

# HIGH PERFORMANCE ENERGIE TOWER

**TOWER  
ENERGIE  
PERFORMANCE  
HIGH**

# **HIGH PERFORMANCE ENERGIE TOWER**

*DIPLOMARBEIT*

*ZUR ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN GRADES EINES  
DIPLOMINGENIEURS*

*STUDIENRICHTUNG : ARCHITEKTUR*

**JÜRGEN PATJENS**

*TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ  
ERZHERZOG-JOHANN-UNIVERSITÄT  
FAKULTÄT FÜR ARCHITEKTUR*

*BETREUER: Univ.-Prof. B.Sc.(Hons). CEng MCIBSE BRIAN CODY  
INSTITUT: INSTITUT FÜR GEBÄUDE UND ENERGIE*

*MAI/2014*



Deutsche Fassung:  
Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008  
Genehmigung des Senates am 1.12.2008

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

Unterschrift

Englische Fassung:

## STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, am .

Unterschrift

*An dieser Stelle möchte ich mich bei den zahlreichen Personen bedanken, die es ermöglicht haben, dass diese vorliegende Arbeit, in dieser Qualität von mir erstellt werden konnte.*

*Allen voran möchte ich meiner Familie, im Besonderen meiner Mutter, meinen Großeltern, meiner Lebensgefährtin und meinem Bruder von Herzen danken.*

*Zu Dank bin ich auch meinem Freundeskreis verpflichtet, der mich auf so vielfältige Art und Weise unterstützt hat.*

*Zum Schluss möchte ich mich bei den Firmen Bibus Austria, Alu König Stahl, 3M und Thyssen Krupp bedanken die mich bei technischen Fragen unterstützt haben.*

VORWORT	11	
PLUS ENERGIE		
HOCHHAUS		
ZONING LAWS	13	
PLUS ENERGIE		14
HOCHHAUS		16
ZONING LAWS		18
AUSSENKLIMA		
BEHAGLICHKEIT		
RAUMKLIMA	23	
AUSSENKLIMA		24
KLIMADATEN: SOLARSTRAHLUNG		26
KLIMADATEN: LUFTFEUCHTIGKEIT		32
KLIMADATEN: WIND		34
BEHAGLICHKEIT		36
RAUMKLIMA		44
RAUMKONDITIONIERUNG	53	
HEIZLAST		56
KÜHLLAST		64
SOLARE GEWINNE		68
LÜFTUNG		72
BELICHTUNGSBEDARF		76
STATIK		
SERVICE CORES		
ERSCHLIESSUNG	79	
STATIK		80
SERVICE CORES		86
ERSCHLIESSUNG		90
ENTWURF	99	
BAUPLATZ BESCHREIBUNG		100
UMSETZUNG	116	
FORMFINDUNGSPROZESS LINIE A		120
FORMFINDUNGSPROZESS LINIE B		120
ANSICHTEN	128	
SCHNITTE	136	
GRUNDRISSE	140	
LAGEPLAN	146	



LÜFTUNGSNETZ ÖFFNUNGEN IN DER FASSADE	150
WINDSIMULATIONEN AM EINZELGESCHOSS	152
DRUCK/SOG VERHÄLTNISSE AM EINZELGESCHOSS	154
ZULUFTKONZEPT	156
RAUMLUFT ABLUFT ZULUFT KONZEPT	158
KONZEPT LICHTLEITUNG	160
SOLARKRONE ZUR UNTERSTÜTZUNG DES KAMINEFFEKTS	164
KONZEPT HEIZSYSTEM	166
KONZEPT KÜHLSYSTEM	168
ÜBERSICHT NUTZUNGSVERTEILUNG	170
VERTIKALES VERTEILUNGSSYSTEM	172
STATIK UND ERSCHLIESSUNG	174
STATIK INNERER KERN UND LIFTKERNE	176
STAHLSTRUKTUR AUSSEN	176
STATIK OUTRIGGER VERBINDUNG	
ZWISCHEN DER INNEREN UND ÄUSSEREN TRAGSTRUKTUR	178
HAUSTECHNIK VERTEILUNG HEIZ/KÜHLVERTEILUNG	
ERZEUGUNG BIS ÜBERGABE	180
HAUSTECHNIK VERTEILUNG ÜBER GESAMTE HÖHE	
WARM/KALTWASSERVERTEILUNG	
BRAUCHWASSERWIEDERAUFBEREITUNG	182
HAUSTECHNIK VERTEILUNG ÜBER GESAMTE HÖHE	
SCHWARZWASSERBEHANDLUNG LÖSCHWASSERVERTEILUNG	184
PLUS ENERGIE ENERGIEGEGWINNUNGSSYSTEME UND BERECHNUNG	186
PLUS ENERGIE GEOTHERMIE DIMENSIONIERUNG	188
PLUS ENERGIE PHOTOVOLTAIK	190
PLUS ENERGIE WINDKRAFT	196
ANHANG	202



# VORWORT

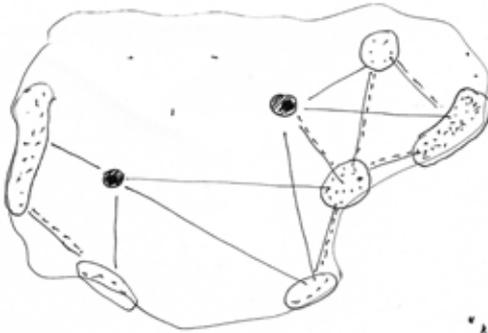
*Im Zuge meines universitären Werdegangs habe ich immer versucht herauszufinden, welche Themenbereiche in der Schnittmengenprofession namens Architektur zu welcher Zeit, an welchen Orten und aus welchen Gründen relevant sind. Zwei Themen, welche genau diese Betrachtungsweise der Schnittmenge verschiedener Einflüsse unterstreichen, haben mich in den letzten Jahren sehr stark gefesselt. Zum ersten ist dies das digitale Entwerfen im Sinne von „Generativen Entwerfen“ basierend auf parametrischen Prinzipien. Das Erstellen von Gesetzmäßigkeiten korrelierender Elemente, selektiert nach persönlichen Wahrnehmungen und/oder historisch gesicherter und akzeptierter Faktelage sowie soziologischer, philosophischer und psychologischer Einflussgrößen, stellt einen enormen Reiz dar.*

*Das zweite große Thema ist das gestalterische Entwerfen nach nachhaltigen Gesichtspunkten. Hier tangiert man auf mehreren Ebenen die gesellschaftspolitischen Einflüsse, bedingt durch eine künftige Baupraxis. Der Umgang mit Rohstoffen, wie Baumaterial, Baugrund sowie der Energiebereitstellung und dessen Verbrauch während der drei Phasen eines Gebäudes (Errichtung, Betrieb und Rückbau) sind wesentliche Themen unserer Zeit. Angesichts der unterschiedlichen Tragweite dieser beiden Interessensfelder fiel mir die Wahl auf welches Thema ich mich im Rahmen dieser Arbeit konzentrieren möchte, relativ leicht.*

*Die Auseinandersetzung mit der Nachhaltigkeit im Bauwesen zu jeder Phase ist ein sehr weitreichendes, komplexes und interdisziplinäres Spektrum und stellt ein Beschäftigungsfeld weit über die Diplomarbeit hinaus dar. Ständig muss mit Wechselwirkungen umgegangen und Zielkonflikte gelöst werden. Nicht selten wird ein zweifelhaftes Ökonomieverständnis im Deckmantel der Nachhaltigkeit Realität. Diese Situation ist weitestgehend unabhängig vom Gebäudetypus. Doch anhand welchem Typus möchte ich dieses Thema behandeln? Die Wahl fiel auf eine Gebäudetypologie, die ich hoch spannend finde, und derer ich bis zu diesem Zeitpunkt nur emotional gegenüberstand - dem Hochhaus.*

*Im Rahmen der „Nachhaltigen Architektur“ zeichnet sich allmählich ein neuer Standard ab, der des „Plus Energie“ - Standards. Gegenwärtig sind wir noch von einer einheitlichen Standardfestlegung einige Schritte entfernt. Dennoch sehe ich in diesem Thema ein großes Zukunftspotential. Im Rahmen dieser Arbeit möchte ich einen Hochhausentwurf unter der Leitidee des Plus-Energie Themas vorstellen.*

*Die thematische Abfolge der vorliegenden Arbeit bildet im wesentlichen den Entwicklungsprozess, den ich im Rahmen dieses Projekts durchwandert habe, ab. Im Laufe des Durchlesens soll dem Leser ein Eindruck von den wesentlichen Randbedingung vermittelt werden und meiner persönlichen Schwerpunktslegung entstehen. Diese Arbeit stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und der Weisheit letzter Schluss dar. Im weiteren zeigt dieses Projekt nur einen von vielen Wegen auf, wie mit den von mir vorgestellten Themen umgegangen werden kann. Wird der Fokus auf andere Themenbereiche gelegt entstehen zwangsläufig wiederum andere interessante Ergebnisse.*



**'Statis Quo'**

- ∴ Sollungsreaktion
- Rohstoff vorhanden mit nachgelagerter Kraftwerke
- Versorgungslücke

Rohstoff vorhanden hoch konzentriert aber nur punktuell

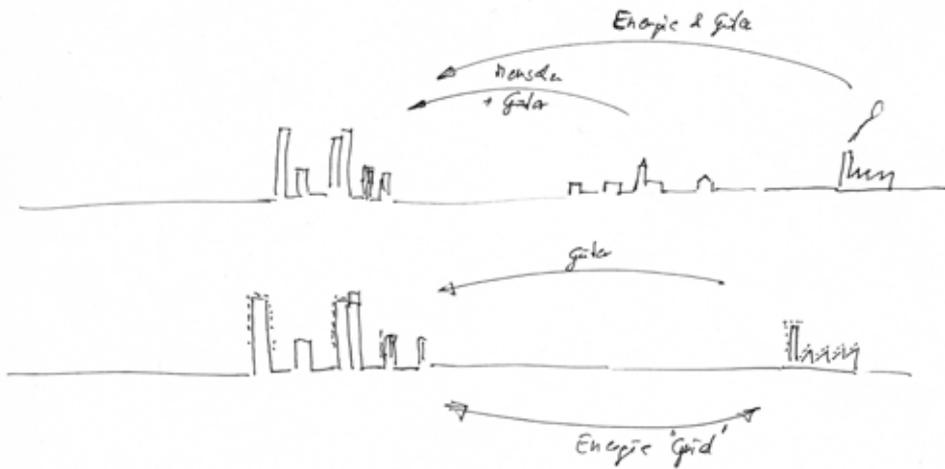
**'Alternativen'**

--- als Spädauf. Einmalige Energieausbreitung 'Smart Grid'

● Sollungsreaktion als 'Vorrat' Energieproduktion betrachten mittels regenerativen Energieträger bspw. Sonne, Wind, ...

Aber die große Fläche könnte geringere Primärenergieerzeugung besser abgegriffen werden. Daher ist auch das die obere Umwandlung in der Energieerzeugung an Sa. & Süd. & Einmaligkeit.

Größter Beitrag von HVÜV an Flächebedarf der Energie und Nahrungsproduktion f. Manhattan NYC



# PLUS ENERGIE HOCHHAUS ZONING LAWS

*Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Begriffserklärungen der ersten Randbedingungen.*

*Sie sind die übergeordneten Leitthemen und beeinflussen den Entwurf zu jeder Zeit.*

*Diese Makrothemen definieren weitestgehend jenen „Spielplatz“ auf dem dieses Projekt entwickelt wurde.*

*Im weiteren gibt es eine große Schnittmenge dieser Makrothemen mit den zukunftsorientierten Plänen des Bundesstaates New York und der Stadt New York City.*

*Die Institution NYSEDA und plaNYC2030 seien hier nur erwähnt. Näheres zu diesen Punkten gibt es im Internet abzurufen und eine kurze Vorstellung erfolgt in den kommenden Kapiteln.*

# PLUS ENERGIE

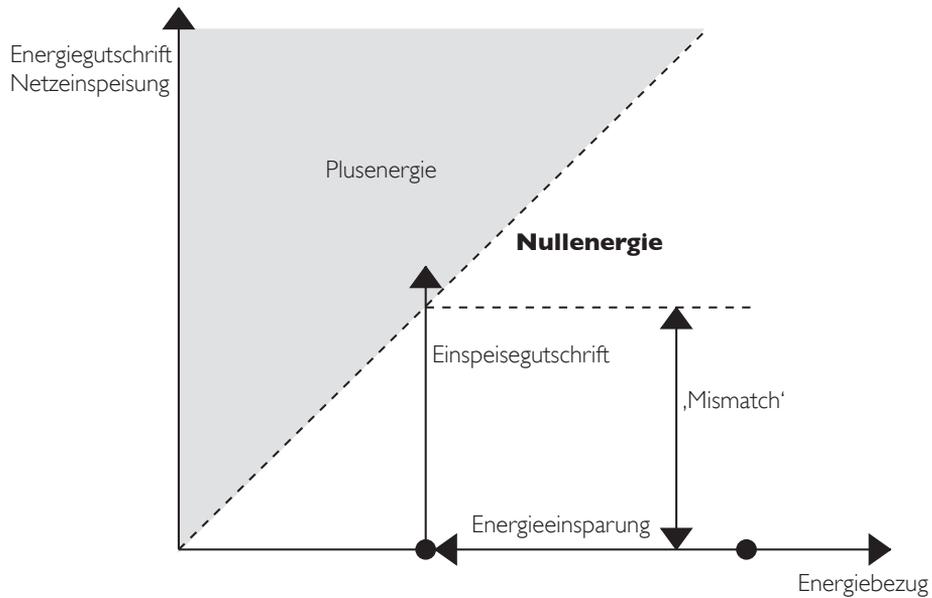


Abbildung 1: „Grafische Darstellung des Plusenergiekonzeptes. Der Energiebedarf des Gebäudes wird durch gezielte Energieeinsparungsmaßnahmen reduzierte und durch am Standort produzierte und eingespeiste Energie kompensiert. Die erforderliche Energieeinspeisung für eine ausgeglichene Bilanz wird auch als Mismatch bezeichnet. Je geringer der Mismatch ausfällt, desto geringer ist auch die Beanspruchung des Einspeisenetzes durch Energietransport und Speicherung“!

l Ipser u.a. 2012, 7.

Angesichts des Energieverbrauchs des Gebäudesektors, gemessen am Gesamtenergieverbrauches von rund 40% in Europa und rund 50% weltweit liegt es auf der Hand, dass diese Bilanzen so nicht weiter führbar sind. Schenkt man den Wissenschaftern Glauben, dann ist es grundsätzlich egal, ob nun die Prognosen jener, hinsichtlich der Menge der noch zur Verfügung stehenden Energiereserven aus fossilen Quellen, in den veranschlagten Zeiträumen erschöpft sind oder um Jahrzehnte später:

Die Richtung ist unmissverständlich - es braucht Alternativen! Je früher an solchen diskutiert und gearbeitet wird desto eher wird der Übergang und das Verständnis für neue Energiequellen und deren Umsetzungskonsequenzen leichter fallen.

In den letzten Jahren haben sich diesbezüglich Entwicklungen herauskristallisiert, die jener oben genannten Bilanz

entgegen arbeiten - zu nennen wären Niedrig- Niedrigstenergie- und Passivhauskonzepte. Eine konsequente Weiterführung dieser Richtung sind Plus Energie Gebäude. Plus Energie Gebäude sind Bauwerke, welche über einen vordefinierten Zeitraum, meist ein Jahr; mehr Energie erzeugen als sie im gleichen Zeitraum verbrauchen. Der synergetische Effekt von Verbraucher und dezentralen Energieerzeuger macht nicht nur aus physikalischer Sicht Sinn.

Während die fossilen Energieträger hohe Energiedichten darstellen, jedoch an nur speziellen Orten anzutreffen sind, verteilen sich die vergleichsweise geringeren Energiedichten auf beinahe allen terrestrischen Gebieten dieser Erde. Daher bieten sich diese Energiequellen für die dezentrale Energieproduktion an.<sup>2</sup>

Was ist Plus Energie?

Plus Energie wird im Leitfaden zur 2. Ausschreibung der Programmlinie Haus der Zukunft Plus als ein Gebäude definiert, "[...] dessen jährlicher Primärenergieverbrauch vor dem Hintergrund höchster Energieeffizienz unter der vor Ort produzierten erneuerbaren Energie liegt. Unter ‚vor Ort‘ wird innerhalb der Grenzen der Siedlung oder des Gebäudes bzw. in unmittelbarer Nachbarschaft hierzu verstanden. Das Gebäude muss sich also mittels regenerativer Energiesysteme in der Betriebsphase vom Verbraucher zum Lieferanten von Energie entwickeln.“<sup>3</sup>

Bei den meisten realisierten Plusenergieprojekten wird mittels Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung oder Kleinwind- und Kleinwasserkraft erzeugter Eigenstrom in das öffentliche Stromnetz eingespeist um die Gesamtjahresbilanz auszugleichen.

Um jedoch die allgemeine Netzbelastung nicht zu intensivieren, ist es wesentlich die Netzbilanz im Bereich von "Plus-Minus-Null" zu belassen. Dies meint, dass sich mit dem Thema "Plus-Energie-Haus" nur ein weiterer Zwischenschritt einer längeren Entwicklung etabliert. Weitere Entwicklungsschritte betreffen die Infrastruktur - Stichwort: E-Mobilität.

2. Vgl. Ipsier u.a. 2012, 4.

3. Vgl. BMVIT 2009, 8.



**HOCHHAUS**

Betrachtet man die vielen Publikationen zum Thema Hochhaus so bekommt man den Eindruck, dass im wesentlichen zwei Tendenzen im gegenwärtigen Hochhausboom bedient werden. ‚Super Tall‘ - & ‚Green‘ - Buildings.

Bei den Superwolkenkratzern geht es in erster Linie um die Höhe und die damit verbundene Bautechnik.

Statische Systeme, Mischsysteme unterschiedlicher Baumaterialien, Betonförder-techniken, vertikale Transportsysteme und haustechnische Herausforderungen umreißen das primäre Tätigkeitsfeld. Der noch übrig gebliebene Spielraum ist ein architektonischer:

Diese Diplomarbeit hat sich zum Ziel gesetzt, den Gebäudetypus „Hochhaus“ mit dem künftig immer relevanter werdenden Themenkreis, der ‚Plus Energie‘, zu verbinden.

Im weiteren verzichte ich im Rahmen dieser Arbeit auf den historischen Abriss zur Entstehung des Hochhaustypus. Das Hochhaus bedarf in Manhattan keiner geschichtlichen Legitimation, da es ohnehin ein immanenter Bestandteil der Stadt ist. Viel wichtiger erscheint mir die weitere Entwicklung des Hochhauses. NYC sieht sich in den kommenden Jahren bis 2030 einem Anstieg der Einwohnerzahlen von ca. acht Millionen auf neun Millionen (siehe Bauplatzbeschreibung)

konfrontiert. Viele Projekte im Rahmen des plaNYC2030 sehen daher die Schaffung und Erschließung von neuem Lebensraum unter nachhaltigen Gesichtspunkten vor. Dazu gehören Umnutzungen und die Erschließung von Brachen und kontaminiertem Grund und Boden. Besonders auf Manhattan ist der Baugrund rar und daher gibt es ‚nur‘ die eine Möglichkeit - in die Höhe zu bauen.

Diese Arbeit will keine theoretische Auseinandersetzung mit dem Hochhaus sein, sondern will versuchen energetische Potentiale dieses vertikal dominierenden Bautypus zu erarbeiten und in einem Entwurf umsetzen.



# ZONING LAWS

Diese Gesetze wurden erstmals 1916 durch öffentliche Proteste erwirkt. Auslöser waren überbordende Ausnutzungstendenzen der Baugrundstücke.

In der Literatur wird diesbezüglich das Equitable Building, von Ernest Graham, aus dem Jahre 1915 angeführt. Dieses Gebäude stellt eine kompakte und hohe Blocküberbauung dar. Für die Bevölkerung war dieses Gebäude eine potenzielle Gefahr der Stadtbilderstörung sowie eine Gefährdung der Nachbarschaftsrechte. Die bauplastische Folge daraus waren die über die Höhe stufenweise rückspringenden Fassaden, die so genannten ‚Set Back Buildings‘. Der prominenteste Vertreter dieser Hochhausgestaltung ist das Empire State Building.<sup>4</sup>

Die 2. Novelle der NY ZONING LAWS wurde durch das Seagram Building, von Mies van der Rohe, beeinflusst und hatte städtebauliche Auswirkungen. Da das Seagram Building von der Gebäudeflucht zurückspringt, wurde der gewonnene Freiraum als öffentliche Freifläche gestaltet und dadurch dem städtischen Gefüge ein Platz hinzugefügt. Dieser städtebauliche Umgang ermöglichte es, eine höhere Dichte zu legitimieren, wenn auf dem Grundstück Platz für den öffentlichen Raum, oder leistbare Sozialwohnungen errichtet werden.

Die Zonen in New York City werden auf der New Yorker Homepage [www.nyc.gov](http://www.nyc.gov) ausgewiesen. Der Bauplatz ‚Hudson Yards‘ fällt in die Zone C6-4. (siehe Abbildung 3)

<sup>4</sup> Vgl. Eisele/Kloft 2002, 12.

# ZONING LAW

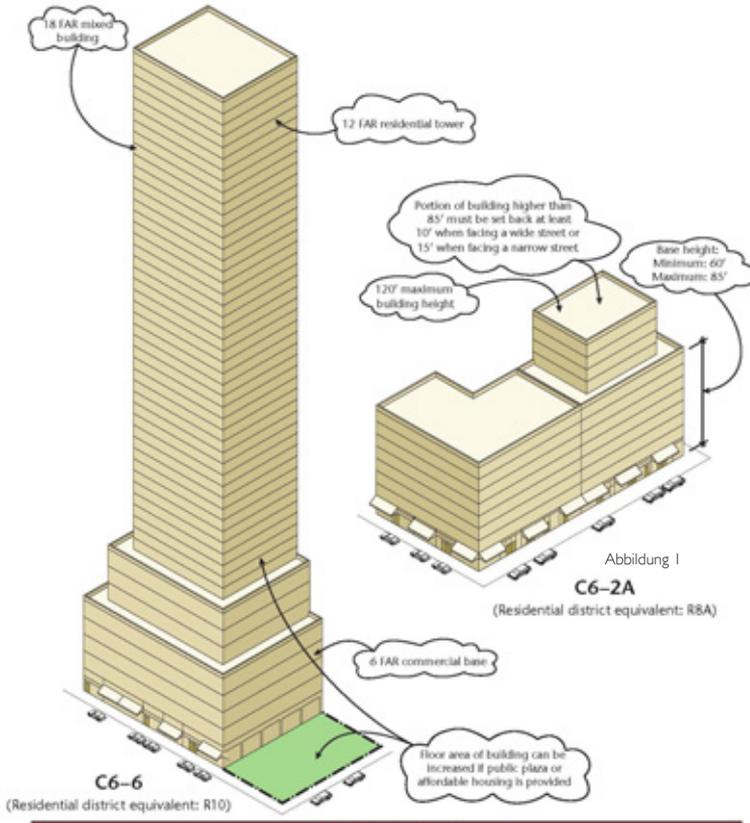


Abbildung 1  
**C6-2A**  
(Residential district equivalent: R8A)

	C6 Commercial Districts															
	C6-1	C6-1A	C6-2	C6-2A	C6-3	C6-3A	C6-3D	C6-3X	C6-4	C6-4A	C6-4X	C6-5	C6-6	C6-7	C6-8	C6-9
Commercial FAR	6.0*	6.0*	6.0*	6.0	6.0*	6.0	9.0	6.0	30.0*	10.0	10.0*	10.0*	13.0*	13.0*	10.0*	13.0*
Residential FAR	0.87-3.44†	0.78-2.43†	0.94-6.02†	6.02†	0.99-2.52†	2.52†	9.0†	9.0	10.0†	10.0†	10.0†	10.0†	10.0†	10.0†	10.0†	10.0†
Residential District Equivalent	R7	R6	R8	R8A	R9	R5A	R9D	R9X	R10	R30A	R10X	R10	R10	R10	R10	R10

† 4.0 FAR on wide streets outside the Manhattan Core under Quality Housing Program  
 ‡ 3.0 FAR on wide streets outside the Manhattan Core under Quality Housing Program  
 § 2.2 FAR on wide streets outside the Manhattan Core under Quality Housing Program  
 \* FAR bonus of up to 20% for a public plaza  
 † Increase in FAR with Inclusionary Housing Program bonus

Abbildung 2

**ZONING MAP 8b**

**ZONING MAP**

**Major Zoning Classifications:**  
 The following zoning classifications are shown on this map. For a complete list of zoning classifications, see the Zoning Ordinance, Chapter 150, Article 10, Section 10.01, and the Zoning Ordinance, Chapter 150, Article 10, Section 10.02.

**R - RESIDENTIAL DISTRICT**  
**C - COMMERCIAL DISTRICT**  
**M - MANUFACTURING DISTRICT**  
**W - SPECIAL PURPOSE DISTRICT**

**Effective Date of Rezoning:**  
 12/18/2013

**Special Requirements:**  
 For a list of special requirements, see the Zoning Ordinance, Chapter 150, Article 10, Section 10.03.

**MAP KEY**

8a	8c
8b	8d
12a	12c

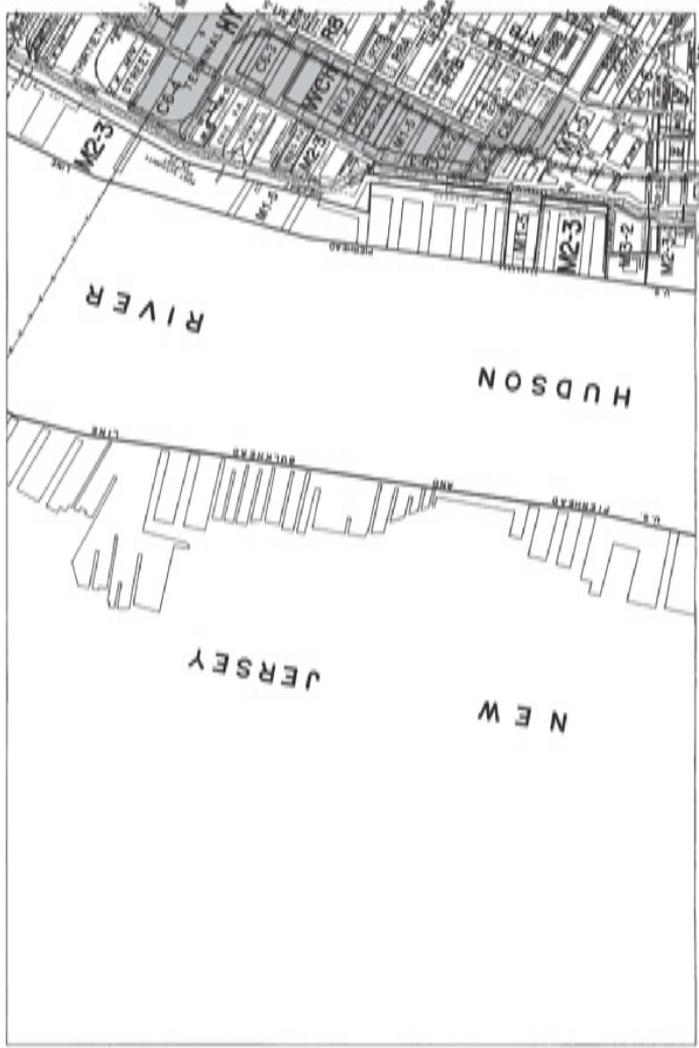


Abbildung 3



# AUSSENKLIMA BEHAGLICHKEIT RAUMKLIMA

*Dieses Kapitel zeigt die Abhängigkeit dieser drei Themenkreise im Bezug auf klimagerechtes Bauen.*

*Betrachtet man diese Art des Bauens als ein Spiel mit Variablen, so kann man die erstgenannte Variable „das Aussenklima“ als eine Größe mit fixen Kennwerten annehmen. Selbiges gilt unter Betracht eines gewissen Toleranzspielraums auch für die Behaglichkeit.*

*Das Raumklima ist jene Variable welche zwischen den zuvor genannten als vermittelnde Größe fungiert. Ungeachtet des jeweiligen Zustandes des Aussenklimas muss die Behaglichkeit mittels Raumkonditionierung sichergestellt sein.*



# AUSSENKLIMA

Die Schaffung von Raumklima benötigt die Kenntnis der Behaglichkeit und des Außenklimas.

