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

Observatorium für Himmelsbeobachtungen

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

Abb. 0

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

Diplomarbeit

Observatorium für Himmelsbeobachtungen in Lappland

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom- Ingenieurs

unter der Leitung von
Univ.Prof. Arch. Dipl.-Ing. András Pálffy

Institut für Architektur und Entwerfen
Abteilung Gestaltungslehre und Entwerfen, E 253.6

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von
Pia Schmidt
0727034
Winckelmannstrasse 8/10
1150 Wien

Wien im März 2015

Themenerläuterung

Diese Diplomarbeit befasst sich mit dem Thema Himmelsbeobachtungen, jenem Teilgebiet der Astronomie, das sich mit der Beobachtung von Himmelskörpern, also Sternen und Planeten befasst. Auch das Phänomen des Polarlichtes (Nordlichtes) ist Gegenstand dieser so genannten beobachtenden Astronomie.

Um diese komplexe und spannende Thematik näher zu bringen, werden ein Planetarium, eine Sternwarte und ein Nordlicht Observatorium geplant sowie ein Museumsbereich für Ausstellungen und Erläuterungen. Astronomische Beobachtungen sind stark von den Wetter- und Lichtverhältnissen abhängig. Die Sternwarte lässt sich daher zwar nur bei Dunkelheit und klarem Himmel (also hauptsächlich im Winter) einsetzen, jedoch kann sie während des Sommers zum Observieren der Sonne dienen, während das Nordlicht Observatorium tagsüber zur Beobachtung der umliegenden Natur genutzt werden kann. Das Planetarium und der Museumsbereich gibt den Besuchern die Möglichkeit, sich unabhängig von Tageszeit und Wetter mit den Himmelskörpern und –phänomenen zu beschäftigen, sie zu erleben und verstehen zu lernen.

Das Gebäude soll im Norden Finnlands entstehen, im finnischen Lappland, nahe der Hauptstadt Rovaniemi. Durch seine Lage rund 20 km von Rovaniemi entfernt inmitten einer Lichtung an einem Hang in der Nähe des Flusses Kemijoki bietet es sehr gute Bedingungen zur Beobachtung des Himmels.

Topic

This thesis addresses the topic of observing the sky, and discovering its astronomical content of celestial bodies, such as stars, planets and moons. Furthermore, a phenomenon well-known in the Nordic countries, the Northern Lights, is also subjected in the observed astronomy.

To give an understanding of this complex and fascinating topic, a planetarium, an observatory for stars and Northern Lights is planned. The museum should support the topic with exhibitions and explanations. Astronomical observations are dependent on weather and lighting conditions. Therefore, the observatory is mainly useable during night time (mainly in winter) with clear sky conditions. During the day and summer it can be used for observing the sun and the surrounded nature and landscape. At summertime, when there are no dark nights, the building can be used for exploring the landscape by hiking or other sport activities. The planetarium and the museum gives the opportunity during day and night, at any weather condition to experience and to understand the astronomical subject.

The building is located in the north of Finland, in Finnish Lapland near the Lappish capital Rovaniemi. The building site is located approximately 20 km south of Rovaniemi near the river Kemijoki. The site is a forested area and therefore the building is planned at a natural clearing on 130 m above sea level. With these conditions it offers a good place for observing the sky.

Abb. 1- Panoramabild Baugebiet

Inhalt	Seite

Theorie	
Astronomie und Nordlichter	11
Sternwarten	23
Planetarien	29
Nordlicht Observatorien	33
Baugebiet	37
Finnland	38
Bauplatzanalyse	44
Konzepterklärung	55
Entwurfserklärung	56
Raumprogramm	60
Entwurf	63
Grundrisse	70
Schnitte	74
Ansichten	80
Schaubilder	84
Detailierung	89
Fassadenschnitt	90
Materialwahl	96
Anhang	99
Quellenverzeichnis	100
Danksagung	103

Astronomie und Nordlichter

Astronomie

Die astronomische Wissenschaft untersucht die Objekte – also Planeten, Monde, Sterne und Galaxien im gesamten, mit naturwissenschaftlichen Werkzeugen erfassbaren Universum. Ihre Anfänge reichen bis in die Steinzeit zurück.

Der Lauf von Sonne und Mond und das Wandern der Gestirne waren schon früh Gegenstand der Beobachtung. Die hieraus gewonnene Kenntnis über Mond- und Sonnenbahn und ihr Zusammenhang mit den Jahreszeiten war der Beginn der Kalenderrechnung. Diese wiederum bildet die Grundlage für die Planung der Aussaat, ohne die sich keine Ackerbaukulturen entwickeln konnten. Durch den Ackerbau entstanden verschiedene Astralkulte und diese wiederum markieren die Anfänge der Astronomie und der Astrologie. Man vermutet, dass die Mayas bereits 3373 v. Chr. den Kalender einführten. Auch die Ägypter und Mesopotamier beobachteten den Himmel und verzeichneten am 6. Juni 763 v. Chr. das erste Mal eine Sonnenfinsternis. Die ägyptische Astronomie lässt sich bis ins 3. Jahrtausend v. Chr. zurückverfolgen. Gerade am Nil war das astronomische Wissen kein Selbstzweck, sondern überlebenswichtig, denn es bildete die Voraussetzung für die Berechnung des genauen Eintritts der Nilschwemme, ohne die am Nil kein Ackerbau möglich gewesen wäre. Für die Zeitmessung der Nacht wurden im alten Ägypten zwölf Sterne genutzt. Über diese Funktion hinaus hatten die zwölf Nachtsterne einen wichtigen Platz in der ägyptischen Mythologie. Sie waren bekannt als die „Zwölf Wächter des Nachthimmels", die den verstorbenen König bei seiner Überfahrt in das Jenseits beschützten.

Die Sternenbilder mit ihrer charakteristischen Anordnung der einzelnen Sterne ordnete man verschiedenen Göttern zu, so dass auch diese eine wichtige Rolle in der Mythologie spielten. Bereits im 3. Jahrtausend v. Chr. verstanden es die Babylonier, die wichtigsten Himmelszyklen mit erstaunlicher Genauigkeit zu analysieren und zu berechnen. So fand man bei Ausgrabungen in Mesopotamien viele Tontafeln mit präzise aufgezeichneten Messreihen astronomischer Beobachtungen. Die Babylonier entwickelten auch die ersten Armillarsphären, die von den Griechen später weiterentwickelt wurden. Jedoch wurde das Universum von den griechischen Philosophen eher geometrisch als arithmetisch verstanden. Anfangs hatten die Griechen kein tieferes Raumverständnis und beschrieben deshalb den Morgen- und Abendstern als zwei verschiedene Objekte.

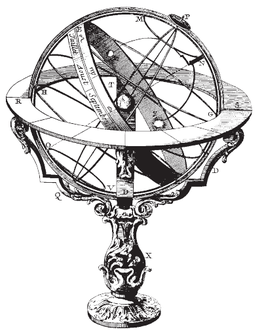


Abb. 2- Armillarsphäre

Im 5. Jahrhundert v. Chr. entwickelten die Vorsokratiker viele verschiedene astronomische Modelle und Instrumente wie zum Beispiel die Sonnenuhr zur Messung der Zeit. Auch die Kugelgestalt der Erde wurde von griechischen Philosophen nicht nur behauptet, sondern bereits bewiesen, z.B. von Aristoteles (384- 322 v. Chr.). Die Erkenntnis, dass sich die Erde dreht, wird Hipparchos um 150 v. Chr. zugeschrieben. Er schloss dies daraus, dass sich die Koordinaten der Fixsterne verändern. Im Zeitalter der Renaissance (um 1540) erarbeitete Nicolaus Copernicus durch intensives Beobachten des Mondes ein neues Modell, wonach die Erde sich um die Sonne dreht und somit diese – und nicht die Erde- der Mittelpunkt unseres Planetensystems ist. Nach und nach begannen die Menschen das Universum und die Planetenbewegungen mathematisch zu analysieren. 1609 beschrieb Kepler die Planetenbewegungen um die Sonne mit dem nach ihm benannten Keplerschen Gesetz. [1]

Lange Zeit war die klassisch-geometrische Astronomie auf die freiäugige Beobachtung des Sternenhimmels angewiesen. 1608 wurde von dem holländischen Brillenmacher Hans Lipperhey das Fernrohr erfunden und von Galileo Galilei weiter entwickelt. Dieses Instrument stellte einen gewaltigen Fortschritt dar und führte zur Entdeckung vieler neuer Planeten, Galaxien und Nebel. Mit seiner Hilfe entdeckte Galilei die vier Monde des Jupiters und die Phasen der Venus. Um 1668 erfand Isaac Newton das Spiegelteleskop, welches noch weitaus tiefere Einblicke in das Universum ermöglichte. Ebenso gelang ihm die Entdeckung und Erklärung der Gravitation und eine erste Theorie des Phänomens „Licht“ als Teilchenstrahlung. Im 19. Jahrhundert entdeckte man die Infrarotstrahlung und die Absorptionslinien im Spektrum des Sonnenlichtes, womit die Himmelsobjekte mit Hilfe der Spektralanalyse in verschiedene Klassen eingeteilt werden konnten. [2]

Abb. 3- Galileo’s Fernrohr Erfindung

Nach der Erfindung des Teleskops wurden immer mehr Observatorien errichtet, zunächst nur zu Forschungszwecken. Später wurden sie auch von Interessierten besucht, die einen Blick in das Weltall werfen wollten. Nachdem im 19. Jahrhundert die Fotografie erfunden worden war, ließ sich das All nochmals genauer untersuchen. Sehr lange Belichtungszeiten fangen seitdem selbst weit entfernte, schwach leuchtende Objekte ein. Auch Farben können so erkannt werden, während das menschliche Auge in der Nacht nur schwarz-weiß sehen kann.

[1] vgl. Voit, Fritz, Astronomie Grundlagen und Praxis für die Schule; Köln: Aulis Verlag Deubner und Co Kg, 1969. und http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Astronomie
[2] vgl. Müller, Peter, Sternwarten in Bildern; Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1992. S. 227 ff und http://www.anabell.de/astronomie

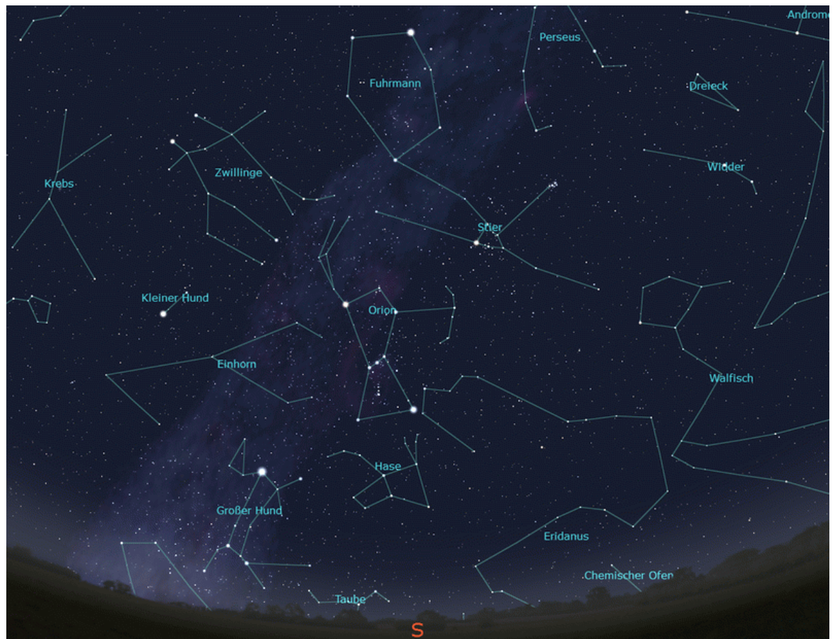


Abb. 4- Sternenbilder

Nordlichter

Nicht nur die Himmelskörper selbst, auch die Polarlichter sind für den Menschen seit je her faszinierend.

