

E Mare Libertas

eine vertikale Siedlung auf hoher See
a vertical settlement at sea



Abb. o.1.1. *Titelbild Visualisierung "E Mare Libertas"*

MASTER- / DIPLOMARBEIT

E Mare Libertas

eine vertikale Siedlung auf hoher See
a vertical settlement at sea

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

Manfred Berthold, Prof Arch DI Dr

E253 - Institut für Architektur und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

Alexander Nikolas Walzer, BSc.
Matr. Nr. 00926132

A 1230 Wien
Jochen-Rindtstrasse 20/11/4

+ 43 676 480 46 98
alex.walzer@hotmail.com

Wien, am 28.03.2018
Datum

Unterschrift



Abb. o.1.2. Visualisierung "E Mare Libertas" Perspektive nach innen



Abb. 0.1.3. Visualisierung "E Mare Libertas" Aussenperspektive

1. Abstrakt

E Mare Libertas

Während die Weltbevölkerung anwächst und sich die Städte üblicherweise in die umliegenden Gebiete ausdehnt, oder aufgrund statischer Infrastruktur zu hohe innerstädtische Dichten bildet, stellt sich die Frage welche Alternativen wir spätestens nach Erschöpfung der Landreserven haben. Das vorgeschlagene Projekt mit dem Titel „E Mare Libertas“ (Latein, zu deutsch etwa „Freiheit aus dem Meere“)* sieht ein Szenario einer vertikal verdichteten Siedlung im Hafen von Singapur vor, ein Staat der bereits 92% seiner bebaubaren Landflächen ausgenutzt hat und gezwungen ist künstliches Land neu aufzuschütten.

Die Schaffung von Freiflächen auf dem Wasser, die Idee der energetischen Selbstversorgung, ein modulares Konstruktionssystem und die Einbeziehung von Privatsphäre stellen gestalterische Herausforderungen dar, die sich im Spannungsfeld von Dichte und Freiheit sehr extrem ausdrücken.

Mit dieser Arbeit versucht der Autor die Problematik der demografischen Zukunft im städtebaulichen Maßstab aufzuzeigen und in einen Lösungsvorschlag für die Bebauung der restlichen 70% der Weltoberfläche einzubetten.

* „E Mare Libertas“ ist das nationale Motto und der Name der Nationalhymne der Mikronation Sealand in der Nordsee auf einer ehemaligen Seefestung vor der Küste Großbritanniens.

1. Abstract

E Mare Libertas

As the world population grows and cities usually expand into the surrounding areas, or because of static infrastructure form way too high urban densities, the question arises what alternatives we have at the latest after exhaustion of land reserves. The proposed project entitled „E Mare Libertas“ (Latin, for „Freedom from the Sea“) ** provides a scenario of a vertically packed settlement in the port of Singapore, a state that has already exploited 92% of its building land and that is forced to create new land artificially.

The creation of open spaces on the water, the idea of energetic self-sufficiency, a modular construction system and the inclusion of privacy represent design challenges that are playing extremely with the tension between density and freedom.

With this work, the author tries to point out the problem of our demographic future on an urban scale and to embed it in a proposal for the development of the remaining 70% of the world surface.

** „E Mare Libertas“ is the national motto and the name of the national anthem of the Micronation Sealand in the North Sea, on a former naval fort off the coast of Great Britain.

Inhaltsverzeichnis

o. Deckblätter	
1. Abstrakt (de/en)	6-7
2. Einleitung	10-11
2.1. Persönliche Motivation	10
2.2. Vorgesdanken zum Projekt	11
3. Situationsanalyse	12-15
3.1. Bevölkerungsentwicklung	12-13
3.2. Bevölkerungsdichte	12-13
3.3. Baulandreserven	14-15
3.4. Fallstudie Singapur	14-15
4. Ziel der Arbeit	16-17
5. Material und Inspiration	18-23
5.1. Siedlungen auf See	18-19
5.2. Metabolismus in Japan	20-21
5.3. Typologie Modulares Bauen	22-23
6. Diskussion	24-27
6.1. Typologie Doppelhochhaus	24-25
6.2. Hortitecture	26-27
7. Konzept	28-29
7.1. Korallenwachstum	28
7.2. Porosität	29
8. Verortung	30-43
8.1. Klimatische Bedingungen	30-37
8.2. Schiffsverkehr	38-39
8.3. Bauplatz	40-43
9. Methodik	44-59
9.1. Formfindung, (digitales) Wachstum	44
9.2. Conway's Game of Life	45
9.3. Game of Life in 3D / 4D	46-47
9.4. Formstudien	48-51
9.5. Evolution	52-53
9.6. Ansichten	54-55
9.7. Räumliche Entfaltung	56-57
9.8. Translation in EML	58-59

10. Entwurf		60-89
10.1.	Perspektiven	60-65
10.2.	Zugang, Landungsbrücke	66-67
10.3.	Erschliessungskonzept	68-69
10.4.	Nutzungskonzept	70-75
10.5.	Infrastruktur	76-77
10.6.	Statik Vorentwurf	78-83
10.7.	Konstruktion	84-85
10.8.	Modul / Kern	86-89
11. Resultat		90-135
11.1.	Bauetappen	90-91
11.2.	Ansichten	92-93
11.3.	Schnitte	94-97
11.4.	Ausschnitt	98-101
11.5.	räumliche Flexibilität	102-103
11.6.	Fassadenschnitt	104-105
11.7.	Grundrisse	106-113
11.8.	Schaubilder	114-124
11.9.	Modellfotos	126-135
12. Conclusio		136-137
12.1.	Zusammenfassung	136
12.2.	Ausblick	136
13. Quellenverzeichnisse		138-141
13.1.	Abbildungsverzeichnis	138-140
13.2.	Quellenverzeichnis	141
14. Appendix		142-143
14.1.	Danksagung	142
14.2.	Lebenslauf	143

2. Einleitung

2.1. Persönliche Motivation

Während einiger persönlicher Reisen ins teilweise dicht besiedelte Südostasien fiel mir auf, dass Städte und Siedlungen dort mancherorts zersiedelt oder extrem verdichtet sind, wir aber recht bald keinen neuen Baugrund mehr haben werden.

In Städten wie Singapur, Dubai und Hong Kong zwingt die steigende Bevölkerung und der teilweise sehr akute Mangel an verfügbaren Bauland sogar zur Aufschüttung von neuem Land in den Meeren. Diese Lösungen möchte ich in meiner Diplomarbeit gerne anders andeuten und eine Alternative anbieten, inspiriert von prähistorischen Pfahlbauten am Bodensee, bin ich überzeugt, dass wir zu einem gewissen Zeitpunkt keine andere Möglichkeit haben werden als die Seen und Meere (wieder) zu besiedeln.

Speziell im Rahmen der Diplomarbeit möchte ich mir die Freiheit nehmen, wirkliche Probleme, die wir als Menschen demnächst immer mehr erfahren werden, zu adressieren und zur Diskussion anzuregen wie man mit der Natur umgeht.

Mit dieser Arbeit möchte ich aufzeigen wie selbstversorgendes Leben und verdichtetes Wohnen in einer vertikalen Siedung auf dem Wasser, am Beispiel im Hafen von Singapur, aussehen könnte.

Eine Enklave? Ein Paradies?

2.2. Vorgedanken zum Projekt

Das grundlegende Entwurfskonzept von Modularität und Verschachtelung, und das Denken in Bauetappen anstatt einer reinen und finalen „Fertigstellung“ war mir von Anfang an wichtig, auch wenn es mir noch nicht klar war in welchem Massstab diese Elemente oder Gedanken Einzug in den Entwurf finden werden.

Meine ersten Entwürfe basierten auf Modulen, ähnlich wie 2D Tetris Elemente, die gestapelt werden sich jedoch nicht total verschränken müssen. Die hohe Porosität und das Potenzial der Selbstverschattung der geschaffenen Freiräume auf den Decken der darunter liegenden Module. In einer exponierten Lage auf hoher See zu bauen, reguliert das umgebende Wasser die Temperatur am Gebäude selbst, da es nicht von warmen, oder sogar heißen innerstädtischen Betonoberflächen umgeben ist und frei von Luft umspült werden kann. Auch kann das Wasser an sich als Kühlmedium angesehen werden, das Wärme von der Struktur abführt.

Mit der Fallstudie Singapur habe ich einen Stadtstaat mit unglaublich hoher Dichte vorgefunden, die relativ geringe Wassertiefe im Kanal von Singapur und die hohe Lufttemperatur luden ein, sich der Idee eines Leichtbauhochhauses zu widmen - als „grünes“ Pioniergebäude für eine Zukunft auf dem Wasser.

3. Situationsanalyse

3.1. Bevölkerungsentwicklung

Die momentane Weltbevölkerung (2015) beträgt rund 7.5 Milliarden Menschen. Das entspricht 7500 Millionen oder 4000 mal die Einwohner Wiens. Manche Studien sagen eine quasi Verdoppelung der Weltbevölkerung für die nächsten 100 Jahre voraus mit einem durchschnittlichen Wachstum von 80 Millionen Menschen pro Jahr (das entspricht circa der Einwohnerzahl Deutschlands / Jahr).

3.2. Bevölkerungsdichte

Die heute grössten Agglomerationen der Welt haben bereits mehr als 30 Millionen Einwohner, so z.B.: Tokyo, Kairo, Mexiko City, welche als Megapolis und nicht mehr als Metropolis zu verstehen sind. Diese und andere Städte werden künftig weiterhin wachsen bis sie an natürliche Grenzen stossen wie z.B. Knappheit an verfügbarem Bauland.

Wien hat eine Bevölkerungsdichte von rund 4500 Personen / km², der am dichtesten besiedelte Staat der Welt ist Macau mit circa 21.000 Personen / km², gefolgt von Monaco mit 15.000 Personen / km² und Singapur mit 9000 Personen / km².



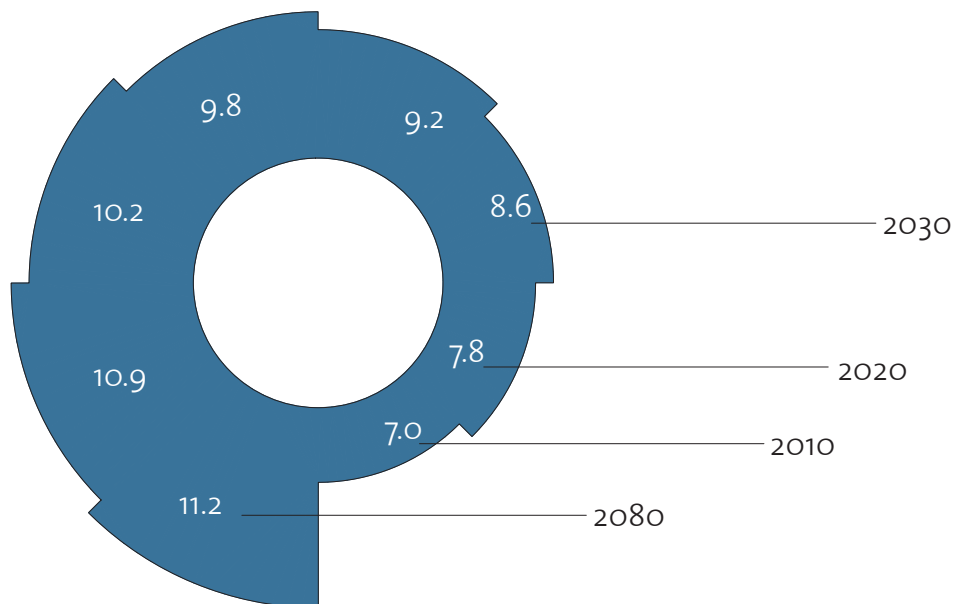


Abb. 3.1.1. Infographik Weltbevölkerung

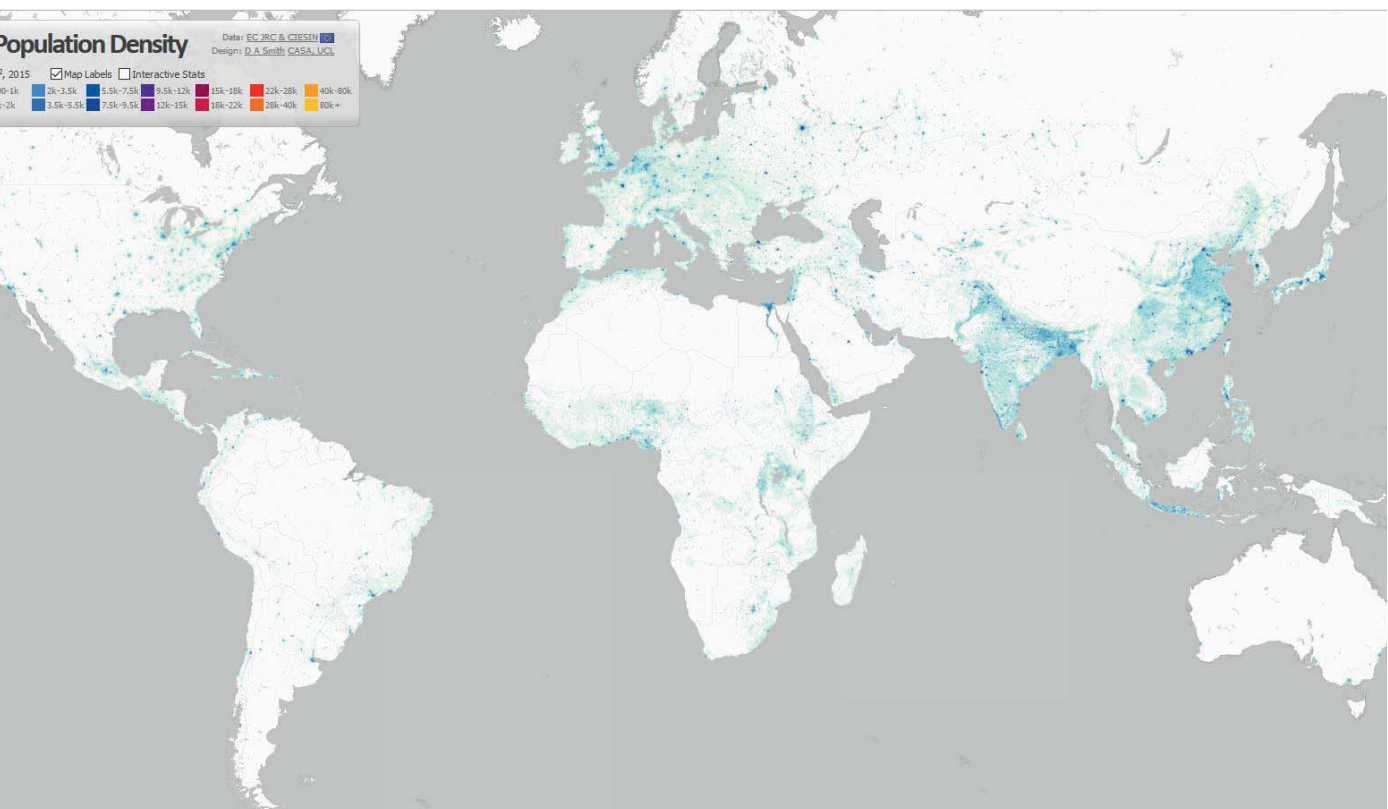


Abb. 3.2.1. Weltbevölkerungsdichte (von weiss bis gelb über blau und grün), 2017

3. Situationsanalyse

3.3. Baulandreserven

.. in der Raumplanung für das Wachstum einer Stadt vorgesehenes Freigelände.

Ich würde die Rechnung jedoch aus der globalen Sicht beleuchten:

Die Gesamtfläche der Erde beträgt 510.000.000 km²:

70,7 % Wasserfläche

29,3% Landflächen

davon 9,6% landwirtschaftlich genutzte Fläche

und 7,9% bewaldetes Gebiet

Insgesamt stellen also nur 11,8% der Erdoberfläche bebaubares Land dar.

3.4. Fallstudie Singapur

Singapur stellt eine der dichtesten besiedelten Staaten der Welt dar.

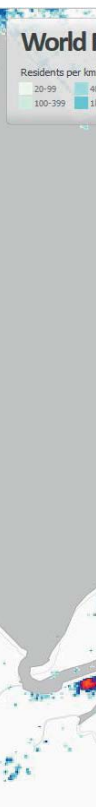
es umfasst eine Fläche von nur circa 721 km², die wie folgt aufgeschlüsselt sind:

92% bebaute Fläche

5% bewaldetes Gebiet

3% landwirtschaftlich genutztes Gebiet

Die Fläche Singapurs soll durch künstliche Landgewinnungsmassnahmen in den kommenden Jahren bis auf 800km² anwachsen.



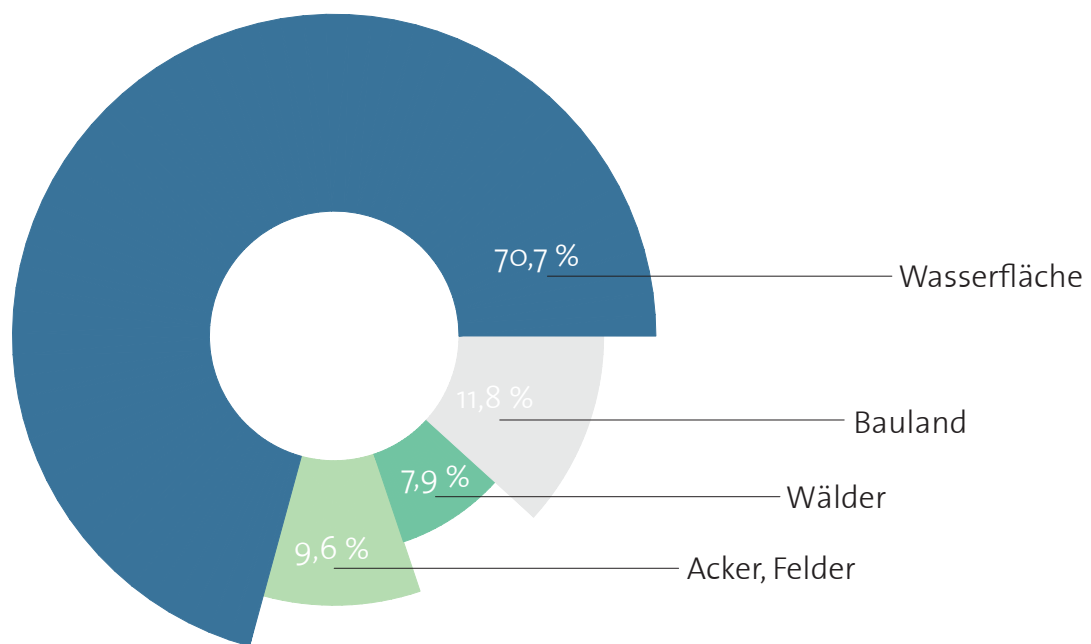


Abb. 3.3.1. Infographik Weltoberfläche

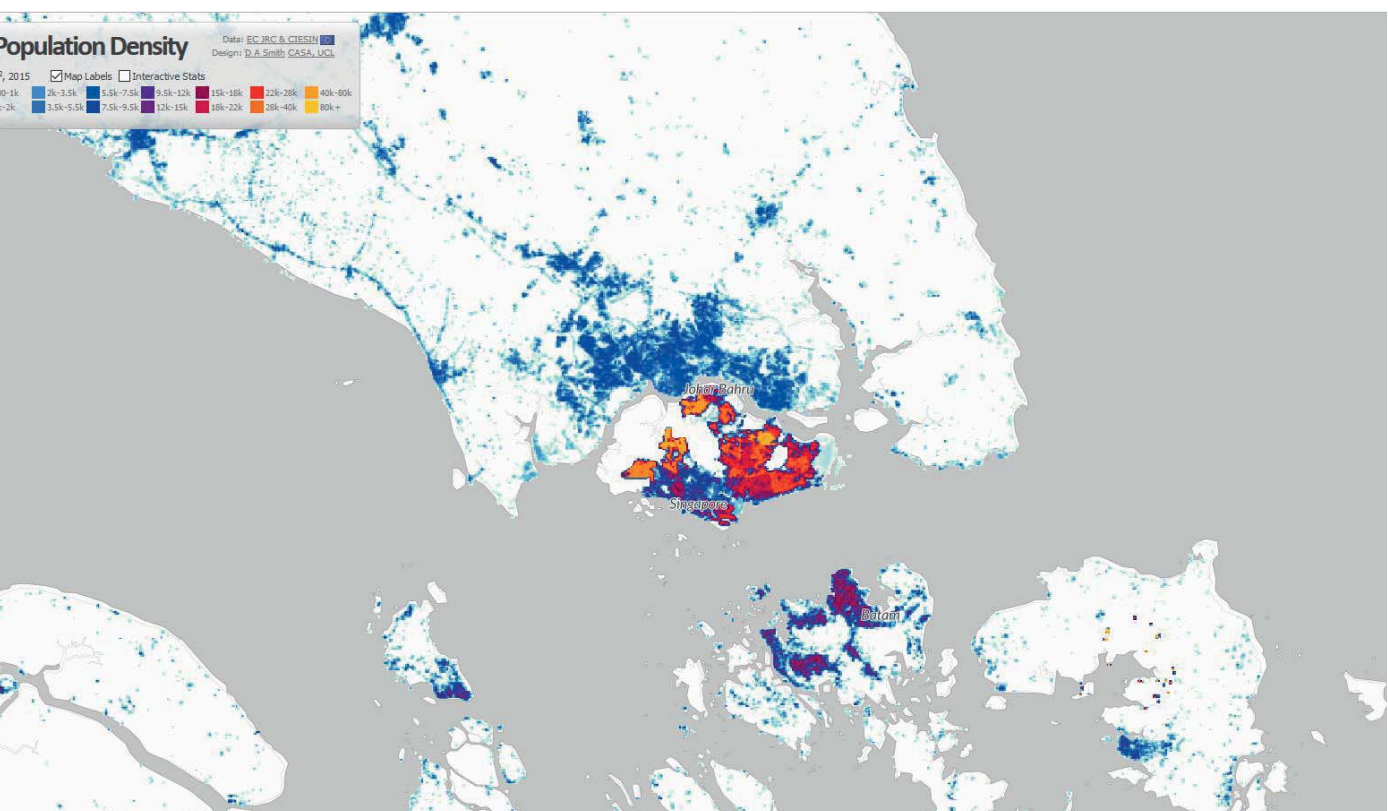


Abb. 3.4.1. Weltbevölkerungsdichte (von weiss bis gelb über blau und grün), 2017

4. Ziel der Arbeit

Eine prototypische Architektur als Grundlage für ein radikal neues vertikales Siedlungsdenkmal für die restlichen 70% der Erdoberfläche, ein Gebäude - gewachsen wie eine Koralle.

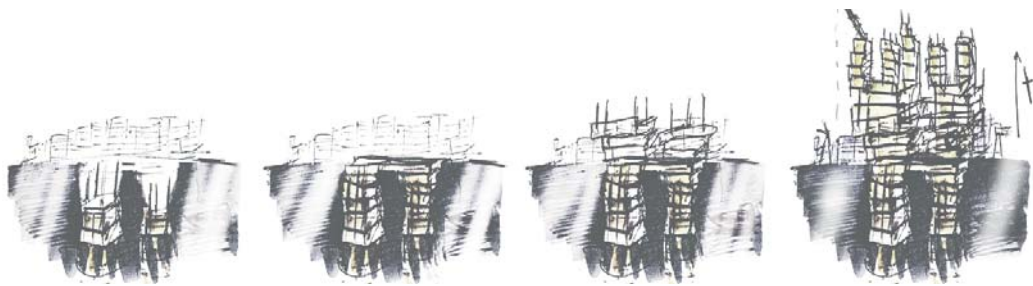


Abb. 4.1. *Konzeptskizze der Bauetappen*

5. Material und Inspiration

5.1. Siedlungen auf See

Es gibt doch eine kleine Anzahl an Siedlungen oder sogar Städten und Mikronationen auf dem Wasser: Diese sind oft auf dicht bebauten Inseln angesiedelt wie zum Beispiel Santa Cruz del Islote in Kolumbien mit 1200 Einwohnern auf nur 0.01 km² was es zur am dichtesten Besiedelten Insel der Welt macht. Beispiele von Pfahlbauten finden sich in Afrika wie zum Beispiel die Nation Benin, in dessen Quartier Ganvie rund 3000 Gebäude aufgefahlt stehen und 20-30.000 Einwohner beheimatet, weitere Beispiele von Pfahlbauten finden sich am Bodensee und in Indonesien. Diese Kommunen leben oft vom Fischen, Tourismus oder Handel.

Beispiele schwimmender Städte sind das Halong Bay Floating Village in Vietnam, (1000 Einwohner) und Ko Panyi in Thailand (2000 Einwohner), das sogar einen schwimmenden Fussballplatz beherbergt, der von Kindern aus altem Treibgut gebaut wurde. Weitere schwimmende Siedlungen befinden sich in Peru und Myanmar. Bekannte grössere Siedlungen inkludieren natürlich auch Venedig und Lindau, vielleicht weniger bekannt sind Mexicaltitan, Mexiko und Flores in Guatemala.

Ein eher vertikales, zeitgenössisches oder auch technologisches Beispiel einer Pfahlbau-Siedlung im Wasser stellen Ölplattformen dar, die um die ganze Welt verteilt anzufinden sind, bis zu 600 Meter hoch (Petronius) und beherbergen oft mehrere hunderte Leute, es gibt mehrere hunderte Ölplattformen weltweit.

Diese sind entweder am Boden verankert (bei geringerer Wassertiefe), schwimmend oder im Wasser schwebend und wiegen bis zu mehreren hundert tausenden Tonnen. Die Konstruktionsweise ist oft ein Mix aus Fertigteilen, die dann an Ort und Stelle gefügt werden (schweißen, nieten, schrauben). Erreicht werden die Plattformen meist per Boot aber oft auch per Helikopter.





Abb. 5.1.1. Rekonstruktion der Pfahlbauten am Bodensee (Unteruhldingen), 2015



Abb. 5.1.2. Ölplattform im Ozean, 2016

5. Material und Inspiration

5.2. Metabolismus in Japan

Von „Metabolismus“ wie in lebenden Organismen, die Idee architektonische Megastrukturen mit organisch biologischem Wachstum zu vereinen.

Architekten, Designer und Stadtplaner prägten diesen japanischen Architekturstil nachdem sie sich 1959 auf dem CIAM Kongress getroffen hatten. Der Begriff basiert auf der Idee des Stoffwechsels als symbolischen und essentiellen Austausch von Material und Energie zwischen einem Organismus und der Aussenwelt und einem regelmässigen Ersetzen des «Alten» durch «Neues». Es wurde versucht, den organischen Lebenszyklus von Geburt und Wachstum einer Stadt auf Architektur zu übertragen. Damit gemeint waren flexible, erweiterbare Grossstrukturen, vergleichbar mit dem Stamm und den Ästen eines Baumes, an denen Baumodule, vergleichbar mit den Blättern eines Baumes, ausgetauscht werden konnten. Einige der Entwürfe integrierten Verkehrsinfrastrukturen wie Strassen oder Aufzüge wie die Adern eines Organismus.

Nach Auffassung der Metabolisten reichten die bisher gültigen Gesetze von Form und Funktion nicht mehr aus und künftige gesellschaftliche Anforderungen erforderten stetigen Funktions- und/oder Formwandel. Die Ergebnisse wurden in Projekten wie schwimmende Städte am Meer, Turmstädten usw. präsentiert. Bekannte Beispiele dieser Nachkriegsströmung waren unter anderem der Nagakin Capsule Tower in Tokio, die Überbauung des Hafen von Tokio, die Expo 1970 in Osaka und die Expo 1975 in Okinawa.

Die bekanntesten Vertreter des Metabolismus sind folgende Architekten:
Kiyonori Kikutake
Kisho Kurokawa
Kenzo Tange



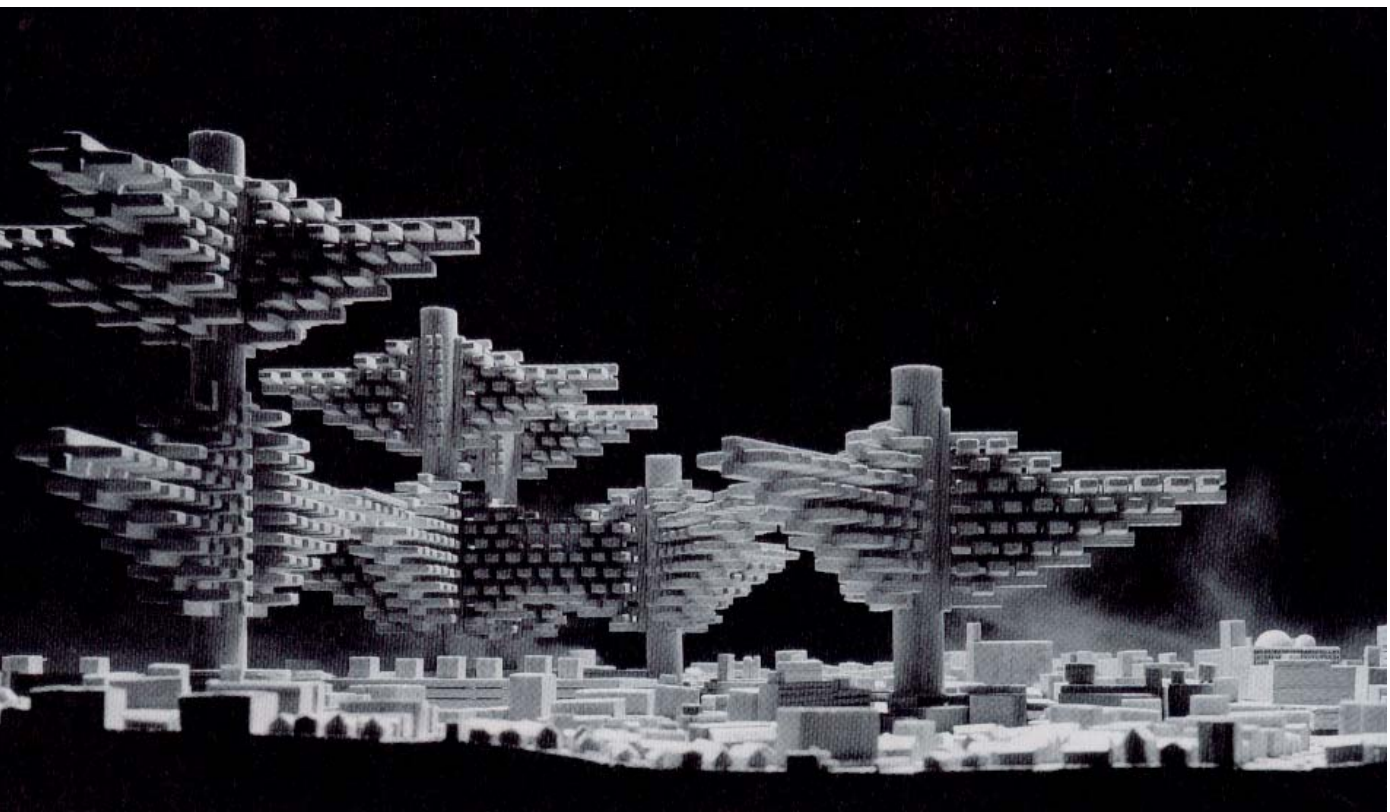


Abb. 5.2.1. Arata Isozaki, *City in the Air, IV*, 1962



Abb. 5.2.2. 'Aquapolis' "The Floating City Okinawa", 1975

5. Material und Inspiration

5.3. Typologie Modulares Bauen

«Modularität oder auch Baukastenprinzip beschreibt die Aufteilung eines Ganzen in Teile, die als Module, Komponenten oder Bauelementen bezeichnet werden. Bei geeigneter Form und Funktion können sie zusammengefügt werden und über entsprechende Schnittstellen interagieren.» Bekannte Anwendungsbeispiele für modulare Systeme sind Normteile, Raumstationen, Computer, Möbelbausysteme.

Bauen mit standardisierten Modulen wird leider zu oft in Verbindung mit Plattenbau gebracht doch modulare Bauweisen werden vor allem wegen ihrer effektiven und meist kosteneffizienteren Herstellung angewendet. Vorgefertigte Bauteile können in grösseren Mengen günstiger produziert werden als individuell hergestellte Bauteile. Kreativ angewendet birgt die modulare Architektur auch ein hohes Mass an Flexibilität: Durch ein passendes Verbindungssystem können die einzelnen Module zu lebendigen und flexiblen Gesamtstrukturen zusammengefügt werden und sich im Laufe der Zeit ändern, entweder in Form, Funktion oder sogar im Ort. Wenn es dann in einer späteren Phase des Lebenszyklus zur Nutzungsänderung oder Anpassungen kommt erreicht die modulare Bauweise eine hohe Nachhaltigkeit.

In den Kapselhäusern von Wolfgang Döring (1969; Präsentationsmodell) wird sehr gut ersichtlich wie sich die 57 vorgefertigten Module in ihrer pursten Form stapeln, die vertikale Erschliessung ist jedoch nicht gezeigt.

Ein Meisterwerk der vorgefertigten Modulbauweise ist Habitat 67 von Moshe Safdie in Montreal, Kanada. Der Gebäudekomplex wurde gestaltet um Privatsphäre, frische Luft, Sonnenlicht und Freiraum in einem dichten Kontext zu packen. Ursprünglich geplant für 1000 Einheiten wurden 158 ausgeführt. Die Balkone sind so angeordnet, dass sie sich auf den Dächern der darunterliegenden Wohneinheit befinden.





Abb. 5.3.1. Wolfgang Döring Kapselhäuser, 1969



Abb. 5.3.2. Moshe Safdie, Habitat 67, Montreal 1967

6. Diskussion

6.1. Typologie Doppelhochhaus

Im Gegensatz zu einzelnen Solitären im Stadtbild interessiert mich persönlich die Typologie der Doppelhochhäuser.

Oft vielleicht als banale Lösung angesehen bilden sie als Baukörper zueinander und mit der Umgebung eine Beziehung (wie zum Beispiel Sichtbeziehungen, Verschattungen, Reflexion), aber auch die Entzweiung und der funktionale Zusammenschluss zweier Türme stellt eine Herausforderung dar und scheint meiner Meinung nach oft nicht sehr gut geglückt. Die Gebäude sind oft nur an wenigen Stellen miteinander verbunden – wenn überhaupt – und dies oft nur in den höheren und exklusiveren Etagen. In Erdgeschosssebene werden oft Geschäftslokale und Restaurants integriert, wieder weit abgesondert von den höheren Stockwerken. Warum aber auch nicht die beiden Gebäude durchgängiger verbinden, die Erdgeschosszone in die Mitte des Gebäudes bewegen und neue Freiräume, Sichtbezüge und Privatsphären schaffen?

Beispiele wie z.B. der Entwurf von Delugan Meissl für den Vienna Twin Tower zeigt in seinem Baukörper Ähnlichkeiten zum gebauten Entwurf von Fuksas, jedoch mit mehreren Verbindungen auf unterschiedlichsten Ebenen. Der CCTV Turm von OMA und Ole Scheeren in Peking stellt eine starke Verbindung zweier Türme dar, so stark dass die Figur des Gebäudes als Einheit gelesen werden kann.

Weitere gebaute Beispiele an Doppelhochhäuser sind diese Gebäude:
World Trade Center New York, Yamasaki / Roth
Petronas Towers Kuala Lumpur, Cesar Pelli
DC Tower Wien (1/2), Dominique Perrault
Marina City Chicago, Bertrand Goldberg

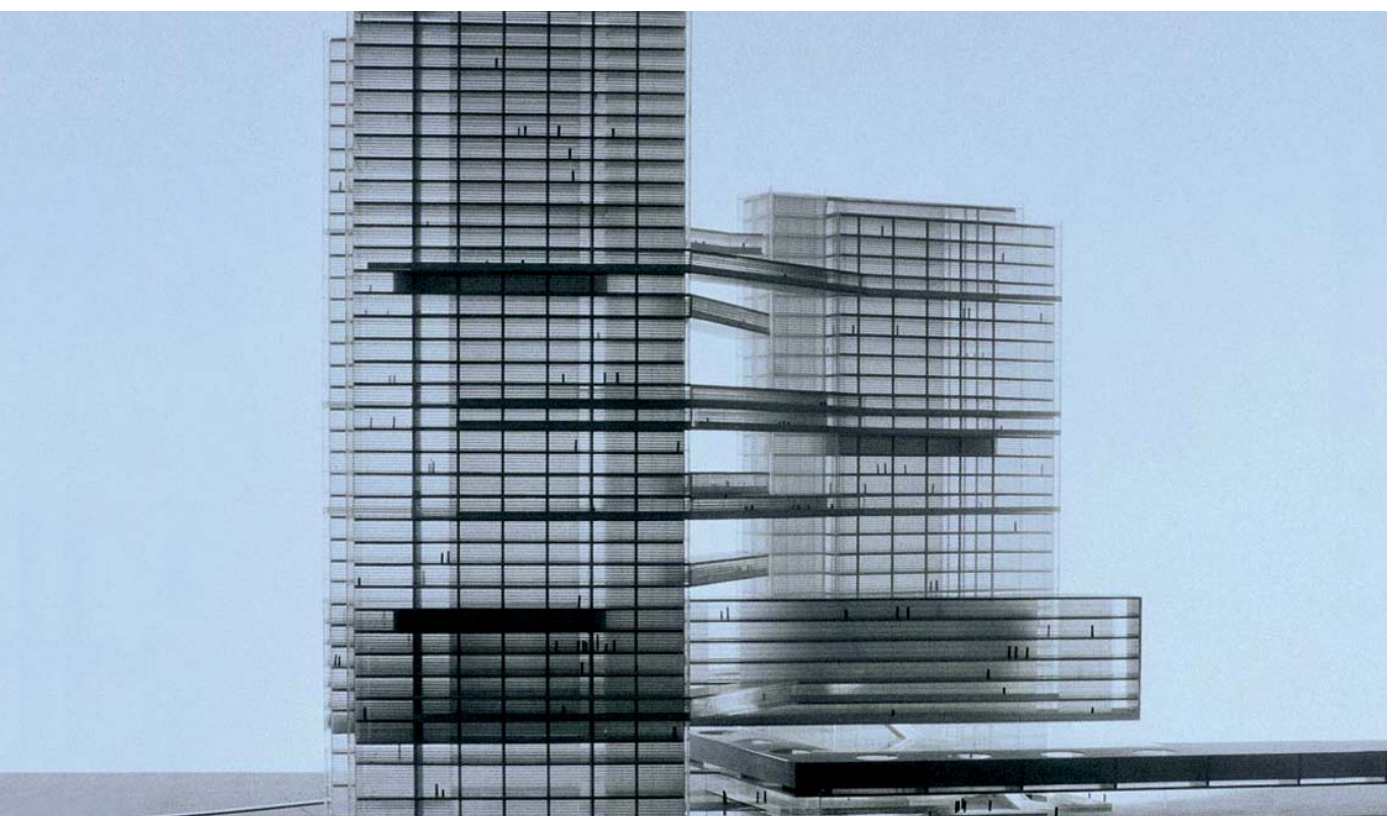


Abb. 6.1.1. *Model Twin Tower Vienna Delugan Meissl. 1996*

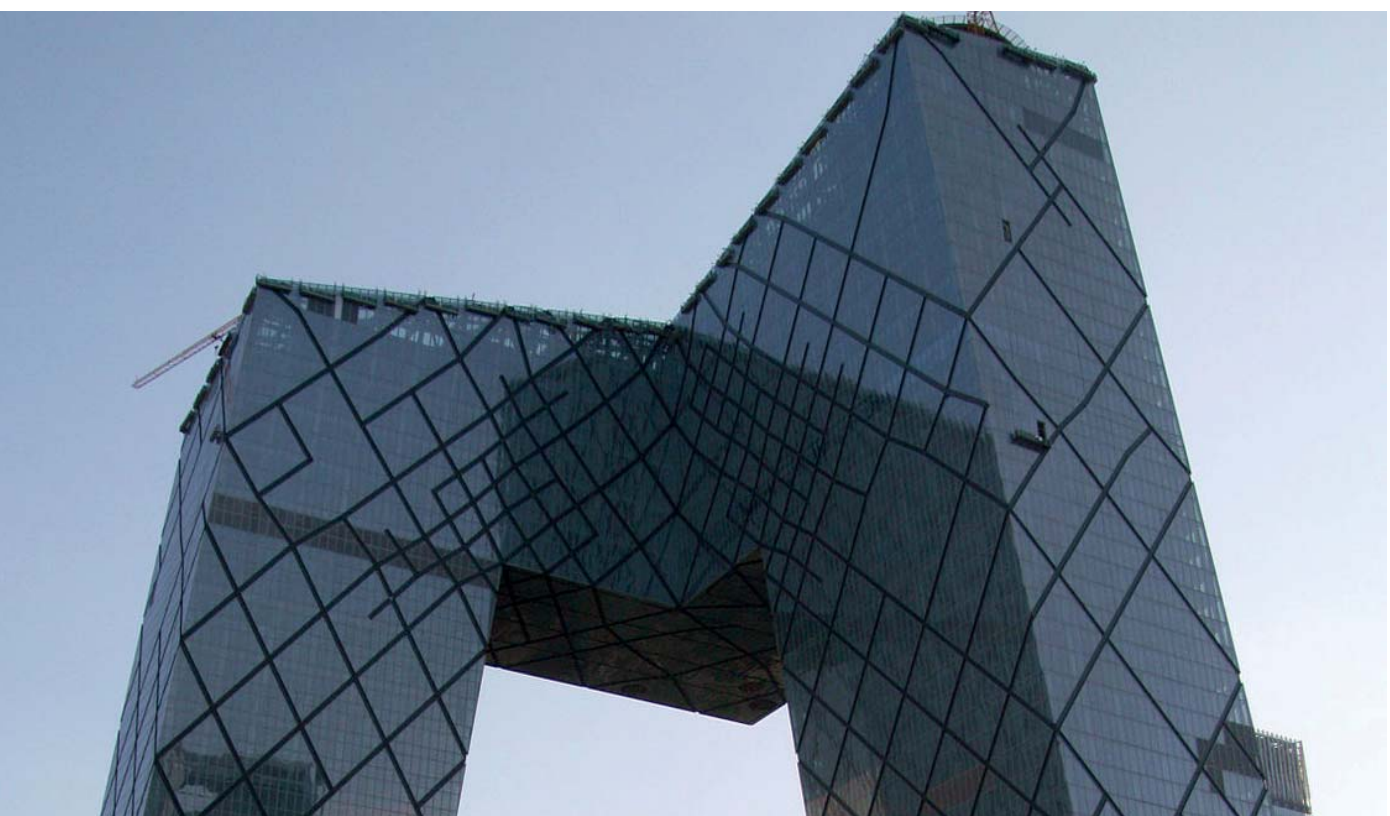


Abb. 6.1.2. *CCTV Headquarters Peking OMA, 2012*

6. Diskussion

6.2. Hortitecture - begrünte Architektur

Ein Mix aus Architektur und «Hortikultur» (oder «Gartenbau»), jenem Bereich, der mit lebenden Pflanzen zu tun hat und nicht zur klassischen Feldwirtschaft zählt.

Der Begriff «Hortitecture» fokussiert nachhaltige Baustrategien, die die Synergien zwischen Architektur und Pflanzen kombinieren. Zu diesem Thema fanden seit 2014 an der TU Braunschweig Symposia mit internationalen und interdisziplinären Experten statt, die deren Ideen und Erfahrungen in diesem Feld präsentieren und diskutieren. Es werden architektonische Lösungen verglichen und analysiert, die zum Beispiel folgende Fragen anschneiden:

Wie werden Pflanzen mit dem Gebäudesystem verbunden? Welche Vorteile bringen neue Kombinationen von Natur und Architektur? Inwiefern beeinflussen Pflanzen die Gestaltung der gebauten Umwelt und Architektur? Wo liegt der Instandhaltungsfaktor und inwieweit sind diese neuen Lösungen skalierbar?

Hortitecture wird weiterhin unterschiedliche Kerndisziplinen zusammenbringen, wie zum Beispiel Architekten, Landschaftsarchitekten und Umweltwissenschaftler aus Forschung und Entwicklung. In dieser Studie zwischen Architektur, Hortikultur und technologischen Errungenschaften steht es zum Ziel das Wissen über den Gebäudemassstab hinaus auf die städtebauliche Ebene zu bringen um bessere, nachhaltigere Städte der Zukunft zu planen.

Zu den bekanntesten Vertretern sind folgende Architekten zu führen:

Stefano Boeri Architetti
Vo Trong Nghia Architects
Penda Architects
WOHA Architects





Abb. 6.2.1. *Stefano Boeri Architetti, Bosco Verticale, 2014*



Abb. 6.2.2. *Rendering Vo Trong Nghia Architects, FPT University Building, 2016*

7. Konzept

7.1. Korallenwachstum

Steinkorallen wachsen in Kolonien und sind die «Architekten» der Korallenriffe. Sie erschaffen ein Skelett aus Kalziumkarbonat (auch als Kalkstein bekannt) aus dem schlussendlich Stein wird, wir sprechen dann von einem Riff. Korallen werden von Organismen belebt, was ihnen teilweise interessante Farbgebung verpasst. Das Wachstum einer Koralle ist beeinflusst von der Strömung, dem Sonnenlicht, der Wassertemperatur, es kann sich flächig ausbilden oder aber wie in den gezeigten Beispielen auch räumlich verästeln.



Abb. 7.1.1. *Acropora palmata*



Abb. 7.1.2. *Pocillopora* sp.

7.2. Porosität

Dieses Konzept von Wachstum und Verästelung wollte ich in meinen Entwurf aufnehmen; sozusagen eine bewohnbare Struktur schaffen, die ähnlich einer Koralle der Sonne entgegenwächst. Die Porosität der Struktur hilft es den Winddruck am Gebäude zu senken und ich habe mich entschlossen das zuvor definierte Bauvolumen von maximal 150m auszufüllen. Korallenstrukturen weisen eine hohe Porosität auf, was bei den meisten Gebäuden in unseren Breitengraden vermieden wird denn die geringste Oberfläche pro umbauten Volumen wird angestrebt, doch ich versuche genau das Gegenteil zu erreichen:

Durch Öffnungen des Gebäudes werden Freiräume geschaffen, die natürlich durch die darüber liegenden Volumina verschattet werden und gut mit frischer Luft umspült werden was bei Aussentemperaturen von 30 Grad notwendig ist.