Der Begriff ‚Klima‘ bezeichnet den Zustand der Atmosphäre an einem Ort, der sich durch meteorologische Größen beschreiben lässt.<sup>5</sup>

Folgende Klimadaten werden in der Regel angegeben:

Solarstrahlung  
Wind  
Lufttemperatur  
Luftfeuchtigkeit  
Niederschlag

Diese Kenngrößen werden durch folgende Faktoren bestimmt:

geografische Breite  
Höhe über Meeresspiegel  
Lage zu Gewässern/Meer  
sowie kontinentale Einflüsse

Das Globale Klima wird mittels verschiedener Klassifikationsmethoden in mehrere großräumige Makroklimata (Klimazonen) zusammengefasst.

Die gebräuchlichsten Klassifikationsmethoden sind die effektive und die genetische. Die jedoch bekannteste Methode ist die ökoklimatische Klassifikation.<sup>6</sup>

Sie teilt das Klima in vier unterschiedliche Zonen auf.

Polarzone (kalt)  
gemäßigte Zone (gemäßigt)  
Subtropen (trocken-heiß)  
Tropen (feucht-warm)

Eine weitere Differenzierung der vier Hauptkategorien erfolgt nach makroklimatischen Besonderheiten wie Nähe zum Meer oder kontinentale Lage.

5 Vgl. Hegger u.a. 2007, 51.

6 Ebda., 52.

## KLIMADATEN: SOLARSTRALHLUNG

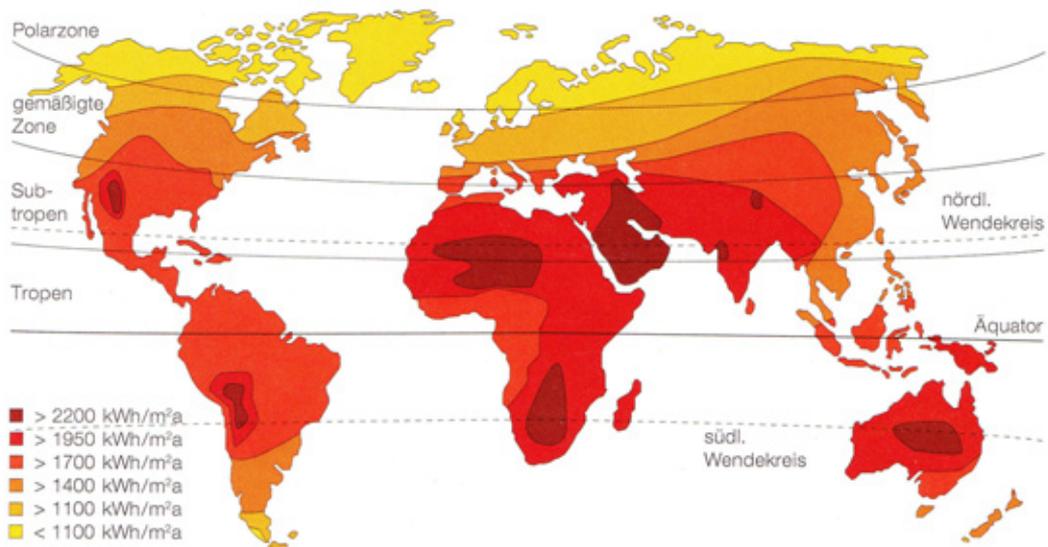


Abbildung 4

Die Solarstrahlung oder auch Globalstrahlung genannt, setzt sich aus den zwei Komponenten der Direktstrahlung und der Diffusstrahlung zusammen.

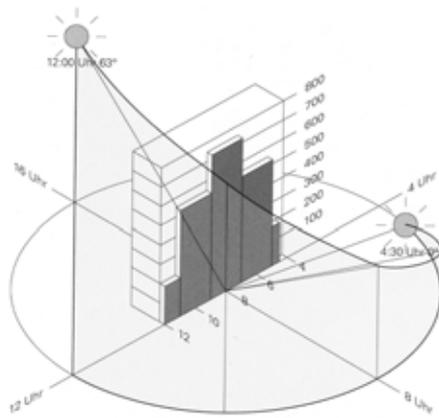
Die Direktstrahlung trifft geradlinig und ungehindert auf eine Oberfläche auf.

Die Diffusstrahlung wird durch Wasserteilchen und Staubteilchen in der Atmosphäre gestreut und reflektiert.

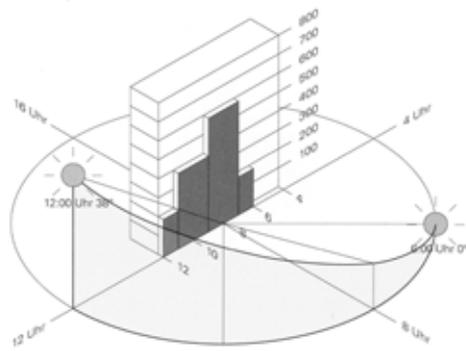
Unter Solarkonstante versteht man die mittlere extraterrestrische Strahlungsleistung der Sonne welche unter Vernachlässigung des atmosphärischen Einflusses senkrecht auf die Erde auf treffen würde. Sie beträgt  $1367 \text{ W/m}^2$ .



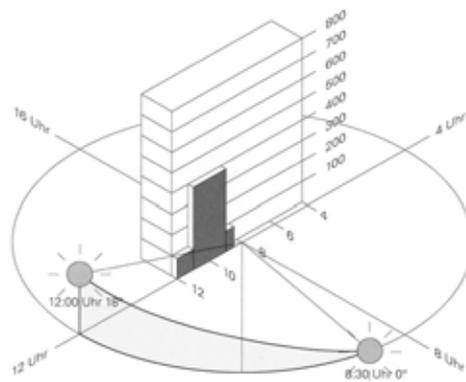
**STRAHLUNG WANDFLÄCHE  
OSTSEITE / WESTSEITE**



Tagesspitzenwerte  $[W/m^2]$  im Sommer  $51^\circ$  Breite



Tagesspitzenwerte  $[W/m^2]$  im Frühling/Herbst

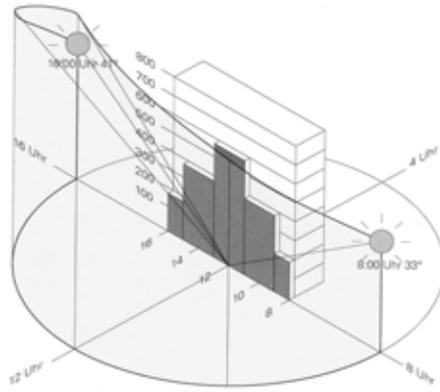


Tagesspitzenwerte  $[W/m^2]$  im Winter

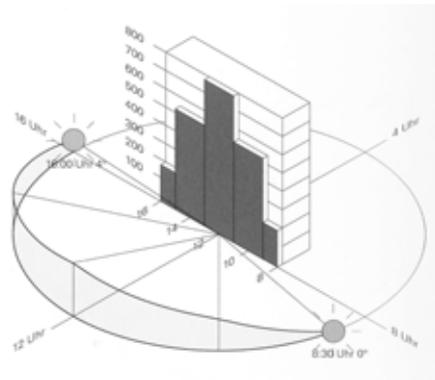
Abbildung 5, 6, und 7



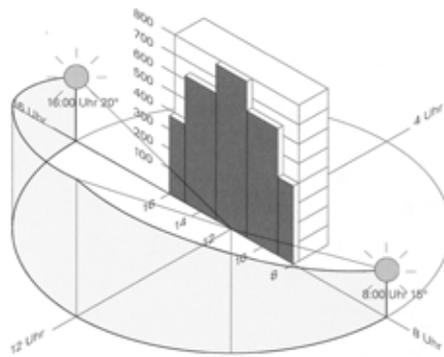
**STRAHLUNG WANDFLÄCHE  
SÜDSEITE**



Tagesspitzenwerte  $[W/m^2]$  im Sommer  $51^\circ$  Breite



Tagesspitzenwerte  $[W/m^2]$  im Frühling/Herbst



Tagesspitzenwerte  $[W/m^2]$  im Winter

Abbildung 8,9 und 10

## KLIMADATEN: LUFTFEUCHTIGKEIT

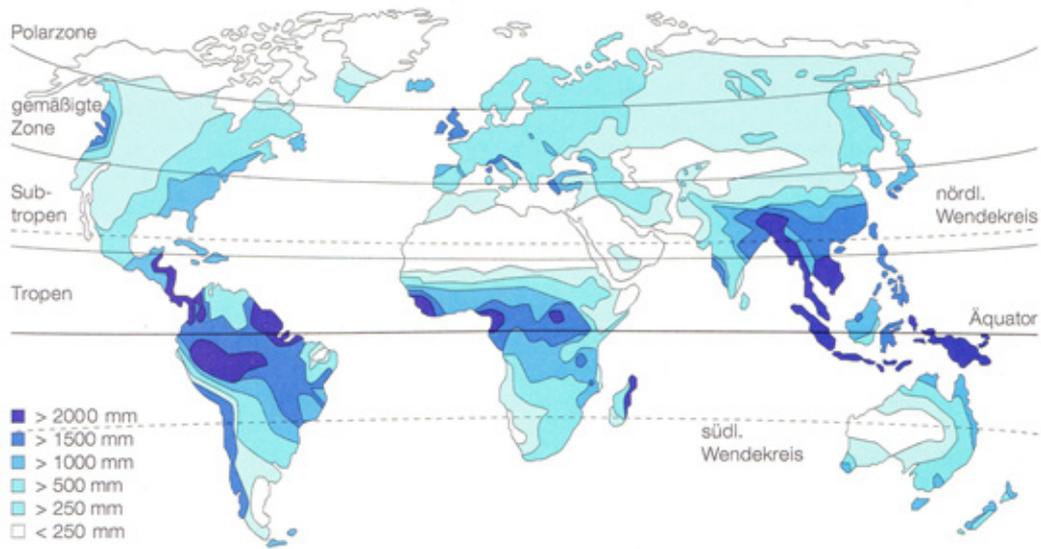


Abbildung 11

Diese Kenngröße gibt Aufschluss darüber wieviel Wasserdampf sich in der Atmosphäre befindet. Sie gibt Auskunft über Nebel- und Niederschlagswahrscheinlichkeiten. Ebenso können Rückschlüsse auf das menschliche Wohlbefinden in einer Region gezogen werden.

Wieviel Wasserdampf die Luft maximal aufnehmen kann, ist abhängig von der Temperatur.

Die absolute Luftfeuchtigkeit gibt die tatsächliche Menge an Wasserdampf in der Luft an [ $\text{g}/\text{m}^3$ ].

Zum Unterschied dazu wird bei der relativen Luftfeuchtigkeit das Verhältnis des aktuellen Wasserdampfgehalts zum maximal möglichen angegeben [%].

Niederschlag entsteht, wenn die Wassertropfen eine Masse erreichen, die von den konvektiven Aufwinden nicht mehr getragen werden können.

Im gebauten Umfeld ist die Niederschlagsmenge hinsichtlich der Luftfeuchtigkeit relevant. Durch Niederschlag wird zum einen die Luft gereinigt und durch Verdunstung im Sommer eine Kühlung erzielt.

## KLIMADATEN: WIND

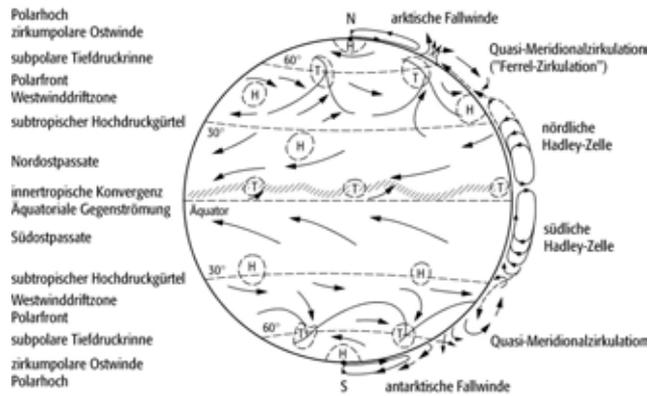


Abbildung 12

Beaufort-grad	Bezeichnung	Mittlere Windgeschwindigkeit in 10m Höhe über freiem Gelände		Beispiele für die Auswirkungen des Windes im Binnenland
		m/s	km/h	
0	Windstille	0-0,2	<1	Rauch steigt senkrecht auf
1	leiser Zug	0,3-1,5	1-5	Windrichtung angezeigt durch den Zug des Rauches
2	leichte Brise	1,6-3,3	6-11	Wind im Gesicht spürbar; Blätter und Windfahnen bewegen sich
3	schwache Brise, schwacher Wind	3,4-5,4	12-19	Wind bewegt dünne Zweige und streckt Wimpel
4	mäßige Brise, mäßiger Wind	5,5-7,9	20-28	Wind bewegt Zweige und dünne Äste, hebt Staub und loses Papier
5	frische Brise, frischer Wind	8,0-10,7	29-38	kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, Schaumkronen bilden sich auf Seen
6	starker Wind	10,8-13,8	39-49	starke Äste schwanken, Regenschirme sind nur schwer zu halten, Telegrafleitungen pfeifen im Wind
7	steifer Wind	13,9-17,1	50-61	fühlbare Hemmungen beim Gehen gegen den Wind, ganze Bäume bewegen sich
8	stürmischer Wind	17,2-20,7	62-74	Zweige brechen von Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien
9	Sturm	20,8-24,4	75-88	Äste brechen von Bäumen, kleinere Schäden an Häusern (Dachziegel oder Rauchhauben abgehoben)
10	schwerer Sturm	24,5-28,4	89-102	Wind bricht Bäume, größere Schäden an Häusern
11	orkanartiger Sturm	28,5-32,6	103-117	Wind entwirzelt Bäume, verbreitet Sturmschäden
12	Orkan	ab 32,7	ab 118	schwere Verwüstungen

Abbildung 13



Wind ist eine gerichtete Luftbewegung in der Atmosphäre, welche aufgrund horizontaler und vertikaler Druckunterschiede von Luftmassen entsteht.<sup>8</sup>

Die Windrichtung verläuft immer vom Niveau höheren Drucks zum Niveau niedrigeren Drucks. Dies passiert so lange, bis das Gleichgewicht hergestellt ist.

Wind bewirkt im städtischen Kontext einen Luftaustausch bzw. in den meisten Fällen eine Verdünnung der kontaminierten Stadtluft. Dies geschieht in dem die warme Stadtluft (Wärmeineffekt) hoch steigt, und vom städtischen Umfeld kühle Luft

nachströmt. Aufgrund des höheren Luftwiderstands von Gebäuden, können diese Strömungen (Flurwinde) den Luftaustausch bzw. die Verdünnung mindern.

Daher ist es wichtig, bei der Baukörperpositionierung und Formfindung darauf Augenmerk zu legen.

Die gebaute Umgebung sowie die Geländeform und der Abstand der Gebäude zueinander wirkt sich auf die Windströmung und auf das Nachlaufgebiet des Windes aus.

Windströmungen legen sich abhängig von Windgeschwindigkeit und Baukörpergeometrie nach einiger Entfernung wieder an die Erdoberfläche an.

Die Gebäudekonstellation hat Auswirkungen auf Turbulenzen, Änderungen im Windgeschwindigkeitsprofil. Es kann sogar zu Sogbildung am Gebäudefuß kommen. Angesichts der Gebäudepositionierungen ist nicht nur die Windentwicklung im Bezug auf die Gebäude relevant sondern wirken sich auch auf den städtischen Freiraum mit unter stark aus.

8 Vgl. Cody, Architektur und Energie, S. 42.





# BEHAGLICHKEIT

Die Behaglichkeit ist eine ideale Auseinandersetzung mit den Variablen der Raumkonditionierung, die den Menschen und dessen Wahrnehmungssysteme in den Mittelpunkt stellt.

Gebäude werden in der Regel für den Menschen gebaut. (Wenn nicht direkt dann indirekt wie bspw. Tierställe oder Produktionshallen)

Daher ist es auch notwendig über seine Wahrnehmungsinstanzen bescheid zu wissen. Das Ziel dabei ist in den Gebäuden ein Raumklima zu erschaffen, welches dem eigentlichen Zweck des Bauwerks nicht im Wege steht und im besten Falle sogar unterstützt.

Wie einige Studien zum Thema Arbeitsklima bereits bescheinigen, trägt ein behagliches Raumklima zur Produktionssteigerung bei.

Weiters liegt auf der Hand, dass eine Raumkonditionierung mit Wohlfühlfaktor im Wohnbau zu langen Mietzeiten und hoher Nutzerzufriedenheit führt.

Für Behaglichkeit, wie bereits vorhin angesprochen, bedarf es der Kenntnis der Wahrnehmungssysteme.

Gemeint sind hier folgende Arten:

- taktile Wahrnehmung
- thermische Wahrnehmung
- visuelle Wahrnehmung
- akustische Wahrnehmung
- olfaktorische Wahrnehmung

Aus diesen vorrangigen Wahrnehmungsebenen leiten sich auch die Parameter für die Raumkonditionierung ab.

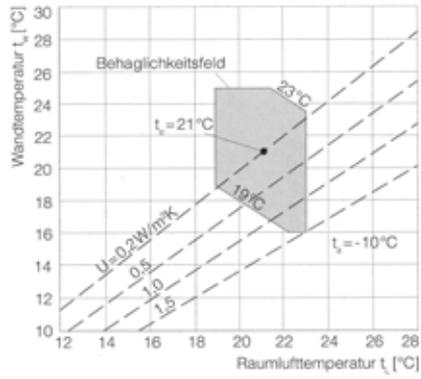
als da wären:

- Lufttemperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Luftbewegung
- Temperatur der umschließenden Flächen
- direkter Sonneneintrag.<sup>9</sup>

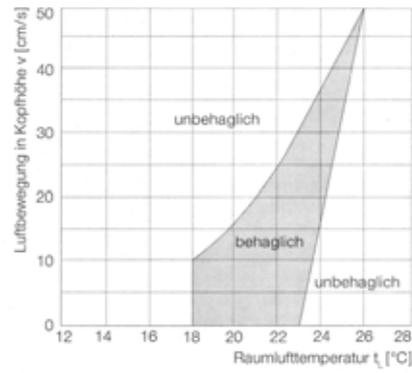
<sup>9</sup> Vgl. Hegger u.a. 2007, S. 55f.



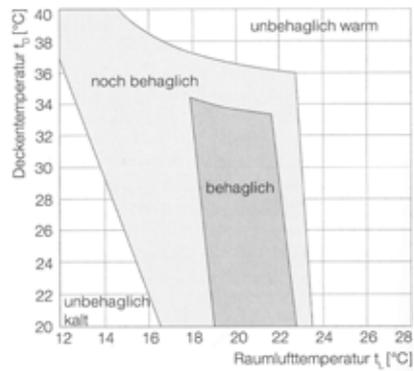
**BEHAGLICHKEIT IN ABHÄNGIGKEIT  
VERSCHIEDENER FAKTOREN**



Behaglichkeit in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur, mittlerer Raumumschließungstemperatur und U-Wert der Gebäudehülle



Behaglichkeit in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur und Luftgeschwindigkeit in Körpernähe

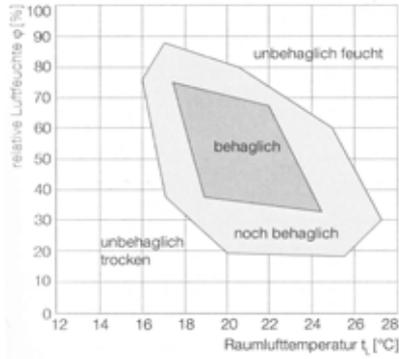


Behaglichkeit in Abhängigkeit von Raumluft- und Deckentemperatur

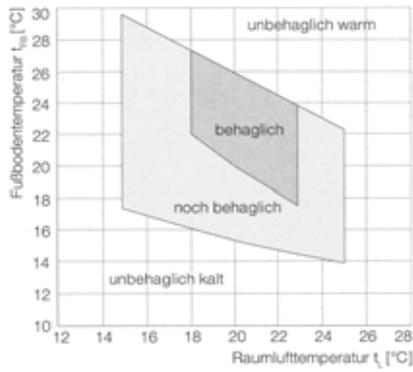
Abbildung 14, 15 und 16:



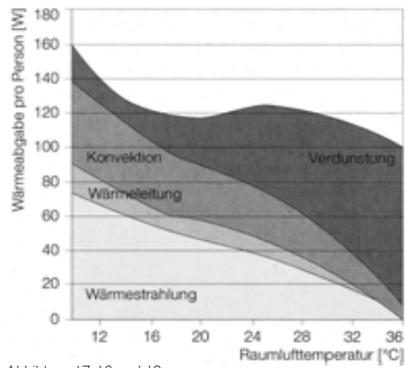
**BEHAGLICHKEIT IN ABHÄNGIGKEIT  
VERSCHIEDENER FAKTOREN**



Behaglichkeit in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur und relativer Luftfeuchte



Behaglichkeit in Abhängigkeit von Raumluft- und Fußbodentemperatur



Wärmeabgabe des Menschen bei unterschiedlichen Raumlufttemperaturen (Bürotätigkeit)

Abbildung 17, 18 und 19:



**SYSTEMATISCHE DARSTELLUNG VON  
BEHAGLICHKEITSFAKTOREN**

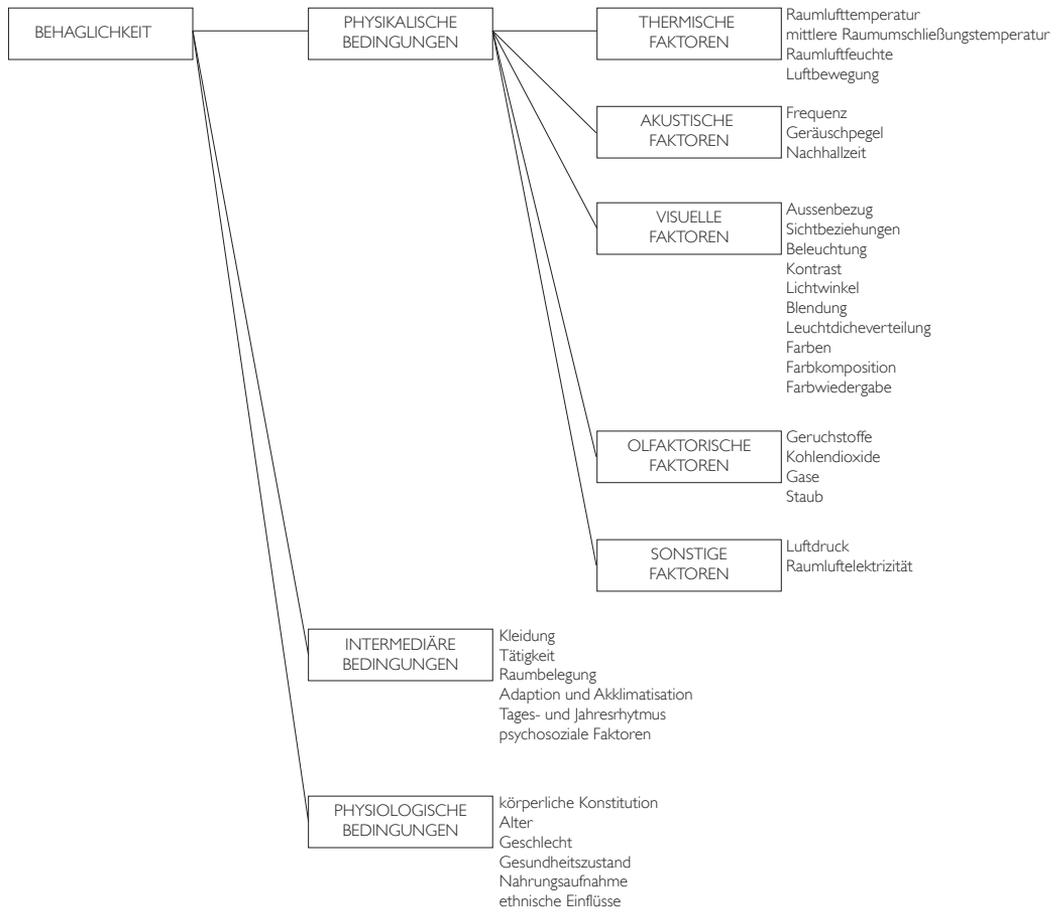


Abbildung 20



# RAUMKLIMA

Für das Raumklima ist die thermische Behaglichkeit eine relevante Komponente.

Der menschliche Körper nivelliert seinen Temperaturhaushalt, mit geringer Streuung, um 37°C. Dieses Niveau stellt die Grundlage für sein Wohlbefinden und seiner Leistungsfähigkeit dar.

Bei zu kalten Umgebungstemperaturen verändert der Körper sein Blutzirkulationssystem, indem er die Extremitäten abkühlen lässt und die Körperwärme dafür verwendet um die lebenserhaltenden Organe zu versorgen. Zusätzlich versucht er mittels einer höheren Aktivität des Stoffwechsels Nahrung oder etwaige Fettreserven, durch chemische Prozesse, in Wärme umzuwandeln. Muskelkontraktionen - wie Zittern - haben das gleiche Ziel, die Körpertemperatur zu stabilisieren.

Bei heißen Umgebungstemperaturen, versucht der Körper mittels Transpiration - dem Schwitzen - seine überschüssige Temperatur los zu werden.

Um den Temperaturhaushalt zu stabilisieren, gibt der Körper ständig Wärme an seine Umgebung ab. Dies geschieht über vier Arten:

Strahlung  
Konvektion  
Wärmeleitung  
Verdunstung

Bei niedrigen Raumlufttemperaturen bis ca. 24°C erfolgt die Wärmeabgabe vorrangig über Konvektion und Wärmestrahlung. Bei hohen Temperaturen jedoch überwiegt deutlich die Verdunstung.

Wieviel Wärme vom Körper abgegeben wird, ist in hohem Masse von seiner Tätigkeit abhängig. Während Bürotätigkeiten bei 20°C Raumlufttemperatur eine Wärmeabgabeleistung von 125 - 170 W einfordern, fallen bei körperlich anstrengenden Tätigkeiten in etwa 360 - 490 W an.<sup>10</sup>

Im Rahmen der thermischen Behaglichkeit kommt neben der Raumlufttemperatur eine weitere Größe zum Tragen - die relative Luftfeuchtigkeit.

Sie steht mit der Temperatur in direktem Zusammenhang. Denn sie bestimmt wie viel Wasserdampf in der Luft aufgenommen werden kann.

Kalte Luftmassen können aufgrund ihres geringeren Volumens nur wenig Wasserdampf aufnehmen. Warme Luftmassen hingegen sind in der Lage größere Mengen aufzunehmen.

Eine weitere Größe der thermischen Behaglichkeit stellt die mittlere Temperatur der Umschließungsflächen dar. Vor allem in Verbindung gesetzt mit der Raumlufttemperatur.

Eine höhere Temperatur der Umschließungsflächen ermöglicht eine geringere Temperatur der Raumluft. Jedoch im umgekehrten Falle kommt es je nach Temperaturunterschied zu Zugerscheinungen, da die kühlere Oberfläche Wärme aus der Luft entzieht.

Dies macht sich erst ab einer Temperaturdifferenz von mehr als 3 Grad Kelvin bemerkbar. In einem Raum mit hohem Fensterglasanteil und sehr guter Wärmedämmung

(< 1,0 W/m<sup>2</sup>K) kann mittels höherer Temperatur der Oberflächen die Raumluft mit geringerer Temperatur in den Raum eingebracht werden. Dies macht sich bei der Energiebilanz positiv bemerkbar.

Die Luftbewegung hat ebenfalls eine beeinflussende Wirkung auf das thermische Wohlbefinden. Auch hier ist eine Koppelung an die Temperatur ausschlaggebend. Während Luftgeschwindigkeiten von 0,15m/s bei Raumlufttemperatur von ca. 20°C bereits als unbehaglich beurteilt werden können, sind höhere Geschwindigkeiten bei höherer Temperatur der Raumluft akzeptabel.

Der thermische Komfort liegt im wesentlichen den oben genannten physikalischen Kenngrößen zugrunde. Die subjektive Beurteilung basierend auf einigen individuellen Einflussgrößen wie Alter; Bekleidung, körperliche Konstitution, Geschlecht,... machen es daher unmöglich eine 100%ige Nutzerzufriedenheit zu gewähren.