„Die Natur führt uns ein Feuerwerk vor, wie es sich die kühnste Phantasie nicht herrlicher zu denken vermag.“ Carl Weyprecht (1838 – 1881). [3]

Abb. 5- revontulet

[3] Zitat: Carl Weyprecht spätes 19. Jh. Quelle: Pfoser, Andreas/ Eklund, Tom, Polarlichter Feuerwerk am Himmel; Erlangen: Oculum – Verlag GmbH, 2. Auflage 2011.S. 8

Menschen, die das Polarlicht erleben dürfen, reagieren meist ähnlich wie Carl Weyprecht. Vor allem jene, die nicht in den Polarregionen leben und dieses Naturschauspiel zum ersten Mal sehen, sind sehr überrascht und empfinden es mitunter sogar als unheimlich. Viele Sagen und Mythen ranken sich um die Polarlichter. Zum Beispiel erzählt die finnische Variante von einem über eine Schneefläche jagenden Feuerfuchs, der mit seinem Schwanz Schneeflocken zum Himmel aufwirbelt und so das Nordlicht entstehen lässt. Eine andere Variante erzählt, dass leuchtende Funken in den Himmel stieben, wenn der Fuchs sein Fell an der rauen Oberfläche des kargen Hochlandes reibt. Hiervon leitet sich auch das finnische Wort „revontulet“ ab, welches als „Nordlicht“ und aber auch als „Fuchsfeuer“ übersetzt werden kann.
In anderen Ländern stellte man sich vor, es seien in Schlachten Gefallene, Seelen kürzlich verstorbener unverheirateter Frauen oder Freyja die Göttin der Liebe und der Schönheit. Abseits der Polarregionen erscheint das Polarlicht sehr selten, und wenn, ist es meist von roter Farbe, was die Menschen an Feuerspiegelungen oder an Blut denken ließ.

Die naturwissenschaftliche Forschung der Polarlichter begann erst in der Neuzeit. Ohne ein gutes Vorwissen über unser Sonnensystem ist dieses Phänomen nicht zu erklären. Im Altertum und im Mittelalter dachte man, dass die Erde außen von Feuer umgeben sei und so nachts dieses Licht entstünde. Oder man stellte sich vor, es seien noch Strahlen der Sonne, die, nachdem diese schon untergegangen ist, am nächtlichen Firmament auftauchen.

Im Jahr 1510 stellte Nikolaus Kopernikus seine Theorie von der Sonne als Mittelpunkt unsers Planetensystems auf und William Gilbert veröffentlichte 1600, dass die Erde ein gigantischer Magnet sei. Der Name „Aurora Borealis“ für das Nordlicht geht auf Galileo Galilei zurück, der diese Bezeichnung 1620 zum ersten Mal verwendete, das Polarlicht im Süden wurde 1773 von James Cooks mit „Aurora Australis“ bezeichnet.
Die erste richtige Theorie wurde um 1716 von Sir Edmond Halley aufgestellt, in der er annahm, dass das Polarlicht durch Partikel, die von magnetischen Kräften gelenkt werden, entsteht und entlang der irdischen Magnetfeldlinie ausgerichtet wird. Anders Celsius bestätigte die Theorie 1741 als ihm auffiel, dass seine Kompassnadel bei einem Polarlicht leicht wackelte und so gestört wurde. Später beobachtete Erik Pontoppidan, dass die Nordlichter nicht exakt im Norden zu sehen sind, sondern eher nach Nordwesten gerichtet sind. Dies deutete auf den geomagnetischen Pol des irdischen Dipolfeldes.

Man fand heraus, dass die Sonnenaktivität bei der Entstehung der Polarlichter eine wichtige Rolle spielt, ebenso auch, dass magnetische und elektrische Kräfte daran beteiligt sind. Teilweise geklärt werden konnte auch der Mechanismus der Lichtentstehung in der Atmosphäre. Ende des 19. Jh. gelang es schließlich dem norwegische Physiker Kristian Olaf Birkeland, die Puzzleteilchen zusammenzusetzen. Bei Feldmessungen entdeckte er, dass die polare Ionosphäre von einem gewaltigen, erdumspannenden System elektrischer Ströme durchsetzt ist. Daraus entwickelte er die Theorie, dass die Lichterscheinung der Polarlichter auf Hochgeschwindigkeits-Elektronen zurückzuführen ist, die als stellarer Wind explosionsartig von der Sonne weggeschleudert werden und in der Nähe der Pole das Erdmagnetfeld durchdringen. Trotzdem blieben viele Fragen offen.

So blieb lange ungeklärt, in welcher Höhe Polarlichter entstehen. Im Jahr 1907 gelang es Frederik Carl Stormer schließlich, die Elektrobahnen im irdischen Dipolfeld zu berechnen und konnte so zum ersten Mal die Höhe eines Polarlichtes ermitteln. Seinen Messungen nach liegt die Untergrenze bei 70- 105 km, die Obergrenze bei 320- 1000 km Höhe. Bis 1925 war ungelöst, was dem Polarlicht seine Farbe gibt. Die kanadischen Physiker John Cunningham McLennan und Gordon Shrum fanden heraus, dass die Emissionslinie dem atomaren Sauerstoff zuzuordnen war, was die Partikel gelb-grün erscheinen lässt. Der norwegische Physiker Lars Vegard entdeckte 1939 neutralen atomaren Wasserstoff in der Emissionslinie, welches die rötliche Farbe der Polarlichter erklärt. Seit 1957 hilft der künstliche Erdsatellit Sputnik 1 beim Erforschen und Analysieren der Polarlichter. [4]

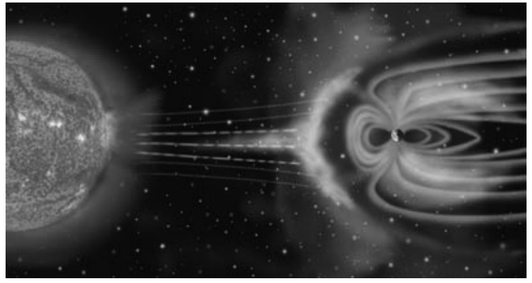


Abb. 6- Entstehung eines Polarlichts durch den Sonnenwind

[4] vgl. Pfoser, Andreas, Polarlichter Feuerwerk am Himmel und http://www.planet-wissen.de

Abb. 7- Aurora Borealis

Lichtverschmutzung weltweit

Lichtverschmutzung

Der Mensch produziert immer mehr Licht. Auf diesem Bild lässt sich gut erkennen, wie viel künstliches Licht weltweit in der Nacht abstrahlt. Je dichter eine Region besiedelt und je höher der Grad der Industrialisierung ist, umso mehr Licht wird abgegeben.

Diese Lichtverschmutzung schränkt das Beobachten des Himmels so stark ein, dass das Observieren für Forschungszwecke nur noch in hohen Lagen und wenig besiedelten Gebieten möglich ist. Zudem verschlechtern sich die Lichtverhältnisse von Jahr zu Jahr. Über den Städten sammelt sich das ganze abgestrahlte Licht und bildet eine so genannte Lichtglocke, die den Himmel glühen lässt. Vor allem bei bewölktem Himmel scheint es daher, als brenne die Stadt. Dass es unter diesen Bedingungen kaum noch möglich ist, in der Stadt Sterne zu sehen, liegt auf der Hand. Selbst auf dem Land sind Sternennebel, unsere Milchstraße etwa, sind schon jetzt kaum noch mit dem bloßen Auge erkennbar.

Nicht nur die Sterne werden durch unser künstliches Licht unsichtbar gemacht. Auch die Sichtbarkeit der Polarlichter leidet darunter. Je heller es in der Umgebung ist, desto schwieriger ist es, die Polarlichter zu beobachten.

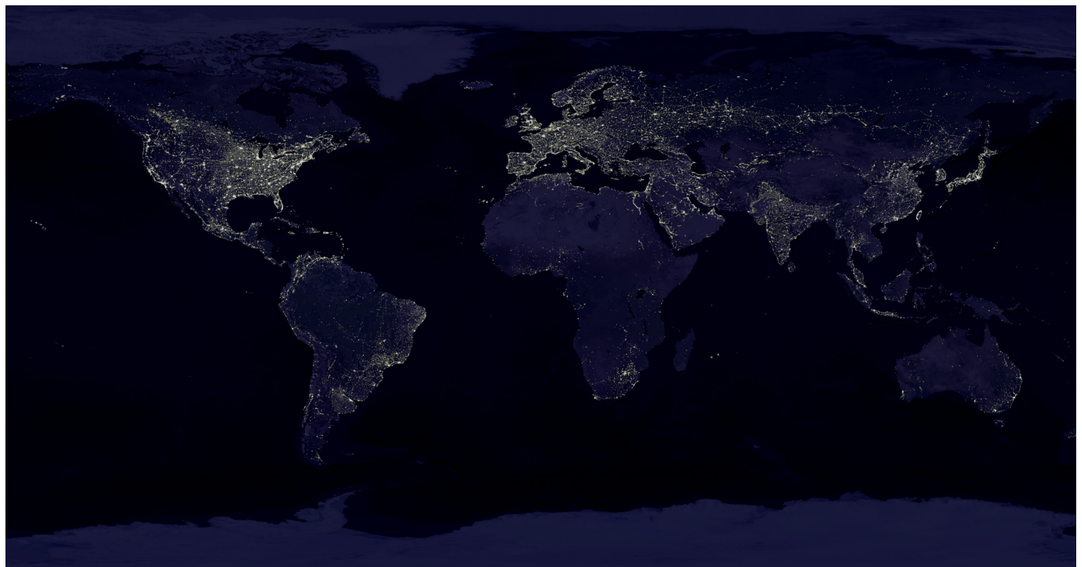


Abb. 8 - Veranschaulichung der Lichtverschmutzung weltweit

Sternwarten

Observatorien zur Beobachtung des Universums sind keine Erfindung der Neuzeit. Schon vor tausenden von Jahren haben die Menschen Observatorien errichtet. Ihr Zweck war es nicht nur, den Himmel zu beobachten. Vielmehr waren es so genannte Kalenderbauten. Sie dienten dazu, die Position bestimmter Gestirne, vor allem der Sonne abzulesen und so Fixpunkte im Jahreskreislauf zu bestimmen. Eines der ältesten monumentalen Kalenderbauten in Europa ist der Steinkreis von Stonehenge (2200 v. Chr.) in Süd-England. Seine Steine markieren die Sonnenwende, die äußersten Auf- und Untergangspunkte der Sonne. Auf diese Weise konnten die Menschen damals, in welchem Zeitfenster sie sich gerade befanden. Ebenso gab es angelegte Visierlinien zum Beobachten von Sternen oder dem Mond. Der richtige Beobachtungspunkt befand sich dabei am Altar im Zentrum des Kreises.

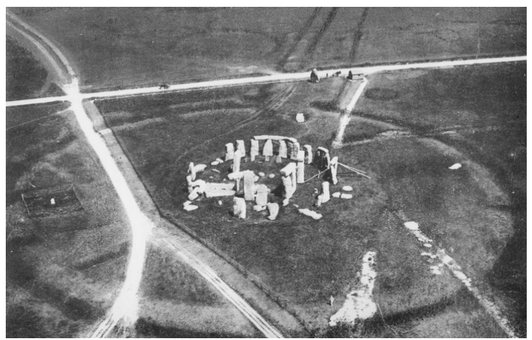


Abb. 9 - Stonehenge UK

Auch aus Mittelamerika kennt man solche Kalenderbauten. So diente zum Beispiel der Tempel J auf dem Plateau Monte Albán in Mexiko astronomischen Zwecken. Alle solche Beobachtungsstätten besitzen Visierlinien, seien es Steine oder Architekturelemente wie Mauerfluchten, Kanten, Ecken oder Fensterrahmen.

Um 1500 begann man in Europa damit, Zimmer oder Terrassen errichten, die zum Observieren des Himmels gedacht waren. Die erste richtige Sternwarte wurde von Tycho Brahe in Kopenhagen geplant und erbaut. Die „Uranienburg“ (erbaut 1576 – 81) war Sternwarte und Wohnhaus zugleich. Nach der Erfindung des Fernrohres nahm die Zahl der Sternwarten zu. Die älteste Universitäts-Sternwarte wurde 1633 in Leiden in Holland gegründet. Hierfür wurden provisorisch hölzerne Plattformen auf dem Dach der Universität errichtet. Ein Kuriosum ist die zweitälteste Sternwarte in Kopenhagen, die gleichzeitig ein Kirchturm ist. Sie besitzt eine Rampe im Innern, auf der ein Reiter die Plattform hochreiten konnte. Das königliche Observatorium in Greenwich (1675) wurde für die Seefahrer – der Nachthimmel war es ja, der ihnen zur Orientierung diente- als Ausbildungsstätte für Astronomie gegründet. Im 18. Jh. entstanden immer mehr Sternwarten. Diese waren meist als Terrassen ausgebildet, die sich auf den höchsten Punkt eines Gebäudes, befanden, etwa dem Turm.