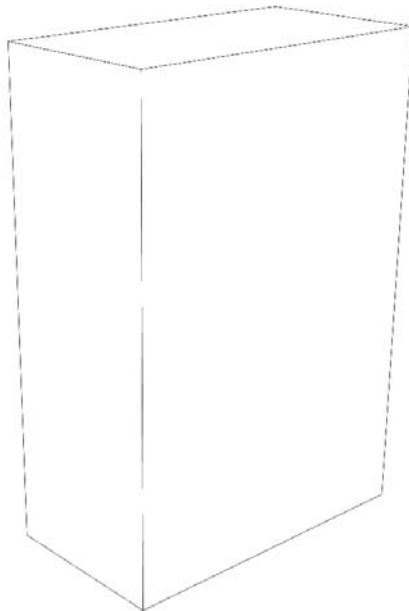


Abb. 7.2.1. Vergleich Solitär

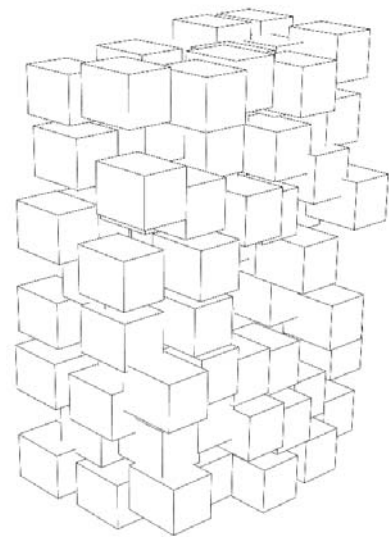


Abb. 7.2.2. Vergleich Porosität

8. Verortung

8.1. Klimatische Bedingungen

Das Klima in Singapur ist extrem warm, mit einem Jahresdurchschnitt von 28 Grad. In den Graphiken 8.1.1. und 8.1.2. habe ich die Jahreswetterdaten der Temperatur von Singapur und Wien gegenübergestellt. Die planerische Herangehensweise ist in diesen Bedingungen eine andere als wir sie in Österreich kennen.

Ebenfalls habe ich die Sonnenstandsdaten aufbereitet, denn diese scheint in Singapur fast senkrecht runter da wir uns beinahe genau am Äquator befinden (genauer gesagt auf dem ersten Breitengrad; im Vergleich: Wien liegt auf dem 48 Breitengrad). Wie man aus diesen Graphen entnehmen kann, muss man sich mit dem Thema Beschattung genauso ernst auseinandersetzen wie wir es zum Beispiel mit dem Thema Wärmedämmung in Österreich tun; es ist eine planerische Grundlage.

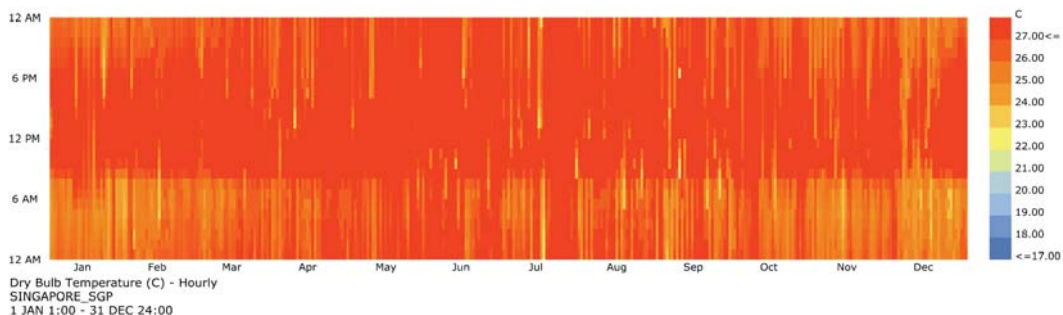


Abb. 8.1.1. Durchschnittliche Jahrestemperatur Singapur

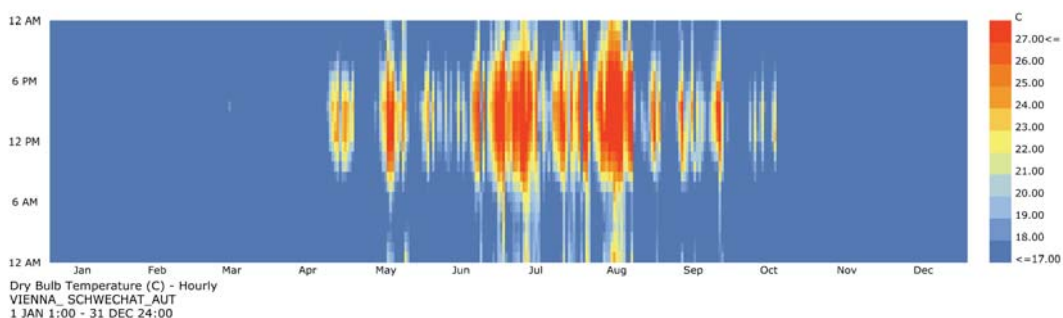


Abb. 8.1.2. Durchschnittliche Jahrestemperatur Wien

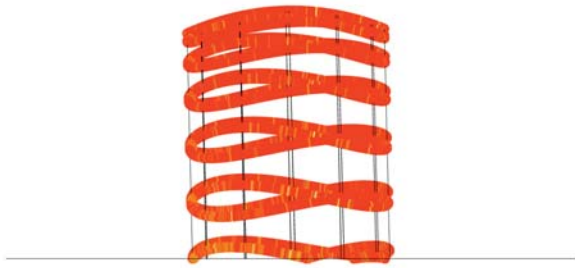


Abb. 8.1.3. Sonnenstandsdiagramm Singapur, Ostansicht

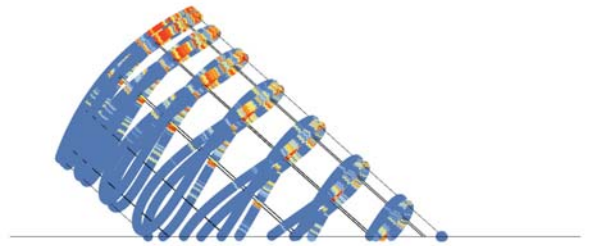


Abb. 8.1.4. Sonnenstandsdiagramm Wien, Ostansicht

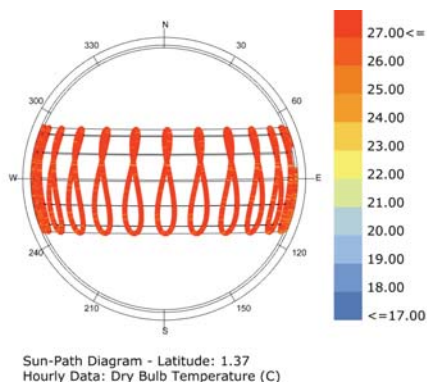


Abb. 8.1.5. Sonnenstandsdiagramm Singapur, Draufsicht

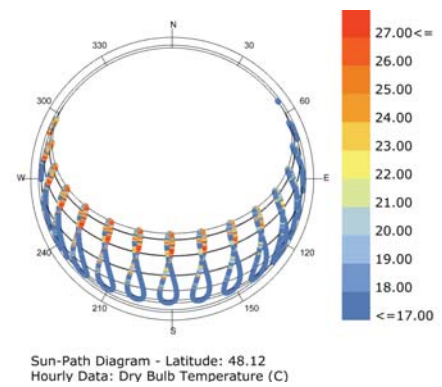


Abb. 8.1.6. Sonnenstandsdiagramm Wien, Draufsicht

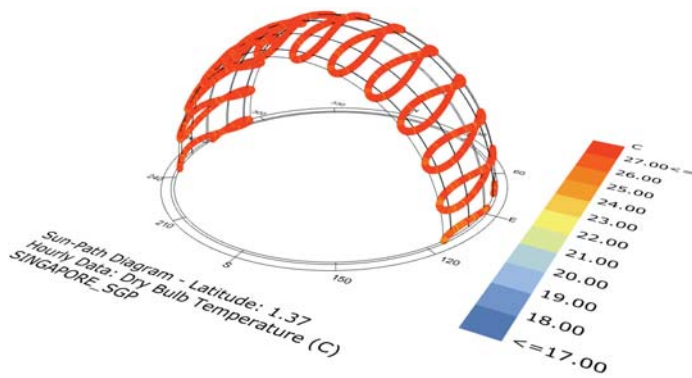


Abb. 8.1.7. Sonnenstandsdiagramm Singapur, Ostansicht

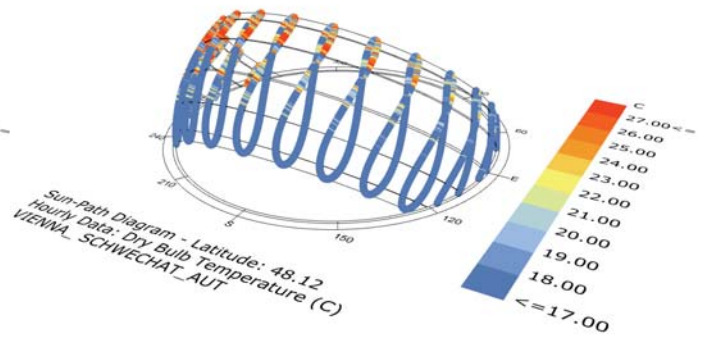


Abb. 8.1.8. Sonnenstandsdiagramm Singapur, Ostansicht

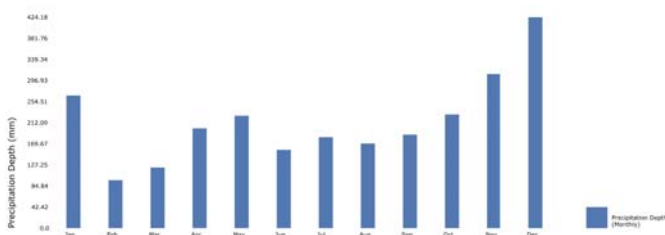


Abb. 8.1.9. Jahresniederschlag Singapur

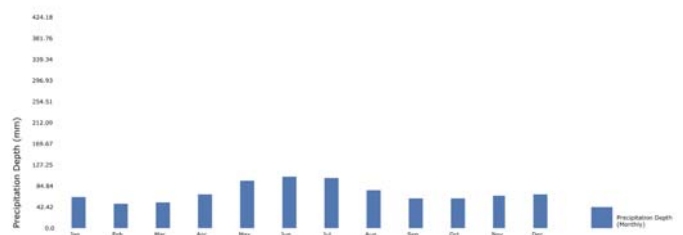


Abb. 8.1.10. Jahresniederschlag Wien

8. Verortung

8.1. Klimatische Bedingungen

Zu der extrem warmen Temperatur und der fast vertikal stehenden Sonne kommt jedoch noch der Faktor der relativen Luftfeuchte ins Spiel, die in Singapur auch wieder viel höher liegt als in Wien (vgl. Abbildungen vorige Seite).

Wir haben nun also die Faktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit in Betracht gezogen, diese können im Rahmen einer psychometrischen Analyse abgebildet werden und den „Komfortbereich“ - jener der nach Gauss'scher Verteilung für die Mehrheit der Menschen als komfortabel bezeichnet wird - habe ich mit einem Vieleck umzeichnet. Man sieht, dass es in Wien durchschnittlich eher zu kühl ist, in Singapur es jedoch durchschnittlich zu warm und zu feucht ist.

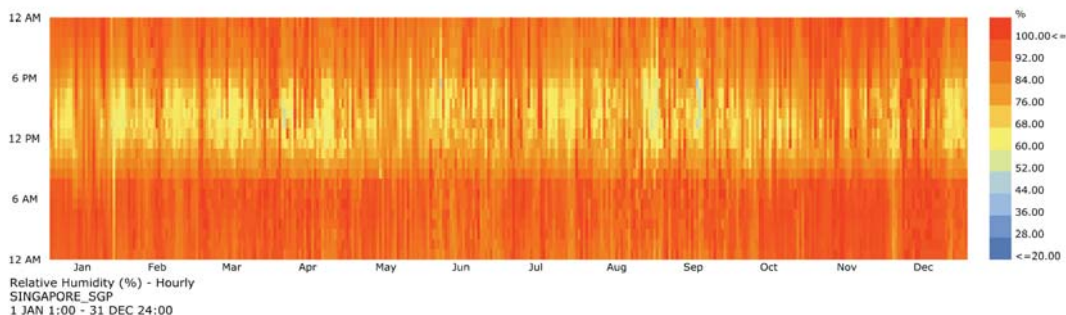


Abb. 8.1.11. Durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit Singapur

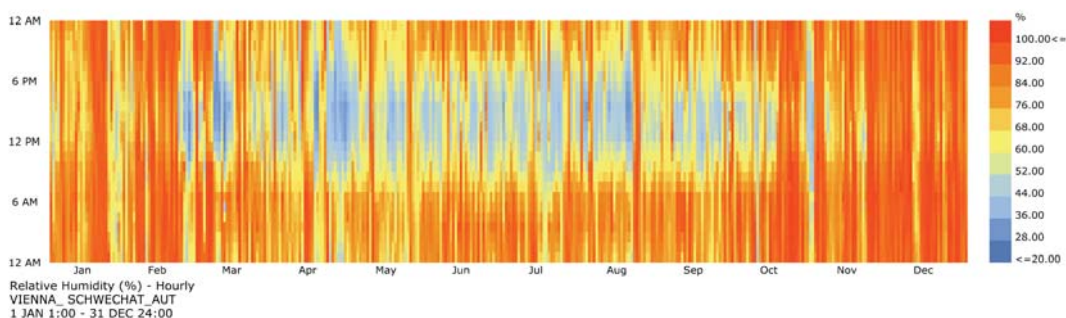


Abb. 8.1.12. Durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit Wien

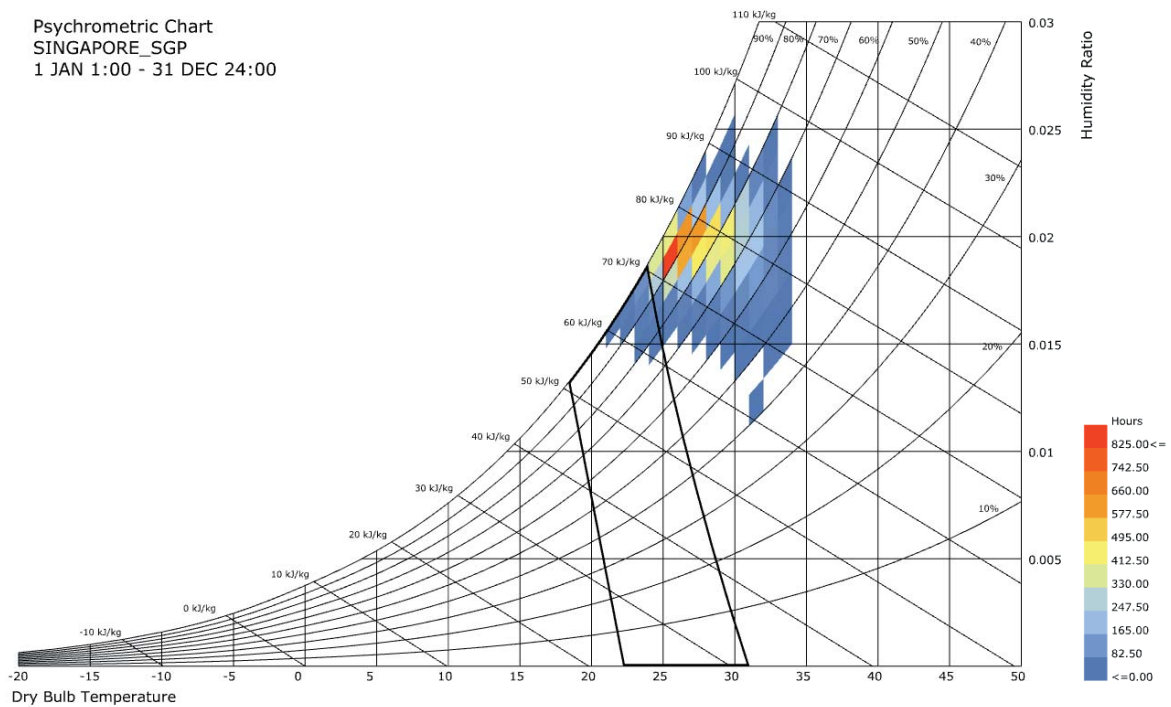


Abb. 8.1.13. Psychrometrischer Graph Singapur

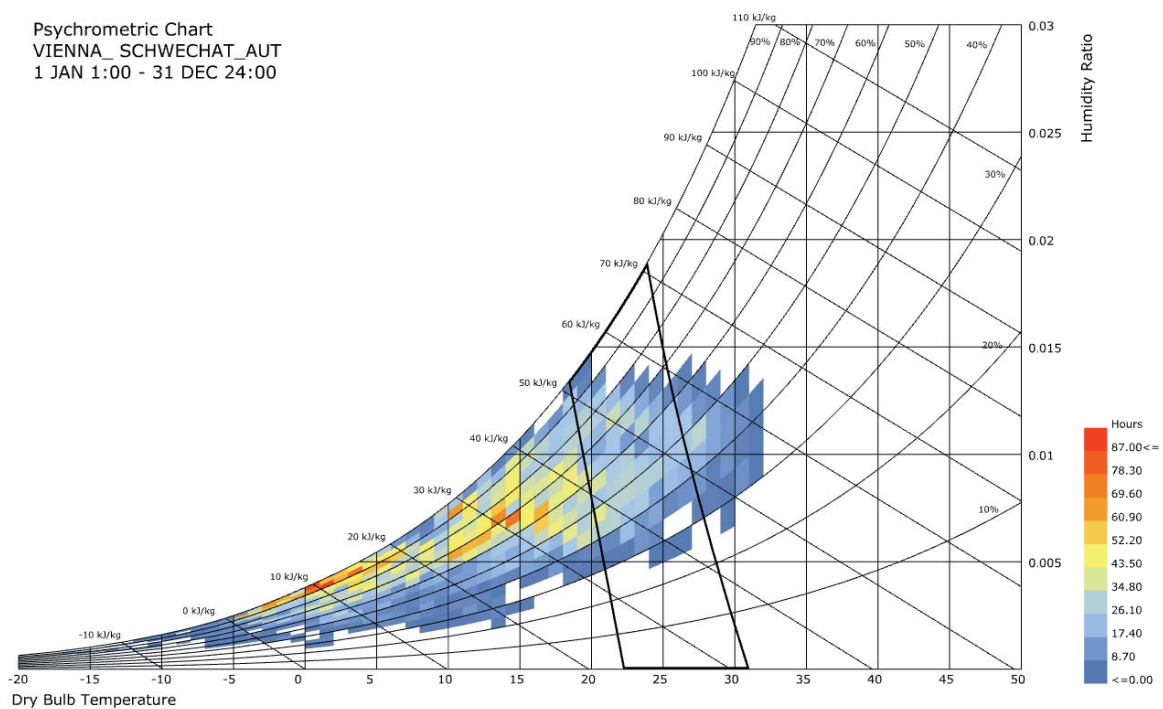


Abb. 8.1.14. Psychrometrischer Graph Wien

8. Verortung

8.1. Klimatische Bedingungen

Nach näherer Betrachtung dieser schier unguten klimatischen Bedingungen in Singapur fiel mir jedoch auf, dass es einen Weg gibt, das heiße und feuchte Klima auszuhalten, nämlich mit bewegter Luft, oder auch Wind.

Die durchschnittlichen Winde in Singapur sind nur halb so stark wie in Wien aber könnten dazu beitragen, die gegebenen Bedingen besser auszuhalten, das Gebäude natürlich zu ventilieren und nicht nur auf Klimaanlage zu setzen. Doch wo finden diese Winde statt, hängt Höhe mit Windgeschwindigkeit in irgendeiner Abhängigkeit? Nach weiterer Analyse hat sich herausgestellt, dass mit der Höhe über Grund auch die Windgeschwindigkeit zunimmt, diese Information gemessen werden kann und ich in einer Graphik herausgespielt habe.

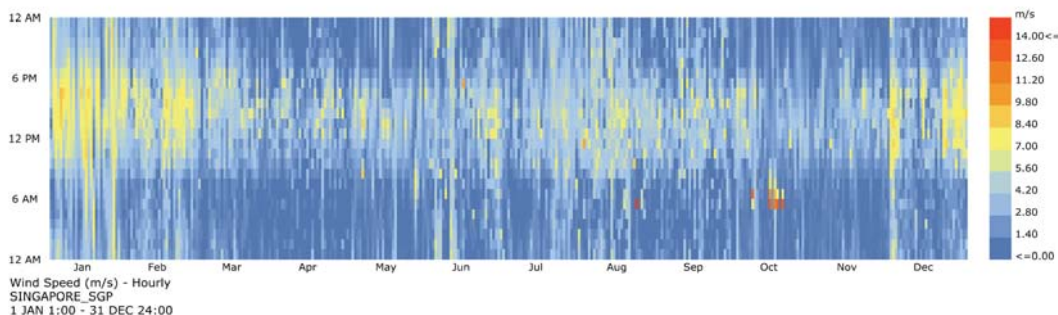


Abb. 8.1.15. Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten Singapur

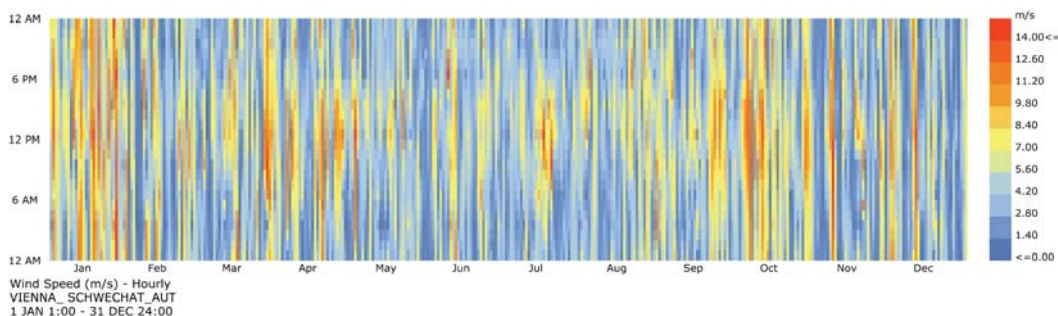
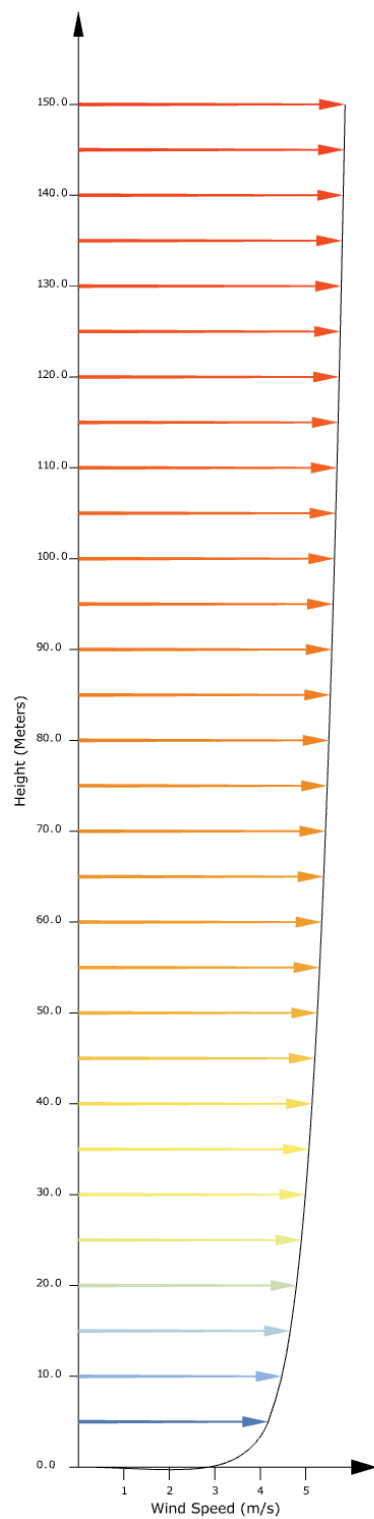
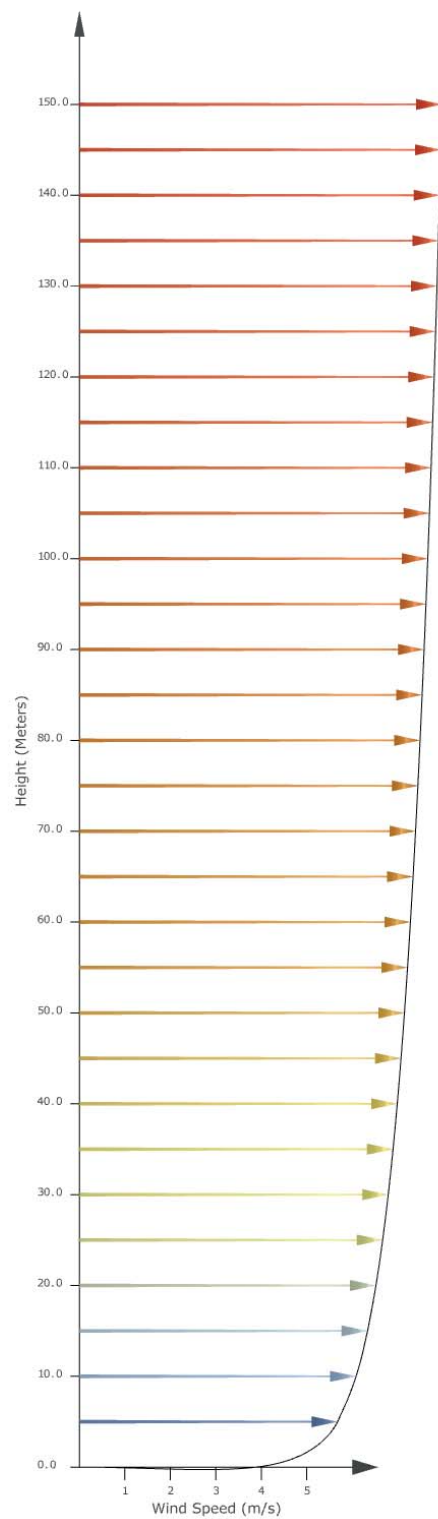


Abb. 8.1.16. Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten Wien



Wind Profile - Prevailing Wind Average Velocity
SINGAPORE_SGP - Water Terrain
1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00

Abb. 8.1.17. Windgeschwindigkeitsdiagramm Singapur



Wind Profile - Prevailing Wind Average Velocity
VIENNA_SCHWECHAT_AUT - Water Terrain
1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00

Abb. 8.1.18. Windgeschwindigkeitsdiagramm Wien

8. Verortung

8.1. Klimatische Bedingungen

Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit für Singapur bis zu einer Höhe von 150 Meter beträgt rund 5 m/s. Wenn man diesen Wert in die Generierung des psychometrischen Graphen einspielt sieht man wie sich der „Komfortbereich“ verschiebt und nun einen Grossteil des Klimas abdeckt. Kurz gefasst: Ein natürlich ventilertes Gebäude kann und muss in Singapur angedacht werden, damit sich die Nutzer und Bewohner wohl fühlen können. In Wien befinden wir uns tendentiell auf der kalten Seite und uns zusätzlicher Wind (bei 150m Durchschnitt = 7 m/s) noch mehr frieren lässt..

Die untenstehenden Windrosen zeigen die hauptsächliche Windrichtung und Geschwindigkeit im Jahresdurchschnitt, in Singapur gibt es eine Hauptwindrichtung in welche ich das Bauvolumen platzieren möchte (Nord-Nord-Ost nach Süd-Süd-West) um möglichst aerodynamisch zu sein und unnötigen Winddruck zu vermeiden bzw, zu reduzieren.

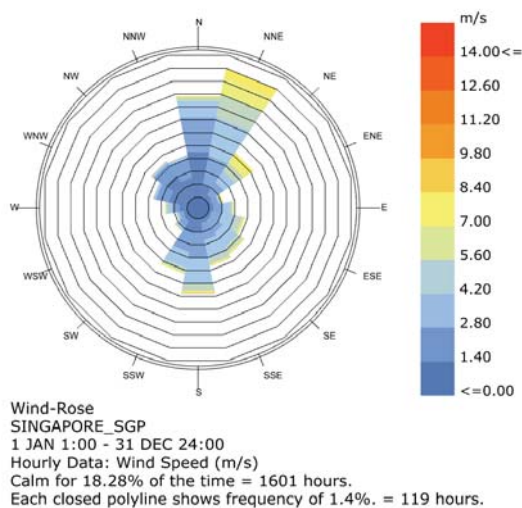


Abb. 8.1.19. Windrose Singapur

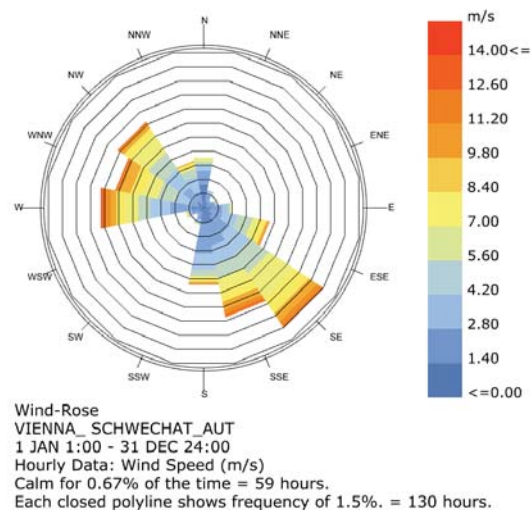


Abb. 8.1.20. Windrose Wien

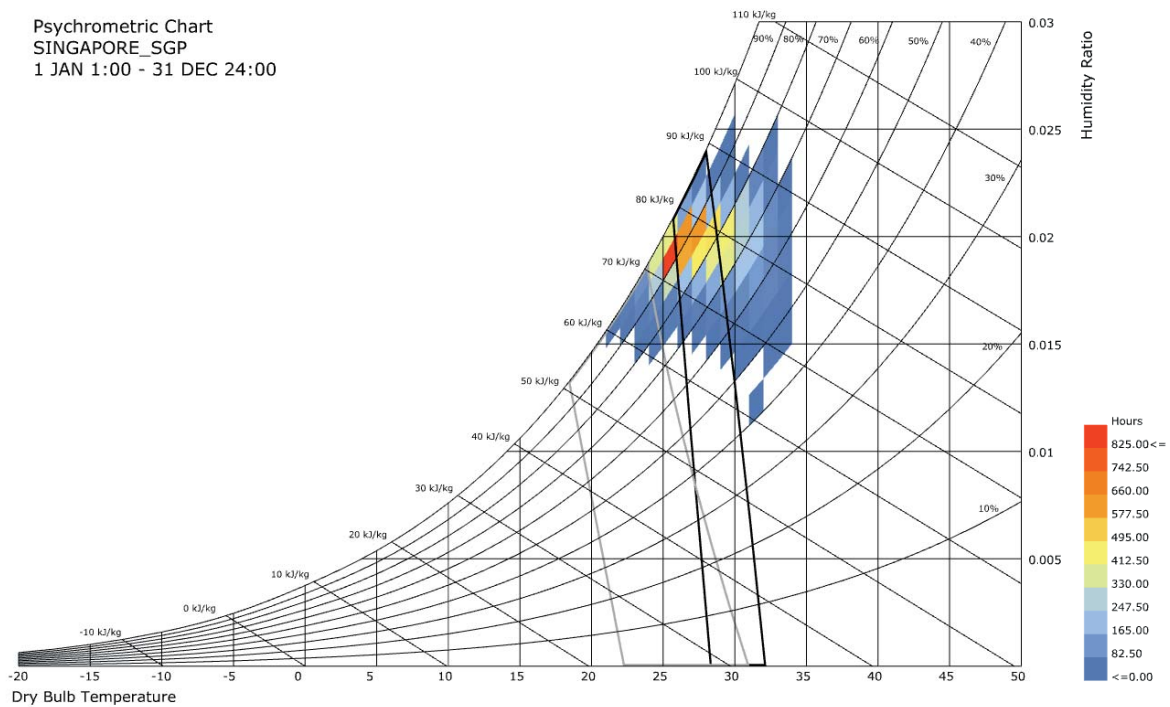


Abb. 8.1.21. Psychrometrischer Graph mit Wind, Singapur

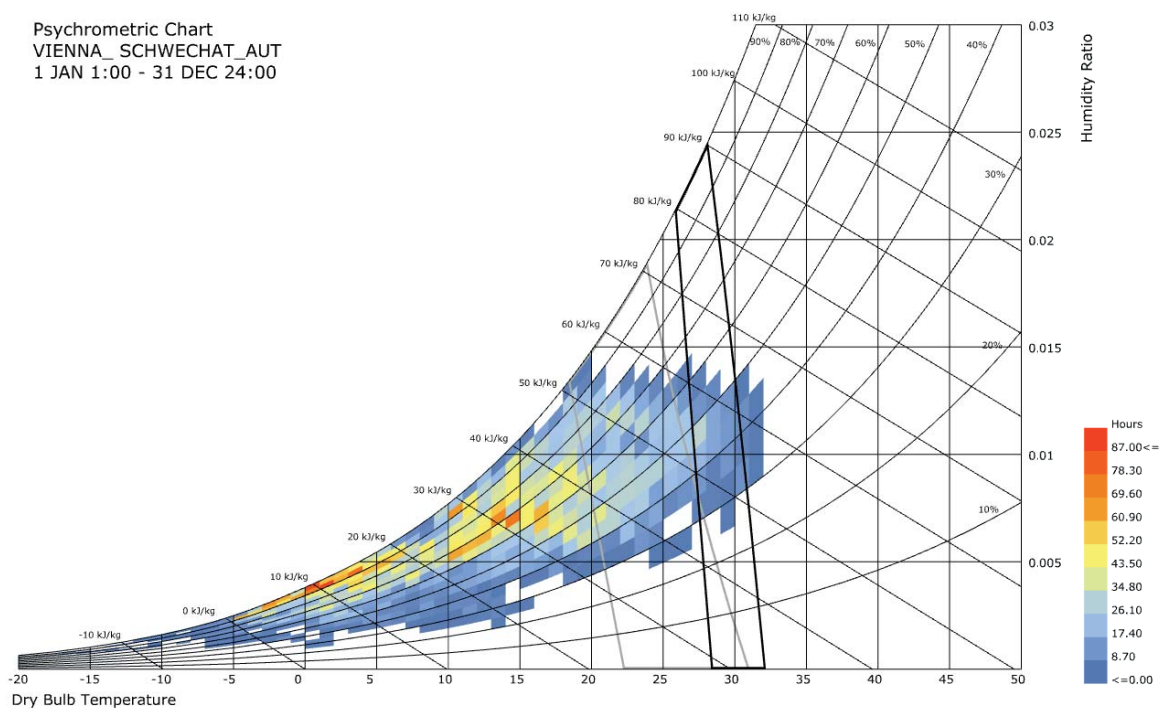


Abb. 8.1.22. Psychrometrischer Graph mit Wind, Wien

8. Verortung

8.2. Schiffsverkehr

Das heutige Singapur entstand als Hafen- und Zollsiedlung im 19. Jahrhundert, da die Strasse von Malakka extrem starken Schiffsverkehr aufweist und die Strasse von Singapur als Nadelöhr optimal lag, um dort zum Beispiel Handel zu verrichten bzw. Zölle zu erheben. Die Entwicklung des Stadtstaates ist seitdem unaufhaltsam fortgeschritten und so auch der Schiffsverkehr in der Region.

Um mein Grundstück auf dem Wasser zu finden habe ich zunächst die südliche Küste von Singapur angesehen, dabei fielen mir zwei existierende Piers unweit von Downtown auf, die noch ein wenig mit Freiflächen (bereits künstlich geschaffenes Land) umgeben sind. Diese Anlegestelle würden einen guten Startpunkt zur Schifffahrt zu und vom Gebäude erlauben. In Küstennähe gibt es Bootsverkehr während die grossen Schiffe eher weiter abseits der Küste fahren und parken. Als Suchradius habe ich 2 km angenommen was bei einer Geschwindigkeit von 10 Knoten in 15 Minuten Fahrzeit erreicht werden kann - eine realistische Fahrzeit für z.B. Pendler und Besucher.

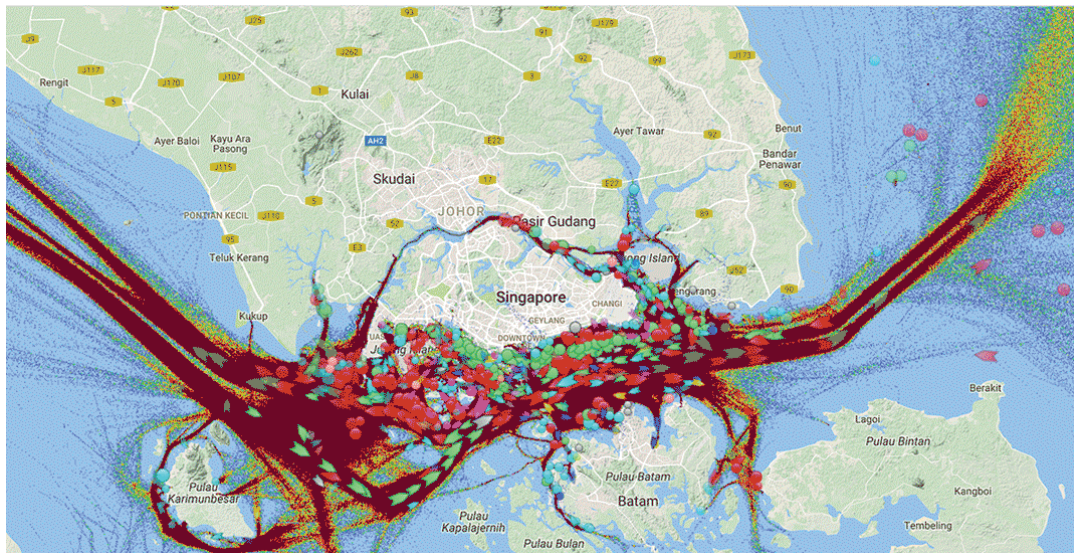


Abb. 8.2.1. Schiffsverkehr in der Strasse von Singapur undrose Singapur



Abb. 8.2.2. *Strasse von Singapur, Luftaufnahme*

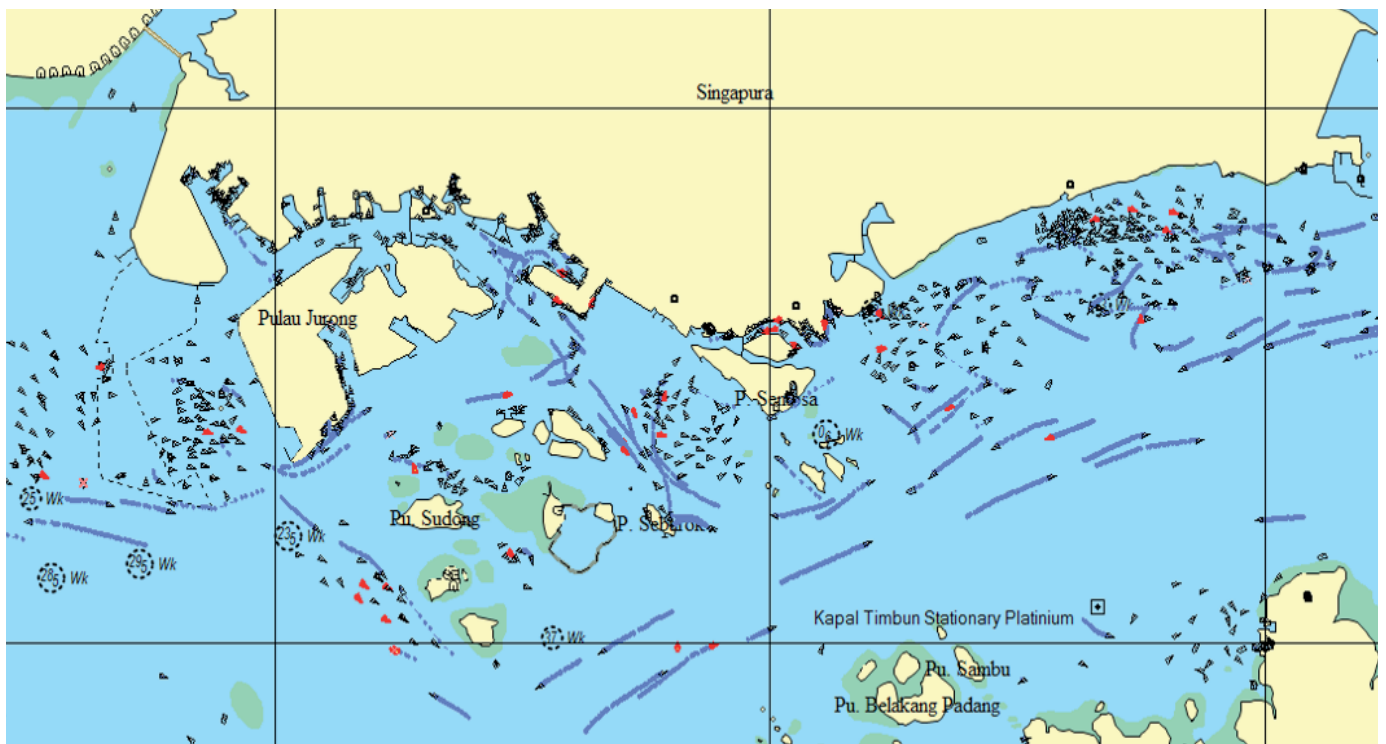


Abb. 8.2.3. *Verkehrsrouten in der Strasse von Singapur*

8. Verortung

8.3. Bauplatz

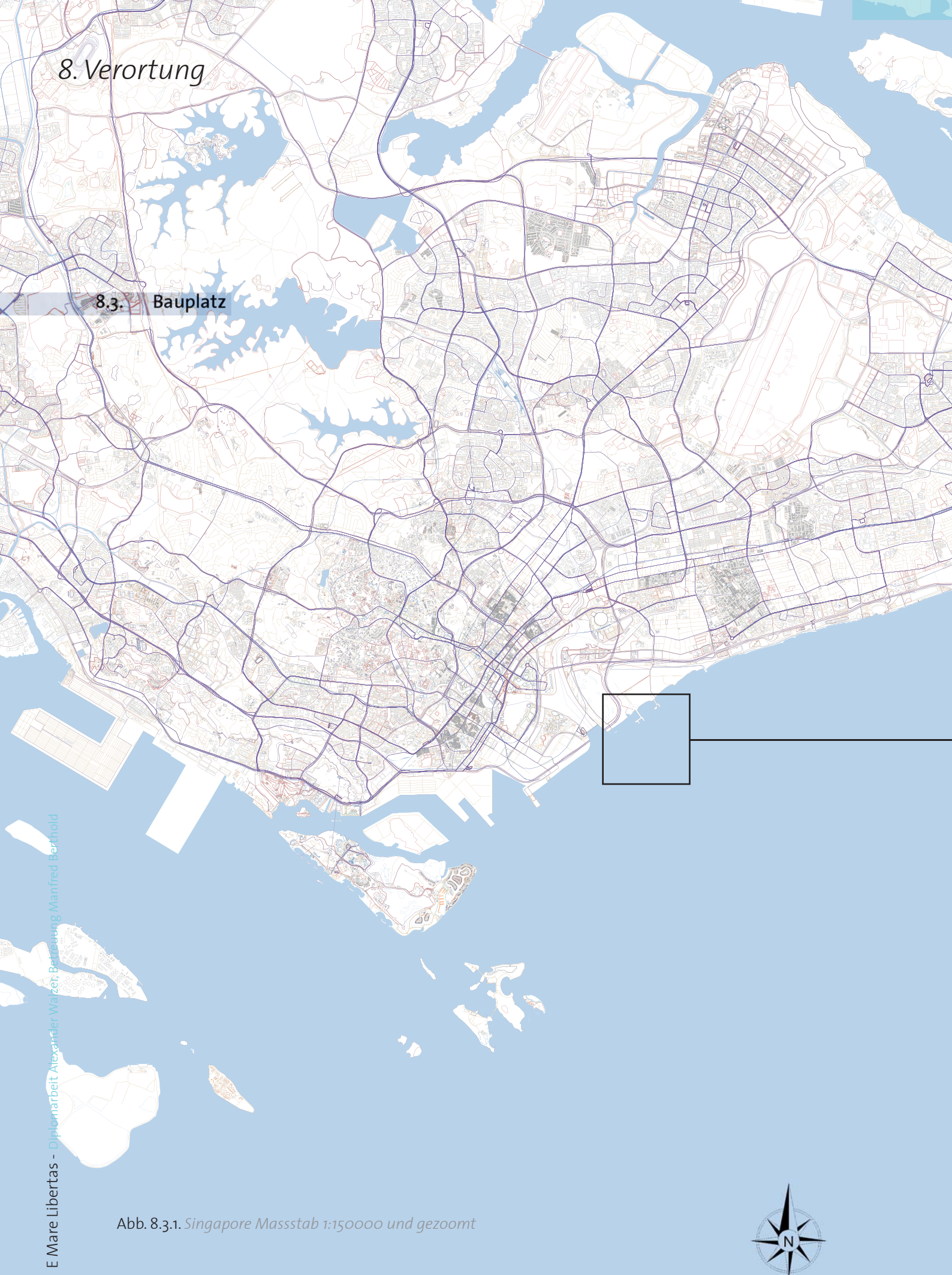
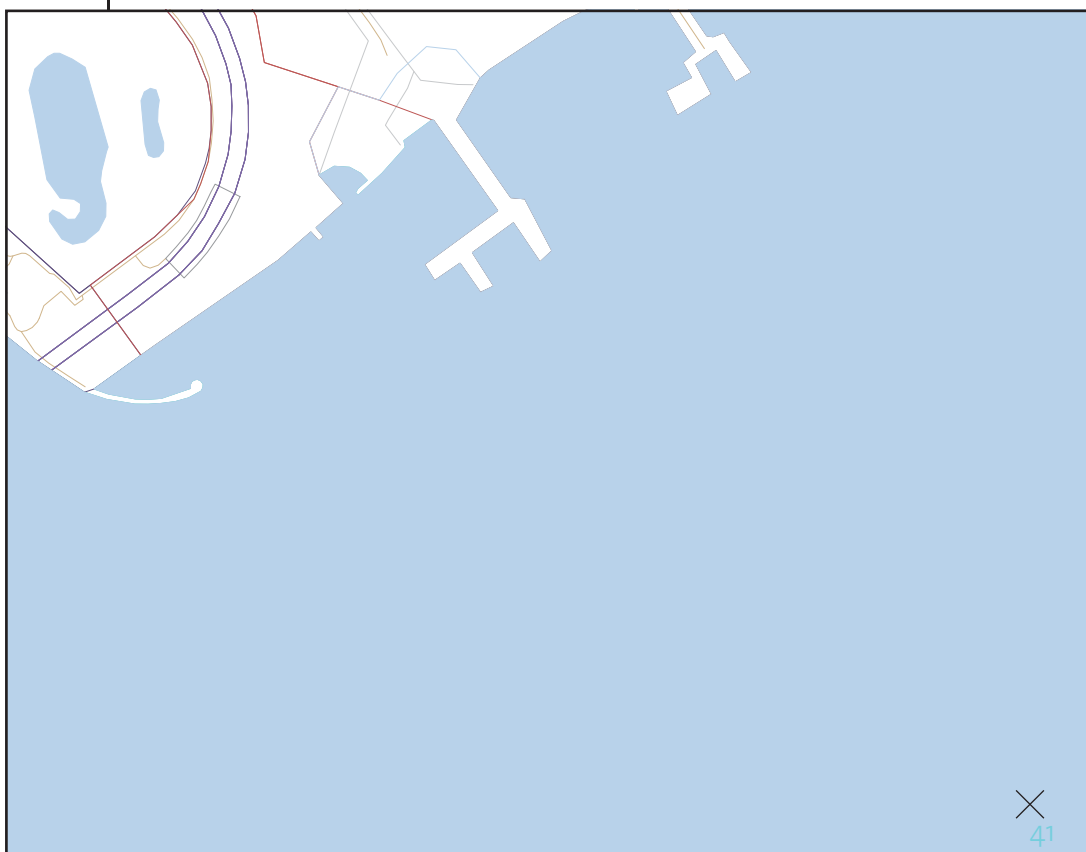


Abb. 8.3.1. *Singapore* Massstab 1:150000 und gezoomt



8. Verortung

8.3. Bauplatz

Der Bauplatz befindet sich im Süden von Singapur, exakter gesagt an diesem Standort:

$1^{\circ}16'27.6''\text{N } 103^{\circ}53'36.5''\text{E}$

„E Mare Libertas“ kann gegoogelt werden und wurde von mir in Google Earth in 3D eingefügt; man erkennt gut den Abstand zum Festland von Singapur. Dieser Abstand beträgt etwa 1.7 km beträgt, was bei einer Geschwindigkeit von 10 Knoten (circa 18 km/h) eine Fahrzeit von 10 Minuten beträgt.

