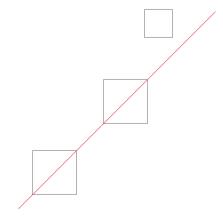


abb. 18 _ position der sterne als entwurfsgrundlage



abb. 19_ ignimbrit fels_ bodenschnitt

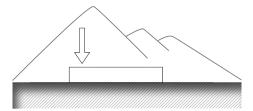


abb. 20_ ignimbrit gestein_ nahaufnahme

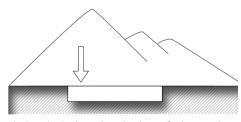


abb. 21_ ignimbrit fels_ sprengungsarbeiten

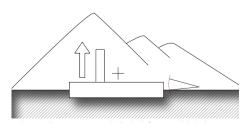
bausituation



objekt oberhalb wüstenfels



objekt in den boden verlegt als schutzmaßnahme vor den extremen klimabedingungen der wüste



1/3 ragt heraus um natürliche belüftung und belichtung nutzen

abb. 22_ piktogramme konzept

um schutz vor den extremen klimabedingungen zu gewährleisten und das bild der ursprünglichen landschaft der wüste einigermassen unberührt zu lassen, wurde das museum im entwurf in den boden gegraben.

die steinwüste atacama besteht aus verschiedenen schichten von vulkangestein namens_

ignimbrite.

ignimbrite_

oder tuffstein, besteht zu mehr als 75% aus pyroklasten aller korngrößen. er zählt zu den weichgesteinen und wurde im bauwesen oft als mauerstein oder tuffziegel verwendet.

heute wird er eher für platten an außenfassaden verwendet

⁶ http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/ Thumblinks/ignimbrite_page.html

The two rotation drillings with 15 m depth each have been executed at the following topographical coordinates:

Prospection	Coordinate UTM North	Coordinate UTM East	
Drilling 1	7.488.356	604.633	
Drilling 2	7.448.490	604.708	

Horizon 1: 0.0 - 0.4 Gravel with sandy silt, brown color, medium compactness, low moisture, non plastic fine, angular and subangular grains.

Horizon 2: 0.4 - Ignimbrite rock. Light brown color. Medium to low hardness. Not sensitive to water contact.

Foundation Material	Ignimbrite
Color	Light Brown
Density [ton/m ³]	2,13
Uniaxial compressive strength [kg/cm ²]	157
Elasticity Module [kg/cm ²]	2000
Ratio of Poisson	0,15
Internal friction angle [°] *	50
Cohesion [kg/cm ²] *	0,5

^{*:} Only for calculation purposes. Does not have validity in another sense

abb. 24_ entnommenen bohrproben des wüstengesteins

anhand eines geotechnischen berichtes der von der OSF (technical facilities at the operation support facility) und ALMA (atacama large millimeter array) 2004 in auftrag gegeben wurde, konnten exaktedaten über das felsgestein der atacama wüste entnommen werden.

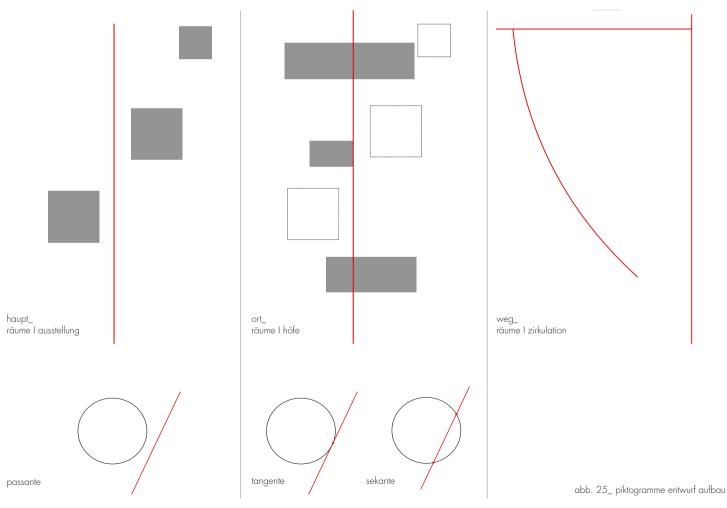
aus drei verschiedenen bohrungen wird ersichtlich, dass das erreich bis zu 40 cm tiefe aus kies und schutt besteht, darunter trifft man auf das gestein_ ignimbrite.

felsformationen, die sich jahrtausende lang durch verschiebungen der erdplatten und vulkansausbrüchen gebildet haben.

dem bericht ist ebenfalls zu entnehmen, dass aus dem gestein beton hergestellt werden kann. klasse C16/20.

die reine zugabe eines zementes würde genügen.

mit dieser annahme wird das abgetragene gestein mit zugabe von zement wiederverwertet, woraus der museumskomplex gebaut wird.



wie erwähnt besteht das museum aus den drei haupträumen, die sich an dem primärerschließungsweg in form von passanten entlangreihen.

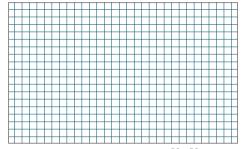
vor jeden hauptraum ist ein ortraum gesetzt. mit wasserbecken und einem natürlichem kühlungssystem ausgestattete innenhöfe laden die besucher_innen zum verweilen ein.

funktionale orte wie kasse und cafeteria sind darin untergebracht. im gegensatz zu den haupträumen tangieren oder schneiden die höfe die erschließungsachse. die damit einhergehende öffnung des raumes erscheint hell und einladend.

am ende des hauptweges leitet eine rampe die besucher wieder an die erdoberfläche. von hier aus kann das gesamte areal des museums besichtigt werden. durch eine im grundriss bogenförmig erbaute mauer mit einer höhe von 4m wird der I die besucher_in zurück zum haupteingang geführt. kleine sitznischen innerhalb der wand geben den besucher_innen die möglichkeit, die landschaft beim ausruhen auf sich wirken zu lassen.

ein objekt-park ist links von der bogenförmigen flaniermeile vorzufinden. größere astronomische messinstrumente sowie kunstobjekte sind verstreut auf der freifläche angebracht. dieser park kann auch unabhängig von einem besuch des museums genutzt werden.

der grundriss ist in einem raster von 50x50 cm strukturiert. proportionsfragen wurden mittels des goldenen schnittes und der fibonaccireihe gelöst.



50x 50 cm raster



goldener schnitt



abb. 26_ piktogramme entwurfs hilfmittel

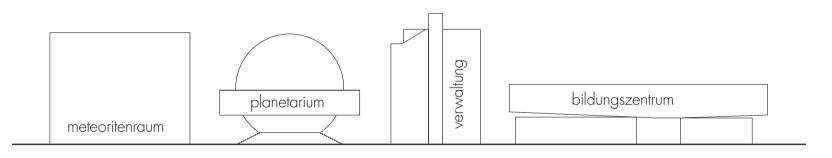
fibunacci reihe

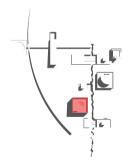
hauptfunktionen

- I. wegraum
- II. ortraum_ 1-3
- III. haupträume_ meteoriten- ausstellungsraum planetarium verwaltung_austellung bildungszentrum
- IV. parkanlage

raumprogramm

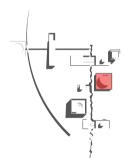
<u>l.wegraum</u>	768m²	III.haupträume meteoritenraum: innerer raum	217m²	bildungszentrum: gruppenraum arbeitsräume	45m² 65m²
II.orträume_		äusserer raum	$90m^2$	hof	60m²
ortraum_ l kasse kasse lager garderobe sitznischen wc besucher	15m ² 6m ² 29m ² 18m ² 60m ²	planetarium: ausstellungsfläche ug ausstellungsfläche eg planetarium sitznischen	784m² 440m² 194m² 15m²	teeküche wc arbeitsraum innenhof bibliothek wc	5m ² 8m ² 70m ² 95m ² 120m ² 8m ²
ortraum_ sitznischen ortraum_ restaurant wc besucher sitznischen	107m ² 18m ² 115m ² 60m ² 32m ²	verwaltung I ausstellung: ausstellung ug galerie eg vortragsraum verwaltung	170m ² 75m ² 145m ² 120m ²	<u>IV: parkanlage</u> beobachtungsflächen	10.500m²





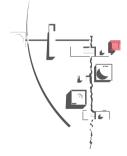


- 21x21 m kubus
- austellungsraum wendeltreppe auf dachterasse



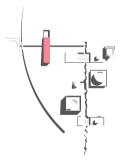
II. raum der raumfolge

- -21x21m gestauchter ausstellungs kubus - planetarium kugel durchbricht sie



III. raum der raumfolge

- ersten beiden geschosse austellungs
- beiden letzen verwaltungbereich
- externer zugang mittels wendeltrep pe, welche subtraktiv abgetragen aus dem gebäude



IV. raum der raumfolge

- zwei geschossig
 eg aufgeteilt in zwei bereiche:
 osten_ workspace mit hof westen_arbeitsräume
 og: bibliothek und hotel

wie im plan zu sehen gibt es vier räume.

der vierte raum liegt nicht in der achse des oriongestirns und sticht durch seine lage hervor, da dieser abschnitt des entwurfs eine vom museum unabhängige funktion innehat.

der gebäudekomplex beinhaltet eine schule, diverse laboratorien, eine bibliothek, arbeitsplätze und schlafräume, die angemietet werden können.

auch von wissenschaftler_innen aus aller welt können hier konferenzen u.ä. abgehalten werden. durch einen zweiten eingang kann zu diesem zweck der komplex mit gesonderter zutrittsgenehmigung von der anderen seite betreten werden.

einheimische aus san pedro de atacama sollen in dieser einrichtung die möglichkeit haben, ausgebildet zu werden in verschiedenen bereichen des (astronomie-) tourismus.