Die halbkugelförmige und auf Schienen drehbare Sternwartenkuppel wurde von Louis Godet 1732 erfunden. Mit Hilfe einer Kurbel und einer Zahnradschiene konnte die Kuppel um 360 Grad gedreht werden. Diese händische Bedienung der Kuppel kann man heute noch in der Kuffner Sternwarte in Wien erleben.

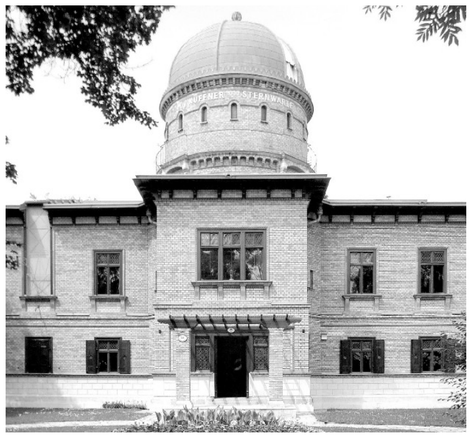


Abb. 10 - Kuffner Sternwarte in Wien Ottakring

Teleskope müssen separat gestützt und fundiert werden, damit keine Schwingungen das Observieren stören. Dies ließ die Sternwartengebäude kleiner werden. Man errichtete sie nur noch maximal zweigeschossig als lang gestreckte Baukörper mit Ost-West-Orientierung. Diese Veränderungen wurden 1770 – 1810 verwirklicht, als sich der Architekturstil vom Barock zum Klassizismus wandelte. Um den klassizistischen Stil treu zu bleiben, wurden die Bauten alle symmetrisch und mit mittig liegender Kuppel geplant. Ein Beispiel dafür ist das Dunsink- Observatorium bei Dublin, das all diese Neuerungen aufweist. Gegen Ende des 18. Jh. entstanden Grundrisse in L-, U-, T-, H- und Kreuzform. Die erste Sternwarte in Form eines Kreuzes wurde in Turku, Finnland (1816- 1818) erbaut. Diese Form änderte sich zu einem lateinischen Kreuz, wie in der Wiener Universitätssternwarte in Wien-Währing. Dieses Gebäude war die größte und aufwendigste Sternwarte in ganz Europa. Das von den beiden Theaterarchitekten Ferdinand Fellner und Hermann Helmer gestaltete Treppenhaus macht das Gebäude zu einem Baudenkmal. Man stellte jedoch fest, dass diese Sternwarte viel zu groß für die ihr zugedachte Funktion war, auch störte die Wohnung des Direktors das Observieren aufgrund der aufsteigenden Heizwärme. So änderte sich der Bau der Sternwarten zu kleineren und aufgeteilten Gebäuden.

Mit der Zeit stellte sich heraus, dass der perfekte Standort für ein Observatorium nicht in der Stadt und außerdem möglichst hoch liegt, denn künstliches Licht, Verkehr und Luftverunreinigungen störten das Beobachten immer mehr. Das erste Observatorium außerhalb der Stadt wurde bei Nizza erbaut und wurde zum Vorbild für mehrere andere. Sogar auf Berggipfeln wie z.B. dem Wendelstein wurden große Observatorien gebaut, die nur mit einer Bergbahn erreichbar sind. Diese so genannten Bergobservatorien waren auf wissenschaftliche Institute und Forschung beschränkt. Dadurch konnten die Stadtobservatorien zu Volkssternwarten umfunktioniert werden und so von Astronomie Interessierten genutzt werden.

Ab 1880 fingen Astronomen an, ihr Wissen zusammen zu fassen um es Laien näher zu bringen. Ende des 19. Jh. gründete Wilhelm Foerster die Urania-Gesellschaft und baute als ein Institut für die Volksbildung die Urania Volkssternwarte in Berlin. [5]

Heute gibt es sehr viele Sternwarten auf der ganzen Welt. Die größten Forschungsobservatorien sind meistens über 2000 m über NN situiert und haben die größten Spiegelteleskope und riesige Radarschirme. Es entstehen ganze Stationen mit Hotel und Lebensraum für die Forscher.

Ein Beispiel hierfür ist das Paranal Observatorium in der Atacamawüste in Chile. Es ist mit einem der größten Teleskope, dem VLT (Very Large Telescope) ausgestattet und auf dem Gipfel herrschen die besten Bedingungen zum Observieren. Die Unterkünfte für die Forscher befindet sich im 200 m tiefer gelegenem ESO Hotel, welches sehr bekannt ist durch Architekturpreise und den James Bond Film. Das Hotel passt sich mit dem rötlich eingefärbten Beton sehr gut an die Landschaft an. Geplant wurde es von dem Architekturbüro Auer+Weber+Assoziierte und gewann drei Architekturpreise. Ein wichtiger und interessanter Punkt ist, dass die Fensteröffnungen möglichst gering gehalten wurden, damit das künstliche Licht nicht beim Observieren stört.

[5] vgl. Müller, Peter, Sternwarten in Bildern S. 227 ff

Abb. 12- Wendelstein Observatorium

Abb. 11- ESO Hotel in Chile

Planetarien

Nicht nur das Beobachten war interessant, sondern natürlich ist es ein uralter Wunsch den Sternenhimmel abzubilden. Betrachtet man den Himmel in der Landschaft, fällt gleich auf, dass der Himmel sich eigentlich als Halbkugel aufweist. Die ersten Versuche den Himmel abzubilden war auf geraden Flächen, was natürlich zu Verzerrungen des Bildes führte. Der erste Himmelsglobus ist fast 1800 Jahre alt, besteht aus Marmor und hat einen Durchmesser von 65 cm. Jedoch konnte man damals nur die Fixsterne zeigen, da sich die Planeten, Sonne und Mond bewegen. Jedoch war der Wunsch schon sehr lange da die Planeten bewegend darzustellen.

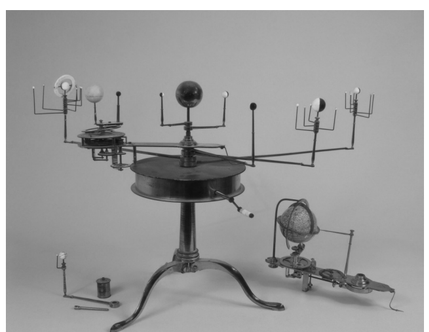


Abb. 13 - mechanisches Planetarium

Dies war der erste Gedanke eines Planetariums, welcher vom großen Mathematiker Archimedes stammt. Eines der ersten großen Ideen kam 1644 bis 1664 von Herzog Friedrich III. von Holstein und wurde von Andreas Busch umgesetzt. Es war ein Riesenglobus aus Kupfer mit einem Durchmesser von 4 m und bat Platz für knapp zehn Personen. An der Innenseite des Globus wurden Sterne und Sternbilder dargestellt die durch das 24 stündige Drehen der Kugel auf und untergingen. Außen war die Kugel mit der Weltkarte versehen sodass dieses Kunstwerk außen ein Erd- und innen ein Himmelsglobus ist.

Im Jahre 1912 wurde ein zweiter Globus gebaut, wo die Fixsterne mit verschieden großen Löchern dargestellt wurden. Selbst die Planeten wurden durch Öffnungen, die abgedeckt werden konnten, verkörpert. Die Sonne wurde mit einem beweglichen Licht bedient. Jedoch waren diese Dinge natürlich noch keine richtigen Planetarien, wie das Wort schon beschreibt, handelt es sich bei Planetarien um die Planeten und nicht nur um die Fixsterne. Nach mehreren Forschungen und Versuchen gelang es (1682) Christian Huygens die Planetenverläufe richtig zu berechnen und diese anhand eines Zahnradgetriebes darzustellen. Dafür erfand er die Kettenbruchrechnung, die später auch für das moderne Zeiss Projektionsplanetarium verwendet wurde. Viele dieser mechanischen Planetarien wurden damals gebaut und wurden jedoch später gegen das moderne Planetarium ausgetauscht. Das letzte mechanische Planetarium wurde 1923 im Münchner Museum aufgebaut und ausgestellt.

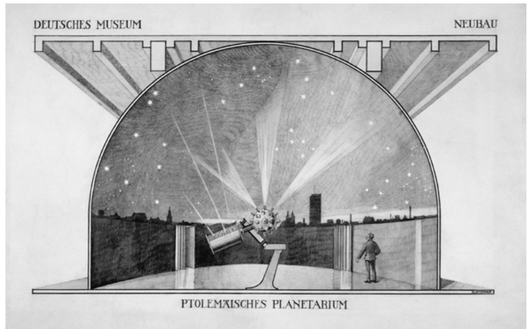


Abb. 14- Zeichnung des neuen Planetariums von Walther Bauersfeld

„... rücken wir die Projektoren in die Mitte der scheinbaren Himmelskugel und überlassen wir alles, insbesondere die Bewegungen, dem Lichtstrahl.“ Walther Bauersfeld 1912 [6]

Mit diesem Satz entstand die Idee der heutigen Planetarien, als Oskar von Miller ein geozentrisches Planetarium im Deutschen Museum in München plante. Seine ursprüngliche Idee war es mit verschiedenen Glühlämpchen die Fixsterne auf der Innenseite der Blechhohlkugel zu platzieren. Die Bewegung des Nachthimmels sollte durch das Drehen der kompletten Hohlkugel erfolgen und die Planeten durch kleine, bewegliche Modelle. Da keine Firmen von seiner Idee überzeugt waren fuhr er 1912 persönlich nach Jena um die Firma Zeiss als Produzenten zu gewinnen. Dort traf er auf Prof. Straubel, der an seiner Idee interessiert war. Jedoch passierte zwei Jahre lang nichts, woraufhin Miller nochmals nach Jena fuhr um nachzuforschen. Dort traf er 1914 auf den jungen Walther Bauersfeld, der begeistert war und mit einer neuen Idee kam. Warum die schwere Kugel drehen, warum nicht eine Projektion von der Mitte aus an die Innenseite projizieren?

Mit dieser Idee war die Lösung des Planetariums gefunden. Jedoch stießen sie immer wieder auf Probleme, welches die Entwicklung über Jahre andauern ließ. Erst zwei Jahre nach Kriegsende gelang es Bauersfeld die rechnerischen Grundlagen für das Instrument zu berechnen. In einer Kuppel mit 16 m Durchmesser leuchtete die Sternenpracht und Sonne, Mond und Planeten zogen ihre Bahnen durch das Universum. Die erfolgreiche Erfindung wurde 1923 in München vorgeführt und existiert noch heute. Noch heute produziert und entwickelt Zeiss die Geräte und Projektoren für Planetarien. [7]

Abb. 15 - Planetarium Bochum

[6] Zitat: Walther Bauersfeld 1912 aus Dolezal, Erich, Sternenbühne planetarium; Wien: Im Verlag der Gesellschaft für Natur, Technik und Wirtschaft Wien, 1987.
[7] vgl. Dolezal, Erich, Sternenbühne planetarium; Wien

Nordlicht Observatorien

Es gibt kaum jemand, der von den Polarlichtern nicht faszi-niert ist. So wundert es nicht, dass die Menschen schon immer versuchten, dieses Phänomen zu ergründen. Als es im 19. Jh. die großen Fortschritte in der Nordlichtforschung gab, weckte dies das Interesse mehrerer Wissenschaftler. Um die Dimensionen der Polarlichtzone zu erforschen, nahm der schwedisch-finnische Geologe Baron Nils Adolf Erik Nordenskiöld an der berühmten Arktisexpedition der Jahre 1878-80 teil. Bei dieser Fahrt durch das Europäische Nordmeer, der Nordküste Sibiriens und der Neusibirischen Inseln bekam er einen ersten Eindruck von der gigantischen Polarlichtzone. Der dänische Nordlichtforscher und Fotograf Sophus Tromholt war ebenso an dem Polarlichtnetz interessiert und errichtete zu diesem Zweck um 1880 hundert Nordlichtstationen in Norwegen und Island. Natürlich waren es damals keine richtigen Gebäude, sondern eher kleine Plätze mit verschiedenen Instrumenten. [8]

Abb. 16- Frühere Nordlicht Stationen von Sophus Tromholt

[8] vgl. Pfoser, Andreas, Polarlichter Feuerwerk am Himmel

Wie das Wort Polarlicht schon sagt, sind Polarlichter am häufig-sten nahe des nördlichen bzw. südlichen Polarkreises zu sehen, dem Breitenkreis, an dem die Sonne an den Tagen der Son-nenwende gerade nicht mehr auf- bzw. untergeht. Da Licht das Observieren der Polarlichter stört, sind die besten Bedingungen in der freien Landschaft. Je weniger Wolken und Lichtverschmut-zung vorhanden sind, desto besser lässt sich die volle Farbpracht der Nordlichter bewundern, auch der Vollmond ist hier ein Störfaktor. Viele Hotels im Norden haben die Nordlichter zum Thema gemacht und bieten dank großzügiger Verglasungen ihren Gästen einen freien Blick in den Himmel. Ein Beispiel ist das Kakslauttanen Hotel in Nordfinnland bei Ivalo, wo man in Glasi-glos übernachten kann. Ein weiteres Beispiel ist das Hotel Ion im Norden von Island. Sein großer Aufenthaltsraum mit raumhoher Verglasung bietet beste Bedingungen, die Nordlichter zu beo-bachten.