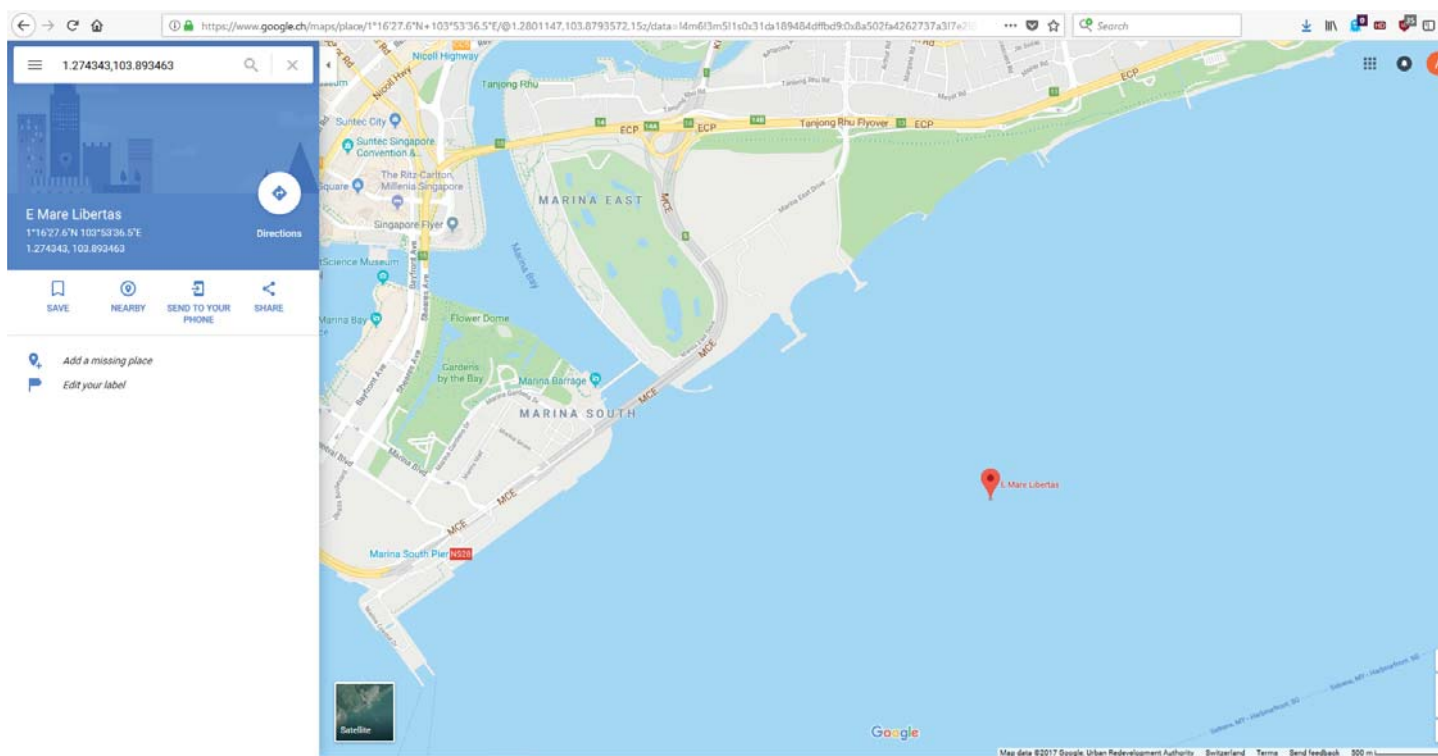
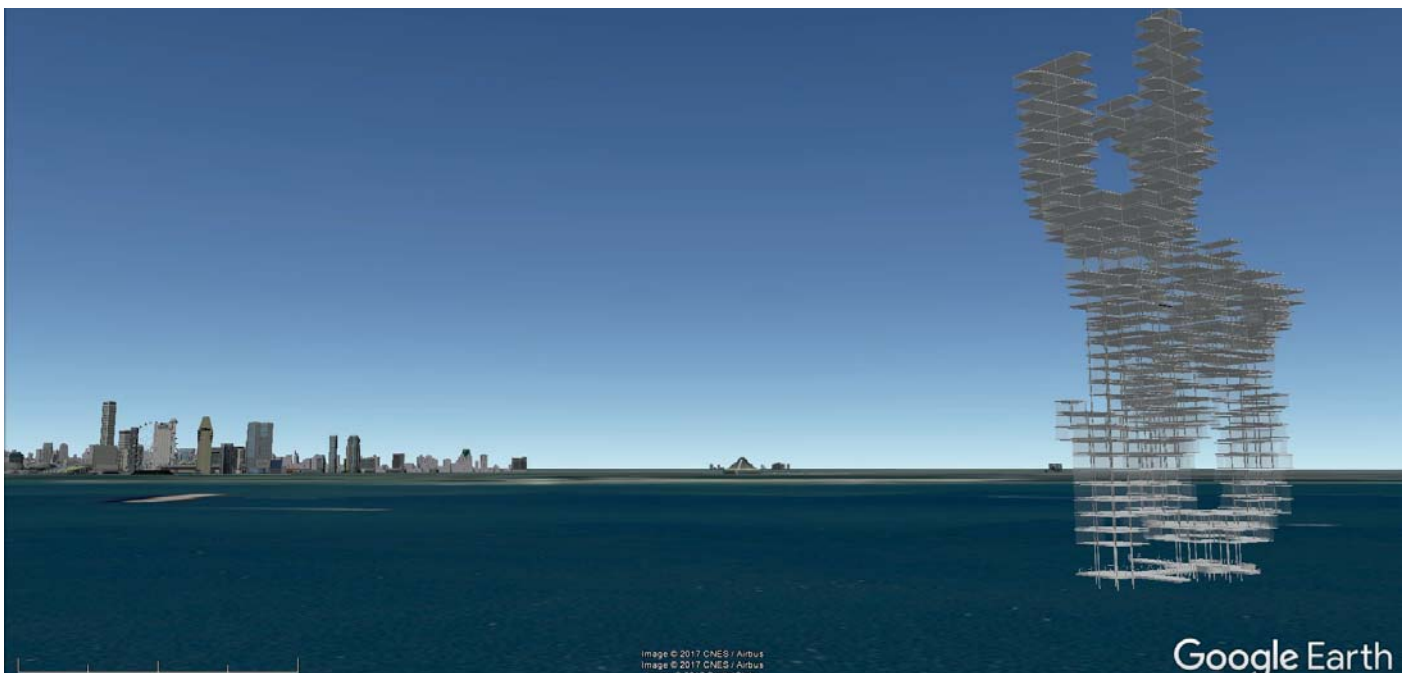
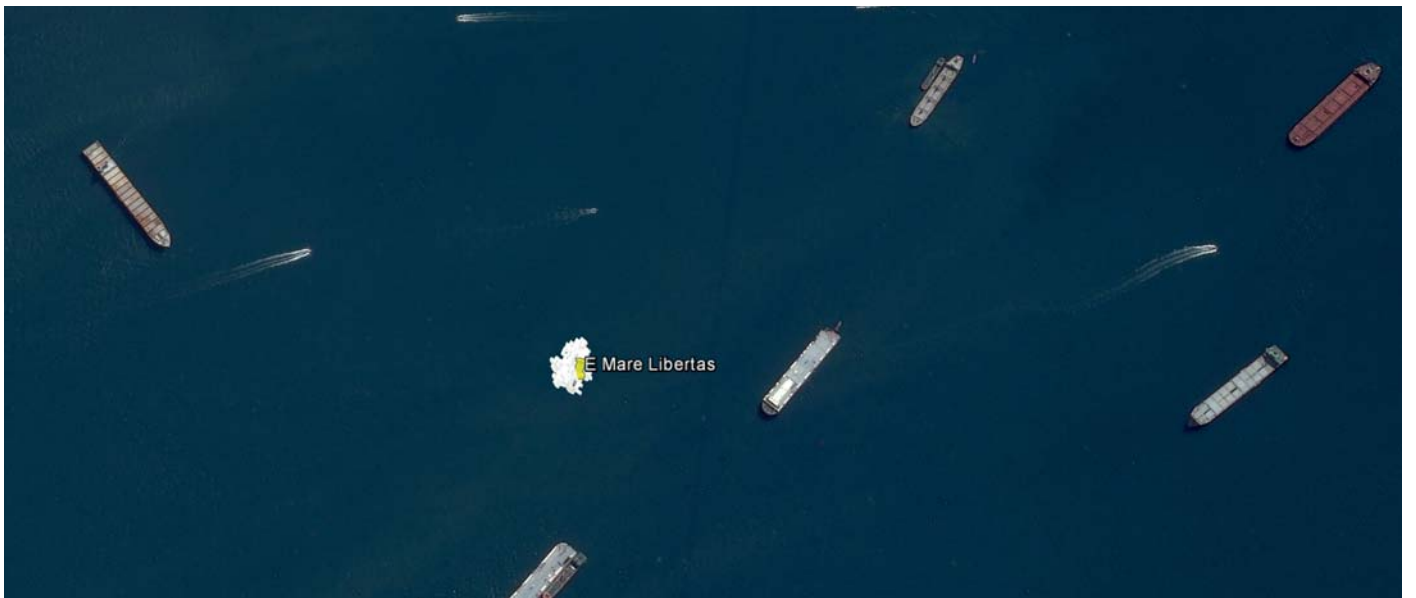
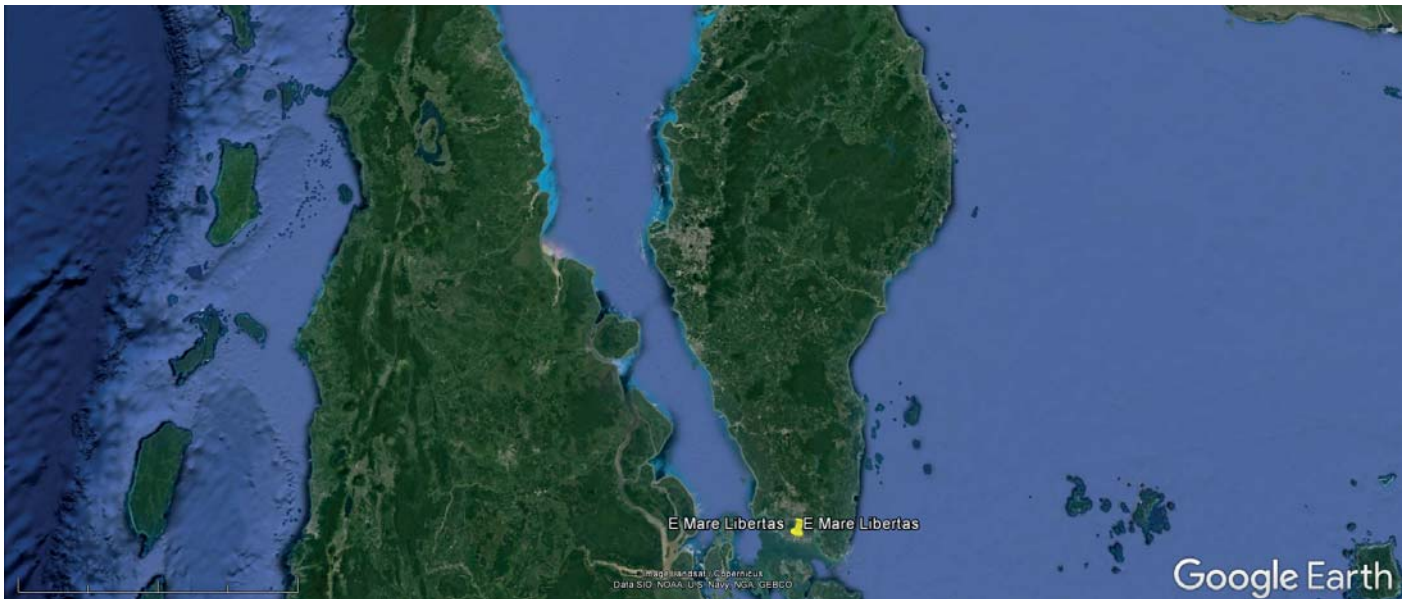


Abb. 8.3.2. Singapore Google Maps und Google Earth Screenshots und Verortung EML



9.1. Formfindung, (digitales) Wachstum

Im Zuge der Auseinandersetzung mit dem Thema Wachstum – wie am Beispiel der Korallen – bin ich auf mehrere Ideenansätze gestossen und habe besonderes Interesse an zellularen Automaten entwickelt:

Ein Zellulärer Automat (ZA) dient der Modellierung räumlicher und diskret dynamischer Systeme, die normalerweise Anwendung in den Bereichen Mathematik, Computerwissenschaften und Biologie finden. Ein zellulärer Automat ist einem Raster zugeordnet, wobei jede Zelle entweder voll oder leer ist (0 oder 1).

Ein spezifisches Regelset beschreibt wie sich der Status einer Zelle über die Zeit verändert. Nachdem das Regelset an alle Zellen der momentanen Generation angewandt wurde, wird eine neue Generation erschaffen. Die Entwicklung einer Raumzelle (n) zum Zeitpunkt (t) hängt primär von dem Zellzustand in einer vorgegebenen (endlichen) Nachbarschaft und vom eigenen Zustand zum Zeitpunkt ($t-1$) ab.

Also kurz gefasst, ein ZA beschreibt Zellen auf einem Raster, mit einem Status (An/Aus, lebendig/tot), abhängig von der definierten Nachbarschaft zum Zeitpunkt « t ». (Ausführlichere Informationen habe ich im Anhang angeführt.)

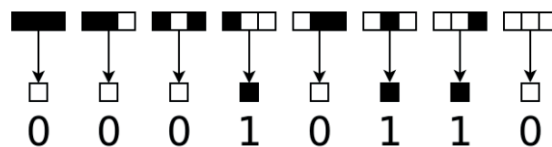


Abb. 9.1.1. Zellularer Automat: Zustandsänderung

9.2. Conway's Game of Life

Eines der bekanntesten Regelsets ist das «Game of Life» von Conway aus den 1970er Jahren mit den folgenden Regeln:

- 1) Eine tote Zelle mit genau drei lebendigen Nachbarzellen wird in der Folgegeneration neu geboren
- 2) Lebendige Zellen mit weniger als zwei lebenden Nachbarn sterben aufgrund Einsamkeit in der Folgegeneration aus.
- 3) Eine lebendige Zelle mit zwei oder drei lebenden Nachbarzellen bleibt in der Folgegeneration am Leben.
- 4) Lebendige Zellen mit mehr als drei lebenden Nachbarzellen sterben aufgrund Überbevölkerung in der Folgegeneration aus.

Mit diesen vier recht einfachen Regeln entsteht aus bestimmten Anfangsmustern im Verlauf des Spiels eine Vielfalt an komplexen Strukturen, einige bleiben unverändert, ähnlich einer Extrusion, andere oszillieren, wachsen oder vergehen.

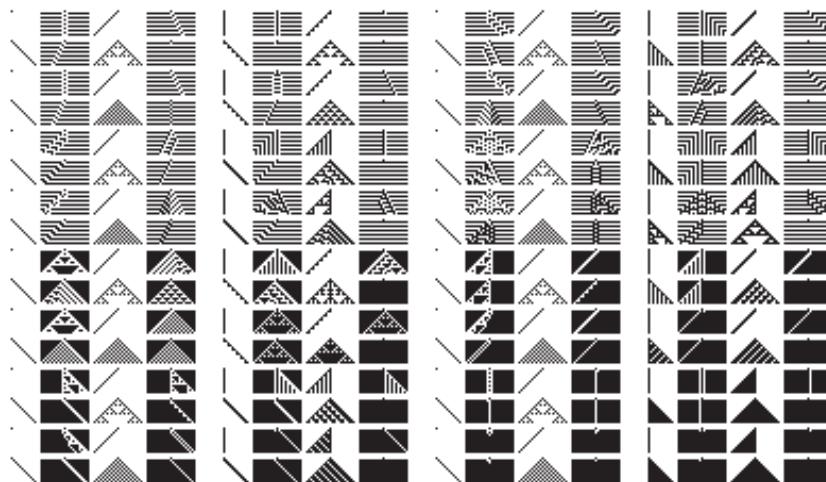


Abb. 9.2.1. Zellulare Automaten nach Wolfram

9.3. Game of Life 3D/4D

Im Zuge der Arbeit habe ich versucht den zellulären Automat auf die dritte Dimension zu untersuchen; dazu habe ich die Generationen in die Höhe (z-Achse) wachsen lassen - jeder Zeitschritt definiert ein neues Stockwerk. Damit habe ich mehrere Studien angewandt und dadurch eine Vielzahl an Möglichkeiten getestet und die Regeln simplifiziert:

Eine Raumzelle bleibt am Leben bei zwei oder drei lebendigen Nachbarzellen, sonst stirbt sie an Einsamkeit oder Überbevölkerung und eine tote Raumzelle wird zum Leben erweckt wenn sie genau drei lebendige Nachbarzellen hat. Grundlegend für die Gestaltung ist neben dem Regelset auch die Startkonfiguration, in meiner finalen Variante waren dies sieben Raumzellen (definiert durch Punkte), das Alter des Automaten habe ich auf 40 Generation eingeschränkt.

Im Rahmen meiner Diplomarbeit habe ich mich in dieser Domain aufgehalten und versucht mit diesem lebensähnlichen Regelset Strukturen zu entwerfen, die im Massstab von Architektur gedacht werden können. Von einem minimalen Fussabdruck war es mir ein Anliegen eine räumlich poröse, wachsende Hochhausstruktur zu kreieren.

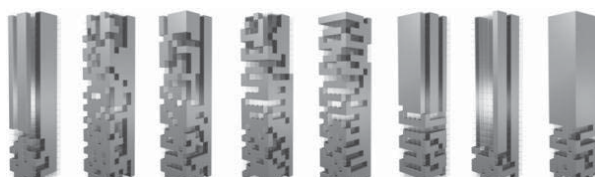


Abb. 9.3.1. Zellularer Automat in 3D nach Herr

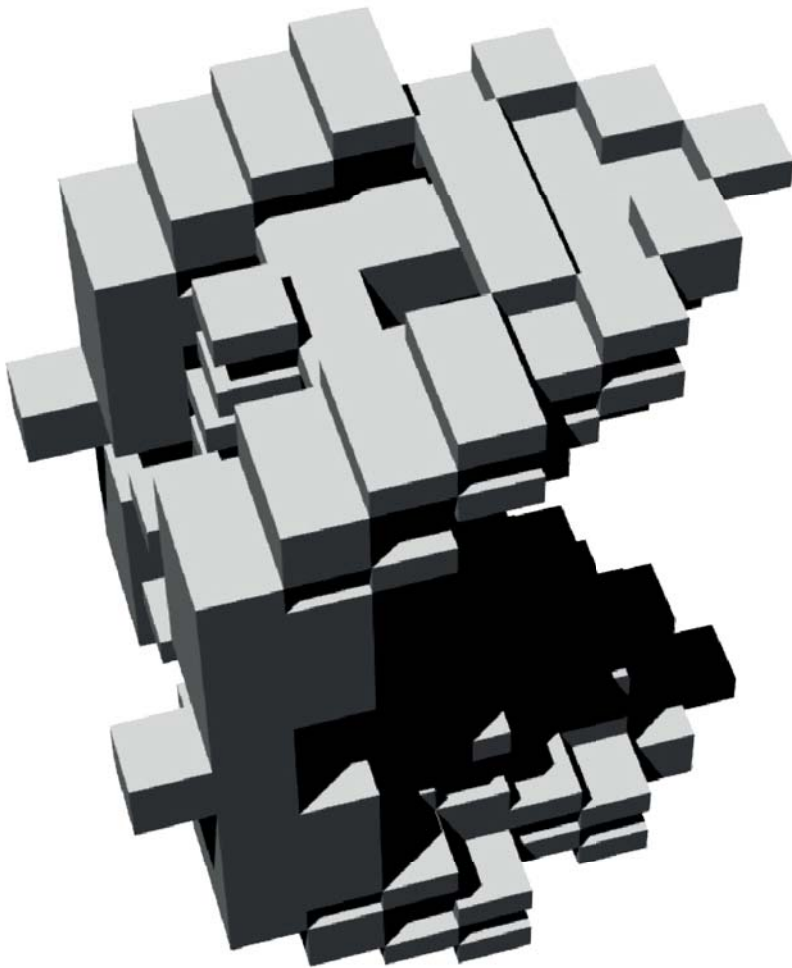


Abb. 9.3.2. Zellularer Automat in 3D (Explosionsdiagramm)

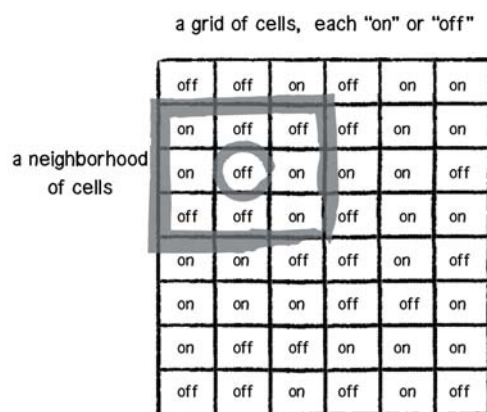
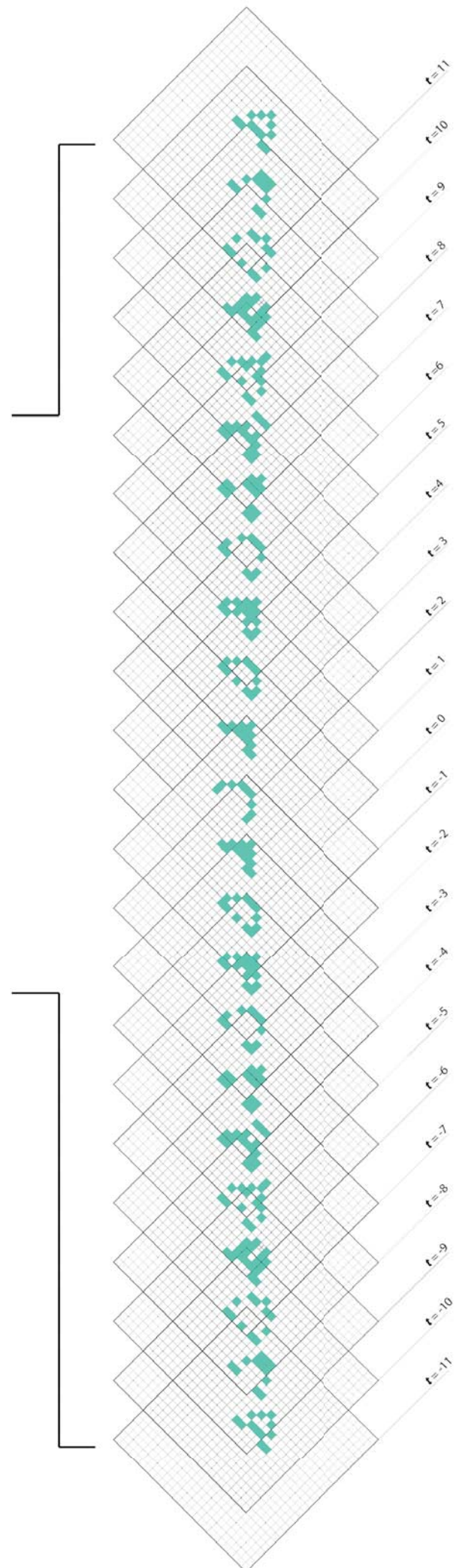


Abb. 9.3.3. Zellularer Automat: Nachbarschaft in 2D

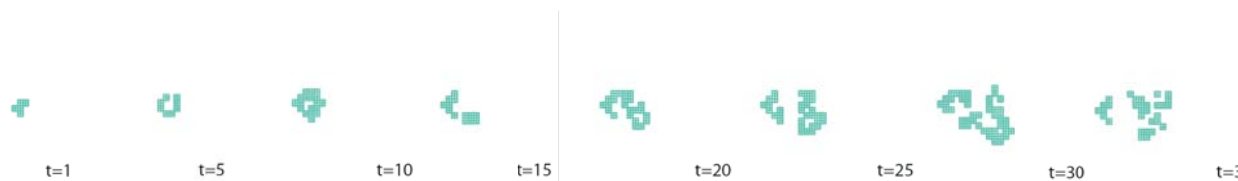




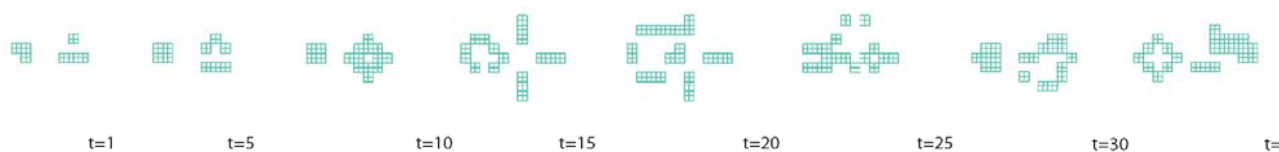
9.4. Formstudien

Für die ZA Experimente habe ich hauptsächlich mit dem Rabbit Plugin von Morphocode für Grasshopper, der parametrischen Erweiterung von Rhinoceros3D, gearbeitet. Mit unterschiedlichen Startkonfigurationen konnte ich folgende Varianten der ZA kreieren, die bis zur Generation 40 berechnet wurden.

Jede dieser Varianten basiert auf dem gleichen Regelset mit unterschiedlichen Eingabekonfigurationen. Es war sehr aufschlussreich mit dieser Maschine zu arbeiten, die schier endlose Möglichkeiten bietet, die im Detail doch sehr selbst-ähnlich sind. In einem weiteren Schritt könnte man die Resultate auch analysieren.



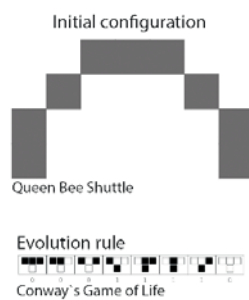
Für die von mir ausgewählte Variante war von mir hauptsächlich angedacht, dass ich von zwei kompakten Startkonfigurationen ausgehen möchte und die Struktur möglichst vertikal wächst. Die Auswahl ist rein visuell und meiner Meinung nach ist diese kritische Auseinandersetzung bei algorithmischen Entwurfsmethoden sehr wichtig, da sonst die Software zum Beispiel ein Optimum findet, wir - als Gestalter - jedoch kein Mitspracherecht mehr haben. Dies sollten wir tunlichst vermeiden und nicht auf Quadratmeter optimieren, was jedoch oft praktiziert wird.



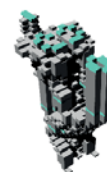
35



t=40



t=25



t=10

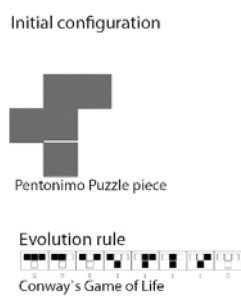


Abb. 9.4.1. Zellularer Automat: 3D QBS

35



t=40



t=25



t=10

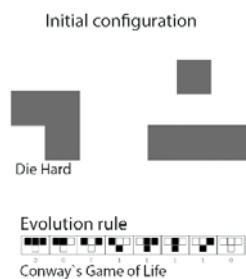


Abb. 9.4.2. Zellularer Automat: 3D PPC

35



t=40



t=25



t=10



Abb. 9.4.3. Zellularer Automat: 3D DH

9.4. Formstudien

Arbeitsmodelle der drei untersuchten Varianten den räumlichen zellularen Automata, Massstab 1:2000, 3D gedruckt aus PA (Nylon):

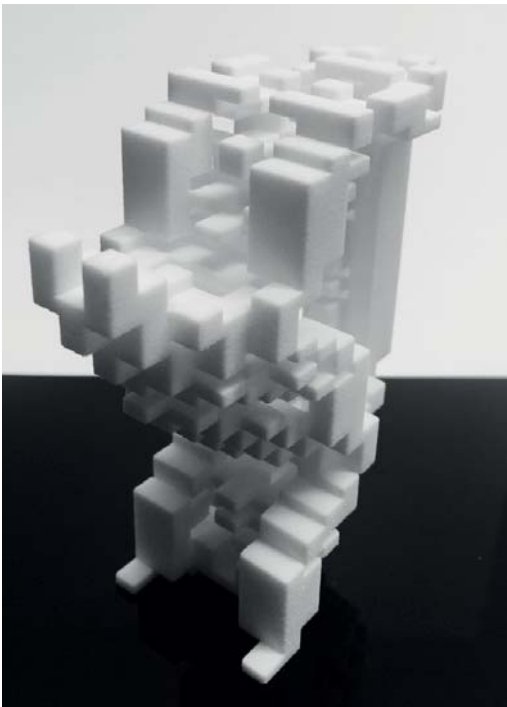


Abb. 9.4.4. Zellularer Automat: 3D QBS

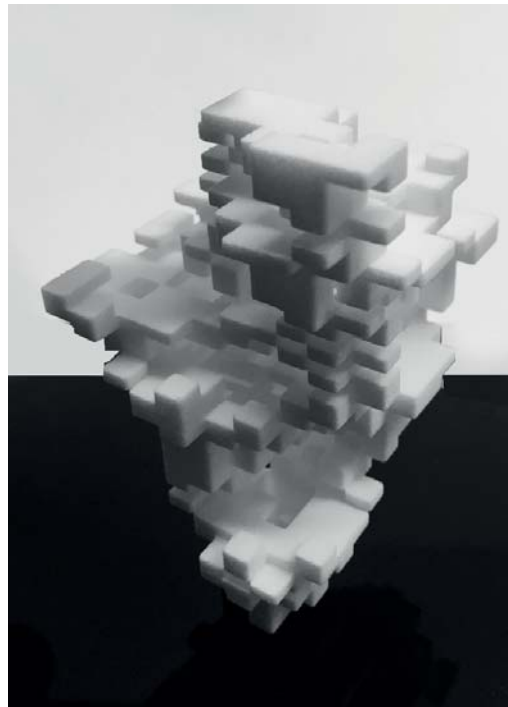


Abb. 9.4.5. Zellularer Automat: 3D PPC

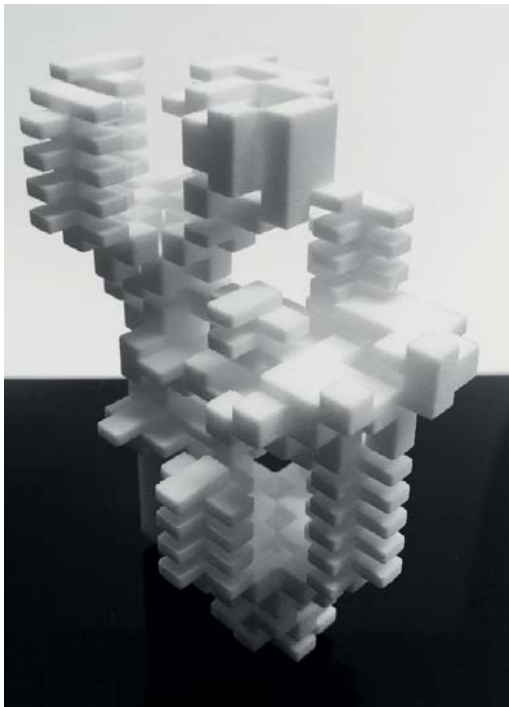


Abb. 9.4.6. Zellularer Automat: 3D DH

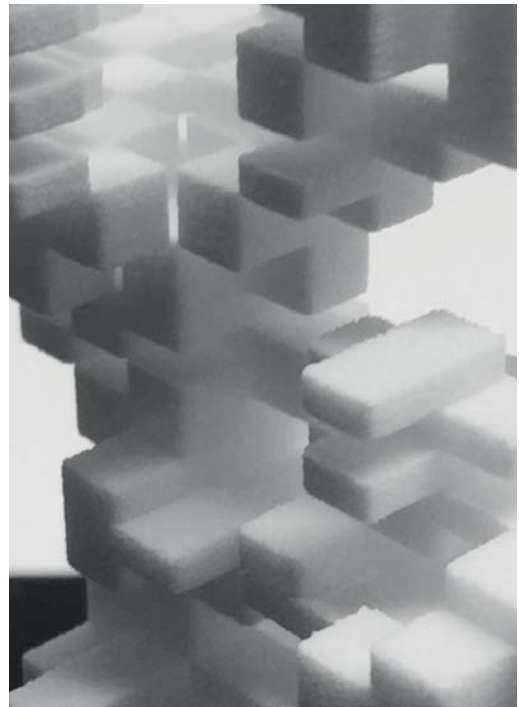
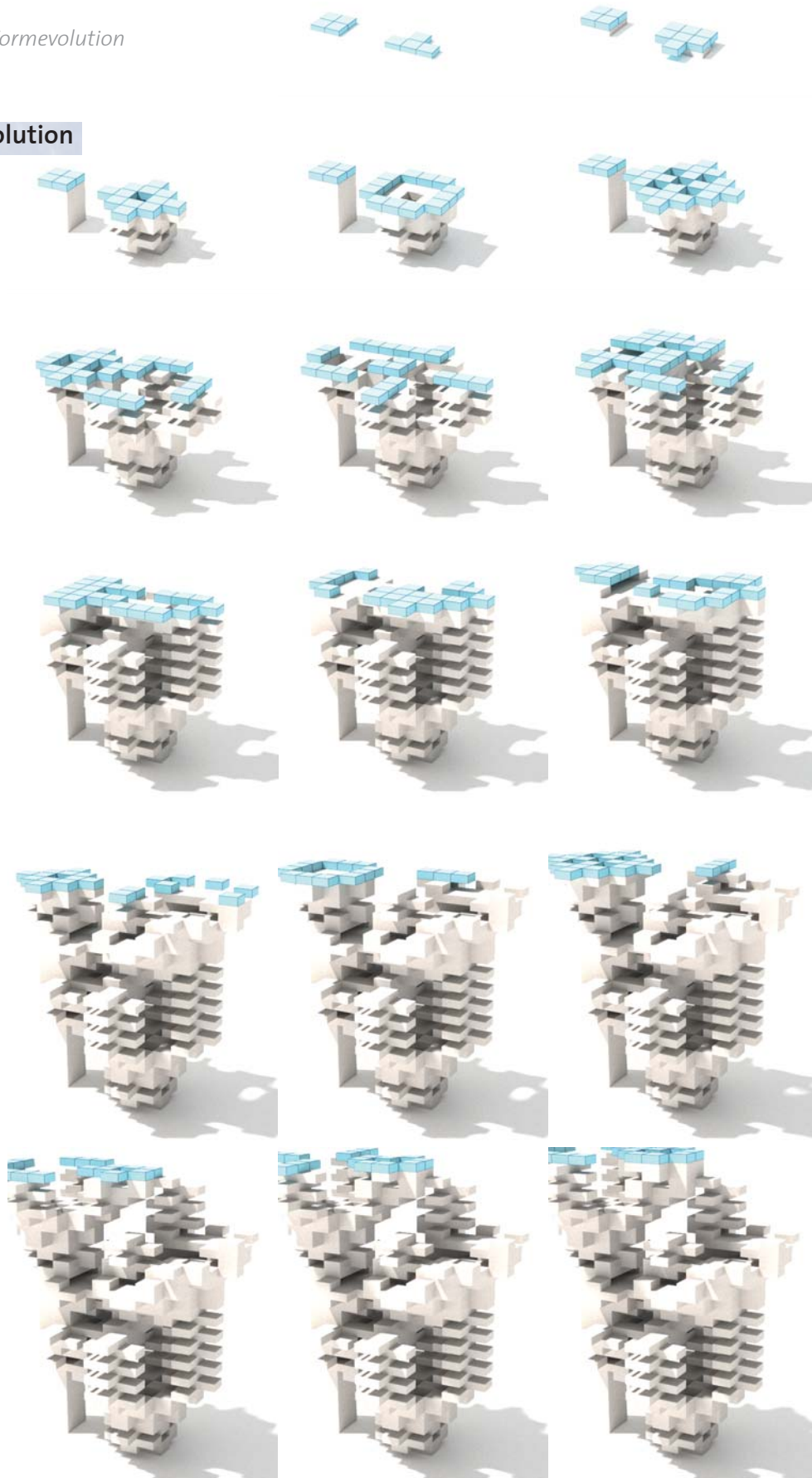


Abb. 9.4.7. Zellularer Automat: 3D DH

Abb. 9.5.1. *Formevolution*

9.5. Evolution



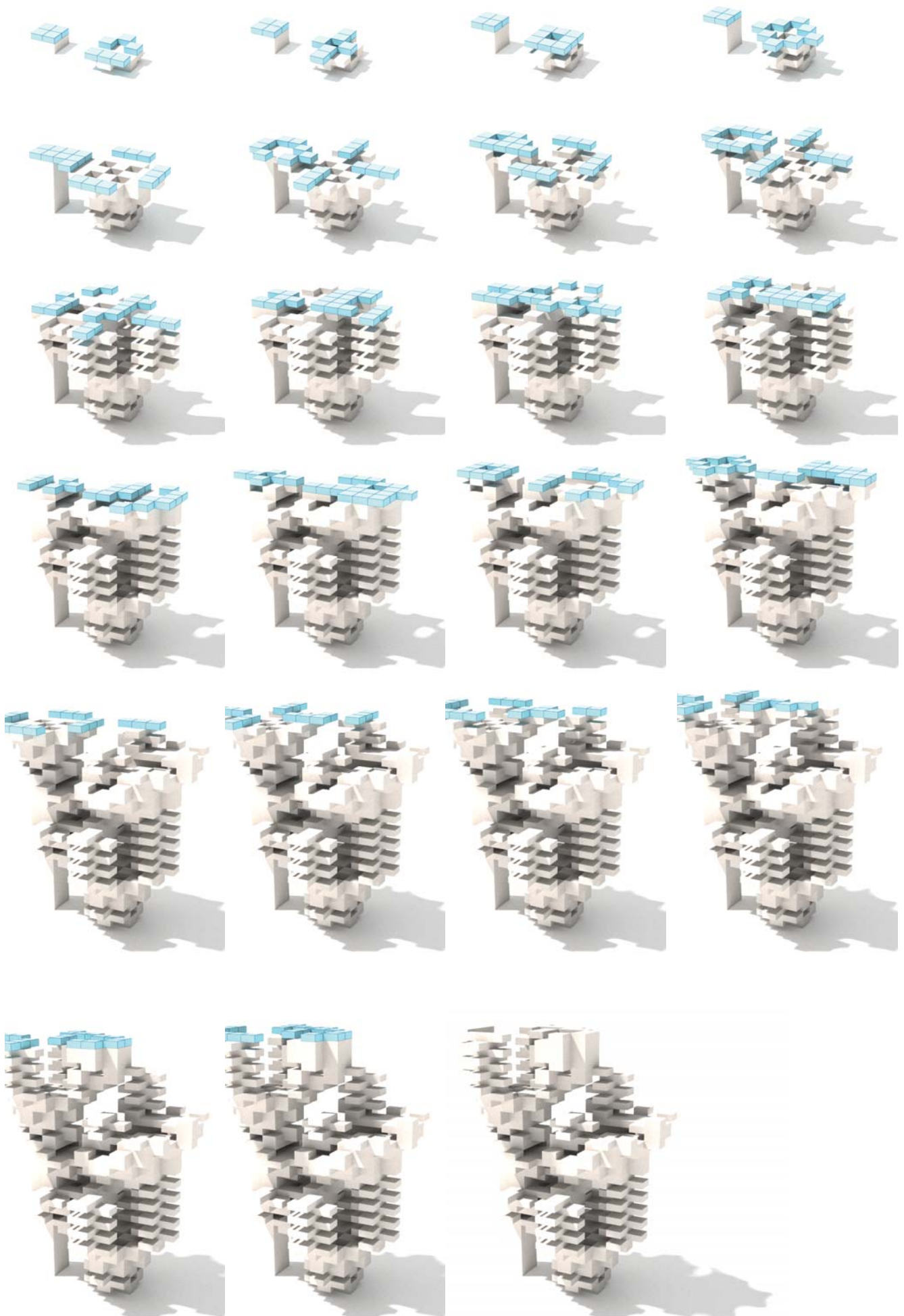
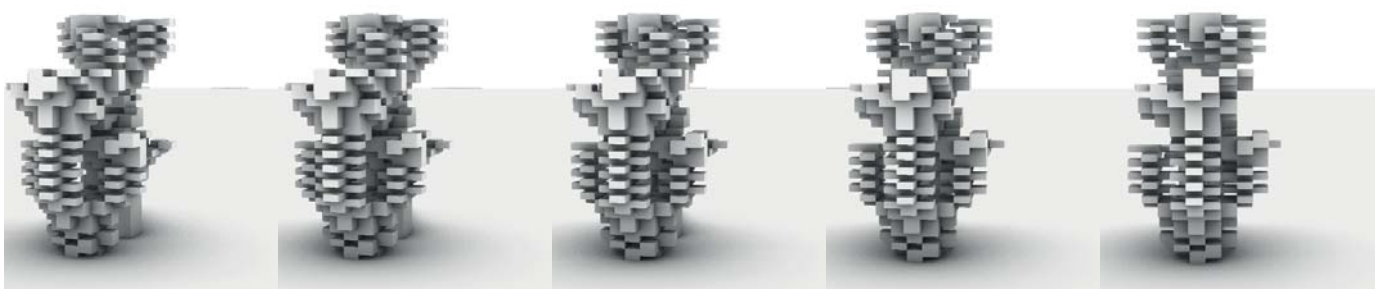
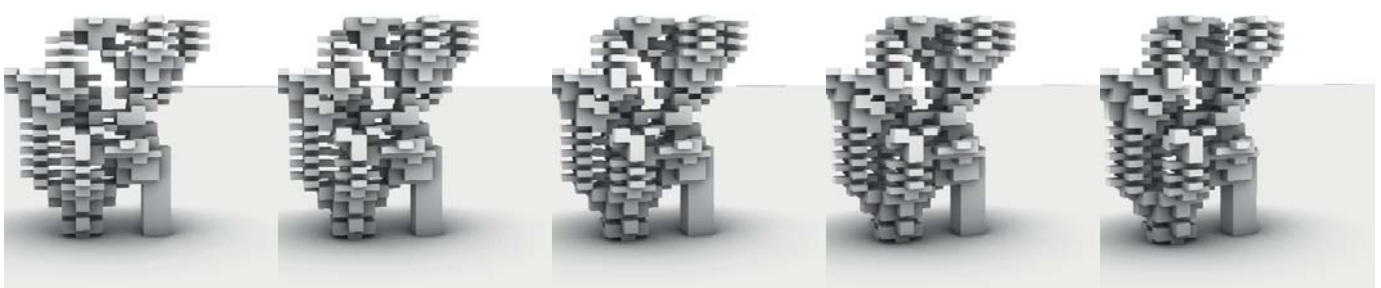
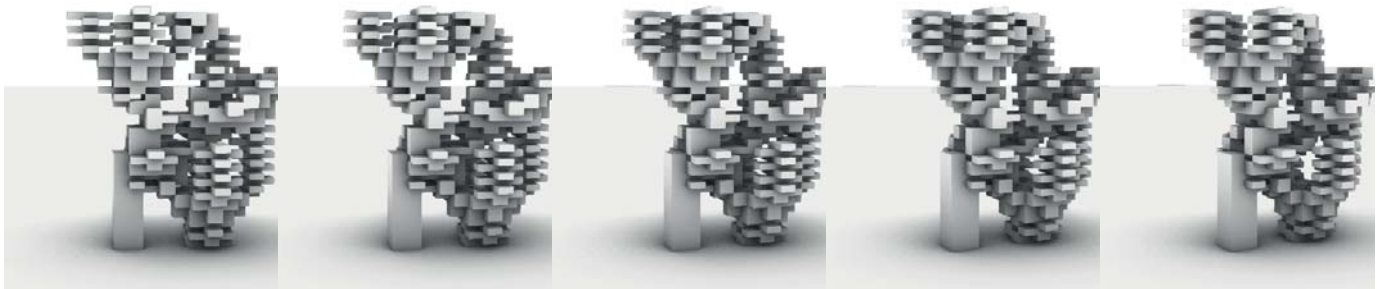
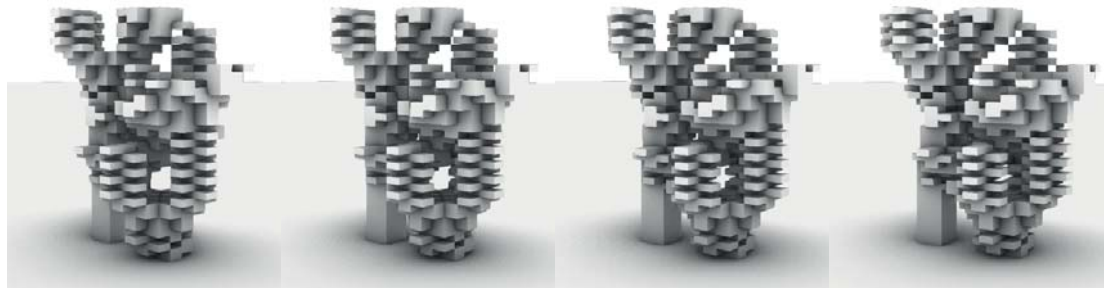


Abb. 9.6.1. Ansichten

9.6. Ansichten





9.7. Räumliche Entfaltung

Die raumgreifende Auffaltung des Wachstumsprozesses bildet komplexe, teilweise intime Ausse-
neräume. Zugleich lassen sich die Gebäudevolumina und deren Massstab bereits gut ablesen, dies
habe ich im Algorithmus bereits in Erwägung gezogen. Die geschaffene Struktur ist porös, transpa-
rent, intim und offen zugleich. Dies war für mich ein guter Startpunkt für die weitere Bearbeitung.