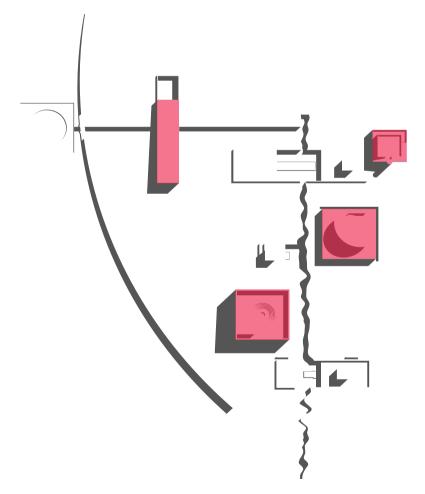
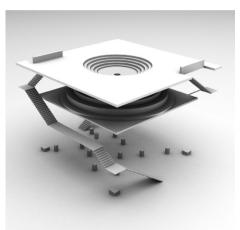


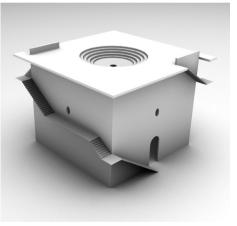
abb. 27 _ schattenlageplan_ zur erläuterung der räume



meteoritenraum









innenraum I zirkulation

innenwand I zirkulation

aussenfassade I dachterasse

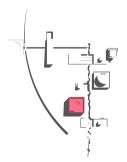


abb. 28_ analytische piktogramme meteoritenraum

der erste raum ist ein austellungsraum für meteoriten, der vom zentrum aus erschlossen wird: vom mittelpunkt des raumes aus betrachtet, verspürt der besucher durch die spiegelungen der wände eine orientierungslosigkeit, die dazu anregt, die räumlichkeit eigenständig zu erkunden.

außerhalb des austellungsraumes befinden sich weitere nischen, vor denen vitrinenflächen in die wand eingelassen und objekte ausgestellt sind.

desweiteren gibt es zwei aufgänge, die sich spiegelverkehrt um den mantel des raumes zur dachfläche winden, wodurch eine zwischenebene entsteht, die einen weiteren blick auf den austellungsraum ermöglicht.

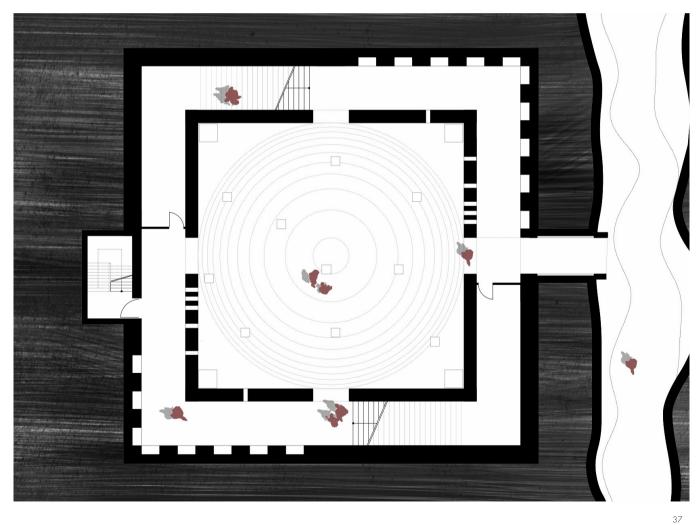
angelangt auf dem dach befindet sich eine 2m hohe brüstunglwand, die den blick auf die umliegende landschaft verwehrt. dadurch wird der fokus des I der besucher_in direkt auf den himmel geleitet

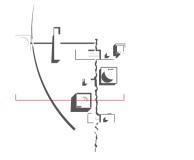
durch kleine auslässe im mauerwerk werden vordefinierte 'tunnelblicke' auf die landschaft gewährt.

5m

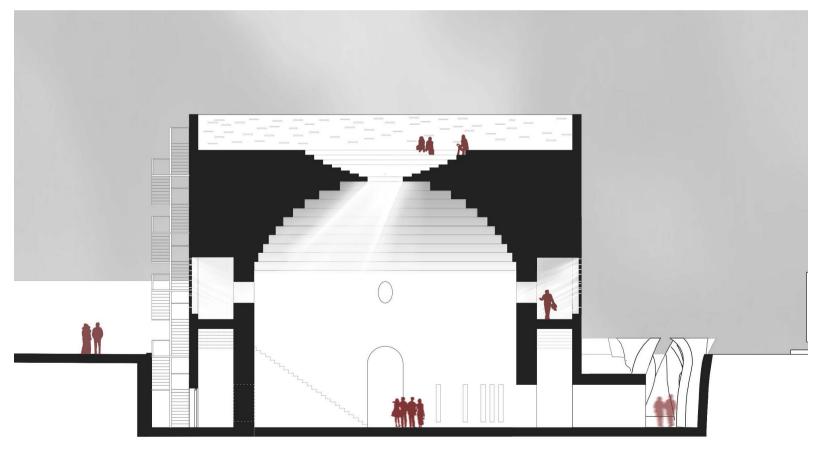
Om

10m

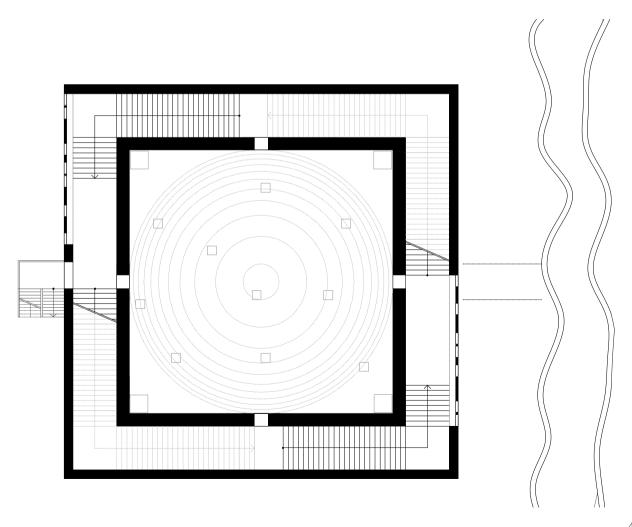




meteoritenraum_ m 1:200_ schnitt nord-süd richtung



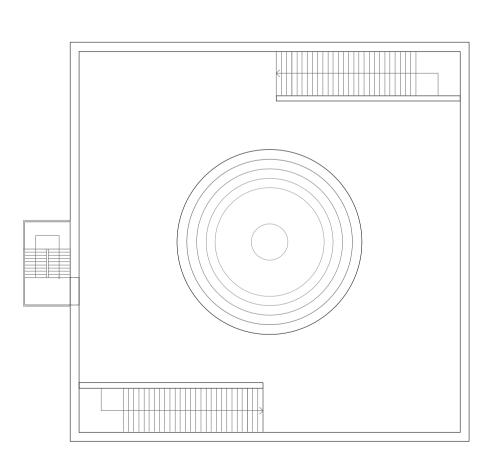
Om 5m



meteoritenraum_ m 1:200_dachterasse

Om

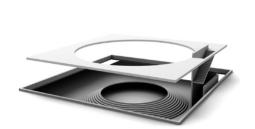
5m







planetarium



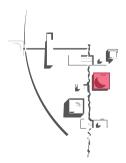




innenraum I zirkulation

raum I zirkulation

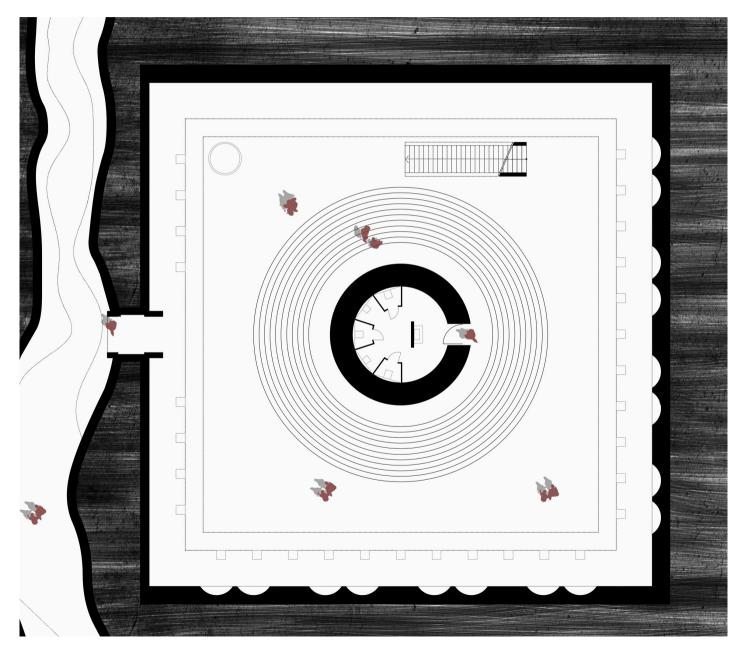
aussenfassade I dachterasse

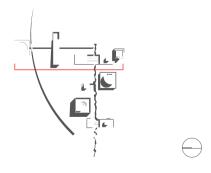


nach dem durchschreiten des ersten raumes, öffnet sich der gang zu einem kleinen hof: dem zweiten ortraum im enwtruf. dieser ist ausgestattet mit einem wasserbecken und einem windturm, der für einen angenehmen luftzug sorgt.

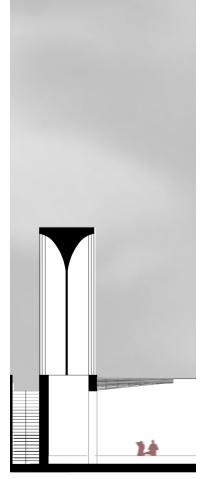
danach folgt der zweite hauptraum: das planetarium. der eingangsraum ist großzügig angelegt und dient als ausstellfläche. durch eine treppe gelangt man in den 1.og des bauwerkes und findet eine lichtdurchflutete zweite austellungsfläche vor. nach diesem rundgang gelangt man zum eingang ins planetarium selbst. dieses kann von zwei ebenen aus erschlossen werden: von oben, der terrasse, oder aus dem 1.og.

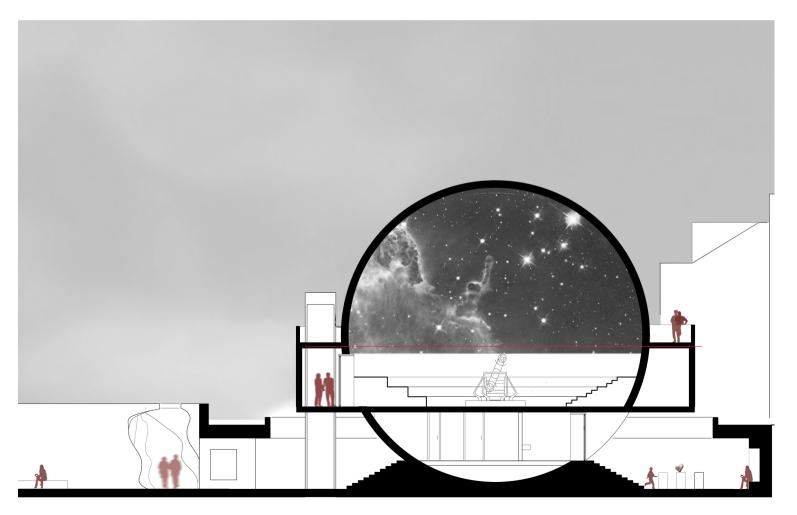
die kugelform dieser räume ist funktional, da eine runde projektionsfläche für ein planetarium günstig ist. um die kugel herum ist ein in der höhe gestauchter kubus errichtet, der vom grundrissmaß die gleichen abmessungen aufweist wie der meteoritenraum. da dieser komplex in einer grube errichtet ist, scheint der baukörper zu schweben. das fundament der kugel bildet sich aus zehn massiven stufen.

