

DIPLOMARBEIT

Aurora Borealis - Arktisches Observatorium

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

o. Univ.-Prof. Arch. DI. Dr.phil. Kari Jormakka

Institutsnummer: E259
Institut für Architekturwissenschaften
E259/4 Fachbereich Architekturtheorie

Eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Raumplanung und Architektur

von
Roxana Ioana Achim | 0626955
Hermannstadt, Rumänien

Wien, 02. November 2012

.....

Betreuer:

o. Univ.Prof. Arch. DI. Dr.phil. Kari Jormakka
a.o. Univ.Prof. Arch. DI. Dr.phil. Georg Suter
Univ. Ass. DI. Dr.techn. Kamayar Tavoussi

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken die einem Puzzlestück in meinem Studentenleben dargestellt haben. Ich bitte um Nachsicht, hier nicht alle namentlich erwähnen zu können; ihr habt mich allerdings alle in unterschiedlicher Weise geprägt und weitergeholfen.

Einen besonderen Dank meinen großartigen Eltern, Adela und Nicolae Achim, die mich stets in meinen Entscheidungen unterstützt haben und mir mit guten Rat beigestanden haben.

Meiner Wohnungskollegin und kleinen Schwester Tania Achim danke ich für alle Augenblicke die unser Studentenleben unvergesslich gemacht haben. Einen herzlichen Dank auch meiner Großmutter, Cili Ghinescu, die uns in hektischen Zeiten beigestanden ist.

Auch meinen Studienkollegen und Freunden Lebi, Gordon, Matthias, Iulia, Naje, Gabi und Flo danke ich für die Gesprächs- und Hilfsbereitschaft sowie unvergesslich witzige Momente.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
Was kommt als Nächstes?	4
Parametrismus als Motivationsgrundlage	6
Entwurfsthema	8
Entwurfsthema - ArchMedium ABAO	8
Klimatische Grundwerte für Rovaniemi	10
Raumprogramm	11
Tourismus in Rovaniemi	12
Aurora Borealis	13
Der Standort	16
Entwurfskonzept	18
Meteorologische Architektur	18
Innenraum Klimakonzept	22
Indoor climate regulations Finnland	24
Vertikale Hoteltypologie	28
Entwurfsbeschreibung	30
Konstruktionskonzept	38
Fassadenstruktur	44
Membran Doppelfassade	48
Vorteile ETFE gegenüber Glas	50
Winddaten für Rovaniemi	52
Versorgungstechnik	54
Geophysische, geobotanische Grundwerte Rovaniemi	54
Parametrisch Modellieren	60
Grashopper Definitionen	60
Schlusswort	63
Literatur- und Abbildungsverzeichnis	64
Anhang Pläne	71



Abb. 01: Ausblick Ousnasvaara bei Aurora Borealis

EINLEITUNG

WAS KOMMT ALS NÄCHSTES?

Über historische Epochen hinweg ließ sich Architektur stets über zeitrelevante Parameter definieren, seien diese klimatischer, religiöser, kultureller, wirtschaftlicher oder technischer Natur. Im 19. Jahrhundert kam es mit der Urbanisierung, Industrialisierung und damit einhergehenden Eisenkonstruktionen zu innovativen typologischen und konstruktiven Lösungen, die überwiegend von Ingenieuren bewältigt wurden. Trotz der Errichtung von imposanten Eisenbahnbrücken oder Bahnhofshallen haben die Architekten dieses Zeitalters sich hauptsächlich mit traditionellen Stilfragen beschäftigt – um Heinrich Hübsch zu zitieren, „In welchem Style sollen wir bauen?“ Die neuen Materialien und Strukturen wurden nur mit einer langen Verzögerung in Prachtgebäuden eingeführt. Sogar der Jugendstil als erster moderner Stil blieb maßgeblich im Rahmen des traditionellen Diskurses insofern, dass sein zentrales Anliegen die Entwicklung von ahistorischen ornamentalen Formen war. Offensichtlich brauchten die Architekten einige Jahrzehnte, um auf die Urbanisierung, die rasche Entwicklung von Technik und Wissenschaften und das Potential von neuen Materialien zu reagieren.

Zur Zeit befinden wir uns in einer Periode, in der Klimawandel ein fundamentales Umdenken auf mehreren Ebenen erzwingt. Nachhaltigkeit bedeutet für das 21. Jahrhundert, was Funktion für das 20. Jahrhundert bedeutete. Der französische Architekt Philip Rahm formuliert in seinem Manifest "Meteorological Architecture" den Slogan: *form no longer follows function, but climate*. (MORAVÁNSZKY 2010) Auch Prof. Brian Cody behauptet in einem seiner Vorträge: *form follows energy* (CODY 2009) und ergänzt mit dieser Aussage die eröffnete Debatte. Gleichzeitig wird der Architekturdiskurs von eher spezialisierten Entwicklungen im Bereich von Entwurfstechniken angeregt. Der Computer wird nicht nur zum Zeichnen benutzt, sondern zunehmend zum Entwerfen selbst, beispielsweise zur Generierung von Design-Alternativen. Diese zwei Tendenzen sollten nicht getrennt voneinander in Betracht gezogen werden, um zukunftssträchtige Modelle für das architektonische Schaffen zu etablieren.

Das wachsende Bewusstsein unserer Generation für ökologisches, naturschonendes Bauen oder das steigende Interesse an CAD, sowie algorithmische/parametrische 3D Software lassen sich nicht bestreiten. Die Entstehung zeitgenössischer Architektur ist zunehmend bauphysikalisch und parametrisch geprägt, doch sollten diese simultan als Entwurfsprämissen fungieren, ließe sich eine aufkommende, vielversprechende Architekturrichtung debattieren.

Patrik Schumacher erkannte bereits 2008, dass Animation, Simulation und Formfindungstechniken, ebenso wie das parametrische Modellieren und Scripten, eine neue Architekturrichtung mit radikal neuen Zielen und Werten inspiriert. So designiert er den Parametrismus als den *New International Style*. Er sieht den Parametrismus als ein ausgeprägtes Paradigma, welches sich gegen die Postmoderne, den Dekonstruktivismus oder den Minimalismus behaupten kann. (vgl. SCHUMACHER 2009)

Noch wurde Parametrismus nicht universell als Stil anerkannt und meines Erachtens sollte man sich auf die reine Form nicht refokussieren, da in dieser neuen Denkrichtung Formfreiheit und Formfindung ganz anders konnotiert sind. Parametrisch bestimmtes Entwerfen ist nicht nur ein Mittel für fließende oder komplexe Geometrieformen, denen zuzüglich Architekturmuster zugeordnet werden, um somit ästhetisch elegante, sowie komplexe Formen entstehen zu lassen. Auch Schumacher versteht den Parametrismus als ein Gebilde abstrakter Prinzipien und Werte und nicht als formale Gleichmacherei. (vgl. SCHUMACHER 2009)

Insbesondere postuliert Schumacher das Potential der parametrischen Adaptionsfähigkeit auf regional und saisonal variierende Klimaparameter. Die Prinzipien und Methoden des Parametrismus ermöglichen eine adaptive Modulation urbaner und architektonischer Strukturen in Bezug auf das Programm einer nachhaltigen Architektur. Der Parametrismus löst die Ortsverknüpfung einer gewissen Bauform viel mehr als die Architektur des 20sten Jahrhunderts, den wir reden heute von einer Weltarchitektur. (vgl. SCHUMACHER 2009) Die globale Positionierung der Architektur impliziert folglich eine erhöhte Sensitivität in Bezug auf diverse regionale Kontexte. Unter diesen Voraussetzungen kann man keinesfalls behaupten, dass Parametrismus primär zu einer Architektur der Ästhetik verhilft, obwohl die Ästhetik eine wichtige Komponente ist. Schumacher, genauso wie Louis Sullivan ein Jahrhundert vor ihn, sieht Mensch und Architektur in Relation zueinander. Für Schumacher rahmt die Architektur soziale Kommunikation und ist selber eine Form von Kommunikation. Als solches funktioniert sie mittels ihrer Ästhetik. Auch Sullivan formulierte begleitend zu seiner Aussage "form follows function", dass Ästhetik ebenfalls als Funktion zu betrachten ist, insbesondere wenn es um Wohnraum für Menschen geht.

PARAMETRISMUS ALS MOTIVATIONGRUNDLAGE

Über die letzten vier Semester wurde uns die Anwendung diverser Software für die Begutachtung von Gebäudeleistungen vermittelt und gleichzeitig setzten wir uns mit verschiedenen computerunterstützten Designmethoden auseinander. Auch wenn diese Programme als Einzelsoftware spezifisch und hocheffizient funktionieren, wird der Entwurfs-Workflow maßgeblich verlangsamt aufgrund fehlender oder beschränkender Plug-ins, die den CAD-Datentransfer ermöglichen. Das Neuaufziehen eines Entwurfs in ein anderes Programm, um ein Feedback über die Gebäudeleistung zu bekommen, lässt wesentliche Design-Änderungen unbeachtet. Es stellt sich die Frage, warum man diese zwei Hauptschritte im Entwurfsprozess nicht vereint? Somit kann man als Architekt neben funktional-technischen, ästhetischen auch bauphysikalische, gebäudemetrische Aspekte viel früher im Entwurfsprozess testen und darauf reagieren. Tatsächlich beschreibt man mit BIM (Building Information Models) eine Trendmethode für optimierte Planung, Bauausführung und Gebäudemanagement, allerdings ist man hier dabei auf gewisse Softwarepakete angewiesen, die bestimmte Analysen ermöglichen. Zusätzlich sind diese Programme sehr komplex aufgebaut und wenig sinnvoll in einer frühen Entwurfsphase.

Das parametrische Modellieren behauptete sich nunmehr primär in der Designerwelt. Besonders für Schmuckdesigner bringt es einen unglaublichen Mehrwert; dabei spielt für diese die Ästhetik den ausschlaggebenden Entwurfsfaktor. Wenn sich aber Architekten parametrischer Werkzeuge bedienen, sollten die entscheidungstiftenden Kriterien nicht hauptsächlich ästhetisch motiviert sein, um somit den Ideen des Parametrismus entgegenzukommen. Vielmehr wäre es ideal wenn mit den Änderungen gewisser Entwurfparameter, Leistungsparameter gleich abgefragt oder visualisiert werden könnte. Ein erster Schritt in diese Richtung wurde bereits über DIVA-for-Rhino gemacht, ein Plug-in ursprünglich entwickelt an der *Graduate School of Design* der Harvard Universität. Professor Reinhart führt dabei ein neuer Begriff ein:

"Animated Building Performance Simulation is a new term that refers to the combination of parametric studies with advanced building performance simulation tools in order to dynamically visualize the effect of altering selected design parameters on the performance of a design. The objective of an ABPS is to educate designers how sensitive a design concept is to certain design changes as well as to help find an 'optimal' solution as far as a particular set of performance metrics is concerned. The latter approach can be especially useful for designers interested in adopting the shape of their buildings to site and climate specific boundary conditions."
(LAGIOS, NIEMASZ, REINHART 2010)

Das jetzt von Solemma LLC erworbene Plug-in erlaubt Nutzern das Durchführen einer Reihe von Analysen die sich grundlegend auf Lichtsimulationen konzentrieren. Das Errechnen thermischer Beanspruchungen ist möglich aber auf eine einzige thermische Zone pro Raum limitiert.

Die Tatsache, dass wir heutzutage über eine Vielzahl bauphysikalischer Simulationsprogramme verfügen, diverse Software für parametrisches Modellieren in stetiger Entwicklung ist und bereits Versuche einer Simultankalibrierung dieser zwei entwurfsrelevanten Schritte bestehen; beweist, dass die zeitgenössische Architektur den richtigen Pfad gefunden hat.

Auch wenn der Klimawandel ein grundlegendes Umdenken in der Architektur erzwang und eine Sensibilisierung unserer Entwurfskraft hinsichtlich energetischer Aspekte bewirkte, möchte ich mein Credo einer großartigen Architektur mit Hilfe Professor Brian Cody's Aussagen unterstützen. Er plädiert für ökonomische und effiziente Gebäude. Wir sollen energiebewusst planen, aber ohne das die

architektonische Qualität beeinträchtigt wird. Prof. Cody beschreibt Effizienz als Verhältnis zwischen Nutzen und Energie, die eingesetzt werden muss, um diesen Nutzen zu erzielen. Bei Gebäuden sieht er das als Verhältnis zwischen der Qualität des Raumklimas und der Quantität der aufgewendeten Energie. (vgl. CODY 2009) Effizienz lässt sich nicht nur über Kosten oder ökonomische Größen definieren, wie eine missverstandene Modernität, hat aber als Ziel, ein Gebäude bestmöglich in einer gegebenen Konjunktur zu positionieren.

ENTWURFSTHEMA

ENTWURFSTHEMA - ArchMedium ABAO

Um mich mit den Ideen des Parametrismus mehr auseinanderzusetzen und zu sondieren, suchte ich ein Projektthema, das für mich neue Freiheiten, wie auch neue Einschränkungen mit sich brachte. Das Entwerfen eines Nordlichtobservatoriums mit Hoteleinrichtungen im nordfinnischen Lappland, positioniert mein Gebäude in einem extrem-klimatischen Umfeld, im außerstädtischen Kontext.

Grundlegende Informationen zu meinem Entwurfsthema basieren auf den ausgeschriebenen Informationen des Wettbewerbes OBA12 Nordlichtobservatorium von ArchMedium. Anbei ein kurzer Abschnitt über die Hauptintention des Projektes:

Wir von ArchMedium, würden gerne zu einem Projekt anregen, das uns helfen soll, unsere Ur-Instinkte wieder zu entdecken. Denn wir wollen wieder einen Bund mit Mutter Erde eingehen. Was wir kreieren wollen, ist ein Nordlichtobservatorium in einer der extremsten Breiten, die von Menschen besiedelt wurde. Umgeben von saftigem Gras, endlosen Wäldern und der reinsten Form der Natur. Jedes Jahr reisen tausende von Touristen nach Rovaniemi (Finnland), um dort die Nordlichter betrachten zu können.

Befindlich ist die Hauptstadt des finnischen Lapplands in der Eispirale des antarktischen Zirkels. Das Observatorium ist mehr als ein Service für die Stadt: neben einem finnischen Spa, einem vollständigen Astronomischen Observatorium, soll es den beeindrucksten Komfort, hinsichtlich des Essens, der Getränke und der Unterkünfte bieten.

Die Wetterverhältnisse können so extrem sein, dass sich die Gestaltung eines solchen Orts, stark von anderen unterscheiden kann. Während des Winters, kann die Temperatur auf -30°C sinken. Die Sonne ist während der Jahreszeiten nur selten zu sehen und durchschnittlich schneit es 138 Tage im Jahr. Im Sommer, am anderen Ende des Spektrums, erfährt Rovaniemi 24 Stunden Sonne, weltweit bekannt als die Mitternachtssonne. (ARCHMEDIUM 2012)

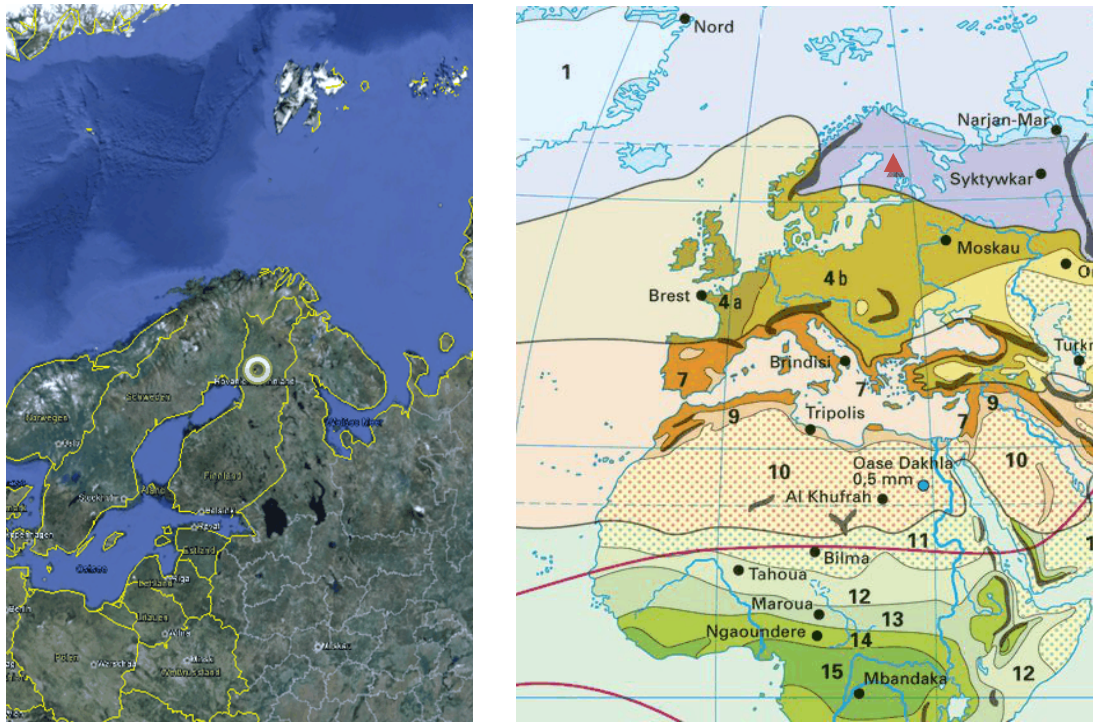


Abb. 02: Rovaniemi - Lokalisierung Europakarte und Klimakarte

Die klimatischen Bedingungen in Finnland sind erheblich günstiger als bei der nördlichen Lage zu erwarten. Temperaturerhöhend wirken die Ostsee, die Binnengewässer aber vor allem die Westwinde. Die Westwindzone ist eine atmosphärische Luftzirkulation zwischen etwa 40° und 60° auf der Nord- sowie der Südhalbkugel. Teilweise kann die Strömung auch bis 70° geographischer Breite reichen. (vgl. WIKIPEDIA W8) Die mittlere Temperatur in Finnland liegt durchschnittlich zwischen 6°C und 10°C . Rovaniemi liegt im nordfinnischen Lappland nur wenige Kilometer südlich des Polarkreises (auf $66^{\circ} 34'$ nördliche Breite) unter der 0°C Isothermen.

Ergänzende Information über die klimatischen Grundwerte von Rovaniemi in der Info - Textbox anbei.

Klimatische Grundwerte für Rovaniemi

(Klimadaten anbei stammen von Wikipedia und der Weltorganisation für Meteorologie)

Rovaniemi liegt im nordfinnischen Lappland, nur wenige Kilometer südlich des Polarkreises unter der 0°C Isotherme. Deswegen liegt auch die mittlere Jahrestemperatur knapp über 0°C, bei 0.2°C und Bodengefrierung ist bei starkem Schneefall im Winter nur bedingt vorhanden. Das Klima in Rovaniemi ist subarktisch auch kaltgemäßigt, Schneewaldklima oder boreales Nadelwaldklima genannt. Das innerkontinentale, boreale Klima wird als feucht bezeichnet, auch wenn der Winter mit den niedrigen Temperaturen eher niederschlagsarm ist. Stattdessen spricht man von einem Sommermaximum der Niederschlagsmenge. In Rovaniemi beträgt die Summe der monatlichen Niederschlagsmengen etwa 535 mm im Jahr. (vgl. WIKIPEDIA W1/ W2)

In Abb. 01 sieht man, dass die Niederschlagsmenge im Sommer tatsächlich einen Höhepunkt erreicht, allerdings sind die Wintermonate nicht besonders niederschlagsarm, verglichen mit nördlicheren Regionen. Im Durchschnitt hat jeder Monat zwischen 7 und 12 Niederschlagstage. Rovaniemi liegt circa 183 Tage unter Schnee. (vgl. WIKIPEDIA W1/ W2)

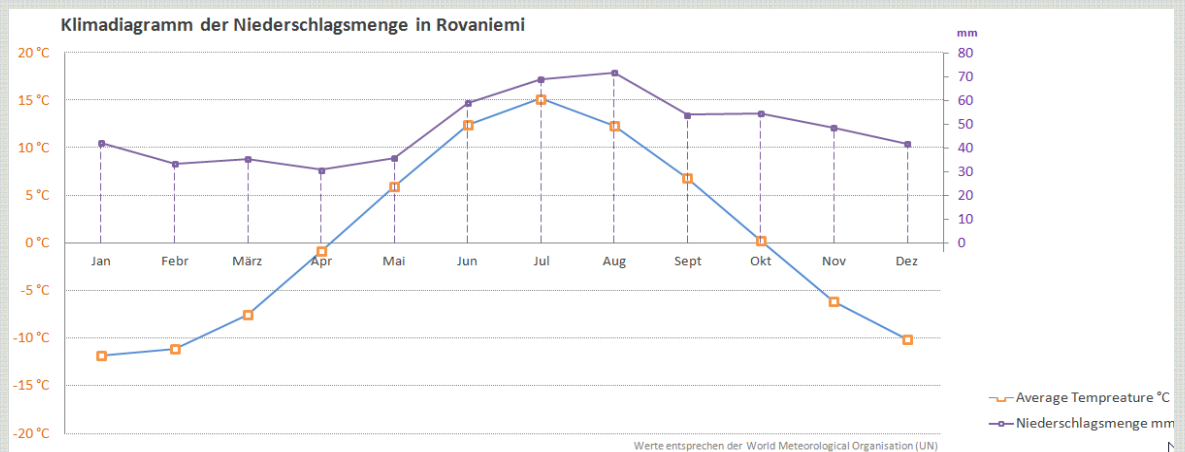


Abb. 03 Klimadiagramm der Niederschlagsmenge in Rovaniemi

Das Klima zeichnet sich auch in Rovaniemi durch extreme Temperaturschwankungen aus. Die kurzen Sommer können ausgesprochen warm sein, wobei die Wintermonate sehr niedrige Temperaturen erreichen können. Die Tiefsttemperatur wurde 1999 bei -47.5°C, die Höchsttemperatur in 2011 bei +30.07°C gemessen. In Abb. 02 kann man die Verteilung der Durchschnittswerte der Höchst- und Tiefsttemperatur sehen. Die Mitternachtssonne bleibt von 6. Juni bis 7. Juli am Himmel ersichtlich.

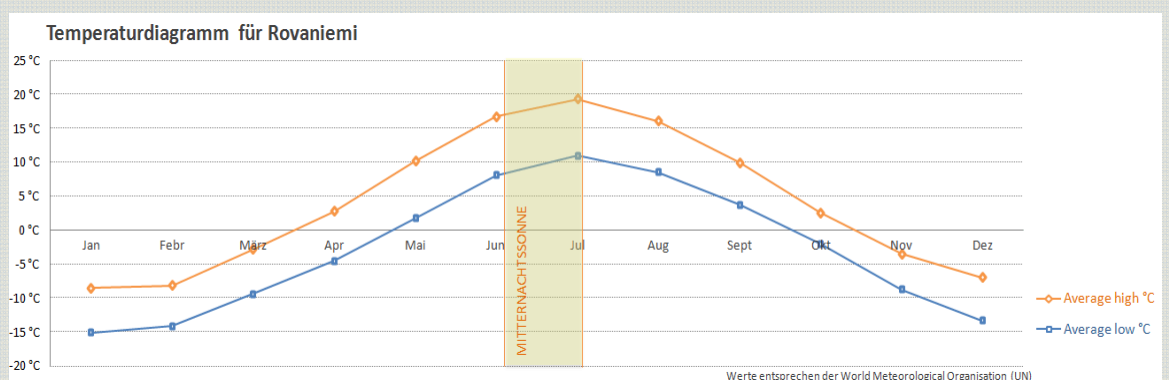


Abb. 04 Temperaturdiagramm in Rovaniemi

RAUMPROGRAMM

Das Raumprogramm des Entwurfs umfasst neben dem astronomischen Observatorium und Planetarium, weitere Touristenunterkünfte, gastronomische sowie Spaeinrichtungen. Mein Entwurfsvorschlag basiert auf den ausgeschriebenen Daten, die Funktionen werden beibehalten. Diese sind unterschiedlich gruppiert und zum Teil über ergänzende Funktionen erweitert. Anbei das Grundgerüst der ausgeschriebenen Nutzflächen und Funktionen (ARCHMEDIUM 2012):

Funktionen	Fläche
Foyer und Empfang	30 m ²
Restaurant (Küche, Abstellraum, Essbereich)	75 m ²
Planetarium (8m Ø aprox.)	80 m ²
Observatorium	85 m ²
Doppelzimmer	30 m ² x 7
Vierbettzimmer	50 m ² x 3
Verkehrsflächen	100 m ²
<u>Saunabereiche x2 (M/F)</u>	
Sozialbereiche	15 m ² x 2
Sauna	10 m ² x 2
Umkleideraum	20 m ² x 2

Die Hotelzimmer müssen über ein privates Badezimmer, einen Schlaf- sowie Entspannungsbereich verfügen. Für das gegebene Raumprogramm ist eine Nettogeschossfläche von circa 800 m² nicht allzu großzügig formuliert, was auf eine kompakte Bauweise und einen nachhaltigen, bewussten Tourismus hindeutet. Auch wenn mein erweitertes Raumprogramm die Nettogeschossfläche mit circa 300 m² erweitert wirkt sich das nicht auf die Hauptintention des Wettbewerbszieles aus.

Laut Ausschreibung sollen jährlich Tausende von Touristen nach Rovaniemi reisen und dort in gewöhnlichen Hotels übernachten. Aus diesem Grund kristallisiert sich eines der Hauptziele des Wettbewerbes heraus, den Funktionsmix so zusammenzufügen, so dass das Ergebnis für die Reisenden eine unvergessliche Erfahrung und für die Stadtbewohner ein neues Wahrzeichen verkörpert.

Nichts scheint die Menschen mehr zu beeindrucken, als imposante Landschaftsbilder und vor allem Naturereignisse. Das nordfinnische Lappland verfügt über beide dieser Erscheinungsbilder.

Wenn die Polarlichter über die nordfinnische Hauptstadt Lapplands, Rovaniemi ihren Spektakel ausführen, haben diese nicht nur den Himmel als Bühne, sondern auch die reinste, atemberaubendste Natur als Freilufttheater. Die Herausforderung in solch einer Konstellation ein Bauwerk zu kreieren, welches das Makro- und Mikrokosmische miteinander verbindet und dabei auch eine eigene Atmosphäre zu der bereits vorhandenen Szenerie zu erwecken vermag ist mir ein besonderer Anreiz.