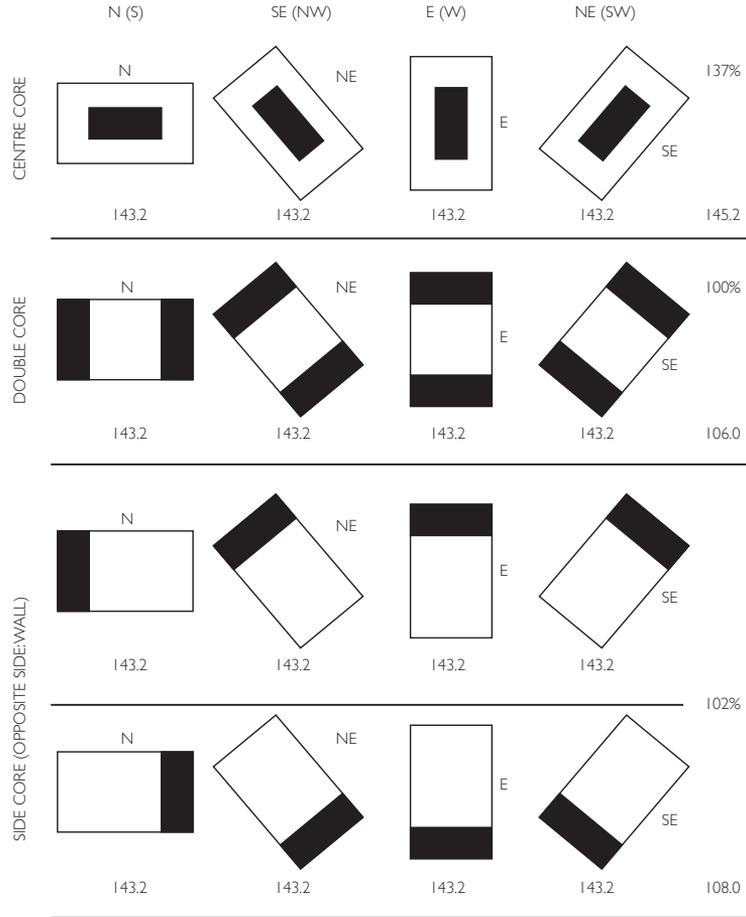
<sup>10</sup> Vgl. Hegger u.a. 2007, S. 56.



**JÄHRLICHE KÜHLLAST**



JÄHRLICHE KÜHLLAST Mcal/m<sup>2</sup> a



NOTES:  
 LOCATION: TOKYO (LATITUDE 36°N)  
 TYPICAL FLOOR AREA: 2,400m<sup>2</sup>  
 FLOOR HEIGHT: 3.7M  
 WINDOW-WALL RATIO: 60

TEMP/HUMID  
 COOLING: 26°C 50  
 HEATING: 22°C 50  
 AIR COND. FLOOR: 65  
 AREA RATIO  
 OUTDOOR AIR INTAKE: 4.5m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>H  
 LENGHT-BREADTH: 1:1.5  
 RATIO INSULATION: FOAM POLYSTYRENE 25mm

LIGHTING: 30W/m<sup>2</sup>  
 INFILTRATION: 1 CHANGE/H  
 PEOPLE: 7m<sup>2</sup>/P

Abbildung 21





**SCHEMATISCHE DARSTELLUNG VON  
NUTZUNGEN UND PROPORTIONEN  
EINES GEBÄUDES NACH  
KLIMAZONEN**

	PLATZIERUNG VON NEBENFLÄCHEN	PLATZIERUNG VON BEREICHEN MIT SOLAREN GEWINNEN	OPTIMALES STEITENVERHÄLTNIS LÄNGE : BREITE	PLATZIERUNG MASSIVER GEBÄUDETEILE	VERWENDUNG VON ATRIEN a ALS SOLARFALLEN b ZUR BELÜFTUNG UND KÜHLUNG
KALT			1 : 1		a
GEMÄßIGT			1 : 1.6		a
TROCKEN			1 : 2		b
TROPISCH			1 : 3		b

Abbildung 22



**ZIELE UND TECHNOLOGIEN ZUR  
ENERGETISCHEN OPTIMIERUNG  
DER GEBÄUDETECHNIK**

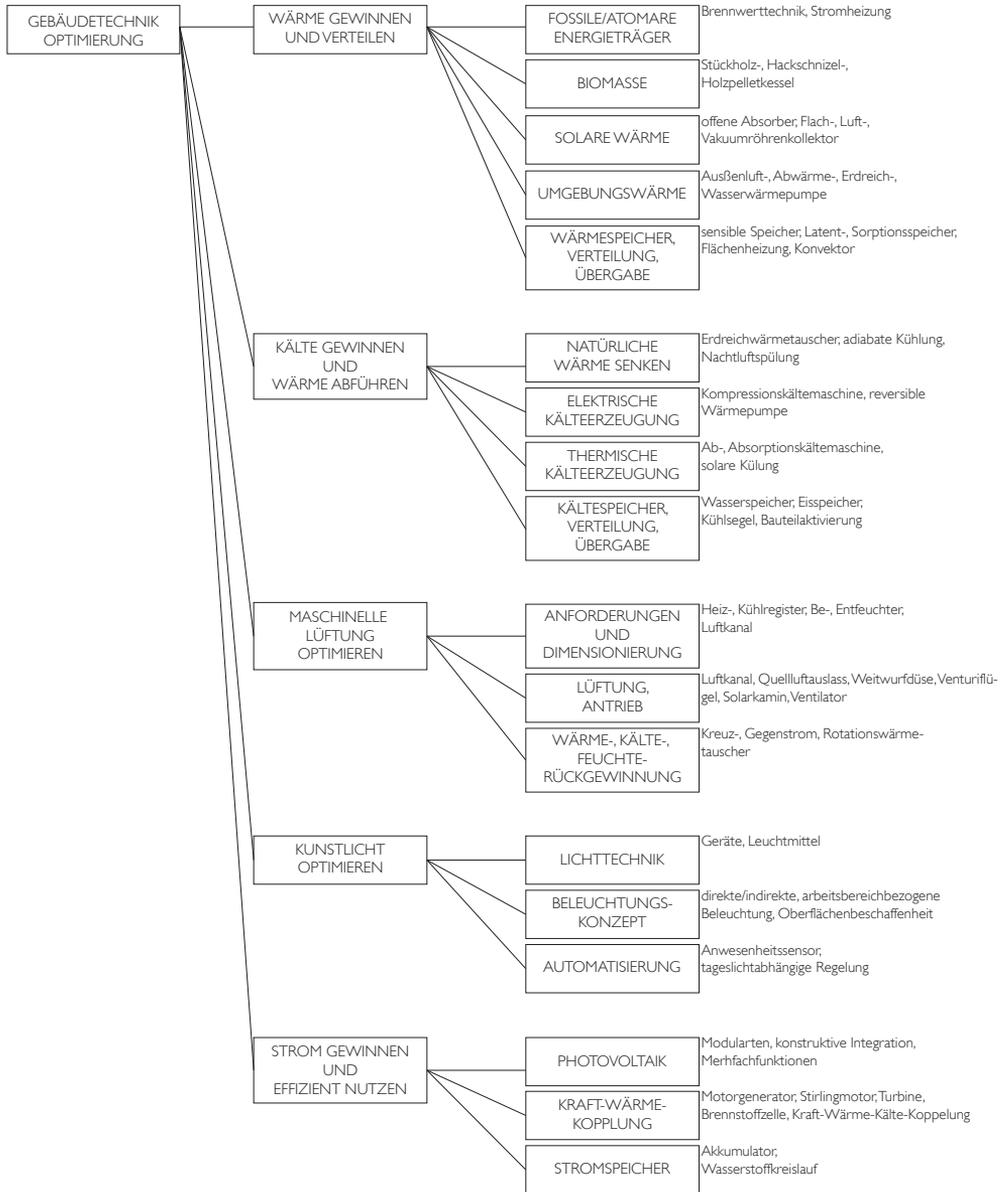


Abbildung 23



# RAUMKONDI TIONIERUNG



# RAUMKONDITIONIERUNG

Die Raumkonditionierung stellt das Raumklima, unter Berücksichtigung der Behaglichkeitsanforderungen gemäß der Nutzungen eines Gebäudes, sicher:

Durch die Auseinandersetzung mit der Baukörperform und der Ausrichtung am Bauplatz zu den Himmelsrichtungen und des städtischen Kontextes ist ein erster wesentlicher Schritt in Richtung energieoptimiertes Planen gegangen worden.

Weitere Entscheidungen müssen hinsichtlich der inneren Organisation, der Art der Be- und Entlüftung, der Art des Heiz- und Kühlsystems, der Belichtung und damit auch des Fassadensystems getroffen werden.

Hier wird klar, dass die Parameter der Behaglichkeit und die Stellschrauben zur Raumkonditionierung zu entwurfsrelevanten Ansätzen erhoben werden müssen.

Die Bedarfsermittlungen können stark durch die innere Organisation (Zonierung), die Ausformulierung der Bauplastik und die Ausrichtung zu den Himmelsrichtungen und die Auswahl der verwendeten Baumaterialien beeinflusst werden. Zu den Kenngrößen der Bedarfsermittlung gehören die

- Heizlast
- Kühllast
- aktive solare Gewinne
- passive solare Gewinne
- Lüftungsbedarf
- Belichtungsbedarf
- Strombedarf

**HEIZLAST**

Diese Kenngröße wird zur Dimensionierung von Heizanlagen (Kesseldimensionierung usw.) und Heizflächen herangezogen. Die notwendigen Werte zur Bestimmung der Heizlast (Norm-Heizlast) sind

Aussenlufttemperatur  
Innenraumtemperatur  
Transmissionswärmeverluste  
Lüftungswärmeverluste.

Die Transmissionswärmeverluste hängen stark mit dem Aufbau des Bauteils zusammen. Der Aufbau lässt Rückschlüsse auf die wärmedämmenden sowie wärmespeichernden Eigenschaften zu. Hier sind der U-Wert und die spezifische Wärmekapazität aussagekräftige Größen. Der U-Wert, Wärmedurchgangskoeffizient, beziffert somit auch die thermische Performance eines Bauteils. Er gibt an wie hoch die Wärmelast ist, die durch eine ein Quadratmeter große Fläche bei einem Temperaturunterschied von einem Grad Kelvin (eine Bauteilseite zur anderen) strömt.

Ungefähre Richtwerte für Heizlasten sind<sup>11</sup>:

Wohngebäude	50-80W/m <sup>2</sup>
Büro	40W/m <sup>2</sup>
Schulen	60W/m <sup>2</sup>

Die Norm-Heizlast findet nun Eingang in die Heizsystemfestlegung und deren Dimensionierung. Heizsysteme bestehen im wesentlichen aus den vier Hauptteilen

Wärmeerzeugung  
Wärmespeicherung  
Wärmeverteilung  
Wärmeübergabe.

Die Wärmeerzeugung kann in der Regel in drei Technologien unterteilt werden. Zu nennen wären

die Wärmepumpe  
das Blockheizkraftwerk  
der Heizkessel.

Jede dieser Technologien bezieht seine Wärme aus unterschiedlichen Ausgangsstoffen. Der Heizkessel steht in direkter Verbindung mit den Brennstoffen, welche darin verfeuert werden. Gegenwärtig ist der überwiegendste Teil der Raumkonditionierung durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe gewährleistet.

<sup>11</sup> Vgl. Hayner u.a. 2010, 27.

### Norm-Heizlast

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i}$$

[W] [W] [W]

### Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

$$U = 1 / R_T$$

[W/(m²K)] [m²K/W]

### Norm-Transmissionswärmeverlust

$$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\varnothing_{int,i} - \varnothing_e)$$

[W] [W/K] [K] [W]

### Transmissionswärme-Verlustkoeffizient

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ig}$$

[W/K] [W/K] [W/K] [W/K]

### Verlustkoeffizient nach außen (Wärmebrücke)

$$H_{T,ie} = A \cdot (U + \Delta U_{WB})$$

[W/K] [m²] [W/(m²K)] [W/K]

### Norm-Lüftungswärmeverlust

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\varnothing_{int,i} - \varnothing_e)$$

[W] [W/K] [K] [W]

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p$$

[W/K] [m³/h] [kg/m³] [(kJ/kgK)] [W/K]

### natürliche Belüftung

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{min,i}$$

[m³/h] [m³/h]

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot \dot{V}_i$$

[m³/h] [h⁻¹] [m³] [m³/h]

Abbildung 24:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} = 2,529.352,8 \text{ W} \xrightarrow{\text{50 natürliche Belüftung}} \approx 2,5 \text{ MW}$$

$$\begin{aligned} \dot{V}_i &= \dot{V}_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V_i = 0,7 \times 3300 = \underline{2310 \text{ m}^3/\text{h}} \\ H_{V,i} &= \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p = 2310 \times 0,34 = \underline{785,4 \text{ W/K}} \\ \Phi_{V,i} &= H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{ind},i} - \theta_a) = 785,4 \times 32 (20 - (-12)) = \underline{25.152,8 \text{ W}} \quad \times 77 \text{ GE} \end{aligned}$$

$$\Phi_{V,i} = \underline{1.935.225,6 \text{ W}} = \text{Norm-Lüftungserdstr}$$

$$\begin{aligned} H_{T,i,e} &= A \cdot (U + \Delta U_{WB}) \\ 125 \cdot (0,9 + 0,05) &= \underline{113,125 \text{ W/K}} \end{aligned}$$

$$\frac{d^2 \pi}{4} = A = 37,4 \text{ m}^2$$

$$U = 117,6 \text{ m}^2$$

$$\sim U = 125 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_{T,i} &= H_{T,i,e} + H_{T,i,g} \\ &= 113,125 + 123,93 = \underline{237,06 \text{ W/K}} \end{aligned}$$

$$\Phi_{T,i} = 237,06 \cdot (20 - (-12)) = \underline{7.538,8 \text{ W}} \quad \times 77$$

$$\Phi_{T,i} = \underline{584.107,216 \text{ W}} \quad \text{Norm-Transmissionwärmeeinleitung}$$

$$\beta' = 1100 / 0,5 / 125 = \underline{17,6 \text{ m}}$$

$$f_{p2} = (\theta_{m,i} - \theta_{m,e}) / (\theta_{i,i} - \theta_e) = (20 - 8,1) / (20 - (-12)) = \underline{0,37}$$

$$H_{T,i,g} = 1100 \cdot 0,21 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,37 = \underline{123,93 \text{ W/K}}$$

Wärmepumpe: Arbeitszahl = 4  $\hat{=}$  625 kW Strom um 2,5 MW  
Heizleistung zu nutzen.

Grund Erdungsleistung:  $\sim 70 \text{ W/m} \hat{=}$  120 Stäbe @ 300 m

$$\begin{aligned} 15 \times 8 &\Rightarrow 90 \times 48 \text{ m} \\ 13 \times 9 &\Rightarrow 78 \times 54 \text{ m} \end{aligned} \text{ Erdendenfeld}$$

NORMALEITUNG BERECHNUNG

STRANDIG

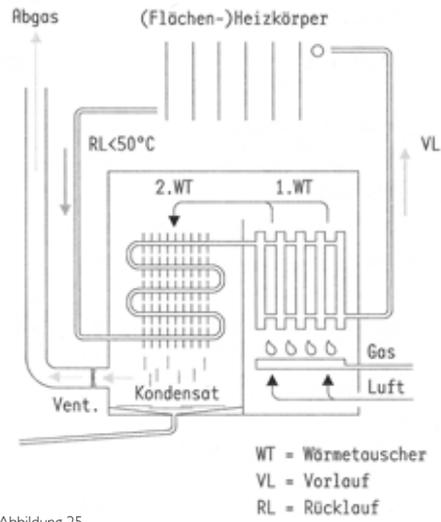


Abbildung 25

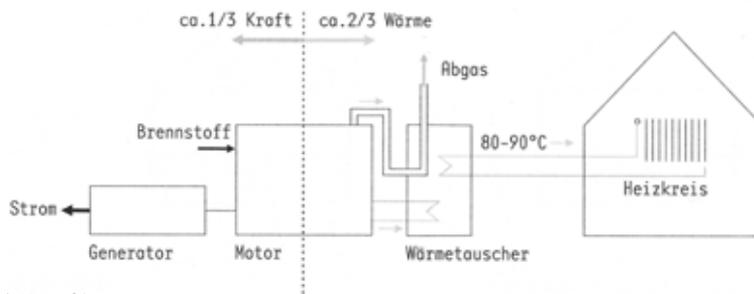


Abbildung 26

Jedoch durch die weitreichenden negativen Auswirkungen auf unsere Umwelt (Stichwort Treibhauseffekt, CO<sub>2</sub>-Emissionen) ist diese Art der Wärmeerzeugung zunehmend in Misskredit gekommen.

Erneuerbare und CO<sub>2</sub> neutrale Brennstoffe wie Holz sind hier zu bevorzugen (bezieht sich hier nur auf jene zu überbrückende Zeit, bis die effiziente Nutzung von CO<sub>2</sub> neutralen und regenerativen Primärenergiequellen wie Sonnenenergie und Windenergie den wärmeerzeugenden Zweig völlig übernehmen)

Die im Heizkessel erzeugte Wärme wird durch einen Wärmetauscher dem Verteilermedium, meist Wasser, übertragen. Mittels eines Verteilernetzes wird die Wärme

in die zu temperierenden Räume transportiert und dort durch ein Wärmeübergabegerät abgegeben. Der effektivste Heizkessel ist der Brennwertkessel (siehe Abbildung 25), der seinen Wirkungsgrad dadurch erhöht, indem er den Abgasen zusätzlich Wärme entzieht. Der Wirkungsgrad liegt je nach Hersteller und Modell bei 90% und mehr:

Das Blockheizkraftwerk (BHKW) arbeitet im Prinzip wie ein Motor in einem Kraftfahrzeug. Ein Verbrennungsmotor treibt einen Generator an, wodurch Strom erzeugt wird. Die Abwärme aus dem Verbrennungsprozess wird wie bei einem Heizkessel mittels Wärmetauscher nutzbar gemacht. Auch in dieser Technologie halten biologische und nachwach-

sende Primärenergieträger Einzug. Dies ist jedoch nicht unproblematisch, da nicht nur Abfallprodukte zur Treibstoffherstellung herangezogen werden, sondern "Nahrungsmittel" für die Brennstoffproduktion angebaut werden.

Im Zuge eines Blockheizkraftwerkes ist oft von der Kraft-Wärme-Kopplung die Rede (siehe Abbildung 26). Hier spricht man von den beiden Energieformen welche genutzt werden können. Strom also Kraft- und Wärme stehen als Output zur Verfügung. Das Verhältnis Strom zu Wärme liegt bei 1/3 zu 2/3 und ist ebenso wie der Heizkessel eine effektive Form, sich Primärenergie-träger nutzbar zu machen. Der Wirkungsgrad liegt hier bei rund 85%.

Wärmepumpen entziehen einem Medium Wärme und machen diese durch Hinzugabe von Energie nutzbar.<sup>12</sup>

Die so genannte Anergie, also jene Energieform welche in der Umgebung vorhanden ist, kann mittels einer Wärmepumpe und Strom, als auch Gas, zur Raumkonditionierung verwendet werden. Die Anergie ist in der Luft wie im Erdreich, Grundwasser und der Abwärme vorhanden.

Die Wärmequelle Luft wird direkt der Wärmepumpe mittels Ventilator zugeführt. Dort, in einem Verdampfer, wird der Aussenluft die Energie entzogen und mittels Wärmetauscher einem Wärmeträger übertragen.

<sup>12</sup> Vgl. Klein/Schlenger 2008, 54f.

Aussenluft ist zwar zu jeder Uhrzeit und jeder Orts verfügbar; jedoch zeigen sich stark schwankende Temperaturen zwischen Tag und Nacht sowie über die Jahreszeit verantwortlich für geringe Effizienz dieser Systeme. Weiters kommt eine gegenläufige Tendenz der Wärmebereitstellung zum Bedarf von Wärmeenergie hinzu. Im Sommer kann aus der Aussenluft hohe Mengen an Wärme entzogen werden.

Der Bedarf der Raumkonditionierung ist jedoch sehr gering. Im Winter hingegen, jene Zeit mit der größten Heizlast, sind die Aussenlufttemperaturen eher bescheiden. Jedoch kann auch einer kalten Winterluft noch Wärme entzogen werden. Die Ausbeute ist denkbar gering und bewirkt weiters eine Tem-

peraturabsenkung in unmittelbarer Umgebung. Daher ist dieses Nutzungssystem der Umgebungsenergie sehr abhängig von seinem Einsatzort und ist hinsichtlich seiner Effizienz genau zu hinterfragen.

Die Erschliessung von Wärme aus dem Erdreich kennt zwei praxisbewährte Systeme. Das Erdkollektorfeld und die Erdsonde. Das Kollektorfeld ist eine flächige Anordnung von Rohrschlangen in einer Tiefe von mindestens 1,5m. Die Fläche sowie die Jahresmitteltemperatur sind für die Performanz dieses Systems ausschlaggebend. Der solare Input erwärmt das Erdreich. Der Boden ist je nach Beschaffenheit in der Lage diesen Eintrag über eine bestimmte Zeit zu speichern. Über die Technologie der Rohrschlangen kann diese

gespeicherte Wärmemenge an einen Wärmeträger, dem Medium im Rohrschlängensystem, übergeben werden. Die Entzugsleistung des Bodens ist von seiner Beschaffenheit abhängig. Dabei ist die Bodenfeuchte eine relevante Einflußgröße, welche die Entzugsleistung im Durchschnitt von 20-40W/m<sup>2</sup> Kollektorfläche schwanken lässt.

Ein Kollektorfeld ist bei einem Neubau und dementsprechender verfügbaren Fläche eine verhältnismäßig kostengünstige Variante um Umgebungswärme nutzen zu können.

Die zweite Technologie um Erdwärme zu nutzen ist die Erdsonde. Sie ist ein vertikales Element das je nach Hersteller unterschiedliche U-förmige Konstruktionen insich birgt.

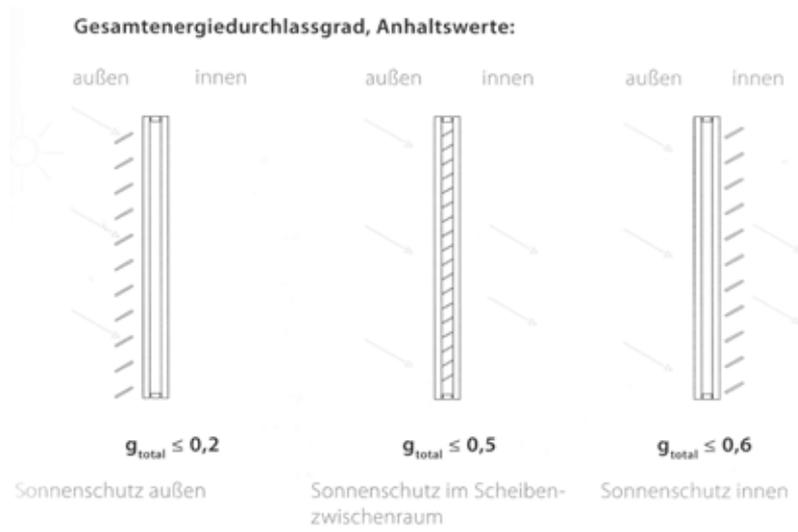
Darin zirkuliert der Wärmeträger und entzieht so der Umgebung die Wärme. Mittels Wärmepumpe und dem Wärmetauscher gelangt diese dann schlussendlich im Verteilernetz. Wie beim Kollektorfeld sind auch hier einige Parameter bestimmend für die Entzugsleistung: Bodenbeschaffenheit, Tiefe der Sonden und die Durchflußgeschwindigkeit des Wärmeträgers.

Die Wärmespeicherung dient dazu die Zeit der Nutzung von der der Energieerzeugung entkoppeln zu können. Insbesondere bei der Bedarfsdeckung durch erneuerbare Energien ist eine Speicherung oft eine notwendige Systemkomponente. Da das solare Potential im Tag-Nacht- sowie im Jahreszeitenrhythmus unterschiedlich ausfällt als auch Wind nicht immer verfügbar

ist, ist eine Speicherform notwendig. Diese Speicher können beispielsweise saisonale Speicher, BackUp-Batterien oder eine Netzeinspeisung sein. Saisonale Speicher können auf chemischer Basis oder durch simple Warmwasserspeicherung in hochgedämmten Tanks erfolgen.

Diese beiden Formen dienen zur Speicherung von Warmwasser. BackUp-Lösungen sind Stromspeicher und meist modular erweiterbar. Die Netzeinspeisung ist für beide Anwendungsarten möglich. Die Wärmeverteilung kann in zwei Grundsysteme unterteilt werden. Sie werden nach dem Wärmeträger unterschieden - wassergeführte oder luftgeführte Wärmeverteilung. Wassergeführte Systeme sind effizienter, da sie mit geringeren Temperaturen auskommen.

Als Wärmeübergabemöglichkeit bieten sich Radiatoren, Konvektoren oder Flächenheizungen an. Bei der luftgeführten Variante ist eine Raumlufttechnische (RLT) Anlage notwendig.



Gesamtenergiedurchlassgrad, Berechnung:

$$g_{total} = g \cdot F_c$$

[]
[]
[]

Abbildung 27

Analog zur Heizlast dient die Kühllast zur Dimensionierung des Raumkühlsystems. Relevante Faktoren die sich unmittelbar auf die Kühllast auswirken sind der Sonnenschutz, innere Kühllast, äußere Kühllast sowie das jeweilige Kühlsystem und seine Verluste.

Die Art des Sonnenschutzes und seine Lage in der Gebäudehülle haben großen Einfluss darauf ob es zur solaren Erwärmung der Fassade und des Innenraums kommt.

Die Anforderung an den Sonnenschutz ist, die sommerliche Hitze abzuschirmen, jedoch das Licht so ungehindert wie möglich durch zu

lassen ohne aber zu blenden. Der hier immanente Zielkonflikt liegt in der saisonalen, unterschiedlichen Betrachtungsweise des Sonnenschutzes - während er im Sommer wie oben angeführt die Wärme vom Innenraum fernhalten soll, ist im Winter der solare Eintrag oft erwünscht, weil dadurch die aufzubringende Heizlast gemindert werden kann.

Daher ist eine Auseinandersetzung mit diesen Umständen erforderlich. Klar wird auch, dass variable Sonnenschutzsysteme diesen Konflikt am einfachsten lösen können, zumal sie auch die Nutzer einbinden und dessen direkten Behaglichkeitswünschen

nachkommen können. Jedoch sind bewegliche Lösungen teurer in der Herstellung und im Betrieb auch zu warten sowie bei aussenliegenden Varianten vor Windlasten zu schützen. Zunehmende intelligente Bus-Systeme können die generelle Steuerung von Sonnenschutzmaßnahmen in Anbetracht einer Gesamtenergiebilanz und zu hohen Windlasten übernehmen. Dadurch können diese oftmals aufwändigen Konstruktionen als Gestaltungsmittel betrachtet werden.

Die Kühllast setzt sich aus zwei Komponenten, der inneren und der äusseren Kühllast zusammen.

## äußere Kühllast

$$\Phi_A = \Phi_W + \Phi_{F,T} + \Phi_{F,S}$$

[W]      [W]      [W]      [W]

## innere Kühllast

$$\Phi_I = \Phi_P + \Phi_M + \Phi_M$$

[W]      [W]      [W]      [W]

## Gesamtkühllast

$$\Phi_K = \Phi_I + \Phi_A$$

[W]      [W]      [W]

## Richtwerte für Gesamtkühllasten $\Phi_K$

Bürogebäude	40-60	W/m <sup>2</sup>
Schulen	20-40	W/m <sup>2</sup>
Kaufhäuser	80-120	W/m <sup>2</sup>
Sporthallen	0-30	W/m <sup>2</sup>
Messehallen	50-120	W/m <sup>2</sup>

Abbildung 28

Die innere Kühllast summiert alle in einem Gebäude erzeugten Wärmemengen, welche die Raumtemperierung über die Behaglichkeitsgrenzwerte treiben. Dazu gehören technisches Equipment mit Abwärme wie Beleuchtung, Computer, Bildschirme, Drucker, Scanner, Kopierer, Server, Kühl- und Gefrierschränke, Wasserkocher, Fernseher, die in Räumen der Nutzfläche stehen.