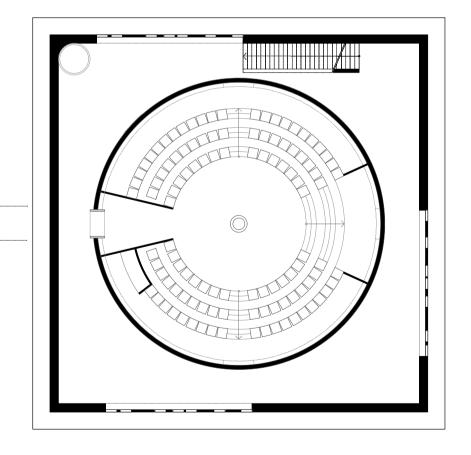




planetarium_ m 1:200_ schnitt nord-süd richtung



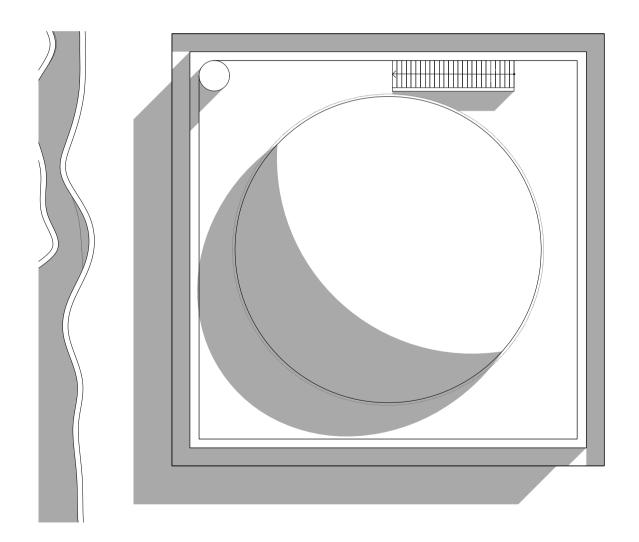




planetarium_ m 1:200_ dachterasse

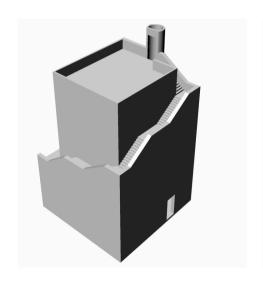
Om

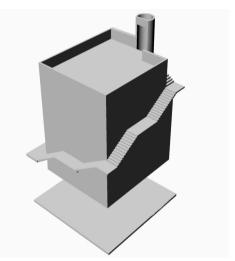
5m



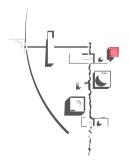








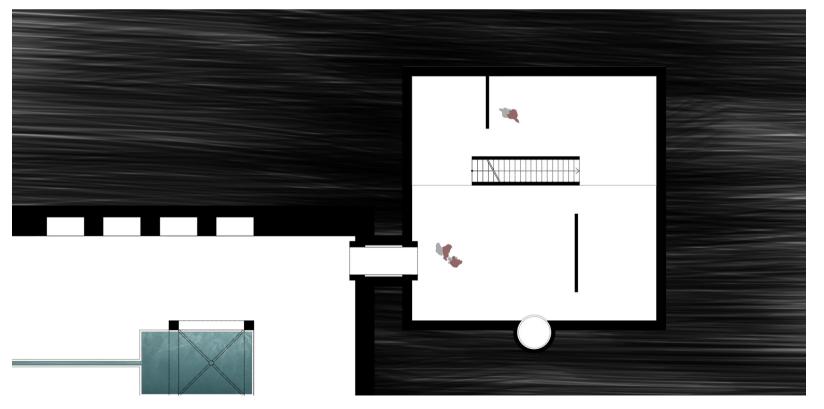


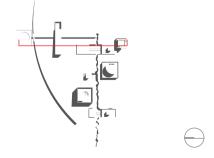


tritt man wieder aus dem planetarium hinaus, gelangt man abermals durch den gang zum größten innenhof in der raumkette. im zentrum des hofes sind wasserbecken positioniert. unterhalb eines holzdachs befinden sich unter anderem ein café und der eingang zum dritten gebäude im gürtel des orion.

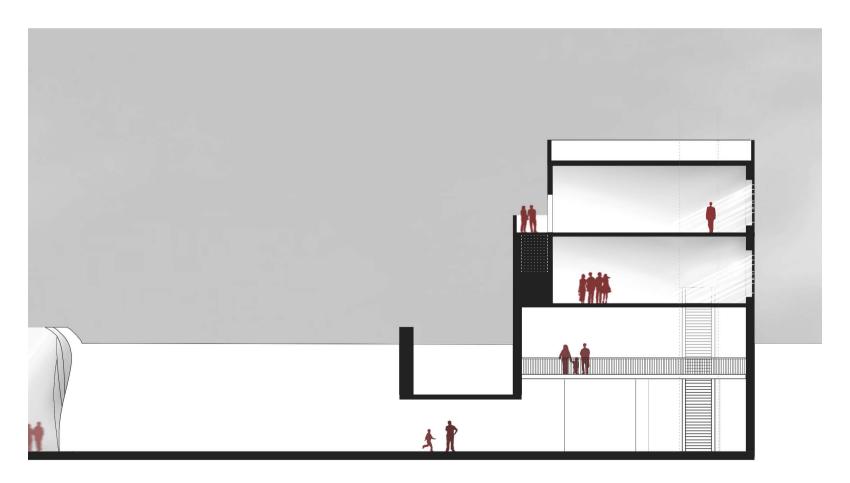
der kleinste raum in dieser konstellation ist in vier geschosse aufgeteilt und ist somit das gebäude mit der größten nutzfläche. das untergeschoss und der 1.og bilden einen großen austellungsraum, der mittels wandscheiben zu kleineren räumen abgetrennt werden kann, um vorträge halten oder filme vorführen zu können.

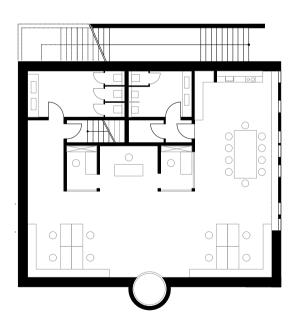
die darüber liegende ebene ist als galerie gestaltet und offeriert eine zweite perspektive auf die räumlichkeiten. die beiden oberen geschosse bilden den verwaltungstrakt des museums und sind nicht zugänglich für besucher_innen.

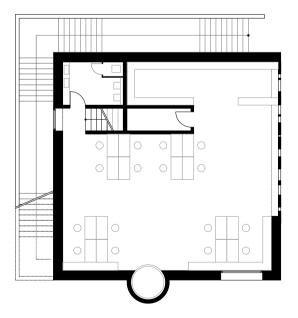


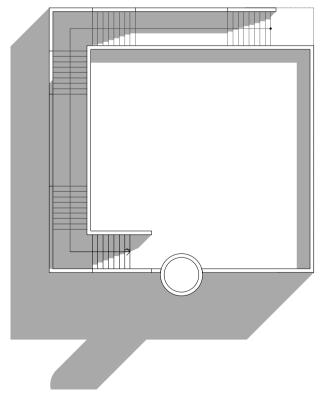


planetarium_ m 1:200_ schnitt nord-süd richtung



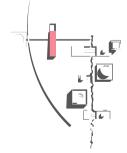












das bildungszentum ist, neben dem museum, ein weiterer trakt, in dem seminare, konferenzen und lehrgänge stattfinden können. wissenschaftler_innen der umliegenden forschungsstationen und interessierte laien können hier wissen erlangen und sich austauschen.

neben den arbeits-, den aufenthalts- und schlafräumen befindet sich hier die museumsinterne bibliothek.

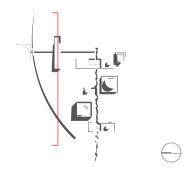
da dieser ort nicht direkt zum museumsrundgang gehört, ist auch architektonisch anders gearbeitet worden: der hauptraum ist an dieser stelle direkt über dem ortraum angesiedelt.

bildungszentrum_m 1:200_ grundriss ug

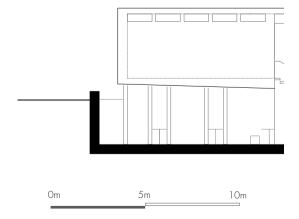
Um

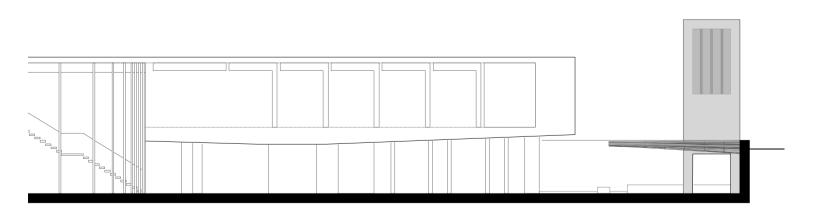
5m





bildungszentrum_m 1:200_ schnitt nord süd



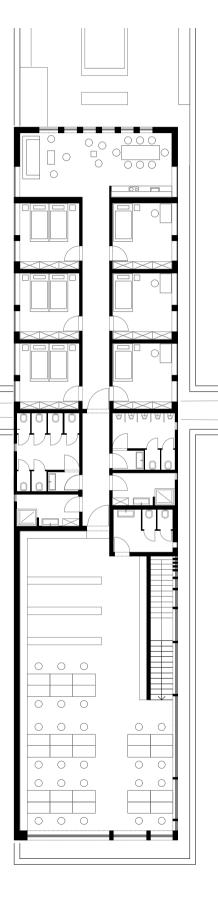


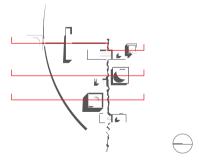
bildungszentrum_ m 1:200_ grundriss I.og