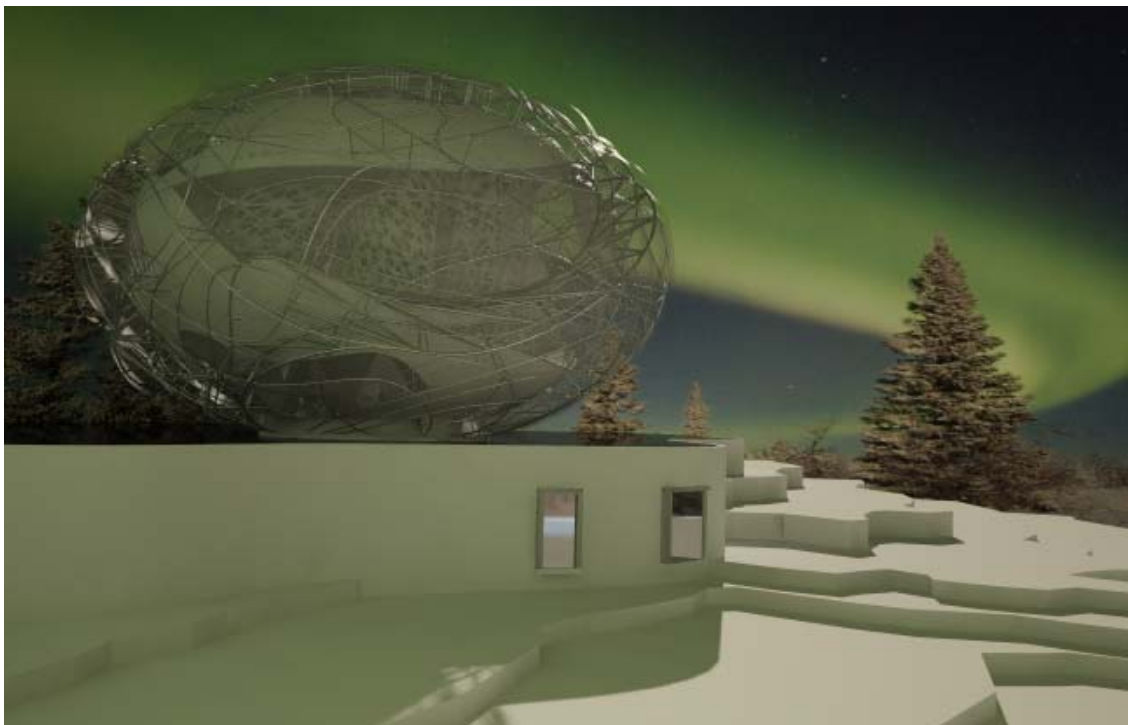


Abb. 05: Rendering bei Aurora Borealis

Das **Polarlicht** wird am Nordpol, **Nordlicht** genannt und wissenschaftlich mit **Aurora Borealis** bezeichnet. Diese Begriffe bezeichnen alle dieselbe spektakuläre Leuchterscheinung, ausgelöst durch freibewegliche Teilchen, die zunächst beschleunigt werden und dann mit Partikeln eines Niederdruckplasmas kollidieren. Polarlichter entstehen in der Thermosphäre, die oberste Schicht der Erdatmosphäre. Genauer gesagt entstehen diese Polarlichterscheinungen in der Ionosphäre, die in der Thermosphäre eingelagert ist und sich überwiegend aus ionisierenden Gasen wie Stickstoff und Sauerstoff zusammensetzt.

Weiter auswärts befindet sich die Magnetosphäre, die die Erdoberfläche gegen geladene Partikel des Sonnenwindes abschirmt. In der Magnetosphäre können gelegentlich einige Teilchen des Sonnenwindes (hauptsächlich Elektronen aber auch Protonen) derartig beschleunigt werden, dass diese auf die Ionosphäre prallen. Daraufhin werden getroffene Atome, Moleküle und Ionen in einem angeregten Zustand überführt. Diese absorbieren für eine kurze Zeit Energie, die dann aber bald ausgesendet wird, was letztendlich diese lichterzeugenden Prozesse auslöst, allgemein als Fluoreszenz bezeichnet.

(vgl. PFOSER und EKLUND 2011, S.28-29)

Einem alten asiatischen Volksglauben nach, beschert das Nordlicht demjenigen, der es einmal gesehen hat, Glück bis ans Ende seines Lebens. Das Nordlicht ist in Rovaniemi kein seltenes Phänomen und kann durchschnittlich in jeder zweiten Nacht beobachtet werden, am häufigsten jedoch im September-Oktober und Februar-März. Auf Finnisch heißt das Nordlicht „revontulet“ – die Fuchsfeuer. Einer alten samischen Sage zufolge entsteht es, wenn ein Fuchs beim Lauf über die vereisten Fjäll - Hänge den Schwanz schleifen lässt. [REGIONAL COUNCIL OF LAPLAND, 2012]



Abb. 06: Aurora Borealis / Polarlichter am Nordpol



Abb. 07: Blick vom Ounasvaara Hügel auf die Innenstadt

Die Bausubstanz in Rovaniemi wurde insbesondere durch die Entwicklungen des Lapplandkrieges in Mitleidenschaft gezogen. Die deutschen Wehrtruppen mussten sich zurückziehen und verwendeten dabei die Taktik der verbrannten Erde an. Ein deutscher Munitionszug explodierte "versehentlich" und brannte die Stadt nieder, da Holz die dominante Bausubstanz der Stadt war. (vgl. CHEW 2002)

Somit erlebte Rovaniemi 1945 eine städtebauliche Renaissance. Der berühmte finnische Architekt Alvar Aalto und seine Kollegen Viljo Revell und Yrjö Lindegren entwarfen den neuen Stadtgrundriss von Rovaniemi in Form eines Rentiergeweihs. (siehe Abb. 07)

Das bekannteste Gebäude von Aalto in Rovaniemi ist das Zentrum für Kultur und Administration. Es ist ein Komplex bestehend aus drei Gebäude: das Stadthaus, die Bücherei und das Lappiahaus, welches als Ort verschiedener kultureller Ereignisse dient. Des Weiteren gibt es auch andere Privatgebäude von Aalto, sowie auch die Wohnsiedlung Tapiola an der Aalto von 1958 bis 1961 arbeitete. Andere Besucherziele sind das Arktikum, der Tierpark Ranua, das Heimat- und Waldarbeitsmuseum, der Wissenschaftszentrum Pilke, das Korundi Kulturhaus und nicht zuletzt der Werkstattdorf des Weihnachtsmannes. (vgl. WIKIPEDIA W2)

Aalto meinte "die Architektur ist nicht nur national, sondern hat auch lokale Bindungen, durch die sie in der Erde wurzelt. Durch ihre Formen kann sie internationalen Einfluss gewinnen." (POOLE 1992) Auch Immanuel Kant, der kein Weltreisender war, behauptete, dass Reisen von allen Vorurteilen des Volkes, des Glaubens, der Familie und der Erziehung entwöhnt. Der viel reisende Schriftsteller und Diplomat Alphonse de Lamartine meint, dass nur durch vieles Reisen ein Mensch vollkommen ausreifen kann. Dabei wechselt der Mensch zwanzigmal die Form seiner Denk- und Lebensweise. "Die einförmigen, beengenden Gewohnheiten des alltäglichen Lebens wie auch die Langeweile der immer gleichen Heimatumgebung sind wie Schrumpfringe die alles zusammenquetschen" (Lamartine zitiert von Gilbert Sigaux)

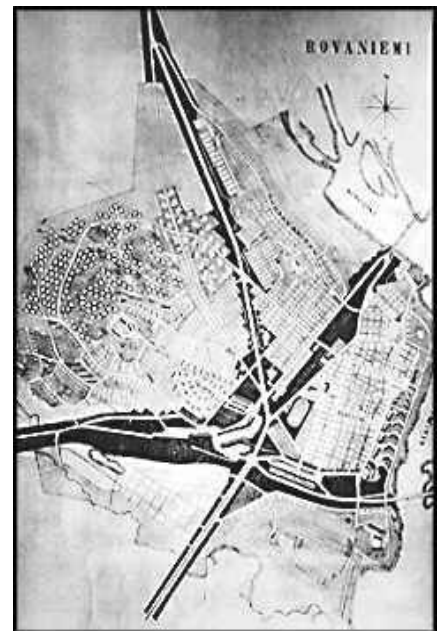


Abb. 08: Reindeer Antler Plan

Reconstruction Plan, Rovaniemi
1944-45, ratified 1946 - Alvar Aalto

Über die letzten Jahre ist allgemein der Tourismus als Industriezweig in Finnland stark gewachsen. Im Jahre 2011 wurden laut *Statistics Finland* 16 Millionen Hotelübernachtungen in ganz Finnland registriert. Davon entfallen 4.6 Millionen Übernachtungen auf ausländische Touristen und 11.3 Millionen auf inländische Touristen. Die bevölkerungsarme Provinz Lappland kam auf gut 1,5 Millionen Übernachtungen. (vgl. STATISTICS FINNLAND 2012) Für die strukturschwache Region stellt der Tourismus heute eine bedeutende wirtschaftliche Perspektive dar. Die meisten Gäste kommen in den Wintermonaten und besuchen eines der 13 Wintersportzentren wie Ruka, Levi oder Ylläs. (WIKIPEDIA W9 2012)

Rovaniemi befindet sich unter den beliebtesten Touristendestination Finnlands. Ein neues Hotelgebäude mit Observatorium und Planetarium kann in vielerlei Hinsicht einen Mehrwert für die Stadt ergeben. Die naturschonende, energiebewusste und doch relativ aufwändige, sogar kostspielige Konstruktion, in Relation zu den reduzierten Dimensionen des Projektes, soll Aufmerksamkeit in mehreren Bereichen erwecken. Unter anderem möchte ich damit die Wichtigkeit des sanften Tourismus als Form eines nachhaltigen Tourismus betonen. Der sanfte Tourismus bezeichnet das möglichst unverfälschte Erleben der Natur, aus diesen Grund wird das Hotel/Observatorium nur zu Fuß, mit dem Renttierschlitten, dem Schneemobil oder über Langlaufen erreichbar sein.

DER STANDORT

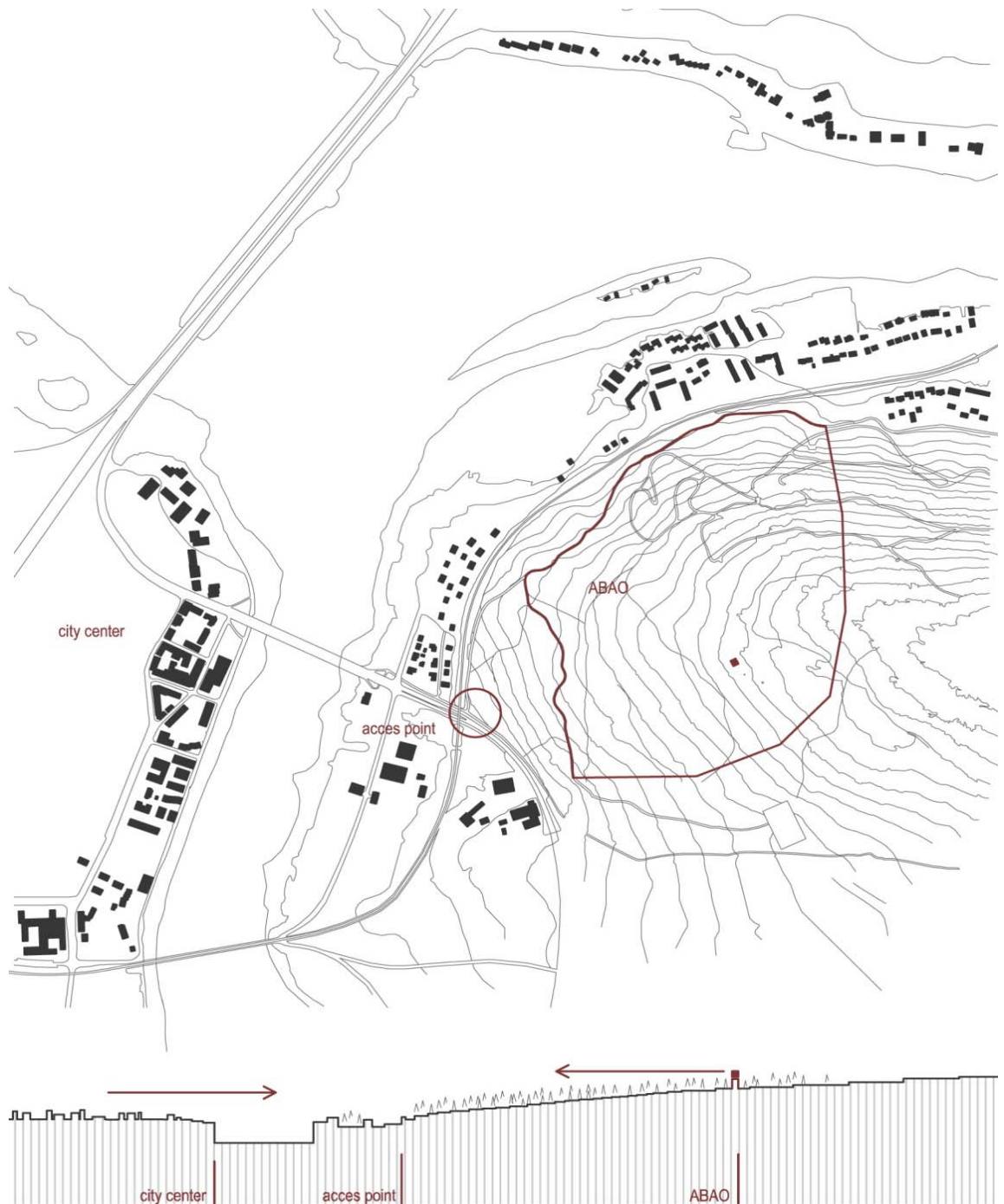


Abb. 09 Lageplan ABAO - Gebiet und topographische Systemskizze (ohne Maßstab)

Das Areal des Aurora Borealis Arctic Observatoriums (ABAO) liegt am Knotenpunkt der Flüsse Ounasjoki und Kemijoki auf dem Hügel Ounasvaara gegenüber vom Stadtzentrum. Der Anschlusspunkt befindet sich auf der linken Seite der Jätkänkynttilä Brücke, circa 2 Kilometer von der Innenstadt entfernt. Die Größe

des ABAO-Areals umfasst eine Fläche von etwa 51 Hektar, die auf dem 204 Meter hohen Hügel aufgeteilt sind. Das Areal ist am Fusspunkt relativ dicht bewaldet. Mit der Höhe treten vereinzelt Steinformationen, sowie sumpfige Regionen und arm bewaldete Areale auf. Das gesamte Areal verfügt über teils beleuchtete Fusspfade. Das Gebäude soll wie bereits erwähnt über Wander- oder Themenwege, mittels Schneemobilen, Rentierschlitten oder Skilanglaufen erreichbar sein. (siehe Abb. 10)

Überlegungen hinsichtlich der freien Beobachtung des Himmels vom Observatorium aus, Erreichbarkeit über die Waldwege, Sichtbarkeit im Sinne eines Wahrzeichens der Stadt, Vegetation und nicht zuletzt der herrliche Ausblick der Umgebung gaben in weiterer Folge den Ausschlag für eine Situierung des Objektes an der Spitze des Hügels in unmittelbarer Nähe zu den zwei bestehenden Belvedere-Türmen des Ounasvaara Hügels. (siehe Abb. 11)

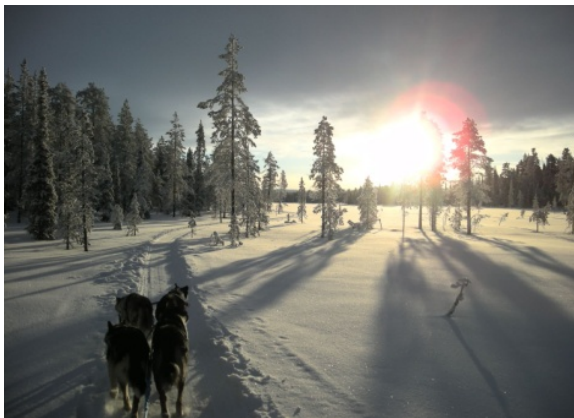


Abb. 10: Hundeschlitten Ounasvaara Hügel



Abb. 11: Belvedere-Turm im tiefen Winter am Ounasvaara Hügel



Abb. 12: Ausblick vom Ounasvaara Hügel (Bauort) Richtung SW

ENTWURFSKONZEPT

METEROROLOGISCHE ARCHITEKTUR

"Die Befreiung des Denkens von dieser verbleibenden Häuslichkeit kann durch eine Kritik des traditionellen Denkens durch die aktive Schaffung von neuen Konzepten erreicht werden" - Kari Jormakka

Der Fokus meines Entwurfsvorschlages liegt auf dem Evozieren unsichtbarer, klimatischer Räume, die erst in weiterer Folge visuell / ästhetisch und funktional „geladen“ werden.

Der Entwurf entfaltet sich als ästhetischer Diskurs, der differenziert auf örtliche Gegebenheiten reagiert und gleichzeitig ein neues, durch raumklimatische Gesichtspunkte motiviertes Innenraumgestaltungskonzept für die Hoteltypologie etabliert. Das Spannungsfeld von Raum, Funktion, Tätigkeit und Individuum soll in sich bedingende Beziehungen gesetzt werden, die über bisherige Konventionen hinausgehen.

Sämtliche Entscheidungen im Entwurfsprozess sind geoklimatisch, konstruktiv und bauphysikalisch bestimmt. Resultierendes Produkt ist eine ästhetische Logik in deren Fokus der Besucher als komplexe Einzelperson mit seinen unterschiedlichen Reiseerfahrungen und Empfindungsvermögen steht. Die Wahrnehmung des Besuchers und Nutzers soll somit erweitert und durch inszenierte, räumliche und visuelle Effekte herausgefordert werden. Dies soll in dreierlei Hinsicht geschehen. Vor Betreten des Gebäudes wird der Besucher zunächst lediglich mit der realen und unmittelbaren Natur konfrontiert, die durch das Betreten des Gebäudes eine atmosphärische Verdichtung erfährt und nunmehr durch Rahmung und Inszenierung verstärkt wird. Zuletzt trägt das Gebäude selbst durch die für den Besucher erfahrbaren Raumlandschaften als eine sekundäre Natur in der realen Natur zu einer abschließenden atmosphärischen Verdichtung bei.

Raum muss nicht zwingend aus physischen Abgrenzungen bestehen und funktionale Zwecke erfüllen um auf die Wahrnehmung des Besuchers eine Wirkung auszuüben. Eine Raumstimmung die ein gewisser Ort hervorruft, kann einem Raum mehr Bedeutung übertragen als ursprünglich vorgesehen, deswegen bilden sowohl Funktion als auch Form keine ausprägenden Kriterien in diesem Entwurfsprozess.



Abb. 13 und 14: Diller und Scofidio - Blur Installation

Diller und Scofidio präsentieren mit Ihrer Blur-Installation bei der Swiss Expo 2002 ein neues Konzept für die "Radikalität eines abwesenden Gebäudes". Diller unterstreicht in einem Diskurs, das Blur kein Gebäude sondern reine kontextlose Atmosphäre verkörpert, eine dynamische Wasserdampfmasse in permanenter Bewegung. Er behauptet auch nicht, Blur stehe für kitschige Metaphern wie Wolke, Träume usw. sondern biete lediglich eine Ebene zur freien Interpretation an. Der Besucher taucht in einem vagen, obskuren Ort ein, wo alles visuell Wahrnehmbare in Unsicherheit verschwindet. Die hierdurch entstehende Fokussierung verstärkt alle anderen Sinne, die Besucher begeben sich so auf diverse Gedankenreisen. Auch wenn Blur kein Gebäude ist, entsteht im Besucher ein verstärktes Gefühl für Örtlichkeit und deren Wahrnehmung. (vgl. WOLFE 2006) Dieses verstärkte Gefühl für Örtlichkeit und Raum ist auch die Intention meines Entwurfs. Sinne sollen angesprochen und revitalisiert werden um die Erfahrung eines neuen Ortes möglichst allumfassend und unverzerrt wahrzunehmen.

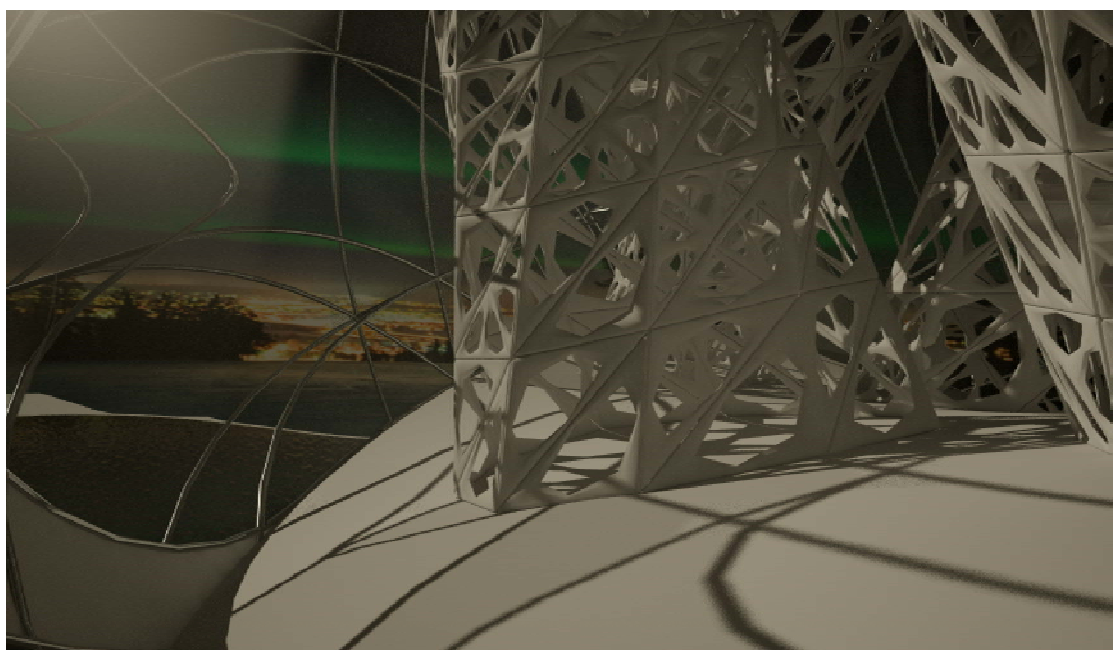


Abb. 15: Blick in die Landschaft von der Hotelebene - Rendering

Mein Entwurf sieht kein energetisch autarkes Gebäude vor, sondern vielmehr über ausgewählte Entwurfsaspekte als energiebewusstes und naturschonendes. Der Klimawandel bewirkte ein grundsätzliches Umdenken in der Architektur, so dass viele Architekten atmosphärisch – meteorologisch bedingte architektonische Visionen entwickeln. Auch andere Forschungsbereiche beschäftigen sich konstant mit der effizienten Wettervorhersage und insbesondere mit der Manipulation und Intervention von atmosphärisch-klimatischen Prozessen. Gesponsert von der US-Navy fundierte John von Neumann seit 1946 das Meteorologische Projekt am Institut für fortgeschrittene Studien der Princeton Universität mit dem Ziel effizienter Wettervorhersage und -manipulation. Neun Jahre unterstrich er seinen Wunsch nach menschlicher Handlungsvollmacht über die Natur und behauptete, dass Interventionen in atmosphärisch-klimatischen Prozessen über die Jahre dermaßen eskalieren werden, wie sie heute kaum vorstellbar sind. (vgl. HILL, S.215)



Abb. 16 Buckminster Fuller - Globus über Manhattan

Der visionäre Vorschlag einer gigantischen geodätischen Kuppel als Schutzschild für potentielle radioaktive Strahlung über Manhattan von Buckminster Fuller setzte einen Meilenstein für eine Generation von Architekten deren Architektur sich über klimatische Aspekte definierten lässt. Dieses Umdenken in der Architektur bewirkt eine Sensibilisierung unserer Entwurfskraft hinsichtlich der Beeinflussung unserer Wahrnehmung.

Moravanszky schreibt in der Kolumne "Meteorologisch Bauen" von TEC 21, 2010 wie meteorologische Aspekte zu neue Paradigmen der Architektur führen. Er beschreibt wie Architekten unter dem Eindruck der Klimaerwärmung künstliche Naturinszenierungen schaffen. Sie signalisieren eine Abkehr vom Erschaffen von Bildern und das Erfüllen von Funktionen, sie plädieren stattdessen für das Bauen von

meteorologischen Atmosphären. Umwelt wird nicht mehr nur als Umgebung betrachtet, sondern auch als eingeatmet bedacht. Das visuell Wahrnehmbare wird unterlaufen vom Fühlen unsichtbarer Ingredienzien. (MORAVÁNSZKY 2010)

Projekte wie die obigen, sowie andere z.B. Carlos Scarpas Querini Stampila Foundation in Venedig oder Philippe Rahms Digestible Golfstream auf der Architekturbiennale in Venedig zeigen künstlich induzierte Umwelten und künstliche Natur-Inszenierungen die Naturelemente oder Naturphänomene als Baustoffe verwenden, um anderswertige Architekturkompositionen zu kreieren.