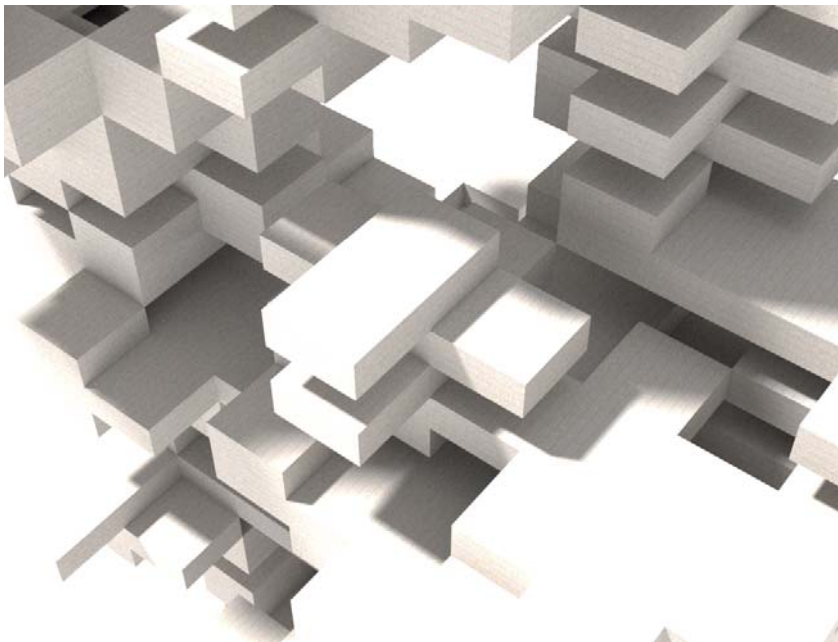


Abb. 9.7.1. *Zellular Automata überführt in 3D*

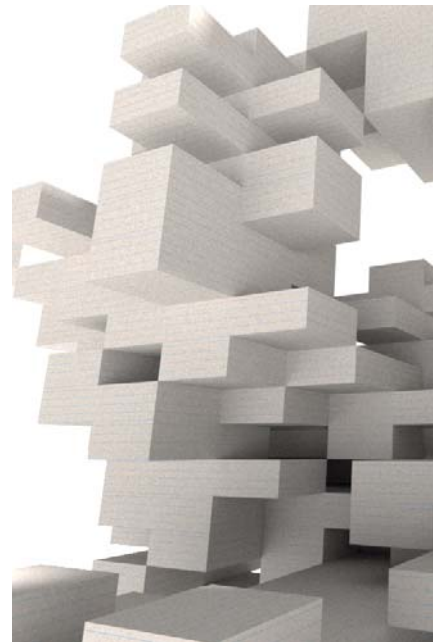
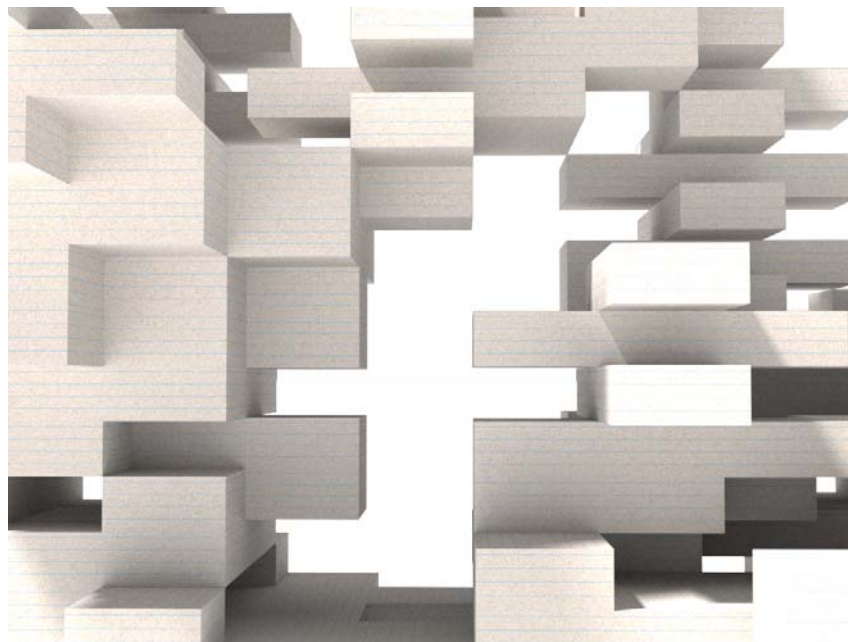
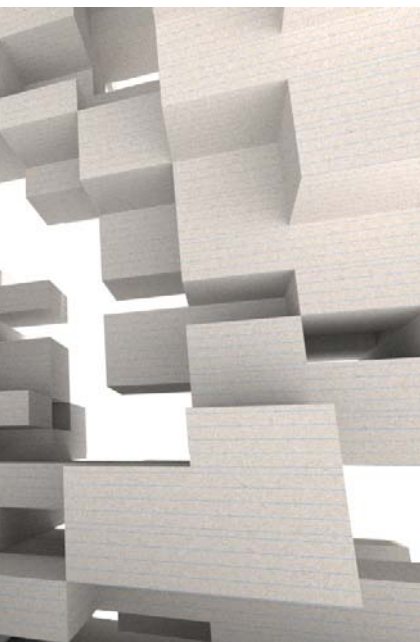


Abb. 9.7.2. *Zellular Automata überführt in 3D*



hrt in 3D

Abb. 9.7.3. Zellular Automata überführt in 3D

9.8. Translation in EML

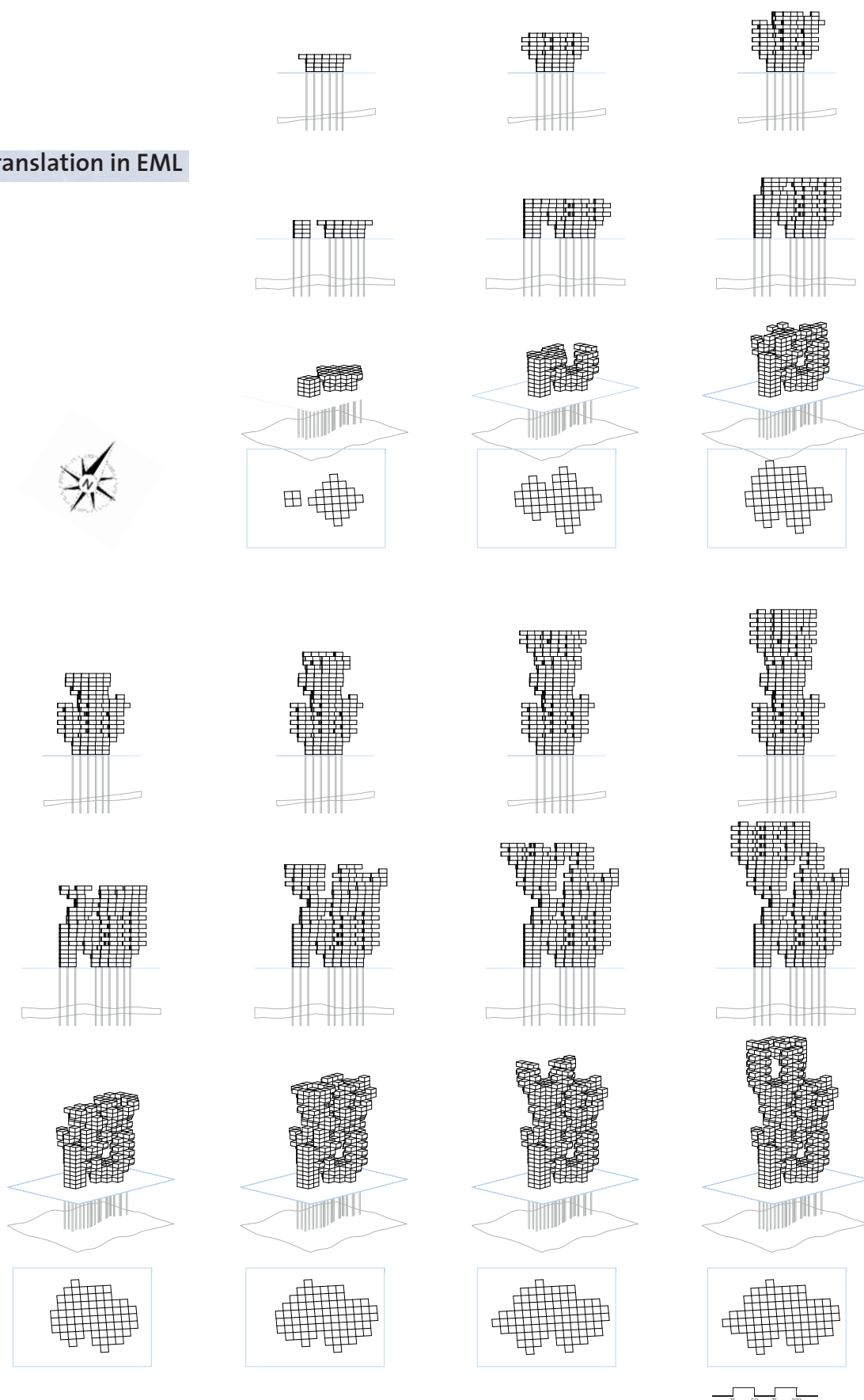


Abb. 9.8.1. Zellular Automata überführt in 3D, Ansicht



Abb. 9.8.2. Zellular Automata überführt in 3D, Perspektive

10.1. Perspektiven



Abb. 10.1.1. *Perspektive abstrakt*



Abb. 10.1.2. *Perspektive abstrakt*

10.1. Perspektiven

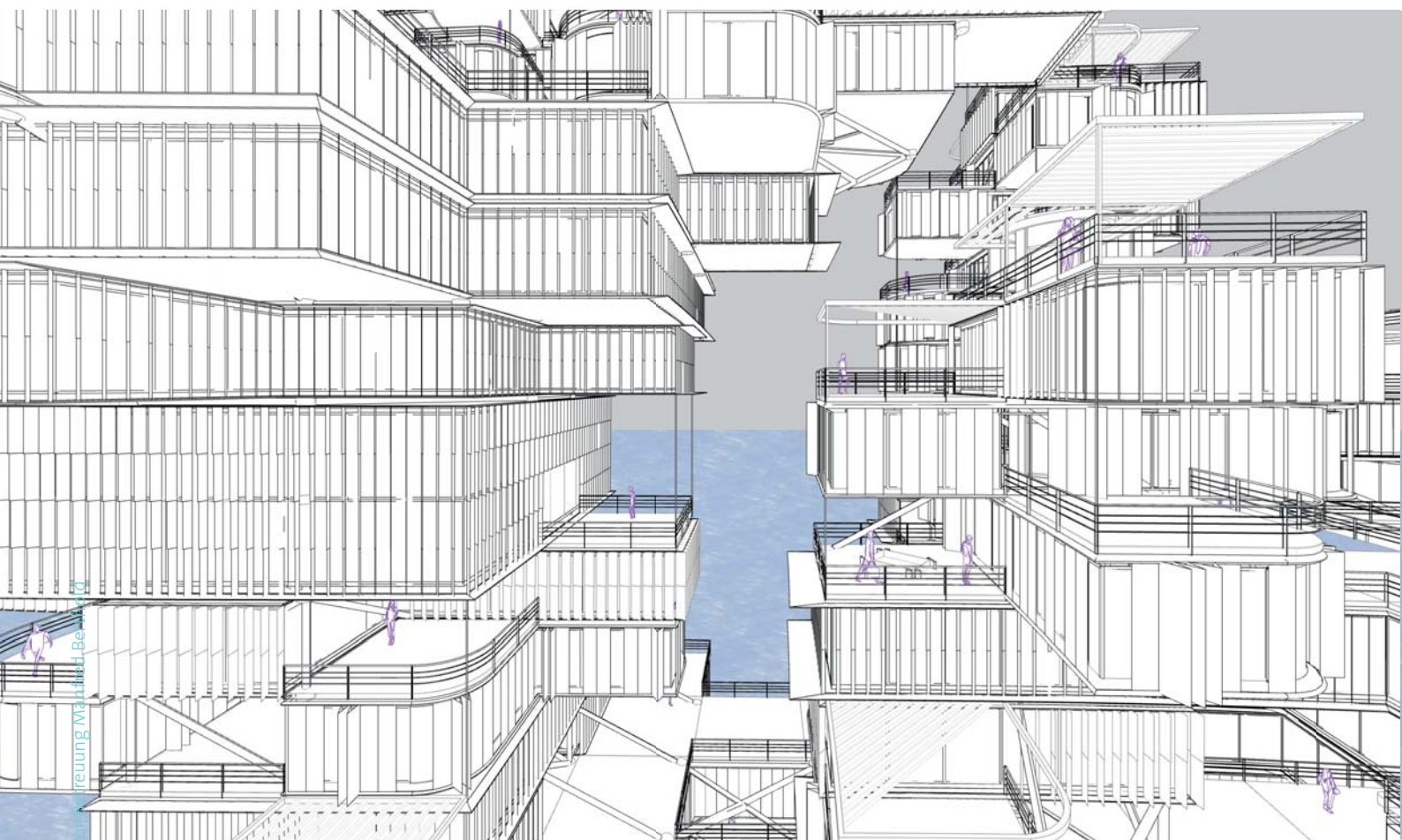
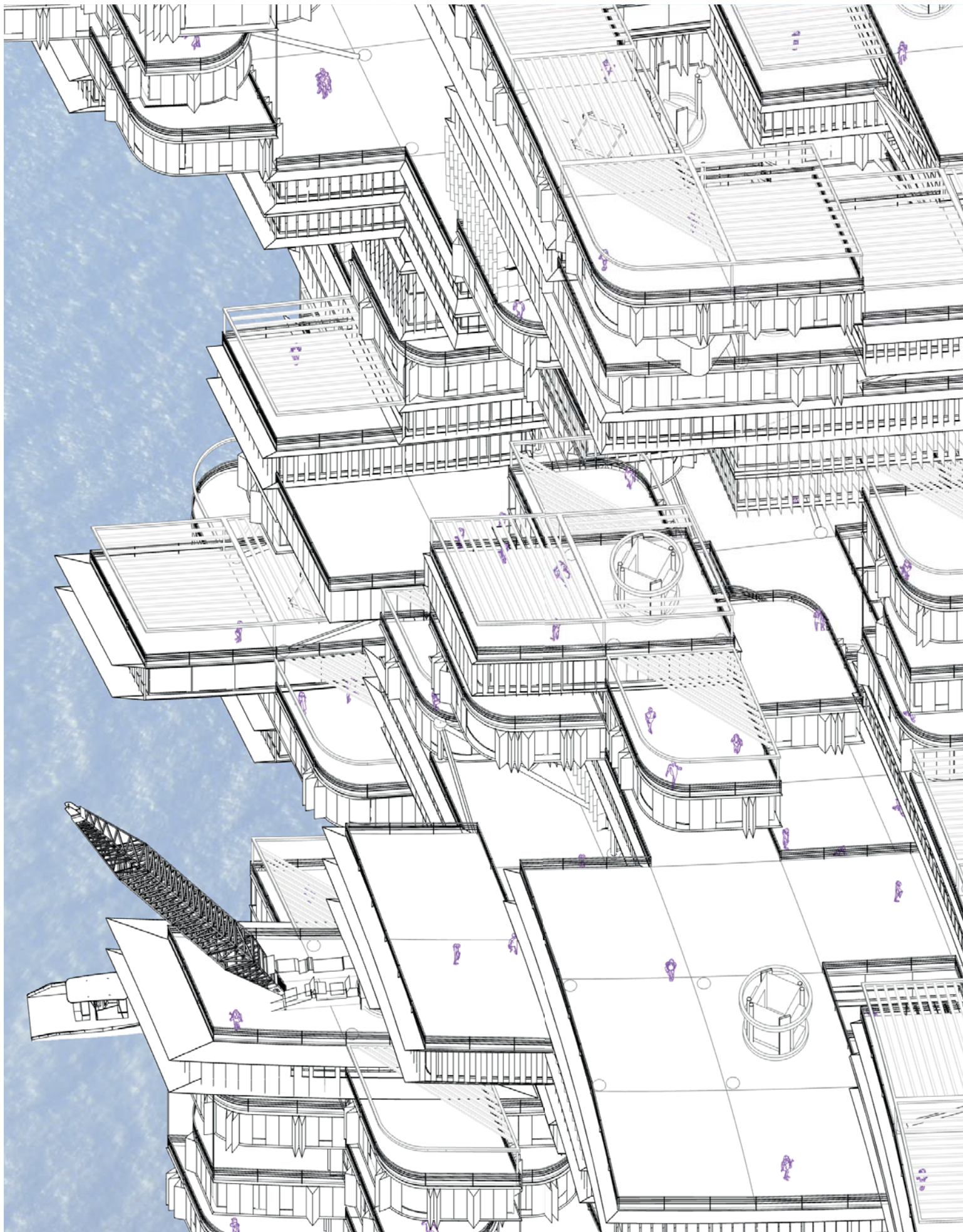


Abb. 10.1.3. *Perspektive abstrakt*

Abb. 10.1.4. *Perspektive abstrakt (rechts)*



10. Entwurf

10.1. Perspektiven

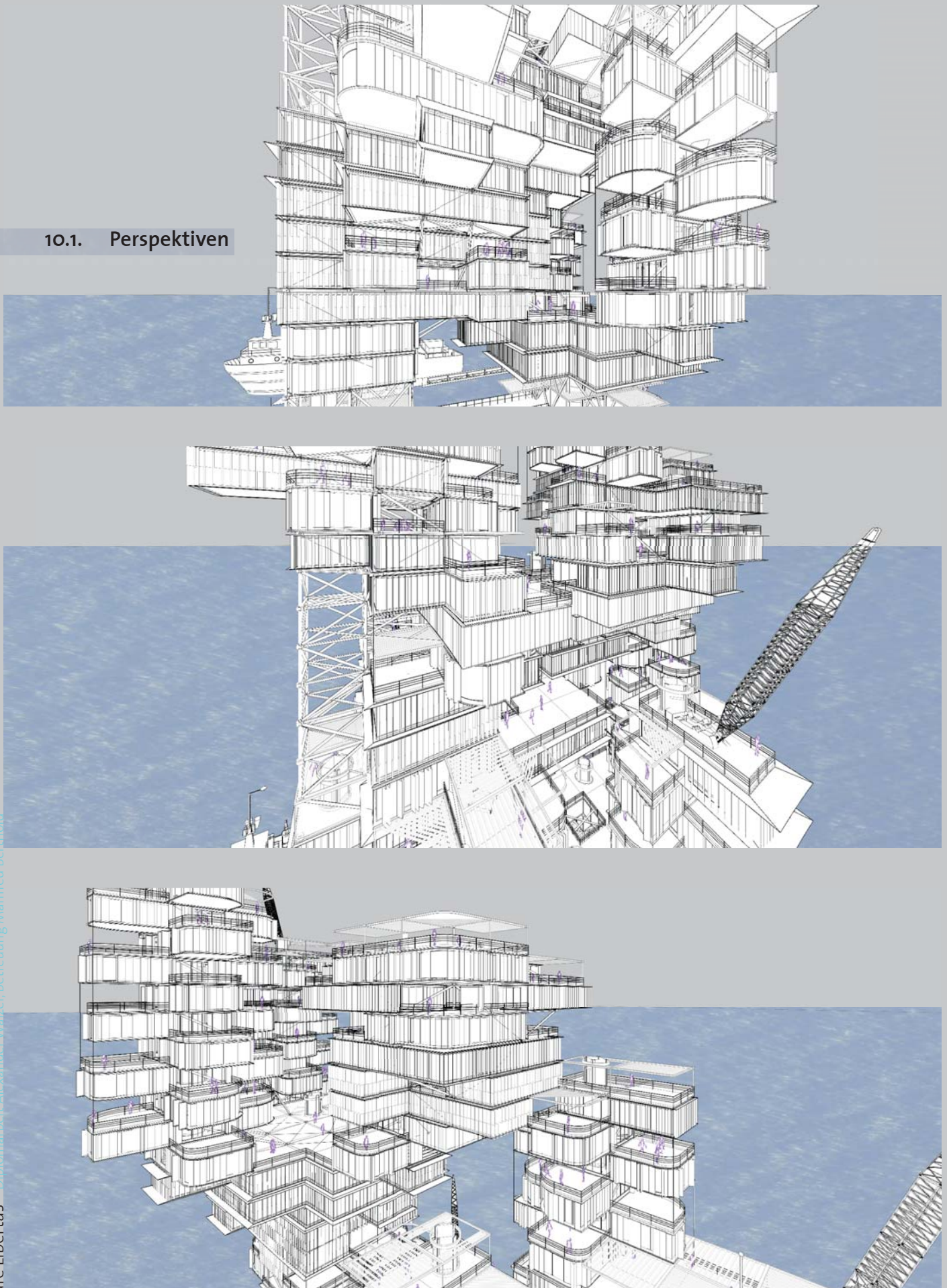


Abb. 10.1.5. 6 Perspektiven, abstrakt



10. Entwurf

10.2. Zugang, Landungsbrücke

Der Wasserstand in der Strasse von Singapur bewegt sich in den Gezeiten um bis zu 3m. Der problemlose Zugang zum Gebäude wird mit Schwimmanlegern garantiert, an denen die Boote und Schiffe anlegen können. Über eine gelenkige Verbindung kommen die Personen dann in das Erdgeschoss des Gebäudes und können von dort aus einen der Aufzüge steil nach oben nehmen.

Ebenfalls wurde 1m Freiraum für den Wellengang eingerechnet, die laut vorgefundenen Daten jedoch unter 0.5m liegen. Somit sollte das Erdgeschoss (Ausführung in Lochblechelementen = wasserdurchlässig aber rutschfest) zum Grossteil trocken bleiben.

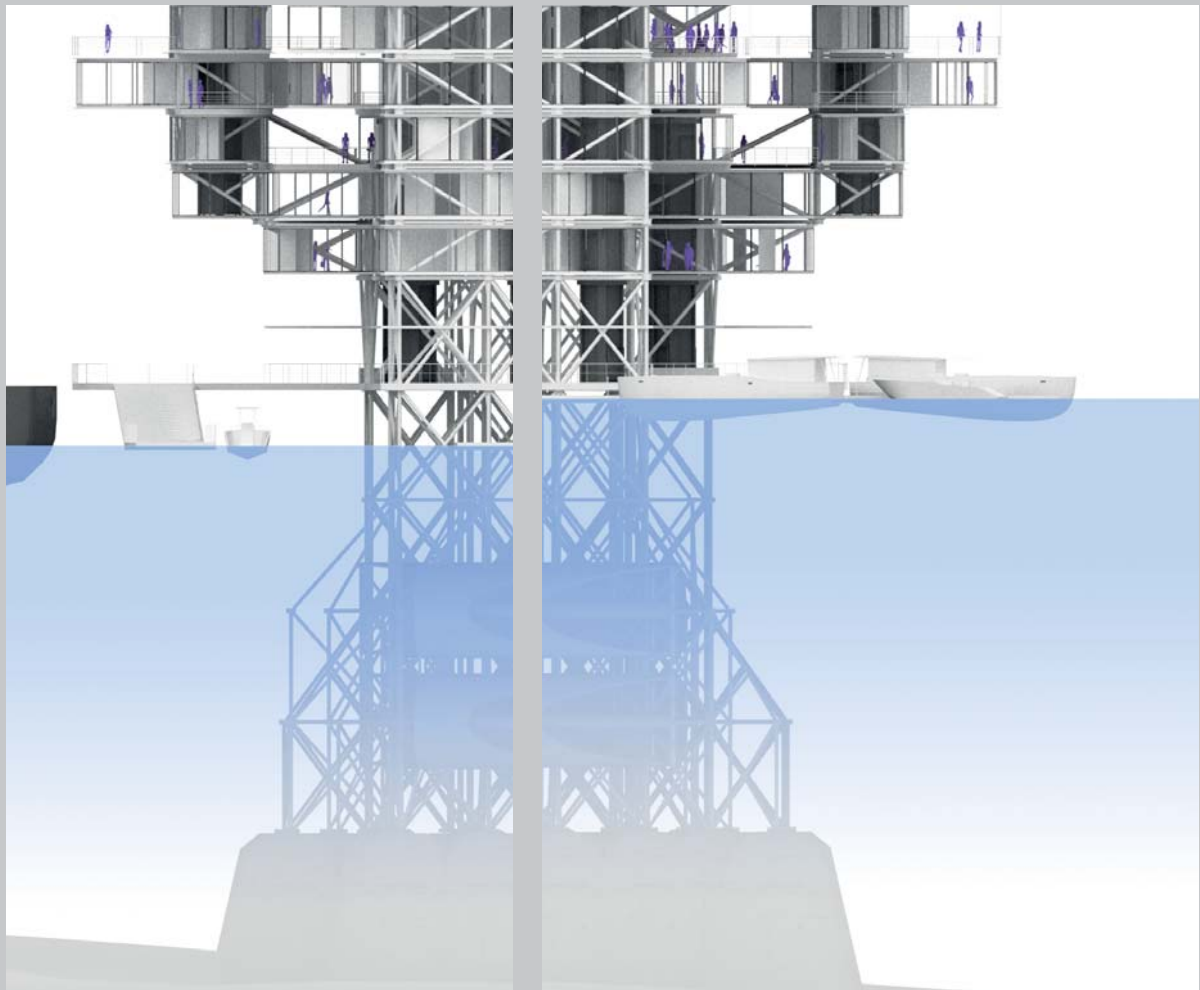


Abb. 10.2.1. Wasserstand tief (-1.5m)

Abb. 10.2.2. Wasserstand hoch (+1.5m)

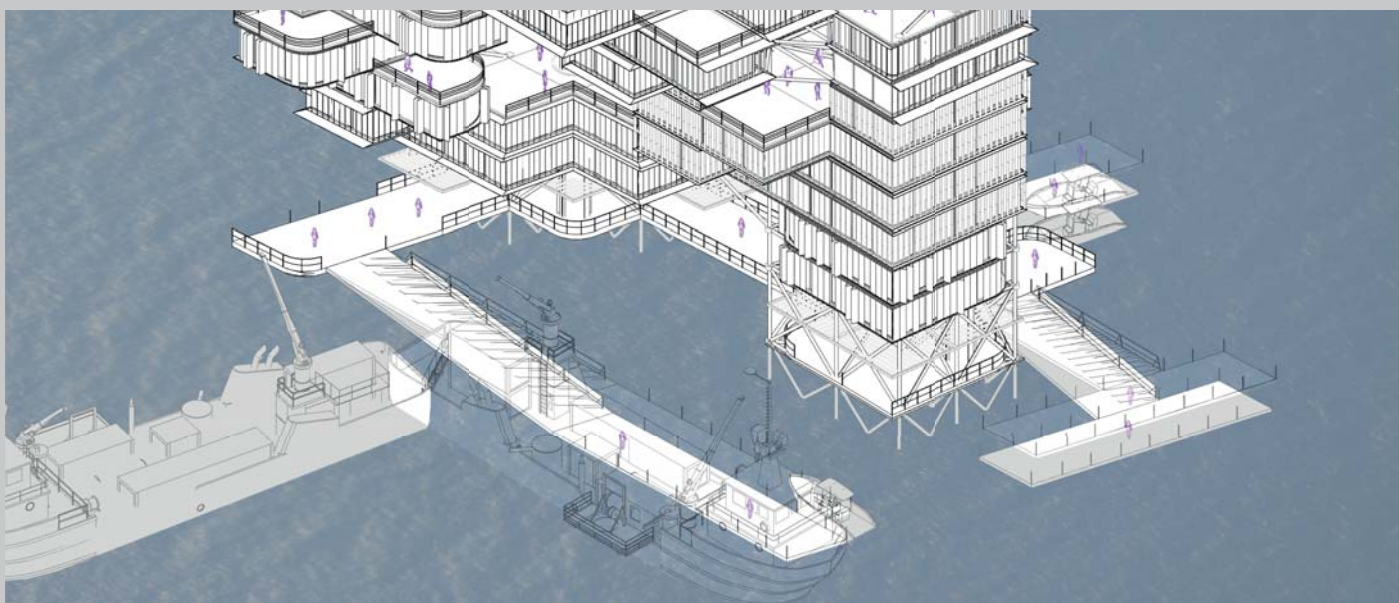
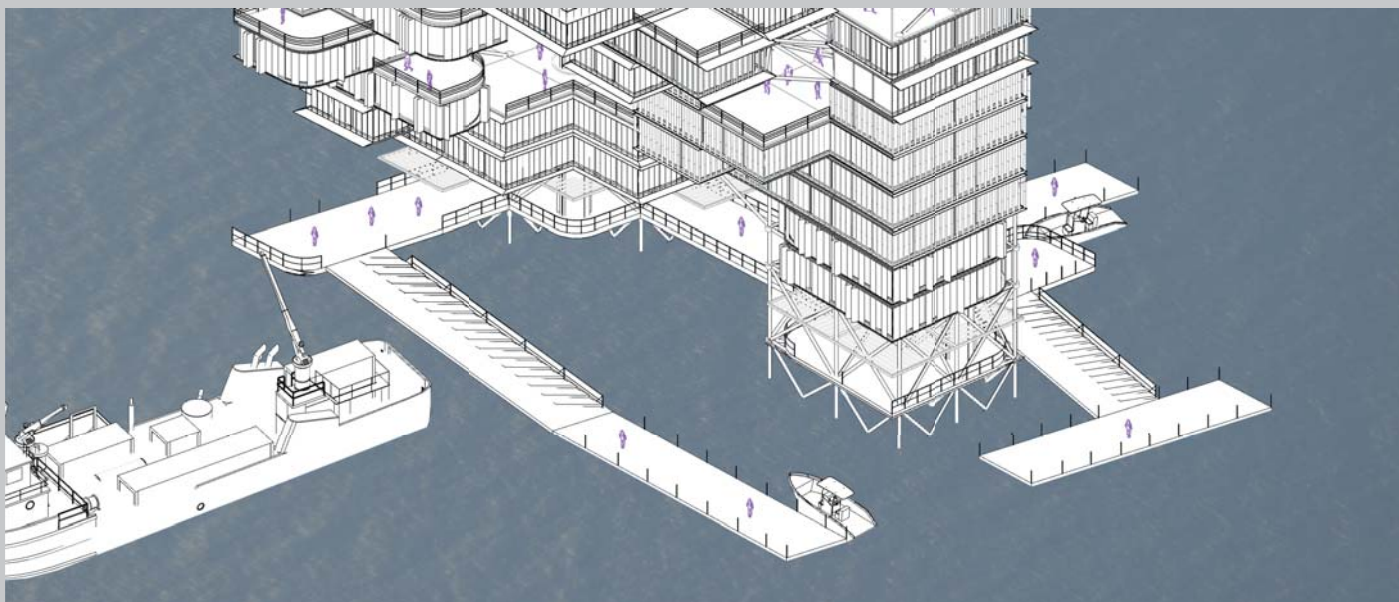


Abb. 10.2.3. Schwimmanleger bei Wasserpegelveränderung

10.3. Erschliessungskonzept

Die Haupte Erschliessung erfolgt vertikal mit mehreren Aufzügen, die jeweils von 2 bis 10 Stockwerken zurücklegen. Die horizontale Erschliessung erfolgt über die Module, was auch für kurze Fluchtwege sorgt (rechts).

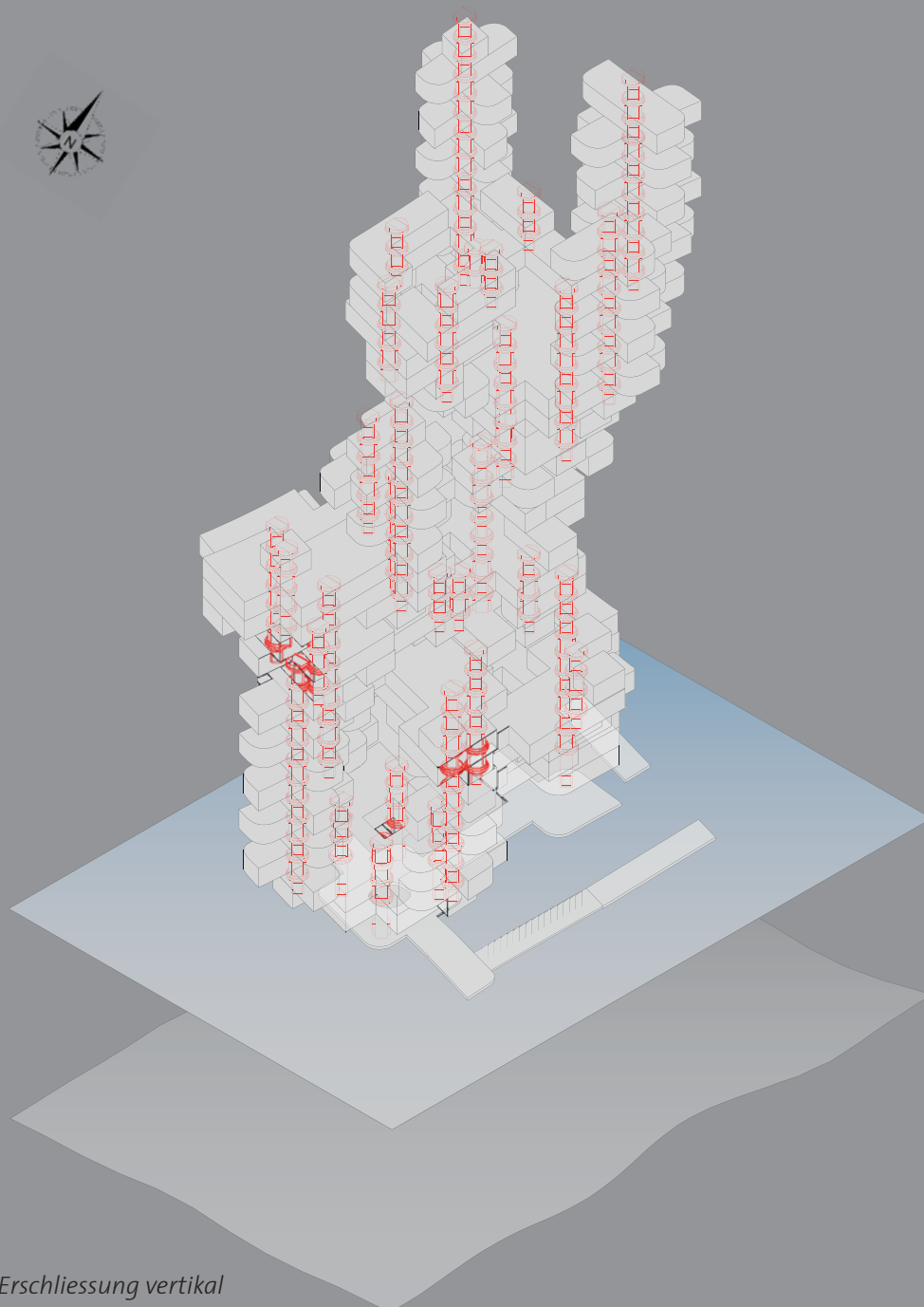


Abb. 10.3.1. Erschliessung vertikal

Die zweite Erschliessungsweise erfolgt horizontal, dadurch werden öffentliche Räume definiert wo unterschiedliche Aktivitäten stattfinden kann. Der Benutzer meandert durch die Struktur statt den direktesten Weg zu nehmen.

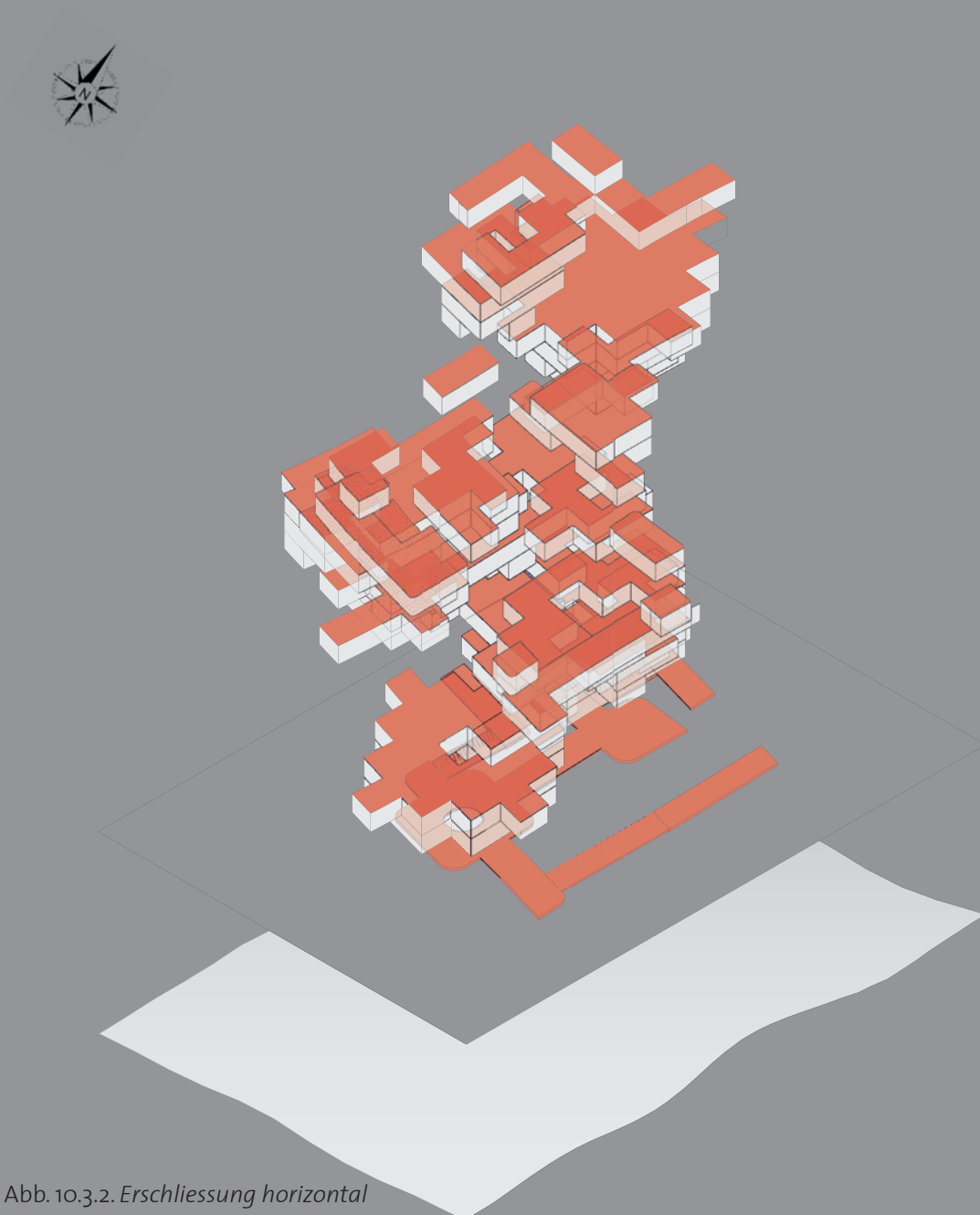


Abb. 10.3.2. Erschliessung horizontal

10.4. Nutzungskonzept:

Das Raumprogramm ist aufgeteilt in folgende Bereiche:

Freiflächen	11.240 m ²	34 %
Gemeinschaft	8832 m ²	26%
Wohnen	7017 m ²	21%
Gewerbe	2800 m ²	8%
Infrastruktur	2173 m ²	7%
Erdgeschosszone	1259 m ²	4%
Gesamtfläche:	33.321 m ²	100%

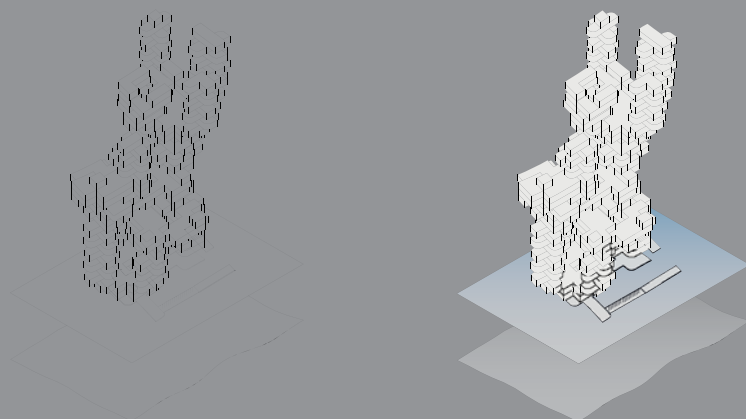
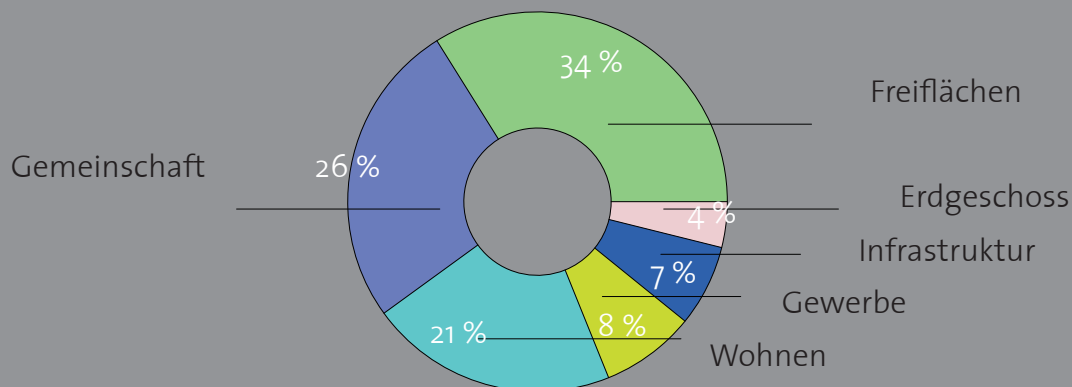
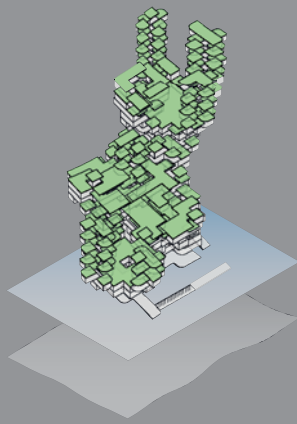
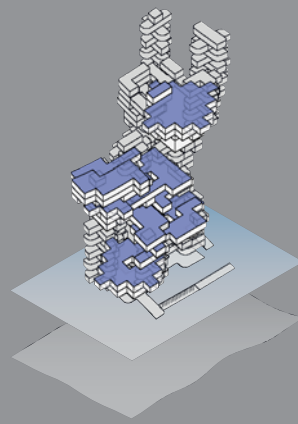


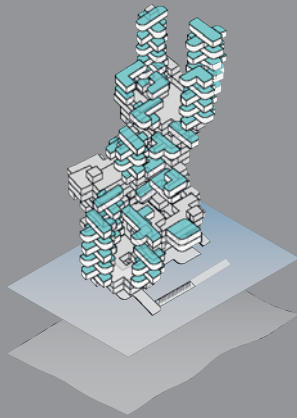
Abb. 10.3.3. Nutzungsverteilung



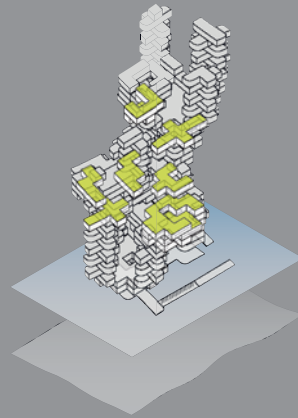
Freiflächen



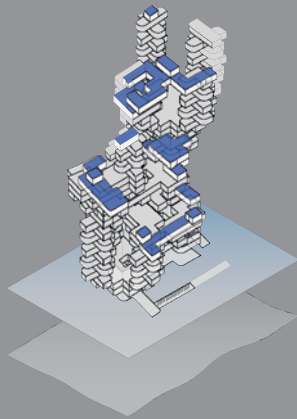
Gemeinschaft



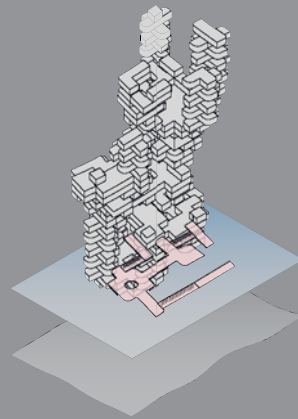
Wohnen



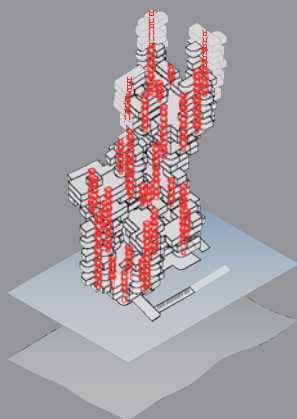
Gewerbe



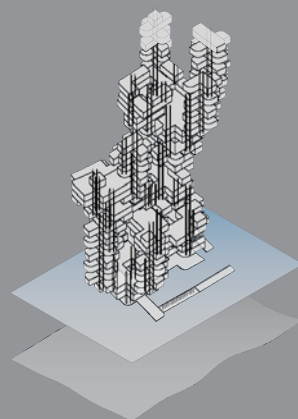
Infrastruktur



Erdgeschoss



Erschliessung vertikal



Haustechnik

10.4. Nutzungskonzept:

Freiflächen

11.240 m²

34 %

Trotz der hohen Dichte der Baukörper wird ein Anteil von 1/3 Freiflächen erreicht. Dies ist möglich, da die Dachflächen der darunterliegenden und teilweise nicht verbauten Geschosse begrünt werden, erschlossen werden sie über die Module selbst (Fenstertüren) oder mit der vertikalen Erschliessung.