Om

5m

10m

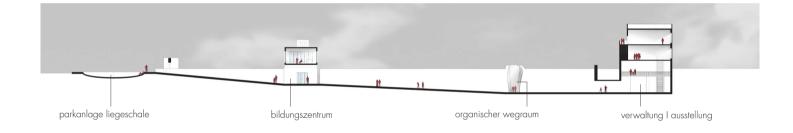


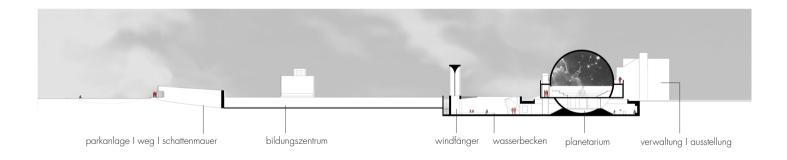


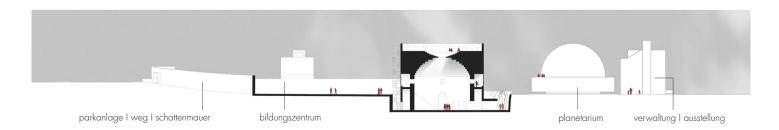
schnitte nord-süd richtung_museumskomplex mit parkanlage_ m 1:1000

Om 10m 20m

querschnitte









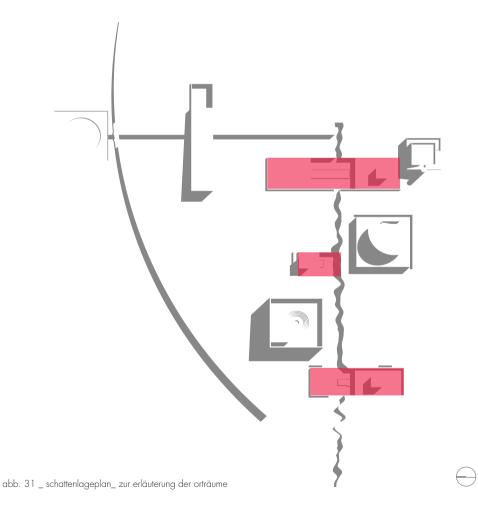
wie im plan zu sehen ist gibt es drei orträume.

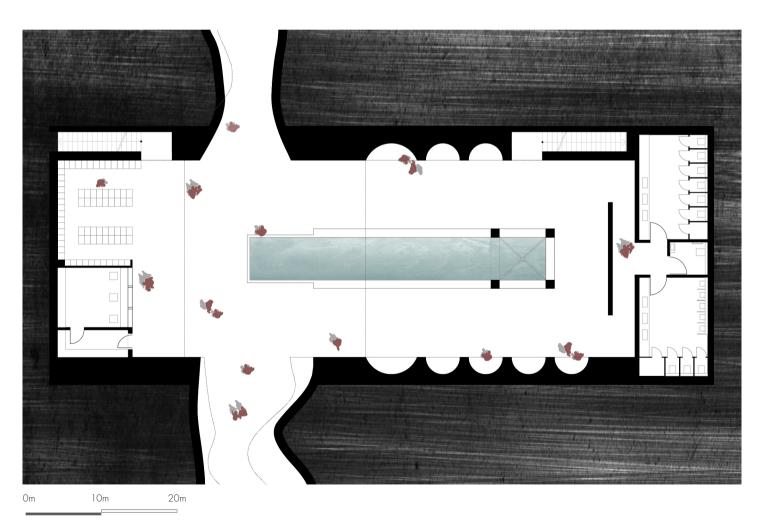
diese beschreiben im freien liegende plätze, die mittels einer steifen holzmattenkonstruktion und windturm für angenehmes klima sorgen. sie liegen jeweils vor jedem hauptraum, und bilden ruhepunkte im gesamtem museumskomplex.

die wasserbecken, die in jedem ortraum als symbol für leben stehen, sind an den unterirdischen system des qanats verbunden und werden dadurch immer durch kühles felsenwasser gespeist.

wie vorhin bereits erwähnt sorgen holzmatten für die schattierung dieser plätze. sie wurden aus den bereits vorhanden örtlichen beispielen, marktplätze in san pedro de atacama, übernommen und mit einer edleren steifen kosntruktion in das museumskomplex eingebunden.

aus dem felsen herausgesprengte sitznischen sind zugenüge aufzufinden, um sich nach der reise ins museum, durchs museum und zum ende hin ausruhen zu können.

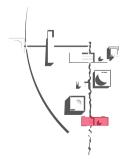




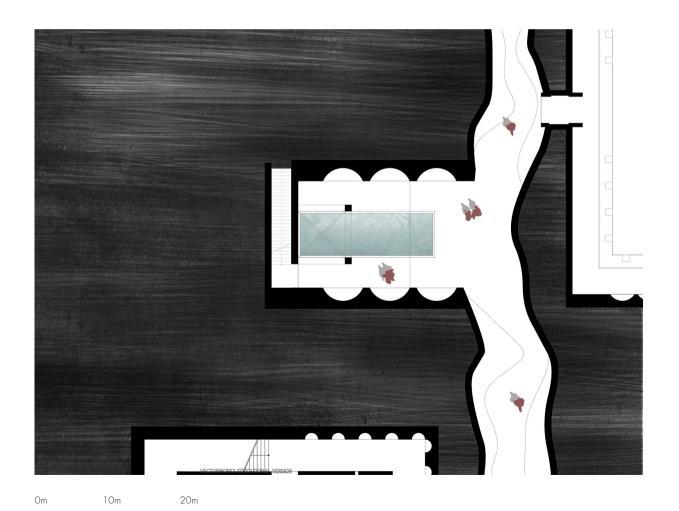
ortraum_l

beim eintreten in den museumskomplex gelangt man zunächst in einen organisch geschwungenen, sehr hoch ummauerten gang. die mauern verjüngen sich nach oben hin und bilden damit einen mäandrierenden lichtschlitz, durch den der gang in natürlichem licht mystisch ausgeleuchtet wird.

im verlauf des ganges gelangt man in den ersten innenhof, auf dem ein wasserbecken, die kassen, die toiletten, die garderobe und ein spintsystem sowie fluchtwege zu finden sind. dieser hof umfasst somit die funktionalen und notwendigen elemente des museums.



ortraum I_ m 1:200_ grundriss

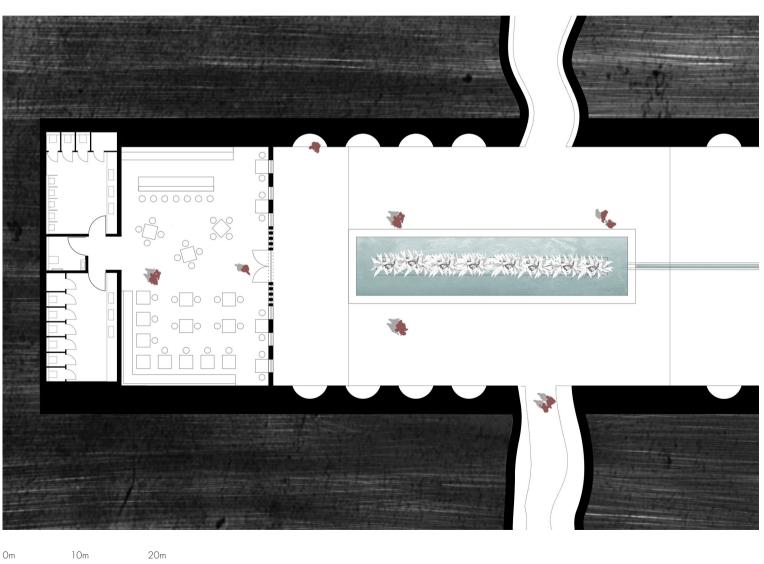


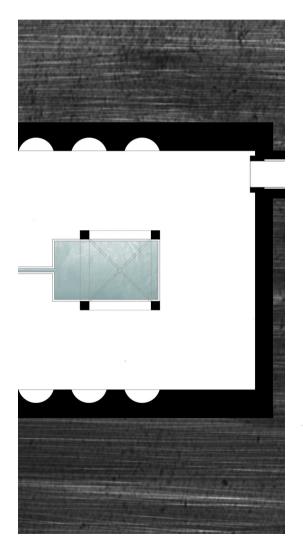
ortraum_ll

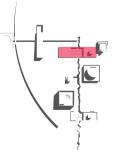
der zweite ortraum ist einer der raststätten zwischen den haupträumen. vor jedem der haupträume ist ein solcher ort zu finden, der die möglichkeit bietet, sich beim erkunden des großen museums auszuruhen, das erlebte zu reflektieren und die umliegenden naturverhältnisse wirken zu lassen.



ortraum II_ m 1:200_ grundriss







ortraum III_ m 1:200_ grundriss

im letzten ortraum, als pendant zum ersten rastraum, ist eine cafeteria vorhanden, grünflächen und wasserbecken sind angelegt und toilettenanlagen zu finden. hier ist eine weitere rast vor dem betreten des letzten ausstellungsraumes möglich.



abb. 32. links: flechtzaun_ rechts: holzmatten überdachung in den straßen von san pedro de atacama







abb. 33_ material_ peter zumthor_ haldenstein studio



abb. 34_ peter zumthor_ haldenstein studio

material orträume

die überdachung der höfe orientiert sich an den konstruktionen der öffentlichen plätze und straßen in san pedro de atacama, über die bastmatten gespannt sind, um die menschen vor der starken sonneneinstrahlung zu schützen.

damit wird auch ein direkter bezug zwischen dem örtlichen architektonischen erscheinungsbild der stadt und dem neu errichteten museum erstellt.

die unteren bilder zeigen in dieser tradition ein beispielhaftes pilotprojekt von peter zumthor, in dem als vorlage für moderne architektur alte techniken des holzmattenbaus verwendet wurden. hierbei wird klar, dass alte mittel und moderne architektur sich keineswegs ausschließen.