Haustechnische Großanlagen und deren Abwärme stehen in der Regel nicht direkt in Zusammenhang mit den Behaglichkeitsanforderungen, da sie sich in gesonderten Räumen oder eigens dafür ausgewiesenen Geschosse befinden.

Jedoch kann auch diese Abwärme genutzt und im gebäudetechnischen Konzept berücksichtigt werden.

Einen nicht zu vernachlässigenden Anteil an der inneren Kühllast stellen die Nutzer selbst dar. Je nach Nutzungsart kann der Nutzer selbst eine Wärmequelle von 90 bis 150W sein.

Die äussere Kühllast setzt sich aus dem Solareintrag, der Transmission und der Infiltration zusammen.<sup>13</sup> Der Kühllast kann mittels zwei Grundsystemlösungen begegnet werden. Entweder über raumlufttechnische Anlagen oder über die flächenwirksame Bauteilaktivierung.

Hier wird in Nurluftsysteme, in wassergeführte Systeme und Luft-Wasser-Systeme unterschieden.

Nurluftsysteme verwenden, wie der Name bereits verrät, die Luft als Transportmedium um die Raumlufttemperierung zu bewerkstelligen. Dazu werden RLT-Anlagen und große Lüftungsquerschnitte verwendet.

Wassergeführte Systeme nutzen Wasser oder auf Wasser basierende Gemische um die Kälte mittels Bauteilaktivierung, Kühldecken oder thermisch aktivierte Putzschichten an den Raum abgeben zu können.

Die Hybridlösung beider Systeme transportiert einen Teil der Kühllast mittels einer RLT-Anlage ab und bewerkstelligt die verbleibende Kühlleistung durch ein wassergeführtes System.

Die sogenannte 'Freie Kühlung' ersetzt oder minimiert die Einsatzzeit von RLT-Anlagen indem natürliche Prozesse und natürliche Kühlmedien wie Luft, Grundwasser oder Erdkühle zum Einsatz kommen.

Die mechanische Kühlung erfolgt immer über eine Kältemaschine. Kompressions- und Absorptionsmaschinen sind die am meisten verwendeten Technologien.

<sup>13</sup> Vgl. Hayner u.a. 2010, 58.

## SOLARE GEWINNE

### Solare Gewinne

$$Q_s = A_{W,l} \cdot g \cdot f_F \cdot F_C \cdot I_s$$

[kWh/a]                      [m<sup>2</sup>]                      []                      []                      []                      [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

Abbildung 29

Solare Gewinne werden in zwei Kategorien unterteilt - aktive solare Gewinne und passive solare Gewinne.

Für die passiven Gewinne sind keinerlei technische Unterstützungen notwendig. Aktive Gewinne hingegen benötigen technisches Equipment. Diese werden, gemäß ihrer letztendlichen Energieform, wiederum in zwei weitere Arten unterschieden, in Solarthermische Anlagen und in Photovoltaische Anlagen.

Um aktive wie passive solare Erträge nutzen zu können, oder wie im Falle der passiven auch vermeiden zu können (Sommerfall), bedarf es einer Auseinandersetzung mit der Klimacharakteristik am Bauplatz.

Einflussfaktoren zur passiven Solargewinnung sind die strahlungsdurchlässigen Bauteile eines Bauwerks.

Einfach ausgedrückt kommt es nach der Transmission von Sonnenstrahlen durch durchlässige Bauteile zu einer Veränderung der Strahlencharakteristik - aus zuvor kurzwelligen Strahlen werden langwellige.

Diese sind jedoch nicht mehr in der Lage aufgrund mehrfacher Reflexion, in gleicher Art und Weise zurück durch das Bauteil zu wandern wie zuvor. Daher kommt es je nach Strahlungsintensität und Dauer zu einer Erwärmung auf der Seite wo die langwelligen Wärmestrahlen sich befinden.

Dieser Effekt kann durch "soft-coating" oder auch Wärmeschutzbeschichtungen genannt, verstärkt werden. Diese Beschichtungen sind in ihrem Verhalten einer monodirektionalen Membran sehr ähnlich. Für die Sonnenstrahlen durchlässig aber für die umgewandelten Wärmestrahlen stellen sie eine Art Reflexionsschicht dar.

An dieser Stelle erkennt man bereits, dass solare Gewinne nicht nur vom lokalen Klima bestimmt werden, sondern auch wie die Gebäudegeometrie und die ausgebildete Gebäudehülle zur Sonne stehen. Der örtliche Kontext mit möglichen Verschattungen durch die Umgebung tragen ebenso zur solaren

Gewinnung bei (oder zur Vermeidung dieser) wie die interne Organisation. Denn die Anordnung von Räumen mit geringeren Behaglichkeitsanforderungen als Pufferzonen zu verwenden, wäre eine mikroklimatische Überlegung und Umsetzung, welche auch Auswirkungen auf das Grundrisslayout hat.

Der solare Deckungsanteil gibt Auskunft über die Solarstrahlungsintensität innerhalb eines gesamten Kalenderjahres. Je nach Statistik kann sie auch die monatliche Deckung ausweisen. In den gemäßigten Zonen, bedingt durch die starken saisonalen Schwankungen, lässt sich erkennen, dass der Deckungsanteil pro Jahr mathematisch betrachtet bei gut 50 % liegt.

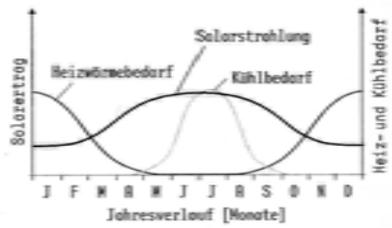
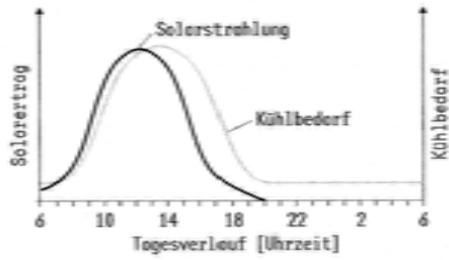


Abbildung 30 und 31

Während in den Sommermonaten die Deckung bei 100 % liegt kommt man in den Wintermonaten auf eine unzureichende Deckung.

Die aktiven solaren Gewinne werden wie schon erwähnt durch technisches Equipment generiert. Die Solarkollektoren dienen der Erzeugung von Warmwasser und der Unterstützung der Heizleistung.

Die verwendeten Bauteile zu einer bestehenden Heizinfrastruktur sind Flachkollektoren (ca. 80 % Wirkungsgrad) und Vakuumröhrenkollektoren (ca. 82 % Wirkungsgrad). Diese Systeme sind stark in Verbindung mit dem jährlichen solaren Deckungsanteilen zu betrachten.

Die Photovoltaiktechnologie (PV-Technologie) dient der Erzeugung von elektrischem Strom. Hier gibt es eine Vielzahl von interessanten Produkten, die sich aufgrund ihres Einsatzortes auch schlussendlich in ihrer Performanz unterscheiden.

Architekturintegrierte PV-Lösungen sind maßgeblich durch die Bauplastik in ihrer Lage festgelegt. Dachneigungen erzielen aufgrund ihrer Ausrichtung zur Sonnenstrahlrichtung (maximaler Ertrag bei Flächen die normal zum Sonnenstrahlvektor liegen) höhere Erträge als jene die lotrecht in Fassaden installiert werden.

Für die Leistungsfähigkeit eines Modules ist nur der Strahlungsanteil, der normal auf die Kollektorfläche trifft, relevant. Um den erzeugten Strom letztendlich auch nutzen zu können bedarf es eines Wechselrichters, der die erzeugte Gleichspannung in ‚normalen‘ und nutzbaren Wechselstrom wandelt.



**LÜFTUNG**

Das Kapitel Lüftung beschäftigt sich prinzipiell mit der Raumlufterneuerung. Dies kann durch natürliche Lüftung oder durch mechanische Lüftung erfolgen.

Die natürliche Lüftung nutzt thermische Effekte oder Druckunterschiede. Es bedarf keiner technischen Unterstützung um die notwendige Luftwechselrate zu erreichen. Sobald Ventilatoren zur Luftbewegung nötig werden spricht man bereits von mechanischer Lüftung. Diese werden für die kontrollierte Einbringung sowie für den kontrollierten Abtransport eingesetzt.

Um anfallende Lüftungswärmeverluste gering zu halten werden Wärmerückgewinnungseinheiten notwendig.

Bei der Nutzung von natürlichen Kräften ist es wichtig, dass es zu keiner partiellen Systemumkehr durch wechselnde Druck- und Temperaturniveaus kommt. Bei Hochhäusern sind Fallwinde an der Fassade zu berücksichtigende Ereignisse, die ein Konzept rasch auf den Kopf stellen können.

Auch hier sind die mikroklimatische Situation und die direkte Umgebungsbebauung mit einzubeziehen. So kann es durch verschiedene Ge-

bäudestellungen zur erheblichen Zunahme von Windgeschwindigkeiten kommen, oder aber auch zu einer Sogwirkung die eine Auslegung der natürlichen Be- und Entlüftung unmöglich macht.

Zu den natürlichen Lüftungskonzepten zählen die einseitige Fensterlüftung, die Querlüftung über Fenster, Atriumslüftung und die Schachtlüftung.

Bei der Fensterlüftung kommt es auf die Temperaturdifferenz zwischen Innen und Außen, der Raumtiefe und auf die anstehenden Winddruckverhältnisse an. Der Vorteil einer solchen Lüftungsart ist

die hohe Nutzerakzeptanz, da nach individuellen Bedürfnissen gelüftet werden kann. Jedoch ist eine Wärmerückgewinnung nicht möglich.

Die Atriumslüftung bedient sich eines klimatischen Pufferraums von dem aus die Zuluft für die angrenzenden Räume geholt wird oder als Abluftatrium verwendet wird. Der natürliche Antrieb wird aufgrund des thermischen Auftriebs gewährleistet. Manche Konzepte sehen beide Funktionen durch ein Atrium erfüllt. Hier ist der ausreichende Temperaturunterschied zu beachten. Weiters muss auf die sommerliche Überhitzung und die mögliche Geruchsübertragung geachtet wer-

den um Geruchsbelästigung zu vermeiden (olfaktorische Komponente der Behaglichkeitsfaktoren).

Die Schachtlüftung arbeitet nach dem selben Prinzip wie ein Atrium. Hier wird aufgrund des thermischen Auftriebs ein Unterdruck erzielt und dadurch Raumluft angesogen. Zusätzlich kann die Wirkung verstärkt werden indem am Schachtkopf eine Konstruktion angebracht wird, die durch ihre geometrische Formgebung einen gesteigerten Sog herstellen kann. Das wichtigste für das Funktionieren einer Schachtlüftung ist, dass die Temperatur im Schacht von unten nach oben stetig steigt

und dass die Temperatur am Schachtkopf immer höher ist, als die Umgebungstemperatur. Je größer dieser Unterschied ist, desto besser funktioniert der Kamineffekt.

Die mechanische Lüftung ist ein Konzept bei dem der Lufttransport, die thermische Behandlung, die Be- und/oder Entfeuchtung über technische Geräte erfolgt. Die gesamte Luftqualität wird durch die RLT-Anlage aufbereitet, eingebracht und wieder abtransportiert. Lüftungsanlagen kommen sehr oft aufgrund von verwinkelter Grundrisse oder sehr tiefen Räumen zum Einsatz.

Raumtiefe  $>5 \times$  Raumhöhe.

Die Verteilung der konditionierten Raumluft erfolgt über ein Kanalnetz und landet je nach Luftführungskonzept über die Auslässe in den Raum. Gleichermaßen funktioniert der kontrollierte Abtransport. Die Lüftungskonzepte sind mit der Nutzung und dessen Anforderungen verknüpft.

Mischlüftung, Quelllüftung und Verdrängungslüftung sind die gängigen Varianten. Bei der Mischlüftung wird die Zuluft im Decken oder Wandbereich eingebracht und mit der vorhandenen Raumluft vermischt. Die Absaugung wird in der Regel ebenso im Deckenbereich positioniert.

Bei der Quelllüftung wird die Zuluft über bodennahe Auslässe eingebracht und an der Decke abgesaugt. Die Zulufttemperatur liegt in der Regel 2 bis 4 Grad Kelvin unter der Raumtemperatur.

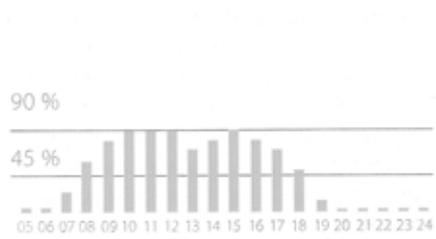
Die Verdrängungslüftung ist für Räumlichkeiten spezieller Nutzung wie OP-Räume, Labore und Lackierereien geeignet. Der Luftaustausch passiert über gegenüberliegende Zuluftauslässe bzw. Ablufteinlässe.

Die Mischlüftung und die Verdrängungslüftung sind beides System für hohe Kühllasten.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Vgl. Hayner u.a. 2010, 46.

## BELICHTUNGSBEDARF

Nutzungszeiten von Bürogebäuden



Nutzungszeiten von Wohngebäuden

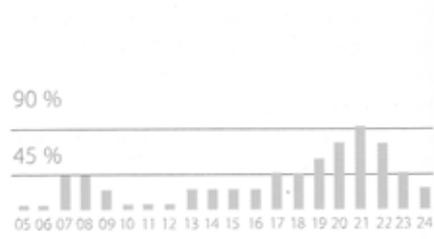


Abbildung 32

Die ausreichende Sicherstellung von Beleuchtungsstärke mittels Tageslicht ist eine wichtige Komponente der Behaglichkeit. Sie gibt Auskunft über den Tagesverlauf, dem Wetter und ermöglicht zudem den späteren Einsatz von Kunstlicht.

Tageslicht kann nicht nur an Arbeitsplätzen oder Bereichen, welche direkt an der Fassade liegen, genutzt werden, sondern über Lichtlenkung weit in den Innenraum reflektiert oder transportiert werden. Tageslichtlenkung ist eine großartige Komponente um den Kunstlichtverbrauch zu optimieren.

Der Tageslichtquotient (TLQ) vergleicht die Beleuchtungsstärke einer durch Tageslicht beschienene horizontale Fläche mit einer im Innenraum befindlichen Fläche und dessen Beleuchtungsstärke. Ein Tageslichtquotient von 10 % wird als hell bis sehr hell empfunden.<sup>15</sup>

Auch dieser Themenbereich der Raumkonditionierung ist durch die Baukörperausrichtung zu den Himmelsrichtungen und zum städtebaulichen Kontext sowie durch die Zonierung steuerbar:

Einen weiteren Einfluss auf den Belichtungsbedarf, Tageslicht wie Kunstlicht, hat die Nutzungsart und ihre Nutzungszeit.

Tageslichtlenkung lenkt das Licht meist im oberen Drittel der Raumhöhe auf die Deckenuntersicht, von wo es diffus sich im Raum verteilt. Die Lenkung kann in Form einer im Scheibenzwischenraum positionierte Lamellenkonstruktion oder eine vor der thermischen Gebäudehülle sitzenden Lenkeinrichtung sein. Letzteres ist in jedem Fall in das architektonische Gestaltungskonzept zu integrieren.

<sup>15</sup> Vgl. Hayner u.a. 2010, 117.



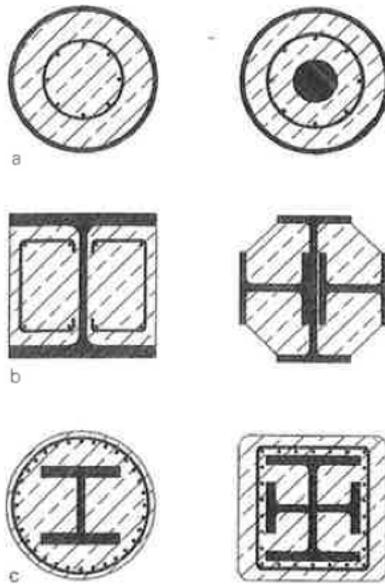
# STATIK SERVICE CORES ERSCHLIESSUNG

*Dieser Themenblock ist für die Konzeptionierung eines Hochhauses enorm wichtig. Hier greifen Professionen ineinander, welche ständig mit dem Nutzungskonzept und den grundlegenden architektonischen Absichten abgeglichen werden müssen. Denn Entscheidungen des Statikentwurfes mit der Einbindung der Service Kerne haben grundsätzliche Auswirkungen auf das Grundrisslayout und damit auf die Energiebilanz (siehe Abbildung 37), der Erschliessung und im weiteren mit den notwendigen Fluchtmöglichkeiten im Brandfalle.*

*Entfernungen des entlegensten Winkels zu einem Rettungsstiegenhaus dürfen bestimmte Weglängen nicht überschreiten. Wie weit diese sein dürfen hängt von den jeweiligen nationalen Normen und feuerpolizeilichen Gutachten ab (Standort und damit Länderabhängig). Kommen wie bspw. Sprinkleranlagen zum Einsatz, darf man in den USA die Entfernungen zu den Fluchttreppenhäusern vergrößern.*



# STATIK



- a Ausbetonierte Stahlprofile
- b Teilweise einbetonierte Stahlprofile
- c Einbetonierte Stahlstützen

Abbildung 33

Diesen Erkenntnissen und Bestimmungen gingen nicht selten verheerende Katastrophen voraus. So gilt auch die Brandkatastrophe in Chicago im Jahre 1871 als ein solches Ereignis, welches großen Einfluss auf den Hochhausbau, im Zuge des Wiederaufbaus und der weiteren Entwicklung des Hochhauses anderer Orts, hatte.

Aber auch technische Erfindungen brachten Schwung in die Typologieentwicklung. So waren technische Hilfsmittel zum raschen Transport von Personen und Gütern innerhalb des Gebäudes wie auch Prestigegebäude, Antrieb für noch höhere Gebäude. Bald darauf wurden Hochhäuser Insignien für wirtschaftliches Wachstum, technische Kompetenz und Macht.

So wurden in den ersten Jahrzehnten geläufige Tragwerke an ihre Leistungsgrenzen ge-

bracht und neue entwickelt. Die ersten Stahlskelettbauten etablierten sich und traten auch gegenüber den Mauerwerksbauten den Siegeszug an. Zunehmende kommerzielle Nutzungen der Sockelzone machten offene Fassaden notwendig. Die Leistungsfähigkeit der Mauerwerke waren hier nicht mehr die richtige Antwort.

In den kommenden 40 Jahren hatten Forschungen an den Tragwerken und die Entwicklung neuer Berechnungsmodelle wahre Höhenflüge möglich gemacht. Beginnend mit dem Chrysler Building und dem Empire State Building in New York über die beiden von SOM (Skidmore, Owings & Merrill) entworfenen Gebäuden, dem John Hancock Center und dem Sears Tower, beide in Chicago, wurden die Tragwerke von Bauaufgabe zu Bauaufgabe effizienter und leistungsfähiger.

So wurden Stahlrahmentragwerke, Röhrentragwerke, Rohr-in-Rohr Tragwerke und gebündelte Röhrentragwerke und viele Mischsysteme entwickelt.<sup>16</sup>

Um zu verstehen warum diese Entwicklungen, aus rein technischer Sicht, für die immer höher werdenden Gebäude wichtig waren und sind, muss man um die möglichen auftretenden Lastfälle wissen. Vertikallasten und Horizontallasten sind hier die massgebenden Einflussgrößen. Vertikallasten sind jene Lasten, die durch das Gewicht der verwendeten Bauteile erzeugt werden. Dies sind die Bauteile für die Primärstruktur, die Sekundär- und Tertiärstruktur.

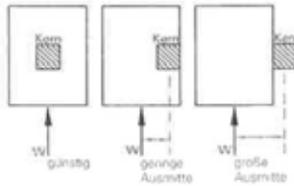
Primärstruktur (tragwerksrelevante Bauteile)  
Sekundärstruktur (Gebäudehülle, Fenster, Türen, Verkehrslasten, und andere Ausbaulasten)  
Tertiärstruktur (Haustechnik, IT, Elektro)

Horizontallasten subsumieren die Lastfälle aus unplanmäßigen Schrägstellungen, Windlasten und Erdbebenlasten. Windlasten sind, sofern nicht in einem erdbebengefährdeten Gebiet, die am stärksten zu berücksichtigenden Belastungen.

Die modernen Berechnungsmodelle unterscheiden bei der Windlast zwei unterschiedliche Größen - der globalen Windlast und der lokalen Windlast. Für die Tragwerksbemessung wird die globale Windlast angewandt und für die Winddruckverhältnisse an der Fassade die lokale Windlast.

Als Grenzwert, um die errechneten Werte zu evaluieren dienen so genannte Gebrauchstauglichkeits-Werte. Im Falle der Horizontalen Lasten gelten in den USA Schwankungen der Gebäudespitze um den Wert  $L/400$  bzw.  $L/500$  als zulässig. In Deutschland gibt es solche Maximalwerte nicht.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Vgl. Eisele/Kloft 2002, 98.  
<sup>17</sup> Ebda., 100.



8.10 Einfluss der Lage des Kerns auf die Ausmitte der Horizontallast [g]

Abbildung 34

## Materialien im Tragwerksbau

Grundsätzlich stehen im Tragwerksbau die Materialien Beton und Stahl zur Verfügung. Unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften lassen sich die beiden Baustoffe sehr gut kombinieren. Decken, wie auch Stützen werden in den meisten gegenwärtigen Bauprojekten in Stahlbeton oder einer Stahl-Beton-Verbundbauweise ausgeführt.

Vertikale und aussteifende Bauteile könnten zwar ohne Beton auskommen, aber durch ihren gemeinsamen Einsatz lassen sich Vorteile generieren, die sie alleine nicht, oder nur durch hohen Zusatzaufwand erlangen. So wirkt der ummantelnde Beton einer Stahlstütze als Druckkörper und zusätzlich

als Brandschutz (Stahl-Beton-Verbund). Unter Rücksichtnahme des technischen Funktionierens werden die Baustoffe und ihr kombinierter Einsatz von wirtschaftlichen Kriterien bestimmt.

Der Stahlbau hat historisch gesehen die längste Einsatzzeit, und dadurch enorm viele Arten von Fügetechniken und Know-How hervorgebracht. Nieten, Schweißen und Schrauben ermöglichen es, vorgefertigte Bauteile präzise an der Baustelle zu montieren. Die Größe der Vorfertigung wird lediglich durch den Transport bestimmt. Jedoch ist die größte Schwachstelle des Stahl die rapid sinkende Festigkeit unter Hitzeeinwirkung. Hier müssen gesonderte Brandschutzmaßnahmen getroffen werden. Die bereits erwähnte Betonummantelung oder gänzliche Einbetonie-

rung der Stahlbauteile ist eine wirkungsvolle Variante. Eine andere ist die Verkleidung oder der Brandschutzanstrich, der unter Hitze aufquillt und dadurch eine hitzeisolierende Eigenschaft entwickelt. Verkleidungen bspw. durch Brandschutzplatten oder mehrlagiger Gipskartonplatten bedürfen hohen Materialeinsatz und Montageaufwand.

In der Materialgruppe Beton befinden sich normalfeste, hochfeste und Leichtbetone. Anhand ihrer spezifischen Eigenschaften finden sie in unterschiedlichen Bauteilen ihre Anwendung. Dabei ist auf unterschiedliche Schwind- und Kriechverhalten durch unterschiedliche Festigkeitsklassen und Rezepturen zu achten. Beton ist ein Kunststein der aus den Komponenten Zement, Wasser und Zuschlagstoffen besteht. So können

dadurch die Verarbeitbarkeit, Verarbeitungszeit und Erstarrungszeit geregelt werden. Die wichtigste Eigenschaft, die im Tragwerk von Beton übernommen wird ist die Druckbeanspruchung. Diese Größe ist massgeblich von der Zementart abhängig.

Bei normalfestem Beton liegen die Festigkeitsklassen des Zements bei Z25, Z35, Z45 und Z55. Die Druckfestigkeitsklassen für normalfesten Beton beginnen bei C8/10 und reichen bis C50/60. Ab C55/67 spricht man von hochfestem Beton. Die Skala reicht gegenwärtig bis zur Klasse C100/115. Der Hochfeste Beton zeichnet sich durch ein dichtes, homogenes und einem sehr geringen Kapillarporenanteil aus.<sup>18</sup>

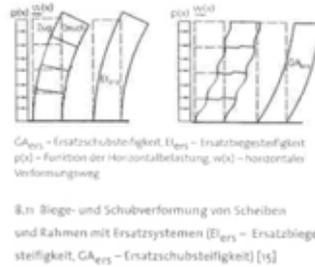


Abbildung 35

## Stahlbeton

Stahlbeton ist ein bereits sehr gut etabliertes und geläufiges Baumaterial. Hier werden Stahleinlagen in die Betonmasse eingelegt und über die Rauigkeit der Bewehrungsseisen (Reibungsverbund) oder über andere kraftschlüssige Verbindungselemente (Bolzen) ein kraftschlüssiger Verbundwerkstoff hergestellt. Nur dadurch können Lastfälle in diese Struktur abgeleitet werden. Druckbelastungen werden, wie schon erwähnt, vom Beton übernommen und Zugbelastungen von der Bewehrungslage.

## Stahl-Beton-Verbundsystem - Aussteifungsprinzipien

Aussteifungen sind ein wichtiges Mittel um Tragkonstruktionen effizient und wirtschaftlich zu halten. Zum einen steigen bei zunehmender Gebäudehöhe die Horizontallasten überproportional und zum anderen wirken sich stärker dimensionierte Querschnitte nicht im gleichen Masse Performance verbessernd aus. Irgendwann ist der Punkt erreicht, an dem die Dimensionserhöhung in Folge höheren Gewichts sich negativ auswirkt.<sup>19</sup>

Um diesen Punkten auszuweichen, gibt es mehrere Möglichkeiten wie das statische System in Subsysteme zu unterteilen. So können Rahmentragwerke mittels bspw. Diagonalaussteifungen in leistungsstärkere Untereinheiten unterteilt werden.

An dieser Stelle wird bereits klar, dass Räume, welche zuerst von einem statischen Rahmen umschrieben wurden, jetzt durch eine Diagonalaussteifung (im Raum gelegen) in ihrer Grundrissnutzung beeinträchtigt werden. Hierzu gibt es ein paar

Möglichkeiten wie man die Aussteifungen positionieren kann um neben den statischen Erfordernissen auch den Nutzungsanforderungen nachkommen zu können.

Zur Aussteifung von Tragwerken werden oft, die zur Erschließung ohne hin notwendigen und aus Brand-schutztechnischen Gründen aus Beton gefertigten Kerne in das statische System mit eingebunden. Ob als Teil des Tragwerks oder als ergänzendes Gebäudeteil ist oft abhängig vom architektonischen Konzept und der internen Organisation.

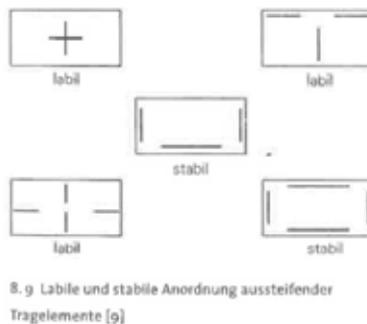


Abbildung 36

<sup>19</sup> Vgl. Phocas 2005, 45f.

## Röhrentragwerke

Röhrentragwerke haben sich aus der Situation entwickelt, dass zunehmend hohe Gebäude mit der reinen Horizontallastableitung über den inneren Kern nicht mehr genügend Stetigkeit aufweisen. Es müssen diese Lasten auch in der Fassadenebene abgeleitet werden. Wichtig ist, dass die Fassade eine rundum schubsteife Röhre darstellt. Erreicht wird dies durch Rahmentragwerke oder Diagonalaussteifung wie bspw. das John Hancock Center oder die ehem. Twin Towers des World Trade Centers in NYC.<sup>20</sup>

Neben dieser statisch wirksamen Röhre an der Fassade besitzen Hochhäuser eine Service Kern, der bei einer Durchgängigkeit über die gesamte Höhe, eine Röhrenwirkung erzielen kann.

Die kraftschlüssige Kopplung dieser Rohrtragwerke durch bspw. Deckenunterzüge oder Out-Trigger; nennt man Rohrin-Rohr-Konstruktion. Rohrtragwerke sind in Stahl wie in Beton umsetzbar. Hier kommen architektonische Absichten zu tragen, die bezüglich Transparenz und Aussicht der Fassade eher die Ausführung in Stahl bevorzugt. Für die Betonvariante könnte ein Energie-Konzept, welches die Nutzung von einer in der Fassade liegenden Speichermaße vorsieht, sprechen.