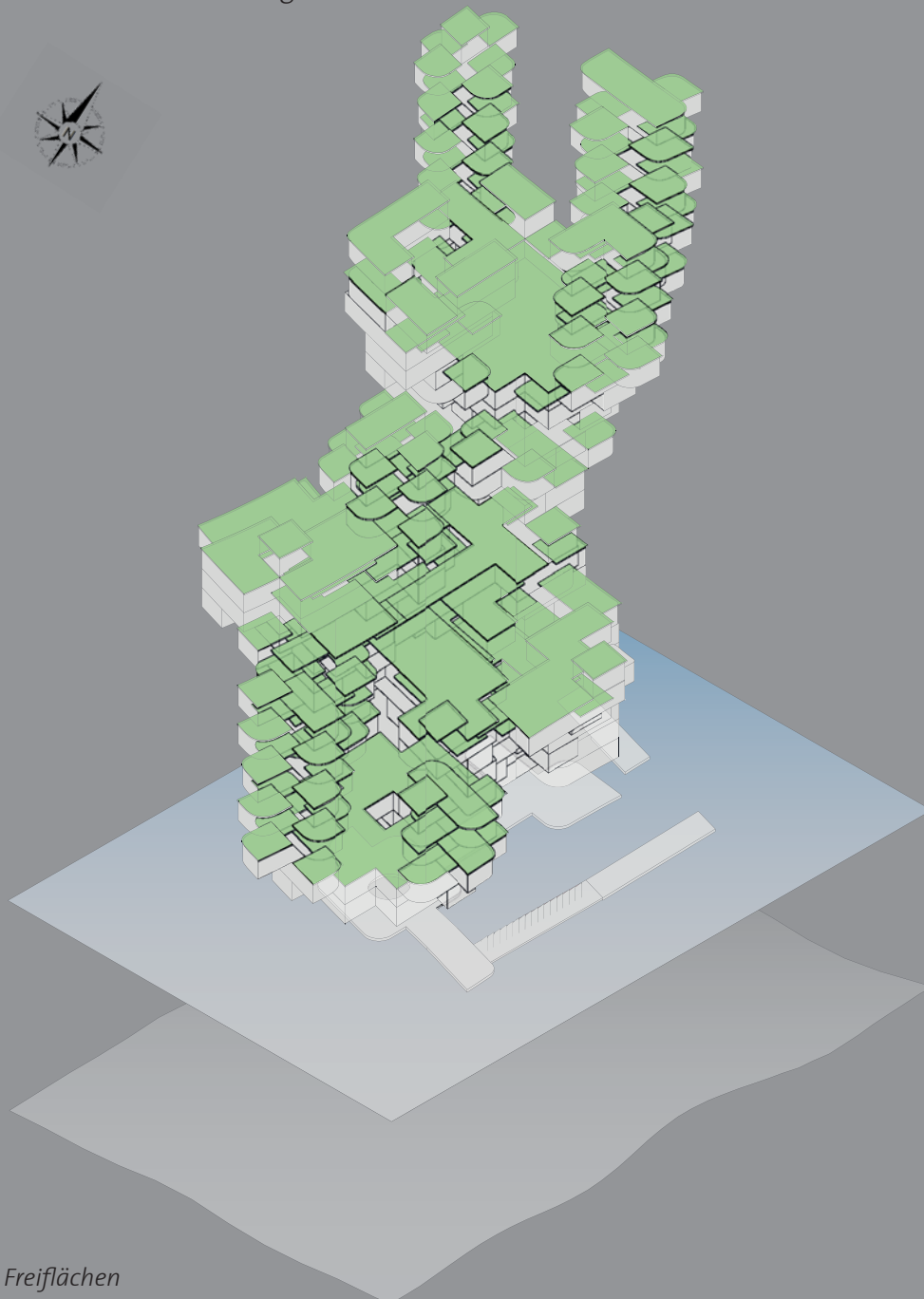


Abb. 10.3.4. Freiflächen

Gemeinschaft

8832 m²

26%

Der Grossteil der Durchgangsbereiche soll und kann als gemeinschaftliche Zone benutzt werden; dazu zählen Cafes, halb-öffentliche Sitzbereiche, Arbeitsplätze, Lesebereiche, Mediathek, Fitness und Wellness, Marktbereiche, Restaurant und andere Sozialbereiche.

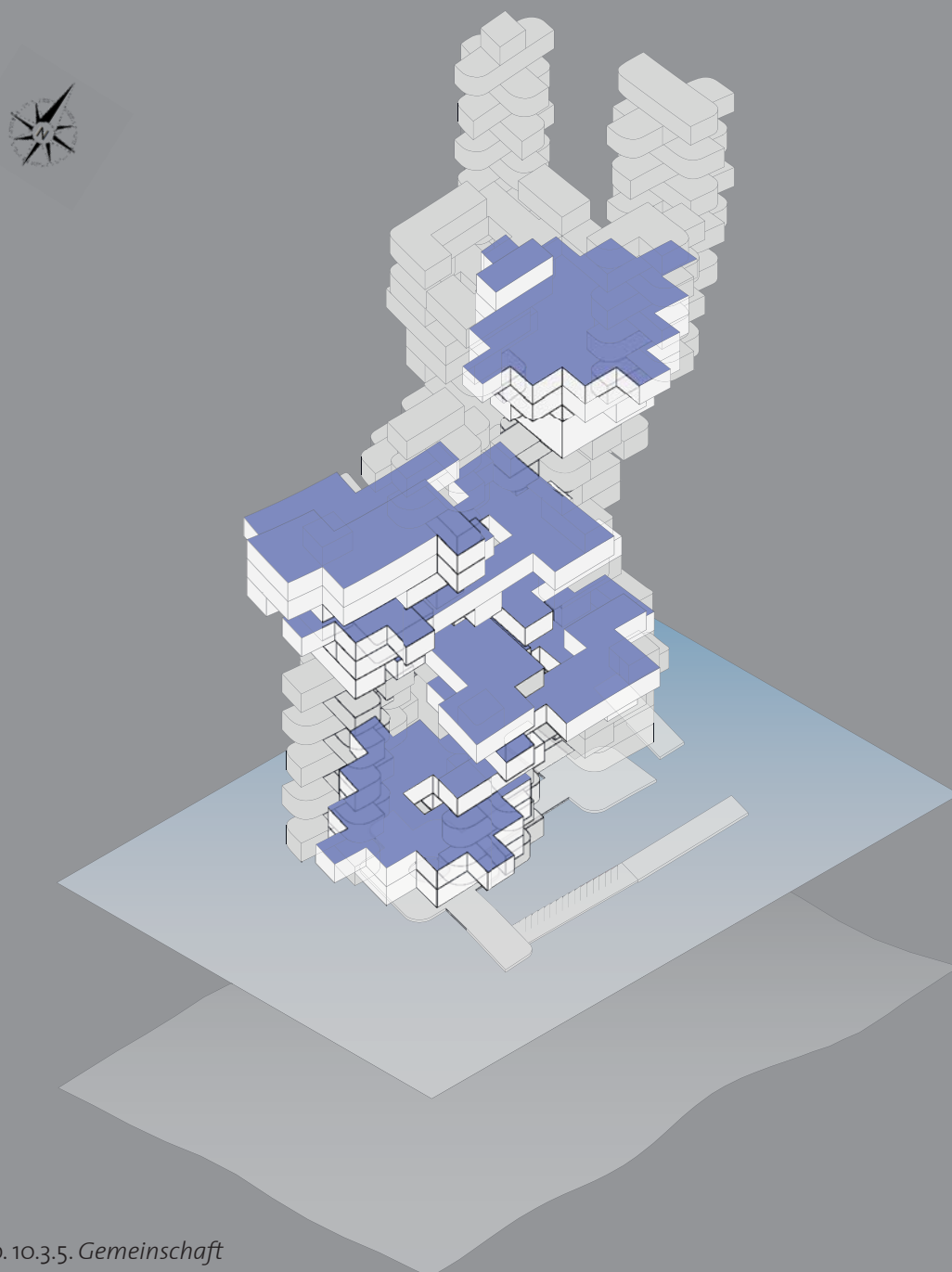


Abb. 10.3.5. Gemeinschaft

10.4. Nutzungskonzept:

Wohnen

7017 m²

21%

Sackgassen in der Erschliessung, bzw. Bereiche, die nicht primär durchgangen werden müssen, bilden die Wohneinheiten aus. Diese sind kompakt bis mittelgross ausgeführt und erlauben eine direkte Erschliessung aus dem Auszug in die Wohnung mit verglastem Rundumblick.

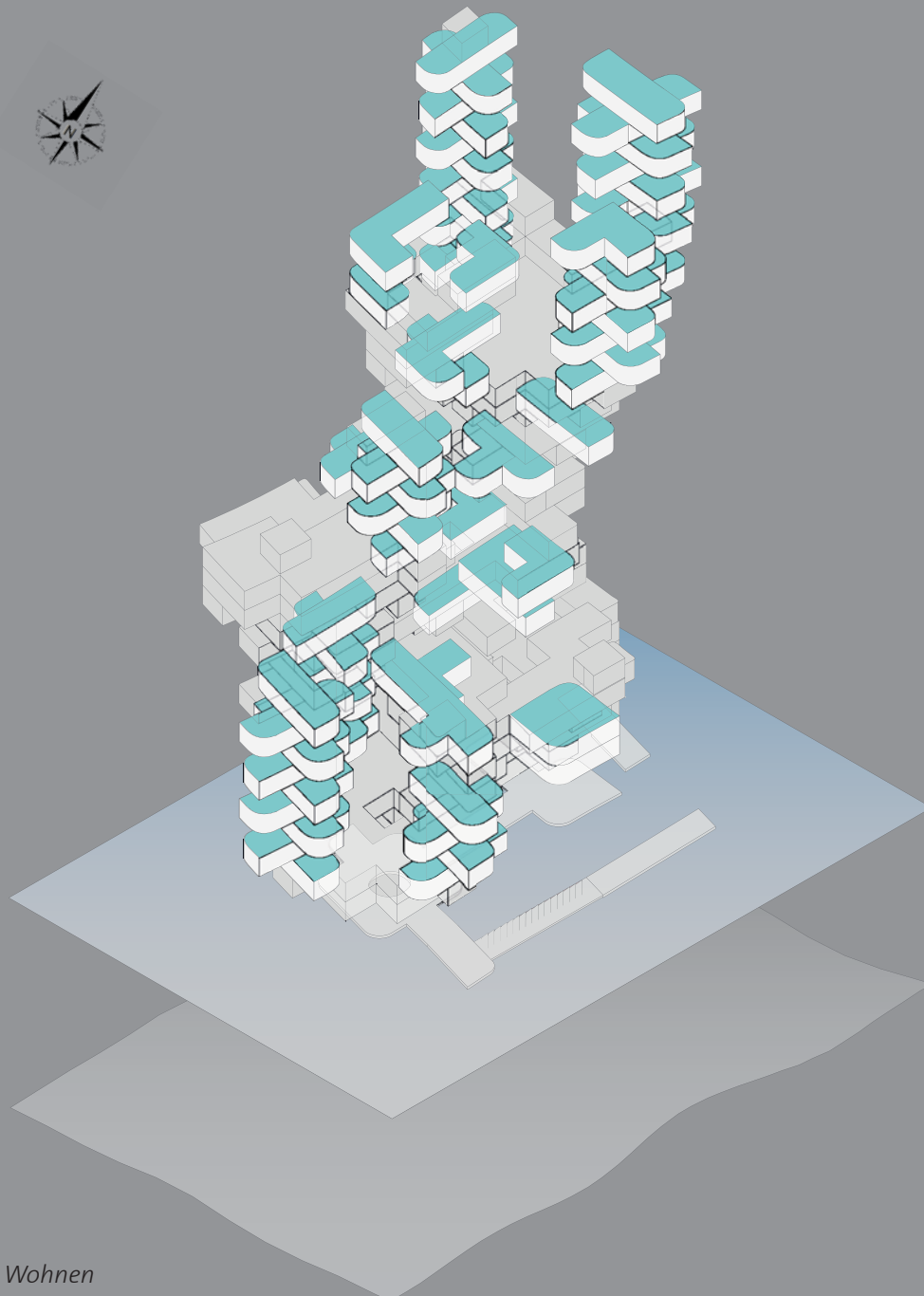


Abb. 10.3.6. Wohnen

Gewerbe

2800 m²

8%

Um den Bewohnern und Besuchern Einkaufsmöglichkeiten zu bieten, dienen insgesamt 2800m² für den gewerblichen Sektor wie zB Supermarkt und Büros.

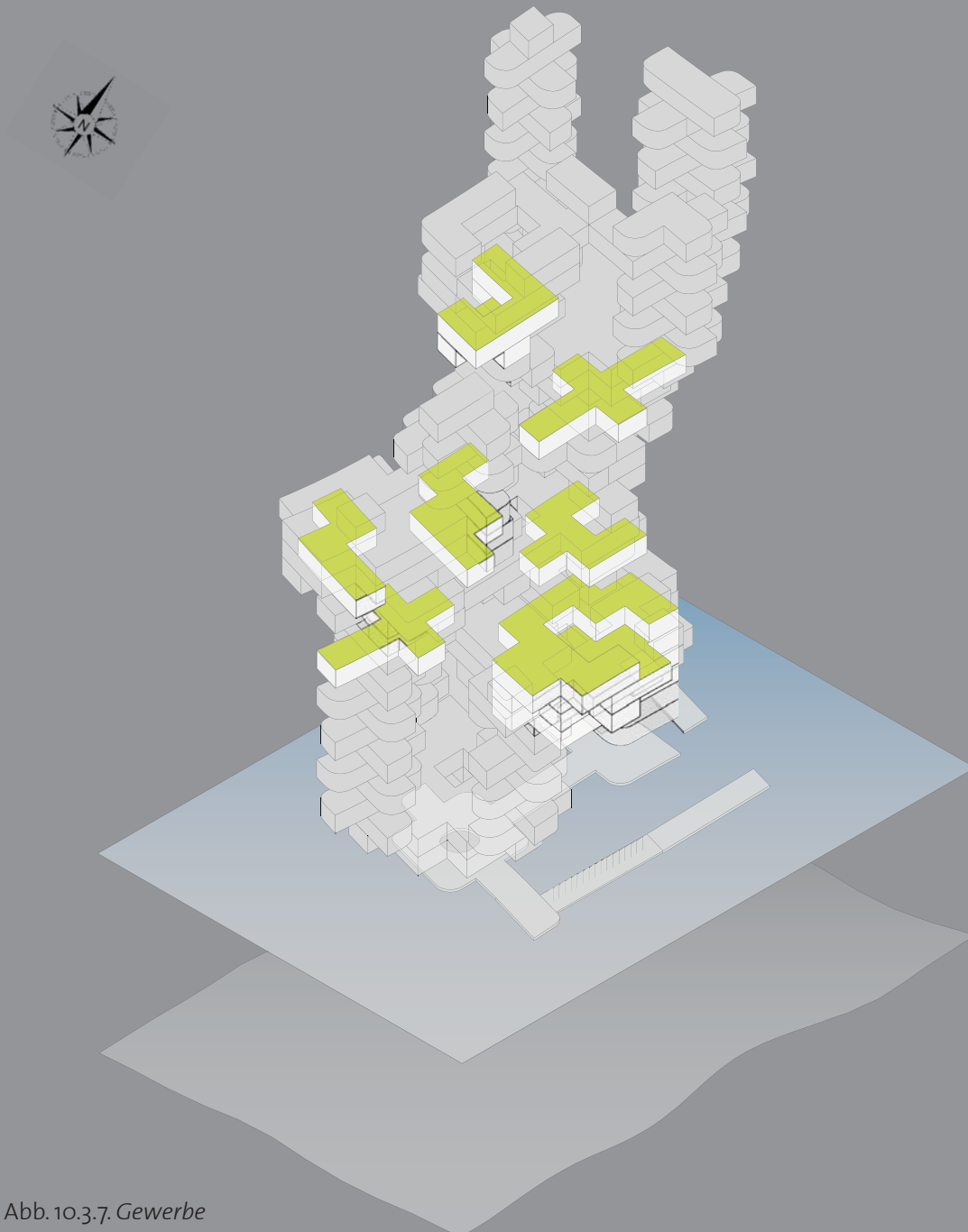


Abb. 10.3.7. Gewerbe

10. Entwurf

10.5. Infrastruktur

Infrastruktur

2173 m²

7%

Haustechnik: Zu und Abluftschächte und Zu- und Abwasserleitungen laufen vertikal an den Erschliessungskernen (Aufzugsschächten) entlang und ermöglichen dadurch eine raumsparende und kompakte Lösung.

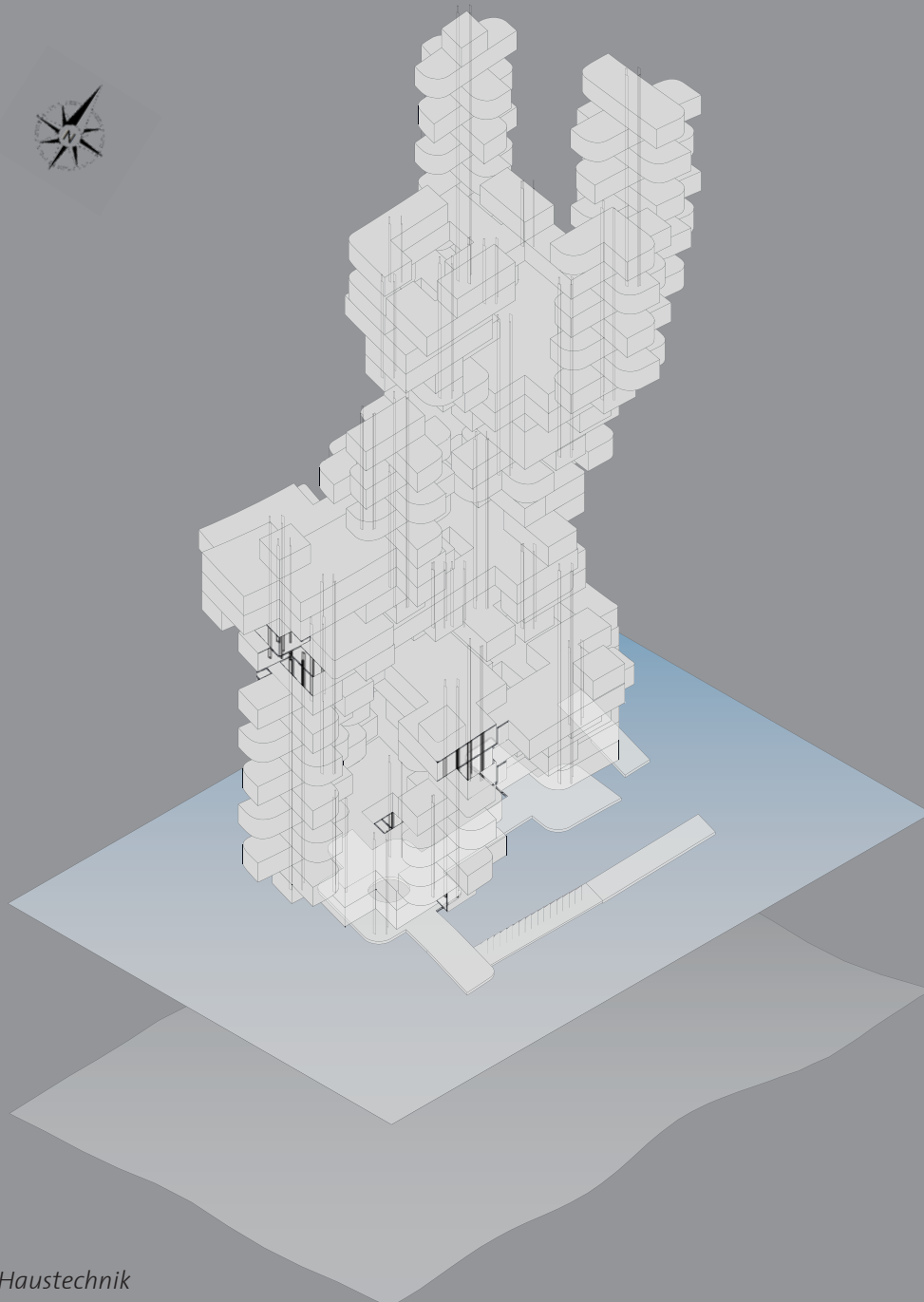


Abb. 10.5.1. Haustechnik

Infrastrukturbereiche sind wichtig, da das Gebäude möglichst eigenständig funktionieren soll, die beste Lösung für die Energiefrage ist eine direkte Verbindung ans Festland für Strom, Internet und Abwasser. Das Frischwasser kann mit Desalinierungsanlagen aufbereitet werden (aus dem Meereswasser). Zudem kann man Regenwasser aufbereiten. Weitere Anlagen sind Serverräume, Transformatoren, Technikräume allgemein.

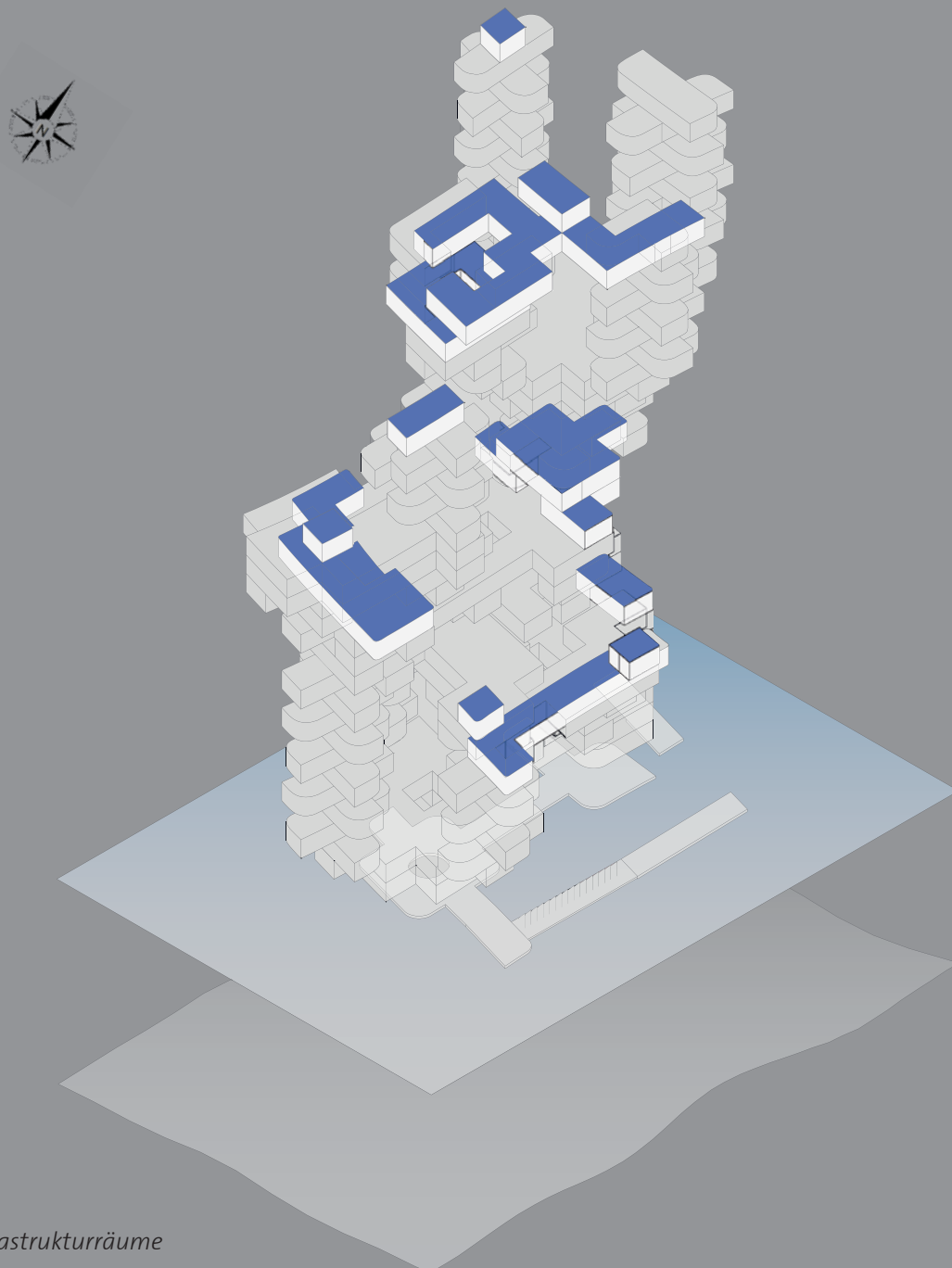


Abb. 10.5.1. *Infrastrukturräume*

10.6. Statik Vorentwurf

Ebenfalls nach Rücksprache mit einem Statiker wurden die Querschnitte der Stahlhohlprofile auf 30cm erhöht (Stärke 12mm), die innen ausbetoniert werden (bewehrt). Die Stahlkonstruktion wird mit einem Brandschutzanstrich (F90-120, weiss) versehen und Korrosionsschutz wird durch Kathodenstrom im Bereich unter Wasser garantiert (wie bei Ölplattformen angewendet).

Alle Verbindungen am Tragwerk werden wie bei Fachwerken räumlich ausgeführt um Momente in den Knoten zu reduzieren. Laut Aussage des Statikers ist eine Aussteifung in jedem zweiten Stockwerk ausreichend.

Für die Fundamente wird C35/45 Unterwasserbeton der Expeditionsklasse XS2 benutzt. Das Fundament setzt sich zusammen aus Kegelfundamenten, in denen die Stahlkonstruktion als Köcherfundament eingespannt ausgeführt werden und den paarweise angeordneten Schrägpfählen mit einer Gesamtlänge von rund 40 Metern. Die Schrägstellung der Pfähle garantiert die Aufnahme von Horizontalkräften bei Wind, Erdbeben und Strömung.

Eine professionelle Analyse des Tragwerks würde für ein Team von zwei Statikern rund zwei Wochen benötigen, was natürlich nicht im Rahmen meiner Diplomarbeit liegt, ich jedoch wertvolles lernen konnte in Rücksprache mit dem Kollegen.

Prinzipiell könnte auch eine alternative Lösung sein, die einzelnen freistehenden Türme mit Seilen kreuzweise zu verpannen um die Steifigkeit zu erhöhen.

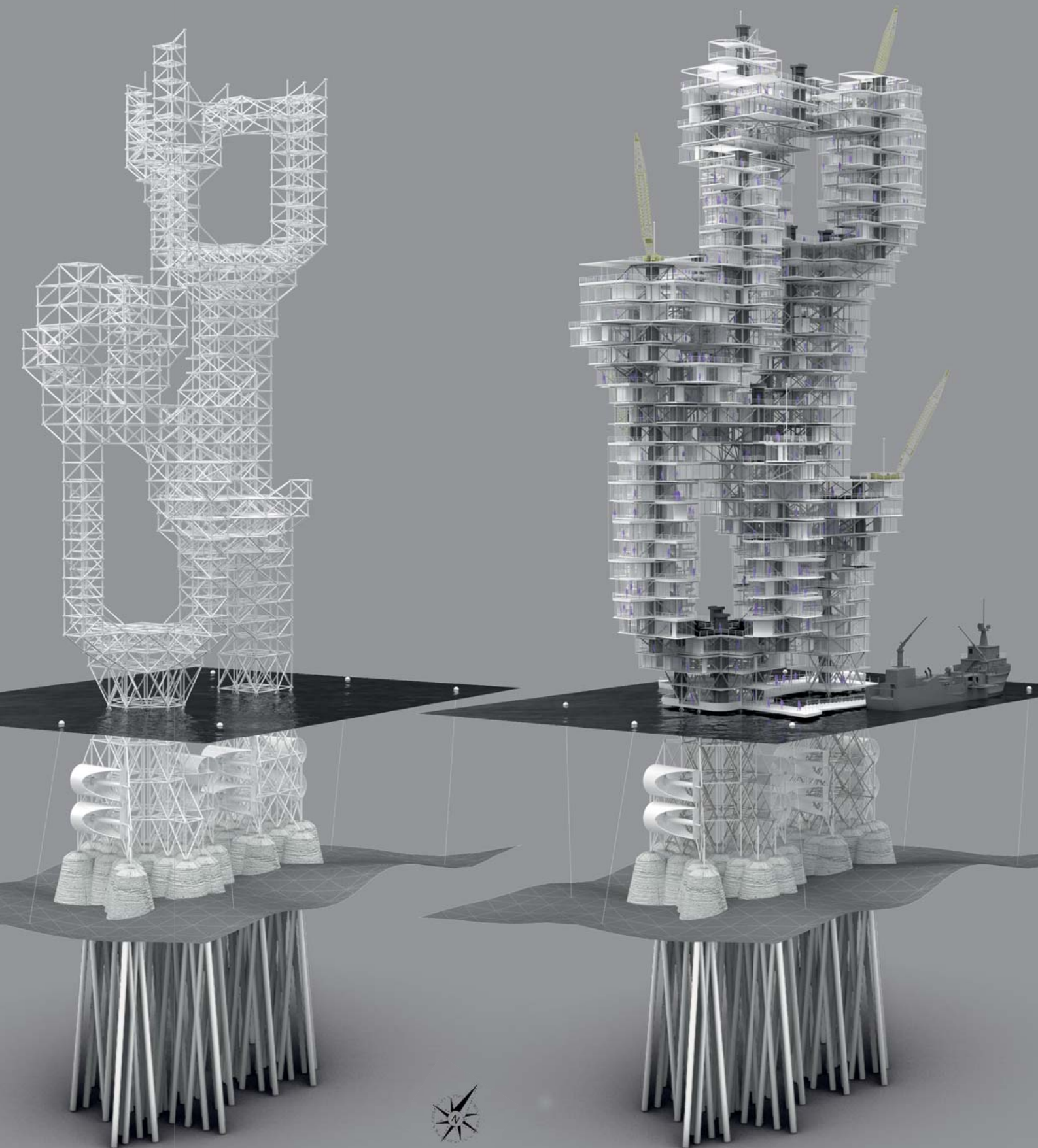
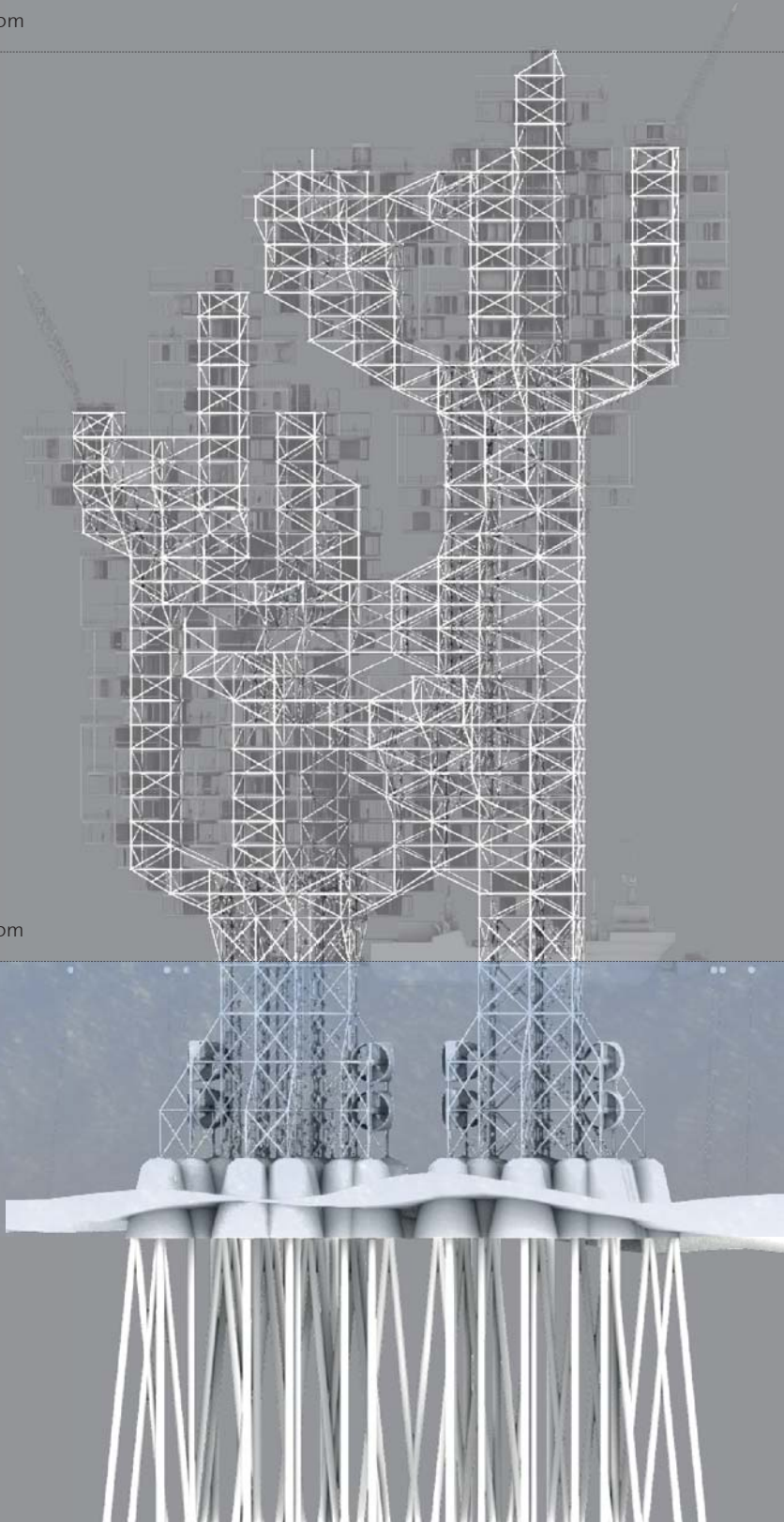
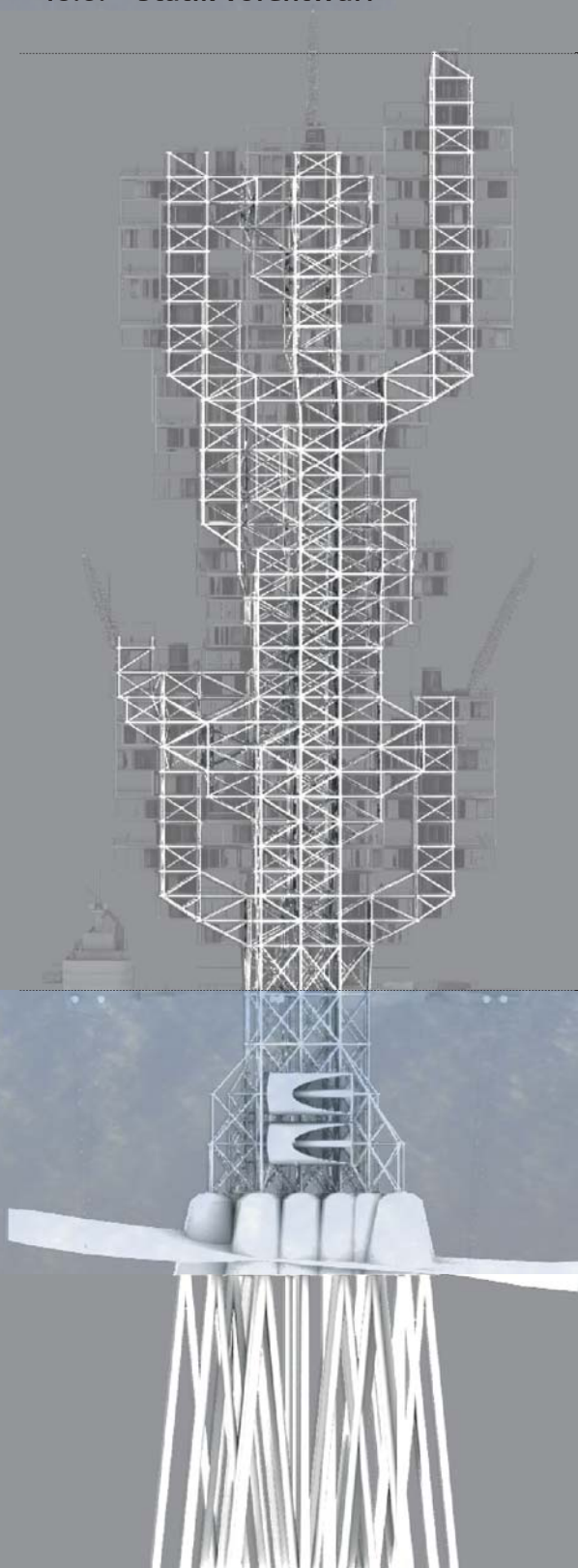


Abb. 10.6.1. *Primärtragwerk, Ansicht*

Abb. 10.6.2. *Gebäude, Ansicht ohne Fassade*

10.6. Statik Vorentwurf



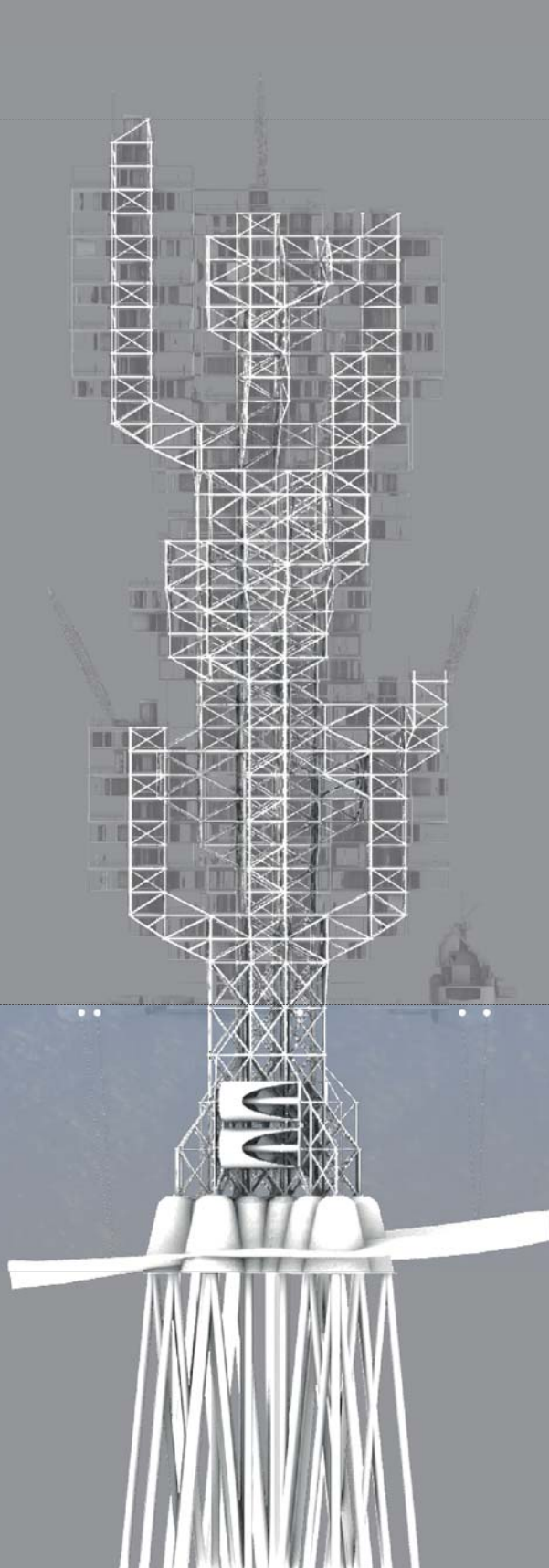


Abb. 10.6.5. Südansicht, Tragwerk überlagert

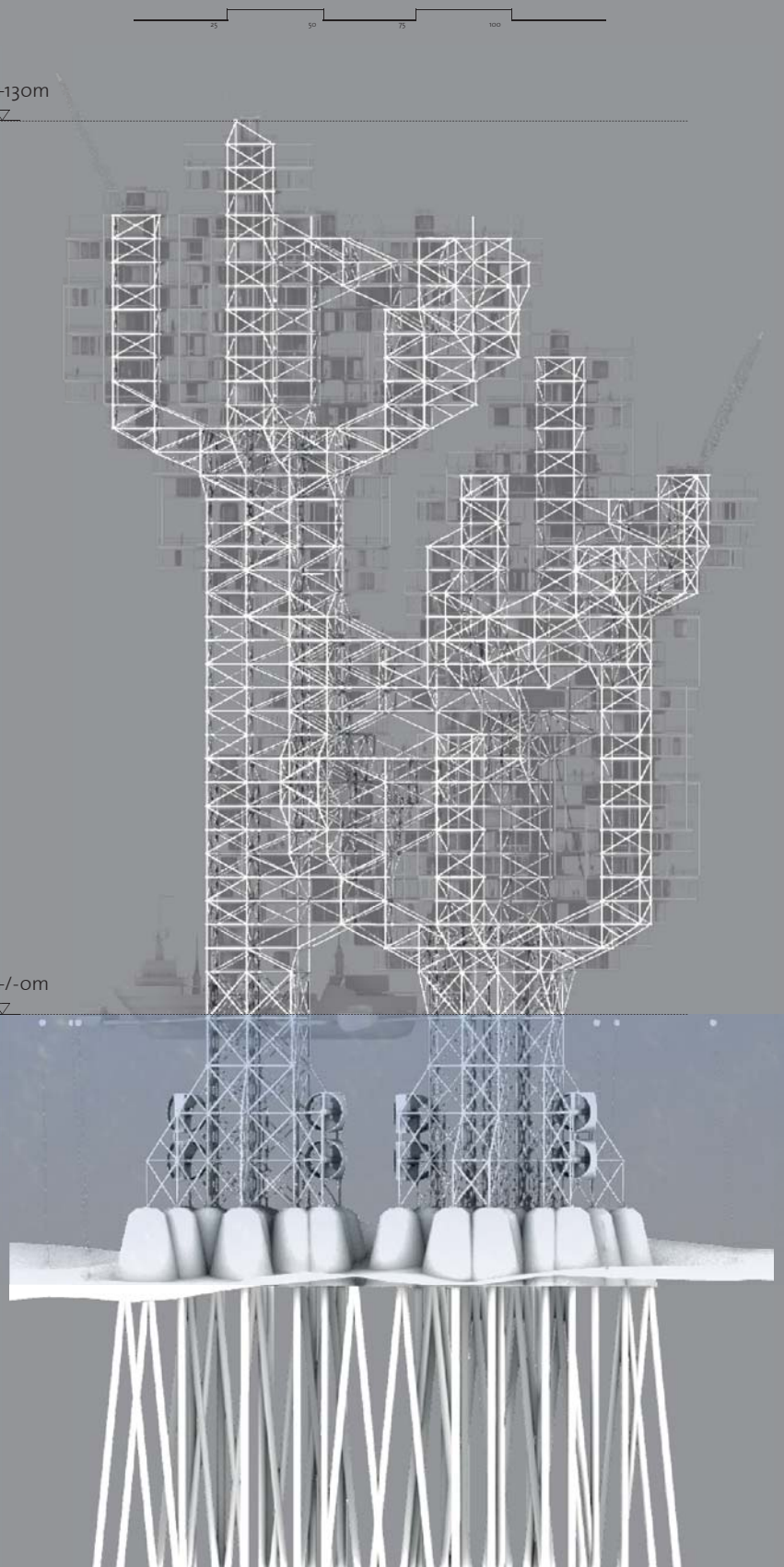
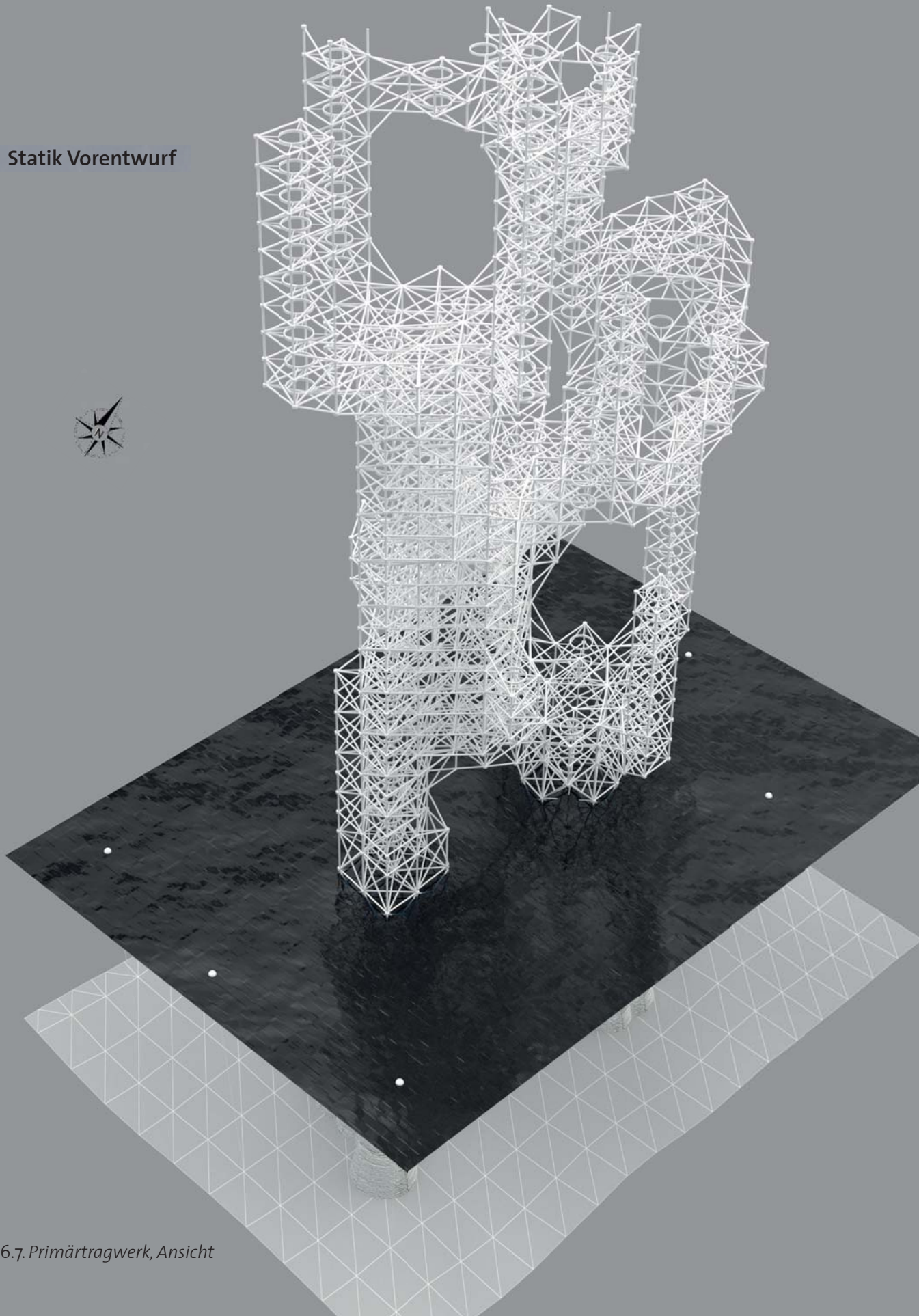


Abb. 10.6.6. Westansicht, Tragwerk überlagert

10.6. Statik Vorentwurf



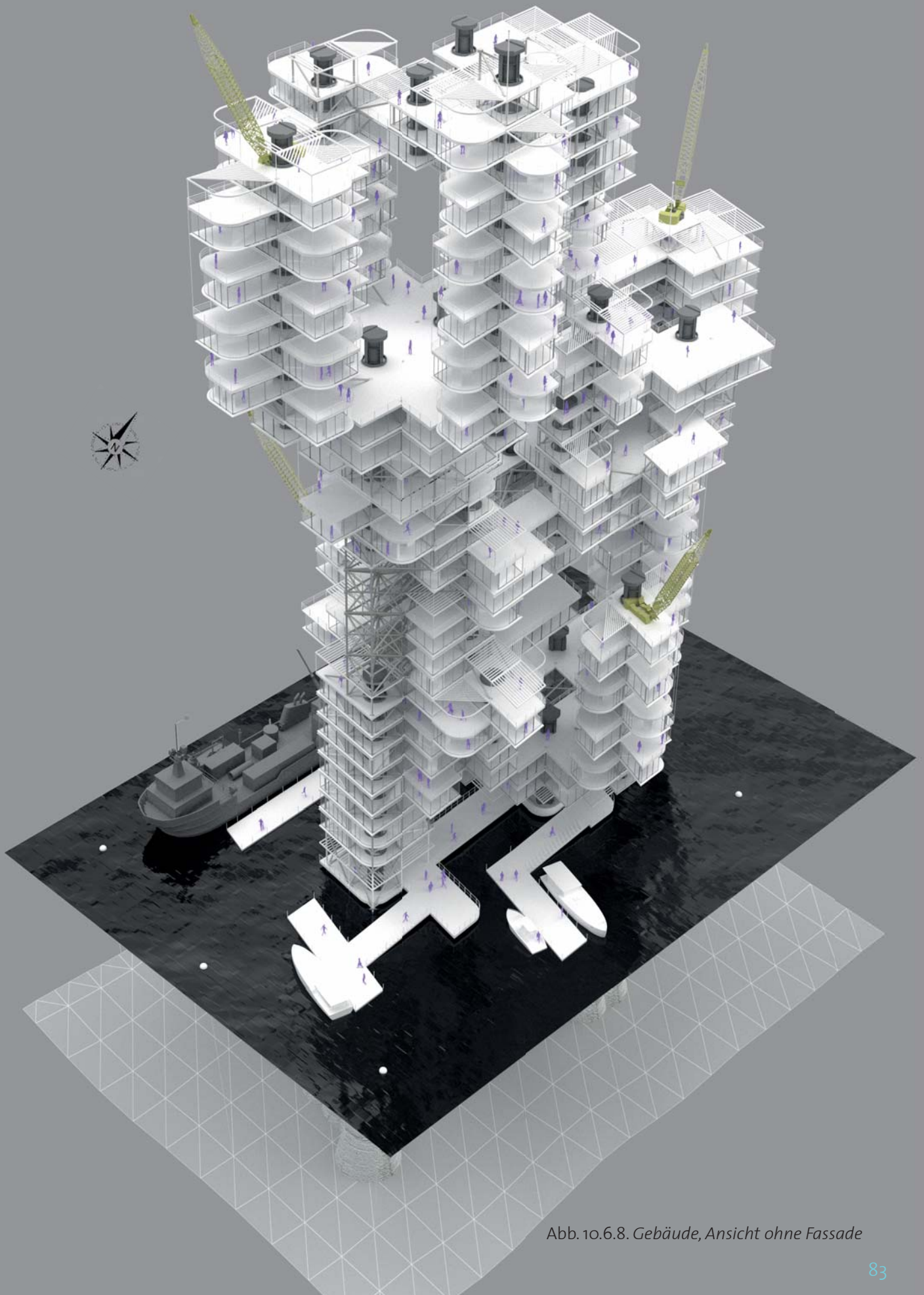


Abb. 10.6.8. Gebäude, Ansicht ohne Fassade

10.7. Konstruktion

Schaubilder der unterschiedlichen Knotenpunkte des Systems. Diese sind wie die Primärstruktur (Kapitel Tragwerk) ebenso aus Stahl gefertigt. Die vertikalen verbetonierten Hohlprofile werden darauf eingesetzt und verschweisst und sind mit einem Brandschutzanstrich F90-120 versehen (weiss; aufschäumend).