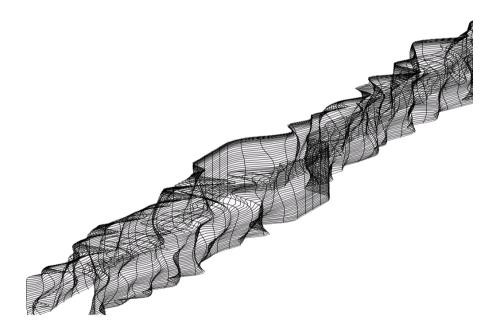


abb. 35_ schattenlageplan_ zur erläuterung der räume

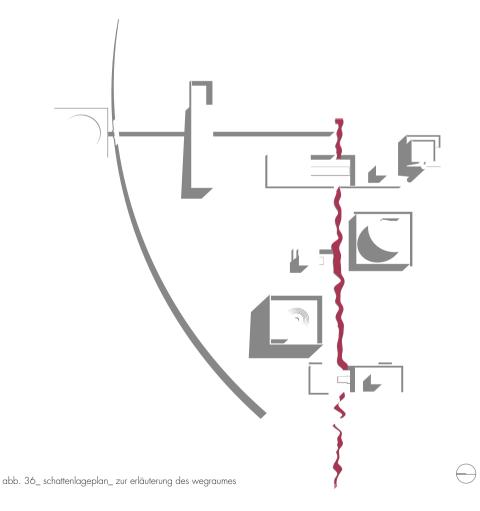
eine sehr lange, von westen nach osten verlaufende, geschwungene hauptachse, verbindet alle räume miteinander.

als kontrast zu den rein geometrischen körper der haupträume wurde der hauptzirkulationsweg organisch geformt.

aus dem felsen wird dieser gesprengt und nachbearbeitet. die oberfläche wird naturbelassen, an wenigen bestimmten stellen durch aussteifungen konstruktiv unterstützt.

es scheint als wäre der weg in den felsen gegraben worden. die mauerhöhe beträgt vier meter und läuft nach oben hin konisch zusammen, sodass oberhalb des erdreiches nur ein schmaler schlitz zu sehen ist. im gang selbst sind durchgänge von zwei bis vier metern vorzufinden.

tempeliaukio church in helsinki,europa ist ein gutes beispiel um die oberflächenbehandlung und die damit verbundene habtik zu visualisieren.



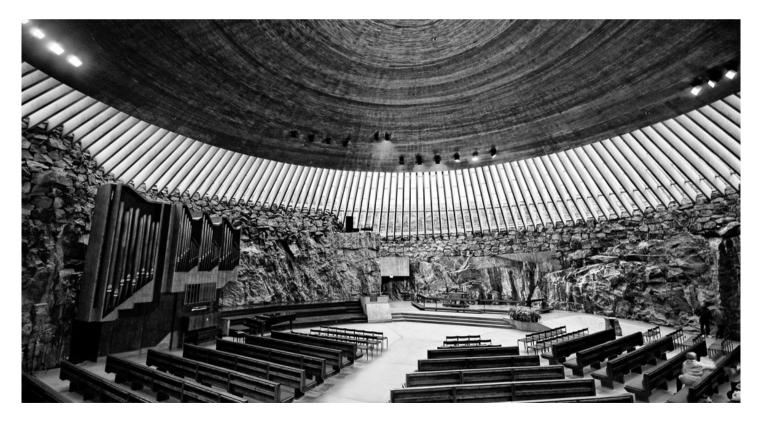


abb. 37_ temppeliaukion church in helsinki,europa



abb. 38_ tempeliaukio church, verbindungsstelle estrich boden & fels



abb. 39_ tempeliaukio church, fels habtik

temppeliaukio kirkko (übersetzte die fels kirche) in helsinki, nord-europa. wurde 1968 von den brüdern Timo and Tuomo Suomalainen arcitekten 1969 fertig gebaut.

temppeliaukio ist aufgrund seiner rauen wandoberflächen ein besonderer ort der akustik und somit ein sehr begehrter für klassische konzerte.

 $^{^{7}\ \}mbox{http://www.sacred-destinations.com/finland/helsin-ki-rock-church-temppeliaukio}$



abb. 40_ antelope felsschlucht am lake powell in utha, arizona



abb. 41_ schluchtartiger wegraum_entwurf



abb. 42_ antelope felsschlucht untersicht

die antelope felsschlucht am lake powell in utha, arizona ist eine von wind und wasser geformte schlucht.

erst im inneren der schlucht sieht man die wahren raumbildungen. weich geschwungene formen, diffuses licht und die rötlichen erdschichten sorgen für eine misteriöse atmosphäre.



parkanlage

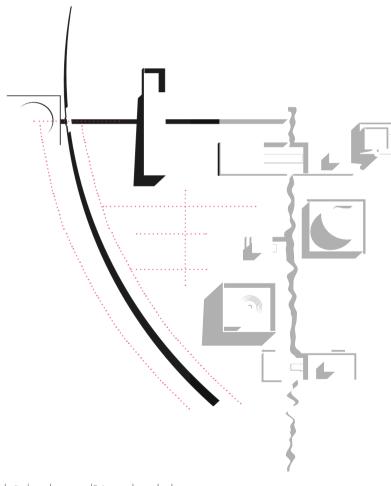


abb. 43_ schattenlageplan_ zur erläuterung der parkanlage

von der parkanlage aus kann der gesamte komplex von oben betrachtet und der abgelaufene weg nachempfunden werden. da die konstruktion des gebäudes bewusst beim durchlauf nicht klar ersichtlich ist und eher eine orientierungslosigkeit evoziert, kann diese abschließende betrachtung von oben als aufschlüsselung des ganzen besuches und erhellendes ende eines lehrreichen tages angesehen werden.

auch hier befinden sich sitzmöglichkeiten, um von jeder position aus den komplex betrachten zu können.

auf dem hof befinden sich mehrere astonomische instrumente, die frei benutzt werden dürfen, unabhängig davon, ob ein museumsbesuch stattgefunden hat oder nicht.



abb. 44_ jantar mantar_ neu delhi-indien



abb. 44_ jantar mantar_ neu delhi-indien



abb. 46_ jantar mantar_ neu delhi-indien



abb. 47_ jantar mantar_ jaipur- indien

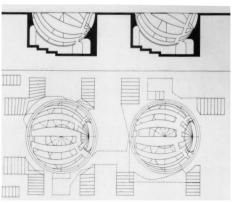
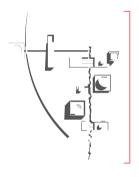
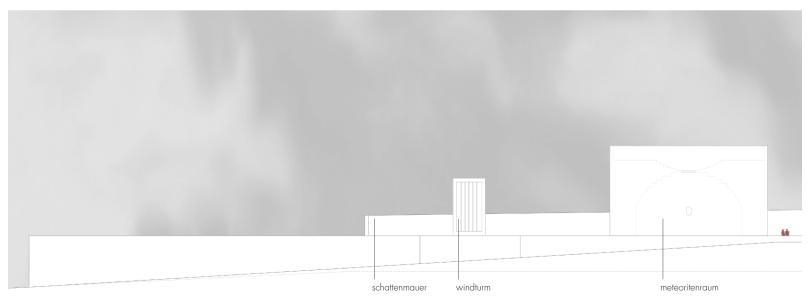


abb. 48_ jantar mantar_ jaipur- indien

ein wunderschönes beispiel für astronomische parkanlagen bilden die vorbilder in indien. sowohl in neu delhi als auch in jaipur sind große, sehr gut gepflegte grüne anlagen vorzufinden.

in den parks sind riesige instrumente für astronomie beobachtungen, die aussehen wie abstrakte skulpturen mit treppenanlagen und rampen.