Die Idee eine Architektur zu schaffen, die einen sinnlicheren Austausch zwischen Körper und Raum begünstigt, wird ad litteram von Philip Rahm in seiner Architektur aufgegriffen. Für Philipe Rahm sind klimatische Begebenheiten und Umweltangelegenheiten nicht nur ein Thema gegenwärtiger Architektur sondern Entwurfselemente die er zu bewohnbaren Sphären zusammenfließen lässt. Er konzipiert Räume, so dass diese zu meteorologischen Atmosphären mutieren und provoziert indem er Architektur zur Meteorologie erklärt. Die Nutzer bewegen sich nicht mehr zwischen Räumlichkeiten einer gewissen Funktion, sondern migrieren von einer Klimazone zur anderen. (vgl. MORAVÁNSZKY 2010)

In seinem Manifest **"Meteorological Architecture"** stellt er folgendes heraus:

"The tools of architecture must become invisible and light, producing places like free, open landscapes, a new geography, different kinds of meteorology; renewing the idea of form and use between sensation and phenomenon, between the neurological and the meteorological, between the physiological and the atmospheric. These become spaces with no meaning, no narrative; interpretable spaces in which margins disappear, structures dissolve, and limits vanish. It is no longer a case of building images and functions, but of opening climates and interpretations; working on space, on the air and its movements, on the phenomena of conduction, perspiration, convection as transitory, and fluctuating meteorological conditions that become the new paradigms of contemporary architecture." (MORAVÁNSZKY 2010)

In gewisser Weise schafft Rahm eine innenräumliche thermische Landschaft die an Brunelleschi's Aussage erinnert. Für Brunelleschi war Wetter eine Form von Architektur, eine architektonische Äußerung der Außenwelt. Er glaubte Architektur

könne sämtliche subtile Variationen des Wetters aufnehmen, sowohl in Bezug auf die multisensorielle Wahrnehmung sowie bezüglich Form, Raum, Material. (HILL, S.319)

Er beschäftigt sich mit dem Erzeugen von künstlich induzierten Umwelten. Seine Architektur präsentiert sich sehr schlicht und puristisch und wird in erster Linie von künstlichen Naturinszenierungen determiniert.

INNENRAUM KLIMAKONZEPT

Mein Entwurf baut auf einigen Ideen von Philippe Rahm, wenn von klimatischen Zonen und nicht von geschlossenen Räumen gewisser Funktionen ausgegangen wird. Wie bereits im vorherigen Abschnitt erwähnt, verwendet er Bausteine wie Wärme, Luft, Dampf u.a. als unsichtbare Bausteine für neue Architekturkonzepte. Diese Herangehensweise ändert auch die Regeln der architektonischen Komposition wenn man diese Bauelemente nicht symmetrisch zueinander setzbar bzw. multiplizier- oder staffelbar sind. Man arbeitet mit neuen Kompositionsprinzipien wie Verdunsten, Wärmeleitung, Unterdruck, Strahlung oder/und Konvektion. (vgl. RAHM)

Diesem Entwurfsprinzip zufolge ließ ich im oberirdischen Gebäudeteil fünf klimatische Zonen entstehen, die jeweils spezifische Nutzungen aufnehmen:

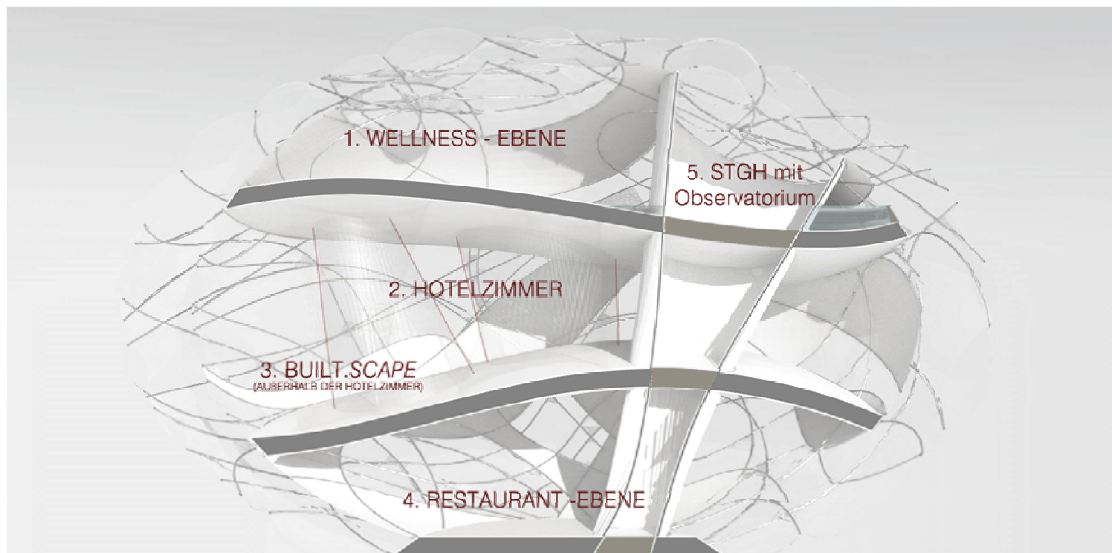


Abb. 17: Systemschnitt oberirdischer Teil - klimatische Zonierung

Der unterirdische Teil besteht primär aus Verkehrsflächen die eine klimatische Zone bilden, das Planetarium und das Foyer, die einer weiteren klimatischen Kategorie zugeordnet werden.

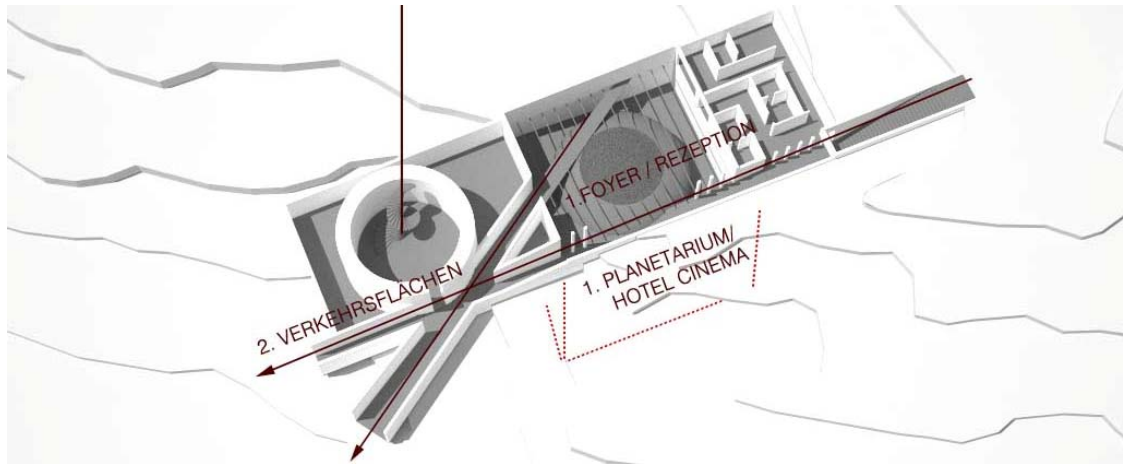


Abb. 18: Systemschnitt unterirdischer Teil - klimatische Zonierung

Im folgenden wird auf das Innenklimakonzept des oberirdischen Teils eingegangen. Weil das Projekt eine sehr geringe Nutzfläche und viele Funktionen unterbringen soll, wollte ich so wenig Nutzfläche wie möglich für Raumabgrenzungen wie Wände und Türen verlieren und die Raumerfahrung maximieren. Allein die primäre Geschossunterteilung des Gesamtgebäudes und die Hotelzimmer werden aus akustischen, konstruktiven, sowie visuellen Gründen räumlich voneinander abgegrenzt. Im Inneren sind die Hotelzimmer allerdings offen gestaltet. Ein Hotelzimmer ist also über eine hyperbolische Fläche, ausgebildet als Flächentragwerk und Plattformen (die mit diesem Fachwerk verbunden werden) und als offene Geschößkonstruktionen fungieren, so dass die warme Luft ungehindert nach oben steigen kann.

Die Funktionsaufteilung folgt dem bekannten **Archimedischen Prinzip**, demzufolge die warme, feuchte Luft nach oben steigt und die kalte, trockene Luft nach unten sinkt. Dieses Phänomen lässt sich über die molare Masse von Wasserdampf erklären, die wesentlich geringer ist wie die molare Masse der restlichen Luftbestandteile, damit sinkt auch die Dichte von Luft mit steigendem Wasseranteil und wandert zufolge des über Gravitation bedingten Druckunterschiedes nach oben. Dieser Prozess bewirkt, dass die stehende Luftschicht an der Decke viel Feuchtigkeit aufnimmt, aber für den Menschen nicht nutzbar ist. Bei Raumhöhen über 2,5 Meter wird sehr viel Energie verbraucht um eine Luftschicht zu erwärmen was nicht unmittelbar zum Wohlbefinden des Individuums beiträgt.

Bei meinem Entwurf variieren die Raumhöhen der mittleren Ebene von 5 m zu 10 m, wobei die durchschnittliche Körpergröße des Menschen im 21. Jh. zwischen

1,60-1,75 m beträgt. Würde man nur diese Zahlenverhältnisse und das Wohlbehagen des Individuums berücksichtigen, könnte theoretisch die Luft ab 2 m unbeheizt bleiben. Um dem natürlichen konvektiven Strömungsprozess entgegenzukommen entschied ich mich teils für eine Staffelung von Funktionen die sich dem Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf anpasst und teils für eine Inversion des konvektiven Prozesses um andere Funktionen zu versorgen.

Räume müssen nicht separat geheizt werden oder andere Räume mitheizen. Jedes Land verfügt über Richtlinien die Räumen unterschiedlicher Nutzung auch entsprechende Temperaturwerte zuweisen. Die finnische Rechtsvorschrift welche klimatische Innenraumkonditionen und die Gebäudelüftung regelt lautet D2 "Indoor climate and ventilation of buildings regulations and guidelines 2010" welches auf europäische Vorschriften aufbaut. Allerdings enthält D2 nur grobe Anmerkungen bezüglich der Innenraumtemperatur und nur wenigen ausgewählten Funktionen werden Normtemperaturen zugeordnet. Wie üblich wird in der Normschrift erwähnt, dass Temperaturwerte in der Mitte eines Raumes in 1 Meter Höhe abzulesen sind.

D2 - Indoor Climate and Ventilation of Buildings Regulations and Guidelines Finland 2010

2.2 Thermal environment

2.2.1

The building must be designed and built so that a comfortable room temperature can be maintained in the area where people are present during the operating time without using energy unnecessarily.

2.2.1.1

A temperature of 21°C is usually used as the model value for the room temperature in the area where people are present during the heating season. A temperature of 23°C is usually used as the model value for the room temperature in the area where people are present in summer.

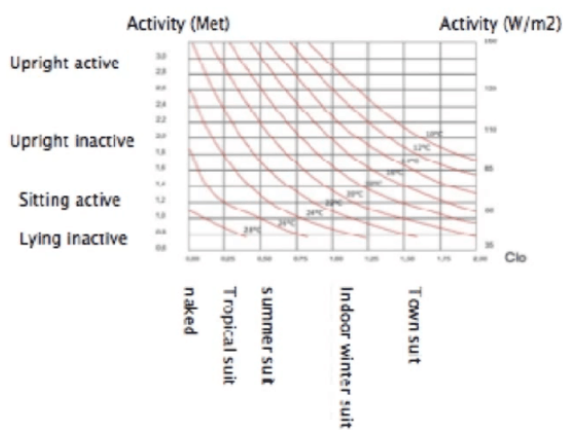
Room temperature may be designed differently from the guideline value where there are justified reasons for this. Such guideline values for temperatures in each area during the heating season are presented in Table 1. An acceptable deviation from the model value for room temperature in the area where people are present during the heating season, in the middle of the room and at a height of 1.1 m, is ± 1 °C.

Table 1. Guideline values for room temperature in each area during the heating season for areas where the guideline value for room temperature is not 21 °C. When using the guideline values, it must be ensured that the comfortableness of other areas is not reduced.

Area	Room temp °C
Staircase	17
Bathroom, washroom	22
Drying room	24
Shop	18
– fixed work points in shop	21
Sports centre	18
Church hall	18
Factory, medium work	17
Car workshop, test areas	17
Lift shaft	17

Was passiert wenn Raumfunktionen offen und in die Vertikale gestapelt werden?

Aufgrund geringwertiger Informationen betreffend meiner Funktionen stütze ich meine Argumentation nicht nur auf die Daten aus D2, sondern auch über die Vorschriften die in der Schweiz vorliegen und als Grundlage vieler Projekte von Rahm dienen. Somit ließe sich z.B. ein Schlafraum nur auf 16-18°C beheizen, weil man bedeckt schläft während das Bad auf 22°C oder das Wohnzimmer auf 20°C beheizt werden, da die Person nackt bzw. unbedeckt eine passive Tätigkeit leistet. (vgl. RAHM)



Abhängig vom Aktivitätsgrad eines Menschen variiert die Wärmeabgabe pro Person und von Person zu Person abhängig vom Körpergewicht und -oberfläche. Sitzend und entspannt gibt ein Mensch etwa 100 W ab, stehend und gehend etwa 150 W, bei Hausarbeit oder Einkaufen etwa 200 W. (vgl. MAHDAVI 2007)

Die operative Temperatur (Empfindungstemperatur) in einem Raum wird über den thermischen Widerstand der Kleidung, der Körperfläche und der metabolischen Rate (dem Aktivitätsgrad) bestimmt. (vgl. MAHDAVI 2007) Die relative Luftfeuchtigkeit in einem Raum hängt mit der Temperatur zusammen, sowie mit dem Besetzungsgrad und der Körperaktivität des Individuums. Beträgt die relative Luftfeuchtigkeit 100%, dann hat die Luft bei der gewissen Temperaturstufe den maximalen Sättigungsgrad erreicht. Eine Person im Schlaf produziert etwa 40g Luftfeuchte pro Stunde. Eine wache Person etwa 150g je nach Aktivitätsstufe. Das Verwenden der Küche produziert circa 500g in 20 Minuten, während beim Duschen etwa 800g erzeugt werden. (vgl. RAHM) Was wir als Architekten in Betracht ziehen können ist, dass in einem Raum gewisser Funktion verschieden viel Feuchte entstehen kann und wir gezielt Energie einsetzen können um den thermischen Komfort zu erfüllen und Energieverluste zu vermeiden. In der Restaurantküche leistet man eine stehende Tätigkeit, die Energie verbraucht und Wärmeproduktion im Körper erzwingt. Zusätzlich wird Wärme und Feuchtigkeit über das Kochen im Raum abgegeben. Um thermischen Unannehmlichkeiten entgegenzukommen muss die warme, feuchte Luft oben abgesaugt und gleichzeitig frische, trockene Luft eingeführt werden. Zusätzlich könnte man den Raum im Winter nur mehr auf 17 °C heizen, da die trockene kältere

Luft, die über die Funktion generierte Wärme und Feuchtigkeitsproduktion aufnimmt und ausgleicht.

Als nächstes möchte ich die Aufteilung meiner klimatischen Zonen präsentieren welche die Funktionen aufnehmen.

In der mittleren Ebene sind die Hotelzimmer untergebracht. Die gekoppelten Funktionen in den jeweiligen Zimmern werden dem natürlichen konvektiven Strömungsprozess zufolge vertikal aufeinander gestapelt. Mit *built.SCAPE* bezeichne ich im Folgendem die künstlich gebaute Landschaft um die Hotelzimmer herum. Die doppelgekrümmte Geschossfläche dient primär als Verkehrszone, wobei der Besucher hier eine stehende Tätigkeit leistet wie gehen oder laufen. Sollte der Besucher eine sitzende, kontemplative Tätigkeit ausüben wollen, sind bodenbündig gewärmte Sitzflächen, sogenannte thermische Sitzteppiche eingebaut, die zoniert für thermische Behaglichkeit sorgen. Würde man nur die variierende Raumhöhe und das Wohlbefinden des Individuums berücksichtigen, könnte theoretisch die Luft ab 2 m unbeheizt bleiben. Andererseits, wenn man das Gesamtgebäude als klimatischen Mechanismus sieht, möchte ich diesen Pufferraum um die Hotelzimmer herum als zusätzlicher Transitbereich für die Wärmeleitung nutzen. Bewusst setze ich die Hotelzimmer nicht an die Fassade, um Temperaturverluste besser zu kontrollieren und die Hotelzimmer als gemütlichen Rückzugsort zu definieren.

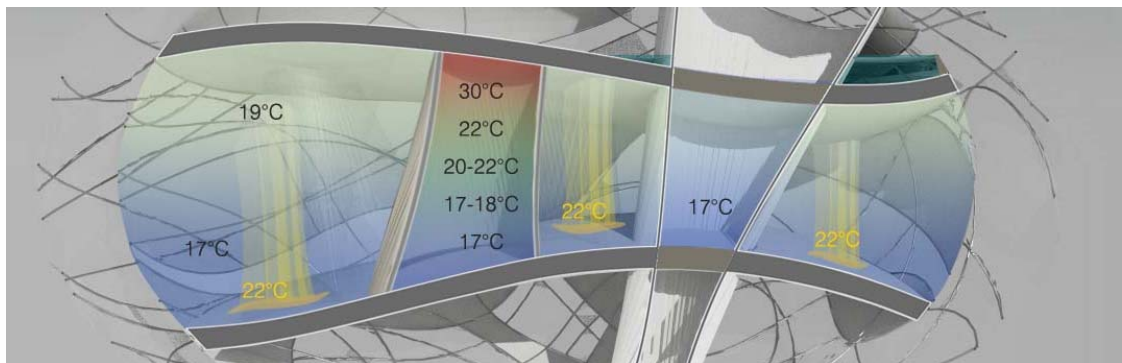


Abb. 19 Observatorium - Hotel Rovaniemi - schematische Vertikalverteilung von Funktionen

Die erste Ebene dient gastronomischen Zwecken und beinhaltet die Küche sowie das Restaurant. Aufgrund einer mehrheitlich passiven Aktivität im Restaurant, möchte ich eine angenehme Temperatur im Fußbodenbereich generieren und das Aufsteigen der warmen Luft verhindern. Ich möchte also eine klimatische Inversion im Raum erzeugen.

Aus diesem Grund entschied ich mich hier für ein ähnliches Konzept wie beim Digestible Gulfstream. Rahm lässt in seinem Projekt eine klimatische Asymmetrie im

Raum entstehen indem ein warmes und kaltes (weniger warmes) Heizelement im Raum eingesetzt wird. Wenn die warme Luft hinaufsteigt und auf die kalte Luftschicht trifft fällt diese wieder ab und generiert eine Luftbewegung wie in der darunterliegenden Abbildung gezeigt wird.

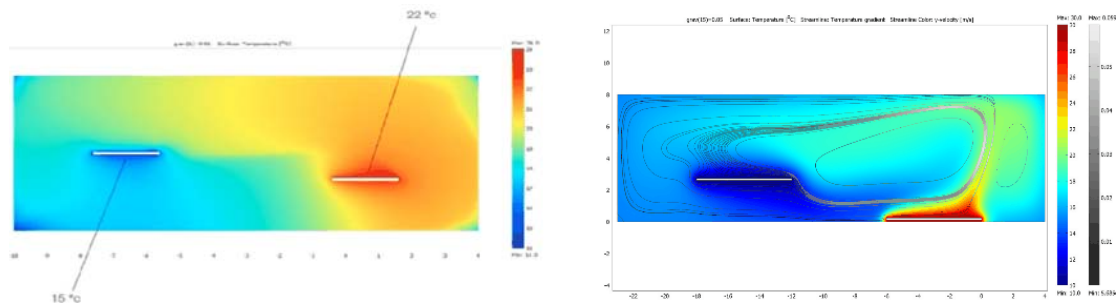
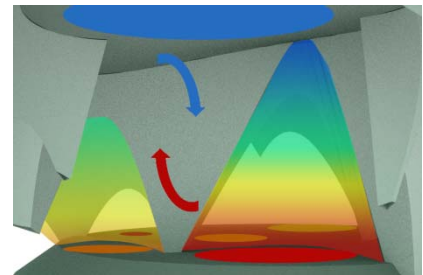


Abb. 20 Digestible Gulf Stream - Philippe Rahm Architects

Eine ähnliche klimatische Asymmetrie wird in der Restaurant - Ebene generiert. Die gewölbte Deckenstruktur lässt eine Zonierung definieren, die dann über dieses System verschiedene Klimaareale entstehen lässt. Diese unterschiedlich beheizten Séparées lassen sich wie folgt über das Essen erklären. Essenszutaten können verschiedene Körperprozesse hervorrufen. Sehr pikantes Essen kann die Körpertemperatur z.B. ansteigen lassen, was zum vermehrten Transpirieren des Konsumenten führen kann.



Die dritte Ebene ist dem Wellnessbereich gewidmet. Hier sollen drei unterschiedliche Aktivitäten untergebracht werden: ein Schwimmbecken, eine Liegezone und ein Fitnessbereich. Alle drei Aktivitäten haben andere Temperaturen und Feuchtigkeitsanforderungen. Um diese Aktivitäten unterzubringen, wurde die Geometrie der Decke dementsprechend modelliert. Somit wird der Pool am tiefsten positioniert, während die Fitnesszone am höchsten gesetzt ist. Auch hier wurde das gleiche Prinzip wie bei Rahms Gulfstream angewendet. Folgendes Temperatur - Funktionsdiagramm zeigt die Zonen und deren konvektive Luftbewegungen die im Raum entstehen.

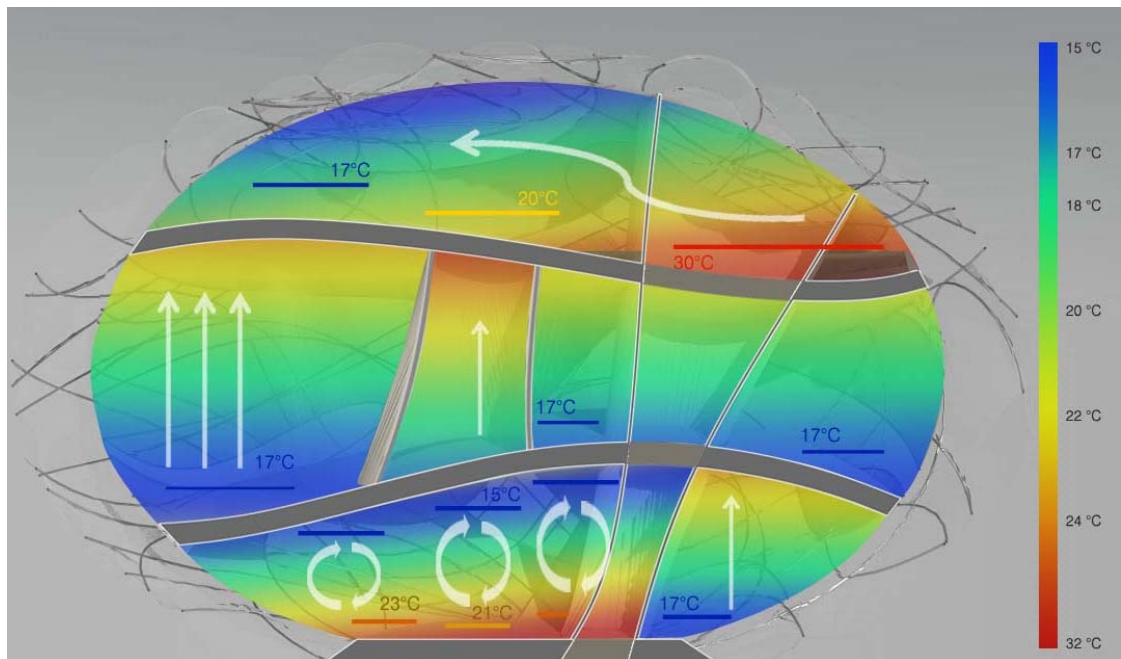


Abb. 21 Temperatur - Funktionsdiagramm für den oberirdischen Teil

VERTIKALE HOTELTYPOLOGIE

Durch das Innenraumgestaltungskonzept lässt sich eine neue Hoteltypologie etablieren. Hotelzimmer entwickeln sich nicht mehr wie üblich in der horizontalen Dimension, sondern entfalten sich entlang einer vertikalen Achse.

Der folgende Systemschnitt zeigt die Staffelung der Funktionen, die über die jeweilige Temperaturstufe und die relative Feuchtigkeit bestimmt sind. Somit befindet sich unten das WC, dann der Schlafbereich, eine Ebene für Kontemplation, das offene Bad und oben ein Saunabereich. Aus den jeweiligen Zimmern kann die Wellness - Ebene privat erreicht werden.

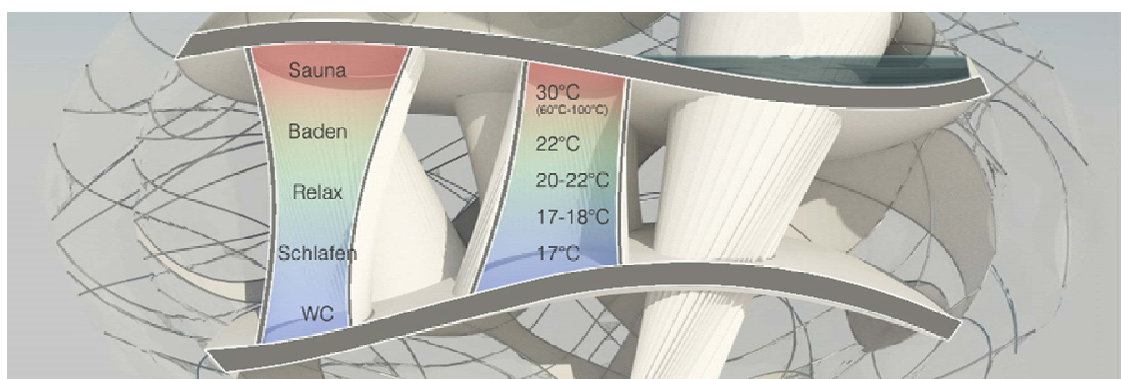


Abb. 22 Observatorium - Hotel Rovaniemi - schematische Vertikalverteilung von Funktionen

Dieser Lösungsansatz kann potentiell neue Entwicklungen nach sich ziehen, die den Fokus auf den Touristen und sein Wohlbefinden richtet und in weiterer Folge auf die konstruktiv-technische Rentabilität. Hotelzimmer werden heutzutage immer kompakter konzipiert. Ausgenommen des japanischen Trends des Kapselhotels möchte ich ein paar Extrembeispiele für die reduzierten Dimensionen eines Hotelzimmers präsentieren.