Der Knoten bietet viel Flexibilität und je nach Lage im Gebäude kann dieser bis zu 18 Stäbe miteinander vereinen. Nach Rücksprache mit einem Statikkollegen wurde beschlossen, dass die Querverbindungen gelenkig gelagert werden müssen um das Biegemoment im Knoten zu reduzieren (Knickgefahr wegen schlanker Stütze). Die unterste Stütze selbst ist als Köcherfundament eingespannt.

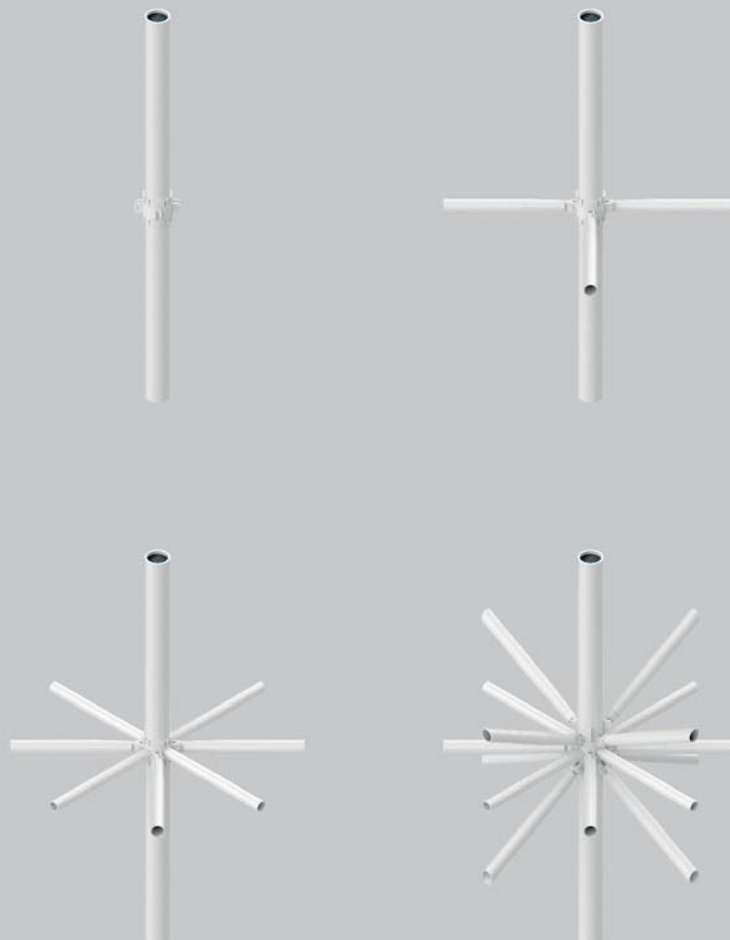


Abb. 10.7.1. Konstruktionsschritte 1-4

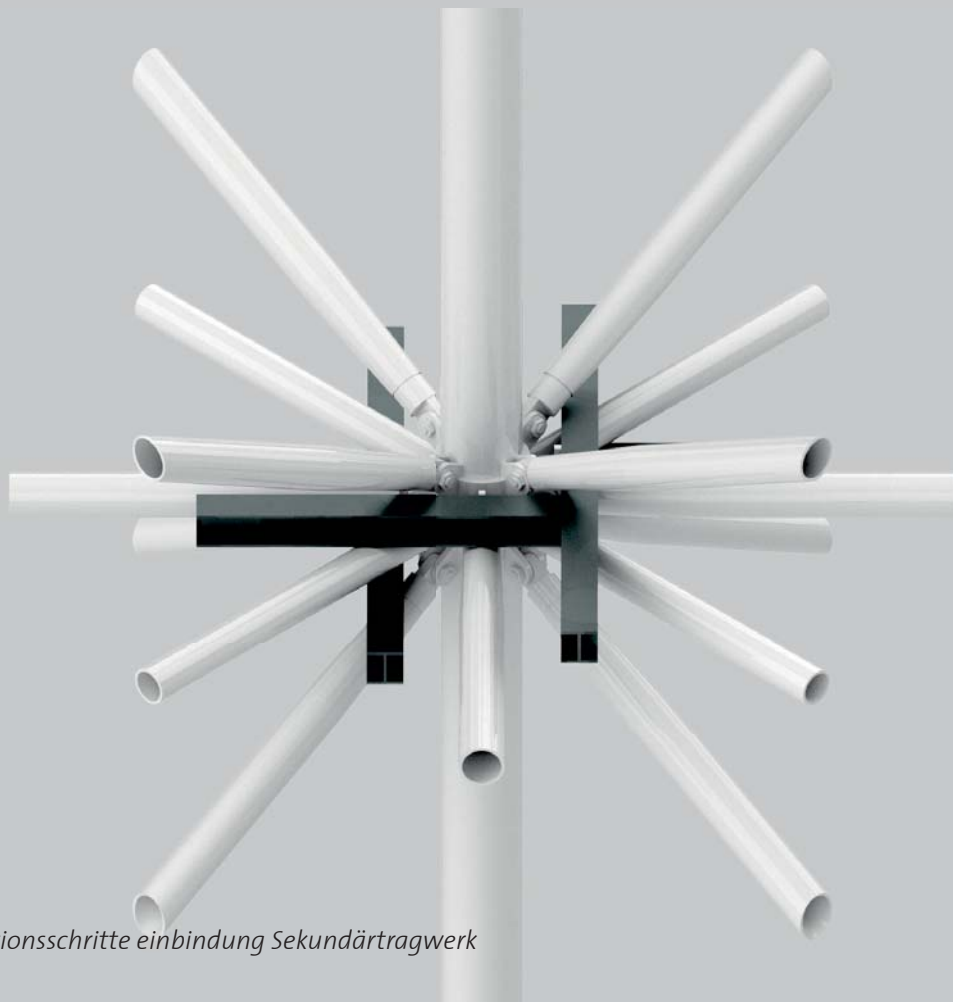
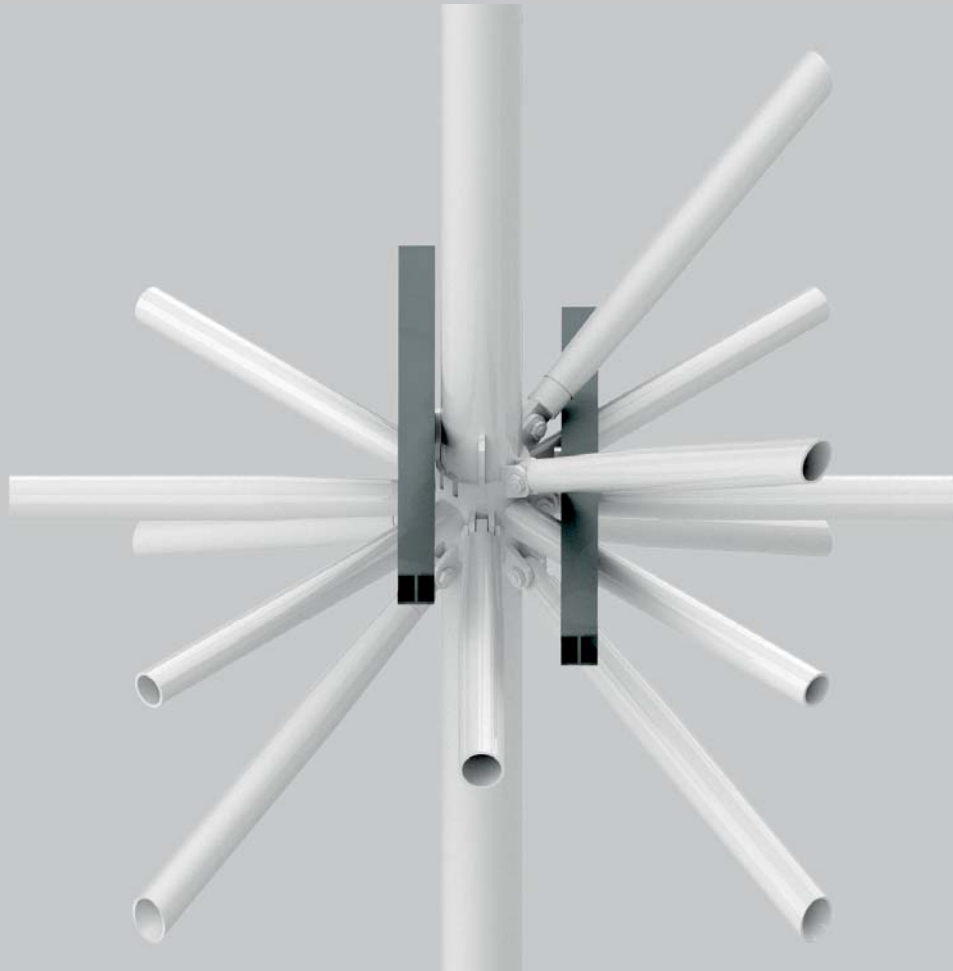
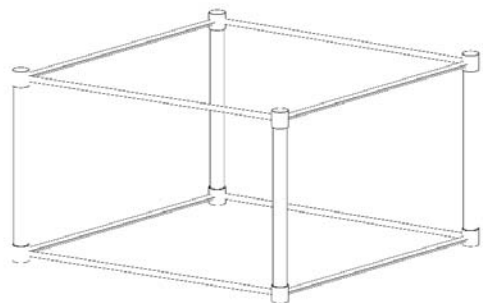


Abb. 10.7.2. Konstruktionsschritte einbindung Sekundärtragwerk

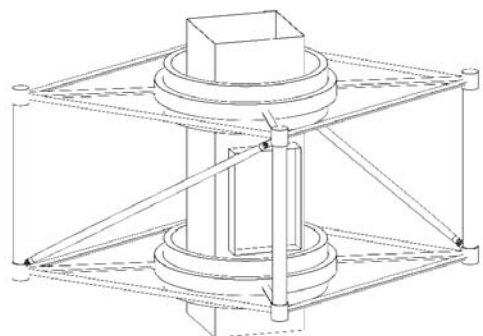
10.8. Modul / Kern

Die jeweiligen Module werden auf die vertikale Stützenkonstruktion eingehängt, siehe vorherige Seite.

Die Primärkonstruktion sind wie erwähnt verbetonierte Stahlhohlprofile, die Sekundärkonstruktion sind Stahl I-Träger 140mm und Tertiär werden KVH Träger 120x60 benutzt. Dies ermöglicht eine leichte Konstruktion mit klarer Hierarchie, die das Einbringen von Wärmedämmung in die Zwischenräume ermöglicht.

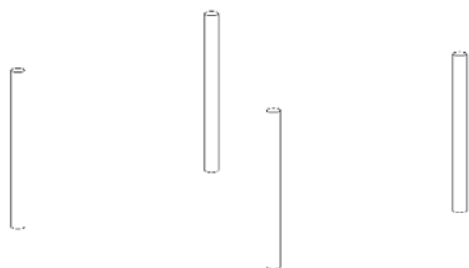


Schritt 3: Horizontale Verbindung

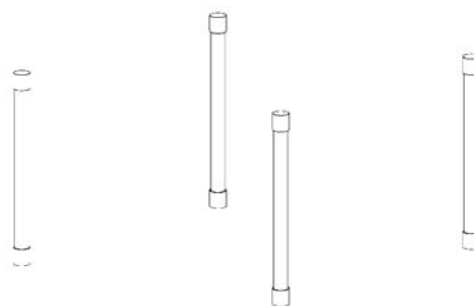


Schritt 6: Aufzugschacht

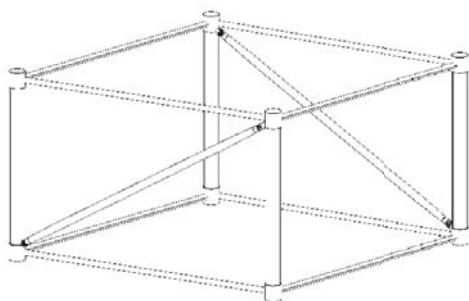
Abb. 10.8.1. Konstruktionsschritte Sekundärkonstruktion 1-8



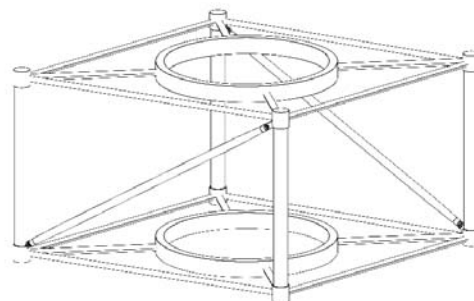
Schritt 1: Vertikalstützenraster



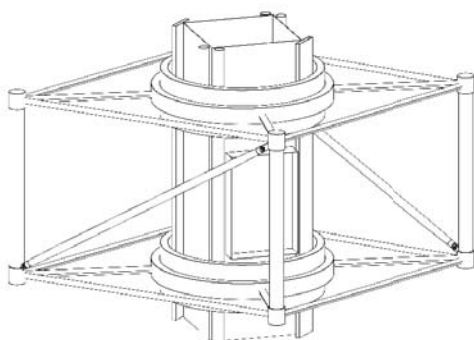
Schritt 2: Verbindungsknoten



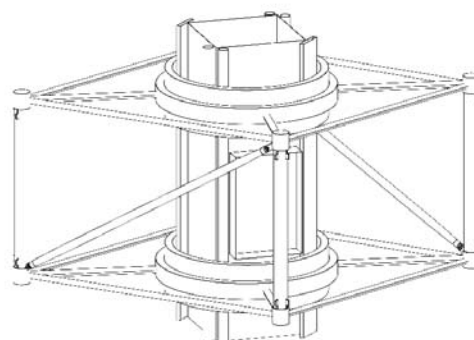
Schritt 4: Diagonalstreben



Schritt 5: Auskreuzung mit Aussparung für Lift



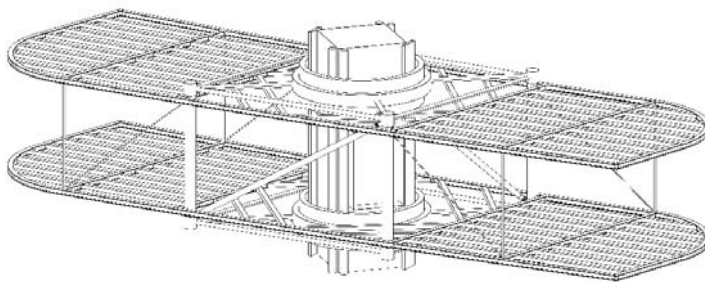
Schritt 7: Haustechnikschächte



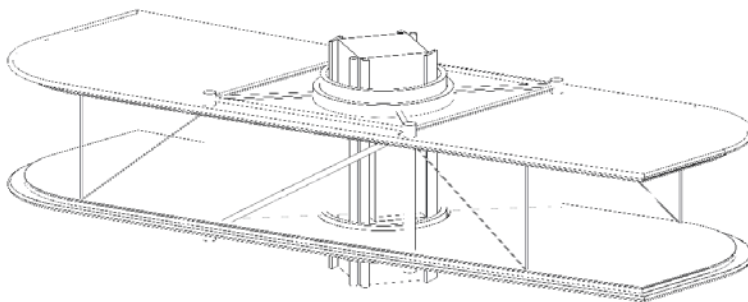
Schritt 8: Verbindungsknoten für Stahlprofile

10.8. Modul / Kern

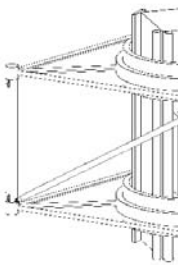
Die Glassfassade und die vorgehängte Lochblechfassade werden an die Sekundärkonstruktion befestigt und ermöglichen einen Rundumblick, die Privatstphäre wird mit der öffenbaren Lochblechfassade erzielt.



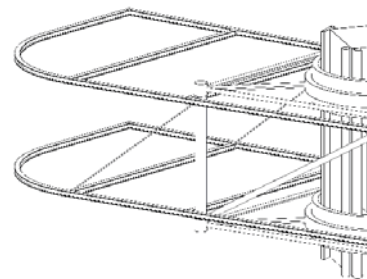
Schritt 12: Einbindung KVH



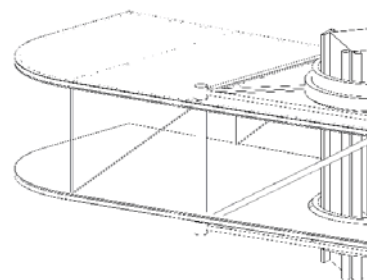
Schritt 15: Zwischenwände



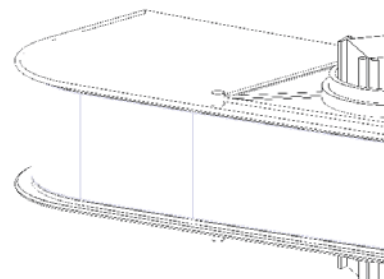
Schritt 8: V



Schritt 10: V

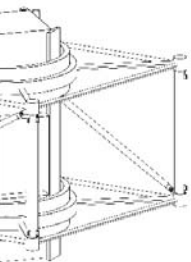


Schritt 13: V

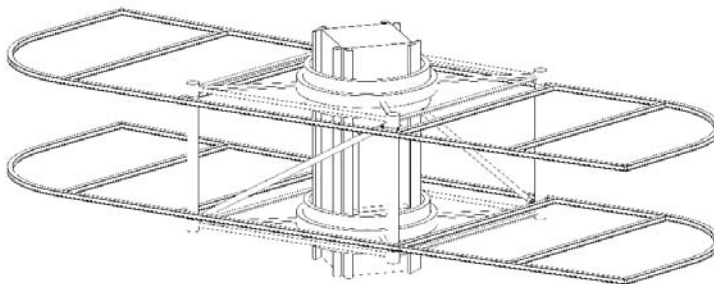


Schritt 16: V

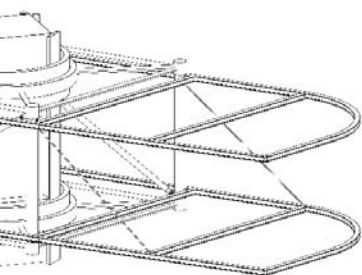
Abb. 10.8.2. Konstruktionsschritte Sekundärkonstruktion 8-17



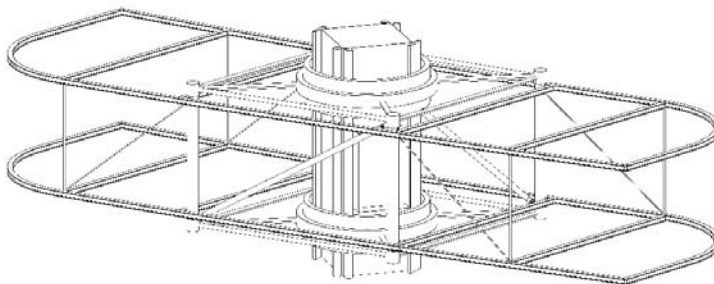
Verbindungsknoten für Stahlprofile



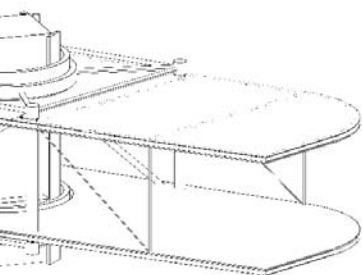
Schritt 9: Einbindung Sekundärträger



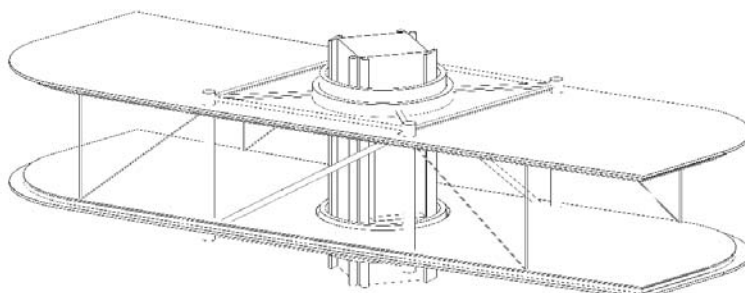
Abspannung diagonal



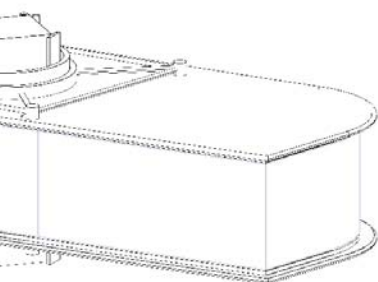
Schritt 11: Abspannung Vertikal



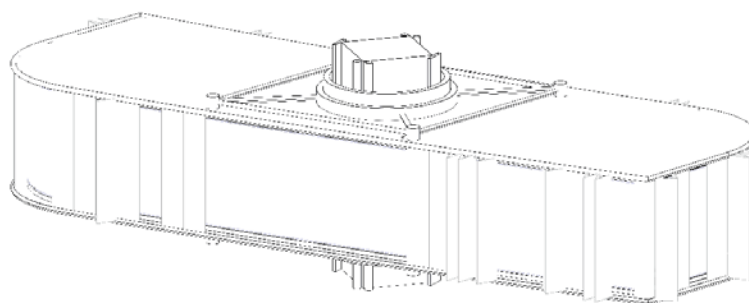
Beplankung



Schritt 14: Fassadenprofile



umlaufende Glasfassade



Schritt 17: Fassadenkonstruktion (Lochblech, öffenbar)

11. Resultat

11.1. Bauetappen

Das Gebäude entsteht in mehreren Etappen in die Vertikale.

Dadurch gibt es keine „Fertigstellung“ im eigentlichen Sinne, die Geschosse werden aufgesetzt. Die Kräne sind an / auf dem Gebäude fixiert, könnten aber auch auf Schiffen platziert sein, ähnlich wie beim Bau von Ölplattformen auf offener See.

Aus statischer Sicht gibt es jedoch ein „Maximum“, was ich bei 35 Geschossen angenommen habe; bis dahin kann das Gebäude „wachsen“. Dies entspricht einer absoluten Höhe von circa 140m ab Meeresspiegelmedian.