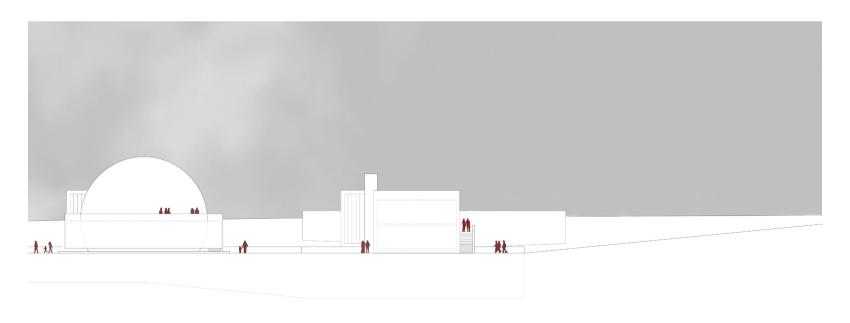


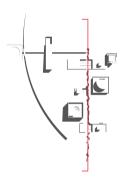


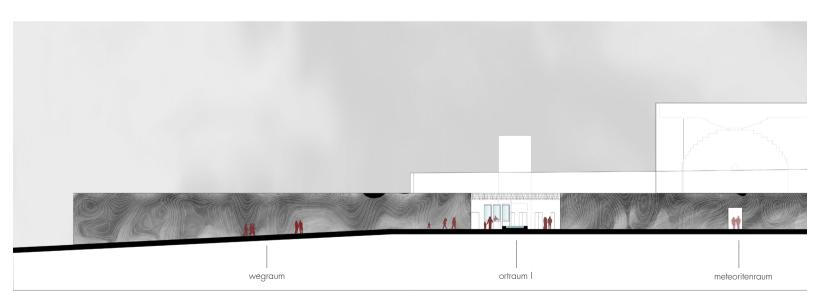
nordansicht_ m 1:500

Om 5m 20m

102

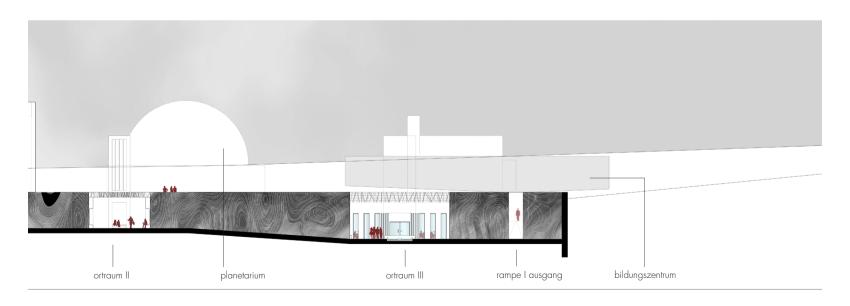




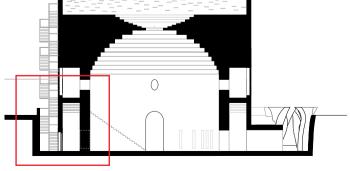


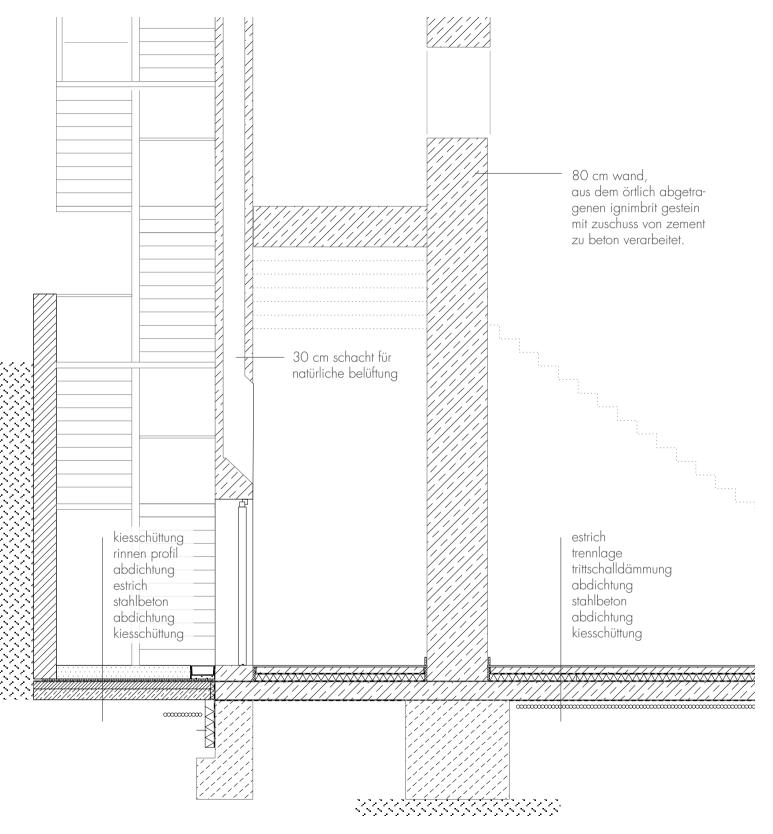
20m

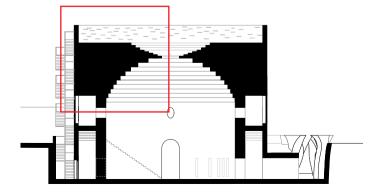
nord schnitt
Om 5m



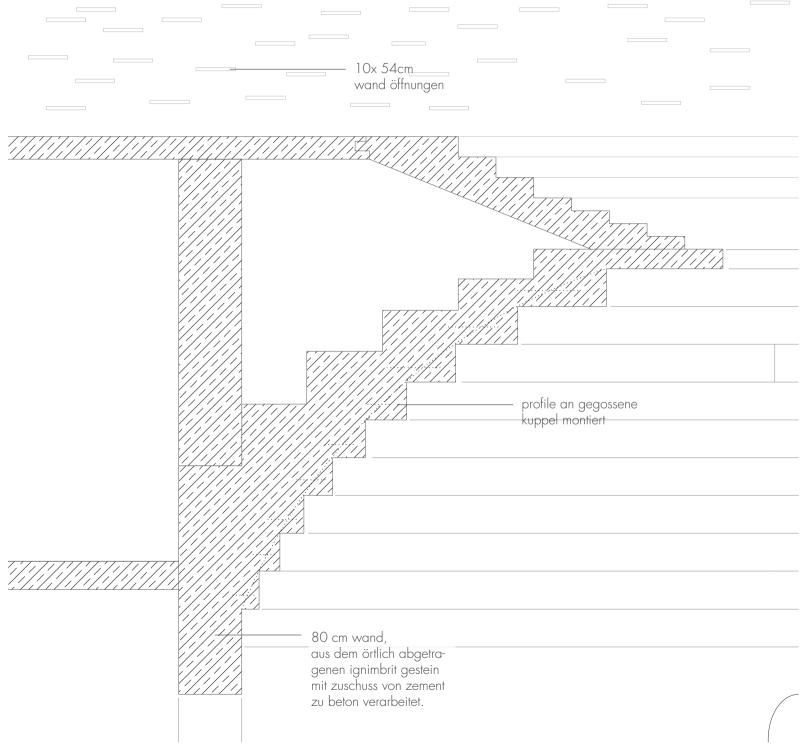
meteoritenraum_ detail

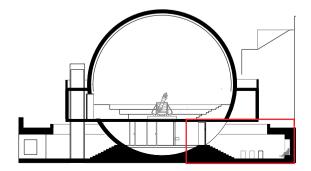




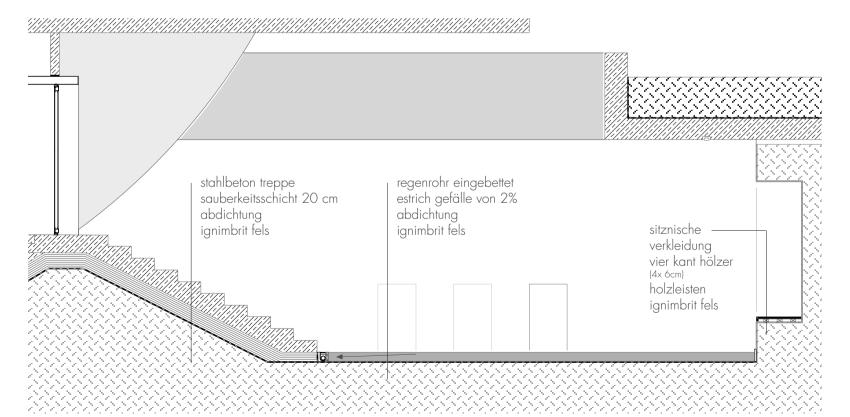


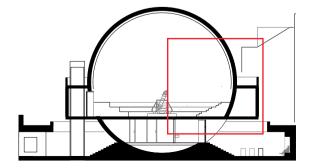




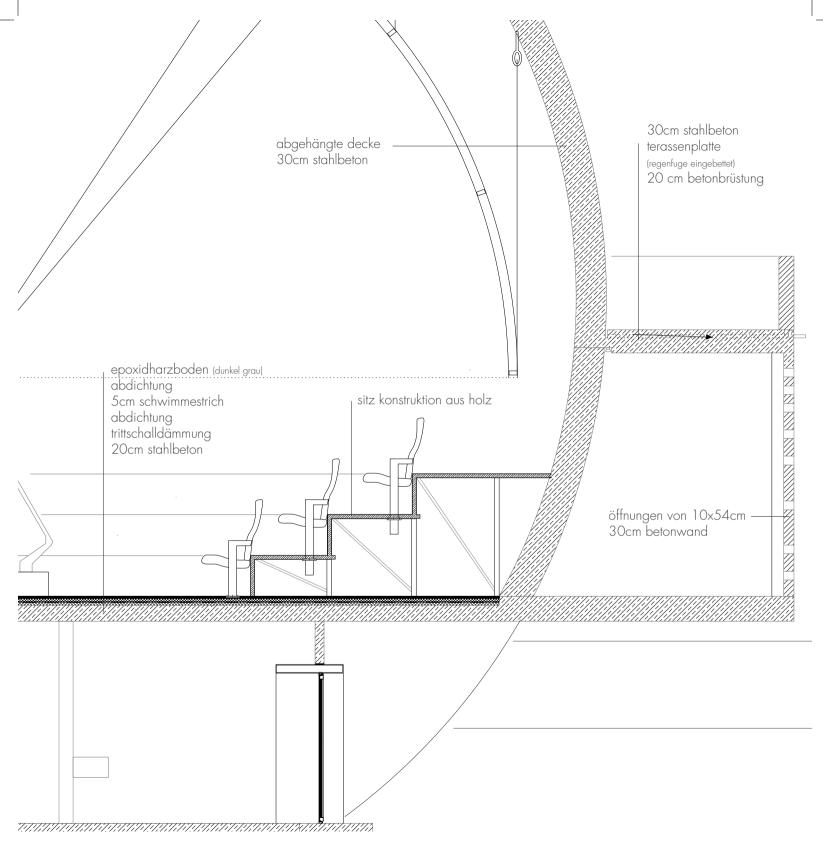












die innenhöfe des museums werden durch windtürme belüftet.

windtürme sind persische windfänger und werden meist in den küstengebieten des persischen golfs seit über einem jahrhundert als ventilation für gebäude verwendet.

im hinblick auf nachhaltigkeit und wirtschaftlichkeit werden die klassischen windfänger in der modernen architektur immer wieder gerne als klimaanlagen eingesetzt.

durch die erbauungstechnik leiten die türme windbrisen in die darunter liegenden räume, wodurch tagsüber temperaturen herabgesetzt und nachts erhöht werden. herrschen außerhalb niedrigere temperaturen als im gebäude und kein wind weht, dann wirkt der kamineffekt.

besonders nachts kommt dies oft vor. nachtluft strömt durch das gebäude und kühlt die als wärmepuffer dienenden turmwände. die erwärmte luft steigt im bädgir auf und entweicht. würde hingegen ein wind wehen, würde sich die strömung umkehren. sobald die hinausströmende luft kälter als die wände wird, kühlt sie auch alle umströmten flächen, wie auch den ka-

nal im windturm, der auf der windabgewandten seite öffnet.

über die öffnungen zu den räumen findet ein luftaustausch statt, wodurch bewegung in die raumluft gebracht wird. abhängig von situation und gestaltung kann in einem raum luft zum fenster hinaus- und herein strömen. liegt in folge des "bernoulli effekts" statischer druck in der strömenden luft, kann die unter natürlichem luftdruck stehende raumluft in den windturm einströmen.

windtürme arbeiten aber auch mit anderen anlagen hervorragend zusammen. weht ein luftstrom über die öffnung des schachts , der eine verbindung zu einem unter dem gebäude liegenden quanat darstellt, steigt die im quanat über das wasser gestrichene luft aus dem schacht in die räumlichkeiten.