Zum Einem ist es das Citizen M Hotel in Amsterdam, wo die Breite eines Zimmers über die Bettbreite bestimmt wird und sämtliche afferente Funktionen mittels innovativer Designlösungen dem Grundriss angepasst werden. Weiteres präsentiert sich das Hotel Daniel in Wien das mit der reduzierten Riegeltypologie eines Hotelzimmers jongliert, allerdings ist hier die eingesetzte Lösung konstruktiv bestimmt, wodurch die Zimmergrundrisse ineinander verschränkt werden. Beide Entwürfe sind über die Funktion und vor allen die Konstruktion bestimmt wobei der minimal erforderliche klimatische Komfort erst im Nachhinein eingeplant wird.



Abb. 23 Hotel Daniel in Wien - Grundriss und Innenansicht



Abb. 24 Citizen M Hotel in Amsterdam - Grundriss, Schnitt und Innenansicht

ENTWURFSBESCHREIBUNG

Der Entwurf entwickelt sich sowohl unterirdisch als auch oberirdisch. Das Einbetten in die umliegende Natur erfolgt anders als etwa bei der Therme Vals von Peter Zumthor, der ästhetisch - konstruktiv einen Bund mit der umliegenden Natur erzielen wollte, während mein Entwurf auf einen bewussten Verfremdungsprozess einsetzt.

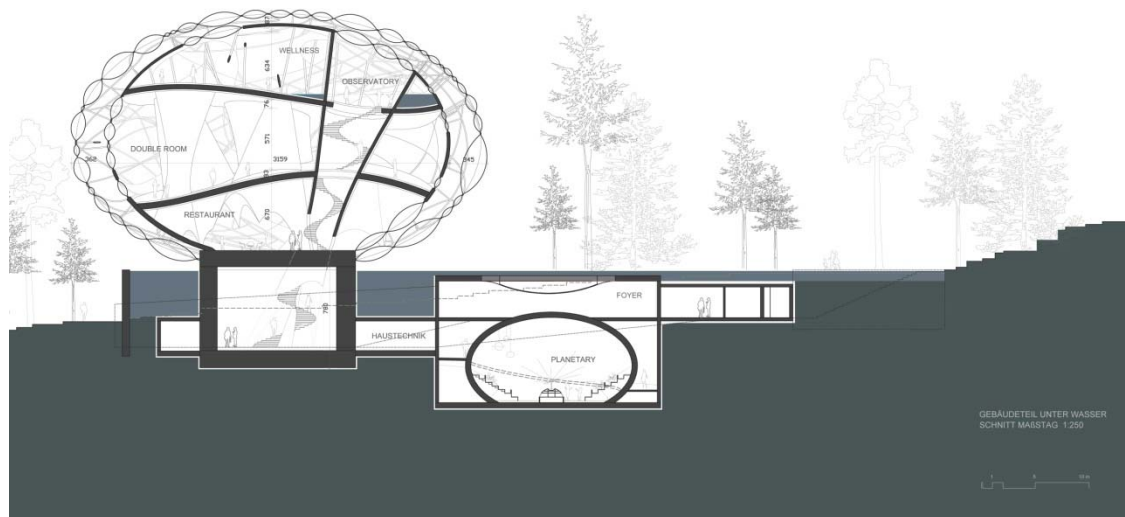


Abb. 25 Systemschnitt - ohne Maßstab

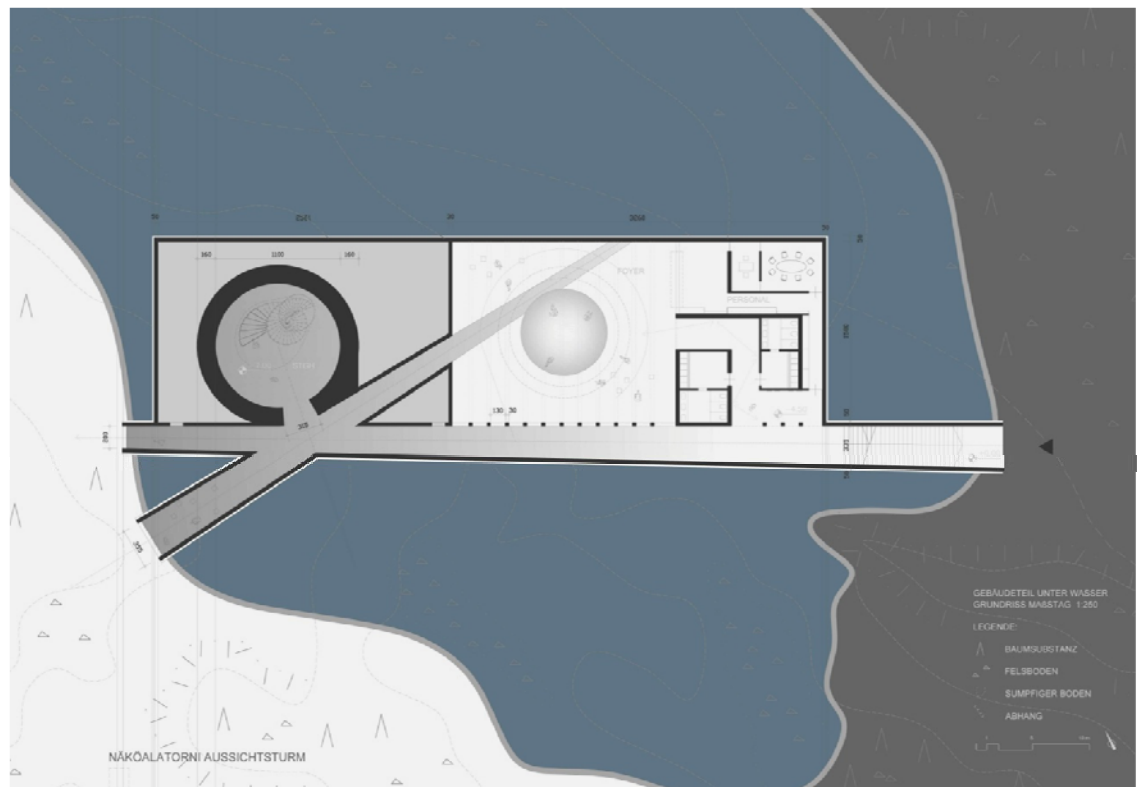


Abb. 26 Systemgrundriss unterirdischer Teil - Pläne ohne Maßstab

Die Raumeinnahme des Gebäudes ist inmitten einer künstlich entstandenen Wasserfläche, wodurch ein bewusster und respektvoller Abstand zwischen dem Betrachter, der umliegenden Natur und dem Objekt initiiert wird. Distanzierung wird auch bei der Therme Vals thematisiert, da sie durch einen unterirdischen Gang mit dem Hotelkomplex verbunden und ausschließlich hierüber erreichbar ist.

Überlegungen hinsichtlich der Platzierung erfolgten beziehungsweise auf die Aussicht, das ungehinderte Beobachten des Himmels, den Windkonditionen wie auch Bodengegebenheiten. Im Grundriss ist der Verlauf der Niveauebenen angeführt, wie auch die Markierung der sumpfigen und felsigen Areale.

Der Besucher kann das Gebäude aus der Ferne bereits wahrnehmen, wird aber an einer direkten Bewegung zum Gebäude gehindert, wodurch ein Spannungsfeld in der Wahrnehmung entsteht.



Abb. 27: Rendering Platzierung im Wald auf Wasserfläche

Der ellipsoide, oberirdische Teil dieses Entwurfs kann nur über einen unterirdischen Weg erreicht werden. Allerdings ist der unterirdische Weg, mehr als nur eine Übergangszone. Unterirdisch befinden sich das Foyer und die Rezeption, sowie das Planetarium / Hotel-Cinema.

Die **unterirdische Wegführung** ist über einen Hauptkorridor bestimmt. Dieser Hauptachse sind sämtliche Funktionen angehängt, wie das Foyer mit der Rezeption,

die Rampenführung zum Planetarium, Zugang in den Haustechnikräumen, der Verbindungsgang vom Foyer zur Hauptachse, sowie der Zugang in dem Stiegenhaus, welcher die vertikale Verbindung zum oberirdischen Teil darstellt. Wo auch immer der Besucher in seiner Bewegung geführt oder abgelenkt wird kommt er immer auf die Hauptachse zu.



Am Knotenpunkt der Hauptachse/ Eingangsachse mit der sekundären Foyerachse wird der Eingang zum **Hauptstiegenhaus** markiert.

Hier öffnet sich eine von oben belichtete Helix - Treppenkonstruktion innerhalb einer hyperbolischen Fläche, entlang einer schiefen Axis, die bis in das Observatorium weitergeführt wird.

Abbildung 28: Rendering Zugang oberirdischer Teil - Helix - Treppe

Sowohl der Hauptkorridor, wie auch der sekundäre Korridor, der die Verbindung zum Foyer schafft, sind so weit verlängert, dass diese durch die Umfassungsmauer der Seefläche brechen und somit einen Ausblick in die Umgebung einrahmen. Obwohl beide Achsen unterirdisch verlaufen, hat der Betrachter in seiner Bewegung einen ständigen Bezug nach draußen, welches ein Gefühl für die Örtlichkeit erweckt.



Abbildung 29: Rendering Fenster in die Natur Blick von außen

Das folgende Rendering zeigt ein Stimmungsbild aus dem Inneren, wenn man an der Kreuzung beider Wegachsen steht und nach außen, bei Aurora Borealis hinausschaut. Die Gangflächen sind in diesem Fall unbeleuchtet um den eingerahmten Naturausschnitt zur Geltung zu bringen und den Zuschauer/ Betrachter Effekt zu maximieren. Diese Bild zeigt eine über die Konstruktion hervorgerufene Distanzierung von der umliegenden Natur.



Abb.30: Rendering Fenster in die Natur - Blick von Innen

Das **Foyer** wird von einem Oberlicht dominiert, das gewölbeartig in den Raum hineinragt. Dieses Oberlicht dient nicht primär als Lichtquelle, sondern als "Lupe" die auf ein verzerrtes Naturbild aufmerksam macht. Darüber befindet sich eine dünne Wasserschicht, die je nach Jahreszeit unterschiedliche Formen annimmt, sei es eine Eisschicht, Schneeschicht, Regentropfen die in die dünne Wasserschicht hinein versinken oder nur Wasser, das das Polarlicht oder den Sonnenlicht filtert. Dieses Oberlicht funktioniert in Kombination mit dem Planetarium, das von der darunterliegenden Ebene in das Foyer hineinragt. Die dadurch entstandene Bodenerhebung lädt den Besucher ein, darauf zu gehen um die Deckenuntersicht näher zu beobachten.





Abb. 31 Renderings unterirdisches Foyer bei unterschiedlichen Lichtstimmungen

Die auferlegte, konstruierte Distanz zwischen Nutzer und Objekt und die Erreichbarkeit über den Untergrund sollen die sensorische Erfahrung des Gebäudes als Fremdkörper in der Naturwelt verstärken.

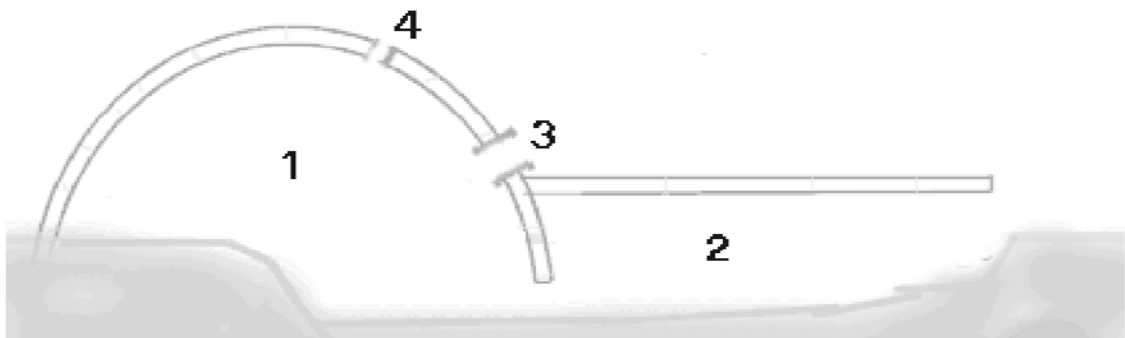


Abb. 32 Systemschnitt Iglu: (1) Wohnschlafraum (2) Eingang/Abstellraum (3) Fenster (4) Lüftung

Zugleich ist diese bewusst verzögerte **Eingangssituation** auch eine verzerrt-skalierte Anlehnung an die Konstruktion und bauphysikalische Effizienz traditioneller Iglus. Der kontrollierte Eingang in den Hauptraum erfolgt über den schmalen Clusterbereich, der als klimatisches Übergangsmodul nach innen dient, sowie als zusätzlicher Abstellplatz.

Die architektonische Ausformulierung der ritualbehafteten Eingangssituation über den Untergrund hat ihren Ursprung in der ägyptischen Baukultur und wurde in der darauffolgenden Architekturgeschichte wiederholt adaptiert.

Auch der japanische Architekt Tadao Ando hat die Idee eines langen, labyrinthischen Weges in mehreren Projekten aufgenommen, etwa dem ikonischen

und buddhistischen Wassertempel auf der Insel Awaji. Anders als bei Andos Projekt, wo es nur eine Verbindung nach außen gibt und der Besucher in dieser unterirdischen Welt eintaucht und von der Außenwelt komplett abgeschottet ist, bestehe ich auf einen ständigen Bezug nach draußen. Dieses Wechselspiel zwischen Natur und Mensch wird kontrolliert und wie bei Ando der Zugang zur nächsten Raumerfahrung hinausgezögert.



Abb. 33: Wassertempel Tadao Ando

Das folgende Rendering zeigt wie der Haupteingang die Wasseroberfläche durchstößt und in der Wasserfläche verschwindet. Unterirdisch entfalten sich eine Reihe von Raumsphären, die einen mystisch-ludischen Übergang in die bebaute Umwelt kreieren. Die inszenierte, deszendente Bewegung wird als diszipliniertes Warten und Erwarten auf etwas Wertvolles verstanden, als ein Prozess der Purifizierung vom Alltäglichen, gefolgt von einer aszendenten Bewegung in die sehnlich erwartete Unterkunft.

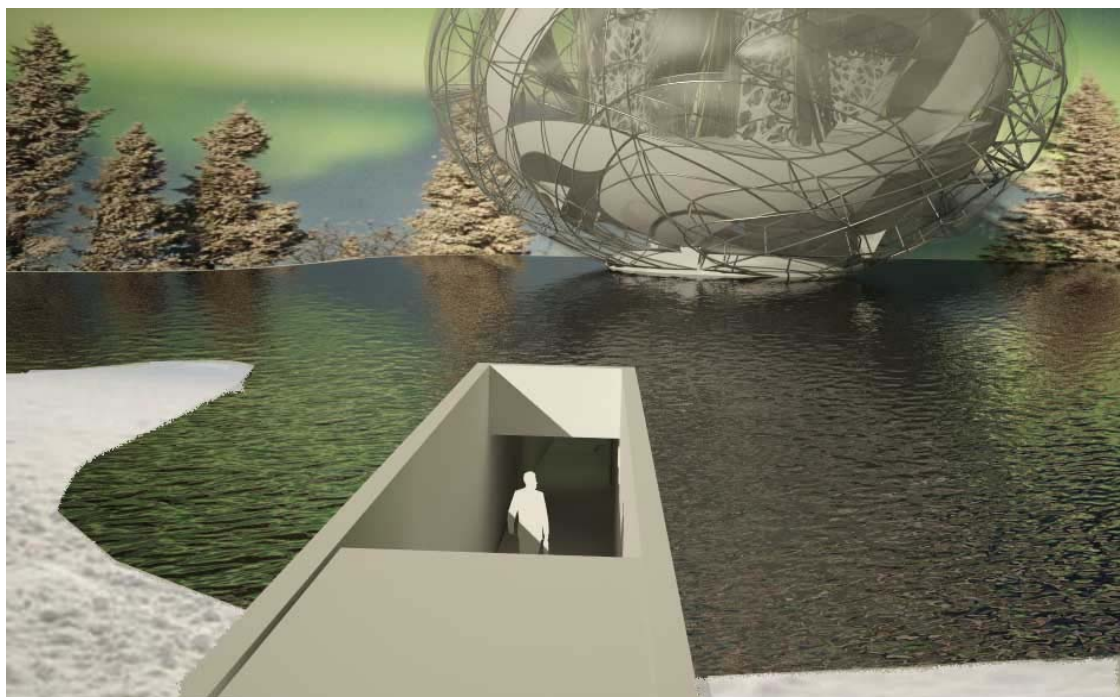


Abb. 34: Tagesrendering im Winter bei Aurora Borealis - Haupteingang

Hervorgerufen durch die beschriebenen Phänomene, wird der Besucher durch den versteckten Zugang vom normalen Tourist zum Forschungsreisender, für den die gesamte Übernachtungserfahrung in einem Observatorium-Hotel symbolisch konnotiert wird.



Abb. 35: Chinesische Nationalzentrum für Darstellende Künste - Paul Andreu

Auch Paul Andreu erklärt den Eingang in das Chinesische Nationalzentrum für Darstellende Künste als Übergangspassage, die den Besucher vom regulären Tagesablauf distanziert, seiner Alltagsroutine entzieht und in eine Welt der Künste versetzt. Andreu übersetzt diese architektonische Metapher des Übergangs in Form einer Glasgalerie, die den Blick nach außen nicht versperrt.

Der Wasserbezug des Entwurfs entsteht abweichend von der Intention, die hier dem Projekt der Chinesischen Oper innewohnt. Die jeweiligen Kontexte unterscheiden sich dahingehend, da die Oper in einem historisch gewachsenen, städtebaulichen Kontext funktioniert. Das Entwurfsgebäude ist hingegen in einem Naturraum, einem außerstädtischen Kontext situiert. Die Projektdimensionen sowie die Fassadenausprägungen unterscheiden sich.

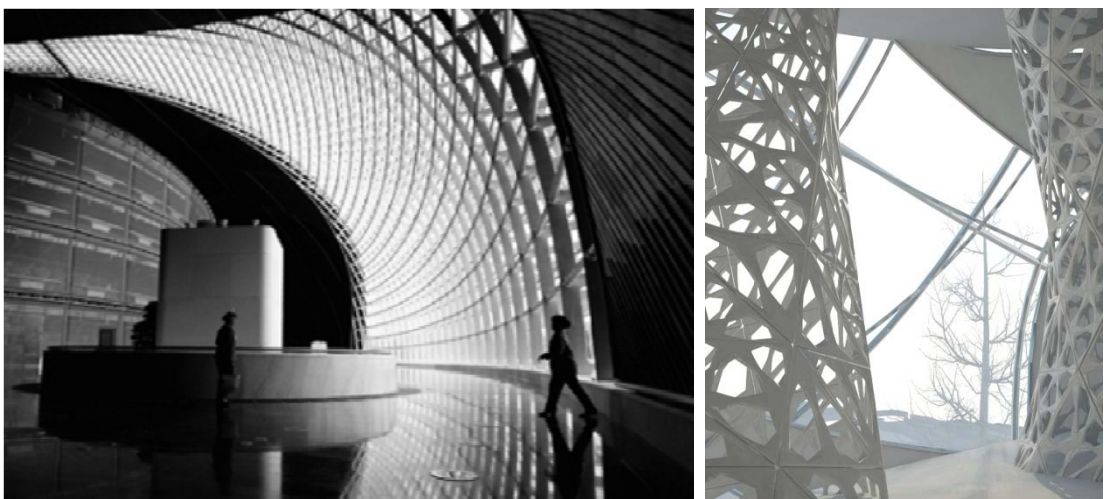


Abb. 36: Innenrenderings - Oper und Observatorium - die sich nach außen richten

Die Chinesische Oper ist introvertiert, wohingegen das Entwurfsgebäude extrovertiert nach außen gerichtet ist und somit sämtliche Aktivitäten im Inneren über die visuelle Anbindung zur umliegenden Natur erfahrbar sind.

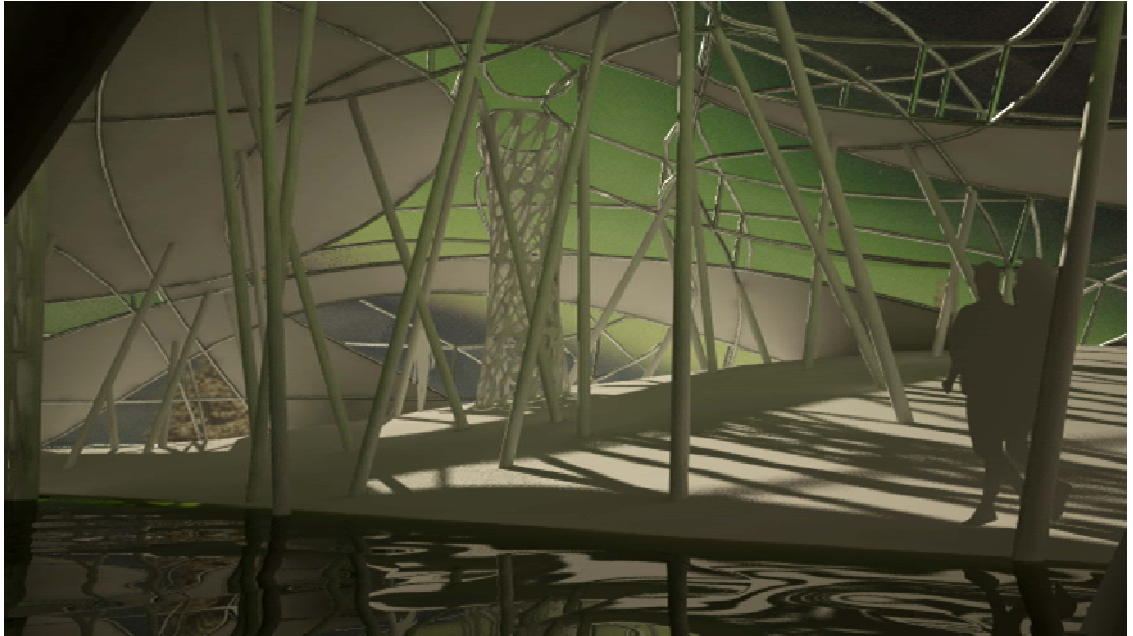


Abb. 37: Innenrenderings Wellnessbereich bei Aurora Borealis

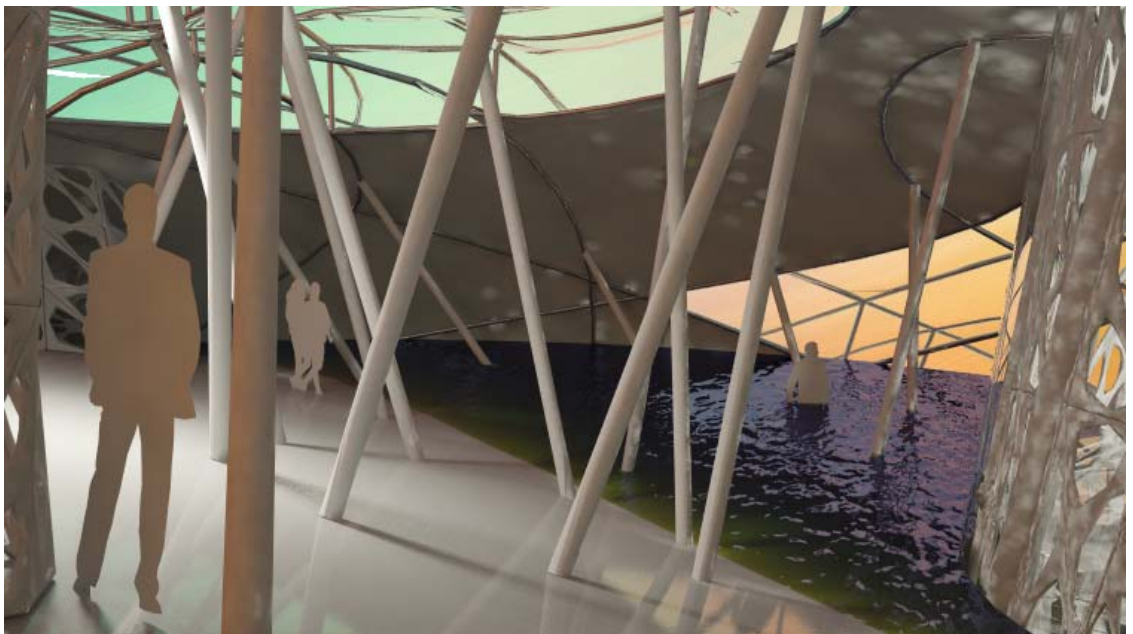


Abb. 38: Innenrenderings Wellnessbereich bei Aurora Borealis

KONSTRUKTIONSKONZEPT:

Im Folgenden wird auf die statische Struktur des oberirdischen Projektteils eingegangen. Das ellipsoide Gebilde unterteilt sich in drei Ebenen, wobei die unterste Ebene in das Fundament übergeht. Die beiden weiteren Geschossplatten haben eine räumliche, doppelgekrümmte Geometrie, die unterschiedlich ausgeführt wird. Die Geometrie der Geschossfläche habe ich mit Hilfe von EvoluteTools *LITE* for Rhino gelöst. Ich habe die doppelgekrümmte Nurbs-Fläche zu einem Polygonnetzwerk umgewandelt und anschließend mit EvoluteTools optimiert, bis sämtliche Paneele ebenflächig waren. Anbei einige Screenshots der Gaußschen Krümmungsanalyse der unbearbeiteten Fläche. Grün zeigt z.B., dass die Fläche mindestens in einer Richtung flach ist. (z.B.: Zylinder besitzen eine Gauß'sche Krümmung von Null)

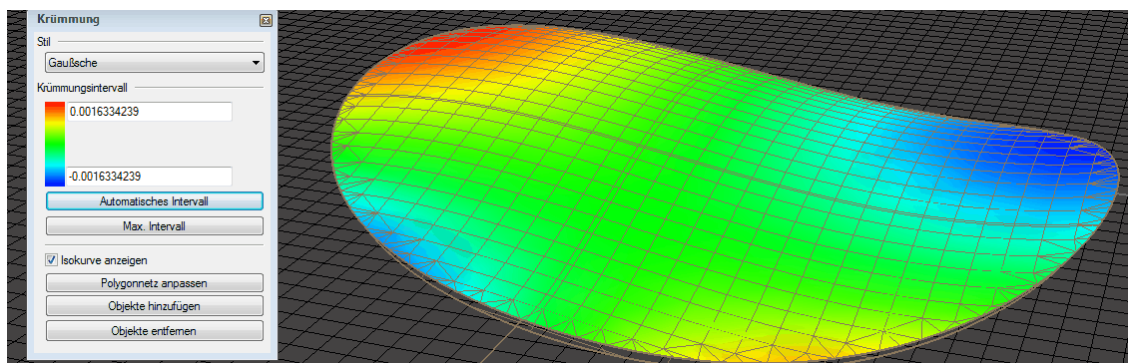


Abb. 39 - ursprüngliche NURBS-Fläche

Rot und blau bezeichnen Krümmungsabweichungen in zwei Richtungen, seien es positive Werte für rot, bzw. negative Werte für blau. Danach untersuchte ich die optimierte Geometrie bezüglich der Ebenheit der Teilflächen und bekam folgendes Resultat, wobei blau in diesem Fall für keine Abweichung steht.