Abb. 17- Kakslauttanen Hotel

Ein Nordlicht Observatorium für Touristen gibt es im Absiko Nationalpark in Schwedisch Lappland. Die Nordlicht Sky Station ist eine Bergstation auf 900 m Höhe und verfügt über eine große Terrasse mit Blick in das Tal und in die Landschaft. Durch die Höhenlage der Station steigt die Wahrscheinlichkeit, Nordlichter zu sichten und durch ihre Lage weit entfernt von der Stadt wird der Beobachter auch nicht durch künstliches Licht gestört.

Eines der größten Nordlicht Observatorien für Forschungszwecke ist das so genannte EISCAT in Kiruna, Schweden. Dies ist eine internationale Forschungsorganisation für die Erforschung der At-mosphäre mittels inkohärentem Streuradar, weitere Forschungs-radars nördlich des Polarkreises existieren in Tromso, Sodankylä und auf Spitzbergen. Ziel dieser Anlagen ist es, Erkenntnisse über Interaktionen zwischen Sonne und Erde zu gewinnen, die sich hauptsächlich in der Magnetosphäre und der Ionosphäre ab-spielen, wo auch die Polarlichter entstehen.

Abb. 18- EISCAT Observatorium Schweden

Baugebiet

Abb. 19 - Europa Karte

Finnland

Der Platz, auf dem das Gebäude entstehen soll, befindet sich im finnischen Lappland, nahe der lappländischen Hauptstadt Rovaniemi. Finnland gehört zu den skandinavischen Ländern, wobei sich die Historiker nicht einig sind, wo Finnland genau steht. Tatsache ist, dass sich die Nachbarn Schweden und Russland um das Gebiet des heutigen Finnlands, das zunächst kein eigenständiges politisches Gebilde darstellte, immer wieder stritten. Erst seit 1917 ist Finnland ein unabhängiger Staat. Zuvor war der gesamte nördliche Teil, das Gebiet Lapplands also, ab 1323 ein Teil Schwedens, während der östliche Teil Russland angehörte. Unter der Herrschaft des schwedischen Königs Gustav I. Wasa entwickelte sich das Land zu einem mächtigen Zentralstaat, der das Reichsgebiet durch Kriege mit Dänemark, Polen, Russland und der Ostsee erweiterte.

Finnland blieb jedoch von den Kriegen verschont und wurde stattdessen enger in die Reichsverwaltung integriert. Im 18. Jh. schwand die Machtstellung Schwedens. Zweimal wurde Finnland von den Russen besetzt, ehe das gesamte finnische Gebiet nach dem Finnischen Krieg 1808/09 an Russland fiel. Finnland wurde autonomes Großfürstentum, dessen Hauptstadt 1812 Helsinki wurde. Finnland gehörte zwar zum russischen Zarenreich, genoss aber etliche Sonderrechte. In zwei russischen Unterdrückungsperioden versuchte Russland dieses finnischen Separatismus ein Ende zu machen, ehe Finnland 1917 schließlich seine Unabhängigkeit erklärte. [9]

[9] Jakobson, Max, Finnland: Mythos und Wirklichkeit; Helsinki: Otava Verlag, 1988.

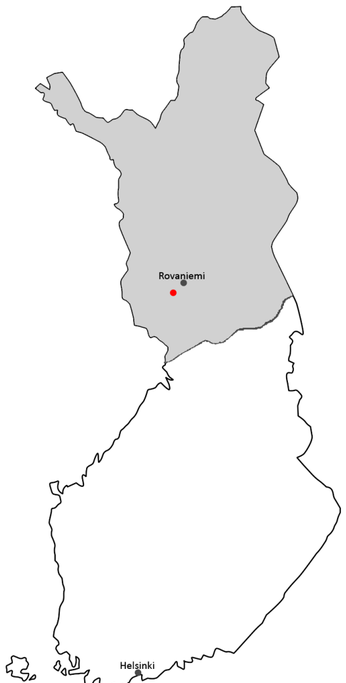


Abb. 20- Karte von Finnland

Lappland

Lappland ist eine große Region im Norden von Skandinavien, die sich über schwedisches, norwegisches und finnisches Staatsgebiet erstreckt. Die Ureinwohner Lapplands, die Samen, leben heute als Minderheit im eigenen Land.
In Lappland herrscht bis auf den äußersten Norden, der zur subpolaren Zone gehört, kaltgemäßigtes Klima. Je weiter man nach Norden kommt, umso kürzer werden die Sommer und umso länger dafür die Winter. Bestimmend für die Regionen jenseits des Polarkreises sind die Beleuchtungsjahreszeiten: im Polarsommer geht die Sonne nicht unter, während der Polarnacht ist es den ganzen Tag dunkel. Während dieser Zeit kann man die Aurora Borealis dort fast täglich sehen.

Neben der Kultur der Samen sind es vor allem die Nordlichter, die Touristen anziehen. Rovaniemi, die direkt am Polarkreis liegende Hauptstadt von Finnisch Lappland, ist einer der beliebtesten und am häufigsten angereisten Orte in Lappland. Für die Beobachtung der Nordlichter gibt es verschiedene Angebote, jedoch gibt es kein Gebäude, das speziell für die Nordlichter erbaut ist und Informationen dazu anbietet. Natürlich ist es am besten, die Nordlichter in mitten der Landschaft zu beobachten, wofür Hundeschlitten Touren oder Schneemobilfahrten am Abend angeboten werden.

Mit meinem Entwurf möchte ich den Besuchern ein Gebäude anbieten, welches einen Informationsbereich und einen Warte- und Observierungsbereich anbietet. Ebenso möchte ich das Thema der Astronomie mit den Polarlichtern kombinieren.

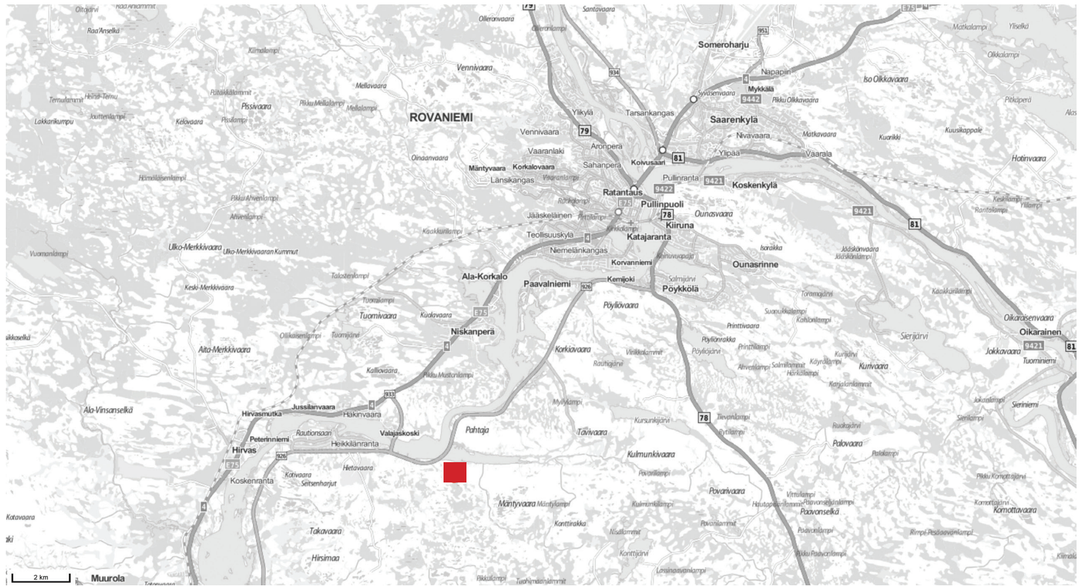


Abb. 21- Karte von Rovaniemi und Umgebung

Bauplatz

Das Gebäude, das hier entworfen wird, soll knapp 20 km von Rovaniemi entfernt am Fluss Kemijoki entstehen. Hier, weit weg von der Stadt, gibt es so gut wie keine Licht- und Luftverschmutzung, so dass sich damit optimale Bedingungen für eine erfolgreiche Beobachtung bieten. Der Bauplatz befindet sich auf einer Lichtung am See Illinvuopaja, knapp 130 m über NN. Die natürliche Lichtung garantiert freie Sicht in den Himmel ohne störende Bäume.

Die vorbei führende Landstraße 926 bindet den Bauplatz an die Stadt Rovaniemi an. Die vorhandene kleine Waldstraße wird dazu erweitert und führt direkt zum Gebäude. In der Umgebung befinden sich nur kleine Sommerhäuser, von denen so gut wie keine Störung für das Oberservieren ausgeht. Die Hanglage garantiert einen weiten Blick in den Himmel. Die Nordlichter spiegeln sich im See, was ein besonders spannendes Erlebnis verspricht.

Fotos Bauplatz

Von dieser Stelle aus hat man einen weiten Blick über den Kemijoki und den großen See Illinvuopaja, über den die Landstraße Richtung Rovaniemi führt. Von der Mitte der Brücke aus erkennt man schon die große natürliche Lichtung, auf der ich das Gebäude errichten möchte. Selbst im Winter ist die Lichtung über eine Waldstraße gut zu erreichen. Mit 130 m über NN liegt der Platz erhöht.

Eine solche Lage war mir wichtig, denn dadurch stören keine umgebenden Lichtquellen, zudem hat man einen besonders weiten Blick über den See nach Norden in Richtung der Nordlichter. Der See war ein weiteres Kriterium, das mich zur Entscheidung für diesen Platz bewog. Bei meinen Recherchen war ich auf Fotos gestoßen, auf denen sich die Nordlichter im Wasser spiegelten, was die Motive besonders spannend machte.