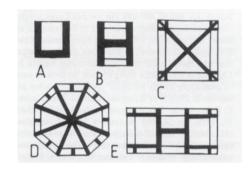


abb. 49_ verschiedene teilungen in den windtürmen um den wind einzufangen

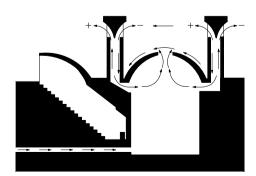


abb. 50_ schnitt durch ein ab-anbar (wasserspeicher)

steigt die temperatur der wände über die lufttemperatur, kehrt der luftstrom um und der turm wirkt mit aufsteigender strömung als kamin. kommt in dieser situation hingegen ein wind auf, dann fließt die luft entgegen dem kamineffekt durch staudruckeffekt und druckdifferenz zwischen "luv" und "lee" (luv: begriff aus der seemannssprache,- beschreibt die dem wind zugekehrte seite-, lee- bezeichnet die vom wind abgewandte seite) den turm hinab, über den gegenüberliegenden kanal wieder hinauf und aus der an lee liegenden öffung hinaus.

enteste art ist den wind einzufangen. windtürme werden auch für kühlräume und wasserreservoire eingesetzt und können mit hilfe der verdunstungskälte gespeichertes wasser im sommer über monate hinweg auf eine temperatur nahe dem gefrierpunkt kühlen.

strömende luft mit statischem druck kann über den windabgewandten kanal abgeführt werden. dieser vorgang ermöglicht eine annäherung der raumtemperatur an die nächtlichen außenlufttemperaturen.

bei den windtürmen gibt es diverse methoden die öffnungen der windschächte zu konstruieren, um die höchste menge an wind einfangen zu können.

anhand von forschungen und statistiken, stellte sich heraus, dass mit abgerundeten inneren einfangschächten die effizi-

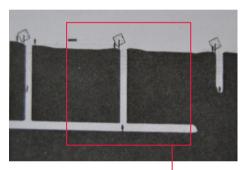


abb. 51_ traditioneller prozess der qanat bauten

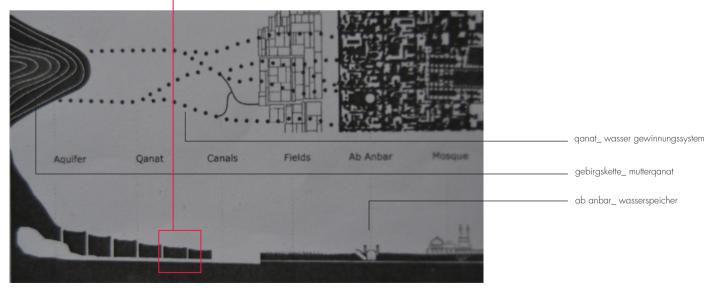


abb. 52_ anatomischer aufbau der qanat systeme. beginnend am berg und endend am dweling in der stadt.

die wasserversorgung des museumskomplexes soll durch qanate gesichert werden.

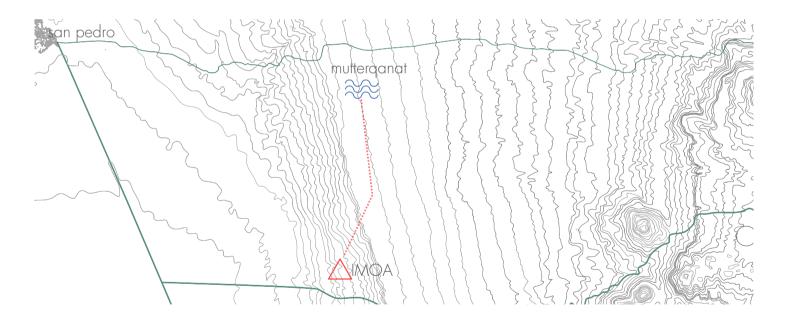
qanate werden üblicherweise in verbindung mit einem windfänger in den heißen regionen der hochlandkulturen zur kühlung von gebäuden eingesetzt. die ersten qanate wurden ca. 2000 v. chr. im raum des heutigen iran erbaut.

durch die zusätzliche einbindung eines aanats in das lüftungssystem kann die kühlleistung erhöht werden. die außenluft wird über einen lüftungsschacht des aanats dem aanatkanal zugeführt und von dort über einen anderen kanal ins gebäude transportiert. hierbei wird die adiabiatische kühlung (verdunstungskühlung) wirksam, die im aanat durch das vorbeistreichen der luft an der oberfläche des wassers stattfindet.

qanate sind eine traditionelle form der frischwasserförderung sowie eine alternative zu aufwendigen kühlsystemen und können mit einer natürlichen nachtlüftung kombiniert werden.

die atacamawüste ist bekannt als das trockenste gebiet der erde, obwohl auch viele salzseen und wasserstellen vorkommen. unterirdische wässernetze fließen in den sedimentschichten.

in ausgrabungen wurde ein in 10km nördlich vom bauplatz bereits vorhandener schacht gefunden.



— hauptstraßen

···· qanat bohrlöcher

≈≈ mutterqanat

 \triangle

IMOA_ museumskomplex

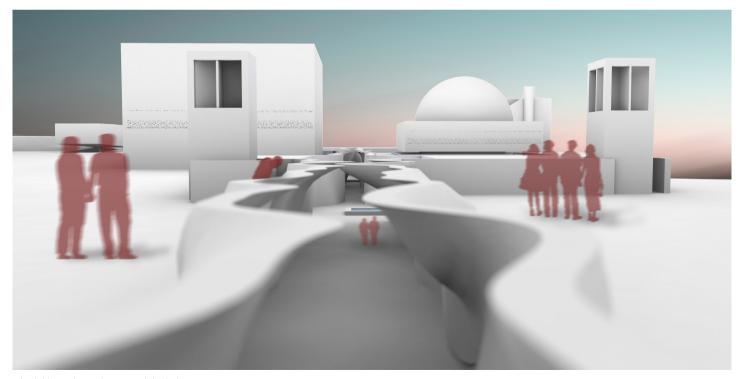
abb. 53_ traditioneller prozess der qanat bauten

die atacamawüste ist bekannt als das trockenste gebiet der erde, obwohl auch viele salzseen und wasserstellen vorkommen. unterirdische wässernetze fließen in den sedimentschichten.

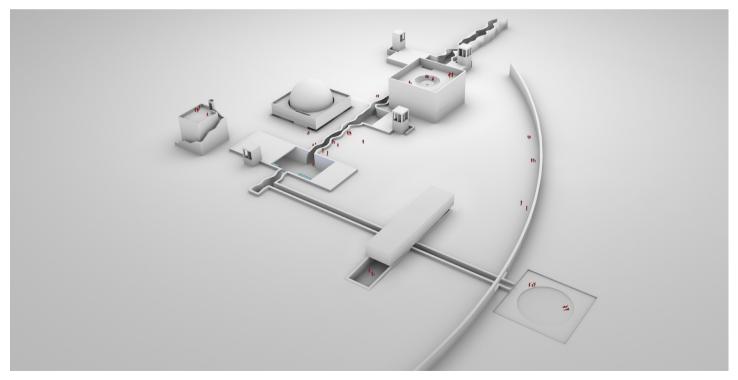
in ausgrabungen wurde ein in 10km nördlich vom bauplatz bereits vorhandener schacht gefunden. das erste quanat, der sogenannte mutterqunat, wir genau an dieser stelle wieder hergestellt. die darauf folgenden aushublöcher werden in einem abstand von 150m mit einem gefälle von 2% gegeraben. das vulkangestein ist perfekt für solch eine technick, da zum einen dieser zu den weichsteinen zählt und leicht abtragbar ist und zum anderen das wasser durch die grobe körnung kapilar durch die sickerschichten des gesteins fließen kann.



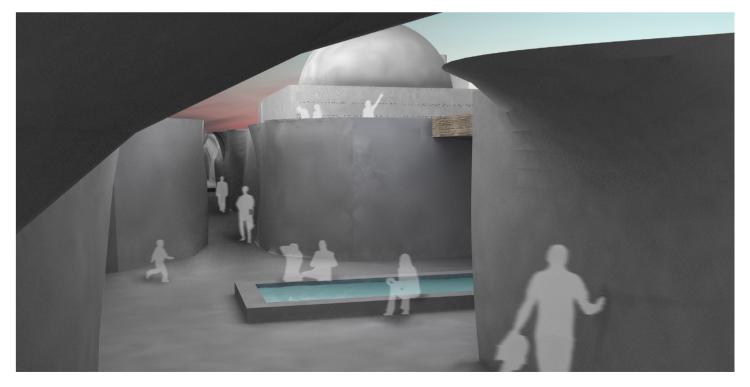
schaubilder



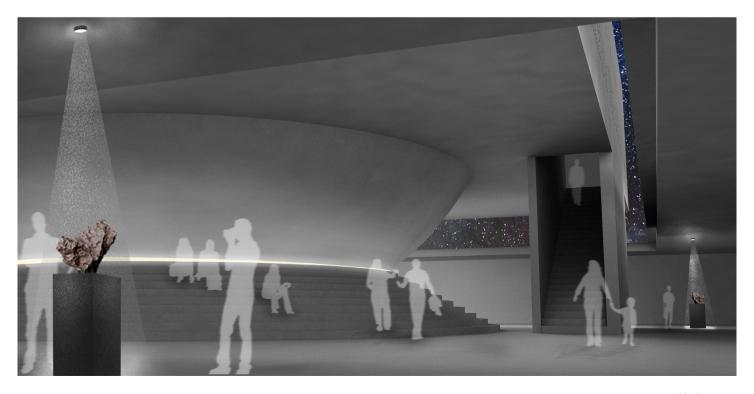
schaubild_vogelperspektive zentral durch den wegraum