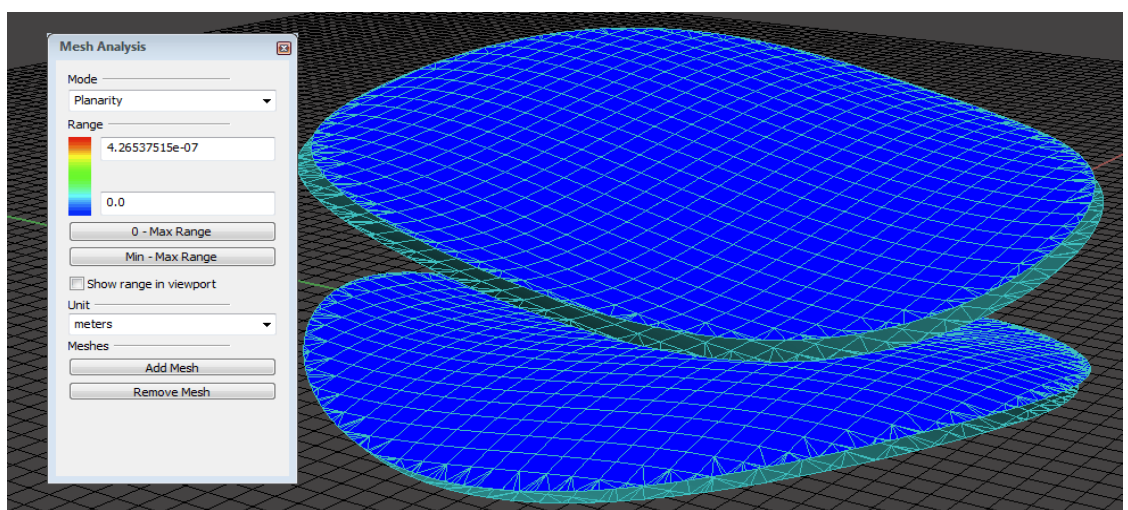


Abb. 40 - optimiertes Polygonnetzwerk mit EvoluteTools *LITE* for Rhino

Die Wellness-Geschossdecke wird als Holzbalkendecken ausgebildet. Die Holzbalken und die Platten die darauf und unterhalb befestigt werden, werden in Brettschichtholz ausgeführt, aufgrund der hohen Festigkeit und Steifigkeit des Materials für große Holzkonstruktionen. Heutzutage gibt es viele Holzfirmen die Träger mit wechselnder Krümmung in Längsrichtung aus Brettschichtholz fabrizieren. Die Lamellen sind hauptsächlich aus Fichte und je nach Beanspruchung werden unterschiedliche Kunstharze eingesetzt, wie z.B. Melamin-Harnstoffharz. Spannweiten gebogener Sonderbalken können bis zu 36 Meter Länge erreichen, wobei die Spannweiten für meine Geschossplatten zw. 2 - 32 Meter betragen. (vgl. SCHNEIDER)



Abb. 41 - BSH - Sonderbauteile

Dimensionen Träger:

Hauptträger:	25 x 60 (cm) - <i>Breite x Höhe</i>
Nebenträger:	15 x 40 (cm) - <i>Breite x Höhe</i>

Quer zu den Hauptträgern verlaufen die Nebenträger und bilden dabei ein 2 x 2 Meterraster. Nebenträger werden über Balkenschuhe an den Hauptträgern befestigt.

Die Hotelgeschossdecke wird wie bei Toyo - Ito's Mediathek in Sendai ausgeführt. Die Platte ist eine Verbundkonstruktion aus Ultra-Leichtbeton zwischen Metallplatten. Der Leichtbeton ist im Prinzip eine Wabenstruktur die es der Geschossplatte erlaubt die Überbrückung unregelmäßiger Spannweiten und das Reduzieren der Plattenstärke, ohne eine zusätzliches Balkenwerk zu benötigen. (vgl. WIKIPEDIA W10)

Auch die vertikale Leitung der Kräfte über Pfeiler, angeordnet wie Hyperboloide nimmt Bezug auf die Mediathek in Sendai. Das statische Konzept der Mediathek revolutioniert mit dem Pfeiler-Träger-Prinzip die moderne Architektur des 20. Jahrhunderts. "13 durchbrochene Zylinder, die das Gebäude von unten nach oben durchziehen, garantieren die vertikale und horizontale Stabilität des gesamten Bauwerks. Obwohl diese gekrümmten und geneigten Zylinder den Gesetzen der Statik zu widersprechen scheinen, können sie das Gebäude selbst bei so starken Erdbeben wie dem von Kobe schützen." (BAUKULTUR 2011)

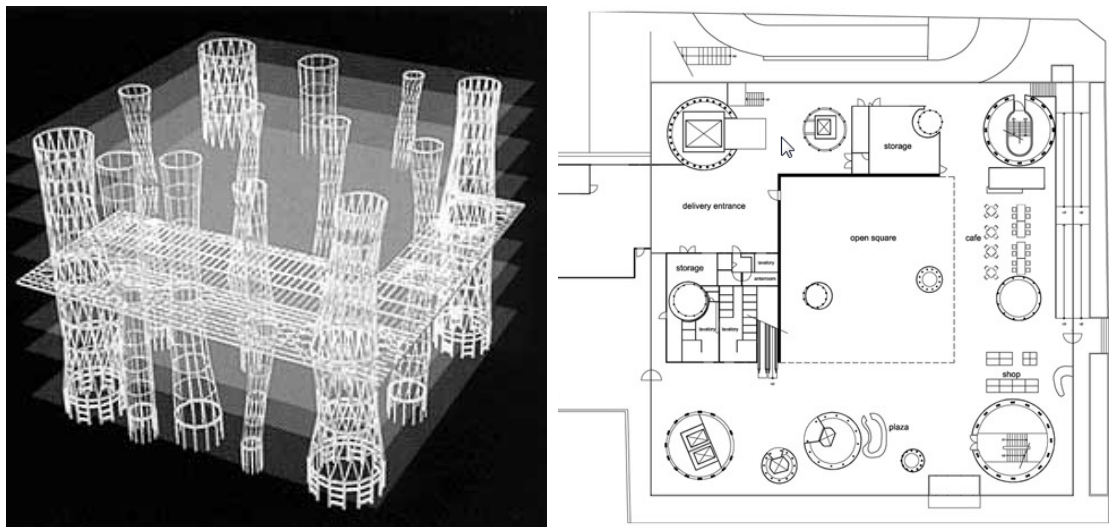


Abb. 42 - Toyo Ito's Mediathek in Sendai - Axonometrie und Mustergrundriss

Die Stützen scheinen über alle Geschosse zu verlaufen, was allerdings nicht der Fall ist. Diese wurden in Geschosshöhe geliefert und sukzessive aufgebaut. Die Hyperboloide dienen der vertikalen Luftzirkulation, der Belichtung, beherbergen die HKLS-Stränge sowie die Verkehrsflächen. Die Dimension einer Hyperbel wird über die Funktion determiniert und variiert von Geschoss zu Geschoss. Dadurch wird die statische Konstruktion zum Ornament.

Ähnlich wie bei Ito stützt sich auch bei mir die vertikale Lastverteilung auf die Geometrie einschaliger Hyperboloid-Konstruktionen, die alle Ebenen durchbrechen und in jeder der drei Ebenen andere Funktionen und ästhetische Erscheinungen annimmt.

Die Geometrie einschaliger Hyperboloide lässt sich über zwei Erzeugende generieren, die windschief zueinander um eine gegebene Achse rotieren. Diese Erzeugende definieren den primären Kräfteverlauf, der die Kräfte der obersten Wellness-Ebene auf die Restaurant - Ebene leiten und weiter in das Fundament

übergeführt werden. Anders als Ito, löse ich die Hyperboloide nicht nur in Stützen auf. Hinsichtlich des akkumulierenden Kräfteflusses und bezogen auf die Funktion lässt sich die Schalenkonstruktion der Hyperbel wie folgt zersetzen.

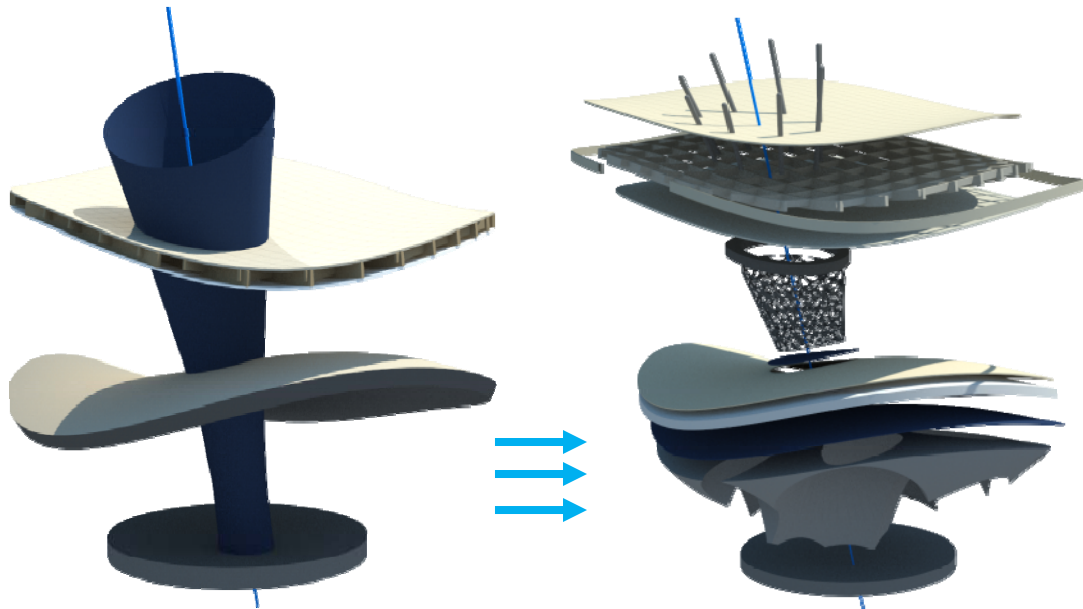


Abb. 43 - Konstruktionsaufbau Hyperbelschale

In der Wellness - Ebene löst sich die Konstruktion in STB - Stützen auf. Diese Stützen sind mit der Fassadenrohrkonstruktion verbunden.

Danach wechselt das Stützensystem über einen kräfteverteilenden STB - Ringbalken zu einem Flächentragwerkssystem. Die Stärke der bewehrten Betonplatten variiert abhängig von der Höhe der Hyperbel und beträgt zwischen 20 und 30 cm. Das Stahlbeton - Flächentragwerk lässt sich über negative Holzschalen konstruieren, wo die Bewehrungsstäbe eingesetzt werden und anschließend selbstverdichtender Beton hineingegossen wird, der die Bewehrung dank moderner Hochleistungsbetonverflüssiger umschließt und zu einem stabilen statischen Flächentragwerk verhärten lässt, wodurch Konstruktion und Ästhetik zu einem Ganzen verschmelzen.

Dieses Paradigma wird hauptsächlich in der Ausbildungen der Hotelzimmerabgrenzungen eingesetzt, wo Flächentragwerke die Form der Hyperboloide approximieren und gleichzeitig zur Gesamtästhetik beitragen.

In der Restaurant-Ebene verschneiden sich die Hyperbel- Flächen und bilden eine gewölbenartige Deckenstruktur, wobei nur mehr vereinzelt Pfeilerfundamente die Kräfte aus den oberen Ebenen in den Untergrund leiten.

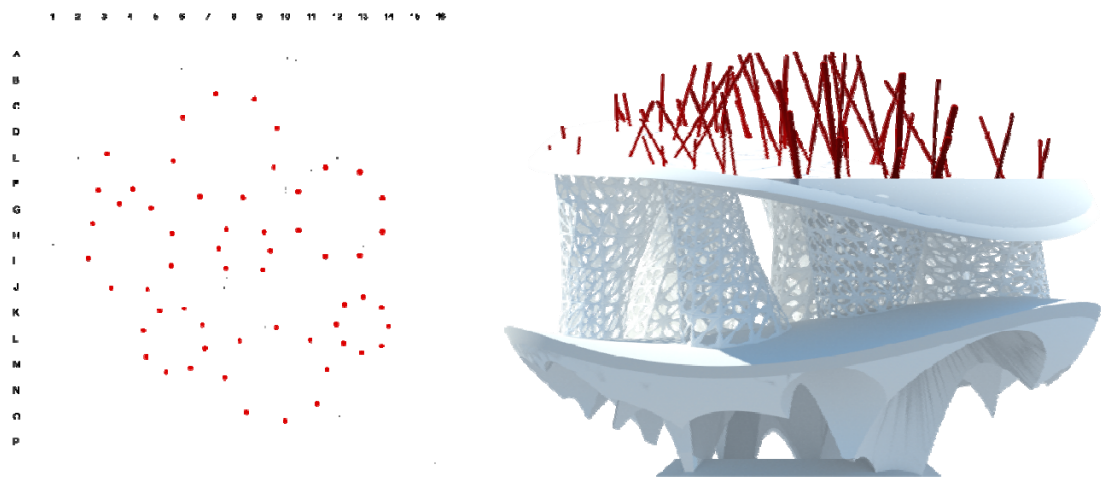


Abb. 44 - Grundriss Wellness - Ebene (ohne Maßstab) | Rendering Seitenansicht - STÜTZEN

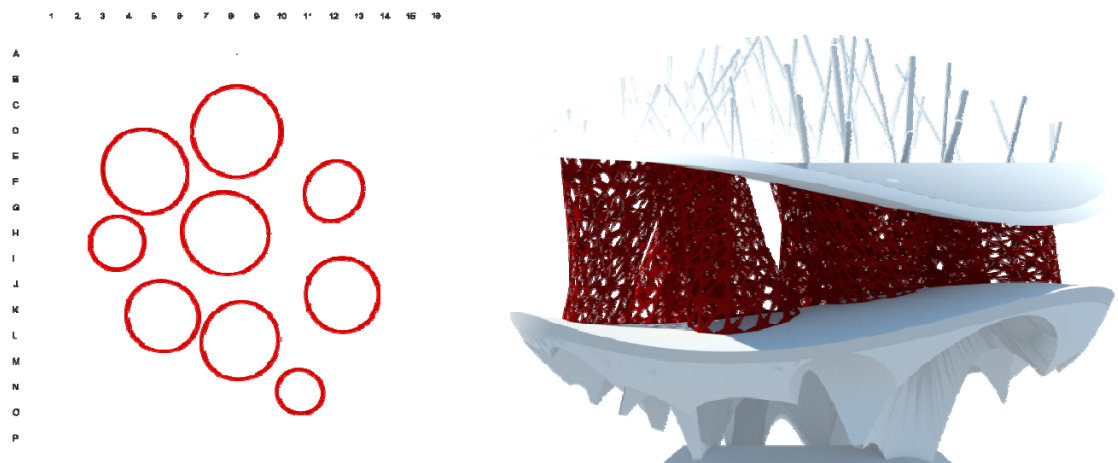


Abb. 45 - Grundriss Hotel - Ebene (ohne Maßstab) | Rendering Seitenansicht - FLÄCHENTRAGWERK

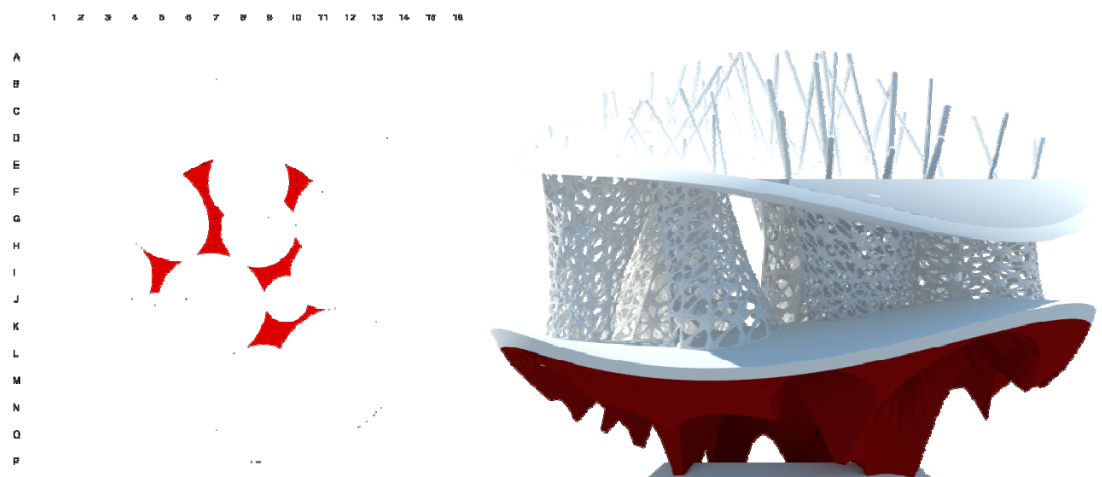


Abb. 46 - Grundriss Restaurant - Ebene (ohne Maßstab) | Seitenansicht - PFEILERFUNDAMENTE

Folgende Explosionszeichnung zeigt den Kräfteverlauf in einem Hyperboloid Konstrukt und den Schichtenaufbau der jeweiligen Decken. Diese Darstellung ist rein konzeptionell zu verstehen und basiert nicht auf einer konkreten statischen Berechnung. Dennoch sind sämtliche Überlegungen hinsichtlich der Konstruktion und der Auswahl der Materialien bezugnehmend auf einen akkumulierenden Kräfteverlauf orientiert. Die resultierende Konstruktion lässt nicht nur einen logischen Kräfteverlauf ablesen, sondern trägt gleichzeitig auch zur Ästhetik des Gesamtentwurfes bei.

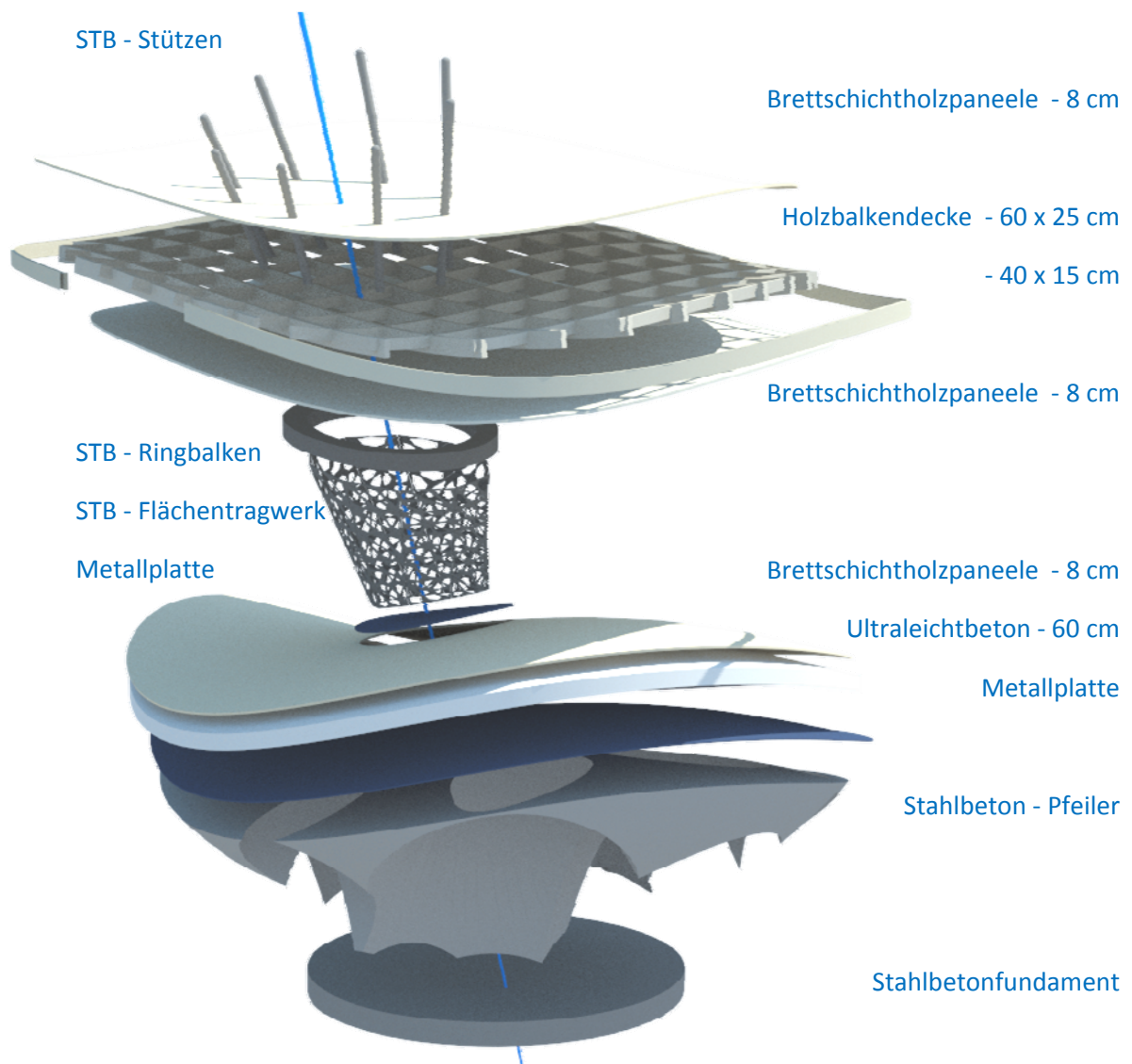


Abb. 47 - Explosionszeichnung Konstruktionsaufbau (ohne Maßstab)

Die gewölbeartige Struktur in der Restaurant-Ebene rahmt die umgebende Natur ähnlich einer Eiskaverne in Finnland ein. Zusätzlich lassen sich über die Deckenform Areale definieren, die als Restaurant - Séparées wahrgenommen werden.

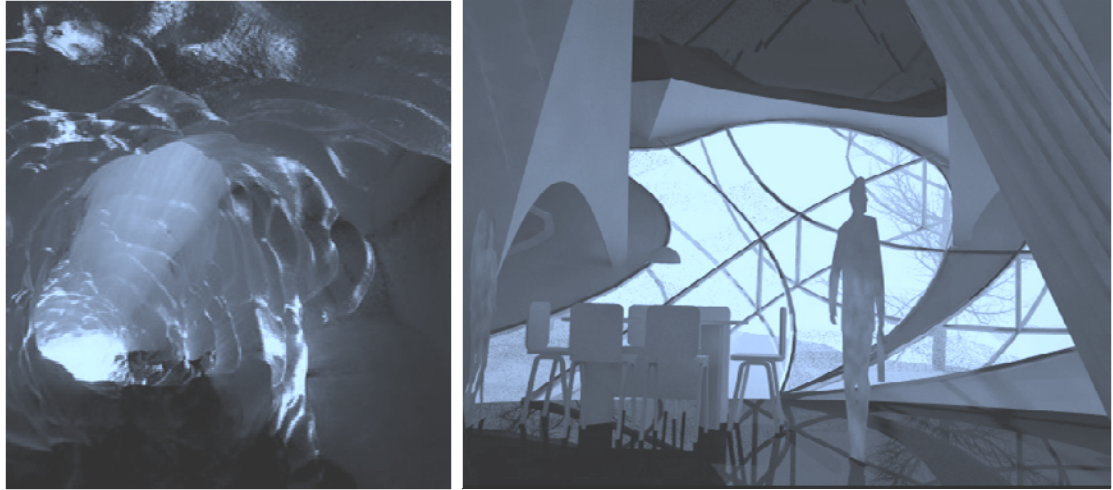


Abb. 48: Eiskaverne/ Rendering von der Restauranteben

FASSADENSTRUKTUR

Die Fassadenkonstruktion verbindet Tragwerk, Raumbegrenzung und Fassade zu einem Element. Die Fassadenhaut ist doppelwandig und funktioniert unabhängig von der Primärstruktur; theoretisch als selbständiges Konstrukt ausführbar. Sie wird allerdings mit der Primärstruktur verbunden, so dass Strukturverschnitte in der Fassade mit den STB - Stützen der Wellness Ebene zusammenfallen, beziehungsweise mit dem Deckenverlauf mitgehen. Die Fassadenausbildung ist in ihrer Optik eine visuelle Referenz zu den Himmelserscheinungen der Aurora Borealis, wie auch zu den Eiskavernen.

Die scheinbar willkürliche Fassade ist statisch in Bezug auf die Distanz der gebogenen Stahlrohrsegmente optimiert. Die maximale Spannweite beträgt weniger als 4 Meter. Beide Stahlrohrskelette sind über gerade Rohrelemente miteinander verbunden. Zusätzlich werden zwei geschwungene Fachwerkträger in die Stahlrohrkonstruktion der Doppelfassade integriert um die Gesamtkonstruktion zu versteifen und gegen Windlasten stabilisierend zu wirken. Diese Fachwerkträger verlaufen gegeneinander und münden in das Fundament. Ebenfalls um diese Stahlrohrkonstruktion in sich zu versteifen sind in der inneren Schicht einige Felder mit lichtundurchlässigen Paneelen ausgefüllt. Diese Paneele haben keine lastabtragende Funktion sondern dienen rein zur Aussteifung und dem ökologischen Wärmegewinn aus Solarenergie durch die transparente Wärmedämmelemente die darauf montiert wird.