## Outtrigger Systeme

Outtrigger oder Auslegerträger kommen bei Gebäuden mit schlankem Baukörper zum Einsatz. Sie sind biegesteife Rahmenkonstruktionen die sich kraftschlüssig vom Kern zu den Fassadenstützen spannen. Diese Trägerroste werden jedoch nicht in jedem

Geschoss eingesetzt, sondern nur in einem Geschoss und je nach statischer Erfordernis, abhängig von der Höhe 2 bis 3 mal.<sup>21</sup>

Dieses System wirkt indem es durch seine rundum wirkende Einspannung die Verformung des Kerns, aufgrund hoher Horizontallasten, in seine lotrechte Position belässt. Outtrigger können aber auch zur Koppelung zweier voneinander gelösten Röhren verwendet werden, um ein sehr steifes Gesamttragwerk auszubilden.

Neben den erwähnten vertikalen- und horizontallasttragenden Bauteilen haben Deckenkonstruktionen einen großen Anteil am Tragwerk. Nicht nur, dass sie eine gebrauchstaugliche Oberfläche ermöglichen, sollen sie auch in der Lage sein, statische Aufgaben zu leisten.

20 Vgl. Eisele/Kloft 2002,106.  
21 Ebda., 109.

Die verwendeten Materialien sind auch hier in Stahl und Beton gruppierbar: Die Kombination wie Trapezblech als verlorene Schalung mit kraftschlüssiger Koppelung (Bolzen) an den eingebrachten Beton ist nur ein Beispiel.

Die Leistungsfähigkeit von Decken ist abhängig von ihrer konstruktiven Elementstärke. Wirtschaftlich herzustellen sind Spannweiten von ca. 8,5 bis 9,5m.<sup>22</sup> Hierbei muss man mit einer Betondeckenstärke von 28 bis 32cm rechnen.

Durch Unterzugskonstruktionen kann man diese Betonmassen deutlich minimieren, um die Vertikallasten nicht unnötig in die Höhe zu treiben. Jedoch kann die Systemtrennung auch weitreichendere Konsequenzen nach sich ziehen.

So ist es eine Frage des Gestalterischen Konzepts, wie mit Deckenuntersichten in Form von glatten oder Unterzugkonstruktionen umgegangen werden kann. Aber nicht nur für die optische Beurteilung ist dies relevant, auch das Gebäudeenergiekonzept spielt eine wesentliche Rolle.

Unterzugkonstruktionen auf Sicht haben eine größere thermische Oberfläche und damit mehr Speichermasse als glatte Deckenkonstruktionen. Sind Installationen an der Decke zu führen, müssen eventuelle Unterzüge und die Leitungsführung darauf abgestimmt sein.

Sollten weder Unterzüge noch Oberzüge erwünscht sein, kann bei gleichbleibender Deckenstärke mittels Verdrängungskörper die

Gewichtslast und damit die Vertikallast erheblich verringert werden. Bei dieser Art werden quader- oder kugelförmige Verdrängungskörper in den Bewehrungslagen eingebunden und einbetoniert. Dadurch ist das Tragverhalten ident zu einer Flachdecke mit dem Effekt eines um 30-35% geringeren Eigengewichts.<sup>23</sup>

22 Vgl. Eisele/Kloft 2002, 111.  
23 Ebda., 113.



# SERVICE CORES



Wesentlich für ein gut versorgtes Hochhaus ist die Lage und Größe des Service-Kerns. Die relative Lage des Kerns zu der zu versorgenden Fläche ist ein wesentliches Beurteilungskriterium. Dadurch wird bereits die Möglichkeit einer künftigen Nutzflächenunterteilung und Aufschliesung dieser weitestgehend festgelegt.

Liegt der Service-Kern in der Mitte sind bis zu einer bestimmten Größe und Form nur Einzel- und Gruppenbüros möglich. Große zentralgelegene Konferenz- und Besprechungsräume sind nicht oder mit großen Kompromissen umsetzbar. Liegt jedoch der Kern am Gebäuderand sind größere Raumzusammenschlüsse möglich. Die Flexibilität im Rahmen der aktuellen Nutzung oder künftigen Nachnutzungen ist gegeben.

Der Nachteil einer dezentralen Kernpositionierung liegt unter anderem darin, dass attraktive und leicht vermietbare Flächen an der Fassadenhülle wegfallen und durch eine übliche Wirtschaftlichkeitsprüfung wertvolle Punkte kostet. Dadurch ist es wichtig diesen Argumenten mit einem attraktiven Grundrisslayout und weiteren Qualitäten, bspw. einem Atrium, gegenzusteuern.

Weiters kann eine energietechnische Betrachtungsweise ebenfalls Auswirkungen auf die Lage des Kerns haben. Ein dezentraler Kern an der Südseite würde zu einem geringeren Aufheizen des Nutzvolumens führen, das zur Senkung der Kühllast führt und damit Kosten reduziert. Jedoch kann dieses Argument mit erhöhter Bereitstellung von Kunstlicht, oder Ausichtsdefizite wieder relativiert werden. Daher ist es wichtig auf den ersten Schritten im Entwurfsprozess diese Parameter zu berücksichtigen und auch Rechnung zu tragen. In kaum einer anderen architektonischen Aufgabe sind die Aspekte der Funktionalität der Grundrissflächen, Fluchttreppen, Brandschutz, TGA (technische Gebäudeausstattung) und HT (Haustechnik) sowie Statik so eng miteinander, in multidirektionaler Weise verwoben, wie im Hochhausbau.

Das Grundrisslayout und dessen Implementierung des Service-Kerns ist eine Schlüsselrolle in der Planung von Bürohochhausbauten.

Zitat Ken Yang in Service Cores: „Smart core design will possibly play a key role in the office buildings of the 21st century. With the establishment of the electronic office environment and cord-

less technology, the office of the future may be a combination of a university - a place in which to learn and to share knowledge - and a hotel, used temporarily and with various shared facilities. The rapid development of cities like Frankfurt, London, New York, Tokyo has been a reason for the revival of high-rise office buildings which are beginning to proliferate on their skylines. Perhaps the office of the future will be arrangements of non-assigned workstations or ‚hot‘ desks with more space given to communal facilities to allow the exchange of information both verbally and electronically.<sup>24</sup>

Die Versorgungsaufgaben betreffen im allgemeinen die gleichen wie in einem gegenwärtigen Hochhausgebäude gleicher Nutzungsfunktion. Zusätzlich kommt die Aufgabe der größeren Höhenüberwindung und der höheren Nutzeranzahl hinzu.

Folgende Bestandteile subsumiert der Begriff Service Kern:

**Liftschächte** (inkl. Liftkabinen und technischem Equipment, Liftüberfahrt, Technikgrube)

**LiftLobb** (Umsteigegehoschosse, Brandabschnitt, Schleuse, Treppenhäuser, Nottreppenhäuser)

**Toiletten** (abhängig vom Mietkonzept so können zentral gelegene Toilettenanlagen bei Mehrfachmetersituationen in ihren Pflege- und Wartungskosten aus den einzelnen Grundmietern herausgelöst werden und zu geteilter Last in Form von Zusatzkosten den einzelnen wieder verrechnet werden. So können für kleine Büroeinheiten die Pflegepersonalkosten minimiert werden. Bei Einzelmetersituation kann die Fläche der zentralen Toilettenanlage für andere Nutzungen verwendet werden (bspw. Archive) und die WC's dezentral positioniert werden. Hier sind die Weglängen zu den Schächten zu berücksichtigen.

**ergänzende Räume** (Putzräume, Lager/Archive, Haustechnikschächte für Sanitärstränge (SW, BW Zulauf und Rücklauf), Lüftungskanäle (Zu-, Abluft), Löschanlagenleitung, Sprinklerzuleitung, Wandhydrantenanspeisung, Elektrosteigleitung, IT und Kommunikationszuleitung, EDV-Verteilerräume, E-Verteilerräume)

24 Vgl. Yeang 2000, 12.





**UNTERSCHIEDLICHE KERNLAGEN  
IN ABHÄNGIGKEIT DER  
MIETERANZAHL**

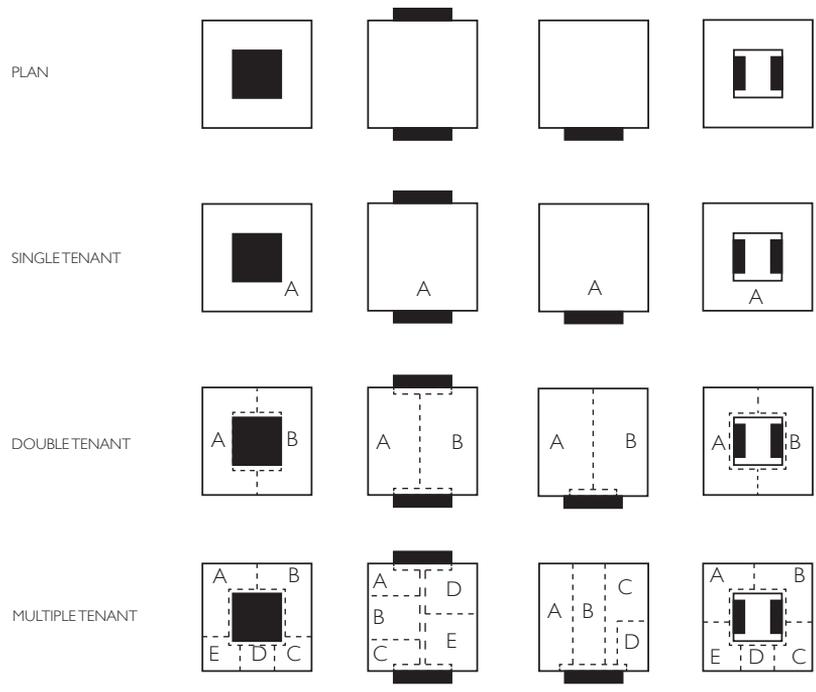


Abbildung 37



# ERSCHLIESSUNG

Die Verteilung in einem Hochhaus, vor allem die rasche Verteilung, hat einen wesentlichen Einfluss darauf, dass es überhaupt zu dieser Typologieentwicklung gekommen ist. Als Elisha Graves Otis 1854 im Crystal Palace in NY seine Fangvorrichtung in einem von ihm persönlich durchgeführten Experiment, präsentierte war die Möglichkeit der vertikalen Entwicklung der Architektur eingeläutet.

Für den raschen Transport entwickelten sich im Laufe der Zeit Richtlinien, bezüglich Förderleistung je Zeiteinheit, Fahrgeschwindigkeit, Kabinengrößen, Beschleunigungswerte und Verzögerungswerte sowie Türöffnungs- und schließzeiten.

Zur Performanz-Bestimmung gibt die 5 Minuten Förderleistungsfähigkeit (HC5) Aufschluss. Abhängig der zur Rate gezogenen Literatur

werden Werte zwischen 11 - 25 % erzielt. Diese Werte schwanken abhängig der Mieteranzahl und dem Prestigefaktor. Bei einem Bürogebäude mit nur einem Nutzer können durch interne Optimierung (bspw. Anordnung der Abteilungen) höhere Förderleistungen erzielt werden, da eine Vorselektierung der Nutzer in Abhängigkeit der Zielhaltstellen in der Lobby erfolgt. Es steigen nur jene Personen in die jeweilige Liftgruppe, die in die ausgewiesenen Destinationen wollen. Daher ist auch eine höhere Reisegeschwindigkeit möglich, weil weniger Zwischenstops eingelegt werden müssen. Die Wartezeit und mittlere Intervallzeit sind zwei Kenngrößen die die Qualität einer Liftanlage bescheinigt.

Die nachstehenden Definitionen betreffen die Liftanlagen des Herstellers Thyssen Krupp:

### „Förderleistung [ ]

Die Anzahl der innerhalb einer bestimmten Zeitspanne bedienten Fahrgäste repräsentiert die Förderleistung. Die Förderleistung wird durch die durchschnittlichen Warte- und Zielerreichzeiten sowie die angenommene Handling Capacity bewertet.

### Handling Capacity 5Minuten - HC5 [%]

Für die Simulation ist es notwendig eine Personenankunftsrate zu definieren. Diese gibt den prozentualen Anteil der Gebäudebevölkerung wieder, welcher in einer 5 Minuten Periode ankommt und mit den Aufzügen befördert werden muss. Der HC5 ist, genau wie die durchschnittlichen Warte- und Zielerreichzeit ein Maß für die Qualität des Aufzugsystems.

### **Umlauf/Intervall [s]**

Repräsentiert die durchschnittliche Zeit zwischen den Fahrkorbankünften auf der Haupteingangsebene. Bei Aufzugssystemen mit Zielwahlsteuerung gilt der Zusammenhang zwischen Umlaufzeit und durchschnittlicher Wartezeit nicht mehr, weshalb zur genaueren Ermittlung der durchschnittlichen Wartezeit Simulationen genutzt werden. Die Intervallzeit wird ermittelt, indem man die Fahrkorbumlaufzeit (Zeit von der Abfahrt bis zur Wiederankunft in der Haupthaltestelle) durch die Anzahl der Aufzüge pro Gruppe dividiert. Die mittlere Wartezeit beträgt ca. 60-70% der Intervallzeit.

### **Durchschnittliche Wartezeit [s]**

Die Passagierwartezeit ist definiert als die Zeit, die ein Fahrgast wartet, nachdem der Etagenruf registriert wurde (oder sich der Fahrgast einer Warteschlange anschließt, wenn der Ruf bereits registriert wurde) bis sich die Türen des antwortenden Aufzuges anfangen zu öffnen. Wenn die Tür des reagierenden Aufzuges bei Ankunft des Fahrgastes bereits offen ist, wird die Wartezeit für diesen Fahrgast auf 0 gesetzt.

*Durchschnittliche Fahrtzeit: [s]*  
Die Passagierfahrtzeit ist die Zeit, ab dem der antwortende Aufzug anfängt die Türen zu öffnen bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Türen am Fahrgastziel sich wieder öffnen.

### **Durchschnittliche Zielerreichzeit [s]**

Die durchschnittliche Zielerreichzeit ist die durchschnittliche Wartezeit plus die durchschnittliche Fahrtzeit.

### **Durchschnittliche Reisezeit [s]**

Die durchschnittliche Reisezeit ist länger als die Zielerreichzeit, da die Türöffnungszeit und das Überschreiten der Türschwelle in der Zielhaltestelle hinzugezählt werden.

### **Theoretische Fahrtzeit [s]**

Förderhöhe geteilt durch Aufzugsgeschwindigkeit. Gilt ebenfalls als Qualitätsmaß in Bezug auf die Verweildauer im Aufzug.<sup>25</sup>

### **Aufzugskonfigurationen**

Die Konfiguration der Aufzüge ist eine sehr komplexe Aufgabe. Allen voran geht es darum, auf kleinstmöglichem Raum die gesamte Förderleistung zu bewerkstelligen. Zu diesem Zweck werden Simulationsprogramme eingesetzt, welche die Mindestanzahl an Aufzugsgruppen errechnen unter z.B. der morgentlichen Gebäudebefüllung.

Faustformeln zur Errechnung der zu erwartenden Personenanzahl erfolgt im ersten Schritt über die im Gebäude geplanten Nutzungsarten und den Gebäudedaten. So gilt für die Funktion Büro, die Berechnung der Personenanzahl über die Mindestfläche je Angestellten.

<sup>25</sup> Vgl. Thyssen Krupp, 2004

In einem Gebäude mit nur einem Mieter liegt die Mindestfläche je Person bei 8 bis 10m<sup>2</sup>. Bei mehreren Mietern 10 bis 12m<sup>2</sup> der Nettotonutzfläche. Bei Wohnnutzung gilt 1,5 bis 1,9 Personen pro Raum. Zu empfehlen sind jedoch 13m<sup>2</sup> Büro-NNF pro Person und je Wohnungsgröße 1,2,3 oder 4 Personen.

Die Konfiguration kann nun so aussehen, dass eine Aufzugsgruppen ab der Eingangsebene alle Haltestellen anfährt. Dies ist nur bei Gebäuden bis ca. 25 Geschossen zu empfehlen, denn die durchschnittliche Reisezeit würde enorm steigen. Bei höheren Gebäuden empfiehlt es sich mehrere Aufzugsgruppen zu planen. Je nach Ge-

bäudehöhe und Anzahl von Aufzugsgruppen kann dies eine sehr komfortable Lösung sein. Der Vorteil dabei ist, dass die Gruppen unterschiedliche Teilbereiche des Gebäudes anfahren. Daher reduzieren sich die Haltestellen je Gruppe. Hier unterscheidet man zwischen Nah-, Mittel- und Ferngruppe. Der größte Nachteil dabei ist jedoch der hohe bis sehr hohe Flächenverbrauch.

Eine Lösung für dieses Problem ist die Aufspaltung in übereinander liegenden Aufzugsgruppen und der Ausbildung von Skylobbies. Hier gibt es ebenfalls mehrere Aufzugsgruppen. So werden von der Eingangslobby nur die Skylobbies angefahren und von dort in weitere Nah-, und Mittelgruppen umgestiegen.

Um die Förderleistung in die Skylobbies zu erhöhen gibt es hierfür Doppeldeckerkabinen. Sie benötigen zwei geschoßige Lobbies um beide Kabinen nutzen zu können. Hier werden über Displays die möglichen Zielhaltestellen angezeigt und auf die jeweilige Zustiegeebene (Lobby) verwiesen.

Eine weitere Effizienzsteigerung stellt der Einsatz von TWIN-Systemen dar. Hier bewegen sich zwei Kabinen in einem Schacht, welche sich die Erschliessungswege gemäß ihrer Lage teilen. Die obere Kabine bedient die oberen Geschosse und die untere die unteren.

Feuerwehraufzüge sind Aufzüge, die der Feuerwehr bei Bedarf zur Verfügung stehen um Brände rasch zu erreichen und bekämpfen zu können. Im normalen Tagesablauf dienen sie der vertikalen Verteilung. Die Anforderungen an Feuerwehraufzüge sind eine Mindestgröße der Kabine (1,1 x 2,1m) und der Türöffnungsbreite (0,9m). Sie benötigen eine separate Stromversorgung für eine Dauer von 90 bis 120 Minuten. Vom entlegensten Winkel des Geschosses darf die Entfernung zum Feuerwehrlift 50m nicht überschreiten.

Länderspezifische Abweichungen sind gegeben und müssen mit der feuerpolizeilichen Behörde abgestimmt werden.







Bürogebäude / Office / Immeuble de bureau						Grundlegende Definitionen
<b>ThyssenKrupp Elevator Vorgaben für Bürogebäude</b> <b>Tischlerfahrer (85% aufwärts, 15% abwärts, 25% Interferenz)</b>						<b>Förderleistung</b> Die Anzahl der innerhalb einer bestimmten Zeitspanne bedienten Fahrgänge repräsentiert die Förderleistung. Die Förderleistung wird durch die durchschnittlichen Warte- und Zielersparnisse sowie die angemessene Handling Capacity bewertet.
Qualitätsstufe	Theoretische Fahrzeit [s]	Förderleistung (HC) [P/h]	Durchschnittliche Wartezeit [s]	Durchschnittliche Zielersparnis [s]		
air.gd	20 <-25	>15-17	20 <-25	60 <-80		
air.gd	25 <-30	12-15	25 <-30	80 <-100		
air.gd	30 <-35	10 <-12	30 <-35	>100 <-120		
air.gd	>35-40					
<b>ThyssenKrupp Elevator Proposals for Office Building</b> <b>Desk lift (85% up, 15% down, 25% Interfere)</b>						<b>Für die Simulation ist definiert die Personenkategorie zu definieren. Diese gibt den prozentualen Anteil der Gebäudenutzungsbediener wieder in einer 3-Minuten-Periode abwärts und mit dem Aufzug befördert werden muss. Die HC ist genau wie die durchschnittlichen Warte- und Zielersparnis ein Maß für die Qualität der Aufzugsystems.</b>
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	20 <-25	>15-17	20 <-25	60 <-80		
Good	25 <-30	12-15	25 <-30	80 <-100		
Satisfactory	30 <-35	10 <-12	30 <-35	>100 <-120		
Satisfactory	>35-40					
<b>Offres retenus par ThyssenKrupp Elevator pour les immeubles de bureaux</b> <b>Tafels à bureau (85% montant, 15% vers le bas, 25% interférence)</b>						<b>repräsentiert die durchschnittliche Zeit zwischen den Fahrfortschritten auf der Haupttrageebene. Bei Aufzugsanlagen mit Zielsteuerung gibt der Zusammenhang zwischen Wartezeit und durchschnittlicher Wartezeit nicht mehr, sondern zur genaueren Ermittlung der durchschnittlichen Wartezeit Simulationen genutzt werden. Die Intervallzeit wird ermittelt, indem man die Fahrfortschritte (Zeit von der Abfahrt bis zur Wiederkehr in der Haupttrageebene) durch die Anzahl der Aufzüge pro Gruppe dividiert. Die mittlere Wartezeit beträgt ca. 60-70% der Intervallzeit.</b>
Niveau de qualité	Temps de trajet nominal [s]	Capacité de transport [P/h]	Temps d'attente moyen [s]	Temps moyen jusqu'à la destination [s]		
Excellent	20 <-25	>15-17	20 <-25	60 <-80		
Good	25 <-30	12-15	25 <-30	80 <-100		
Satisfactory	30 <-35	10 <-12	30 <-35	>100 <-120		
Satisfactory	>35-40					
<b>ThyssenKrupp Elevator Vorgaben für Bürogebäude</b> <b>Menschenkategorie (45% aufwärts, 45% abwärts, 10% Zwischenhochgeschwindigkeit)</b>						<b>Die Passagierwartzeit ist definiert als die Zeit, die ein Fahrgang wartet, nachdem der Befehl registriert wurde (oder sich der Fahrgang einer Warteschlange anschließt, wenn der Ruf bereits registriert wurde) bis sich die Türen des anzuwendenden Aufzuges schließen und die Türen für den nächsten Aufzug bei Ankunft des Fahrganges bereits offen ist, wird die Wartezeit für diesen Fahrgang auf 0 gesetzt.</b>
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	20 <-25	>15-17	20 <-30	60 <-80		
Good	25 <-30	12-15	30 <-35	80 <-100		
Satisfactory	30 <-35	10 <-12	30 <-35	>100 <-120		
Satisfactory	>35-40					
<b>ThyssenKrupp Elevator Proposals for Office Building</b> <b>Human traffic (45% up, 45% down, 10% Interfere)</b>						<b>Die Passagierwartzeit ist die Zeit, ab dem der anzuwendende Aufzug anfährt die Türen zu öffnen bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Türen am Fahrgang selbst wieder öffnen.</b>
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	20 <-25	>15-17	20 <-30	60 <-80		
Good	25 <-30	12-15	30 <-35	80 <-100		
Satisfactory	30 <-35	10 <-12	30 <-35	>100 <-120		
Satisfactory	>35-40					
<b>Offres retenus par ThyssenKrupp Elevator pour les bureaux</b> <b>Humain (45% montant, 45% desc, 10% inter étage)</b>						<b>Die durchschnittliche Zielersparnis ist tiefer als die Zielersparnis, da die Türöffnungszeit und das Überschreiten der Türschwelle in der Zielstation berücksichtigt werden.</b>
Niveau de qualité	Temps de trajet nominal [s]	Capacité de transport [P/h]	Temps d'attente moyen [s]	Temps moyen jusqu'à la destination [s]		
Excellent	20 <-25	>15-17	20 <-30	60 <-80		
Good	25 <-30	12-15	30 <-35	80 <-100		
Satisfactory	30 <-35	10 <-12	30 <-35	>100 <-120		
Satisfactory	>35-40					
<b>ThyssenKrupp Elevator Vorgaben für Bürogebäude</b> <b>Zwischenhochgeschwindigkeit (15% aufwärts, 15% abwärts, 70% Zwischenhochgeschwindigkeit)</b>						<b>Die geschätzte Belastung von Ringen basiert zum einen auf der Fläche pro Person (ca. zwischen 8 - 20m<sup>2</sup> je nach Gebäudenutzung) und dem Prozentsatz der täglichen Gebäudenutzungsabwesenheit. Die Belastung wird berechnet in Abhängigkeit der räumlichen Ausdehnung durch die Fläche pro Person studiert und dann das Ergebnis mit dem Prozentsatz der anwesenden Personen (etwa ca. 100% Gebäudenutzungsabwesenheit) unterteilt um den Abwesenheitsfaktor, welcher meist zwischen 100%-200% liegt. Zusätzlich sind die Risiken pro Person und anzuwendende Abwesenheitsfaktoren sollten nicht von Kunden bedingt und dann angepasst werden wenn sie nicht im Voraus vorgegeben werden. Zudem können sich durch Ergänzungen oder Materialverlust, die Risiken pro Person und der Abwesenheitsfaktor im Laufe der Gebäudenutzung ändern.</b>
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	20 <-25	>15-17	20 <-30	60 <-80		
Good	25 <-30	12-15	30 <-35	80 <-100		
Satisfactory	30 <-35	10 <-12	30 <-35	>100 <-120		
Satisfactory	>35-40					
<b>Hotel / Hôtel</b>						<b>Die durchschnittliche Releasezeit ist tiefer als die Zielersparnis, da die Türöffnungszeit und das Überschreiten der Türschwelle in der Zielstation berücksichtigt werden.</b>
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	25 <-30	>15-17	25 <-30	70 <-90		
Good	30 <-35	12-15	30 <-35	90 <-110		
Satisfactory	35 <-40	10 <-12	35 <-40	>110 <-120		
Satisfactory	>40-45					
<b>ThyssenKrupp Elevator Vorgaben für Hotelgebäude</b> <b>Tischler-Hotelskifahrer (10% aufwärts, 10% abwärts)</b>						<b>Löscht / Ein- Ausverriegelung</b> Dieser Löscht verfügt nicht die Zeit, die ein Fahrgang benötigt, um den Aufzug zu betreten oder zu verlassen. Bei anzuwendenden Türen von 1000mm Breite können für die Betreiber und die Verfeiner der Kabine jeweils ca. [5] angemessenen werden. Dieser Wert ist abhängig von der Türhöhe, wie 1000mm die Löscht um 10,5, weniger bei kleineren Türhöhen) oder verkehrt (bei kleineren Türhöhen) und Die GröÙenwerte liegen bei minimalen 10 und maximalen 24 Löscht.
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	25 <-30	>15-17	25 <-30	70 <-90		
Good	30 <-35	12-15	30 <-35	90 <-110		
Satisfactory	35 <-40	10 <-12	35 <-40	>110 <-120		
Satisfactory	>40-45					
<b>ThyssenKrupp Elevator Proposals for Hotel</b> <b>Desk lift (10% up, 10% down)</b>						<b>Grundlegende Funktionale Zielsteuerung (TCM)</b> Bei einer üblichen Aufzugsansteuerung wird der „aufwärts“ oder „abwärts“ Fahrwunsch eines Passagiers über einen Aufwahlfahrer, meist in Form einer Zielwertanzeigeneinrichtung, abgegeben. Die Aufwahlfahrer befinden sich vor den Aufzügen in einem abgrenzten Geschicht. Dabei ist es egal, ob wählbar der meist mehreren Aufwahlfahrer der Ruf abgegeben wird. Die Aufzugsansteuerung weist, optimiert nach weiteren mit einem Ruf, aktueller Fahrbelegung, Fahrzeiten, Fahrströmen und -richtungen aller Gruppenzüge, die optimale Kabine zu. Die genaue Fahrzeit wird erst auf dem Bodenbelieb in der Aufzugskabine abgegeben, nachdem der Fahrgang eingestiegen ist. Die Optimierungsalgorithmen der Zielwertsteuerung ist darauf, die zum Zeitpunkt der Operationenwählung der Fahrwunsch, nicht jedoch die genaue Zielstation und die Anzahl der wartenden Fahrgänge, bekannt sind.
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	25 <-30	>15-17	25 <-30	70 <-90		
Good	30 <-35	12-15	30 <-35	90 <-110		
Satisfactory	35 <-40	10 <-12	35 <-40	>110 <-120		
Satisfactory	>40-45					
<b>Offres retenus par ThyssenKrupp Elevator pour les Hôtels</b> <b>Tafels de direction (10% montant, 10% descendant)</b>						<b>Grundlegende Funktionale Zielsteuerung (TCM)</b> Bei der Zielwertsteuerung teilt der Passagier bereits bei der Rufabgabe nicht nur seinen aktuellen Standort und Fahrwunsch mit, sondern auch die Zielstation mit, indem auch die gewünschte Zielstation und die Anzahl der Passagiere (oder Passagier sollte sein Zielbereich selber angeben). Durch diese Zusatzinformation ist die Aufzugsansteuerung in der Lage die einzelnen Aufzüge besser zu koordinieren und die Leistung der gesamten Aufzugsgruppe zu erhöhen. Die Gruppensteuerung vergleicht über kontinuierlich die Verkehrsanforderungen mit der aktuellen Verkehrssituation und optimiert entsprechend die Reihenfolge mit dem Ziel, einen Fahrgang gleichzeitig für alle Passagiere zu minimieren. Nach Abgabe der Zielwerte wird dadurch dem Passagier mitgeteilt, welcher Aufzug ihn am schnellsten befördert. In der Aufzugskabine sind daher solche Tafeln zur Zielwertsteuerung meist notwendig. Die Steuerung kann reduziert die Gebäudenutzungszeiten und besondere Begleitverhalten angepasst werden.
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	25 <-30	>15-17	25 <-30	70 <-90		
Good	30 <-35	12-15	30 <-35	90 <-110		
Satisfactory	35 <-40	10 <-12	35 <-40	>110 <-120		
Satisfactory	>40-45					
<b>Wohngebäude / Residential / Immeubles résidentiels</b>						<b>Grundlegende Funktionale Zielsteuerung (TCM)</b> Während des morgentlichen Fahrverkehrs werden die besetzten Haltestellen in ungerade und gerade Haltestellen eingeteilt. Die oberen Fahrgänge übernehmen die Fahrgänge vom oberen Erdgeschoss und bringen diese in die obere Zone, während die unteren Fahrgänge die Fahrgänge vom unteren Erdgeschoss übernehmen und in die untere Zone befördern. Außerdem übernehmen die Zonenansteuerung Aufgaben und die TWSN Aufzüge können jede beliebige Etage bedienen. Ein Einsteigebzug sollte mindestens pro TWSN System vorgesehen werden, um alle Haltestellen bedienen zu können. Bei TWSN Konfigurationen ohne Einsteigebzug ist eine virtuelle Haltestelle für die obere oder untere Kabine vorzusehen.
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	30 <-35	>15-17	25 <-30	70 <-90		
Good	35 <-40	12-15	30 <-35	90 <-110		
Satisfactory	40 <-45	10 <-12	35 <-40	>110 <-120		
Satisfactory	>45-50					
<b>Offres retenus par ThyssenKrupp Elevator pour les immeubles résidentiels</b> <b>Tafels de direction (10% montant, 10% descendant)</b>						<b>Der Stockwerkzustand für die Haupttrage 1 &amp; 2 muss mindestens 6.000 [mm] betragen. Der Scheitelzustand während der Fahrt ist dynamisch und ist abhängig von der tatsächlichen Geschwindigkeit der beiden Aufzüge.</b>
Niveau de qualité	Temps de trajet nominal [s]	Capacité de transport [P/h]	Temps d'attente moyen [s]	Temps moyen jusqu'à la destination [s]		
Excellent	30 <-35	>15-17	25 <-30	70 <-90		
Good	35 <-40	12-15	30 <-35	90 <-110		
Satisfactory	40 <-45	10 <-12	35 <-40	>110 <-120		
Satisfactory	>45-50					
<b>ThyssenKrupp Elevator Vorgaben für betriebl. Wohnen</b> <b>Richtungsanfahrer (10% aufwärts, 10% abwärts)</b>						<b>Grundlegende Doppeldecker-Anordnung</b> Während des morgentlichen Fahrverkehrs werden die besetzten Haltestellen in ungerade und gerade Haltestellen eingeteilt. Die oberen Doppeldeckerkabinen übernehmen die Fahrgänge vom oberen Erdgeschoss und bringen sie in die geraden Haltestellen, während die unteren Doppeldeckerkabinen die Fahrgänge vom unteren Erdgeschoss übernehmen und sie in die ungeraden Haltestellen bringen. Außerhalb der Fahrkabinen kann jede beliebige Etage innerhalb der Zone bedient werden.
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	30 <-35	>15-17	25 <-30	70 <-90		
Good	35 <-40	12-15	30 <-35	90 <-110		
Satisfactory	40 <-45	10 <-12	35 <-40	>110 <-120		
Satisfactory	>45-50					
<b>School / University</b>						<b>Erklärung der Simulationmethode gem. TFE</b>
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	20 <-25	>15-17	20 <-30	60 <-80		
Good	25 <-30	12-15	25 <-30	80 <-100		
Satisfactory	30 <-35	10 <-12	30 <-35	>100 <-120		
Satisfactory	>35-40					
<b>ThyssenKrupp Elevator Proposals for School / University</b> <b>Class lift (10% up, 10% down)</b>						<b>Statische angegebenen Förderleistungsberechnungen beruhen auf Simulationen Neben den technischen Aufzugsparametern ist die jeweilige Simulationsdauer möglich für die Ergebnisanalyse. ThyssenKrupp Aufzüge empfehlen die Handling Capacity 2 Personen (HC/2) mit 3 Minuten Vorbereitungs- und 3 Minuten Nachlauf zu simulieren, um ein realistisches Szenario darzustellen über 15 Minuten zu erhalten. Erfahrungswerte zeigen, dass 1x0 Minuten Simulationen nicht ausreichend sind und zu optimistischen Ergebnissen neigen.</b>
Quality Level	Nominal Travel Time [s]	Handling Capacity (HC) [P/h]	Average Waiting Time [s]	Average Time to Destination [s]		
Excellent	20 <-25	>15-17	20 <-30	60 <-80		
Good	25 <-30	12-15	25 <-30	80 <-100		
Satisfactory	30 <-35	10 <-12	30 <-35	>100 <-120		
Satisfactory	>35-40					