Abb. 22- Blick vom Bauplatz Richtung Norden

See Illinvuopaja

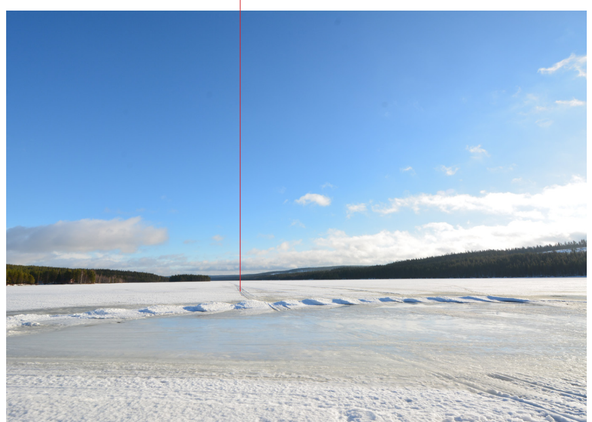


Abb. 23- Blick von Landstraße 926 auf den See

Bauplatz

Abb. 24- Blick auf die Lichtung

Fluss Kemijoki

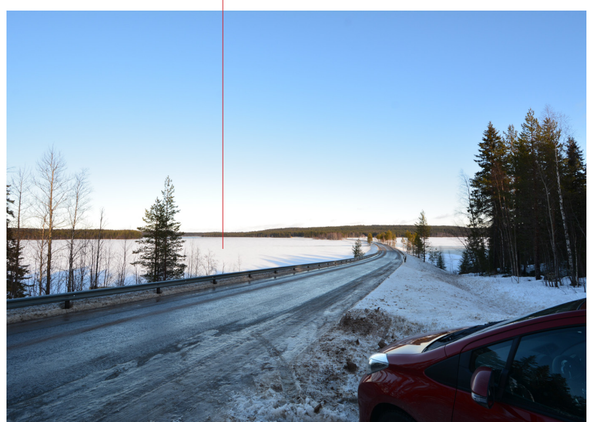


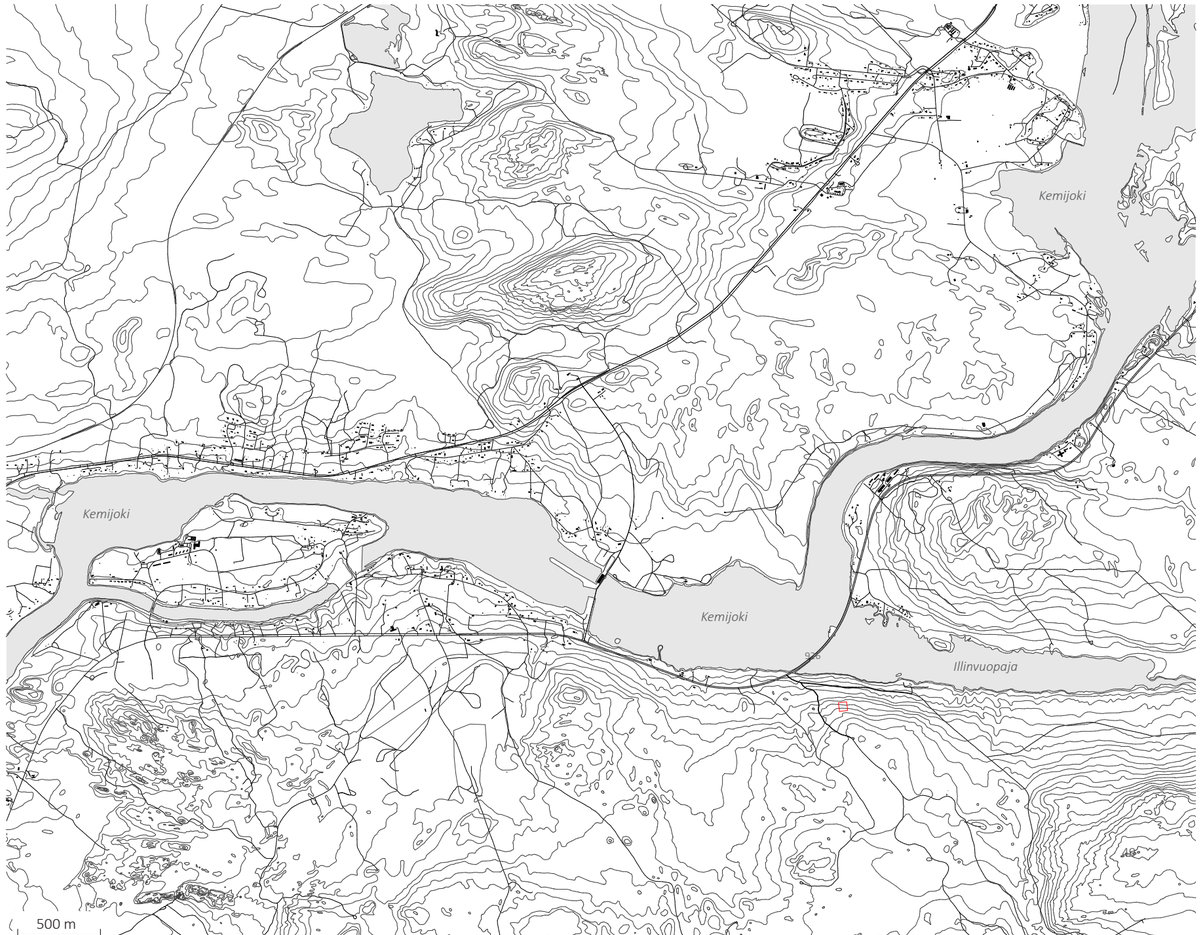
Abb. 25- Blick auf Landstraße 926

Zufahrtsstraße

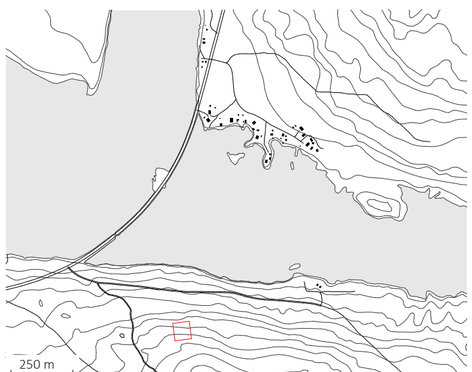
Abb. 26- Blick auf Zufahrtsstraße Richtung Nord-West

Umgebung

Für die Wahl des Bauplatzes waren mir folgende Kriterien wichtig: freie Sicht in den Himmel, wenig Lichtverschmutzung, erhöhte Lage und die Nähe zum Wasser. Über das Internet mit Hilfe von Satellitenbildern, stoß ich auf den Bereich am Kemijoki und entdeckte eine abgelegene Stelle mitten am Wasser. Durch die detaillierten Satellitenbilder erkannte ich eine Lichtung, die sich für den Entwurf als sehr praktisch erwies. Des Weiteren habe ich zwei zusätzliche Baugebiete aufgesucht mittels online Karten, die etwas nördlicher und entfernter lagen. Bei meinem Aufenthalt in Lappland besichtigte ich die drei Baubereiche und entschied mich für den Bauplatz südlich von der Hauptstadt Rovaniemi nahe der Landstraße 926.



Bebauung in der Umgebung



In der Umgebung sind die kleinen Dörfer Heikkilänranta, Rautionsaari, Häkinvaara südlich zu finden. Nordlich, Richtung Rovaniemi ist Niskanperä gelegen. All diese Regionen sind Teil der Umgebung Rovaniemis.

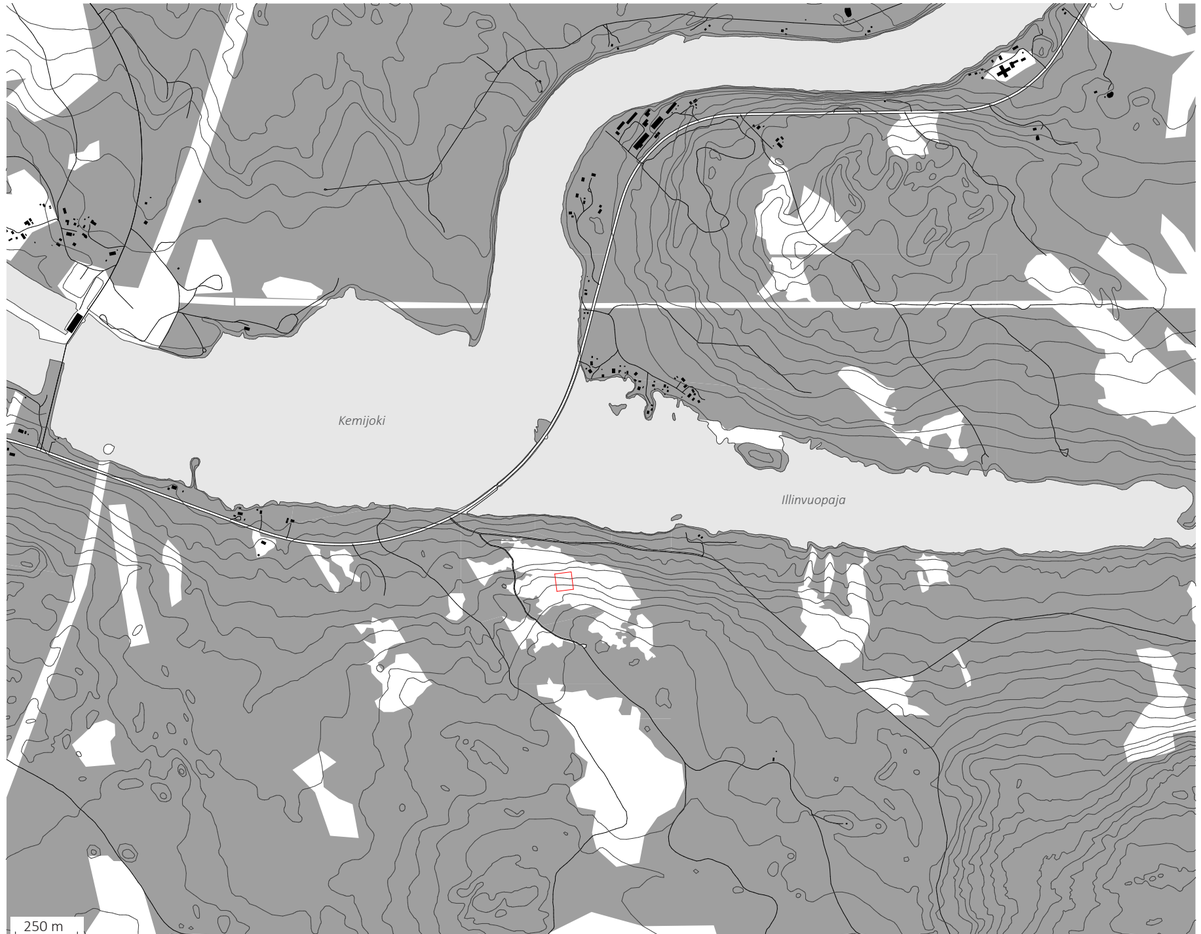
Der von Nordosten nach Südwesten fließende Fluss Kemijoki ist der längste Fluss Finnlands und beherbergt einige Staudämme zur Stromproduktion. Der Arm Illinvuopaja bildet einen großen See und liegt direkt vor dem Bauplatz.

Gegenüber der Lichtung befinden sich etliche der typischen finnischen Ferienhäuser. Diese „kesämökki“ gehören zur finnischen Kultur, fast jeder Finne besitzt ein solches Sommerhaus. Es ist üblich, dass man sein Sommerhaus, zu dem natürlich eine finnische Sauna gehört, selbst baut. Geheizt wird in der Regel mit Holz. Strom- und Gasanschluss sind selten, auch fließendes Wasser sucht man in den Sommerhäusern meist vergebens, daher liegen sie in der Regel an einem Fluss oder einem See.

Waldbestand

In dieser Gegend gibt es einen hohen Anteil an bewaldeter Fläche, welche durch Lichtungen eingeschnitten sind. Oft sind die Lichtungen mit Sumpfgebieten versehen und so schwer bebaubar.

Eine der größten Lichtungen, welche ich als Bauplatz gewählt habe, besteht vorwiegend aus steinigem Grund mit größeren Felsbrocken. In der felsigen Landschaft befinden sich vereinzelt kleine Bäume, Sträucher und Grasflächen. Der umgebende Wald besteht hauptsächlich aus Douglaskiefern und Birken.



Konzepterklärung

Zwei Geometrien

Grundform meines Entwurfes ist ein Kubus, aus dem zwei Kuppeln ragen, das Planetarium und die Sternwarte, so dass ein interessantes Spiel der beiden Grundformen rund und eckig entsteht. Die größere Kuppel, das Planetarium, steht mitten im Raum und ist somit in seiner Form direkt erlebbar. Die kleinere der beiden Kuppeln beherbergt die Sternwarte. Diese sitzt auf einem aus dem Kubus herausragenden Zylinder und sprengt ihn somit. Die Kuppel ist von innen zwar nicht sichtbar, aber die Rundung des Zylinders macht sie spürbar. Diese Veränderung der Form signalisiert dem Besucher eine Veränderung der Funktion, so dass sein Interesse geweckt wird. Auch das Wasserbecken im Hof unter der Dachöffnung ist eine – umgekehrte – Kuppel und nimmt das Spiel eckig-rund auf diese Weise auf.

Der Kubus wird zwischen zwei Platten ausgerichtet, die in den Hang geschoben werden. Durch die offene Raumgestaltung entstehen Sichtachsen, die teilweise durch das komplette Gebäude führen und meist mit einer Aussicht in die Landschaft enden. Ebenso entstehen freie Bewegungsflächen und Blickbeziehungen zu den Kuppeln. Die großzügige Glasfassade bietet dem Besucher einen weiten Blick über die Landschaft und in den Himmel.

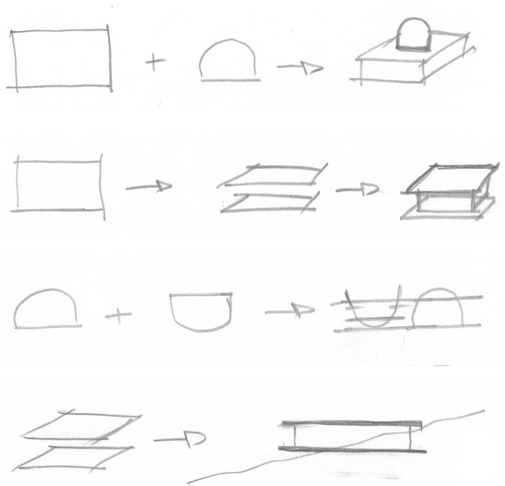


Abb. 27- Handskizzen

Die Ausrichtung

Das Gebäude befindet sich mitten auf der Lichtung, um einen weiten Blick in den Himmel zu gewährleisten. Das Nordlicht Observatorium ist dabei nach Norden ausgerichtet, da die Polarlichter meist in nördlicher Richtung zu sehen sind. Eine leichte Drehung des Gebäudes aus der Nord-Süd-Achse in Richtung der bestehenden Waldstraße garantiert, dass es von der Landstraße aus schon von weitem gut erkennbar ist.