Die Bilderreihe anbei zeigt die systematische Abfolge der Konstruktionselementen in der Fassade:

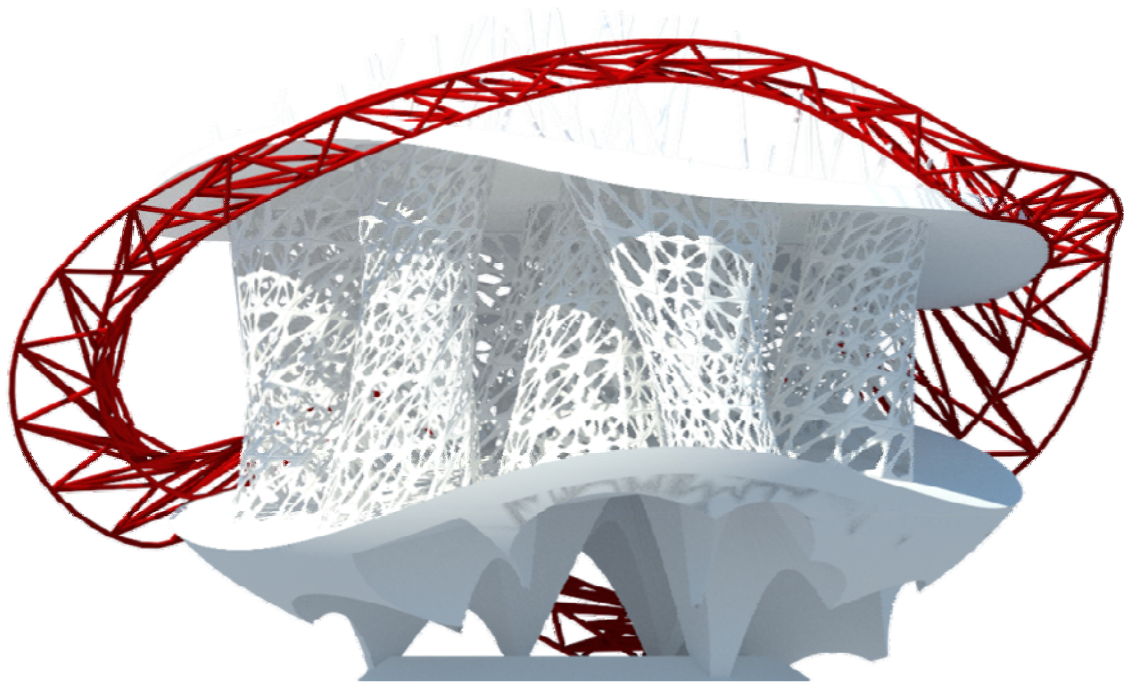


Abb. 49 - Seitenansicht - Verlauf erstes FACHWERK im Fassadenaufbau

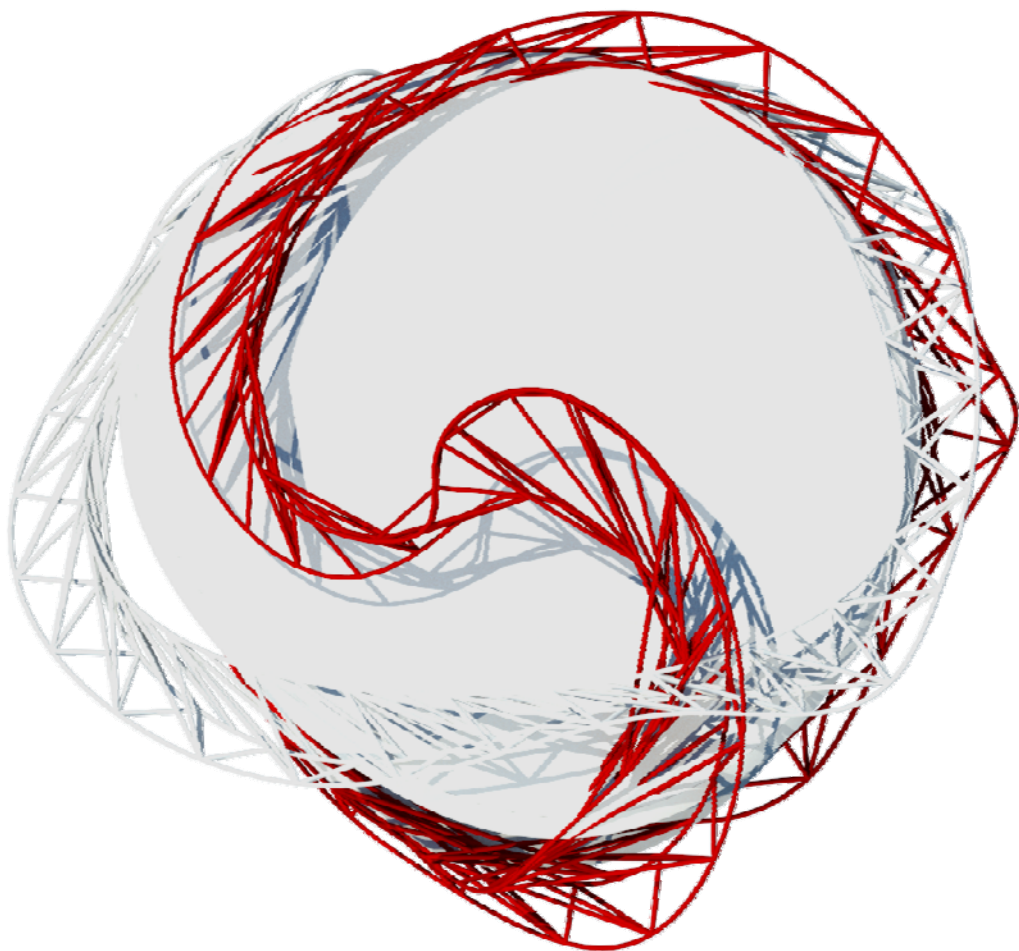


Abb. 50 - Draufsicht - Gegenlauf zweites FACHWERK im Fassadenaufbau

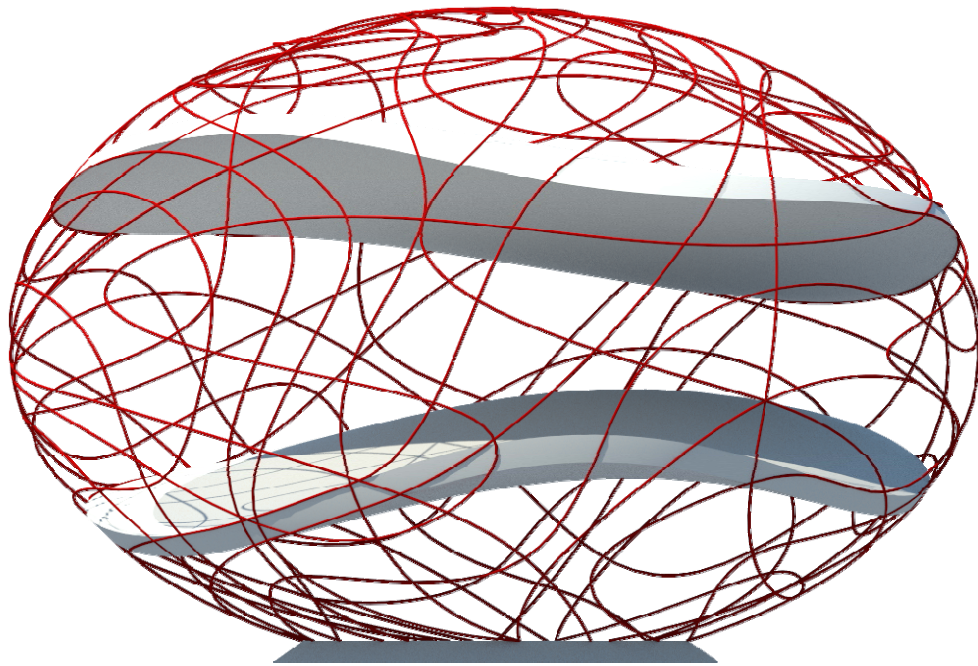


Abb. 51 - Seitenansicht - innere Stahlrohrkonstruktion

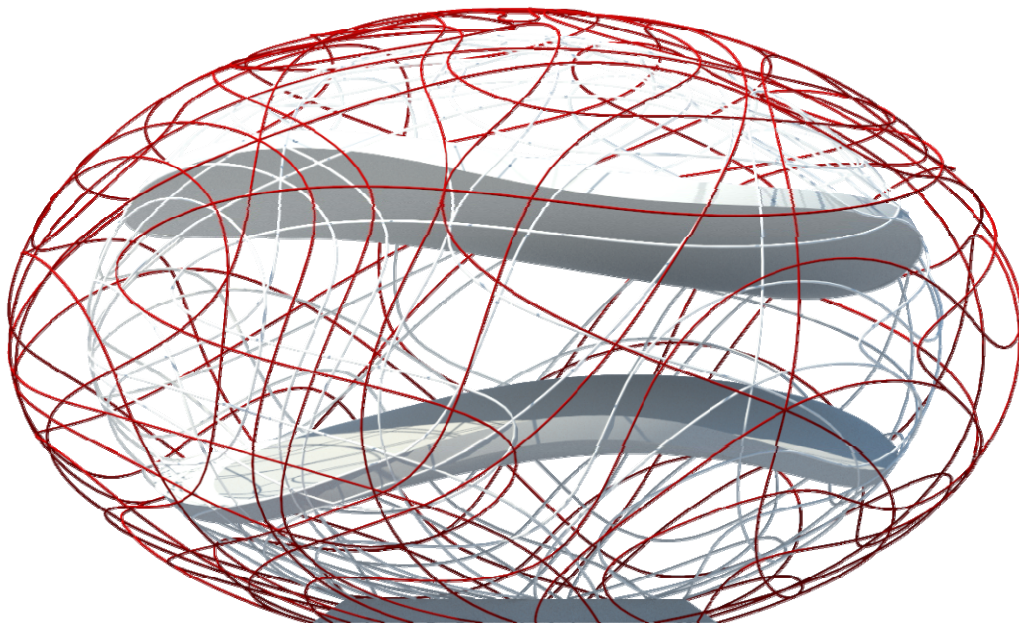


Abb. 53: Darstellung Rohrsegmente der äußeren Fassadenschicht

Die gebogenen Flächentragwerke sind in sich zusammengeschweißt. Die 150/150 mm Außengurtstahlrohre der Doppelfassade werden über Napfknoten durch Schraubanschlüsse zusammenmontiert. Das Napfknotensystem ist eine zweilagiges Tragwerkssystem das ein Kugelnknotensystem als Untergurt hat. Die nicht biegesteife Schraubanschlüsse ermöglichen den Bau von ebenen sowie gekrümmten Bauformen für mittlere bis große Spannweiten. Das innere Stahlrohrnetz dient der Stabilisierung des Außengurtes. Über die Verbindungselemente beider Fassadenschichten sollen

Materialdehnungen aufgefangen werden und an das innere Stahlrohrnetz weitergeleitet werden.

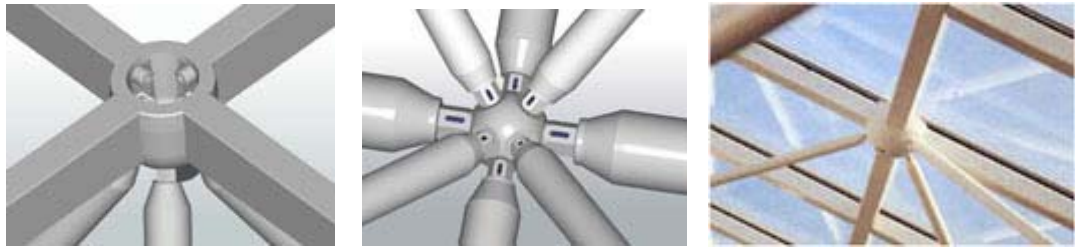


Abb. 54: Verbindungselemente der inneren und äußeren Fassadenrohrschicht

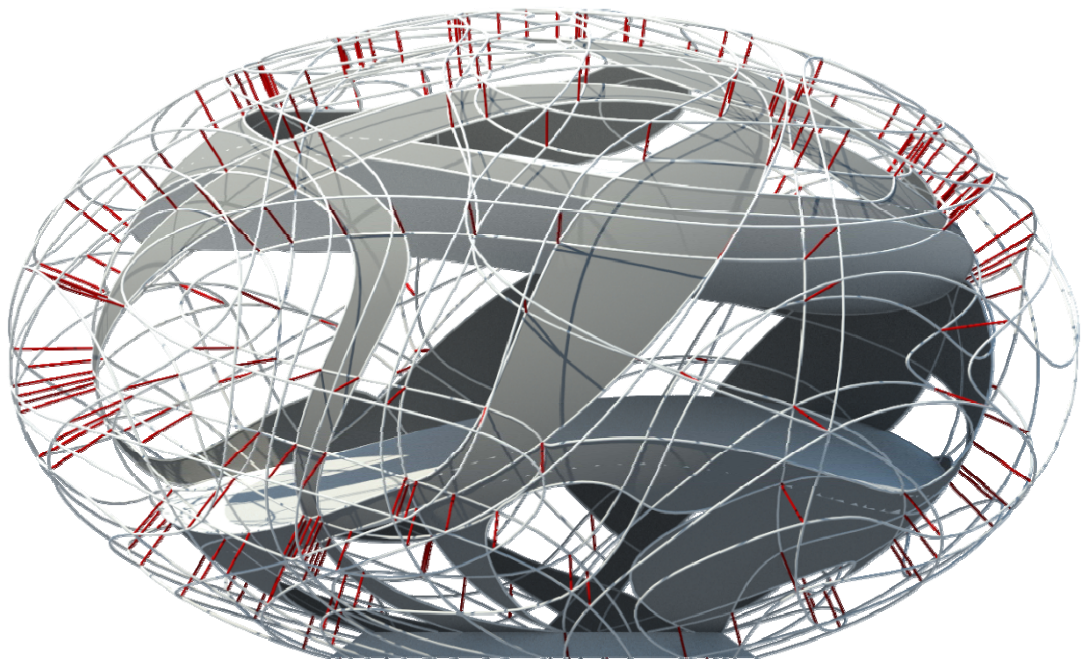


Abb. 55: Verbindungselemente der inneren und äußeren Fassadenrohrschicht



Abb. 56: Verbindungselemente der inneren und äußeren Fassadenrohrschicht

MEMBRAN DOPPELFASSADE

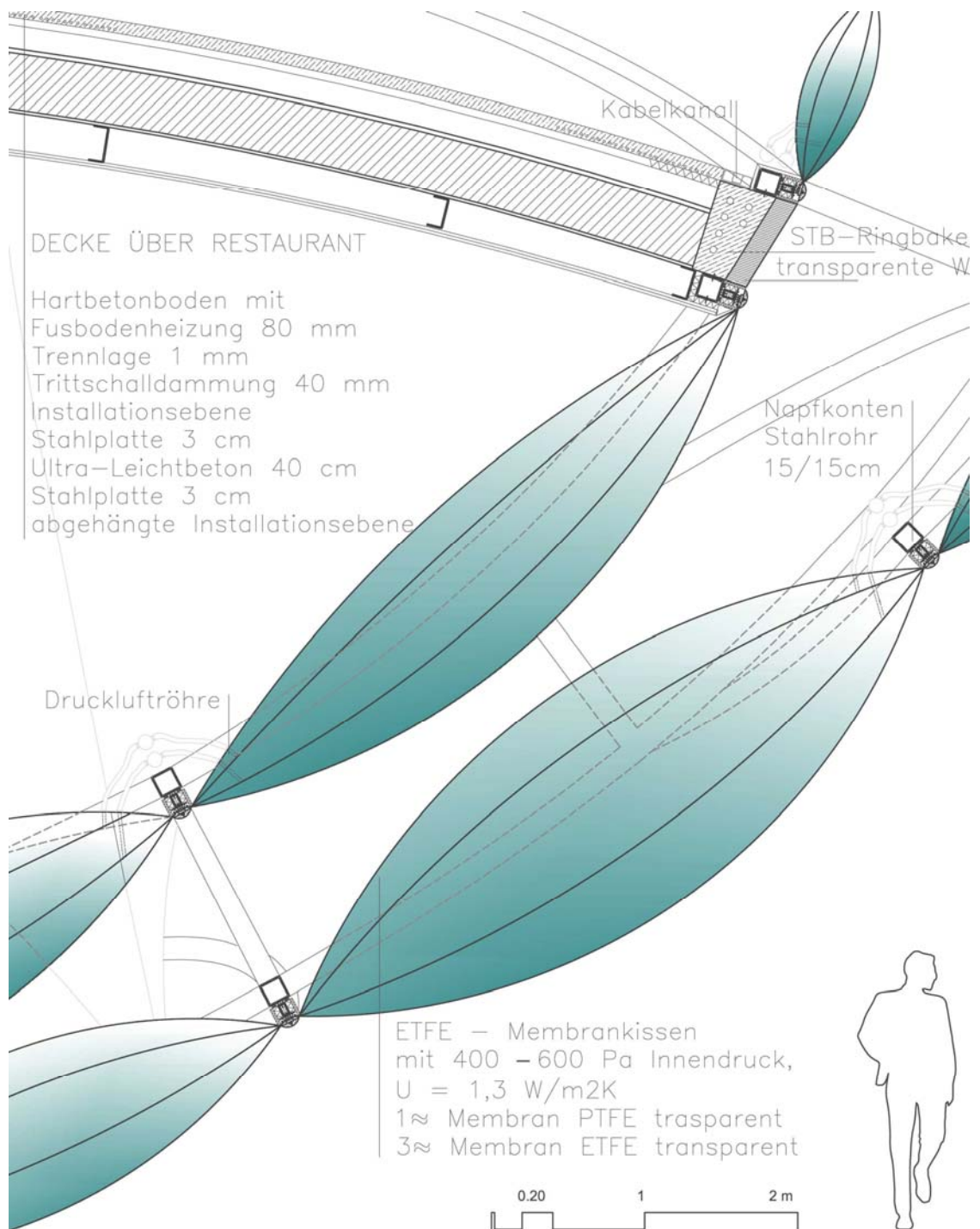


Abb. 57 Fassadenschnitt Maßstab 1:30

Die Fassadenstruktur aus Stahl bildet den Rahmen für die pneumatischen ETFE-Kissen. Der Stahlrahmen verfügt über ein sekundäres Verrohrungssystem oder Drainagesystem mit hochwertigen Dichtungen, um die Wasserundurchlässigkeit in der Fassade sicherzustellen. Die Kissen sind mehrschichtig aufgebaut und werden

mit niedrigem Luftdruck aufgepumpt. Die Luft dient nicht nur dämmend und thermisch effizient, sie wirkt auch stabilisierend. Diese Konstruktion kann die Energiekosten bis zu 30% im Vergleich zu einer Glaskonstruktion reduzieren, da durch ETFE-Folien mehr Licht in den Innenraum gelangt. (vgl. CENO TEC 2012)

Der Detailschnitt anbei zeigt die Anbindung der Membrankissen an die Stahlrohrkonstruktion über ein Stahlklemmprofil. Eine ähnliche Anbindung wurde auch für das Geschäftshaus *Miroiterie* in Lausanne von B+W architecture angewendet, allerdings für eine gemixte Membran - Glas Konstruktion mit einer ungedämmten Aluminiumdeckschale, während ich ein gedämmtes Edelstahldeckprofil vorschlage. (vgl. DETAIL 2010)

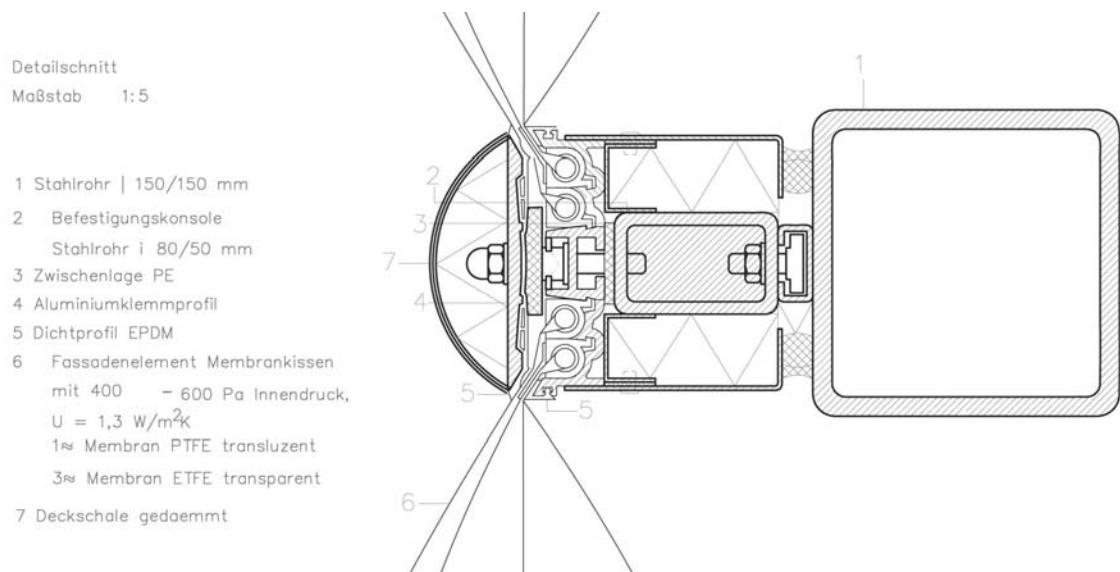


Abb. 58: Detailausbildung Anbindung Membrankissen an Stahlkonstruktion

Überhitzung im Inneren der Struktur wird über die positiv-negative Bedruckung der externen Folien und den Luftdruck in den Kissen kontrolliert. Die Position der mittleren Folien kontrolliert die Lichtdurchlässigkeit und somit den Transmissionsfaktor wie auch die solaren Warmegewinne. Die Position der mittleren Folie lässt sich über den eingeführten Luftdruck kontrollieren.

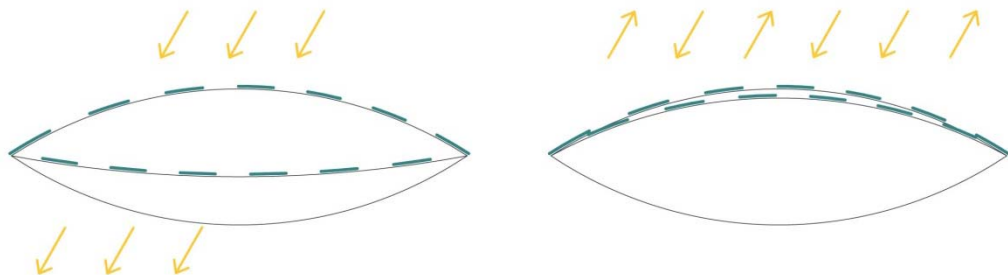


Abb. 59: Kontrollierte Lichtdurchlässigkeit über die positiv-negative Bedruckung der Folien

Vorteile ETFE - Folien gegenüber Glas

(vgl. CENO TEC 2012)

- Eine Folie wiegt nur 1% des entsprechend großen Glaspaneels
- Lichtdurchlässigkeit und Festigkeit sind bis zu 30 Jahre gegeben.
- Folien lassen sich leicht reparieren oder tauschen
- weisen besonders hohe Lichtdurchlässigkeitswerte von ca. 90 % im sichtbaren Wellenlängenbereich (von 400 – 700 nm/UV) auf
- Folien behalten ihre Lichtdurchlässigkeit und Festigkeit bis zu 30 Jahren
- Lichtdurchlässigkeit lässt sich über die Position der mittleren Folie und der negativ-positiv Bedruckung kontrollieren ->

kontrollierter Transmissionsfaktor sowie Wärmegewinne

- geringere Wärmeleitfähigkeit $0,24 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ als Glas - $0,76 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- gute wärmedämmende Wirkung: U-Werte, je nach Anzahl der Folienlagen:

Berechnung der U-Werte nach DIN in Abhängigkeit der Lagen

- U-Wert : 2 Folienlagen (1 Luftkammer) $2,95 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - U-Wert : 3 Folienlagen (2 Luftkammern) $1,96 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - U-Wert : 4 Folienlagen (3 Luftkammern) $1,47 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - U-Wert : 5 Folienlagen (4 Luftkammern) $1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ETFE ist schmutzabweisend und recycelbar
 - hat ein geringes Gewicht, aber sehr gute mechanische Eigenschaften
 - ETFE-Folien gehören zur Brandklasse B1, sind schwer entflammbar und brennen nichttropfend ab. (Schmelzbereich $270 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$)
 - mit einer Dichte unter 1 kg/m^2 sind diese akustisch transparent
 - Kostenersparnisse lassen sich über geringere Montagekosten, die leichtere Primärstruktur (größere Montageabstände) und das Verzichten auf zusätzliche Schalldämmelemente für den akustischen Komfort erzielen.
 - ETFE Konstruktionen reflektieren den Innenlärm nicht und reduziert den Schallpegel um fast 10dB

Ein relevanter Baufaktor für die subarktische Bausubstanz ist die Dichtheit der Gebäudehülle, wie auch das Verhindern von Schneelagern an Fassadenstellen. Die aerodynamische, ellipsoide Form verhindert potentiell Schneelagern formbedingt. Konstruktive Entwurfsziele waren über Form und Material potentielle Konstruktionsschäden über das Einfrieren von Schnee an der Fassadenoberfläche oder das Einsickern von Wasser zu verhindern. Das

Kissensystem garantiert unter einem Innenüberdruck von 300 bis 800 Pascal auch bei äußeren Belastungen eine straffe Materialleistung. Zusätzlich besitzt das Material eine antiadhäsive Oberfläche mit selbstreinigendem Effekt. Belastungen aus Winddruck, Windsog und Schnee werden über die Ober- bzw. Unterfolie abgetragen und in die Stahlrahmenkonstruktion abgeleitet. ET - Folien besitzen hohe mechanische Eigenschaften mit einer Zugfestigkeit (längs und quer) von über 40 N/mm² laut DIN EN ISO, eine Bruchdehnung > 300 % und eine Weiterreißfestigkeit von > 300 N/mm² laut DIN 53363. (vgl. CENO TEC 2012) Gemäß dem *Finnish Forest Research Institutes* hängt die Beständigkeit von Schneelasten von der Frosttiefe der Bodenschicht ab. Schneeuntersuchungen von 1971 bis 2000 zeigten, dass es in Rovaniemi bis zu 74 Tage im Jahr zu Schneelasten von > 20 kg/m² kommen kann, wobei die Schneelasten unter 30 kg/m² bleiben. [THE FINNISH SOCIETY OF FOREST SCIENCE, S.44]

Auch erhöhte Schwingungsamplituden infolge von Windeinwirkungen dämpft die Fassadenstruktur gut ein. Die Windkanaluntersuchung der Außenform in Vasari by Autodesk zeigt, dass die ETFE-Kissen die Windgeschwindigkeit leicht eindämpft, und die Windverwirbelungen abgelöst oder reduziert werden. Die umliegenden Bäume schaffen zusätzliche Windbarrieren gegen die Entstehung von Windwirbeln.