©Tapiou Rouhainen, Thyssen Krupp, Planungsmaterialien Verkehrssimulation



Reiszeit / Journey Time / Temps de Parcours

Reiszeit	
Abgang	Ankunft
Aufstiegsraum	Türöffnung
Türöffnung	Türöffnung
Passagierraum	Passagierraum

Symbole / Diagrams

100% + 21 persons - 0.17 m/s

90% + 17 persons - 0.21 m/s

65% + 12 persons - 0.33 m/s

Building type	Estimated population (persons/m²) (average)	Arrival rate (%)
<b>Wohnen</b>	1.5-1.9	10-15
<b>Wohnen/sozialer - luxury</b>		
Studio	1.0	
1 bedroom	1.5	~ 8 %
2 bedroom	2.0	
3 bedroom	3.0	
<b>Wohnen/sozialer - normal</b>		
Studio	1.5	
1 bedroom	1.8	8-8 %
2 bedroom	3.0	
3 bedroom	4.0	
<b>Wohnen/sozialer - low density</b>		
Studio	2.0	
1 bedroom	2.5	6-7
2 bedroom	4.0	
3 bedroom	6.0	
<b>Hospital</b>	3.0 (green flag) (healthcare setting)	6-10
<b>Schule</b>	0.5-1.0/m² (not available)	10-20
<b>Office (multiple tenancy):</b>		
regular	10-12 m² (not available)	11 - 16
prestige	15-18 m² (not available)	10-17
<b>Office (single tenancy):</b>		
regular	8-10 m² (not available)	16
prestige	10-20 m² (not available)	10-17

**Handlungsempfehlungen/Recommendations**

Während des morgendlichen Fußverkehrs wird die von den TWINB-Außenzonen besetzte Zone in eine virtuelle obere und untere Zone unterteilt (markiert mit rot [1] und blau [2]). Die Zonen können individuell den Gefühlsanforderungen angepasst werden. Außerhalb des Fußverkehrs sind beide Zonen aufgabenspezifisch und die TWINB-Außenzonen können je betriebliche Tätigkeit unter Beachtung der Sicherheitsabstände bedient werden.

**During the morning up peak the zone, which the TWINB lifts serve, is virtually subdivided into an upper and lower zone (marked red [1] and blue [2]). The zones can be easily adjusted in the life of the building to accommodate changes in the tenancy arrangements. After the morning up peak the control of the TWINB system allows to open up the internal zone and both TWINB cars are free to serve any floors in accordance to the safety distance.**



# ENTWURF

## BAUPLATZ BESCHREIBUNG

New York City ist eine pulsierende Stadt, welche nicht nur in der Umsetzung von Sicherheitskonzepten die höchsten Massstäbe setzt sondern auch in Punkto Nachhaltigkeit, CO<sub>2</sub> Reduktion und Energiemanagement eine Vorreiterrolle einnehmen will. So hat sich NYC einen plaNYC2030 verordnet, der mit den Zielen der übergeordneten Instanz NYSERDA harmoniert. NYSERDA ist eine Abkürzung und steht für 'New York State Energy Research and Development Authority'. Diese Institution gibt es als eine gemeinnützige Gesellschaft bereits seit 1975. Ihre Aufgaben betreffen neben der Energiewirtschaft auch die Schaffung von Wohnraum in Form von

Eigenheimen und Mehrparteieneinheiten und dem Ausbau von erneuerbaren Energieträgern und infrastrukturelle Massnahmen.<sup>26</sup>

In dieses Programm fällt in Teilbereichen auch das Immobilienprojekt 'Hudson Yards Projekt'. New York City sieht sich einer wachsenden Bevölkerungszahl durch Zuwanderung konfrontiert. Eine Million neuer Einwohner sollen Hochrechnungen zufolge im Jahre 2030 in den fünf Bezirken (Bronx, Queens, Brooklyn, Staten Island und Manhattan) Platz finden.<sup>27</sup>

Darunter auch in Manhattan. Hudson Yards Projekt soll für zehntausende Einwohner Platz zum Wohnen, Arbeiten, Shoppen und Orte für kulturelle Angebote bereit stellen. Hudson Yards ist das größte private Immobilienentwicklungsprojekt der Geschichte der USA und teilt sich in zwei große Bauabschnitte - Western Rail Yards und Eastern Rail Yards.<sup>28</sup>

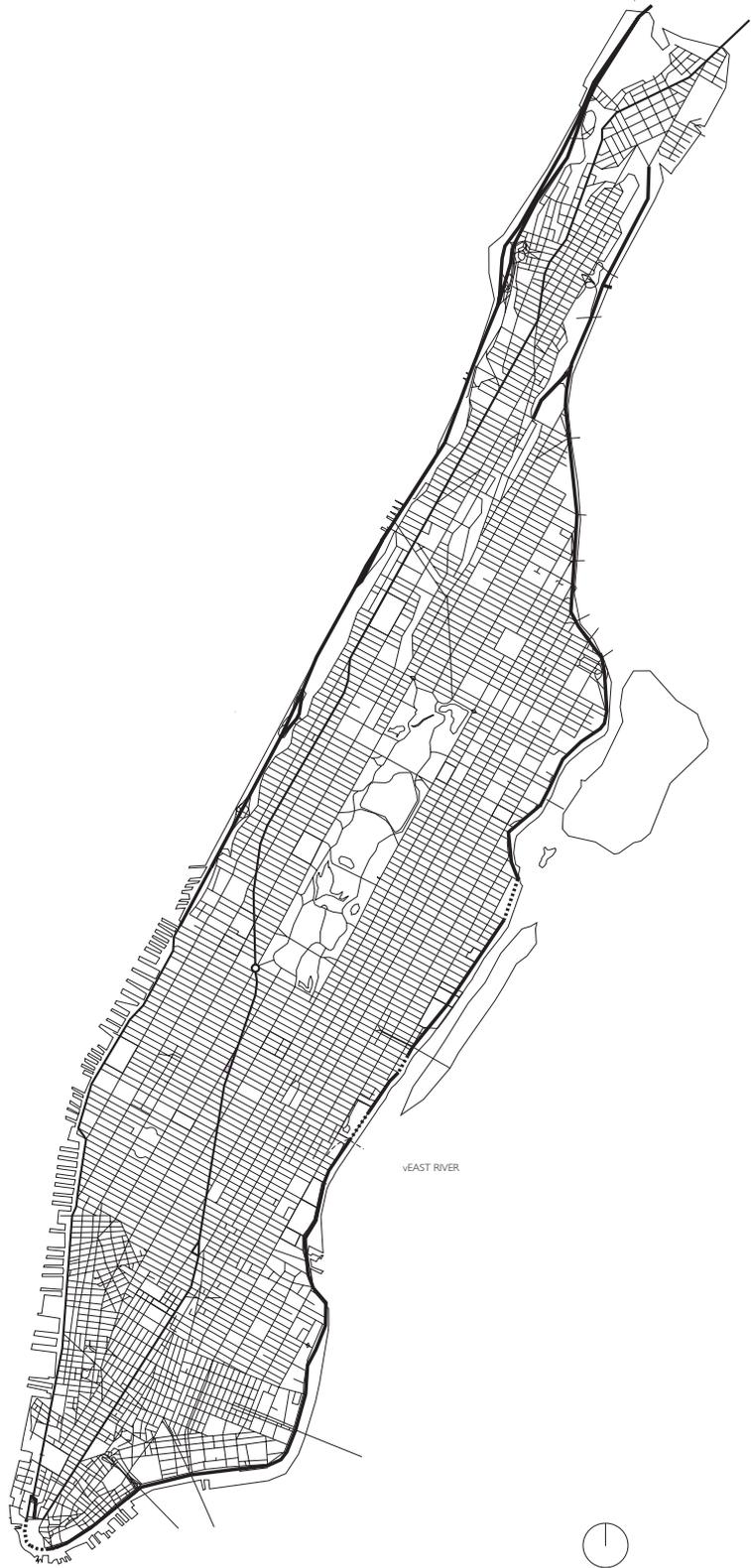
Der von mir gewählte Bau- platz liegt auf den Eastern Rail Yards und tangiert die wunderbare High Line.

Die genaue Positionierung meines Baukörpers am Grundstück liegt am südöstlichsten Eck des Eastern Rail Yards. Viele Teile des Grundstücks können aufgrund der zu erhaltenen Gleisanlagen nicht direkt bebaut werden. Der Masterplan sieht vor, dass eine Mega-Konstruktion die Gleise überspannt und darauf eine Parkanlage und eine Shopping Mall angesiedelt werden. An den Ecken des Eastern Rail Yards (ERY) stehen die Mixed Use Gebäude.

26 Vgl. [www.nyserda.ny.gov](http://www.nyserda.ny.gov)

27 Vgl. plaNYC2030 unter <http://www.nyc.gov/html/planyc2030/html/theplan/the-plan.shtml>

28 Vgl. <http://www.hudsonyardsnewyork.com/the-story/building-hudson-yards>



HUDSON RIVER

EAST RIVER

Upper Bay



HUDSON RIVER

EAST RIVER

Freedom Tower

Penn Station

EMPIRE STATE BUILDING

CENTRAL PARK



HUDSON YARDS PROJECT - Gebäudemassen nach Masterplan Stand 2011





**NEW YORK  
KLIMADATEN**

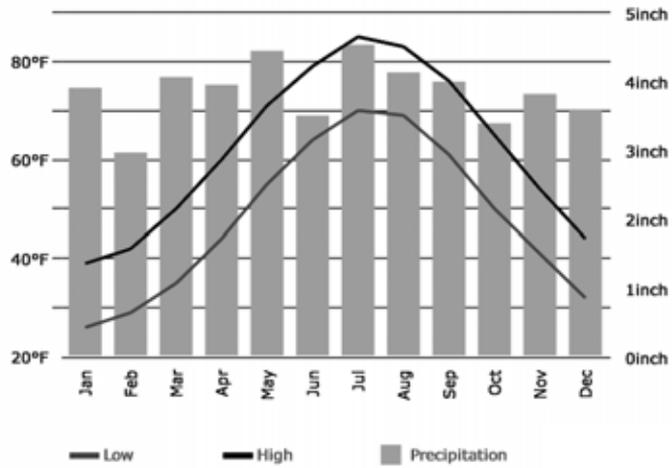


Abbildung 38

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
Average high in °F:	39	42	50	60	71	79
Average low in °F:	26	29	35	44	55	64
Av. precipitation in inch:	3.9	2.95	4.06	3.94	4.45	3.5
Days with precipitation:	11	10	12	11	11	10
Hours of sunshine:	154	171	213	237	268	289

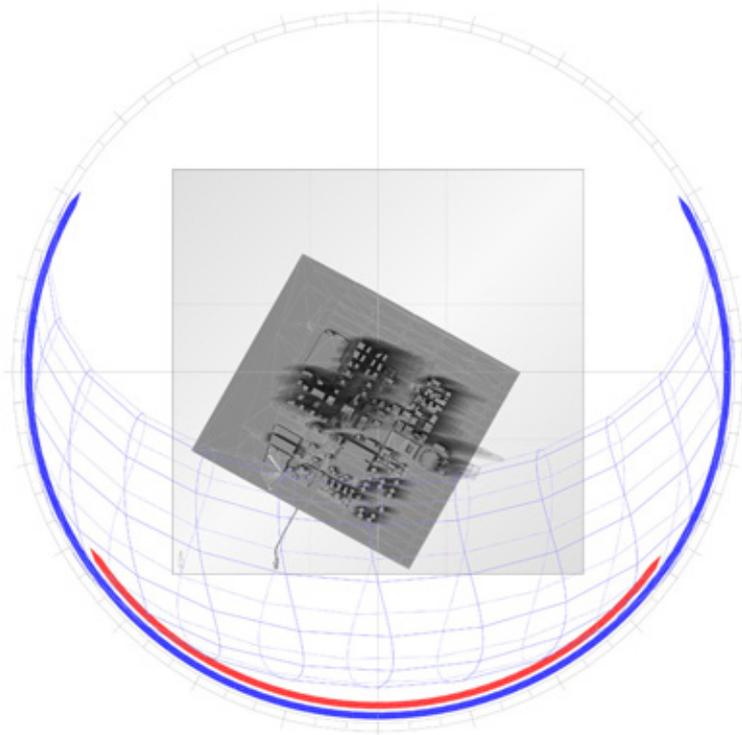
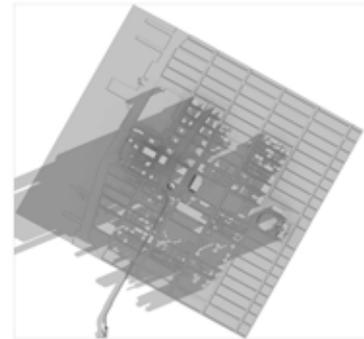
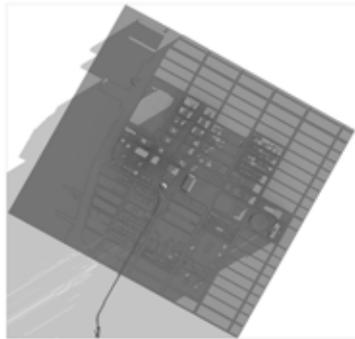
  

	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average high in °F:	85	83	76	65	54	44
Average low in °F:	70	69	61	50	41	32
Av. precipitation in inch:	4.53	4.13	3.98	3.39	3.82	3.58
Days with precipitation:	11	10	8	8	9	10
Hours of sunshine:	302	271	235	213	169	155

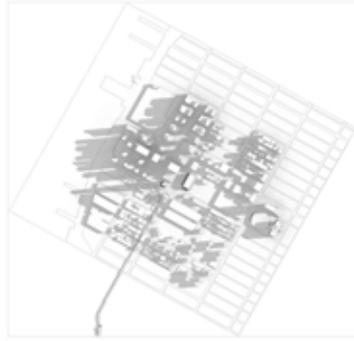
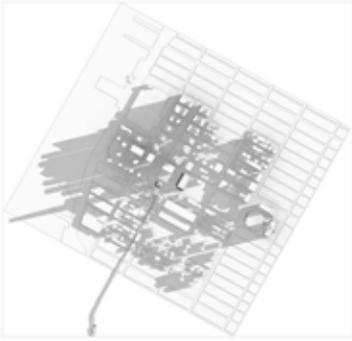
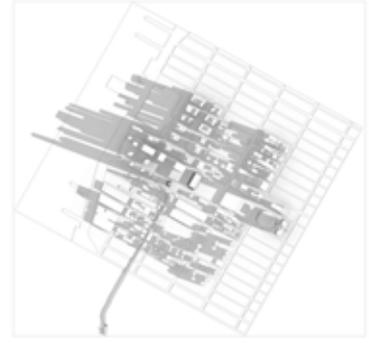
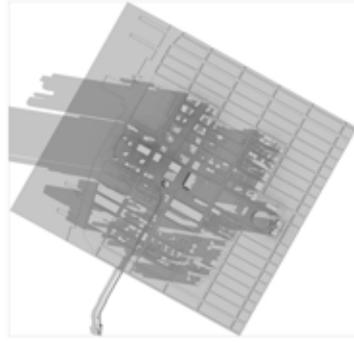
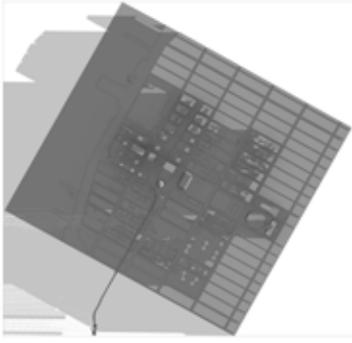
Abbildung 39

# VERSCHATTUNGSSTUDIE

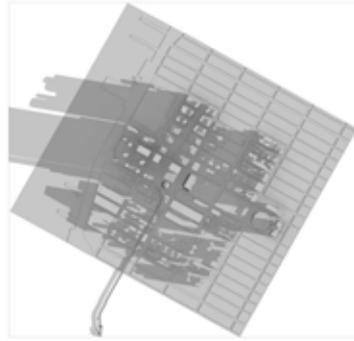
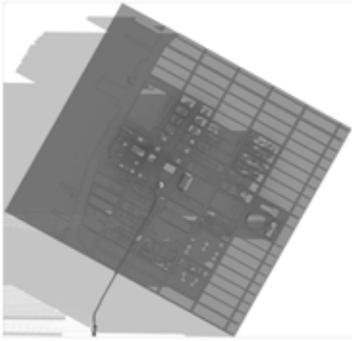
21.6.2014



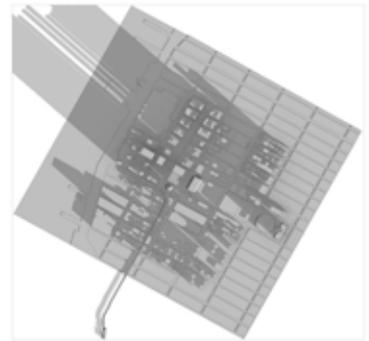
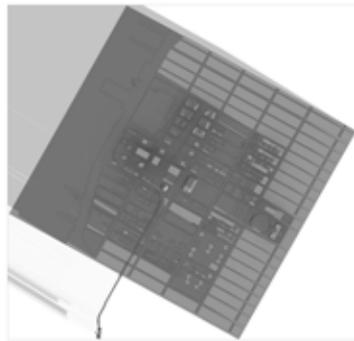
21.3.2014

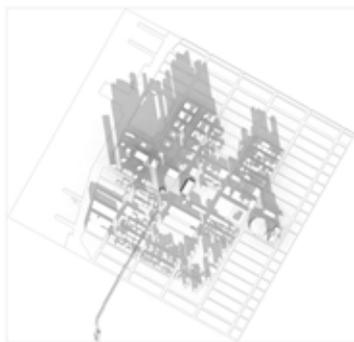
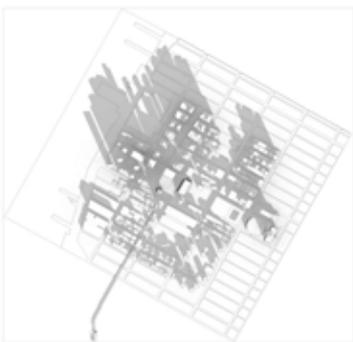
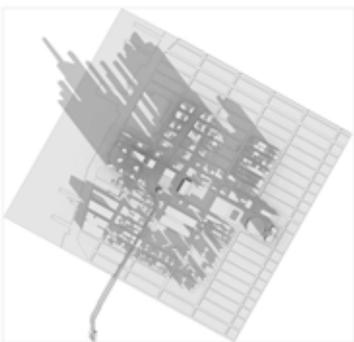


23.9.2014

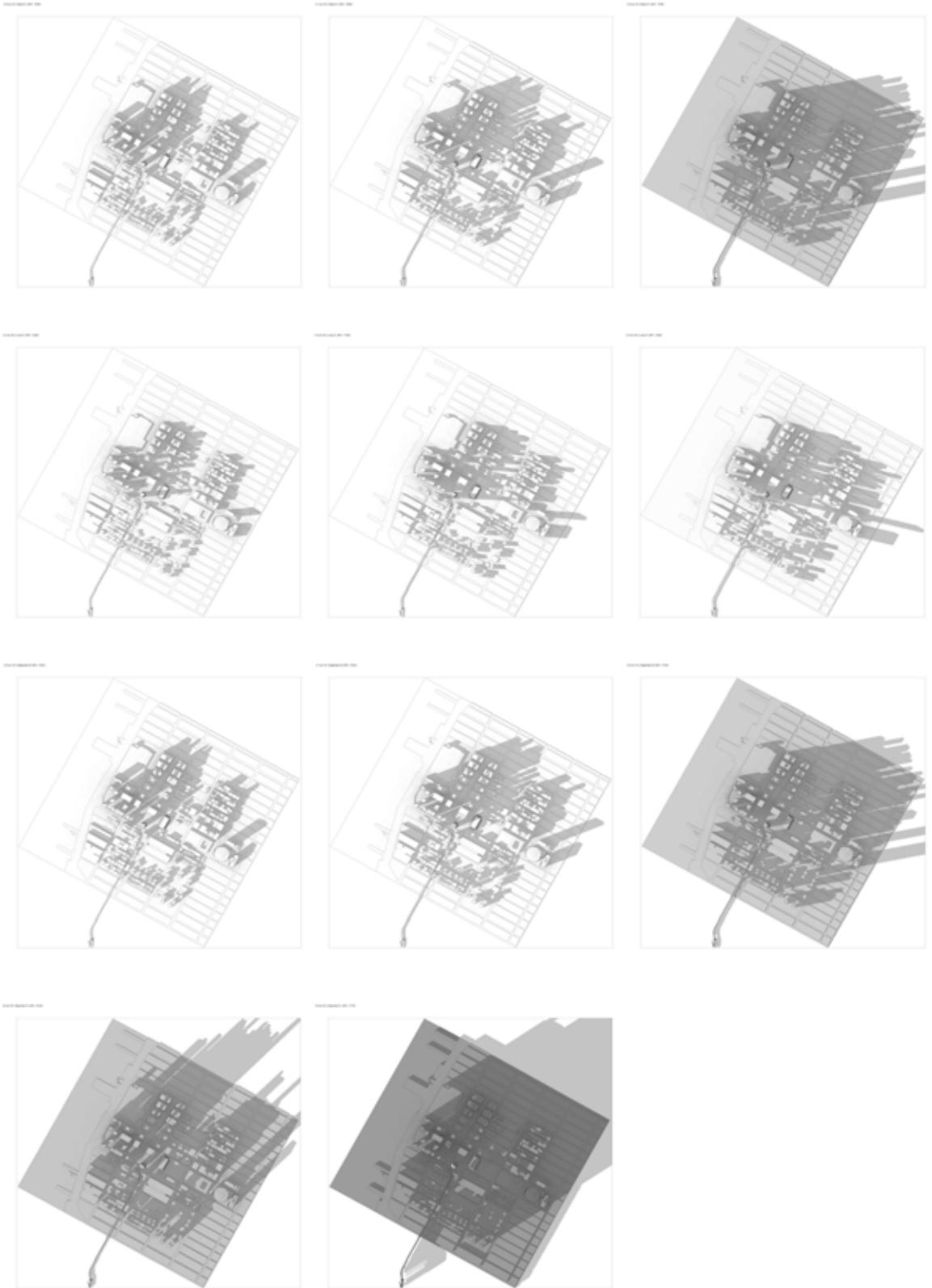


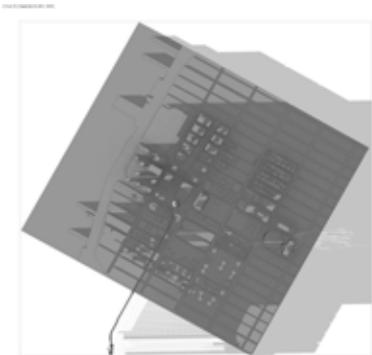
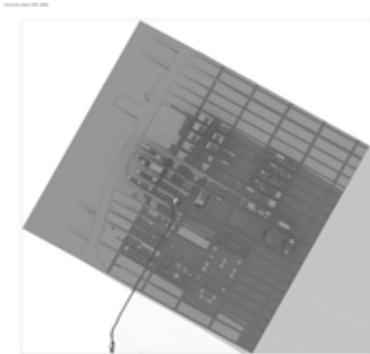
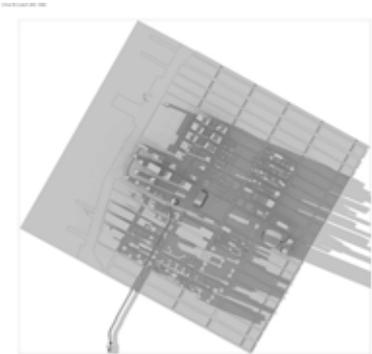
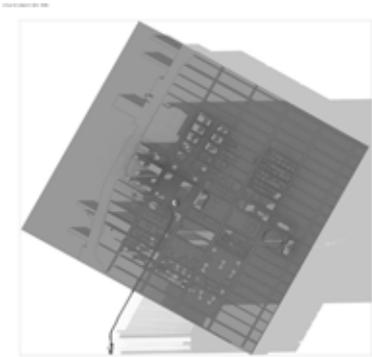
21.12.2014









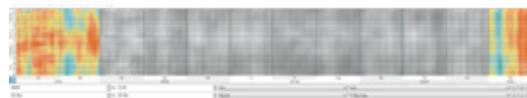
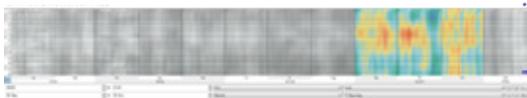
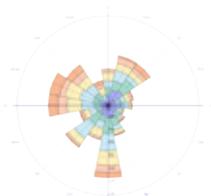
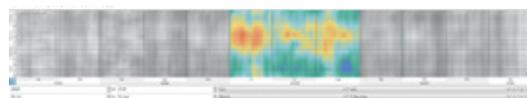
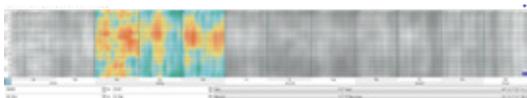
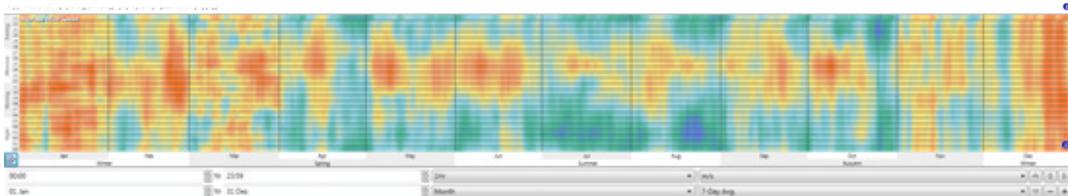
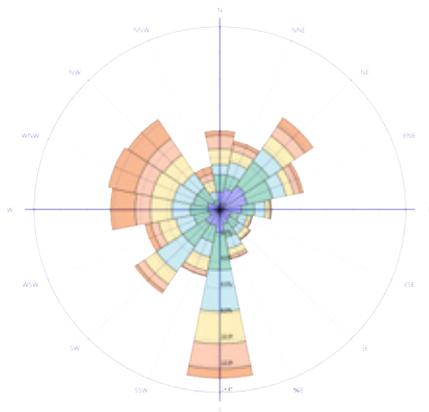


## WINDROSEN AN BAUPLATZ

Wie man an den Grafiken erkennen kann, ist der Wind beinahe das ganze Jahr über aktiv, mit teils hohen Windschwindigkeiten.