Abb. 11.1.1. Bauetappe 1, bis OG7, Axo

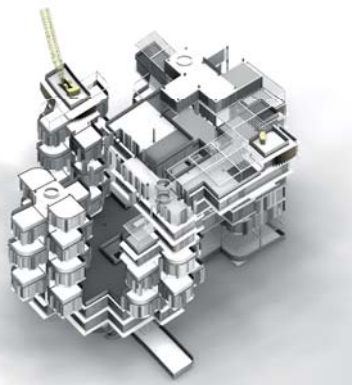


Abb. 11.1.2. Bauetappe 2, bis OG10, Axo

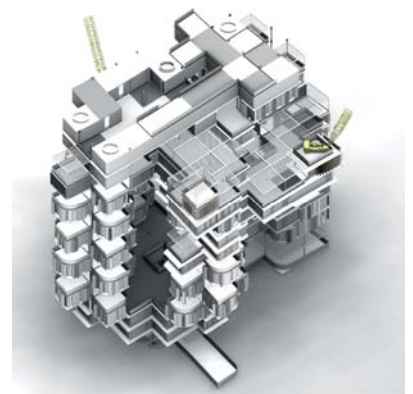


Abb. 11.1.3. Bauetappe 3, bis OG15, Axo



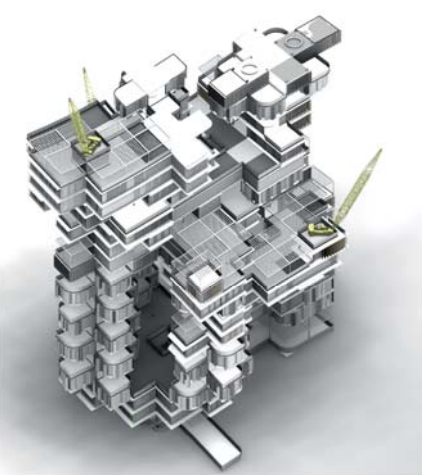


Abb. 11.1.4. *Bauetappe 4, bis OG22, Axo*

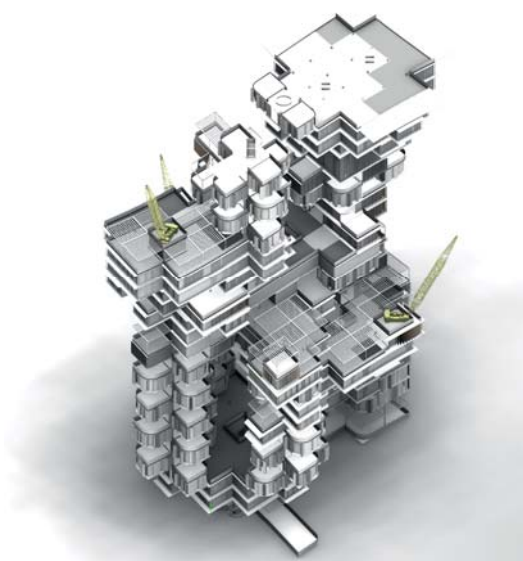


Abb. 11.1.5. *Bauetappe 5, bis OG27, Axo*



Abb. 11.1.6. *Bauetappe 6, bis OG35, Axo*



11. Resultat

11.2. Ansichten



+130m
▽

+/-0m
▽

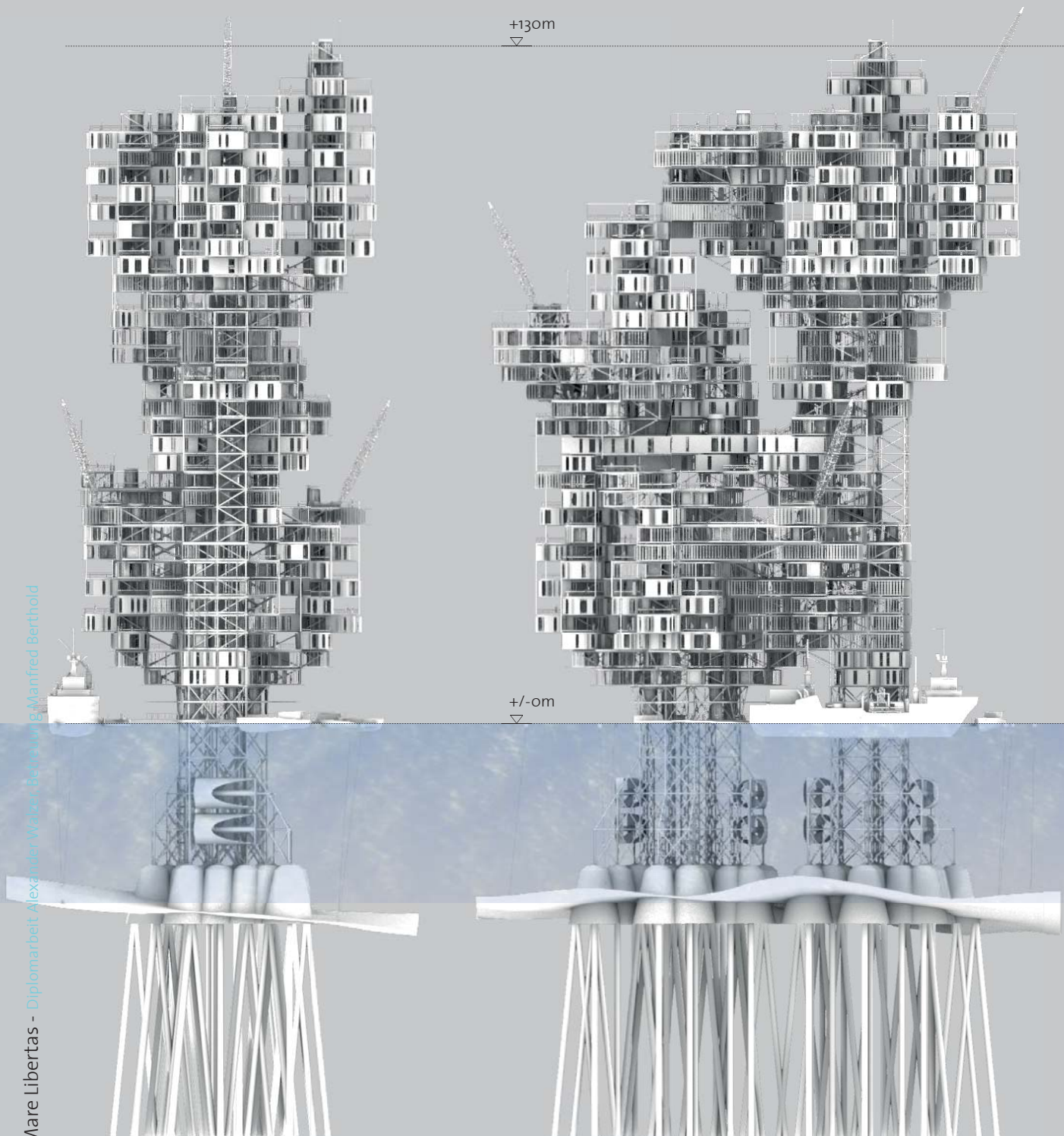


Abb. 11.2.1. Nordansicht

Abb. 11.2.2. Ostansicht

11.2. Ansichten

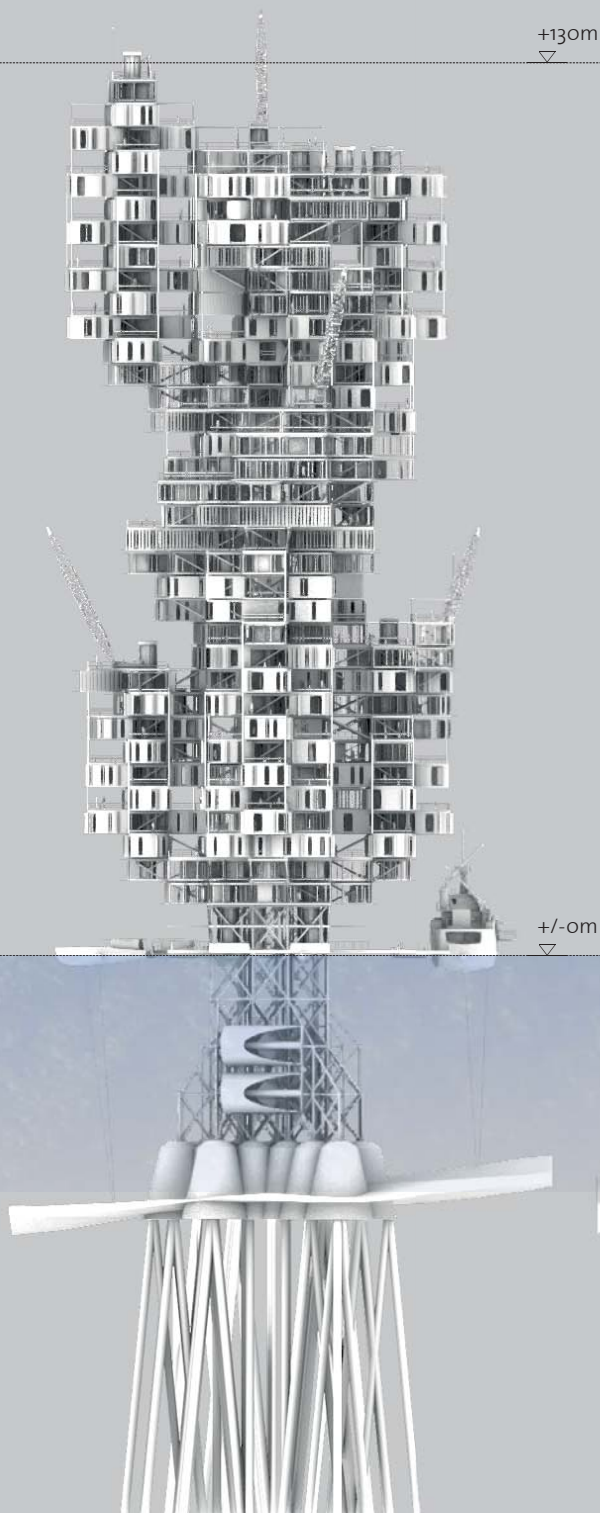


Abb. 11.2.3. Südansicht

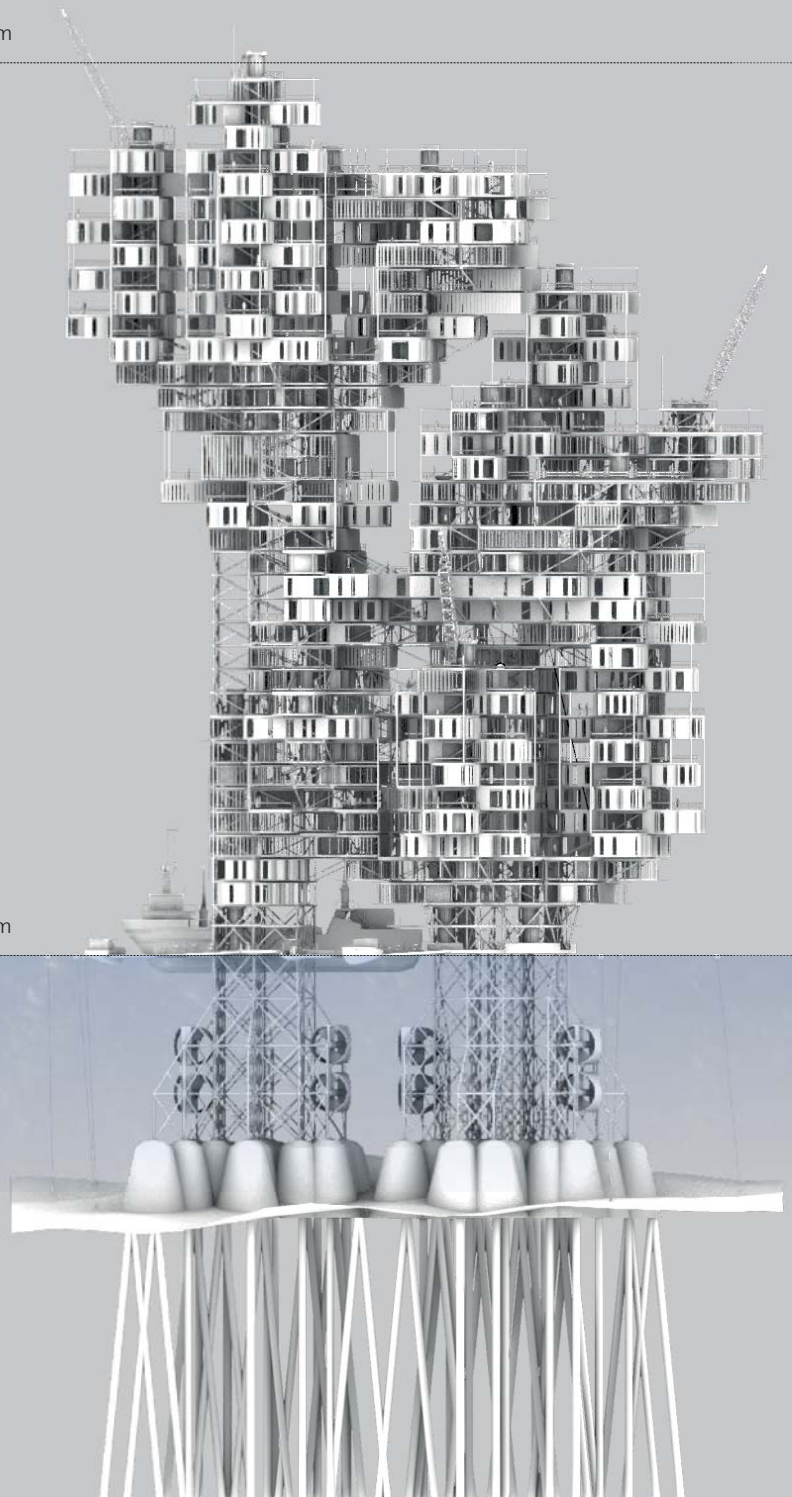


Abb. 11.2.4. Westansicht

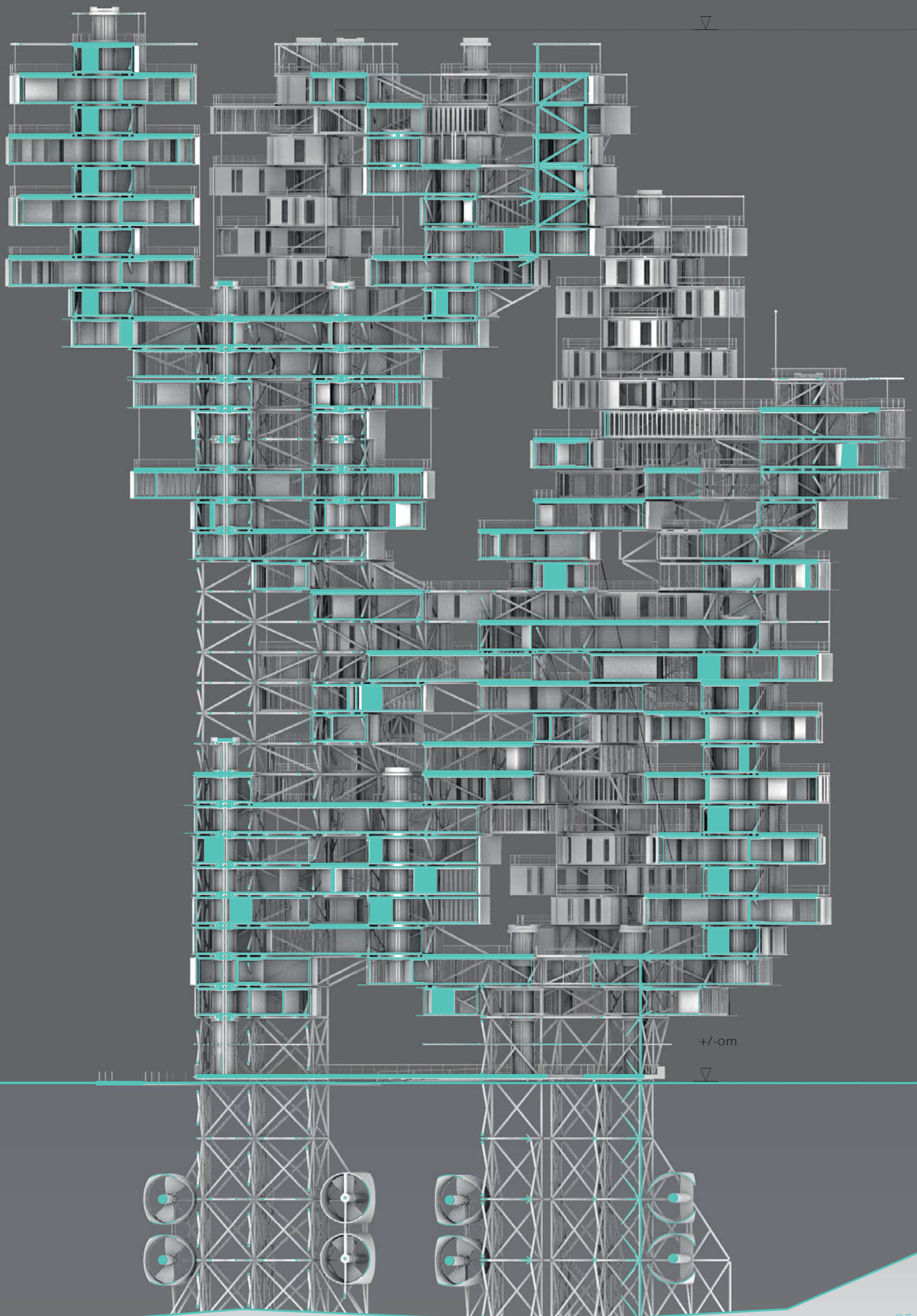
11. Resultat

11.3. Schnitte



Abb. 11.3.1. *Längsschnitt 1*

+130m



+/-0m



+130m

11. Resultat

11.3. Schnitte

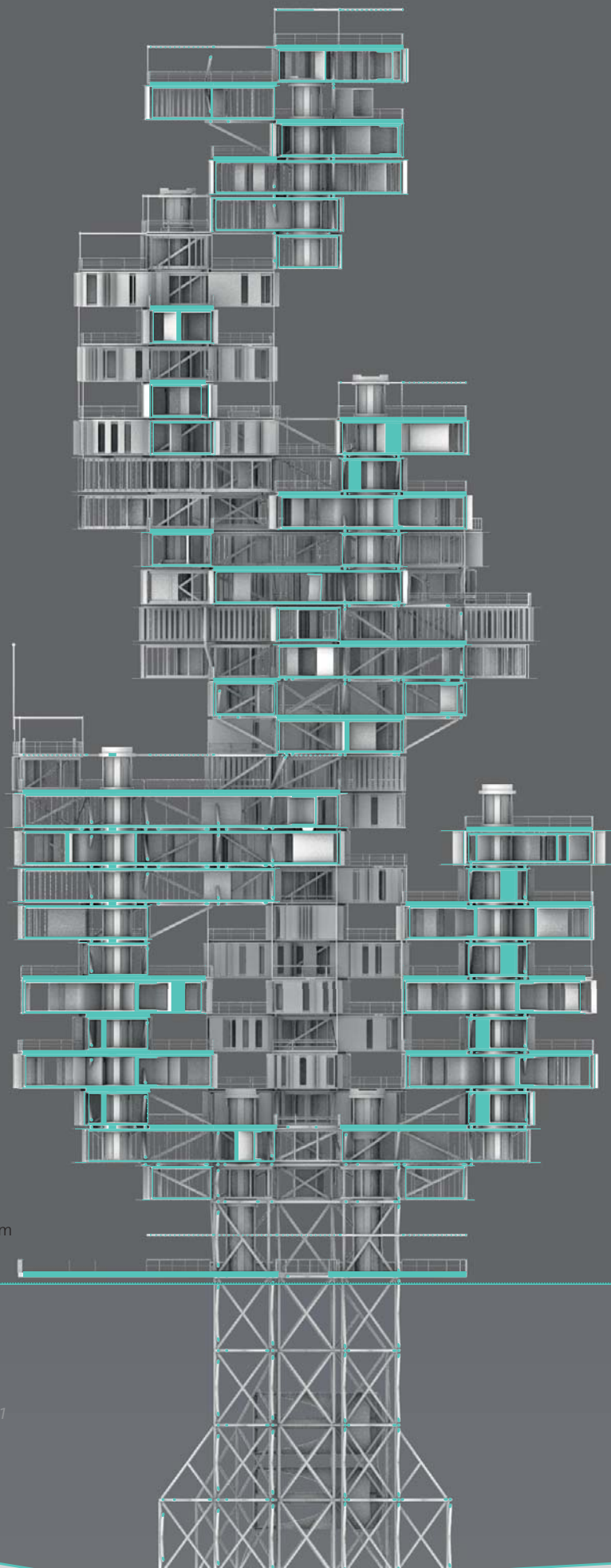


Abb. 11.3.2. *Querschnitt 1*

+130m



25

50

75

100

+/-0m



Abb. 11.3.3. *Querschnitt 2*

11.4. Ausschnitt

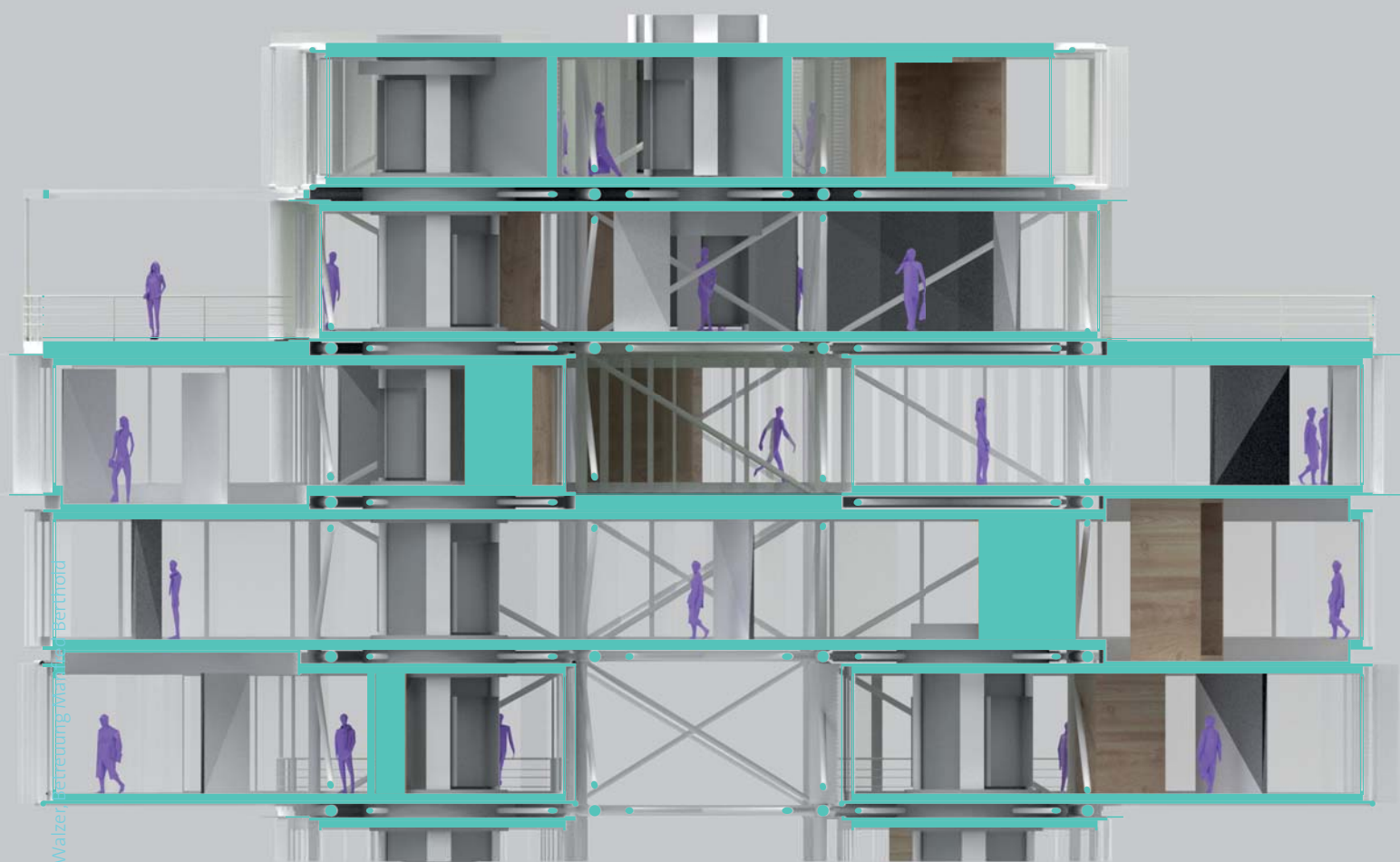
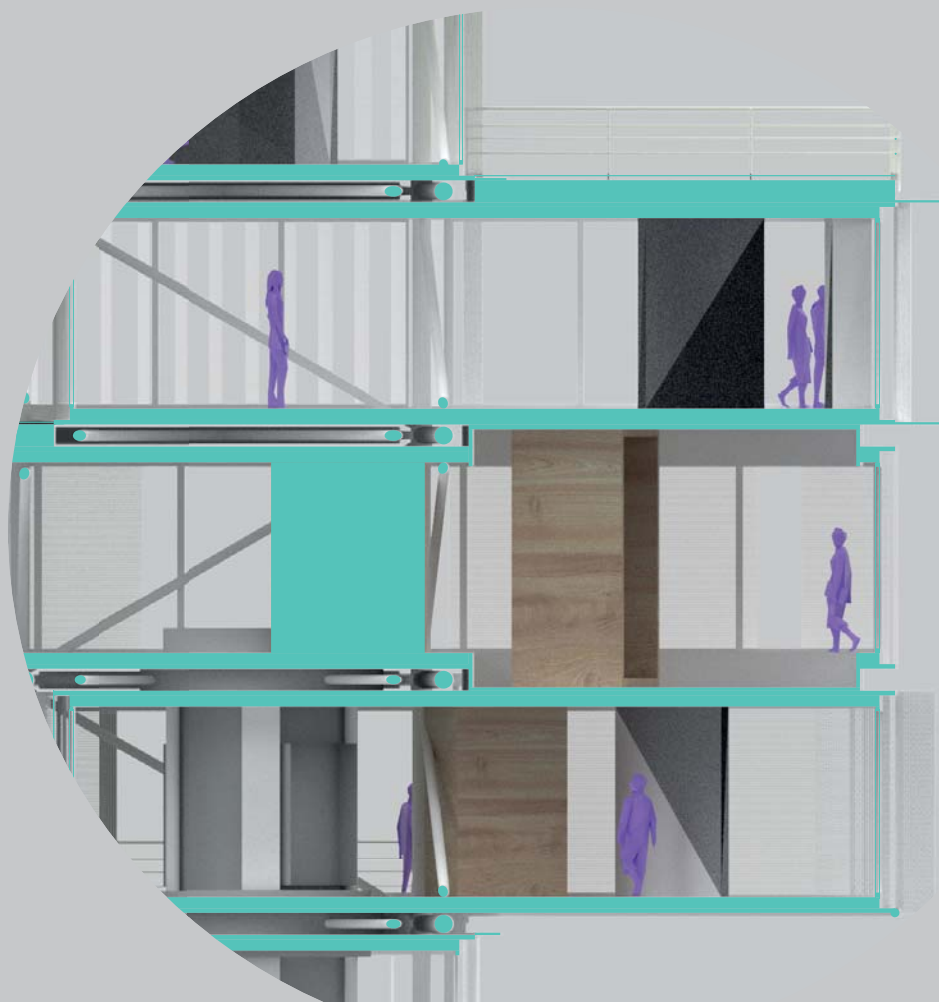


Abb. 11.4.1. Wohneinheit Beispiel (Visualisiert)



11. Resultat

11.4. Ausschnitt

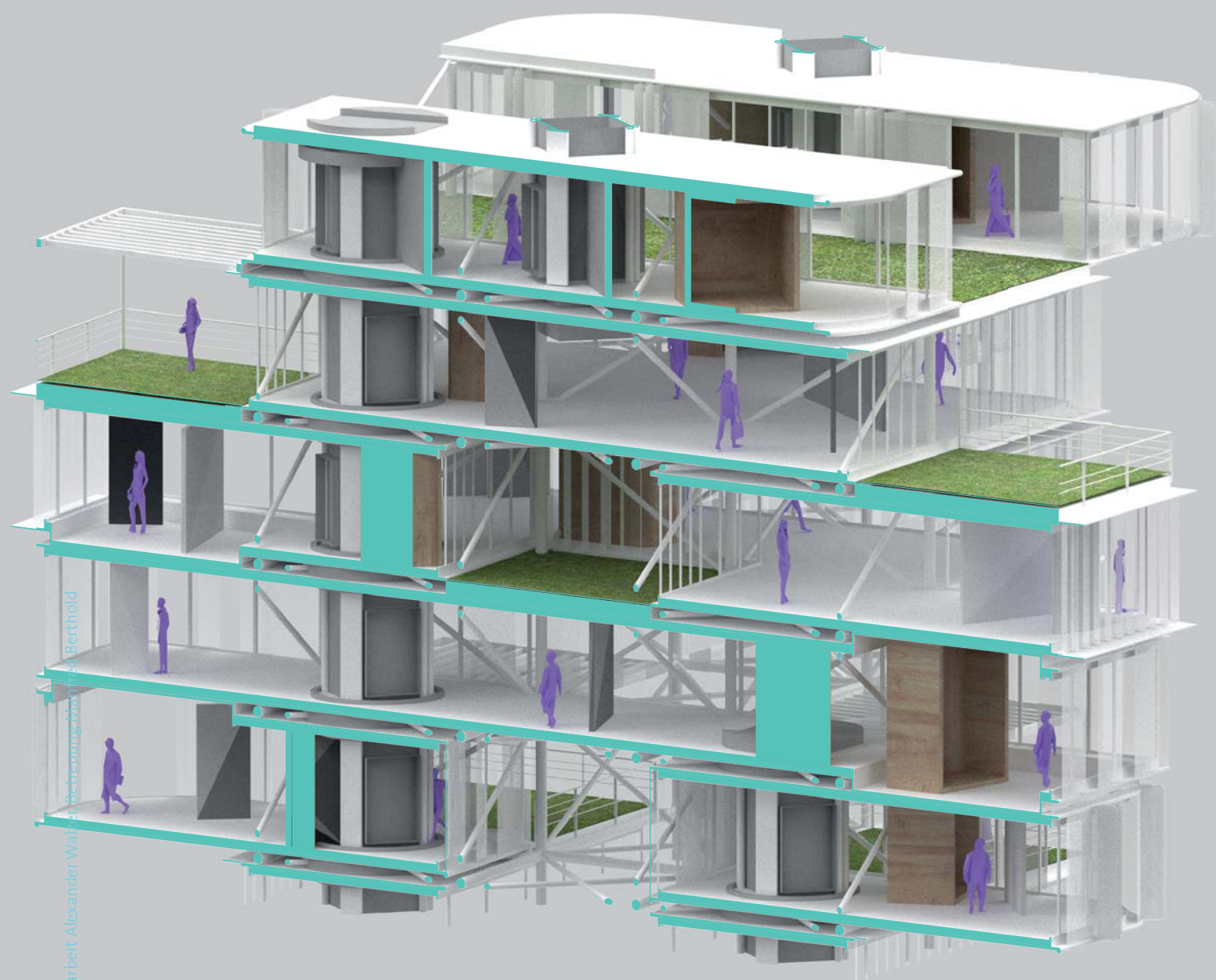
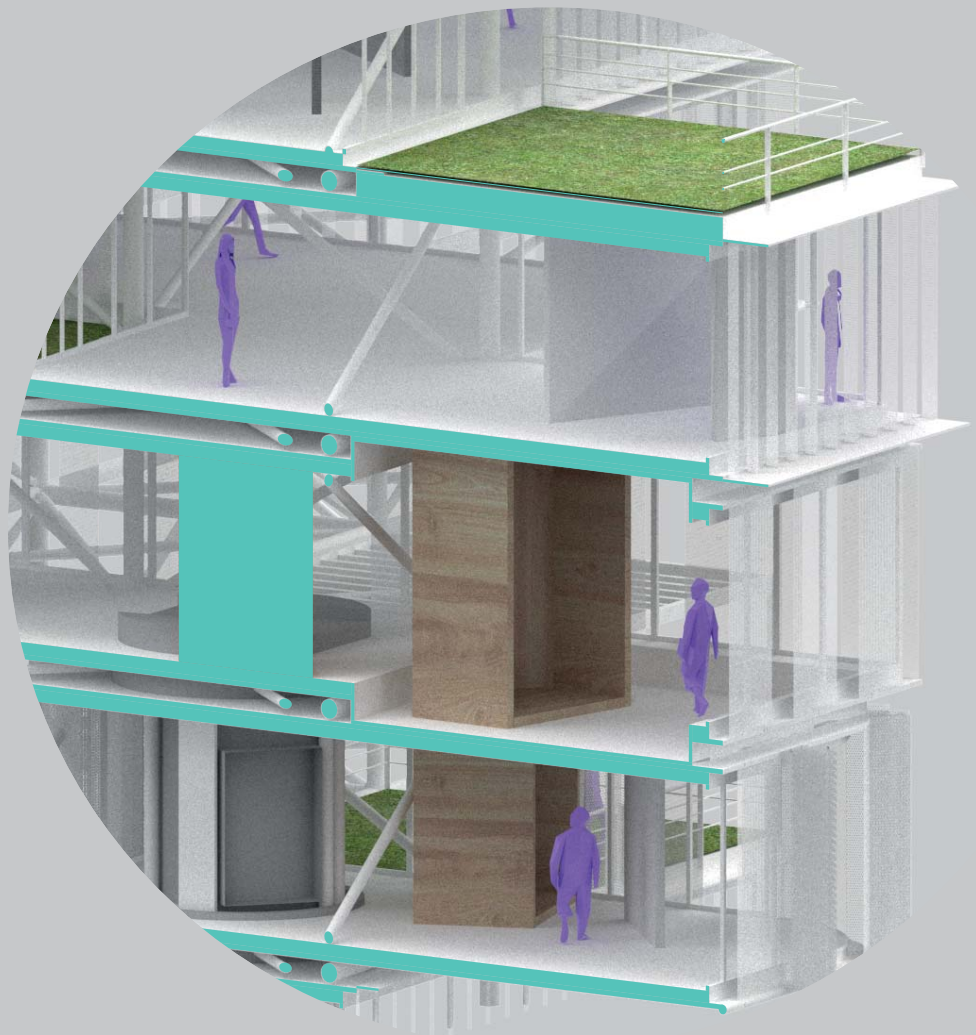
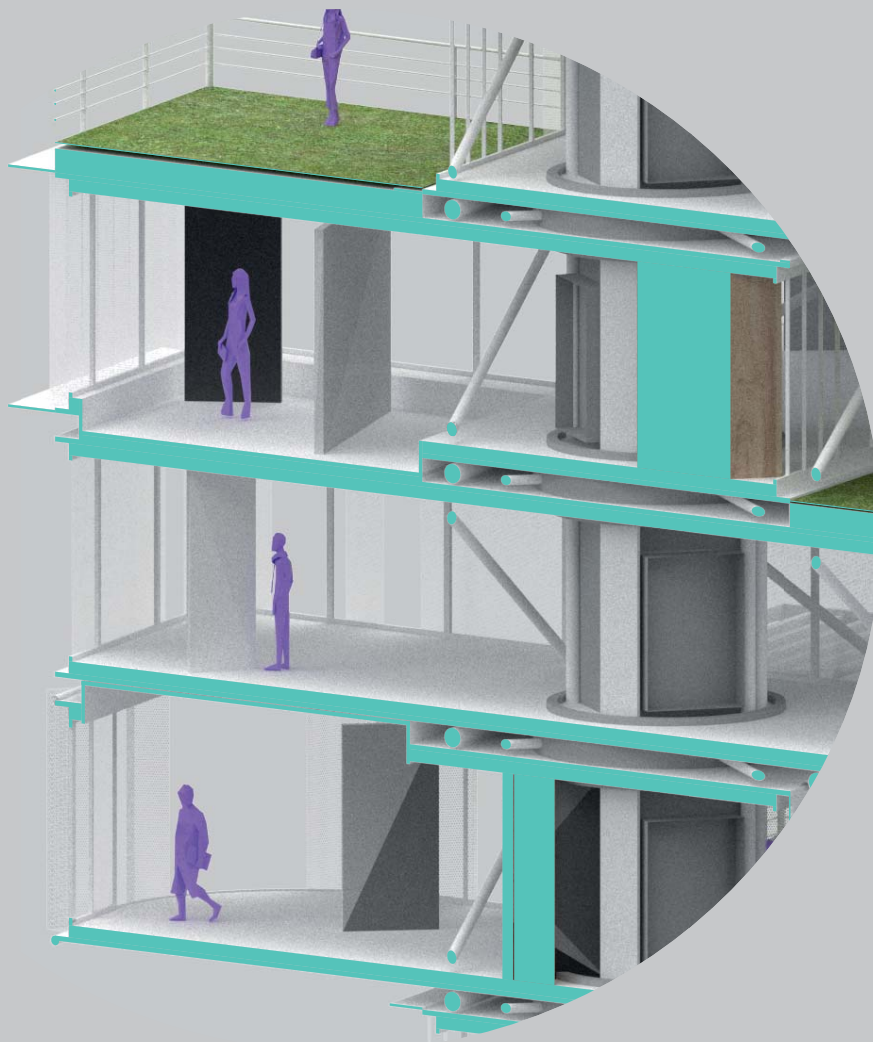


Abb. 11.4.2. Wohneinheit Beispiel (Visualisiert)



11.5. Räumliche Flexibilität

Verschiebbare Wände (mit integrierten Rollen und Dichtlippen) können frei in den barrierefreien Grundrissen bewegt - also gerollt - werden und somit flexible Zonierungen hervorrufen. Diese Flexibilität erlaubt zum Beispiel in den Gewerbebereichen Meetingräume oder weniger private Zonen rasch und nur für den Zeitraum der Nutzung so vorzubereiten, dass dieser auch bespielt werden kann.

Das Rollsystem der Wände verspricht mehr Flexibilität als klassisch verschiebbare Wände, die meist auf Schienensysteme in Boden und in Decke angewiesen sind und damit bechränkt sind in der Freiheit der Verstauung, Benutzung und des Transportes.

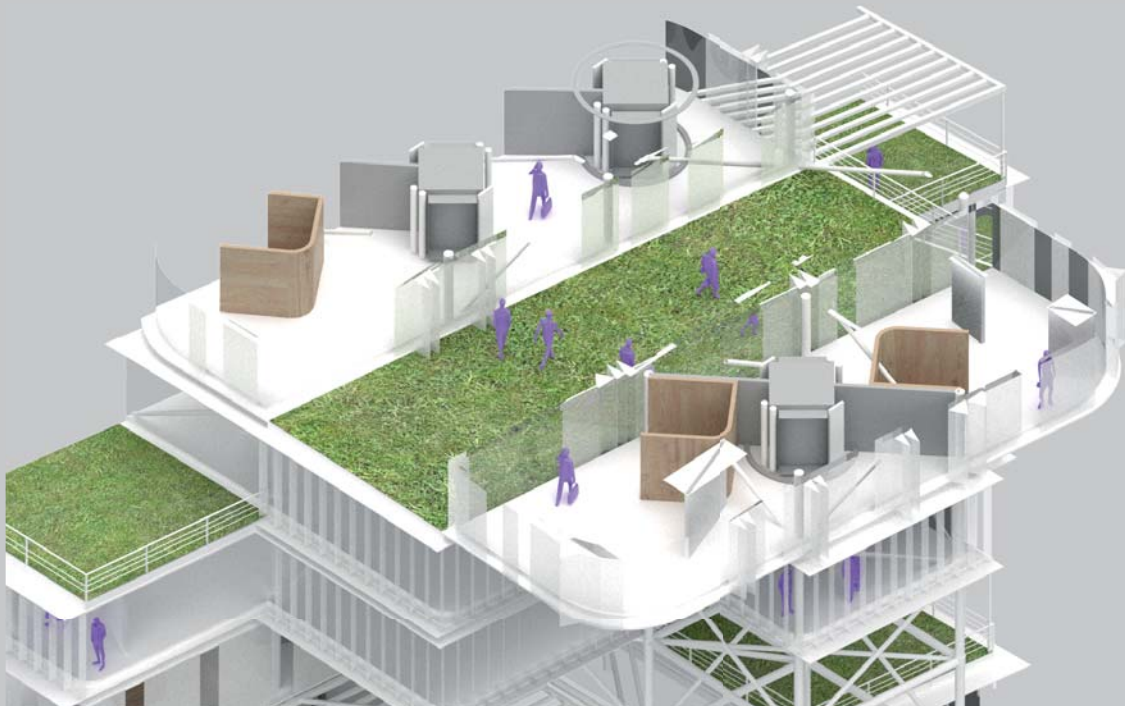


Abb. 11.5.1. Wohneinheit Axo (Visualisiert)



Abb. 11.5.2. Wohneinheit Grundriss (visualisiert)

11. Resultat

11.6. Fassadenschnitt

5.0 cm Substrat extensiv bepflanzt
0.3 cm E- Filterschicht, PP 150/200
5.0 cm Speicherschicht Ziegelsplitt
2.0 cm Bitumenbahn, 3-lagig
F- Isolierung, wurzelfest
10 - 14 cm EPS W20 Gefälledämmung
0.5 cm Dampfsperre sd >1500m
1.8 cm OSB Platte
6.0 cm Konstruktionsvollholz 6x6
Decken- / Dachaufbau

Fassade Lochblech, Aluminium
weiss anodiert, schiebbar
Verglasung 3-Scheiben VSG,
Sonnen geschützt
Rahmen Schiebetürsystem
U-Wert 0.7
g-Wert 0.2

Fassade Fassadenschwerter, Aluminium
weiss anodiert, fix montiert
Verglasung 3-Scheiben VSG,
Sonnen geschützt
Rahmen Fixverglasung
U-Wert 0.7
g-Wert 0.2

1.0 cm Bodenbelag
0.5 cm Trittschalldämmung
PE-Folie
1.5 cm OSB Platte
12 cm Konstruktionsvollholz C24 12x6
dazwischen Schüttung Hanfwolle
1.5 cm OSB Platte
0.5 cm Dampfsperre sd>1500m
1.25 cm Gipskartonplatte
Gipsputz, 2 x Anstrich weiss

0.5 cm Aluminiumblech,
weiss anodiert
1.5 cm Schalung Aluminium 6061
2.0 cm Bitumenbahn, 3-lagig
F- Isolierung, wurzelfest
5.0 cm Speicherschicht Ziegelsplitt
0.3 cm E- Filterschicht, PP 150/200
5.0 cm Substrat extensiv bepflanzt

1.0 cm Bodenbelag
0.5 cm Trittschalldämmung
PE-Folie
1.5 cm OSB Platte
12 cm Konstruktionsvollholz C24 12x6
dazwischen Schüttung Hanfwolle
1.5 cm OSB Platte
0.5 cm Dampfsperre sd>1500m
1.25 cm Gipskartonplatte
Gipsputz, 2 x Anstrich weiss

Abb. 11.6.1. Fassadenschnitt Ansicht 1

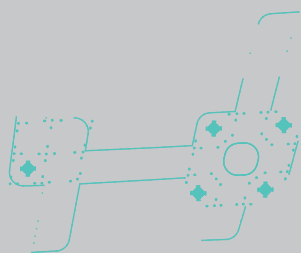


Abb. 11.6.2. Fassadenschnitt Ansicht 2

11. Resultat

11.7. Grundrisse

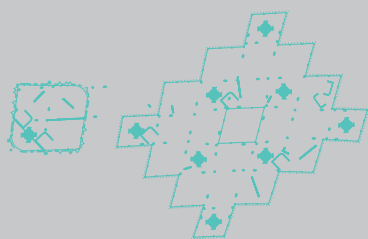
Abb. 11.7.1. Grundrisse EG bis OG 18



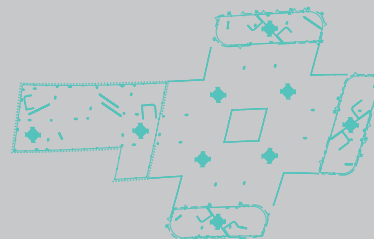
EG



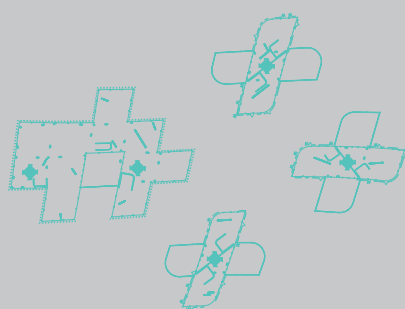
OG1



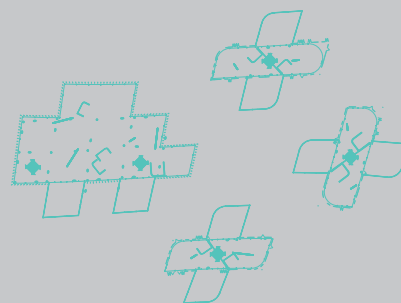
OG2



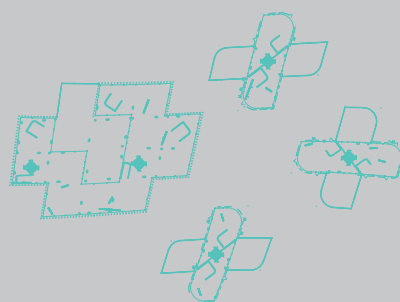
OG3



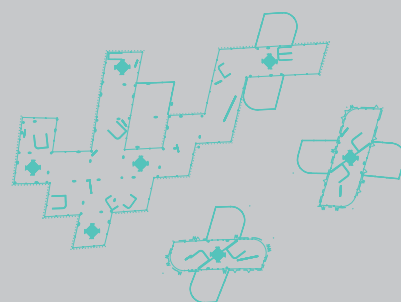
OG4



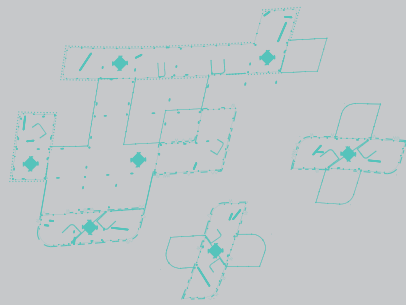
OG5



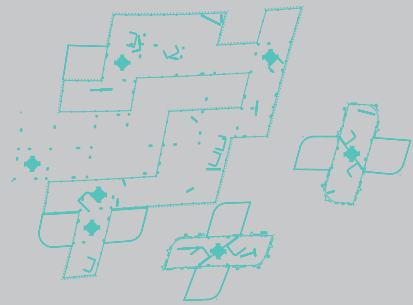
OG6



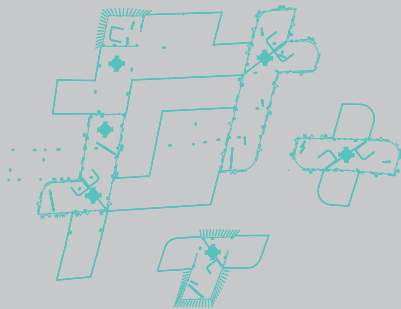
OG7



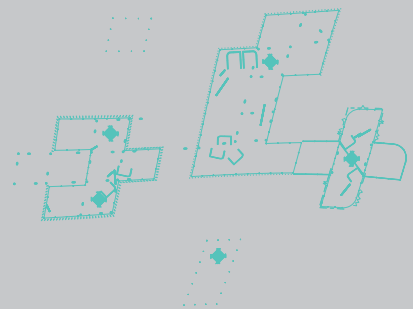
OG8



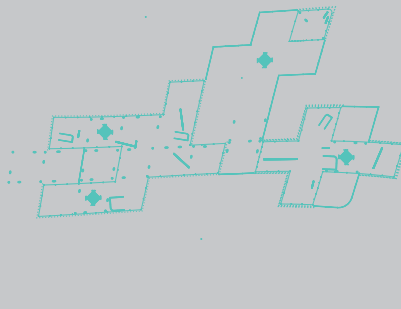
OG9



OG10



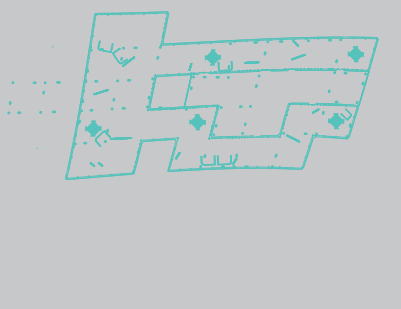
OG11



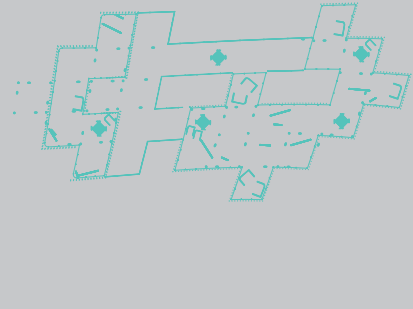
OG12



OG13



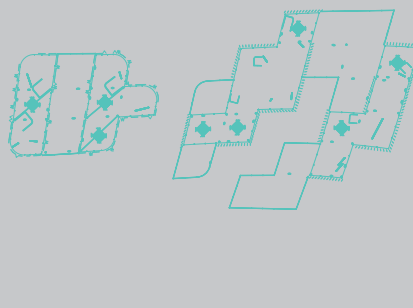
OG14



OG15



OG16

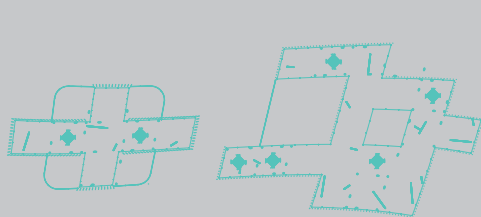


OG17

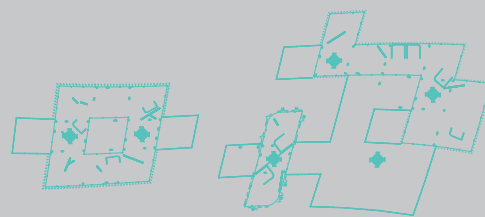
11. Resultat

11.7. Grundrisse

Abb. 11.7.2. Grundrisse OG19 bis OG 35



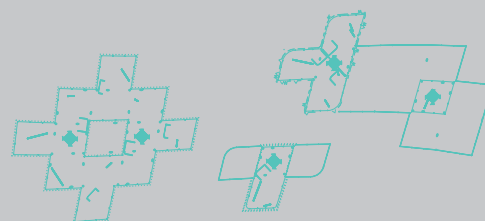
OG18



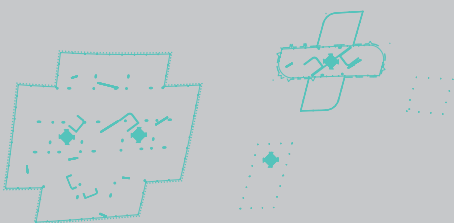
OG19



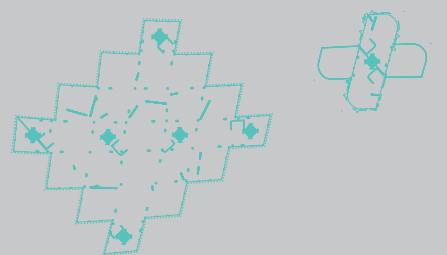
OG20



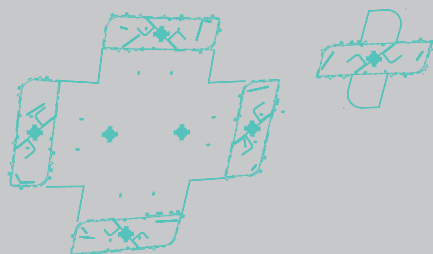
OG21



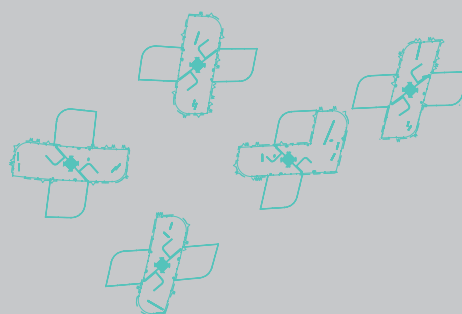
OG22



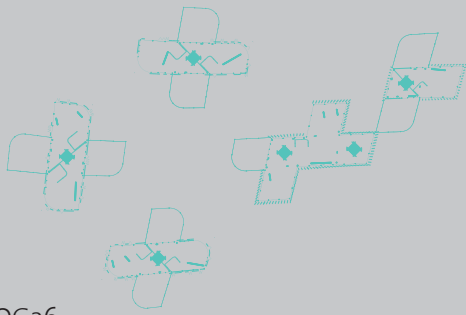
OG23



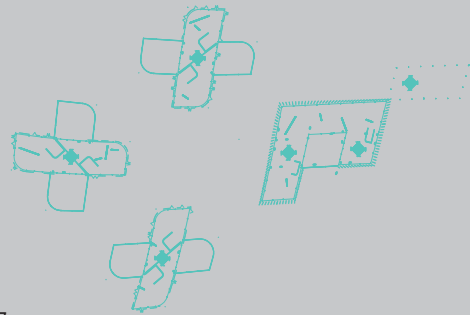
OG24



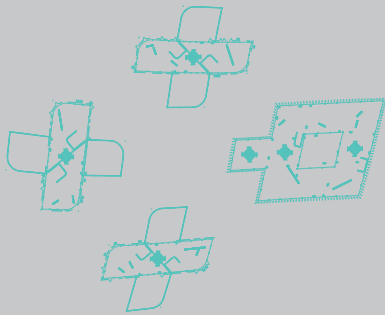
OG25



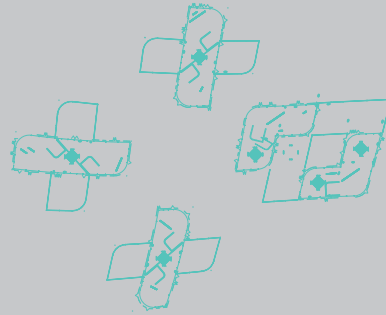
OG26



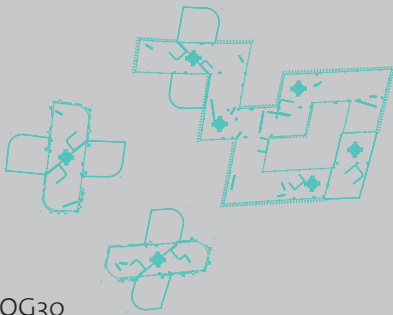
OG27



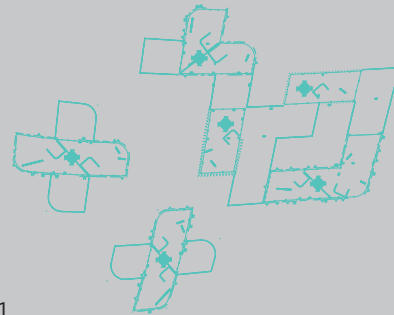
OG28



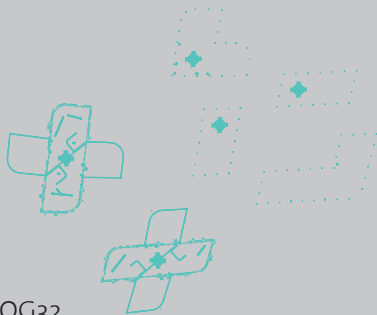
OG29



OG30



OG31



OG32



OG33

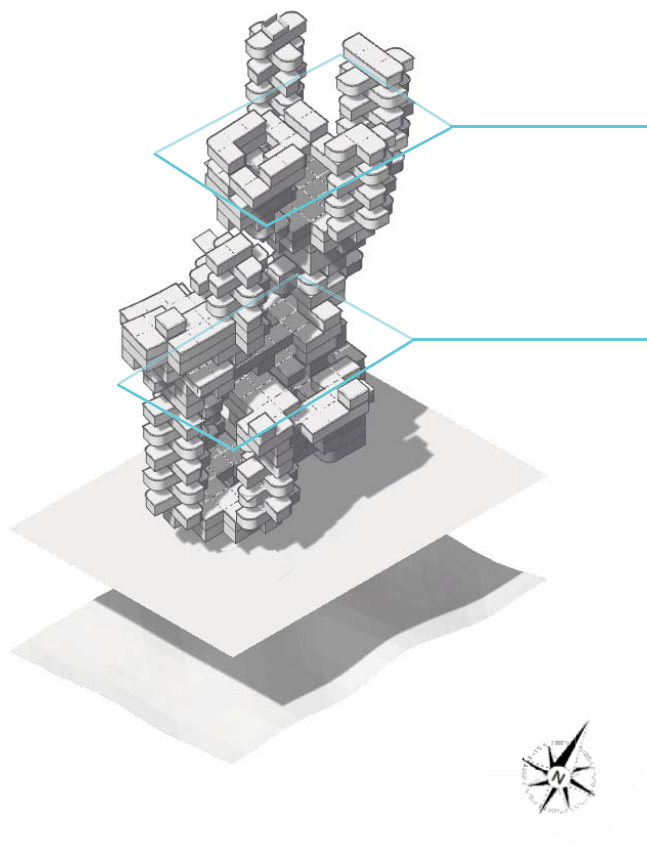


OG34



OG35

11.7. Grundrisse



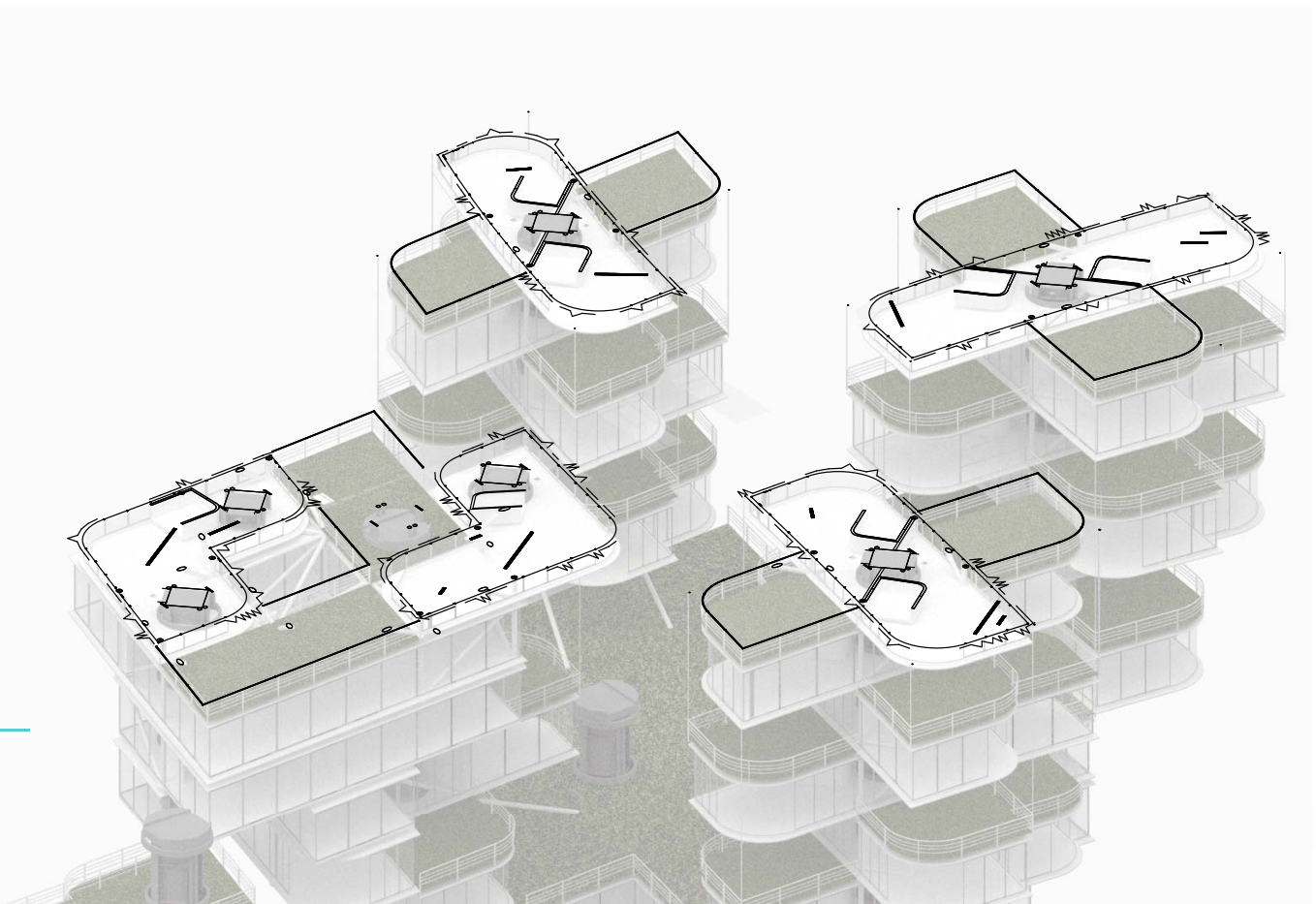


Abb. 11.7.3. Grundrisse / Axi OG 29

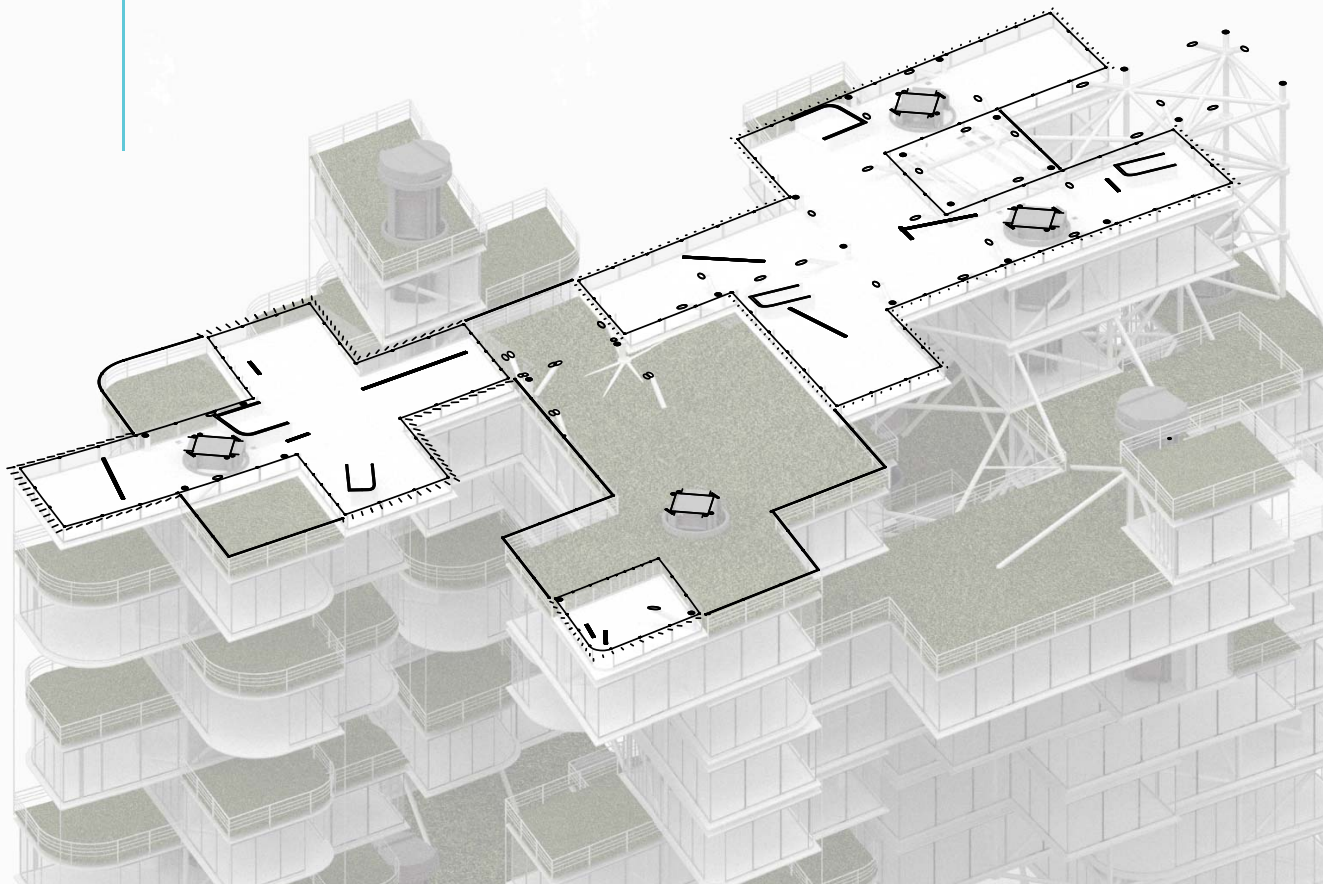
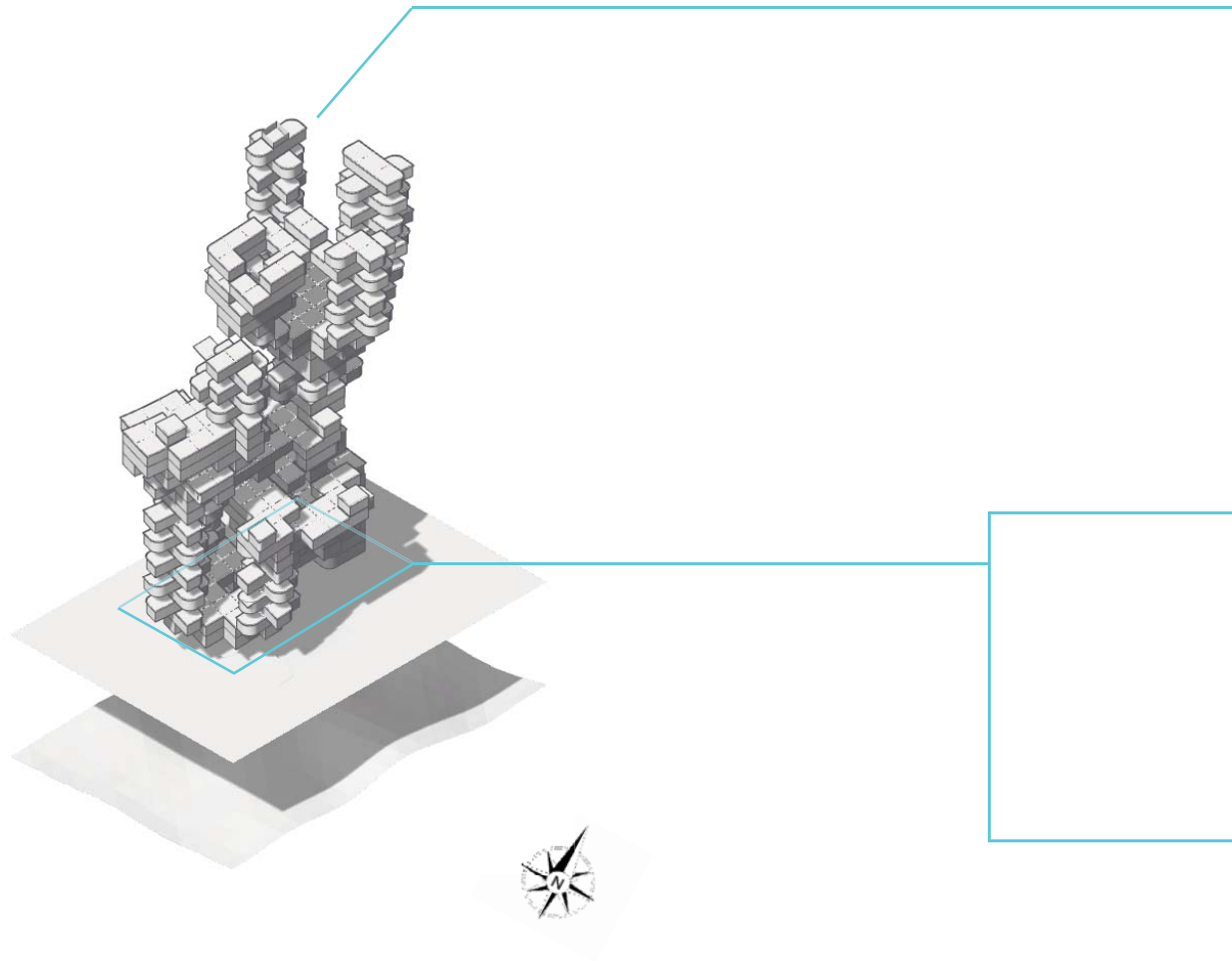