Folgende Abbildungen zeigen Untersuchungen die in Vasari - Beta1 von Autodesk durchgeführt wurden. Die Ergebnisse sind experimentell und nicht als vollgültig zu verstehen. Die angenommene Windgeschwindigkeit beträgt 9m/s, was laut Modern Beaufort Scale einer schwachen Brise entspricht und leicht über den Tagesdurchschnittswert für Rovaniemi (7m/s) liegt. Sämtliche Wetterdaten für die Berechnungen stammen von einer Wetterstation circa 80 km vom Bauplatz entfernt.

In der Analyse nicht berücksichtigt sind Bäume und sonstige Vegetationsformen die zusätzliche Windbarrieren darstellen.

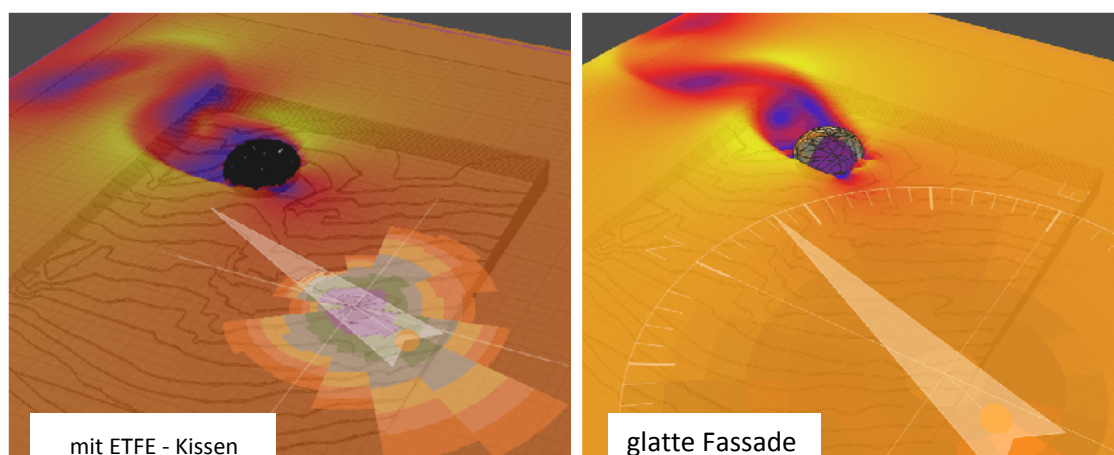


Abb. 60 und 61 Windtunnel Analyse bei unterschiedlichen Fassaden

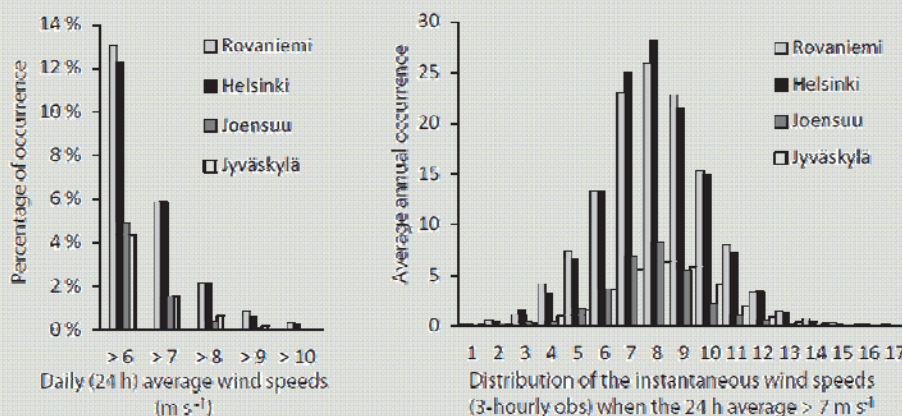


Abb. 20 Percentages of occurrence of daily mean wind speeds in September–May during 1971–2000 (left) and the average annual occurrence (number of occasions) of the 3-hourly instantaneous 10-minute wind speeds that have occurred during the days when the 24 hour average of these (daily mean) has been $> 7 \text{ m s}^{-1}$ (right)

According to The Finnish Forest Research Institute, the annual maximum 10 min mean wind speeds, which can occur under the current climate once every 10 years, are about 17–18 m/s in the southern, western and northern parts of the country (Helsinki, Kauhava, and Rovaniemi). A daily mean wind speed over 7 m/s is quite rare. (6% occurrence in Rovaniemi)

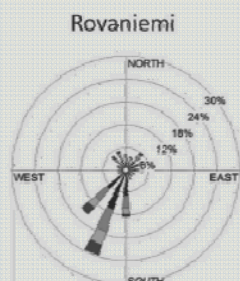


Abb. 21 The percentages of occurrence of daily mean wind speeds in September–May during 1971–2000 (left) and the average annual occurrence (number of occasions) of the 3-hourly instantaneous 10-minute wind speeds that have occurred during the days when the 24 hour average of these (daily mean) has been $> 7 \text{ m s}^{-1}$ (right).

Modern Beaufort scale Table

BEAUFORT NUMBER	WIND	SYMBOL	WIND SPEED (MPH)
0	calm	○	less than 1
1	light air	○—	1–3
2	slight breeze	○—	4–7
3	gentle breeze	○— —	8–12
4	moderate breeze	○— — —	13–18
5	fresh breeze	○— — — —	19–24
6	strong breeze	○— — — — —	25–31
7	moderate gale	○— — — — — —	32–38
8	fresh gale	○— — — — — — —	39–46
9	strong gale	○— — — — — — — —	47–54
10	whole gale	○— — — — — — — — —	55–63
11	storm	○— — — — — — — — — —	64–75
12	hurricane	○— — — — — — — — — — —	more than 75

Das Bauen in subarktischen Regionen setzt das Gebäude anderer klimatischer Voraussetzungen aus, als in gemäßigten Zonen. Bereits zu Beginn meiner Ausführungen, stellte ich einige entwurfsrelevante, geoklimatische Grundwerte für Rovaniemi heraus und möchte nun gezielt auf das bauphysikalische Konzept eingehen und die Effizienz meiner architektonischen Lösung für die örtlichen Gegebenheiten erklären.

Sämtliche bauphysikalischen Referenzwerte entstammen der Dissertation von Petra Vladykova *PHD Thesis - Energy efficient building for Arctic Climates*. Vladykova untersuchte unter anderem in Ihrer Thesis das Anwenden standardisierter Anforderungen an Nullenergiegebäuden aus den gemäßigten Regionen, in den arktischen Regionen. Sie führt an, dass ein Passivhaus in den arktischen Zonen zwar die Heizkosten erkennbar mindern würde, sollte man aber die Energiegewinne mit den hohen bautechnischen Kosten, wie auch die Materialkosten in Relation setzten, kann der Amortisationszeitraum unter Umständen den Lebenszyklus des Gebäudes überschreiten. In dieser Hinsicht unterstreicht Sie aber die Wichtigkeit einer Verbesserung in Richtung Passivhaus. (VLADYKOVA 2011)

Demzufolge ist die Zielsetzung meines Entwurfes, über die Fassadenkonstruktion Wärmeverluste herabzusetzen und Wärmegewinne zu maximieren. Zusätzlich plädiere ich für das Aufwerten gewisser Fassadenelemente in Betracht auf die Wärmegewinnung, das Verwenden effizienter Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und das Erfüllen des Heizwärmebedarfes über das Einsetzen erneuerbarer Energien. All diese messbaren Werte beeinflussen in weiterer Folge viel subjektivere Werte, seien diese das Wohlbefinden der Menschen, die operative Temperatur oder sozial - ökonomische Werte.

Im Folgenden möchte ich auf die Verwendung erneuerbarer Energien eingehen. Das Gebäude wird über **Erdwärme**, die über **Erdwärmesonden** aus dem tieferen Erdreich entzogen wird, beheizt. Entscheidungsgrund für die Erdwärmesonden gegenüber der Kollektoren war nicht nur der höhere Wirkungsgrad (ab etwa 10 Meter Tiefe bleibt die Temperatur unverändert) aber auch der erforderliche Platzbedarf, der einen weniger invasiven Eingriff für das Bauareal und die Bausubstanz bedeutet. Das Einsetzen von Erdwärmesonden am gegebenen Bauareal ist überhaupt nur möglich durch die geophysikalische Bodenbeschaffenheit, die eine gute thermische Konduktivität aufweist. Anbei die Untersuchung geophysischer Grundwerte für Rovaniemi.

Geophysische und geobotanische Grundwerte für Rovaniemi

In den borealen Zonen treten vorherrschend Gleye und Podsole als Bodenarten vor. Die Bodenbeschaffenheit in Rovaniemi entstand mit dem Rückgang der Gletscher als glaziales Sediment. Die Gletscherzunge war in Streifen unterteilt die von Westen nach Osten orientiert waren. Das Gletschereis transportierte Gesteinsmaterial, das sich in Form von hügeligen Moränenlandschaften lagerte. Spuren der Eiszeit sind heute auch auf das Bauareal der ABAO (Hügel Ounasvaara) ersichtlich. Die unter dem Eis transportierten Felsen hinterließen Rillen und Furchen in der Erdkruste (Abb.03a). In der Abb.03bc sieht man felsige Einzelblöcke die als Findlinge auf dem Hügel Ounasvaara zurückgeblieben sind. Diese sind entweder kantig (mit der Zeit von Eis gesprengte Gesteinshäufungen) (Abb.03b) oder runde, von Wasser geschliffene Steine (Abb.03c), sogenannte angehobene Strandsteine. (vgl Umweltstiftung WWF)



Abb. 03 a b c Steininformationen auf dem Hügel Ounasvaara - Quelle www.gtk

Die geologische Karte in Abb. 04 zeigt die Bodenstruktur bei einer Tiefe von einem Meter, unterhalb der Podsol beziehungsweise der Gley-Podsol Schicht. Der Ounasvaara Hügel besteht in der Tiefe aus sedimentierten Moränenformation bedeckt von einer Podsolschicht gebildet von der Vegetation. Podsole bilden die typische Bodenart in borealen Wäldern, wo es kalt und feucht ist. (Abb. 05) Die rote Markierung in Abb. 04 bezeichnet die Felsformationen, ersichtlich an der Erdoberfläche.

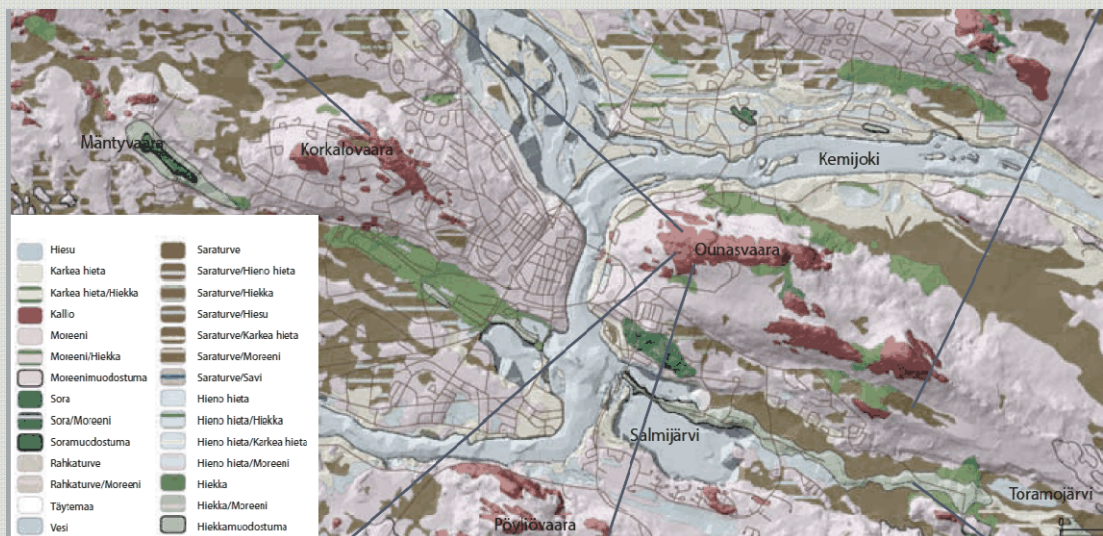


Abb. 03 a b c Geologische Mappe Rovaniemi - Quelle www.gtk.

Die Rate des Wärmeflusses durch Konduktion vom Erdinneren zur Erdoberfläche wird quantitativ durch die Wärmeflußgleichung beschrieben. Als veränderliche Größen gehen dabei letztendlich die Konduktivität (die verschiedenen Gesteine weisen unterschiedliche Konduktivitäten auf, das heißt sie leiten die Wärme gut oder weniger gut) und der geothermische Gradient (also die Rate, mit der die Temperatur von der Oberfläche zum Erdinneren hin zunimmt) in die Gleichung ein. Bei gegebener thermischer Konduktivität ist ein erhöhter Wärmefluß nur durch einen erhöhten geothermischen Gradienten erklärt. Bei konstantem geothermischem Gradienten weisen Regionen mit Gesteinen höherer thermischer Konduktivität einen höheren Wärmefluß auf als solche mit geringerer Konduktivität. Abb. 06" (WÄRMEFLUSS)

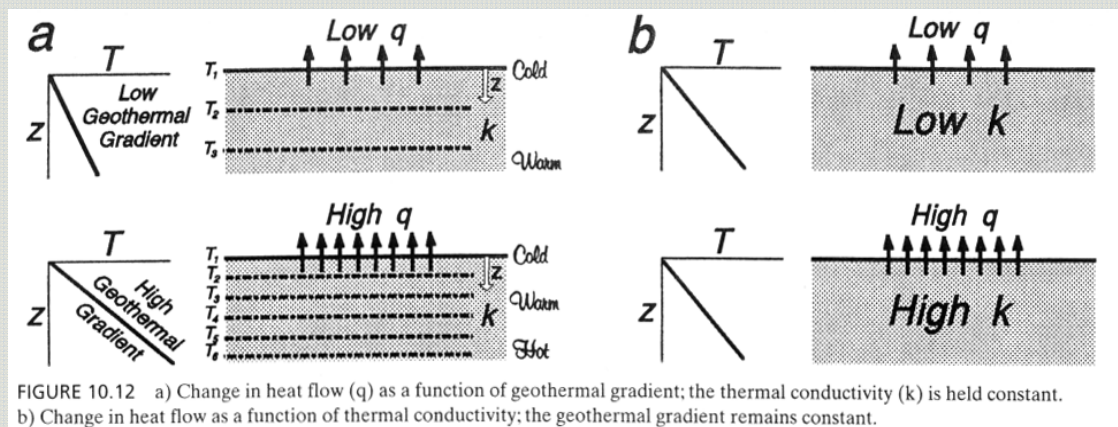
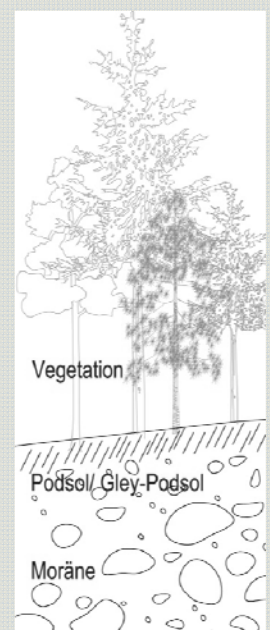


Abb. 06 Konduktivität - Quelle <http://www.geo.tu-freiberg.de/tektono/interactivescripts/Heatflow/fig1012.gif>

Sedimentgesteine leiten die Wärme relativ gut. Anbei einige Werte für die Thermische Konduktivität einiger Gesteine: Tonstein $2,1 \text{ W} / (\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$, Sandstein $3,7 \text{ W} / (\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$, Kalkstein $3,4 \text{ W} / (\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$. (WÄRMEFLUSS)

Aufgrund der schlechten Bodenqualität und der niedrigen Temperaturen ist die Landwirtschaft im borealen Raum nur begrenzt möglich, stattdessen hat sich die Holzindustrie als Wirtschaftszweig verbreitet. "Der boreale Nadelwald besteht hauptsächlich aus hochstämmigen, schmalkronigen und dichtstehenden Tannen und Fichten. Am Boden sind Moose und Beerensträucher zu finden. Um sich mit dem unwirtlichen Klima zu arrangieren, wachsen die Bäume nur sehr langsam, ca. 15 – 20 Mal langsamer als der tropische Regenwald." (Wikipedia - W1)

Der Ousnasvaara Hügel hat eine Höhe von 204 Meter und ist damit nicht der höchste Hügel in Rovaniemi (Kaihuvaara 358 Meter), aber mit Sicherheit das beliebteste Erholungsgebiet in der Gegend. Das Bauareal ist zu circa 80% bewaldet. Es dominiert die Kiefer und vereinzelt findet man Fichten sowie Laubbäume.



Die Wärmeabgabe erfolgt über Strahlungsheizungen die entsprechend dem raumklimatischen Konzept als Fussboden- bzw. Deckenheizung eingesetzt werden.

Fenster stellen vor allem in den kalten Zonen Schwachstellen in der Gebäudehülle dar, die zu vermehrten Wärmeverluste führen können. Aufgrund des erhöhter Temperaturunterschiedes und der Windbelastung in Rovaniemi ist die Gebäudehülle einem erhöhten Druckunterschied zwischen Innenraum und Außenraum ausgesetzt, der einen Luftwechsel durch Undichtheiten im Umschließungssystem (siehe Türen und Fenster) besonders hervorruft. Aus diesem Grund entfaltet sich mein Gebäude als hermetisch dichtes Konstrukt das mittels einer effizienten **Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung** be- und entlüftet wird. Dabei werden rekuperative Wärmeübertrager eingesetzt, die über einen Plattenwärmeaustauscher lediglich den Wärmeaustausch ermöglichen (kein Feuchtigkeitsaustausch). (vgl. MAHDAVI) Dieses System hat einen Wirkungsgrad von 40% bis 80 % und versorgt den Innenraum mit Frischluft bei fehlenden Fenstern bzw. entziehen über die Abluft automatisch die Luftfeuchtigkeit aus dem Raum. Dieses System funktioniert in der kalten und warmen Jahreszeit effizient. Im Winter wird die Zuluft erwärmt und im Sommer gekühlt.

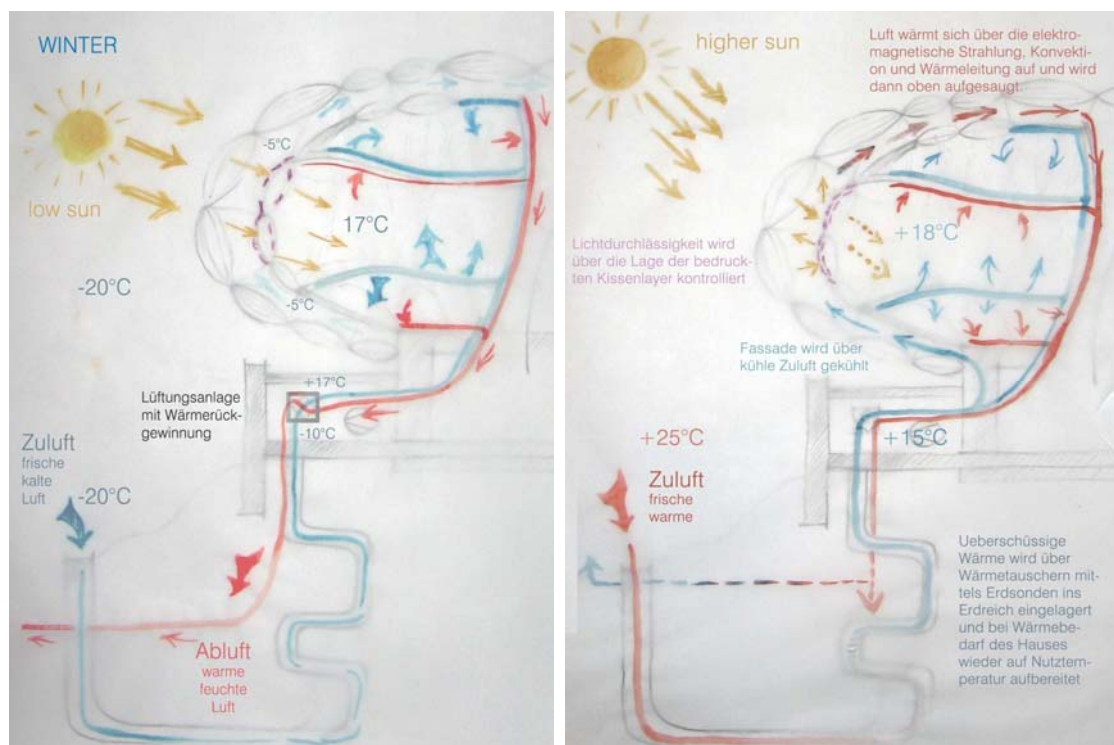


Abb. 62 und 63 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung WINTER / SOMMER

Wärmetauscher sind auch entlang von Abwasserfallleitungen geplant. Es sich hierbei um eine kreisverbundene Wärmeübertragung bzw. Wärmerückgewinnung

wodurch kaltes Wasser über dem Abwasser aufgewärmt wird und besonders in den vertikalen Hotelzimmern angewendet wird. (vgl. WIKIPEDIA W11)

Aufgrund der Positionierung meines Gebäude in Rovaniemi kann ich die frische Außenluft wegen der niedrigen Umgebungstemperatur nicht direkt der Lüftungsanlage zuführen, da bei einer Zulufttemperatur unter 0°C die Feuchtigkeit aus der Abluft kondensieren kann, was in weiterer Folge zur Eisbildung innerhalb der Austauschplatten führen kann. Aus diesem Grund lasse ich die niedrigen Temperaturwerte der Außenluft über die Erdwärme erhöhen. Das Temperaturdiagramm auf Seite 10 zeigt, dass die Durchschnittswerte der Tiefsttemperatur in Rovaniemi fast 8 Monate im Jahr unter 0°C liegen. Wobei der durchschnittliche Tiefstwert bei circa 15°C liegt. Richtig dimensionierte Erdwärmeübertrager können die Lufttemperatur um bis zu 10 Grad ändern. (vgl. WIKIPEDIA W11) Aufgrund extremer Tiefwerte und um mögliche Schäden durch Kondensat zu vermeiden werden die Erdwärmeübertrager in Kombination mit einer Wärmepumpenheizung funktionieren. Diese Kombination ist z.B. in Deutschland essenziell, um den Passivhausstandard zu erreichen. (vgl. VLADYKOVA 2011)

Zuletzt möchte ich auf die Energieeffizienz der Fassadenkonstruktion eingehen. Die größte Herausforderung bei einem Bau > 60° nördliche Breite stellt das Ausformulieren der Gebäudehülle dar. Es wird primär davon ausgegangen, dass man das Gebäude in Wärmedämmung einpackt, das Positionieren der Fensterflächen über die maximale Wärmegewinnung determiniert, während man die Wärmeverluste über die Glaskonstruktion zu minimieren versucht und zusätzlich gute Lichtbedingungen in dem Innenraum sicherstellt. Infolgedessen ließ ich folgende Performance - Entscheidungsparameter definieren die ich sowohl nachhaltig wie auch ästhetisch in der architektonischen Fassadenlösung verknüpfen ließ: Dämmung, Wärmeleitfähigkeit, und Lichtdurchlässigkeit. Wie bereits in den obigen Kapiteln erwähnt, entschied ich mich für eine Doppelfassade aus ETFE Mehrkammersystemen. Allerdings werden in der inneren Rahmenkonstruktion der Fassade Verbundplatten aus Holz und Dämmung montiert. Diese sind an den Stellen vorhanden, wo die im Innenraum höhere Temperaturen bestehen und dadurch mehr Feuchtigkeit in der Luft vorhanden ist (z.B. Wellnessbereich und Restaurantebene). Über dieses Verbundsystem soll eine mögliche Kondensation an der Fassade verhindert werden. In der mittleren Ebene, wo die Hotelzimmer situiert sind, ist die umliegende Temperatur bewusst auf nur 17°C beschränkt um eine etwas kältere Temperaturlandschaft in Anlehnung an die Außentemperaturen zu verdeutlichen.