Diese nehmen mit der Höhe sogar zu und können sich abhängig von der Exponiertheit sogar verdoppeln.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Vgl. Hausladen u.a. 2005, 184.



**ENTWURF**

Der Entwurf stellt die Auseinandersetzung zweier Hauptthemen dar: Die Leitidee war, das Thema der Plus Energie mit dem des polarisierenden Typus des Hochhauses zu verknüpfen.

Damit treffen unweigerliche Konsequenzen aufeinander: Der Anspruch des Plus-Energie-Themas nährt sich aus zwei Positionen. Der Vermeidung von Verlusten und unnötig hohen Verbräuchen sowie der Nutzung von anstehenden Potentialen aus regenerativen Energiequellen.

Der Begriff ‚regenerativ‘ ist hier als eine auf menschliche Zeitmassstäbe wie wenige Jahre, Jahrzehnte oder Generationen, bezogene Zeitspanne zu verstehen. Die Windkraft und die Sonnenkraft seien hier nur stellvertretend erwähnt. Jedoch in meinem Entwurfsansatz stellen sie diesbezüglich die Hauptquellen dar.

Die Sonnenkraft ist in direkter und indirekter Form nutzbar: Direkt, also jene Energiemenge, welche während der Sonnenscheindauer in unserer Atmosphäre, unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades der jeweiligen Technologie, als nutzbare Größe ansteht. Indirekte Sonnenkraft meint hier die oberflächennahe Geothermienutzung. Hier wird gespeicherte Sonnenenergie aus dem "Erdreich" nutzbar gemacht. Die erwähnte Windkraft ist in seiner nutzbaren Dimension von der geographischen und topographischen Lage abhängig.

Die Typologie des Hochhauses bringt bereits geometrische Besonderheiten mit sich. Die Vertikalität ist die maßgebende Dimension und dadurch entstehen nicht nur hohe Beanspruchungen infolge hoher Vertikallasten, sondern auch die Horizontallasten steigen mit zunehmender Höhe.

Wie in vorherigen Kapiteln beschrieben, ist die Windkraft (neben Erdbeben und ungeplanter Schrägstellung) hier entscheidend. Genau diese Schnittmenge (Windkraft) macht es für mich interessant diese beiden Themen dahingehend zu betrachten und gestalterisch aufzugreifen.

Die Nutzung der Windkraft soll nicht nur durch die klimatischen Randbedingungen erzeugten Winde, in Form von Windrädern erfolgen, sondern auch Windkräfte welche infolge thermischer Effekte, auch innerhalb des Gebäudes, entstehen. Der bekannteste ist wohl der Kamineffekt. Mit ausreichender Höhe und einem permanenten Temperaturgefälle von der Spitze bis zur Sohle können hier konstante Auftriebswinde und damit einhergehende Sogwirkungen generiert werden.

Die anstehenden Winde werden im Entwurf nicht nur über das Tragwerk behandelt, sondern in das gesamte architektonische Konzept eingebunden. Im Bereich der

Plus-Energie- und Gebäudetechnikthematik soll die Windkraft die Verwendung von einer mechanischen Raumkonditionierung (Vollklimatisierung) überflüssig machen und die raumklimatische Kontrolle über vernakuläre Elemente (Prinzip Fensterlüftung) bewerkstelligen können.

In Anbetracht der lokalen Windsituation und der Bauplastik ergeben sich unterschiedliche Druckverhältnisse zu unterschiedlichen Zeiten an der Fassade. Dieser Umstand macht es beinahe unmöglich ein Hochhaus über Fensterlüftung zu be- und entlüften. Selbst Doppelfassaden sind in ihrer Konzipierung aufwendig und ziehen Konsequenzen nach sich (sommerliche Überhitzung, hoher Materialaufwand).

Mein Ansatz beschäftigt sich mit den Fragen, wie kann man diese wechselnden Bedingungen in kontrollierte wandeln und wie kann der Baukörper an sich zur Reduktion von Energiekonsumption beitragen.



# UMSETZUNG

Wie schon erwähnt sind die Windbedingungen zu eruieren und die Baukörperform zu entwickeln.

Dabei spielt die Nutzungsart eine entscheidende Rolle. In einem Gebäude mit unterschiedlichen Funktionen ist auf die differierenden Raumtiefen Rücksicht zu nehmen. Die dafür gewählte Form wurde von der kreisförmigen Grundform aus entwickelt. Der Kreis stellt das zweidimensionale Pendant zur Kugel dar und damit den kompaktesten Baukörper. Gemäß der Hochhauscharakteristik und dem Kreisquerschnitt entsteht durch eine Extrusion ein Zylinder.

Dieser hat den großen Vorteil, dass er im Gegensatz zu einem Quader unabhängig von der anströmenden Windrichtung, die gleichen Windverhältnisse an der Fassade und in seinem Nachströmverhalten bewirkt.

Die weitere Entwicklung vom kreisförmigen Grundriss zum elliptischen ist dem Funktionsmix, der Sonnenlaufbahn sowie dem städtebaulichen Ansatz geschuldet. Die grundlegende Gebäudeorientierung ist die Ost-West-Ausrichtung.

Süden ist die Hauptwindrichtung und stellt damit den meisten Winddruck auf das Gebäude dar. Die Fassade ist aufgrund mehrerer intensiver Windrichtungen sowie der über die Höhe ansteigenden Windgeschwindigkeit für den Wind perforiert. Die Perforation zeichnet sich an der Fassade durch das umlaufende mäandrierende Fugennetz ab. In diesem Fugennetz sind in jeder Geschossdecke Mündungen installiert durch die der Wind über eine Vorwärmungszone in ein Frischluftatrium gelangt. Diese Kanäle sind mit Rückschlagklappen ausgestattet, die eine Systemumkehr verhindern.

So kann gewährleistet werden, dass über diese Kanäle nur eine Lufteinbringung bewerkstelligt wird. Das Frischluftatrium ist daher immer mit einem leichten Überdruck belegt. Dieser Umstand stellt das erste kontrollierte System dar, das zur Einbringung vorwärmter Frischluft dient. Mittels eines Hohlbodensystems und Quellauslässen wird diese der jeweiligen Nutzung zugeführt.

Um nun die verbrauchte und kontaminierte Raumluft wieder abtransportieren zu können, habe ich der inneren Betonröhrenstruktur einen Abluftschacht vorgeschaltet. Dieser ist mittels eines einfachen Kanalsystems mit dem Nutzungsraum verbunden. Dieser Abluftschacht nimmt in seiner Querschnittsdimension linear zu und schließt dicht über einer trompetenförmigen Schachtmündung an die Solarkrone an.

Durch die regelmäßige Kopplung der Hauptnutzungen und der Haustechnikräume an diesen Abluftschacht, strömt kontinuierlich warme Abluft ein und erzeugt innerhalb des Schachtes eine laminare Strömung. Unterstützt wird diese Anbindung durch den minimalen Überdruck aus dem Atrium. Durch diese vertikale Luftbewegung wird wie bei einem Kachelofen ein leichter Unterdruck erzeugt. Dieser verhindert, dass kontaminierte Luft von unteren Geschossen in obere Geschosse eindringen kann. Der Unterdruck zieht förmlich Luft aus den Räumen ab und wird durch einfache Klappentechnik in seiner Intensität reguliert.

Die Solarkrone stellt eine klimatische Pufferzone dar: Sie besteht aus einer Stahlkonstruktion mit Glasfüllung. Die oberen Zonen der Krone sind offenbare Glasflächen, um die

Abluft schlussendlich entweichen lassen zu können. Diese steuerbare Durchlässigkeit der Solarkronen-Fassade ermöglicht je nach Wetterlage und Tageszeit die Temperatur der Abluftschachtmündung höher zu halten als die umliegende Aussentemperatur:

Durch die Installation des Abluftschachtes und des damit nutzbaren Kamineffekts wird das zweite kontrollierte System, welches zur Entlüftung verwendet wird, hergestellt.

Die Bombierung der Aussensilhouette rührt von den maximalen Raumtiefen der unterschiedlichen Nutzungsarten her und gibt dem öffentlichen Raum am Fuße des Gebäudes mehr Platz.

Diese Geste trägt dem ZONING LAW aus dem Jahre 1961 Rechnung.<sup>30</sup>

Der Baukörper ist in sieben Bereiche gegliedert.

Der erste ist der öffentlich, frei zugängliche Bereich, in dem kleine infrastrukturelle Einrichtungen wie Kindertagesstätten, Tagesbetreuungsstätten, Bibliothek, Internet-Access-Bereiche, Cafés, kleine Bioläden, Pop-Up-Stores, Studios, Präsentationsflächen für umliegende Dienstleister, Guerilla Events, Ärzte usw. Platz finden.

Der zweite Bereich ist der Büronutzung zugeschrieben, der von kleinen Bürostrukturen bis zu mehrgeschossigen Büroeinheiten belegt werden kann. Aufgrund der Baukörpergeometrie können auch sehr große Besprechungsräume oder Kontrollzentren installiert werden.

30 Vgl. Eisele/Kloft 2002,13.

Ebenso sind in einem Geschoss alle, beginnend bei ein bis dreihüftige Bürotypen sowie Zellen-, Großraum- und 'Hoteling Office'-Strukturen umsetzbar.

Der dritte Bereich ist der Wohnnutzung gewidmet. Der Wohnungsschlüssel sieht Wohngrößen von 30m<sup>2</sup> bis 90m<sup>2</sup> vor.

Der vierte Bereich ist einer speziellen Nutzung ange-dacht. Labor für Vertikale Landwirtschaft. Hier sollen unter realen Bedingungen die Möglichkeiten der vertikalen Landwirtschaft erprobt und erforscht werden können. Die Elementfassade ist hier von besonderem Vorteil, denn die mehrschichtige Konstruktion der einzelnen Elemente ermöglicht eine individuelle Abstimmung auf die gepflanzte Vegetation.

Der fünfte Bereich ist der Solarkrone und der Windturbinen vorbestimmt. Die Funktionsweise der Solarkrone wurde oben erläutert. Die Geometrie der Solarkrone ist so ausformuliert, dass zwischen den vier Einzelementen jeweils vier Darrieus-Rotor-Windturbinen Platz finden. Die mit der Höhe zunehmende Windgeschwindigkeit verdoppelt bis verdreifacht sich in diesen Höhen (>324m).

Der sechste Bereich ist der erste von zwei welche unterirdisch positioniert sind. Hier ist die Haupttechnikzentrale und der Anschluss an den Versorgungstunnel, dessen Zugang über ein benachbartes Gebäude erfolgt.

Der siebte und letzte Teilbereich ist der der Erdsonden. Das Erdsondenfeld ist über das gesamte Baugrundstück verteilt und reicht bis in eine Tiefe von 300m.

Durch das Positionieren des Atriums wurde eine in der Baukörper-tiefe differenzierte Zonierung erzielt, die visuelle Abwechslung und Attraktivität bereithält, wie auch den Kunstlichtbedarf verringert. Ersteres wird durch unterschiedliche Begrünungsarten erreicht und zweiteres durch Lichtlenkung.

Hier wird die an der Fassade anstehende Lichtmenge mittels eines Fresnellinsensatzes eingesammelt und über ein Lichtleiterkabel an den am Atrium gelegenen Geschossdeckenbereich geleitet und dort auch wieder abgegeben. Dadurch reduziert sich der Kunstlichtbedarf erheblich.

Die innere Betonröhren-tragstruktur ist um 90 Grad zur Baukörperausrichtung verdreht und leistet dadurch das größte Widerstandsmoment.



**FORMFINDUNGSPROZESS LINIE A  
GROBE BAUPLASTIK**



**FORMFINDUNGSPROZESS LINIE B  
INNERE GRUNDSTRUKTUR  
KUGEL  
KAMINEFFEKT**



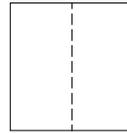
# Formfindungsprozess Linie A - grobe Bauplastik

## START

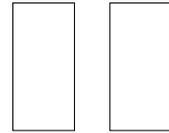
Schritt I



NY GRID  
Eastern Yards



BK-Teilung  
aufgrund zu tiefer BK  
Service-Kernlage  
in der BK-Mitte -  
sonsten sehr dunkle  
und unattraktive Mittelzone



## START

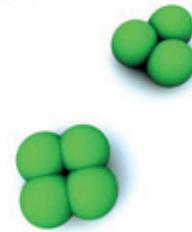
Schritt I

energetisch günstigste Form: Kugel

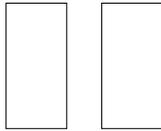


Doppelbelgung der Kugel:  
- energetischer Gesichtspunkt  
- Volumen/Platzhalter einer Funktion

kugelanordnung in Form eines Hochhauses  
I. 2D - Anordnung



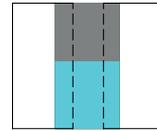
# Schritt 2



+



+



## IMPLEMENTIERUNG

separate Elemente wie  
 - Service Kern  
 - Atrium

- Atriumsqualitäten
- vorkonditioniertes Frischluftatrium (100%)
  - f. visuellen Komfort (100%)
  - Lichtquelle (30%)

# Schritt 2

2.3D - Anordnung

die Anordnung der Kugel erfolgt in einer 3er bzw 4er Array und wird in der Höhe jeweils um 120° bzw 90° versetzt. Das vertikale Raumgefüge / die vertikale Raumstruktur erzeugt dadurch eine effizientere Ausnutzung der Höhe, ohne zu viele Luftzwischenräume zu generieren. Die verbleibenden Luftzwischenräume werden unter dem Gesichtspunkt der horizontalen wie vertikaler Luftdurchströmung betrachtet. (Prinzip eines Holzschleierstoß) Sie hängen über die Höhe zusammen und umspülen die einzelnen Raumeinheiten

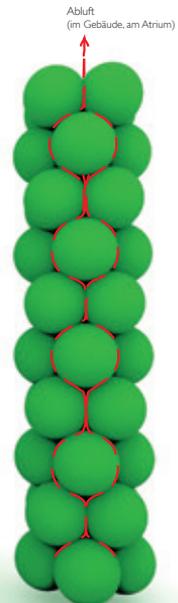
Variante 3Zellen



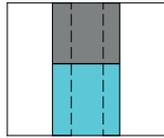
Variante 4Zellen



Zuluft



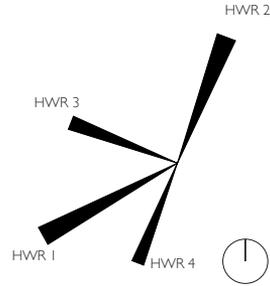
## Schritt 3



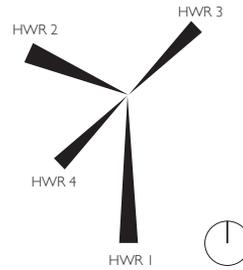
Konfrontierung  
mit der  
Windsituation  
in Manhattan



ideelle Darstellung des dynamischen Systems WIND  
ohne Berücksichtigung der Bebauung!



Datensatz Institut IEM (Navy)



Datensatz aus Windsimulationsprogrammen  
Wetterdatei \*.vea

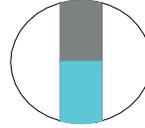
### Abluft und Zuluft als ein Netzsystem

Aufgrund der Windverhältnisse in NY ist eine Struktur gefragt, die mit den Gegebenheiten gut umgehen und sie nutzen kann. Da annähernd das gesamte Jahr über der Wind bläht, und auch die Windrichtung nicht eine singuläre ist, braucht es eine architektonische Antwort, welche die Systematik eines auf eine Hauptwindrichtung ausgelegtes Be- und Entlüftungskonzeptes auf ein 360° erweitertes System bereitstellt. Hierfür bietet sich eine Netzstruktur an die sich um das gesamte Gebäude wickelt. Die Belüftung wird über eine netzartige Fassadenfuge ins Gebäude eingebracht. In einem innenliegenden Atrium wird die Frischluft zwischengespeichert und auf dem Weg dorthin vorkonditioniert, ehe sie in die angrenzenden Funktionen eingebracht wird. Von dort gelangt die Abluft in ein netzartiges Abluftschachtsystem, das formal dem Zuluftnetz entspricht. Das Tragsystem legt sich formal an die Netzstruktur des Abluftschachtes und bildet dadurch eine röhrenartige Megatragstruktur aus.





Parameter  
Kompaktheit



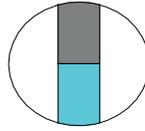
Schritt 3

Membran-Netz  
Schacht-Netz



Zellen sind in einer Glasfassade gefasst.  
Anhand der Zwischenräume erkennt man  
sehr gut die Freiräume für die Belüftung bzw  
der Entlüftung im Inneren (analog zur Fassadenebene)  
Aussenhaut: Wirkungsweise wie eine Membran  
Innenhaut: Wirkungsweise wie ein Schacht

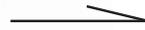
# Schritt 4



+

## OPTIMIERUNG

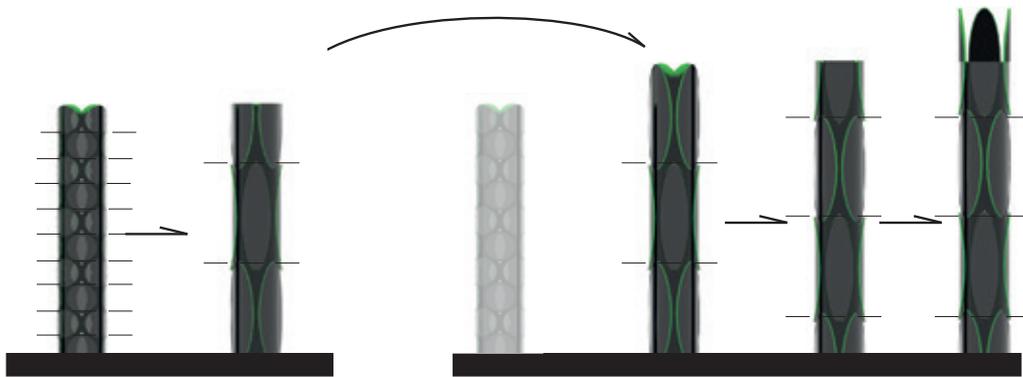
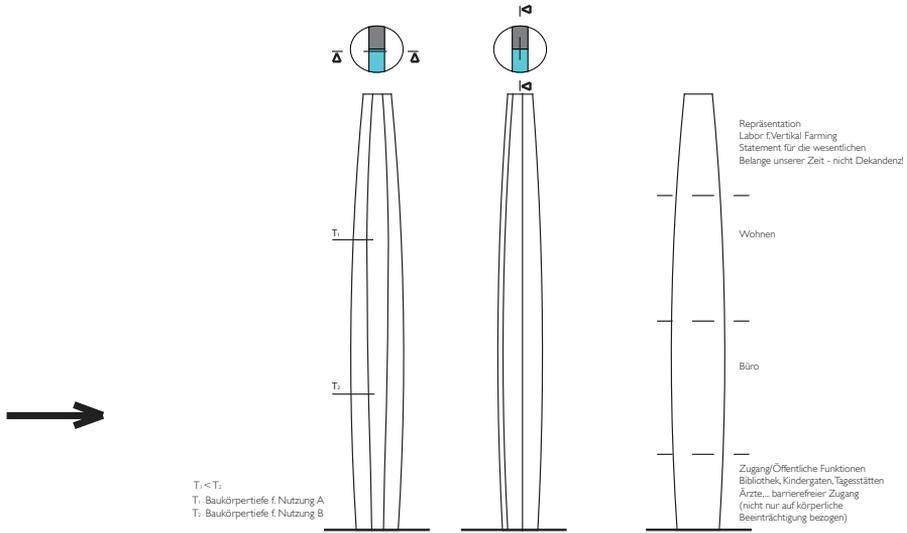
- der Zonen - Flächenverhältnisse der BK-Geometrie hinsichtlich der Nutzungsarten
- max. BK-Tiefe für Wohnnutzung
- max. BK-Tiefe für Büronutzung abhängig der Büroform
- 1-, 2-, 3- hüftig

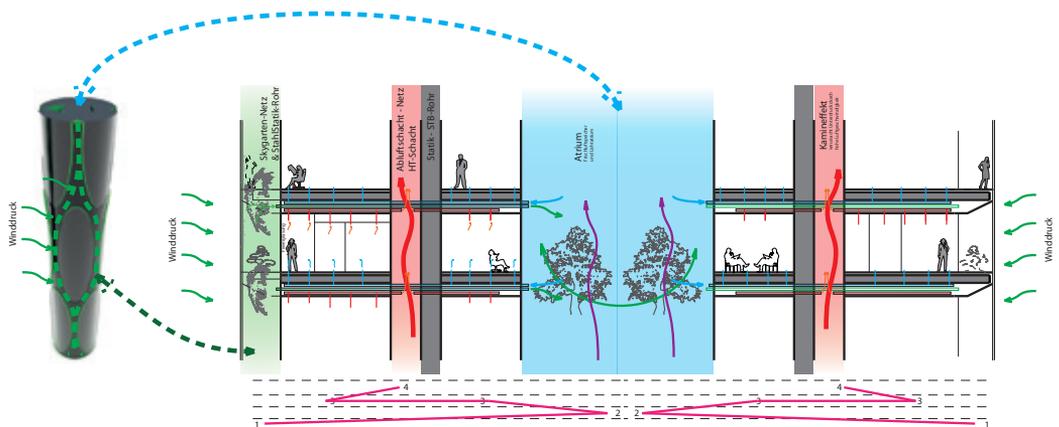
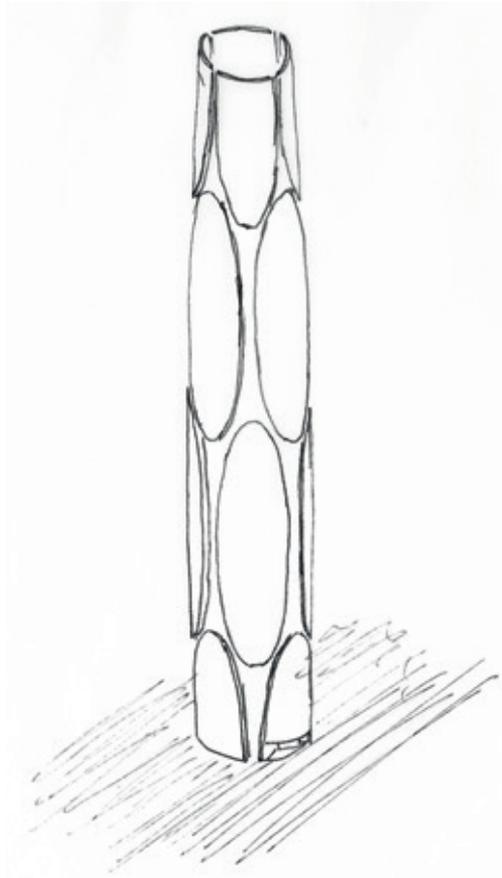


Zellenstruktur im Ausgangsmodell ist sehr kleinteilig und würde sich in einem anderen Projekt durchaus gut machen können.