Die Zufahrt erfolgt über die Landstraße, von der die ausgebaute Waldstraße zum Parkplatz abzweigt. Dieser liegt bewusst nicht direkt neben dem Gebäude um die Besucher bewusst durch die Natur zu führen. Dieser Pfad durch die Natur, der die Besucher zum westlich gelegenen Eingang führt, soll auf das Thema der Astronomie aufmerksam machen und zum eigenständigen Observieren anregen. Hierzu werden einige Informationstafeln aufgestellt, auch ist eine kleine Plattform geplant.

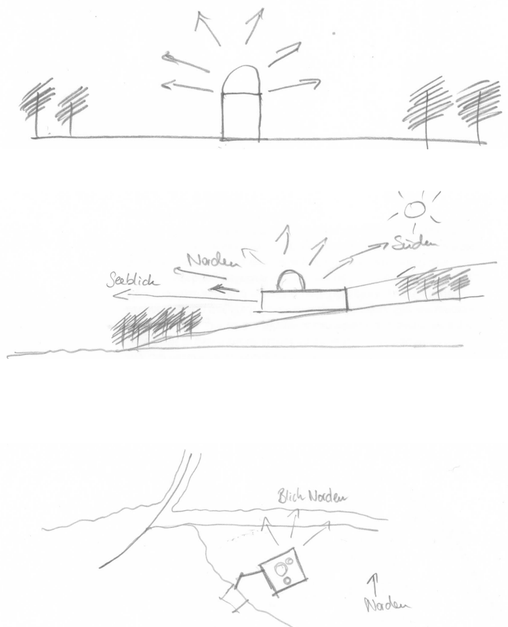


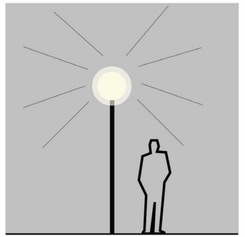
Abb. 28- Handskizzen

Das Licht

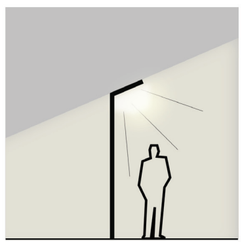
Beherrschendes Thema des geplanten Gebäudes ist der Himmel. Höfe und Oberlichter sollen einen Bezug zu diesem Thema herstellen. Um die Sicht in den Himmel möglichst wenig durch Licht zu beeinträchtigen, wird eine Auskragung von knapp 2,5 m um die Glasfassade gebildet. Diese verhindert, dass Licht die Besucher auf der Dachterrasse stören kann. Ebenso ist der kreisrunde Ausschnitt mit einer Auskragung geplant, damit kein direktes Licht nach oben strahlen kann. Insgesamt wurde darauf geachtet, das Licht nach Möglichkeit von oben nach unten zu führen. Zudem sieht das Lichtkonzept viel gedämpftes Licht vor, was mit indirekter und passiver Beleuchtung erzielt werden soll. Die Wege im Außenbereich werden mit diffusem Licht geführt.

Auf der Dachterrasse haben die Besucher die Chance die Nordlichter zu beobachten und fotografieren. Der Aufgang zur Dachterrasse befindet sich im kreisrunden Ausschnitt, was den Auf- und Abstieg spannend gestaltet.

Licht strahlt in alle Richtungen und stört somit das Observieren drastisch.



Durch die gerade Lampenhalterung, wird das Licht flächig nach unten gestrahlt und stört das Observieren weniger. Das seitlich austretende Licht blendet und ist deshalb nicht perfekt geeignet.



Durch den pyramiden geformten Lampenschirm, wird das Licht punktuell nach unten gestrahlt und stört somit am wenigsten das Observieren und blendet seitlich nicht.

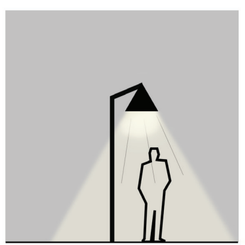


Abb. 29- verschiedene Lichtführungen

Lichtkonzept

Diese passive Beleuchtung unterhalb der Auskragung erhellt gut den Raum und blendet wenig. “The Oval” von Tadao Ando

Abb. 30- Beispiel Deckenbeleuchtung Hof

Beispiel für eine passive wegführende Beleuchtung. Der Lichtstreifen führt den Besucher und blendet nicht. Hier ausgeführt im Planetarium von St. Gummar.

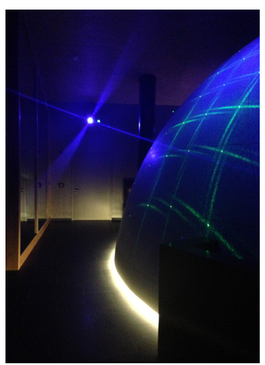


Abb. 31- Planetarium Lichtführung

Raumprogramm

Raumprogramm Observatorium für Himmelsbeobachtungen in Lappland FI

Eingangsbereich	m2
Shop Lager	20
Shop	140
Gaderobe und Information	30
Verwaltung	55
WC inkl. Umkleide für Personal	35
WC für Besucher	45
Restaurant	290
Restaurant Küche/Lager/Service	100
	715

Museum	
Ausstellungsraum	240
Foyer/Info	100
Nebenräume	25
Archiv/Mediathek	110
	475

Forschung	
Arbeitsräume/Labor	110
Teeküche	15
WC Personal	10
Besprechungszimmer	35
	170

Planetarium	
Vortragsraum	130
Archiv	25
	155

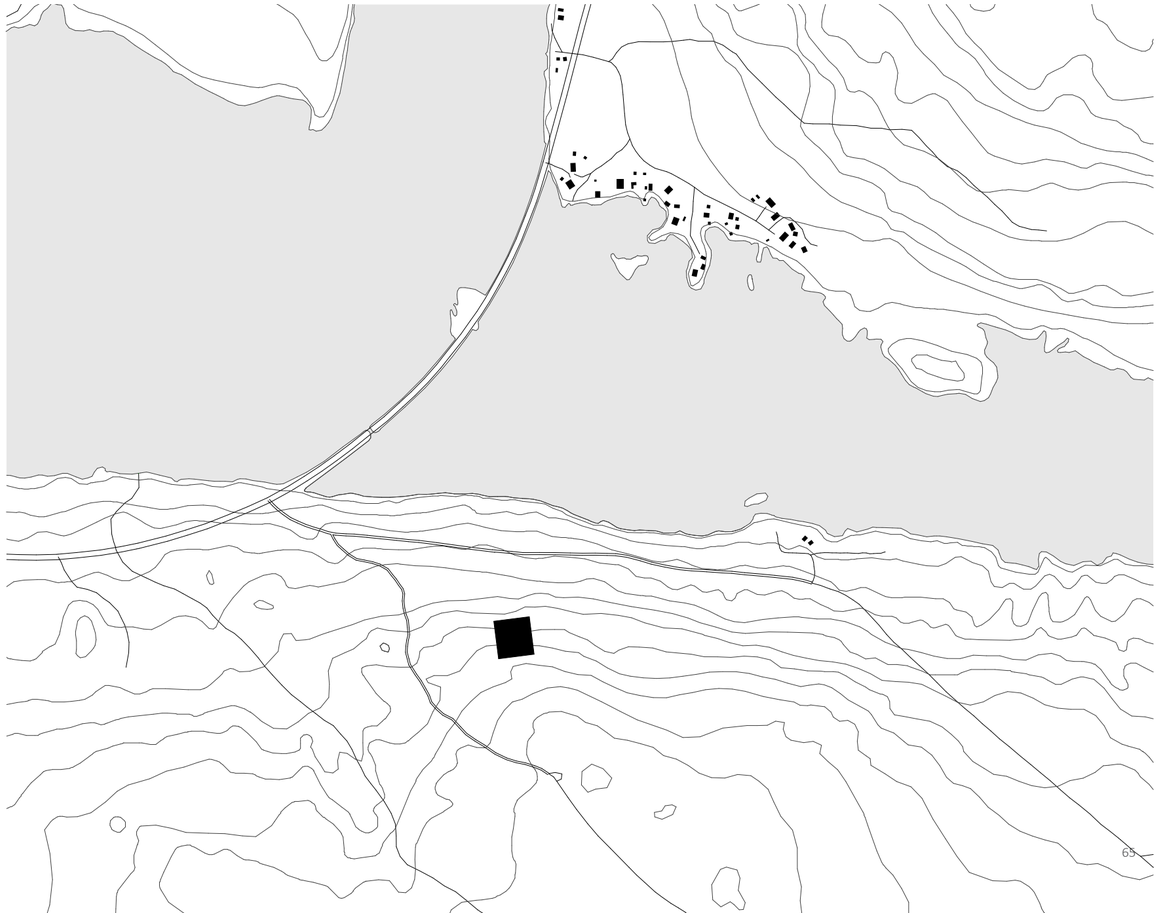
Sternwarte	
Kuppelraum	55
Nebenräume	55
	110

Nordlicht Observatorium	
WC Besucher	45
Aussichtshalle	200
Aussichtsplatform	200
Ausstellung	170
	615