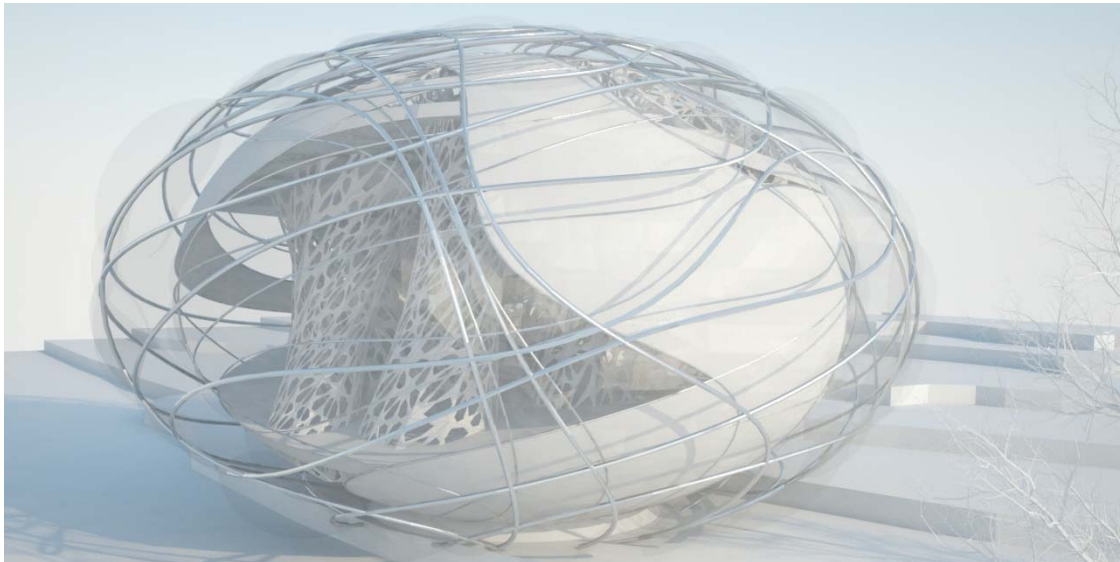


Abb. 64 Außenrendering mit den undurchsichtigen Flächen an der Innenfassade

Laut Vladykova müssten Fensterteile von Gebäuden situiert auf circa 66° nördliche Breite einen U-Wert von $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ aufweisen um den Nullenergiestandard zu erfüllen, während in Deutschland das gleichwertige Element ein U-Wert von nur $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ aufweisen muss. (vgl. VLADYKOVA 2011) Ein Vierluftkammerkissen kann bereits einen Wert von $1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreichen, wobei die thermische Leistungsfähigkeit eines Kissens nicht über die Luftzufuhr verbessert wird sondern über zusätzliche ETFE - Schichten. Um den Wärmedurchgangswiderstand der Konstruktion zu erhöhen, habe ich die Fassade als Doppelfassade ausgebildet. (vgl. CENO TEC 2012) Die Intention der Doppelfassade war es die intermediäre Luftschicht als zusätzliches kontrollierbares Dämmelement zu verwenden um die Tauwasserbildung zu vermeiden. Die Doppelfassade mit den zwei ETFE-Kissenschichten funktioniert ähnlich wie beim *Water Cube* in Beijing. Um den extremen Temperaturwerten der subpolaren Region entgegenzukommen, wird die zirkulierende Luft in dem Hohlraum vorgewärmt eingeführt, anders als beim *Water Cube*, bei dem in dem Hohlraum frische Luft eingeführt wird. Diese Luftschicht wirkt zusätzlich dämmend und wird je nach Jahreszeit über die solare Strahlung, langwellige Strahlung, Wärmeabstrahlung (Leitung) und Wärmeeinstrahlung sowie über den konvektiven Luftströmungsprozess unterschiedlich beeinflusst. Die thermische Leistung der Fassade wird wie in Abbildung 37 gezeigt über mehrere Faktoren so kontrolliert, dass die Hülle im Winter, wie auch im Sommer für ein klimatisches Wohlbefinden im Innenraum sorgt.

Bei der gegebenen Form kann man nicht von einem einheitlichen U-Wert sprechen, weil die Kissen an verschiedenen Stellen unterschiedlich dimensioniert sind und sich die dazwischenliegende Luftschicht komplementär dazu anpasst. Wichtig ist, dass man über die kontrollierte Luftschicht im Hohlraum der Doppelfassade die Oberflächentemperaturbildung an der Innenseite kontrollieren kann. Sollte an den Kissenrändern oder im Randprofil singulär zu Kondensstellen kommen, kann das System mit Kondensatrinnen ergänzt werden. Um das zu bestimmen müsste eine genaue thermische Simulation erfolgen, allerdings ist es wie bereits erwähnt nicht Ziel meiner Arbeit ein energieautarkes Gebäude in Rovaniemi zu planen, sondern ein energiebewusstes.

Grund für die Ausbildung einer solchen eher ungewöhnlichen Fassade bei diesen klimatischen Bedingungen, war der Funktion entgegenzukommen und um zu zeigen, dass auch ein anderweitiges Gebäude am Bauort funktionieren kann.

In Rovaniemi variieren die Lichtbedingungen über das Jahr hindurch sehr stark. Zusätzlich fällt die Sonne sehr flach, somit ist die Globalstrahlung auf vertikalen Flächen höher als auf den horizontalen.

Während man in Rovaniemi mit einem relativ konstanten Strahlungsdefizit über die Wintermonate rechnen muss, ist man im kurzen Sommer mit Überhitzung konfrontiert, deswegen plädiere ich dafür, zusätzliche Solarenergie zu speichern und wiederzuverwerten. Generell werden solare Warmegewinne von der Wolkenmasse massiv reduziert. Ein Teil der Globalstrahlung wird von den Wolken gestreut und gelangt als diffuse Strahlung an der Erdoberfläche. Im Winter kann es zu höheren Lux-Werten aufgrund der 80-85%igen Schneereflection kommen.

PARAMETRISCH MODELLIEREN

Mit Hilfe algorithmischer Definitionen war es möglich, Problemstellen viel schneller zu lösen und komplexere geometrische Formen zu generieren. Parametrisch bestimmte Stellen in meiner Geometrie sind unter anderem, die Hyperbel, die Flächentragwerke und die ETFE-pneumatischen Kissen, sowie die Wendeltreppe die um eine schiefe Achse generiert wurde.

Die Entstehung des Entwurfs ähnelt der mathematischen Problemlösungsalgorithmik Backtracking (Rückverfolgung-erreichte Teillösungen werden versucht zu einer Gesamtlösung aufzubauen), da raumklimatische, geophysikalische und konstruktive Aspekte in ihrer Gesamtheit betrachtet und stets aufeinander abgestimmt wurden.

Anbei einige Grasshopper - Definitionen die für die Gesamtgeometrie relevant waren. In Abbildung 65 kommt eine gescriptete Komponente vor. Diese löst die Schnittstellen für ein input von offenen Kurven auf einer doppelt-gekrümmten Fläche. Dadurch konnte ich die Verbindung des inneren Fassadengerüsts mit dem Äußeren realisieren.

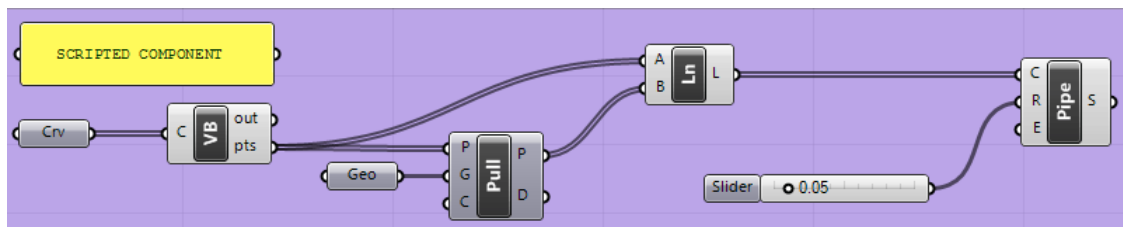
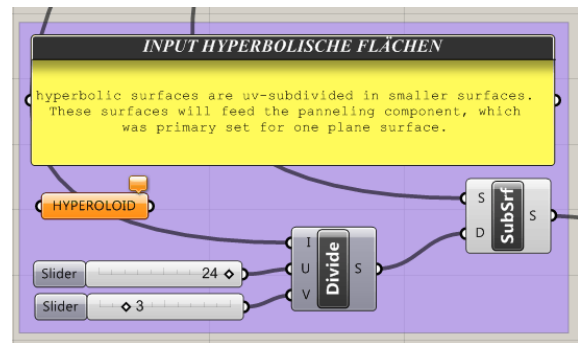


Abb. 65: gescriptete Komponente für die Fassadenkonstruktion

Abbildung 67 zeigt die Definition für das Flächentragwerk, die die Hotelzimmer umgrenzen. Der Input für diese Definition ist eine Subfläche der ursprünglich generierten Hyperbel. Die Subfläche wird über die getrimmten Erzeugende mit *closed loft* neu konstruiert. Danach wird die Loft-Fläche über eine UV-Subdivision in Flächen approximiert. Abbildung 66 zeigt, dass die Unterteilung über zwei Schieberegler kontrolliert ist, die infolgedessen auch die Geschmeidigkeit der rekonstruierten Hyperbelfläche bestimmen. Dieses geometrische Approximieren der Hyperbel aus Flächen ist nötig, weil die *Surface Panel* - Definition aus der Abbildung 67 Flächen nur ebene Flächen als Inputgeometrie erkennt.

Die *Surface Panel* - Definition enthält Wavebird - Komponenten. *Wavebird - Topological Mesh Editor* ist ein Plug-in für Grasshopper - Rhino über den topologische Flächenverbände aus Polygonen editiert werden können. Wavebird beinhaltet viele der bekannten



Subdivisionsmethoden die auf beliebige Polygonnetzwerke für Formenrekonstruktionen angewendet werden können. Die Endform meines Flächentragwerkes wird über *Catmull-Clark Smoothing* erzeugt. Diese Unterteilungsmethode wurde zuerst in 1978 von Edwin Catmull und Jim Clark angewendet und baut auf einer Polygonnetzbasierten rekursiven Subdivision auf, wobei das resultierende Mesh immer aus Vierecksflächen besteht. Um die Planität der resultierenden Flächen zu erhöhen hätte man die Sierpinsky Dreiecksunterteilung auch anwenden können, allerdings entstanden dabei mehrere Ungenauigkeiten in der generierten Form.

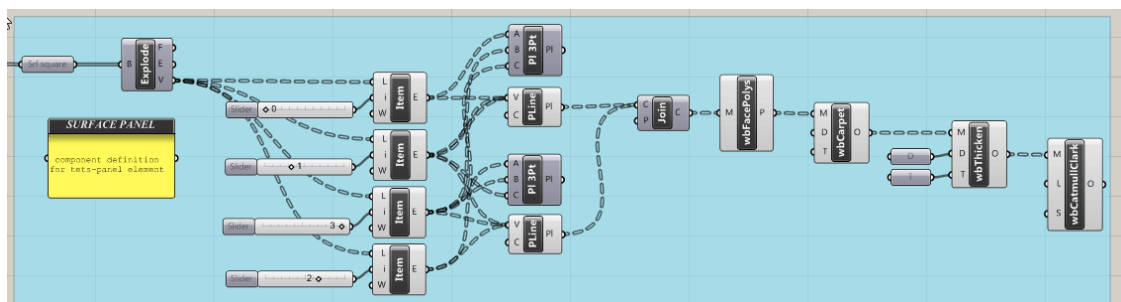


Abbildung 67: Definition Komponente für das Flächentragwerk

Folgend wird die Erzeugung der Hyperbelflächen erklärt, die als Basiskonstrukt für die Gesamtgeometrie dienen. Sämtliche geometrische Entscheidungen bauen im Nachhinein auf diese Form auf. Abbildung 39 zeigt den ersten Teil der Defintion, über den man die Erzeugende kontrolliert. Die Mantellinie wird dann weiter mit den Basiskreisen in Verbindung gesetzt. Der Radius dieser Kreise ist ebenfalls über Schieberegler veränderbar, ebenso wie die Geschmeidigkeit der Fläche. Die Input-Geometrie für die Erzeugung der Hyperboloide ist die Rotationsachse und ein Punkt für den Erzeugenden-Kontroller.

Betrachtet man nun den Gesamtentwurf als geometrisches Gebilde erkennt man, dass viele Entwurfsentscheidungen und Herangehensweisen auf den Forderungen und dem intellektuellen Überbau des Parametrismus von Patrik Schumacher basieren. Das Einbetten parametrischer Definitionen in das 3D-Gesamtkonstrukt eröffnete mir neue gestalterische Freiheitsgrade im Sinne einer hoch artikulierten architektonischen Ordnung. Wie auch Schumacher ausführt, möchte ich ebenfalls unterstreichen, dass die parametrisch bestimmte, gestalterische Freiheit nicht nur als Mittel für die Ästhetik funktioniert, sondern in erster Linie um Lebensprozesse abzubilden (siehe Kapitel meteorologische Architektur), die soziale Kommunikation einzurahmen und selbst eine Form von Kommunikation ist. Zusätzlich lassen sich komplexe statische Konstrukte leichter definieren und die Konstruktion kann sogar zum ästhetischen Element mutieren. Ich behaupte nicht mit meinem Entwurf die perfekte, nachhaltige Lösung für den Standort definiert zu haben, jedoch können bauphysikalisch relevante Entscheidungen dank der algorithmischen Modellierung leichter im Entwurf eingebettet werden, ohne dabei auf die Ästhetik oder die Bauphysik zu verzichten. Algorithmen schafften Ordnung im gesamten Entwurfsprozess und übersetzten scheinbar willkürliche Formen in zersetzbare, montagefertige Konstrukte. Mit meinem Entwurfsvorschlag bewirke ich ein Zusammenspiel von Ästhetik, Statik und Bauphysik. Die Architektur die ich kreierte ist nicht nur bedacht auf das äußeren oder inneren Erscheinung, sondern schafft zugleich eine Bühne für künstlich induzierte klimatische Innenraumprozesse. Diese Innenraumprozesse werden infolgedessen über die statische Konstruktion komplementiert. Um die Gesamtkonstruktion zu ergänzen, wurde die Fassade vielleicht nicht besonders günstig was die Konstruktion betrifft, aber sicher wirkungsvoll sowohl visuell, wie auch energetisch. In diesem Sinne, kann ich behaupten, dass mein Entwurf Schumachers Aussage über die Verbindung von Parametrismus und "nachhaltige Architektur" nur unterstreicht.

LITERATURVERZEICHNIS

Bücher und Zeitschriften:

CHEW, F. Allen 2002 White Death: The Epic of the Soviet-Finnish Winter War, Michigan State University Press

DETAIL; 2007.12 Watercube – Nationales Schwimmzentrum in Peking PTW Architects, Institut für Internationale Architektur Dokumentation GmbH & Co. KG, München

DETAIL; 2010.11 Geschäftshaus in Lausanne by B+W architecture, Institut für Internationale Architektur Dokumentation GmbH & Co. KG, München

DETAIL green; 2011.01 Heizen und Kühlen mit Wärmepumpen, Institut für Internationale Architektur Dokumentation GmbH & Co. KG, München

DETAIL green; 2011.02 Raumklimatische Systeme im Vergleich, Institut für Internationale Architektur Dokumentation GmbH & Co. KG, München

HILL, Jonathan 1912 Weather architecture, Routledge Verlag, London

JUTIKKALA, Eino; **PIRINEN**, Kauko. 1979 A History of Finland, Heinemann, London; 2nd edition (1979)

JORMAKKA, Kari: 2007 Geschichte der Architekturtheorie, 3.Aufl., Verlag Selene

KOJA, Stephan 2005 Nordlicht-Finnlands Aufbruch zur Moderne 1890-1920; Ausstellungskatalog. Prestel Verlag München

KUNG, Thomas; 2002 2009 Buckminster Fuller Anthology for a new Millennium, Edition St. Martin's Griffin, New York

MAHDAVI, Ardeshir; 2007 Bauphysik und Humanökologie, Vorlesungsskript, Wien

PFOSER, Andrea; **EKLUND**, Tom 2011 Polarlichter - Feuerwerk am Himmel, Oculum Verlag, Deutschland

POOLE, Scott 1992 Die neue finnische Architektur, Rizzoli International Publications, Inc., New York

SCHNEIDER, Ulrich; 2006 Holz - Schriftenreihe des Instituts für Holzbau und Technologie, TU Wien

SAÏD, M. N. A.; 2006 Literature Review: Building Envelope, Heating, and Ventilating Practices and Technologies for Extreme Climates, Institute for Research and Construction, Canada

UMWELTSTIFTUNG WWF, 1984 Unser Wald muss leben, Pro-Terra Verlag

VOSS, Karsten und **MUSALL**, Eike; 2011 Nullenergiegebäude, Institut für Internationale Architektur Dokumentation GmbH & Co. KG, München

Internetquellen:

ARCHMEDIUM; ArchMedium Student Competitions 2012
[http://en.archmedium.com/Concursos/End_OBA/Results.php] am 18.03.2012

BAUKULTUR; 2011 Einladung zum Informations- und Diskussionsabend
[http://www.aiv-magdeburg.de/aiv04_aktuelles/einladungen/2011_12_Info_Filmabend_Einladung.pdf]

CENO TEC; 2012 ETFE-Folien [http://www.sattler-ag.com/sattler-web/static/media/pdf/Download_ETFE-Folien.pdf] am 28.08.2012

CODY, Brian; Energy Efficiency in urban design and architecture - Form follows energy; Lecture, Vienna 2009
[http://www.wohnbauforschung.at/Downloads/Presentation_Cody.pdf] am 10.10.12

LAGIOS, NIEMASZ, REINHART: Animated Building Performance Simulation - Linking Rhinoceros/Grasshopper with Radiance/Daysim, 2010, Cambridge
[<http://www.gsd.harvard.edu/research/gsd-square/Publications/DaylightingAnalysisInRhinoAndGrasshopper.pdf>]
am 10.01.12

MERO-TSK; Mero Knotensysteme

[<http://www.mero.de/knotensysteme.html>] am 10.10.2012

MORAVÁNSZKY, Ákos; 2010 Meteorologische Architektur, TEC21 S 42-43, Schweiz

[<http://www.nextroom.at/periodical.php?id=15511&inc=artikel>] am 17.07.2012

RAHM, Philippe; Vorlesung Meteorological architecture

[<http://www.youtube.com/watch?v=RLBCRhYIXZQ>] am 17.07. 2012

RAHM, Philippe, 2012 Lecture Series on the San Francisco campus of California

College of the Arts - [<http://www.youtube.com/watch?v=RLBCRhYIXZQ>] am 17.07. 12

REGULATIONS AND GUIDELINES FINNLAND 2010

D2 - Indoor Climate and Ventilation of Buildings

[http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/fin27_t.pdf] am 09.08.2012

REGIONAL COUNCIL OF LAPLAND; 2012 Das Nordlicht

[http://www.laplandfinland.com/Deutsch/Erlebnishreiches_Lapland/Vier_Jahreszeiten/Winter/Polarnacht.iw3] am 30.03.12

SCHMID, Gerd; 2009 Neues Bauen mit ETFE-Folien

[http://www.sattler-ag.com/sattler-web/static/media/pdf/AB_Archiv_des_Badewesens_-_Baederbau_-_Neues_Bauen_mit_ETFE-Folien_Teil_2_-_aus_AB_-_Aug_5-2009.pdf] am 28.08.2012

SCHUMACHER, Patrik; 2009 Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design -

[<http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametrismus%20%20-%20Der%20neue%20International%20Style.htm>] am 05.10.12

STATISTICS FINNLAND; 2012 [<http://www.stat.fi>] am 17.03.2012

WOLFE Cary; 2006 Lose the Building: Systems Theory, Architecture, and Diller+Scofidio's *Blur*

[<http://www.carywolfe.com/16.3wolfe.html>] am 05.10.2012

THE FINNISH SOCIETY OF FOREST SCIENCE; 2010 Combined Occurrence of Wind, Snow Loading and Soil Frost with Implications for Risks to Forestry in Finland

under the Current and Changing Climatic Conditions

[<http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf45/sf451035.pdf>] am 28.08.2012

VLADYKOVA, Petra; 2011 An energy efficient building for the Arctic climate, DTU Civil Engineering, Denmark am 17.07.2012

[<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r243.pdf>]

WÄRMEFLUSS - [[http://www.geo.tu-](http://www.geo.tu-freiberg.de/tektono/interactivescripts/heatflow.htm)

[freiberg.de/tektono/interactivescripts/heatflow.htm](http://www.geo.tu-freiberg.de/tektono/interactivescripts/heatflow.htm)] am 28.08.12

Internetquellen WIKIPEDIA 2012:

W1 - [http://de.wikipedia.org/wiki/KaltgemäÙigtes_Klima](http://de.wikipedia.org/wiki/Kaltgem%C3%A4%C3%9figtes_Klima) 27.08.12

W2 - <http://en.wikipedia.org/wiki/Rovaniemi> 20.08.12

W3 - <http://de.wikipedia.org/wiki/Bodenhorizont> 28.08.12

W4 - [http://de.wikipedia.org/wiki/Moräne](http://de.wikipedia.org/wiki/Mor%C3%A4ne) 28.08.12

W5 - <http://de.wikipedia.org/wiki/Fortsetzungskrieg> 28.07.12

W6 - <http://de.wikipedia.org/wiki/Laplandkrieg> 28.07.12

W7 - http://de.wikipedia.org/wiki/Sanfter_Tourismus 06.09.12

W8 - <http://de.wikipedia.org/wiki/Westwindzone> 06.05.12

W9 - <http://de.wikipedia.org/wiki/Finnland> 06.05.12

W10 - http://en.wikipedia.org/wiki/Sendai_Mediatheque 10.10.12

W11 - <http://de.wikipedia.org/wiki/Wärmerückgewinnung> 12.07.12

Abbildungsverzeichnis

Abb. 01	Ausblick Ounasvaara bei Aurora Borealis - Quelle: ArchMedium
Abb. 02	Rovaniemi - Lokalisierung Europakarte und Klimakarte
Abb. 03	Klimadiagramm der Niederschlagsmenge in Rovaniemi
Abb. 04	Temperaturdiagramm in Rovaniemi
Abb. 05	Rendering bei Aurora Borealis
Abb. 06	Aurora Borealis / Polarlichter am Nordpol
Abb. 07	Blick vom Ounasvaara Hügel auf die Innenstadt; Quelle: Panoramio - Jusba
Abb. 08	Reindeer Antler Plan von Alvar Aalto, 1946
Abb. 09	Lageplan ABAO - Gebiet und topographische Systemskizze
Abb. 10	Hundeschlitten Ounasvaara Hügel Quelle: Panoramio
Abb. 11	Belvedere-Turm im tiefen Winter am Ounasvaara Hügel by Icepick
Abb. 12	Ausblick vom Ounasvaara Hügel (Bauort) Richtung SW
Abb. 13	Diller und Scofidio - Blur Installation
Abb. 14	Diller und Scofidio - Blur Installation
Abb. 15	Blick in die Landschaft von der Hotelebene - Rendering
Abb. 16	Buckminster Fuller - Globus über Manhattan
Abb. 17	Systemschnitt oberirdischer Teil - klimatische Zonierung - Schnittrendering
Abb. 18	Systemschnitt unterirdischer Teil - klimatische Zonierung - Schnittrendering
Abb. 19	Observatorium - Hotel - schematische Vertikalverteilung von Funktionen
Abb. 20	Digestible Gulf Stream - Philippe Rahm Architects
Abb. 21	Temperatur - Funktionsdiagramm für den oberirdischen Teil
Abb. 22	Observatorium - Hotel - schematische Vertikalverteilung von Funktionen
Abb. 23	Hotel Daniel in Wien - Grundriss und Innenansicht - Scans Detail Zeitschrift
Abb. 24	Citizen M Hotel in Amsterdam - Grundriss, Schnitt, Innenansicht - Homepage
Abb. 25	Systemschnitt - ohne Maßstab
Abb. 26	Systemgrundriss unterirdischer Teil - Pläne ohne Maßstab
Abb. 27	Rendering Platzierung im Wald auf Wasserfläche
Abb. 28:	Rendering Zugang oberirdischer Teil - Helix - Treppe

Abb. 29	Rendering Fenster in die Natur - Blick von außen
Abb. 30:	Rendering Fenster in die Natur - Blick von Innen
Abb. 31	Renderings unterirdisches Foyer bei unterschiedlichen Lichtstimmungen
Abb. 32	Systemschnitt Iglu
Abb. 33	Wassertempel Tadao Ando
Abb. 34	Tagesrendering im Winter bei Aurora Borealis - Haupteingang
Abb. 35	Chinesische Nationalzentrum für Darstellende Künste - Paul Andreu
Abb. 36	Innenrenderings - Oper und Observatorium - die sich nach außen richten
Abb. 37	Innenrenderings Wellnessbereich bei Aurora Borealis
Abb. 38	Innenrenderings Wellnessbereich bei Aurora Borealis
Abb. 39	ursprüngliche NURBS-Fläche - Screenshot Rhino
Abb. 40	optimiertes Polygonnetzwerk mit EvoluteTools LITE for Rhino
Abb. 41	BSH - Sonderbauteile - http://www.pabst-holz.com/bsh-sonderbauteile.22.html
Abb. 42	Toyo Ito's Mediathek in Sendai - Axonometrie und Mustergrundriss
Abb. 43	Konstruktionsaufbau Hyperbelschale
Abb. 44	Grundriss Wellness - Ebene Rendering Seitenansicht - STÜTZEN
Abb. 45	Grundriss Hotel - Ebene Rendering Seitenansicht - FLÄCHENTRAGWERK
Abb. 46	Grundriss Restaurant - Ebene Seitenansicht - PFEILERFUNDAMENTE
Abb. 47	Explosionszeichnung Konstruktionsaufbau (ohne Maßstab)
Abb. 48	Eiskaverne/ Rendering von der Restauranteben
Abb. 49	Seitenansicht - Verlauf erstes FACHWERK im Fassadenaufbau
Abb. 50	Draufsicht - Gegenlauf zweites FACHWERK im Fassadenaufbau
Abb. 51	Seitenansicht - innere Stahlrohrkonstruktion
Abb. 53	Darstellung Rohrsegmente der äußeren Fassadenschicht
Abb. 54	Verbindungselemente der inneren und äußeren Fassade - Mero Homepage
Abb. 55	Verbindungselemente der inneren und äußeren Fassadenrohrschicht
Abb. 56	Verbindungselemente der inneren und äußeren Fassadenrohrschicht Rendering
Abb. 57	Fassadenschnitt Maßstab 1:30
Abb. 58:	Detailausbildung Anbindung Membrankissen an Stahlkonstruktion
Abb. 59:	Kontrollierte Lichtdurchlässigkeit über die positiv-negative Bedruckung

Abb. 60	Windtunnel Analyse bei ETFE Fassade
Abb. 61	Windtunnel Analyse glatte Fassade
Abb. 62	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung WINTER
Abb. 63	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung SOMMER
Abb. 64	Außenrendering mit den undurchsichtigen Flächen an der Innenfassade
Abb. 65	gescriptete Komponente für die Fassadenkonstruktion
Abb. 66	Definition Komponente für das Flächentragwerk 1
Abb. 67	Definition Komponente für das Flächentragwerk 2
Abb. 68	Controller Erzeugende Hyperboloid
Abb. 69	Controller Basisradien Hyperboloid
Abb. 70	Grasshopper Definition für das Flächentragwerk