Abb. 11.7.4. Grundrisse / Axi OG 12

11. Resultat

11.7. Grundrisse



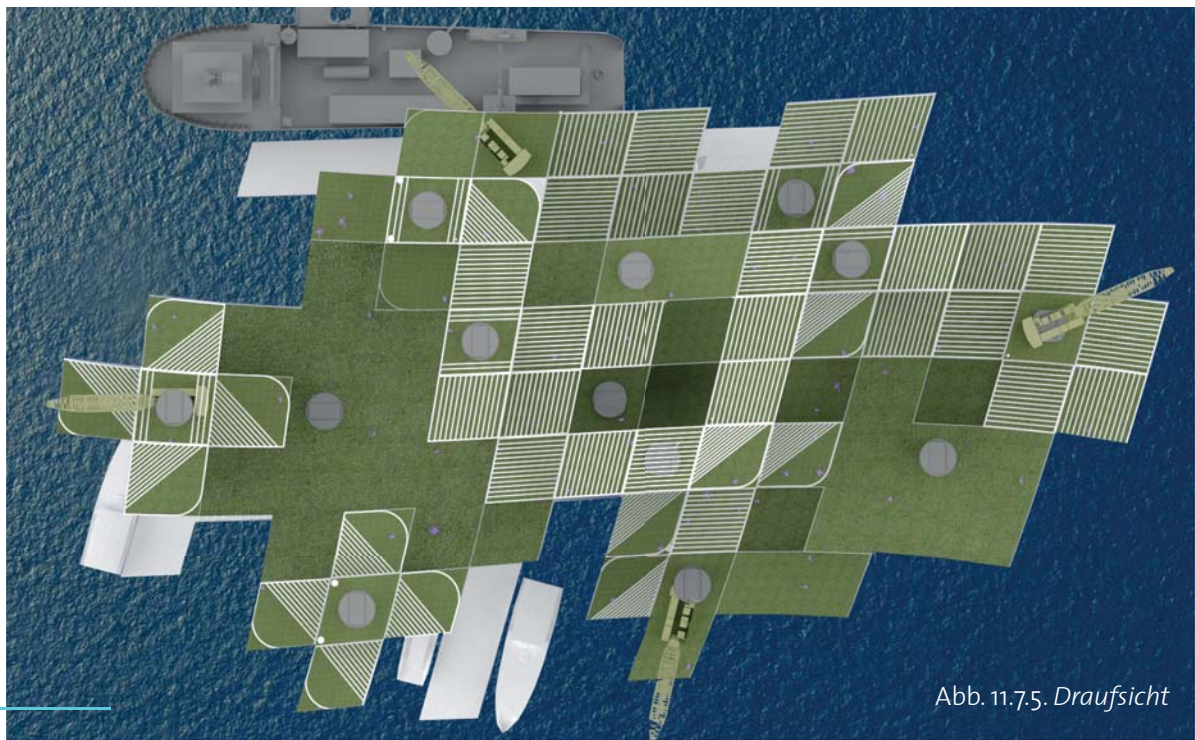


Abb. 11.7.5. Draufsicht

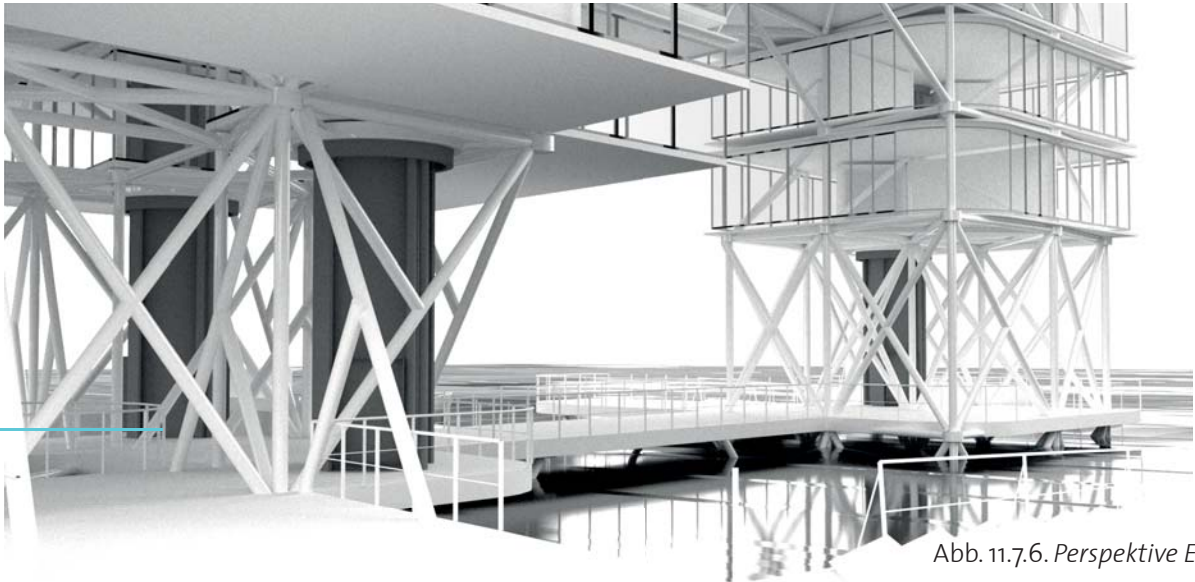


Abb. 11.7.6. Perspektive EG

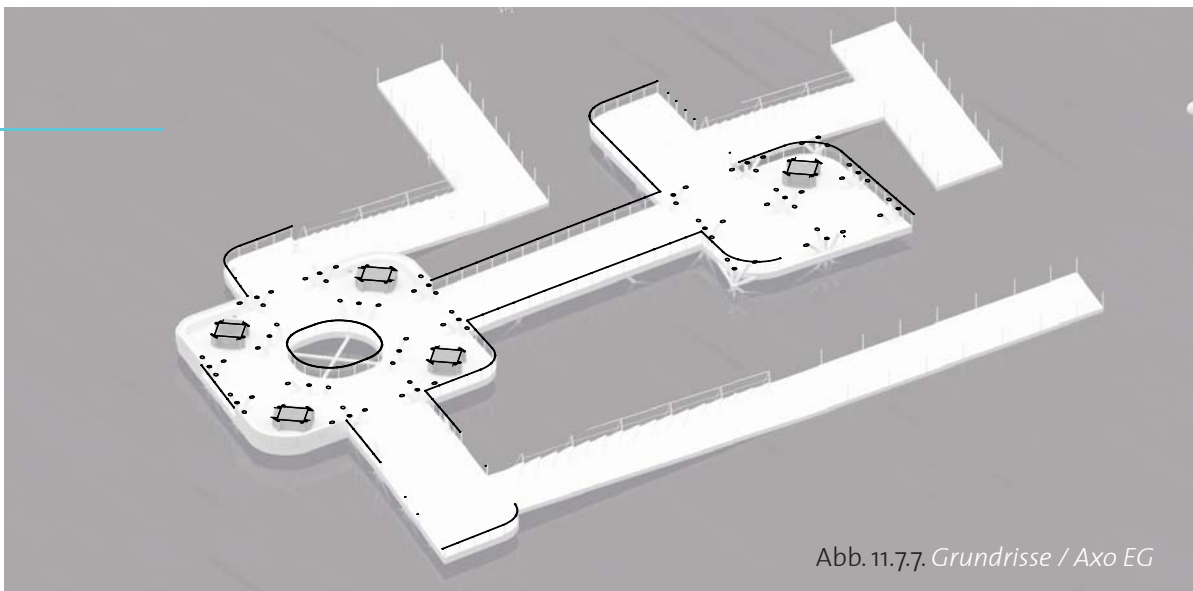


Abb. 11.7.7. Grundrisse / Axo EG

11. Resultat

11.8. Schaubilder

Abb. 11.8.1. *Perspektive von aussen (Visualisierung)*





+130m



+/-0m

11. Resultat

11.8. Schaubilder



Abb. 11.8.2. Perspektive Innen (Visualisierung)



11.8. Schaubilder



Abb. 11.8.3. Perspektive von aussen (Visualisierung)



11. Resultat

11.8. Schaubilder





11.8. Schaubilder



Abb. 11.8.5. Innenperspektive (Visualisierung)



11.8. Schaubilder



Abb. 11.8.6. Innenperspektive 2 (Visualisierung)



11. Resultat

11.9. Modellfotos

Umgebungsmodell M 1:5000
Finnpappe, Acrylglas, 3D Druck



Abb. 11.9.1. Umgebungsmodell (Foto)



11. Resultat

11.9. Modellfotos

Umgebungsmodell M 1:5000
Finnpappe, Acrylglas, 3D Druck



Abb. 11.9.2. Umgebungsmodell (Foto)



Abb. 11.9.3. *Umgebungsmodell (Foto)*

11. Resultat

11.9. Modellfotos

Gebäudemodell M 1:500
Acrylglas, 3D Druck



Abb. 11.9.4. Gebäudemodell (Foto)



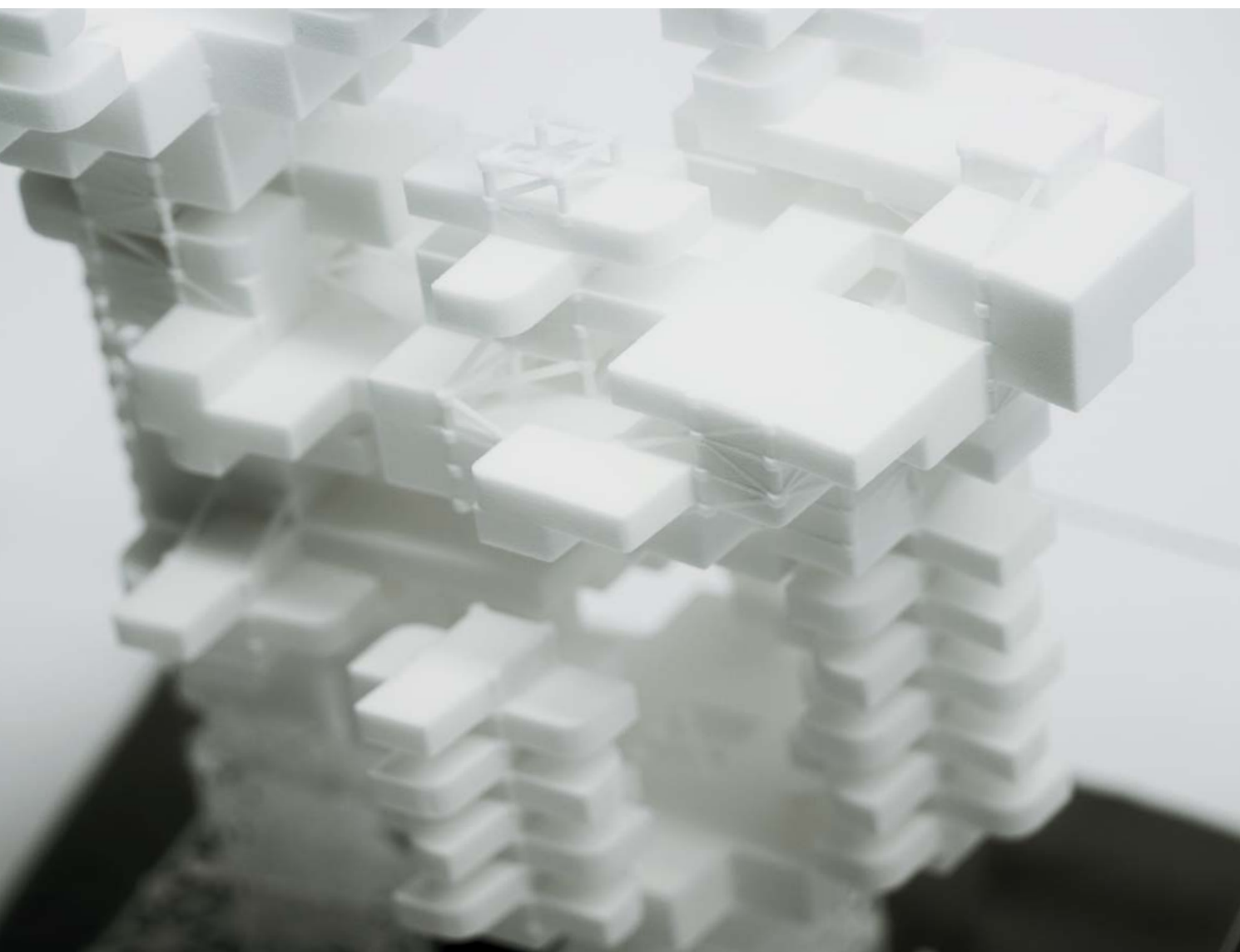


Abb. 11.9.5. *Gebäudemodell (Foto)*

11. Resultat

11.9. Modellfotos

Gebäudemodell M 1:500
Acrylglas, 3D Druck

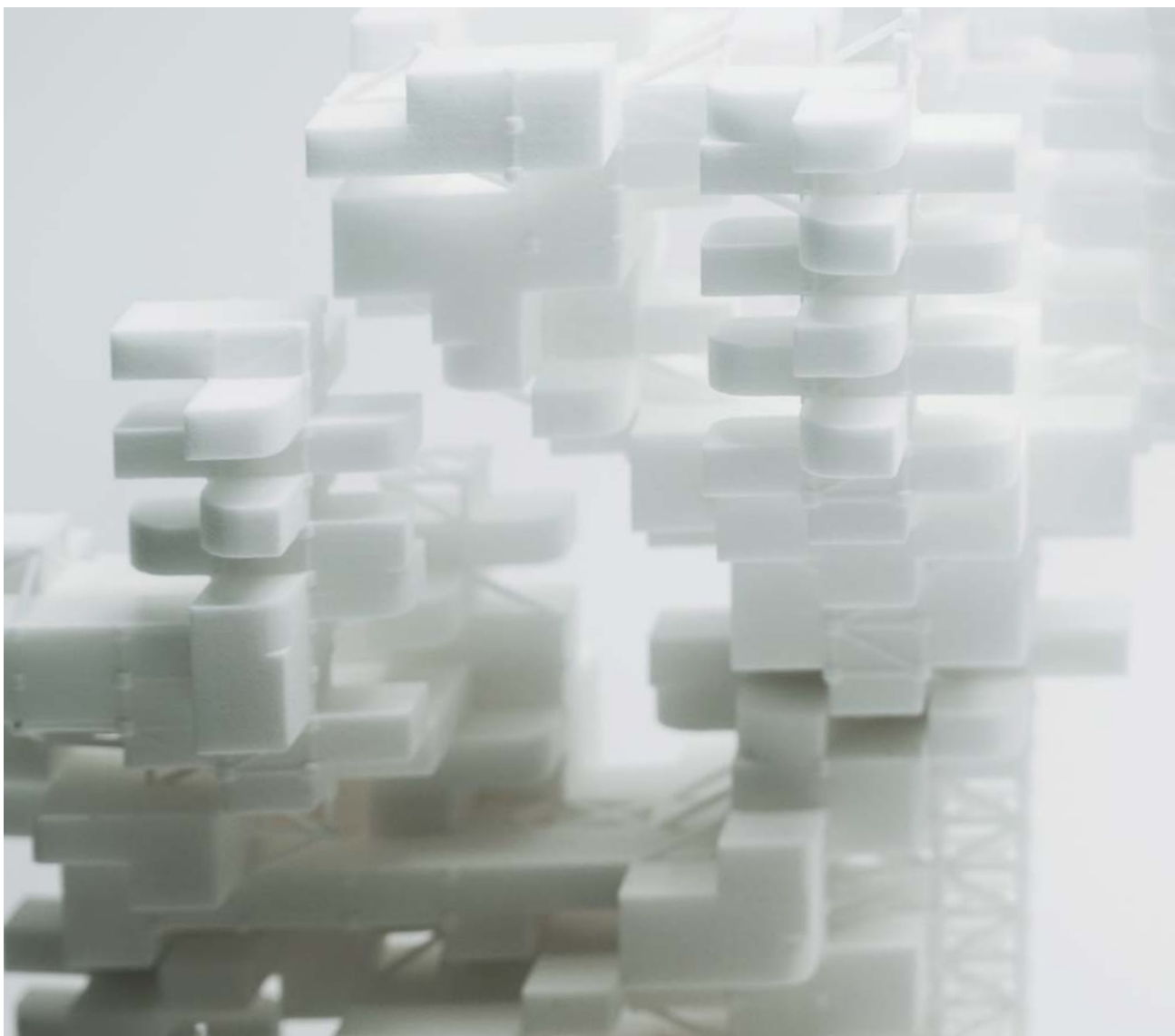


Abb. 11.9.6. *Gebäudemodell (Foto)*



Abb. 11.9.7. Gebäudemodell (Foto)



11. Resultat

11.9. Modellfotos

Gebäudemodell M 1:500
Acrylglas, 3D Druck

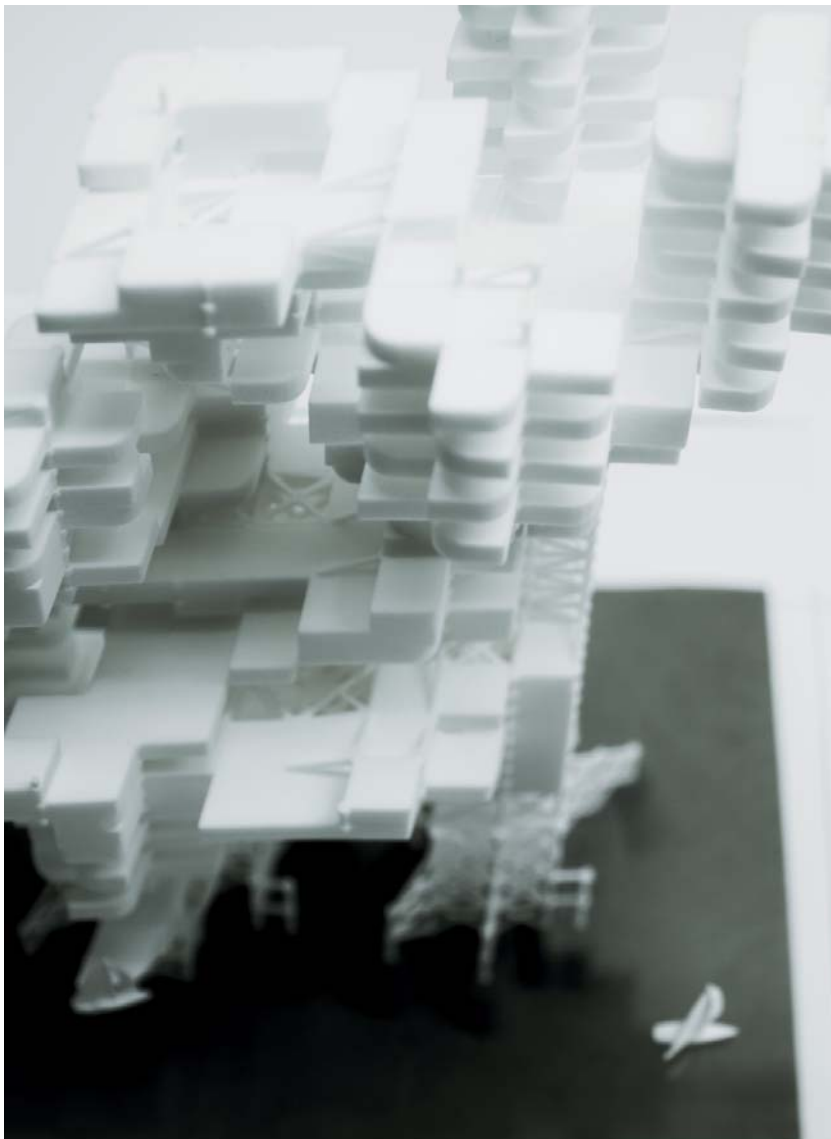


Abb. 11.9.8. Gebäudemodell (Foto) - links



Abb. 11.9.9. Gebäudemodell (Foto) - mitte oben

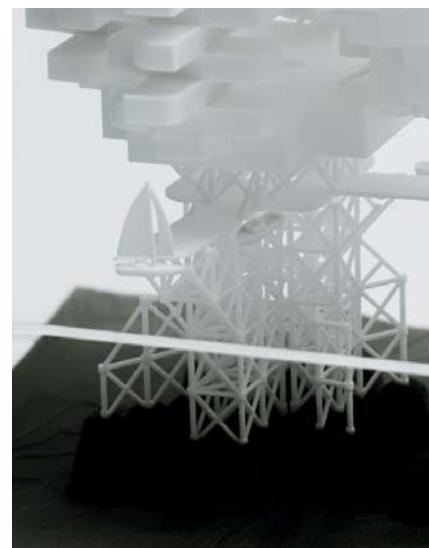


Abb. 11.9.10. Gebäudemodell (Foto) - mitte unten

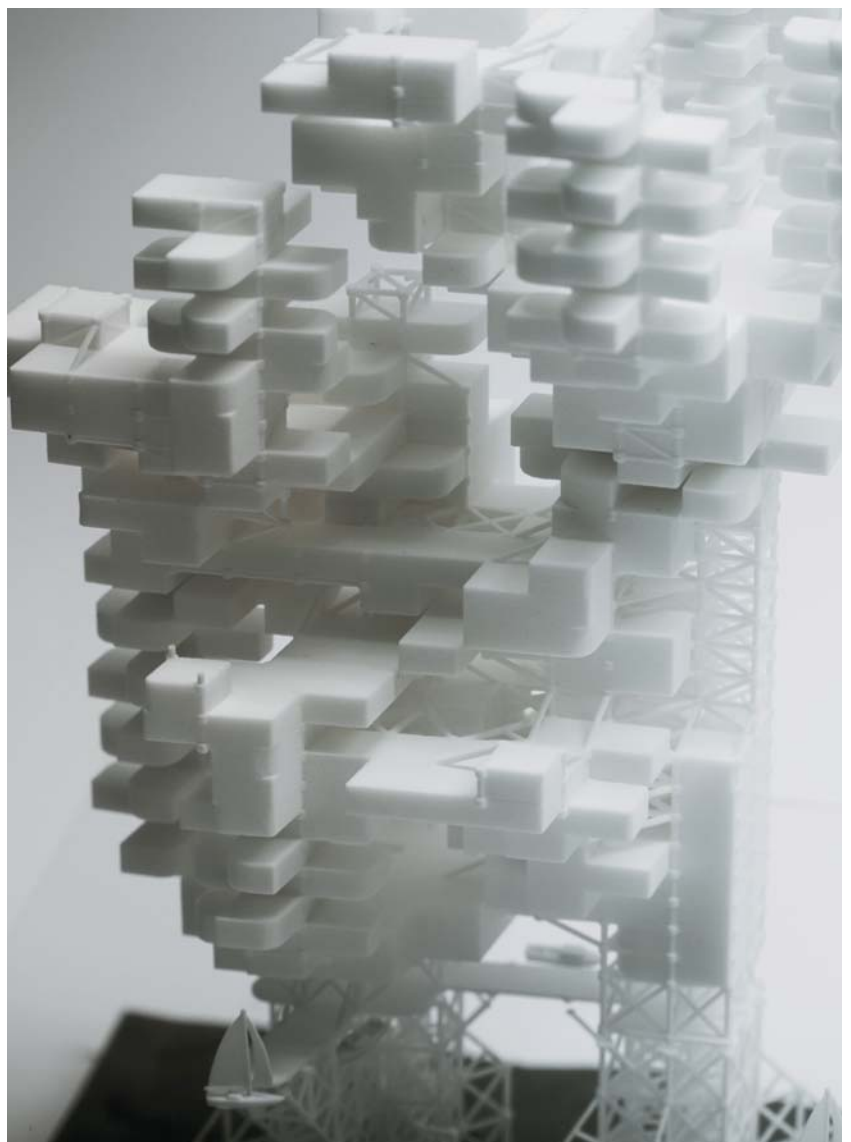
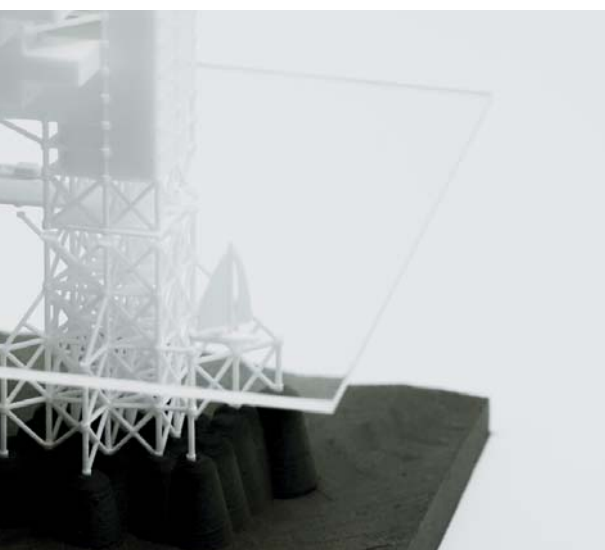


Abb. 11.9.11. *Gebäudemodell (Foto)*

12. Conclusio

12.1. Zusammenfassung

Die zuvor gezeigten Probleme des Bevölkerungswachstums und limitierter Baulandreserven erfordert eine neue planerische Herangehensweise. Doch ist die künstliche Aufschüttung von Land die einzige Möglichkeit oder werden wir Gebäude direkt auf dem Wasser bauen?

Welche Qualitäten bietet das Leben auf dem Wasser und wie funktionieren isolierte Siedlungen? Wie werden Freiräume geschaffen? Mit dem Ziel von erhöhter Lebensqualität und Schaffung von neuen Freiräumen in modularer Konstruktion haben sich bereits die japanischen Metabolisten in den 1970er Jahren beschäftigt und wurden im Rahmen dieser Arbeit neu beleuchtet. Die Abstraktion von biologischen Prozessen, wie dem Korallenwachstum auf den Massstab eines Hochhauses zu bringen, wurde demonstriert.

12.2. Ausblick

Als Architekten sind wir in einer sehr entscheidungsfähigen Situation, situiert im Spannungsfeld zwischen Politik und Ökonomie, zwischen Kreativität, Materialität, Statik, Bauphysik und Nachhaltigkeit. Wir entscheiden mit unseren Entwürfen mit wie die gebaute Umwelt aussieht - als akademisches Experiment oder schlussendlich auch als realisierte Idee. Das ist eine grosse Möglichkeit und Verantwortung zugleich.

Die Thematik der Erderwärmung und des damit verbundenen steigenden Meeresspiegels habe ich im Rahmen dieser Arbeit nicht bearbeitet. Der jedoch daraus resultierende Verlust der nahe des Meeresspiegels bebauten Regionen wie zum Beispiel der Niederlande ist unaufhaltbar und Typologien wie das Bauen am Wasser müssen daher seriös behandelt werden.

Wo sollen diese Diskussionen stattfinden wenn nicht an den Architekturschulen?





Abb. 12.2.1. Ansicht vom Land (Visualisierung)

13. Verzeichnisse

13.1. Abbildungsverzeichnis

Abb. 0.1.1. Titelbild Visualisierung "E Mare Libertas", Quelle: Author, 2017

Abb. 0.1.2. Visualisierung "E Mare Libertas" Perspektive nach innen, Quelle: Author, 2018

Abb. 0.1.3. Visualisierung "E Mare Libertas" Aussenperspektive, Quelle: Author, 2018

Abb. 3.1.1. Infographik Weltbevölkerung, Quelle: Author, 2018

Abb. 3.2.1. Weltbevölkerungsdichte (von weiss bis gelb über blau und grün), Quelle: <http://luminocity3d.org/WorldPopDen>, zugegriffen am 12.12.2017

Abb. 3.3.1. Infographik Weltoberfläche, Quelle: Author, 2017

Abb. 3.4.1. Weltbevölkerungsdichte (von weiss bis gelb über blau und grün), Quelle: <http://luminocity3d.org/WorldPopDen>, zugegriffen am 12.12.2017

Abb. 4.1. Konzeptskizze der Bauetappen, Quelle: Author, 2017

Abb. 5.1.1. Rekonstruktion der Pfahlbauten am Bodensee (Unteruhldingen), 2015, Quelle: http://db-service.toubiz.de/var/plain_site/storage/images/orte/uhldingen-muehlhofen/pfahlbauten-unteruhldingen/umue_pfahlbauten_10/1130150-1-ger-DE/UMUE_Pfahlbauten_10_front_large.jpg, zugegriffen am 11.10.2017

Abb. 5.1.2. Ölplattform im Ozean, 2016, Quelle: http://media.npr.org/assets/img/2016/06/15/ursa-1_custom-8358af5fba589f61d21864036b6ce4551c33fa4b-s900-c85.jpg, zugegriffen am 10.10.2017

Abb. 5.2.1. Arata Isozaki, City in the Air, IV, 1962, Quelle:

<https://workjes.files.wordpress.com/2008/01/c-in-the-air.jpg>, zugegriffen am 15.11.2017

Abb. 5.2.2. 'Aquapolis' The Floating City Okinawa, 1975, Quelle: <http://apjjf.org/data/18.AquapolisBW.jpg>, zugegriffen am 15.11.2017

Abb. 5.3.1. Wolfgang Döring Kapselhäuser, 1969, Quelle: <http://www.hagenstier.com/imgs/foto/F29.jpg>, zugegriffen am 15.12.2017

Abb. 5.3.2. Moshe Safdie, Habitat 67, Montreal 1967, Quelle:

http://images.adsttc.com/media/images/572b/8a64/e58e/cef5/6300/0003/slideshow/Habitat_%2767_Construction_view_image_courtesy_of_Safdie_Architects_CP.jpg?1462471257, zugegriffen am 15.12.2017

Abb. 6.1.1. Model Twin Tower Vienna Delugan Meissl. 1996, Quelle:

http://www.dmaa.at/uploads/tx_news/DMAA_015_hpi_001_01.jpg, zugegriffen am 15.12.2017

Abb. 6.1.2. CCTV Headquarters Peking OMA, 2012, Quelle: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/29/Beijingskyscraperpic5_crop_rotate_lighten.jpg/1200px-Beijingskyscraperpic5_crop_rotate_lighten.jpg, zugegriffen am 15.12.2017

Abb. 6.2.1. Stefano Boeri Architetti, Bosco Verticale, 2014, Quelle:

<http://modulo.net/files/chunks/548050aa22e7b9f566000000/5a154ab4a0d55638f2000ac6.jpg>, zugegriffen am 20.12.2017

Abb. 6.2.2. Rendering Vo Trong Nghia Architects, FPT University Building, 2016, Quelle:

<https://inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2014/08/FPT-University-building-by-Vo-Trong-Nghia-Architects-2.jpg>, zugegriffen am 20.12.2017

Abb. 7.1.1. Acropora palmata, Quelle: <http://www.livingoceansfoundation.org/wp-content/uploads/2015/04/Figure-9.2a4.jpg>, zugegriffen am 05.03.2017

Abb. 7.1.2. Pocillopora sp., Quelle: <https://www.livingoceansfoundation.org/wp-content/uploads/2015/04/Figure-9.3b1.jpg>, zugegriffen am 05.03.2017

Abb. 7.2.1. Vergleich Solitär, Quelle: Author, 2018

Abb. 7.2.2. Vergleich Porosität, Quelle: Author, 2018

Abb. 8.1.1. Durchschnittliche Jahrestemperatur Singapur, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.2. Durchschnittliche Jahrestemperatur Wien, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.3. Sonnenstandsdiagramm Singapur, Ostansicht, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.4. Sonnenstandsdiagramm Wien, Ostansicht, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.5. Sonnenstandsdiagramm Singapur, Draufsicht, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.6. Sonnenstandsdiagramm Wien, Draufsicht, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.7. Sonnenstandsdiagramm Singapur, Ostansicht, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.8. Sonnenstandsdiagramm Singapur, Ostansicht, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.9. Jahressniederschlag Singapur, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.10. Jahresniederschlag Wien, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.11. Durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit Singapur, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.12. Durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit Wien, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.13. Psychometrischer Graph Singapur, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.14. Psychometrischer Graph Wien, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.15. Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten Singapur, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.16. Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten Wien, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.17. Windgeschwindigkeitsdiagramm Singapur, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.18. Windgeschwindigkeitsdiagramm Wien, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.19. Windrose Singapur, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.20. Windrose Wien, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.21. Psychometrischer Graph mit Wind, Singapur, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.1.22. Psychometrischer Graph mit Wind, Wien, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.2.1. Schiffsverkehr in der Strasse von Singapurindrose Singapur, Quelle: <https://storage.googleapis.com/afs-prod/media/afs:Medium:1271140001/1076.gif>, zugegriffen am 15.03.2018
 Abb. 8.2.2. Strasse von Singapur, Luftaufnahme, Quelle: <http://splash247.com/wp-content/uploads/2015/02/Singapore-Strait-4.jpg>, zugegriffen am 15.03.2018
 Abb. 8.2.3. Verkehrsrouten in der Strasse von Singapur, Quelle: <http://safeshippingbc.ca/wp-content/uploads/2015/04/signapore-ais.png>, zugegriffen am 15.03.2018
 Abb. 8.3.1. Singapore Massstab 1:150000 und gezoomt, Quelle: Author, 2018
 Abb. 8.3.2. Singapore Google Maps und Google Earth Screenshots und Verortung EML, Quelle: Google, Author, 2018

Abb. 9.1.1. Zellularer Automat: Zustandsänderung , Quelle: https://res.cloudinary.com/cloudinary/image/upload/rule_22.png, zugegriffen am 20.03.2018
 Abb. 9.2.1. Zellulare Automaten nach Wolfram, Quelle: <http://tones.wolfram.com/about/e8bc77c-500626d7570e65d46ef9c8a63.gif> , zugegriffen am 20.03.2018
 Abb. 9.3.1. Zellularer Automat in 3D nach Herr, Quelle: https://www.generativeart.com/on/cic/papersGA2003/ao8_file/image012.jpg
 Abb. 9.3.2. Zellularer Automat in 3D (Explosionsdiagramm), Quelle: <https://wewanttlearn.files.wordpress.com/2014/11/image-4.jpg> , zugegriffen am 20.03.2018
 Abb. 9.3.3. Zellularer Automat: Nachbarschaft in 2D, Quelle: http://natureofcode.com/book/imgs/chapter07/cho7_01.png , zugegriffen am 20.03.2018
 Abb. 9.4.1. Zellularer Automat: 3D QBS, Quelle: <https://wewanttlearn.files.wordpress.com/2014/11/image-1.jpg> , zugegriffen am 20.03.2018
 Abb. 9.4.2. Zellularer Automat: 3D PPC, Quelle: <https://wewanttlearn.files.wordpress.com/2014/11/image-2.jpg> , zugegriffen am 20.03.2018
 Abb. 9.4.3. Zellularer Automat: 3D DH, Quelle: <https://wewanttlearn.files.wordpress.com/2014/11/image-3.jpg> , zugegriffen am 20.03.2018
 Abb. 9.4.4. Zellularer Automat: 3D QBS, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.4.5. Zellularer Automat: 3D PPC, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.4.6. Zellularer Automat: 3D DH, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.4.7. Zellularer Automat: 3D DH, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.5.1. Formevolution, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.6.1. Ansichten, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.7.1. Zellular Automata überführt in 3D, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.7.2. Zellular Automata überführt in 3D, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.7.3. Zellular Automata überführt in 3D, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.8.1. Zellular Automata überführt in 3D, Ansicht, Quelle: Author, 2018
 Abb. 9.8.2. Zellular Automata überführt in 3D, Perspektive, Quelle: Author, 2018

13. Verzeichnisse

- Abb. 10.1.1. – Abb.10.1.3. Perspektive abstrakt, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.1.2. Perspektive abstrakt, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.1.3. Perspektive abstrakt, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.1.4. Perspektive abstrakt (rechts) , Quelle: Author, 2018
Abb. 10.1.5. 6 Perspektiven, abstrakt, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.2.1. Wasserstand tief (-1.5m) & Abb.10.2.2. Wasserstand hoch (+1.5m), Quelle: Author, 2018
Abb. 10.2.3. Schwimmanleger bei Wasserpegelveränderung, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.3.1. Erschliessung vertikal, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.3.2. Erschliessung horizontal, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.3.3. Nutzungsverteilung, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.3.4. Freiflächen, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.3.5. Gemeinschaft, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.3.6. Wohnen, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.3.7. Gewerbe, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.5.1. Haustechnik, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.5.1. Infrastrukturräume, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.6.1. Primärtragwerk, Ansicht, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.6.2. Gebäude, Ansicht ohne Fassade, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.6.3. Nordansicht, Tragwerk überlagert, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.6.4. Ostansicht, Tragwerk überlagert, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.6.5. Südansicht, Tragwerk überlagert, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.6.6. Westansicht, Tragwerk überlagert, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.6.7. Primärtragwerk, Ansicht, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.6.8. Gebäude, Ansicht ohne Fassade, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.7.1. Konstruktionsschritte 1-4, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.7.2. Konstruktionsschritte Einbindung Sekundärtragwerk, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.8.1. Konstruktionsschritte Sekundärkonstruktion 1-8, Quelle: Author, 2018
Abb. 10.8.2. Konstruktionsschritte Sekundärkonstruktion 8-17, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.1.1. Bauetappe 1, bis OG7, Axo, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.1.2. Bauetappe 2, bis OG10, Axo, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.1.3. Bauetappe 3, bis OG15, Axo, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.1.4. Bauetappe 4, bis OG22, Axo, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.1.5. Bauetappe 5, bis OG27, Axo, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.1.6. Bauetappe 6, bis OG35, Axo, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.2.1. – Abb. 11.2.4. Ansichten (Nord, Ost, Süd, West), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.3.1. Längsschnitt 1, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.3.2. Querschnitt 1, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.3.3. Querschnitt 2, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.4.1. & Abb. 11.4.2. Wohneinheit Beispiel (Visualisiert), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.5.1. Wohneinheit Axo (Visualisiert), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.5.2. Wohneinheit Grundriss (visualisiert), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.6.1. & Abb. 11.6.2. Fassadenschnitt Ansicht 1 & 2, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.7.1. Grundrisse EG bis OG 18, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.7.2. Grundrisse OG 19 bis OG 35, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.7.3. Grundrisse / Axo OG 29, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.7.4. Grundrisse / Axo OG 12, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.7.5. Draufsicht, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.7.6. Perspektive EG, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.7.7. Grundrisse / Axo EG, Quelle: Author, 2018
Abb. 11.8.1. Perspektive von aussen (Visualisierung), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.8.2. Perspektive Innen (Visualisierung), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.8.3. Perspektive von aussen (Visualisierung), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.8.4. Perspektive Unterwasser (Visualisierung), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.8.5. Innenperspektive (Visualisierung), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.8.6. Innenperspektive 2 (Visualisierung), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.9.1. – Abb. 11.9.3. Umgebungsmodell (Foto), Quelle: Author, 2018
Abb. 11.9.4. – Abb. 11.9.10. Gebäudemodell (Foto), Quelle: Author, 2018
Abb. 12.2.1. Ansicht vom Land (Visualisierung), Quelle: Author, 2018
Abb. 14.2.1. Alexander Walzer (2017), Quelle: Author, 2017

13.2. Quellenverzeichnis

- Bevölkerungswachstum, Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1717/umfrage/prognose-zur-entwicklung-der-weltbevoelkerung/>, zugegriffen am 10.10.2017
- Bevölkerungsdichte, Quelle: <https://www.laenderdaten.info/bevoelkerungsdichte.php>, zugegriffen am 11.10.2017
- Erdoberfläche, Quelle: <https://www.lexas.de/erde/erdoberflaeche.aspx>, zugegriffen am 11.10.2017
- Fallstudie Singapur, Quelle: <https://www.goruma.de/Laender/Asien/Singapur/Landkarte/geografie.html>, zugegriffen am 12.10.2017
- Siedlungen auf See, Quelle: <https://weburbanist.com/2012/08/20/water-worlds-15-real-floating-towns-ocean-cities/>, zugegriffen am 17.10.2017
- Ölplattformen, Quelle: <https://blog.omv.com/de/leben-und-arbeiten-auf-einer-oelplattform>, zugegriffen am 17.10.2017
- Metabolismus in Architektur, Quelle: <https://www.mori.art.museum/english/contents/metabolism/about/index.html>, zugegriffen am 19.10.2017
- Modulares Bauen, Quelle: http://www.interface.com/EU/de-DE/about/index/Architektur-de_DE, zugegriffen am 21.10.2017
- Kapselhäuser von Döring, Quelle: <http://www.dam-online.de/portal/en/Press/Archive-Press/1939/o/66827/mod1284-details1/1856.aspx>, zugegriffen am 21.10.2017
- Habitat 67, Quelle: http://www.greatbuildings.com/buildings/Habitat_67.html, zugegriffen am 21.10.2017
- Hochhaustypologien, Quelle: <https://www.architectural-review.com/rethink/typology-skyscraper/10019237.article>, zugegriffen am 10.10.2017
- Hortitecture, Quelle: http://idas.tu-bs.de/?page_id=434, zugegriffen am 15.10.2017
- Korallenwachstum, Quelle: <https://coral.org/coral-reefs-101/coral-reef-ecology/hard-corals/>, zugegriffen am 09.03.2017
- Singapore Wetterdaten (.epw), Quelle: https://energyplus.net/weather-location/southwest_pacific_wmo_region_5/SGP/SGP_Singapore.486980_IWEC, zugegriffen am 10.03.2018
- Wien Wetterdaten (.epw), Quelle: https://energyplus.net/weather-location/europe_wmo_region_6/AUT/AUT_Vienna.Schwechat.110360_IWEC, zugegriffen am 10.03.2018
- Singapur Schiffsverkehr, Quelle: <http://www.seatrade-maritime.com/news/asia/malacca-and-s-pore-strait-traffic-hits-new-high-in-2016-vlccs-fastest-growing-segment.html>, zugegriffen am 05.03.2018
- Zellulärer Automat, Quelle: <http://object-e-research.blogspot.ch/2007/10/cellular-automaton.html>, zugegriffen: 06.03.2018
- Zellulärer Automat, Quelle: <http://natureofcode.com/book/chapter-7-cellular-automata/>, zugegriffen: 11.03.2018
- Conway's Game of Life, Quelle: <http://web.stanford.edu/~cdebs/GameOfLife/>, zugegriffen 07.03.2018

14.1. Danksagung

Ich möchte mich bei Manfred Berthold für seinen konstruktiven Umgang und humorvollen Zugang zu Architektur, flexibler Zeit- und Ortsgestaltung bedanken, der TU Wien für viele lehrreiche Jahre und eine gute Wissensbasis quer durch alle Bereiche der Architektur. Ein Dankeschön an meine Freundin, die mich viel zu sehr unterstützt und immer sehr gute Ratschläge parat hat. Danke an Matthias für sein Feedback im Bereich der Statik des Projektes und an meine Zweit- und Drittprüfer für ihre Zeit, Interesse und kritische Diskussion des Projektes!

Ich danke meiner Familie, speziell meiner Mutter, für die durchgehende Unterstützung durch Schule und Studium und alles dazwischen und daneben.

Im Rahmen der Diplomarbeit habe ich an folgende Programme gespendet: *Coral Reef Alliance*, eine Non-profit Organisation, die sich für die Erhaltung der Korallenriffe einsetzt, mehr Infos unter: <https://coral.org/>, und an *Atmosfair*, eine Non-profit Organisation, die Klimakompensation anbietet, mehr Infos unter: <https://www.atmosfair.de/>.



14.2. Lebenslauf



Alexander Nikolas Walzer

- 1989: Geboren am 11.09.1989 in Wien.
- 1996: Einzug in die Verdi Reihenhaussiedlung von Harry Glück.
- 2008: Matura am Realgymnasium Neulandschule 1100 Wien,
Zivildienst als Rettungssanitäter beim Samariterbund Favoriten.
- 2009: Sommerpraktikum bei Architekt Martin Kohlbauer in Wien,
Mitarbeiter bei Dominik Petz bau.kunst in Leopoldsdorf,
Beginn des Architekturstudiums an der TU Wien.
- 2012: Auslandsjahr in Italien am Politecnico di Milano (Erasmus),
ein paar Monate Aufenthalt in Rom, Como und Perugia.
- 2014: Abschluss Bachelorstudium an der Universität Innsbruck.
- 2015: Weiterbildungskurs und Praktikum in Barcelona, Spanien,
Auslandssemester am RMIT in Melbourne, Australien.
- 2016-: Praktikum und Assistenz an der ETH Zürich.