schaubild_ ost west vogelperspektive



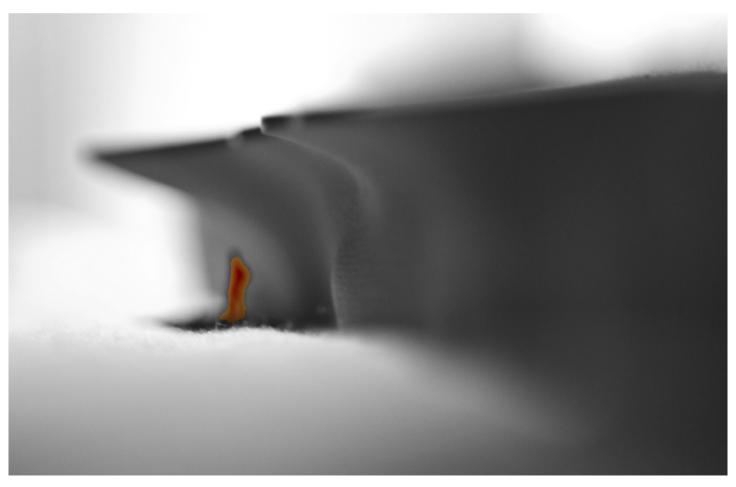
stimmungsbild_ortraum I



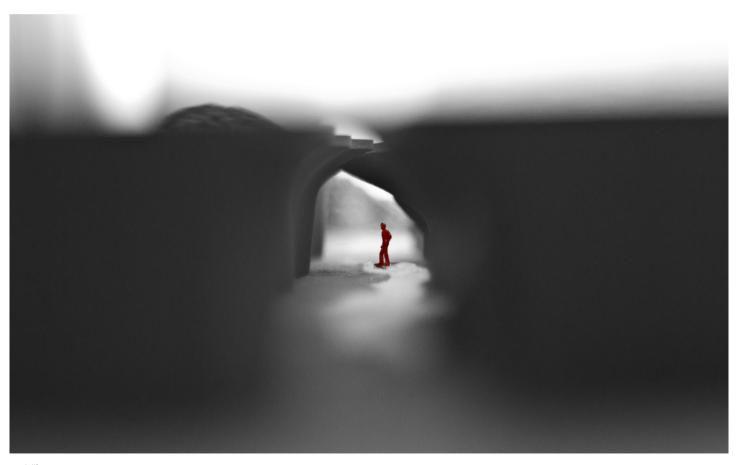
stimmungsbild_planetarium



modellfotos



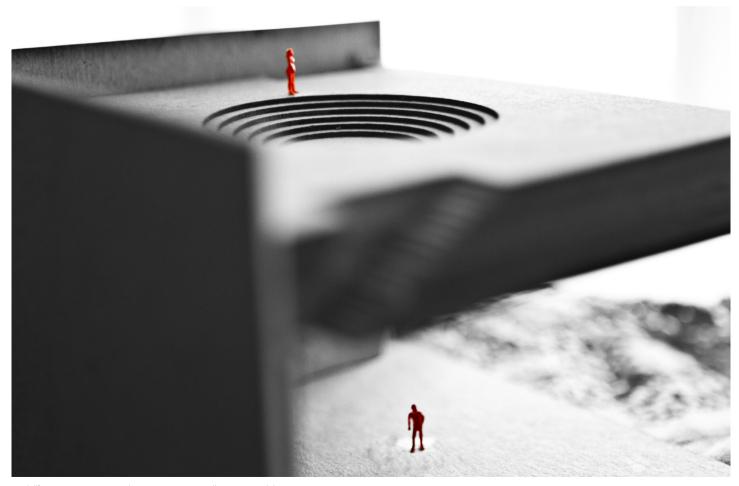




modellfoto wegraum



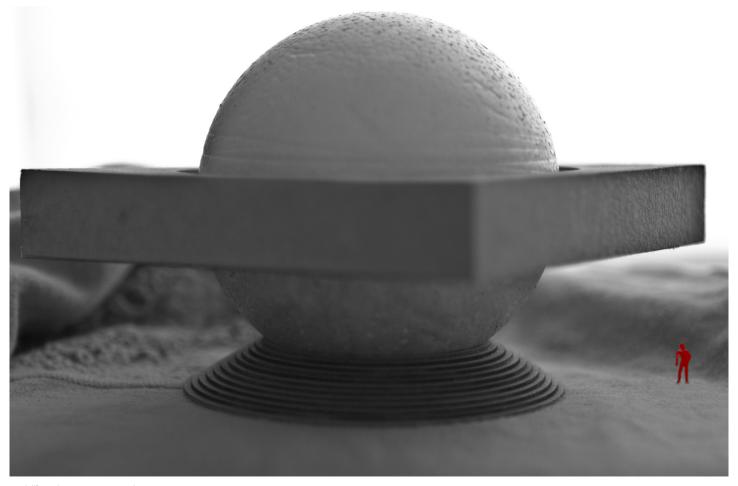
modellfoto wegraum_licht und schattenspiel



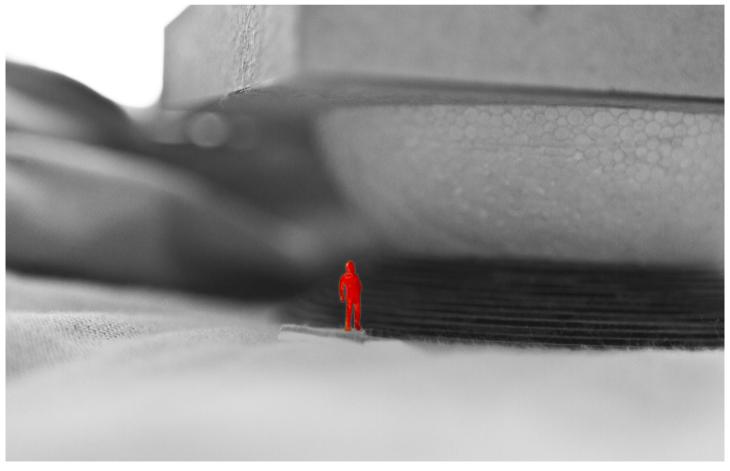
modellfoto meteoritenraum_ schnitt_ terasse & ausstellungsraum sichtbar



modellfoto meteoritenraum_ terasse mit sitzstufen



modellfoto planetarium_ untersicht ug



modellfoto planetarium_ untersicht ug

literatur_

- the qanats in yazd the dilemmas of sustainability & conservation veins of desert ganat/falaj/karez
- 2. international journal of academic research (www.ijar.lit.az)
- 3. Sternwarten in Bildern: Architektur Und Geschichte Der Sternwarten Von Den Anfängen Bis Ca. 1950
- ALMA Project
 Design/Engineering at the OSF Technical Facilities For
 Construction Phase 3
 Geotechnical Report

internetquellen_

- http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Geschichte_der_ Astronomie.html
- 2. http://www.observatory-greifswald.de/archiv/das-winter-sechseck.html
- 3. http://www.pro-physik.de/details/news/4480621/Blick in die turbulente Vergangenheit.html
- 4. http://de.wikipedia.org/wiki/Región_de_Antofagasta# Geografie
- 5. http://www.almaobservatory.org/
- 6. http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/ Thumblinks/ignimbrite_page.html
- 7. http://www.sacred-destinations.com/finland/helsin-ki-rock-church-temppeliaukio

abbildungsverzeichniss_

- https://www.pressestelle.tu-berlin.de/fileadmin/ a70100710/Fotos/TU_intern/2009/Mai/07_Supernova_DLR.jpg
- http://de.academic.ru/pictures/dewiki/71/Gregor_ Reisch,_Margarita_Philosophica,_Astronomia.jpg (download datum: 24.3.2015)
- 3. http://www.observatory-greifswald.de/typo3temp/pic-s/00291b79c6.jpg (download datum : 26.3.2015)
- 4. http://www.pro-physik.de/SpringboardWebApp/user-files/prophy/image/Forschung/130313_FOR_Bevoel-kerungsexplosionSterne_MPlRadioastronomie2.jpg (download datum: 26.3.2015)
- 5. http://www.pro-physik.de/SpringboardWebApp/user-files/prophy/image/Forschung/130313_FOR_Bevoel-kerungsexplosionSterne_MPIRadioastronomie1.jpg
- 6. radioteleskope http://topnews.in/files/largest-astronomical-observatory.jpg (download datum: 13.3.2015)
- 7. http://www.stepmap.de/landkarte/stumme-karte-islamische-welt-1116740.png (download datum: 20.1.2015)
- 8.- http://www.arguideas.net/user/24274/account/in-
- 10. scriptions/40927 (download datum : 21.1.2014)
- 11. http://www.nasa.gov/mission_pages/NPP/news/earth-at-night.html#.VO_S43ZxPOo_weltsicht der lichtverschmutzung (download datum: 20.3.2015)
- 12. eigene zeichnung _ shakiba ravazadeh (abb. 16./17./18./22./25./26./27./28./29./30./31./32./33./34./39./41.)

- 13. http://www.scilogs.de/kosmo/gallery/3/ber-lin_20m_res.jpg (download datum : 24.2.2015)
- 14. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/Light_pollution_lt%27s_not_pretty.jpg
- 15. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Temppeliaukio_Church_-_detail_-_ DSC04464.JPG_____ regenrinne im weg organisch!!!
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/ commons/4/4f/Depots_clastiques_ignimbrites_ Serre_%283%29.jpg (downl. datum: 19.2.2015)
- 20. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Welded.ignimbrite.JPG (downl. datum: 19.2.2015)
- 21. http://pic.stonecontact.com/picture/ Quarry/201404/109080/ignimbrite-pebble-stone-quarry-quarry1-2296B.JPG,30.3.2014
- 32. http://www.gartengruen-24.de/images/product_images/popup_images/1791_1_sichtschutzzaun-weidenzaun-flechtzaun-lumber-als-sichtschutz-und-windschutz.jpg
- 33. https://s-media-cache-ak0.pinimg. com/236x/47/09/d2/4709d-29d205c6e5437947f3d05ccba26.jpg
- 35. http://static.dezeen.com/uploads/2009/04/pritzk-er-prize042.jpg
- 37. https://c1.staticflickr. com/9/8502/8306886893_16d7324f03_b.jpg
- 38. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Temppeliaukio_Church_-_detail_-_



DSC04464.IPG

- 39. http://il.trekearth.com/photos/41422/helsinki27.jpg
- 40. http://i1.trekearth.com/photos/41422/helsinki27.jpg AAAAAAATk/RglYhTHjoPc/s1600/ArizonaAntelopeCanyon-long+goodbye.png (download datum: 25.8.2014)
- 41. http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2014/12/12/23F-C7F4700000578-2870973-image-a-28_1418348472751.jpg
- 42. http://d3z1rkrtcvm2b.cloudfront.net/wp-content/up-loads/2014/04/ram.jpg_jantar mantar
- 44. http://d3z1rkrtcvm2b.cloudfront.net/wp-content/up-loads/2014/04/ram.jpg
- 45. http://www.homecab.org/Toursitlmages/241114052240_209.jpg
- 46. http://www.easytoursofindia.com/evillage/sites/default/files/images/india_tours_jantar_mantar_jaipur_14. jpg.preview.jpg
- 47. http://architexturez.net/data/styles/large/public/jai-pur-jantar-mantar-dwg_0000_Layer-1.png
- 48. https://pbr2010.files.wordpress.com/2011/05/jantar-mantar-1.jpg?w=450&h=247 (download datum: 24.2.2013)
- 49. the qanats in yazd, the dilemmas of sustainability & conservation veins of desert qanat/falaj/karez (abb.50./51./52./53.)

sonstige_

- email verkehr mit einem wissenschaftler der paranal observationsstation in der atacama wüste in chile_ christian stephan
- wissenschaftlicher mitarbeiter am geologischem insti tut , spezialisiert auf qanat bauten im iran, yazd_ herr farid tafthi
- 3. modellfotos, alle cad zeichnungen und schaubilder von shakiba ravazadeh, der autorin erstellt.



danksagung

ich möchte mich hiermit bei allen beteiligten bedanken bei der verwirklichung meiner diplomarbeit.

bei luka meixner, kim loan vo huu, nastasja penzar und aber vor allem bei meiner familie, simin joon und andisheh ravazadeh.

danke fürs dasein und für die fortlaufende unterstützung.