Gesamt	2240
inkl. Erschliessungsflächen 20%	2688

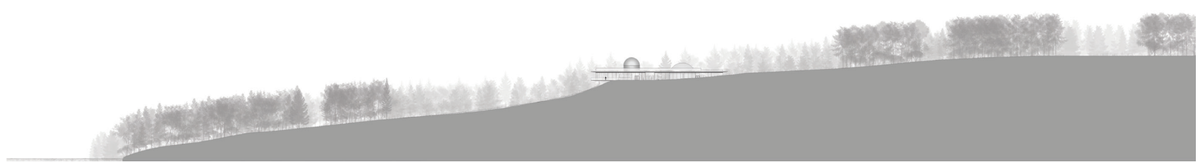
Entwurf

Schwarzplan Maßstab 1:10000



Lageplan Maßstab 1:2500

Geländeschnitt

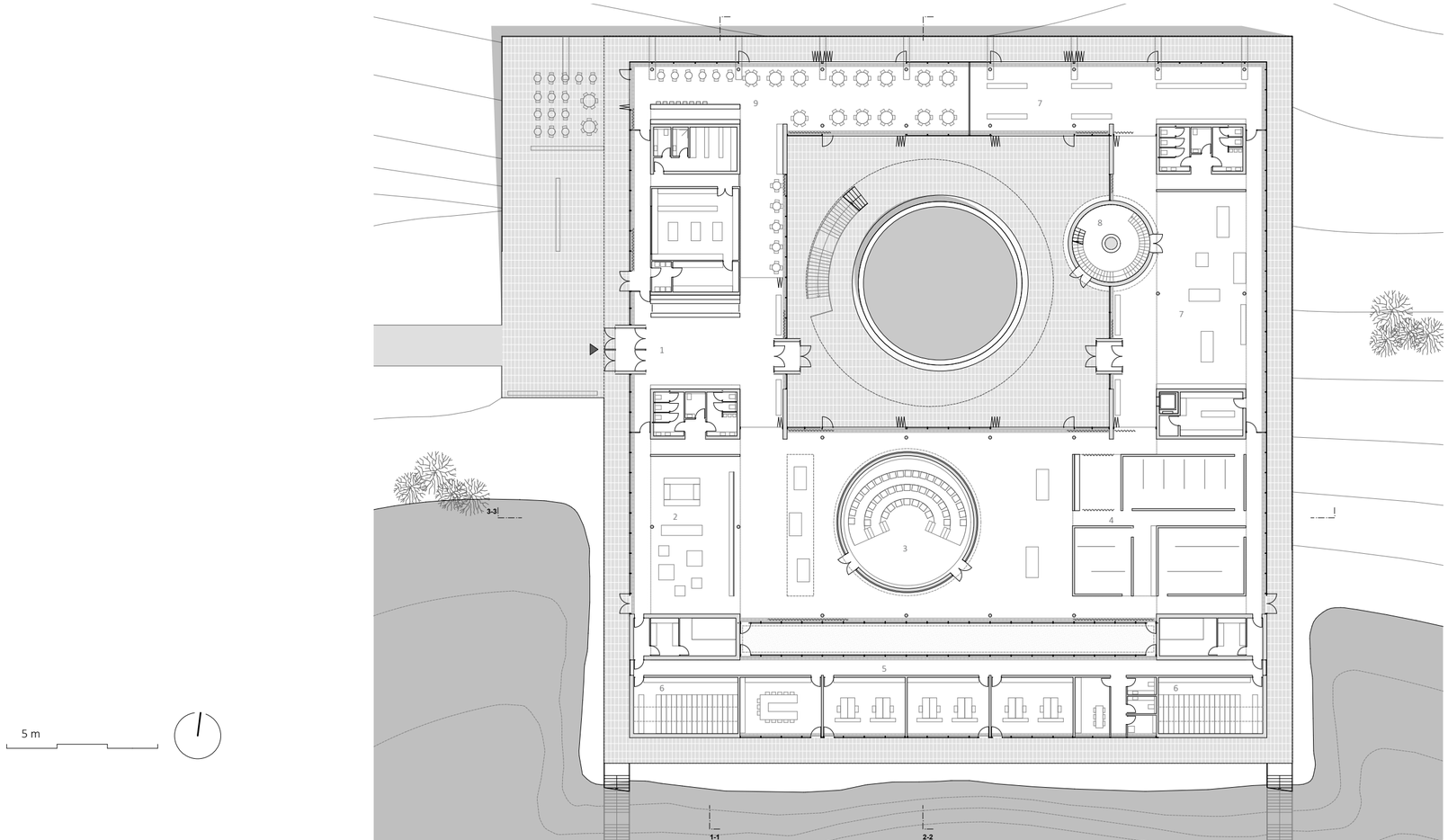


50 m

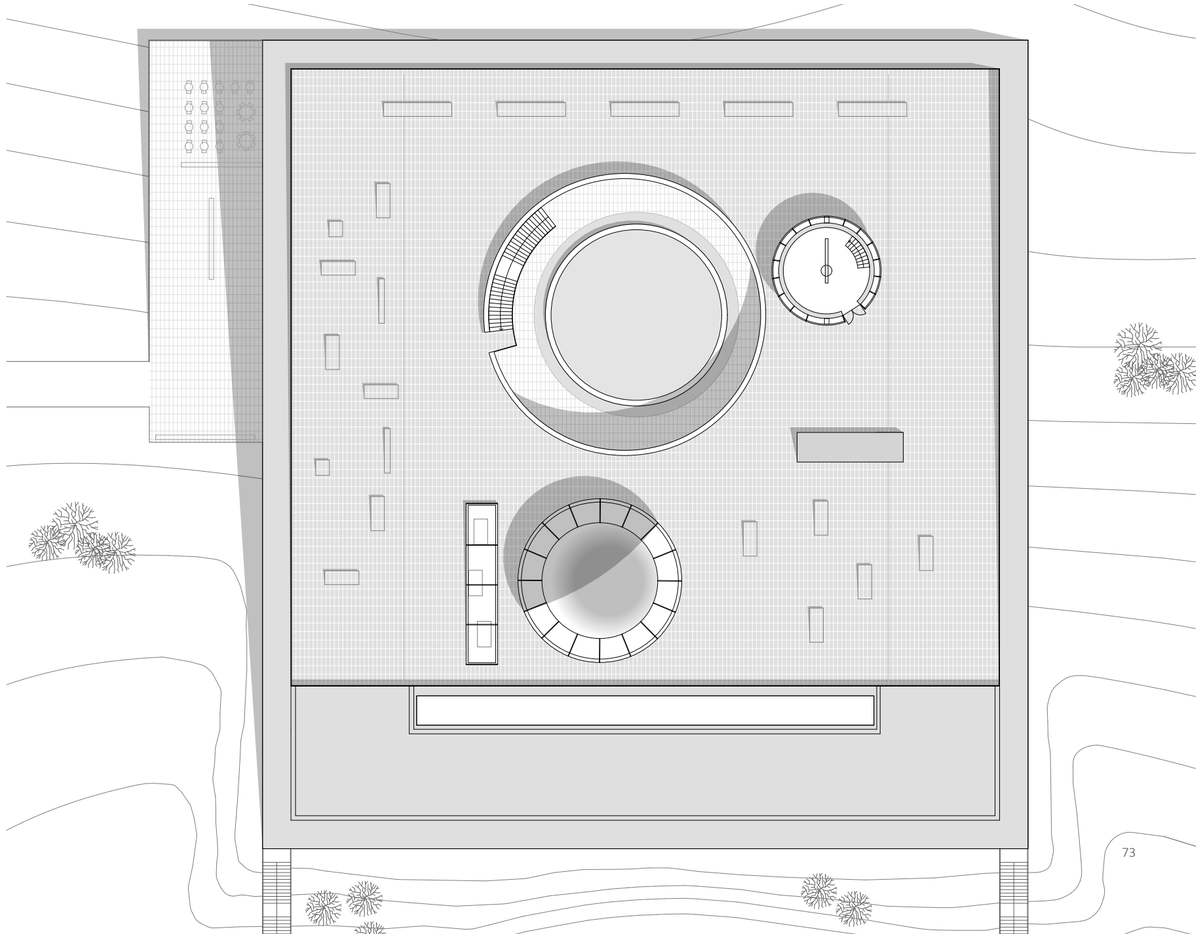
Grundriss EG

Legende:

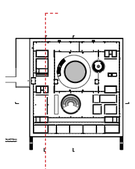
1- Eingangbereich
2- Shop
3- Planetarium
4- Ausstellungsbereich
5- Forschung
6- Lager
7- Nordlicht Observatorium
8- Sternwarte
9- Restaurant



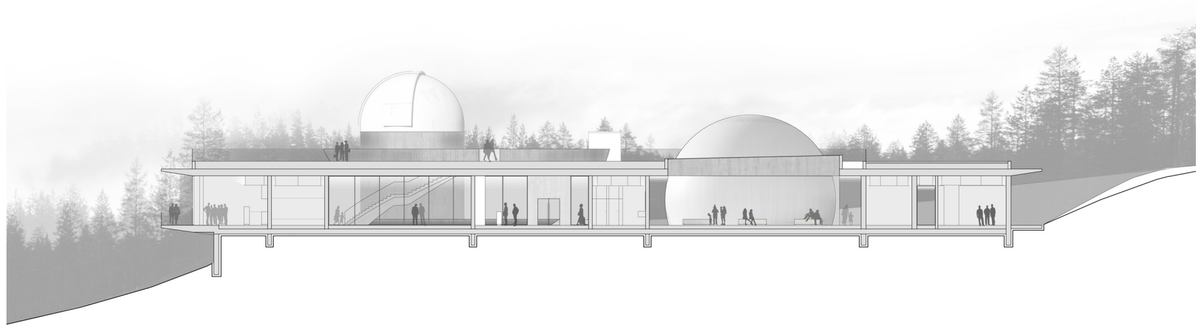
Grundriss OG



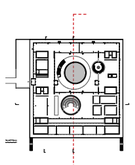
Schnitt 1-1



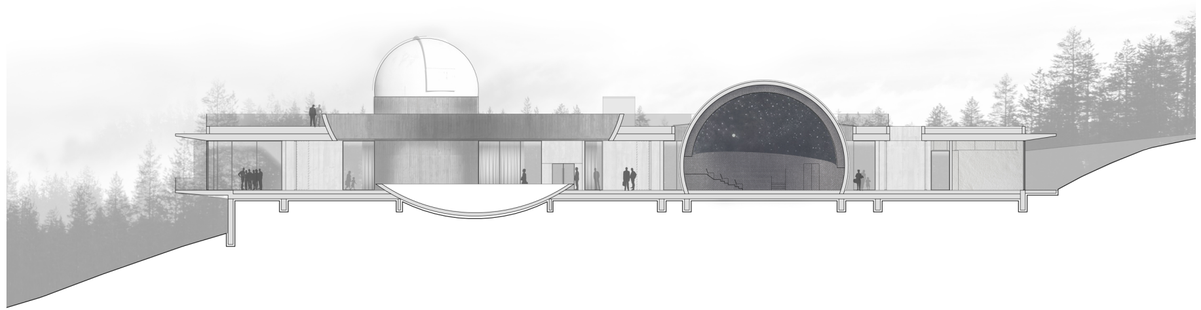
5 m



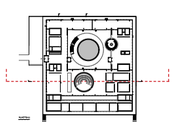
Schnitt 2-2



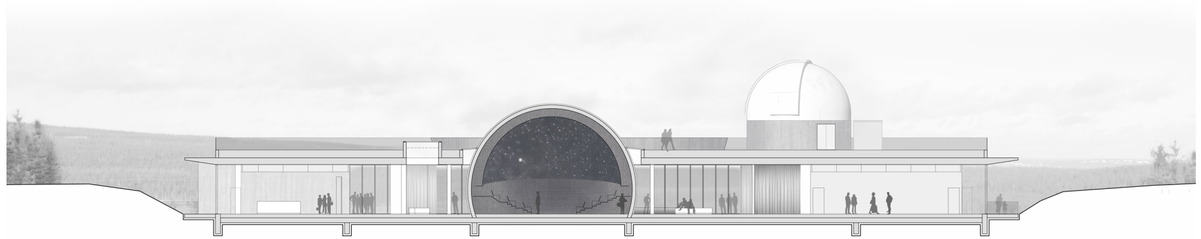
5 m



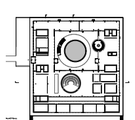
Schnitt 3-3



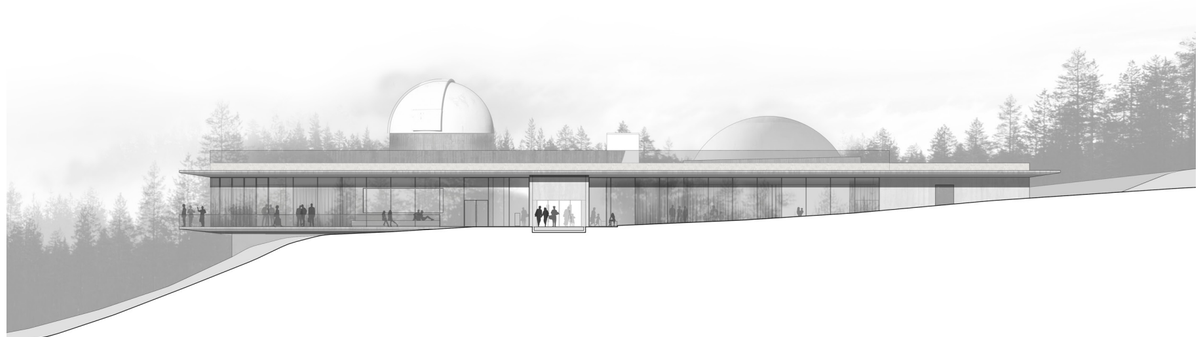
5 m



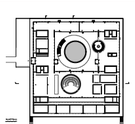
Ansicht West



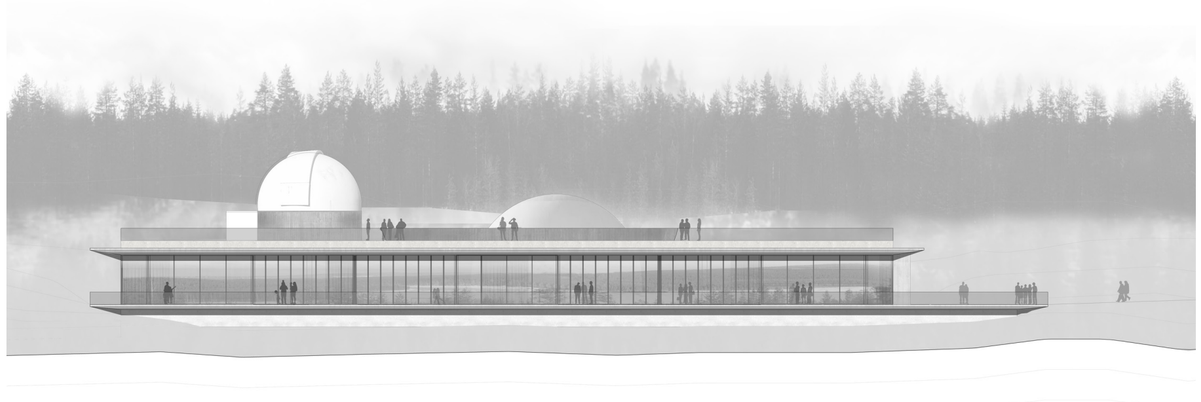
5 m



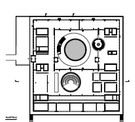
Ansicht Nord



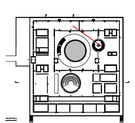
5 m



Visualisierung

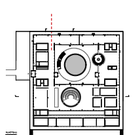


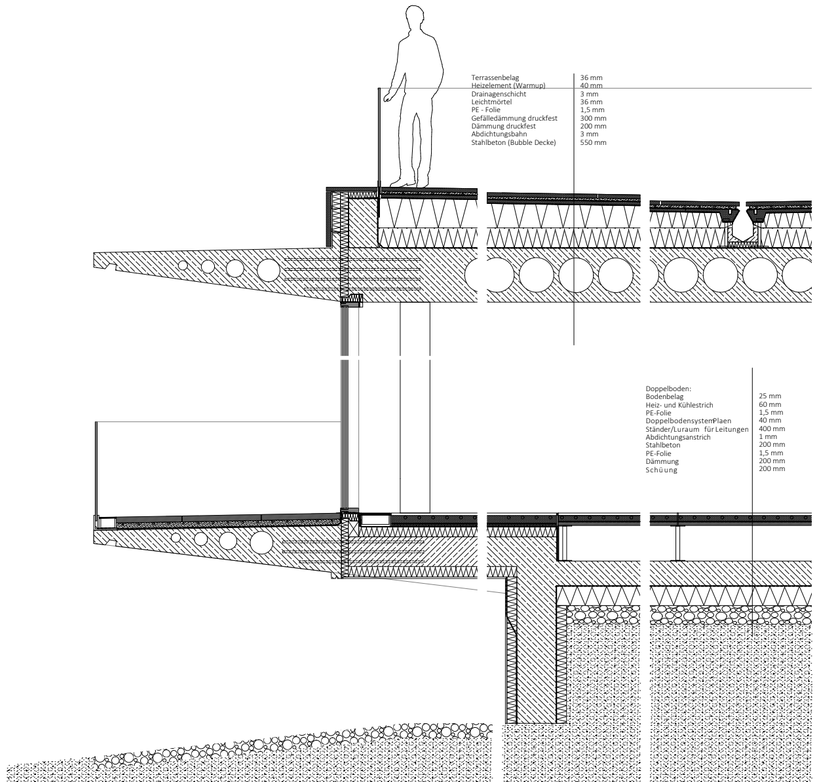
Visualisierung



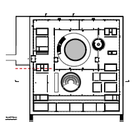
Detailierung

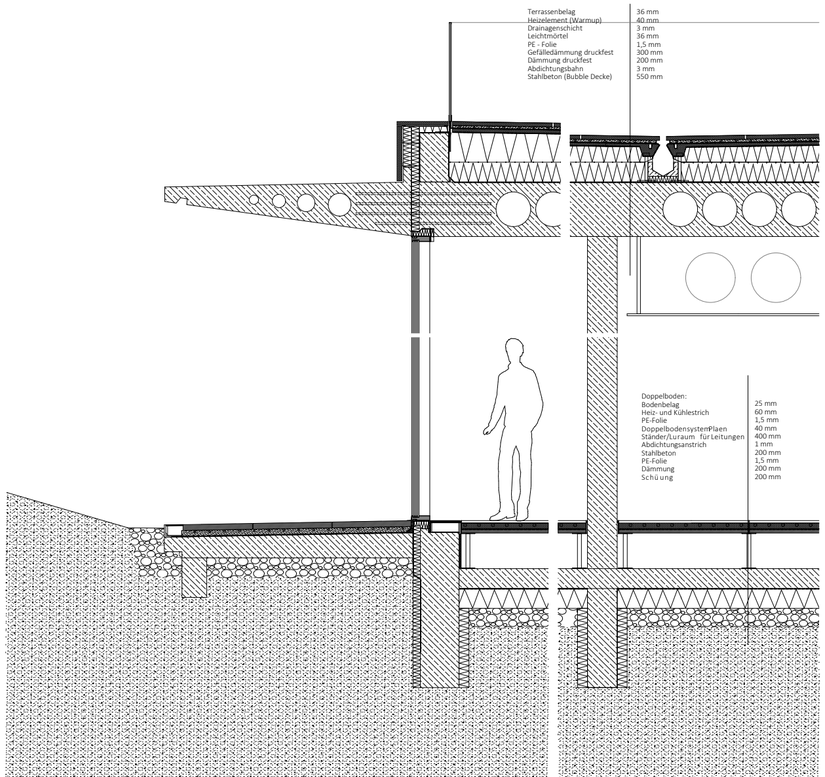
Fassadenschnitt 1 Maßstab 1:50





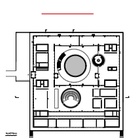
Fassadenschnitt 2 Maßstab 1:50





Fassadenansicht

Maßstab 1:50



Glasgeländer

Terrassenplatten Farbe beige

Holzgeschalte Betondecke

Pfosten - Riegel Fassade

Holzgeschalte Betonboden

Stützmauer

Materialwahl

Da Finnland sehr große Waldflächen hat, liegt es natürlich nahe mit Holz zu arbeiten und Holz zu verwenden. Vor allem In den Hauptstädten finden sich jedoch auch viele Betonbauten, in Helsinki oft auch Sichtbeton. Gängig sind Holzschalungen, denn das Holzangebot ist groß.

„Möbel aus dem Walde. Holz ist in Finnland von fundamentaler Bedeutung. Aus Holz werden Papier und Karton erzeugt, Häuser und Boote gebaut. Und als Rohstoff für Möbel ist Holz eine Selbstverständlichkeit." (Elina Joensuu 1992) [10]

Alvar Aalto, der bekannteste finnische Architekt, der sehr viel in ganz Finnland gebaut hat, verwendet meist Beton für seine öffentlichen Bauten. Die bekanntesten Bauten in Lappland, sind das Rathaus von Rovaniemi und die Bibliothek. Die hauptsächlich in Holz ausgeführten Inneneinrichtungen bestätigen dabei das obige Zitat.

[10] Zitat: Elina Joensuu, 1992 aus Manninen, Danuta, Form aus Finnland; Helsinki: Finnish Trade Review, 1992. S. 31

Abb. 32- Tragende Wände: weiss pigmentierter Beton, mit Holzbrettern geschalt

Abb. 33- Decke: Beton, mit Holzbrettern geschalt

Abb. 34- Innenmöbel: Holz

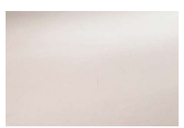


Abb. 35- Boden: Barit Kunstharz Boden

Abb. 36- Aussenbereich: Sandstein farbige Platten

Anhang

Literatur:

1. Manninen, Danuta, Form aus Finnland; Helsinki: Finnish Trade Review, 1992.
2. Quantrill, Malcolm, Finnish Architecture and the Modernist Tradition; London: E & FN SPON, 1995.
3. Jakobson, Max, Finnland: Mythos und Wirklichkeit; Helsinki: Otava Verlag, 1988.
4. Pfoser, Andreas/ Eklund, Tom, Polarlichter Feuerwerk am Himmel; Erlangen: Oculum – Verlag GmbH, 2. Auflage 2011.
5. Dolezal, Erich, Sternenbühne planetarium; Wien: Im Verlag der Gesellschaft für Natur, Technik und Wirtschaft Wien, 1987.
6. Tiainen, Jussi, Neue Finnische Architektur; Helsinki: The Finnish Building Centre Ltd, 2. Auflage 1996.
7. Tiainen, Jussi, Finnische Architektur 1994 – 1999; Helsinki: The Finnish Building Centre Ltd, 1999.
8. Wedhorn, Lothar, Finland in Europa: Geschichte und Bauschaffen; Berlin: Edition Amadis GbR, 1995.
9. Struve, Otto, Astronomie Einführung in ihre Grundlagen; Berlin: Walter de Gruyter & Co, 2. Auflage 1963.
10. Voit, Fritz, Astronomie Grundlagen und Praxis für die Schule; Köln: Aulis Verlag Deubner und Co Kg, 1969.
11. Müller, Peter, Sternwarten in Bildern; Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1992.

Internetquellen

1. http://www.anabell.de/astronomie/astronomie.php
2. http://www.retkikartta.fi/?lang=en
3. http://www.welt.de/welt_print/article1495363/Observatorium-fuer-Nordlichter-auf-Spitzbergen.html
4. http://www.meteoros.de/themen/polarlicht/
5. http://www.planet-wissen.de/natur_technik/licht/polarlicht/
6. http://de.wikipedia.org/wiki/Polarlicht
7. http://de.wikipedia.org/wiki/Sternwarte
8. http://www.planet-wissen.de
9. http://www.gaisma.com/en/
10. http://www.history-of-the-microscope.org/de/
11. http://www.sternsucher.com/
12. http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Astronomie#Mesopotamien

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 0- http://ung.edu/planetarium/_uploads/images/2250137_s.jpg
Abb. 1- Fotografie von Pia Schmidt
Abb. 2- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Armillary_sphere.png#mediaviewer/File:Armillary_sphere.png
Abb. 3- http://www.history-of-the-microscope.org/de/images/Galileis-erstes-teleskop1.jpg
Abb. 4- http://www.ajoma.de/Orientierung_Orion_1.gif
Abb. 5- http://www.postcardgarden.com/images/kuvat/joulukortit24.jpeg.jpg
Abb. 6- http://sciencev1.orf.at/static2.orf.at/science/storyimg/stor-ypart_259694.jpg
Abb. 7- http://www.escapisttraveller.com/escapisttravelmagazine-co-uk/_img/Northern_Lights.jpg
Abb. 8- http://www.forschungs-blog.de/wp-content/uploads/2012/07/Flat_earth_night.png
Abb. 9- http://www.megalithic.co.uk/a558/a312/gallery/Stonehenge/Stonehenge_Aerial/Stonehenge_aerial_0435.JPG
Abb. 10- http://austria-forum.org/attach/Wissenssammlungen/Essays/Institutionen,_Bildung,_Kultur/Zeitreisen_und_Sternpartys_(Kuffner_Sternwarte)/Zeitreisen-und-Sternpartys.jpg
Abb. 11- http://www.eso.org/public/archives/images/large/vlt-jfs_7226.jpg
Abb. 12- http://www.usm.lmu.de/Geschichte/11.jpg
Abb. 13- http://netguides.onb.ac.at/wp-content/uploads/gl_213-1024x809.jpg
Abb. 14- http://www.slate.com/content/dam/slate/articles/health_and_science/science/2014/02/140221_SCI_planetarium_drwaing.jpg.CROP.original-original.jpg
Abb. 15- http://www.ruhrtopcard.de/bilder_extern/big/3275_001.jpg
Abb. 16- http://www.uib.no/imagearchive/produktbilde_UBB-TROM-038_1.JPG
Abb. 17- http://www.kakslauttanen.fi/assets/2013/09/MAJOITUS_Lasi-iglut_1.jpg
Abb. 18- https://www.sciencenews.org/sites/default/files/8120
Abb. 19- http://www.worldatlasbook.com/images/maps/europe-map-blank-high-resolution.jpg
Abb. 20- http://www.worldatlas.com/webimage/countrys/europe/outline/fi.gif
Abb. 21- http://www.retkikartta.fi/
Abb. 30- http://farm1.static.flickr.com/63/204536473_8a0692eb27.jpg
Abb. 34- http://www.duden.de/_media_/full/K/Kiefer-201100285890.jpg
Abb. 35- http://www.barit.de/news/2013/9/wu-wien
Abb. 36- http://www.cgtextures.com/

Fotografien von Pia Schmidt
Abb. 22, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33

Grafiken von Pia Schmidt
Abb. 27, 28, 29

Danksagung

Ich möchte mich hiermit bei allen Beteiligten bedanken für die Verwirklichung meiner Diplomarbeit.

Bei Herrn Prof. András Pálffy für Verständnis und Augenöffnung.

Bei meiner Familie, Ursula, Stefan und Ute für Verständnis, Input und Glaube an mich.

Großer Dank geht an Eva und Werner, die mich herzlichst in Wien aufgenommen haben.

Besonderer Dank geht an meinen Bruder Paul, der eine große Stütze für mich war, psychisch sowie physisch.

Schlussendlich danke ich all meinen Freunden, die mich während dieser Zeit unterstützten und meine Hochs und Tiefs mit durchlebten.