Festlegung:

Kleinteiligkeit aufgrund der geringeren Abwechslung in der Höhenentwicklung weicht der Großform OVAL - Aerodynamik über die Höhe besser als im Urmodell vertiakle Fassadenteilung zeigt die Skylobbies an und die genaue Anzahl der inwohnenden Funktionen







# ANSICHTEN

**ANSICHT NORD**

+374,00

+348,60

+327,60

+323,40

+268,80

+256,20

+163,80

+151,20

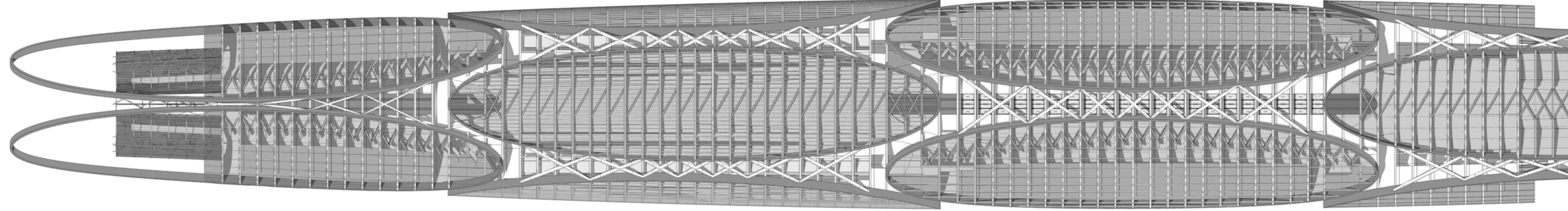
+58,80

+46,20

+12,60

+8,40

+0,00



**NORDANSICHT**  
M 1 : 500

**ANSICHT OST**

+374,00

+348,60

+327,60

+323,40

+268,80

+256,20

+163,80

+151,20

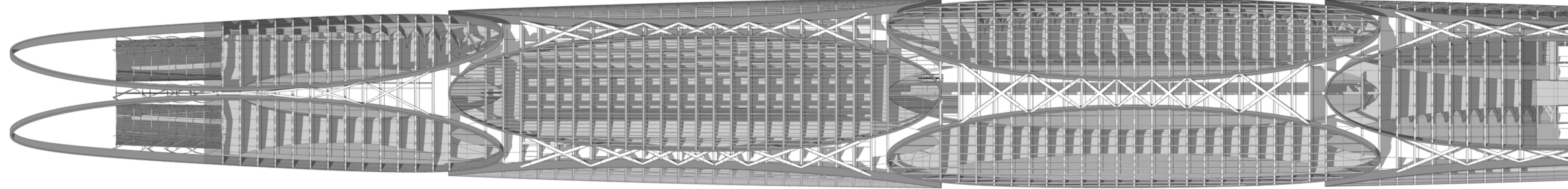
+58,80

+46,20

+12,60

+8,40

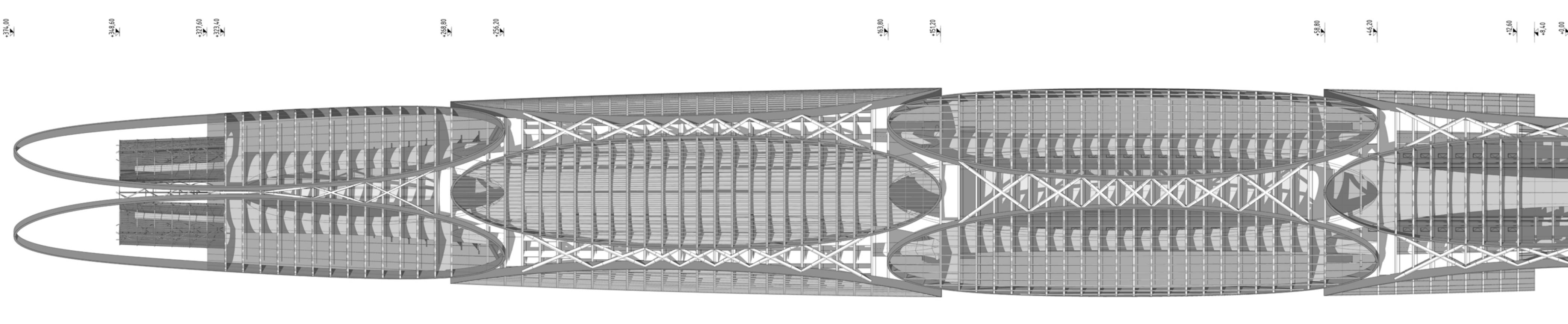
+0,00



**OSTANSICHT**

M 1 : 500

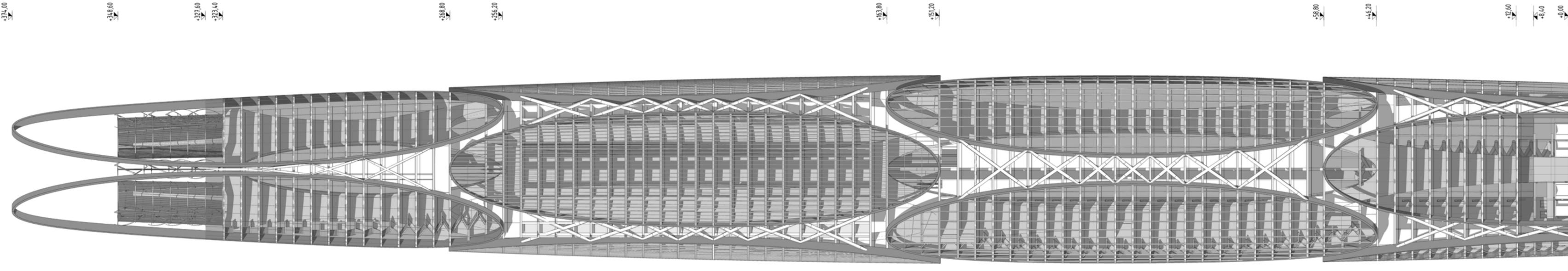
**ANSICHT SÜD**



**SÜDANSICHT**

M 1 : 500

**ANSICHT WEST**



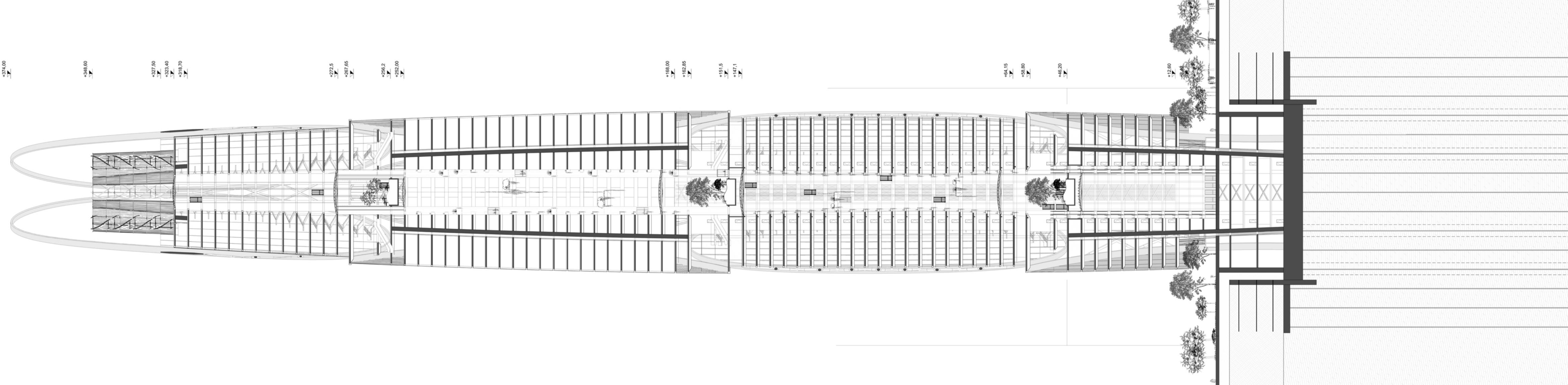
**WESTANSICHT**

M 1 : 500



# SCHNITTE

**SCHNITT A**

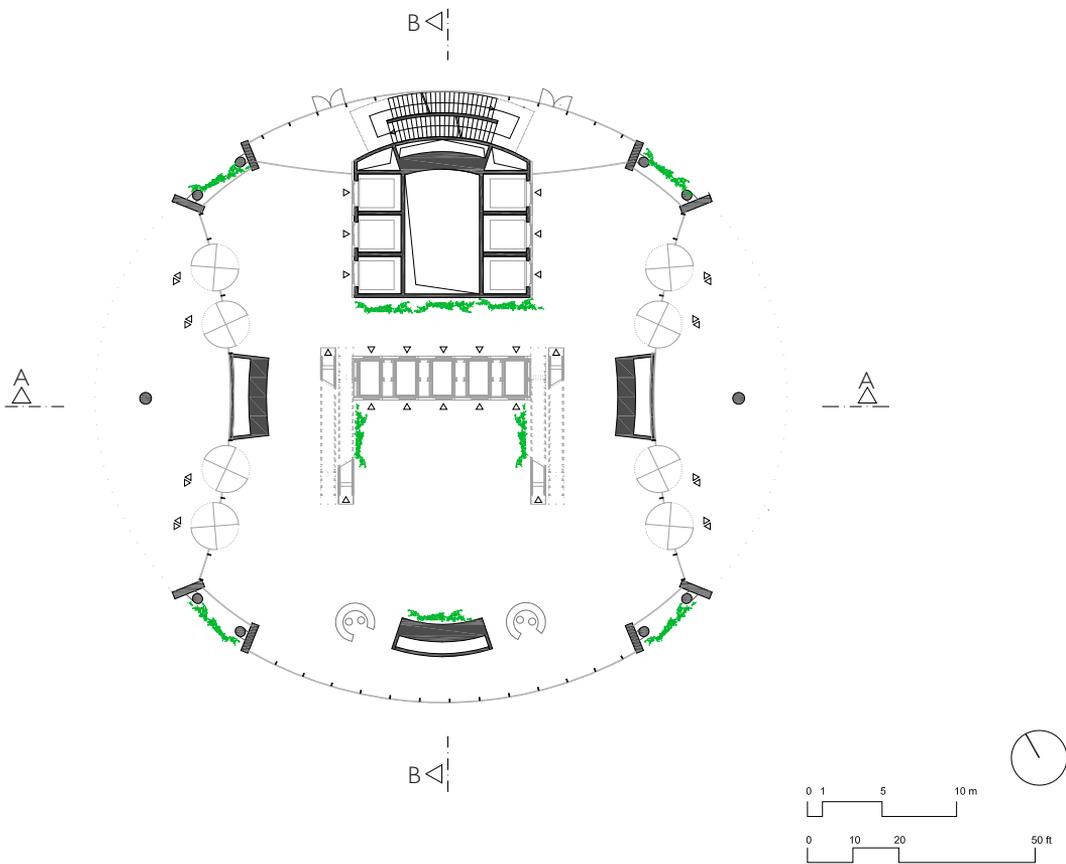


**SCHNITT B**

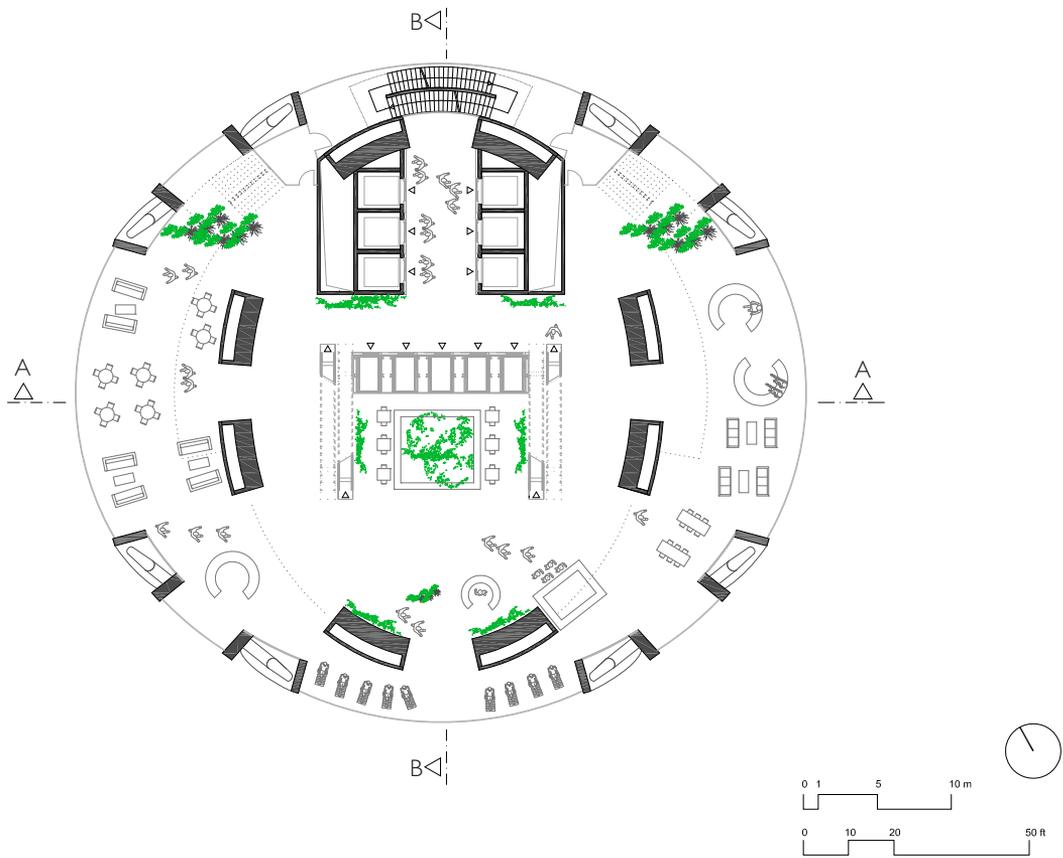


# GRUNDRISSE

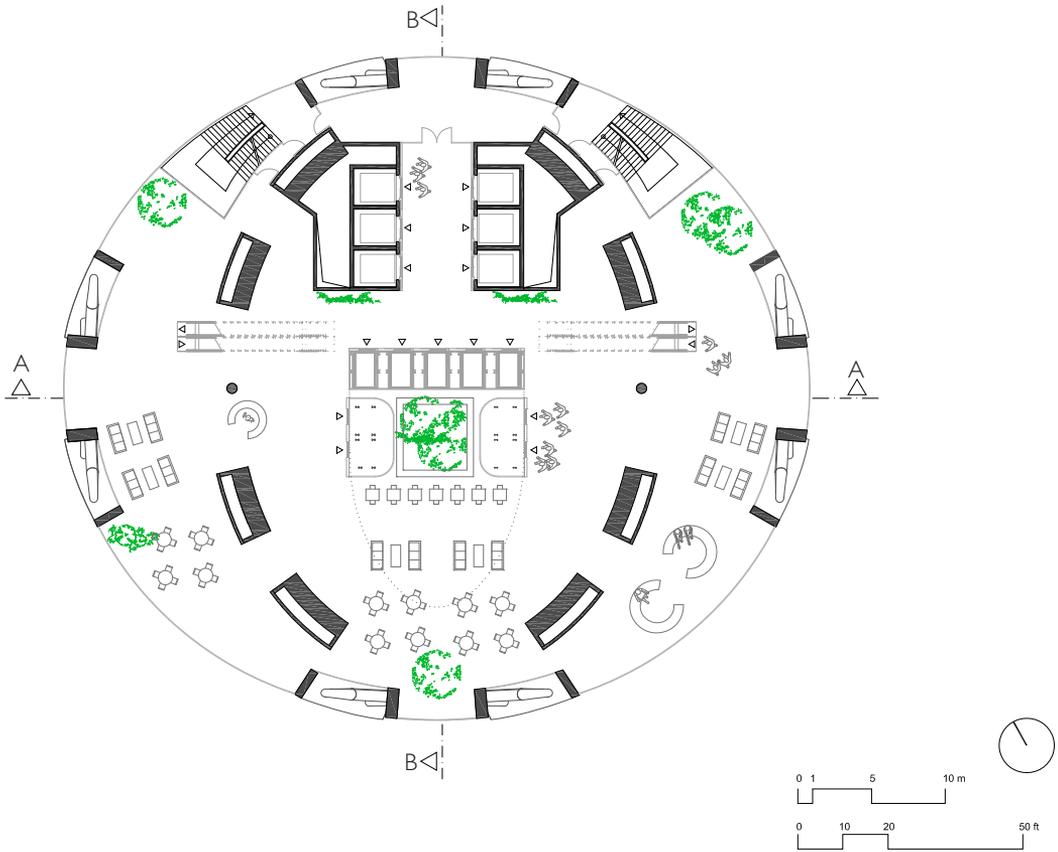
Eingangslobby Erdgeschoss



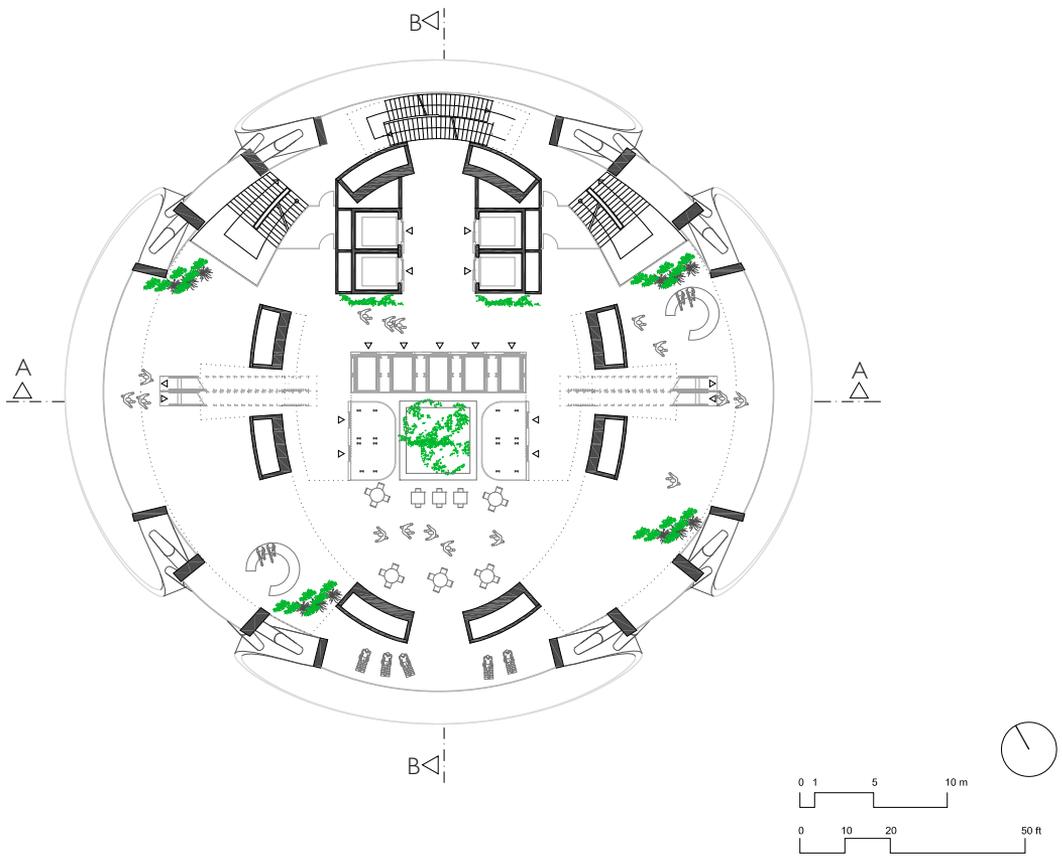
Skylobby | Obergeschoss II



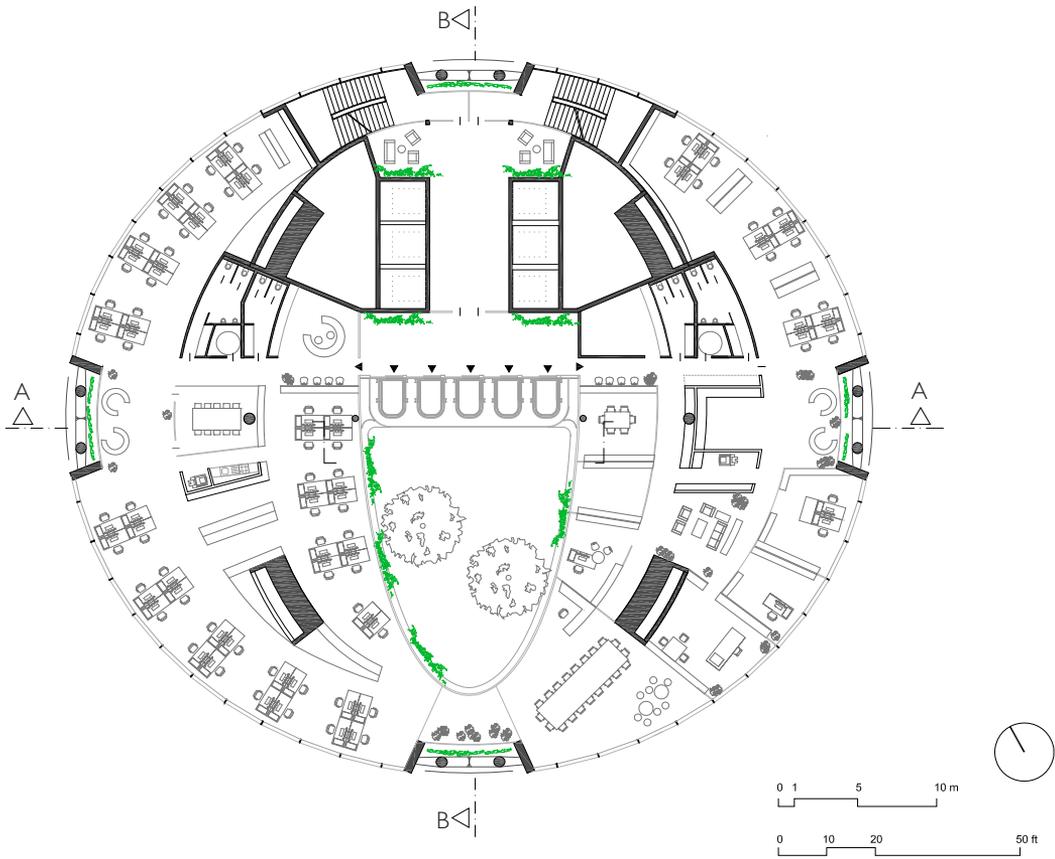
Skylobby 2 Obergeschoss 36



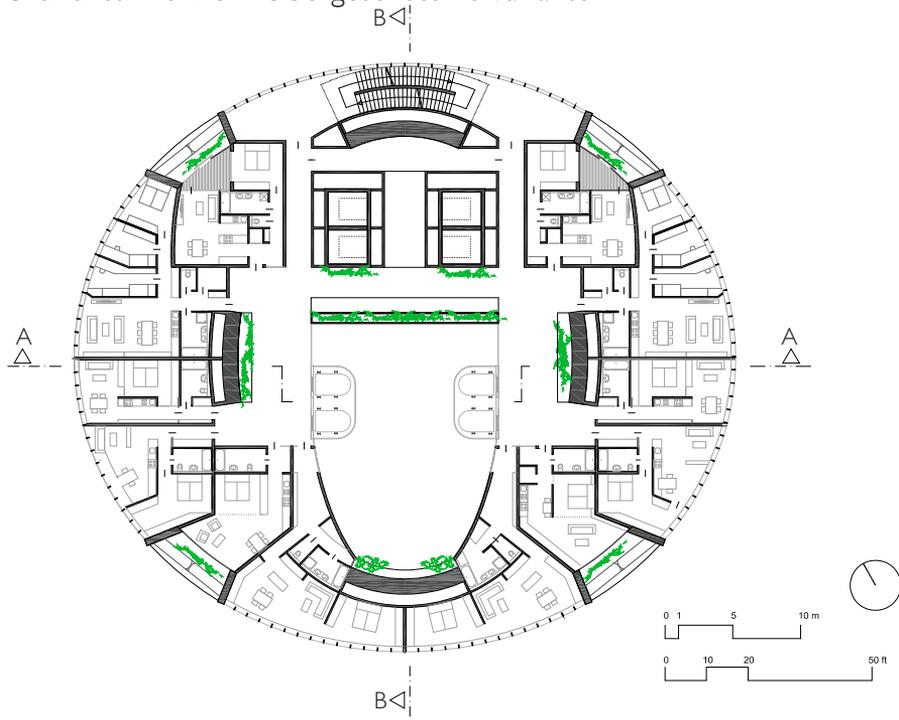
Skylobby 3 Obergeschoss 6l



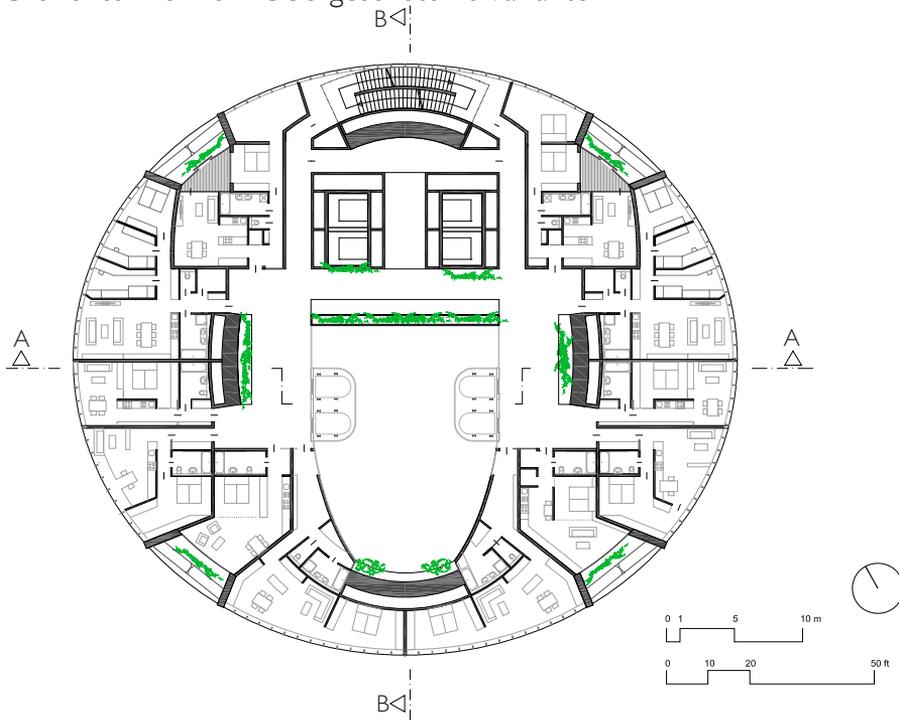
Grundriss Büro Obergeschoss 25



Grundriss Wohnen Obergeschoss 48 Variante I



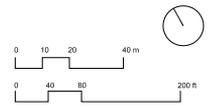
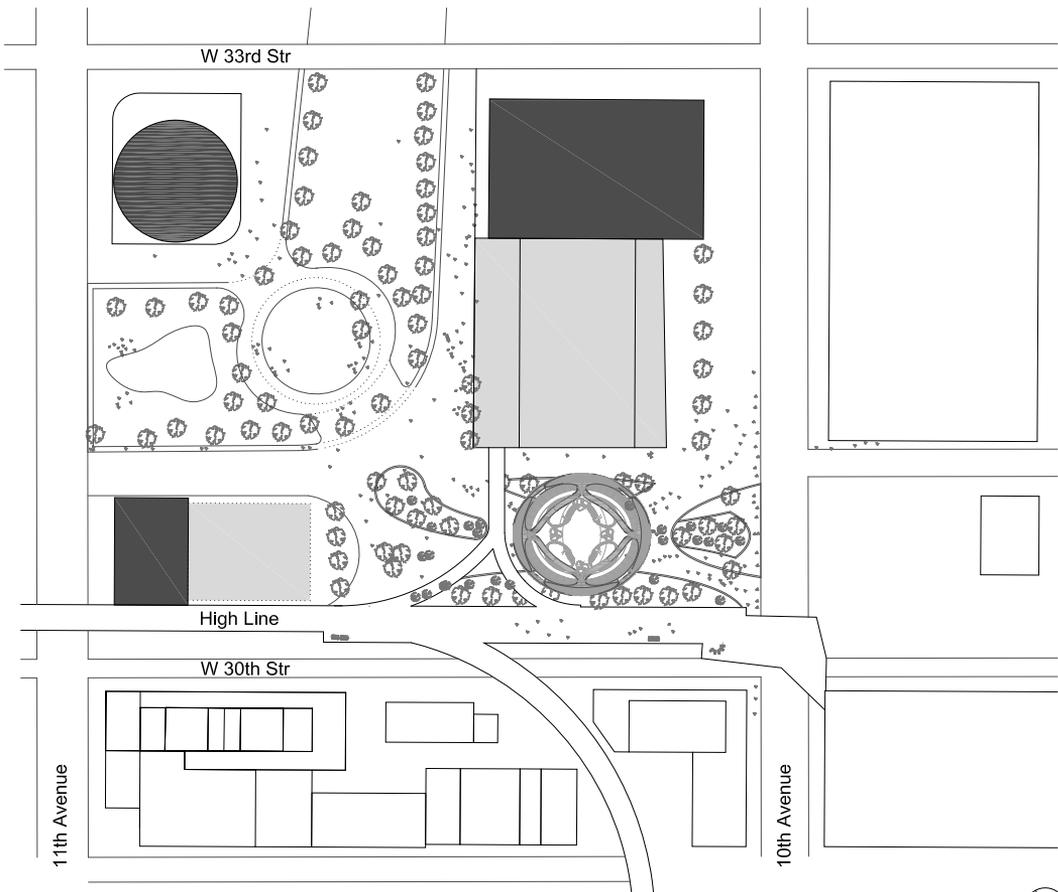
Grundriss Wohnen Obergeschoss 48 Variante 2



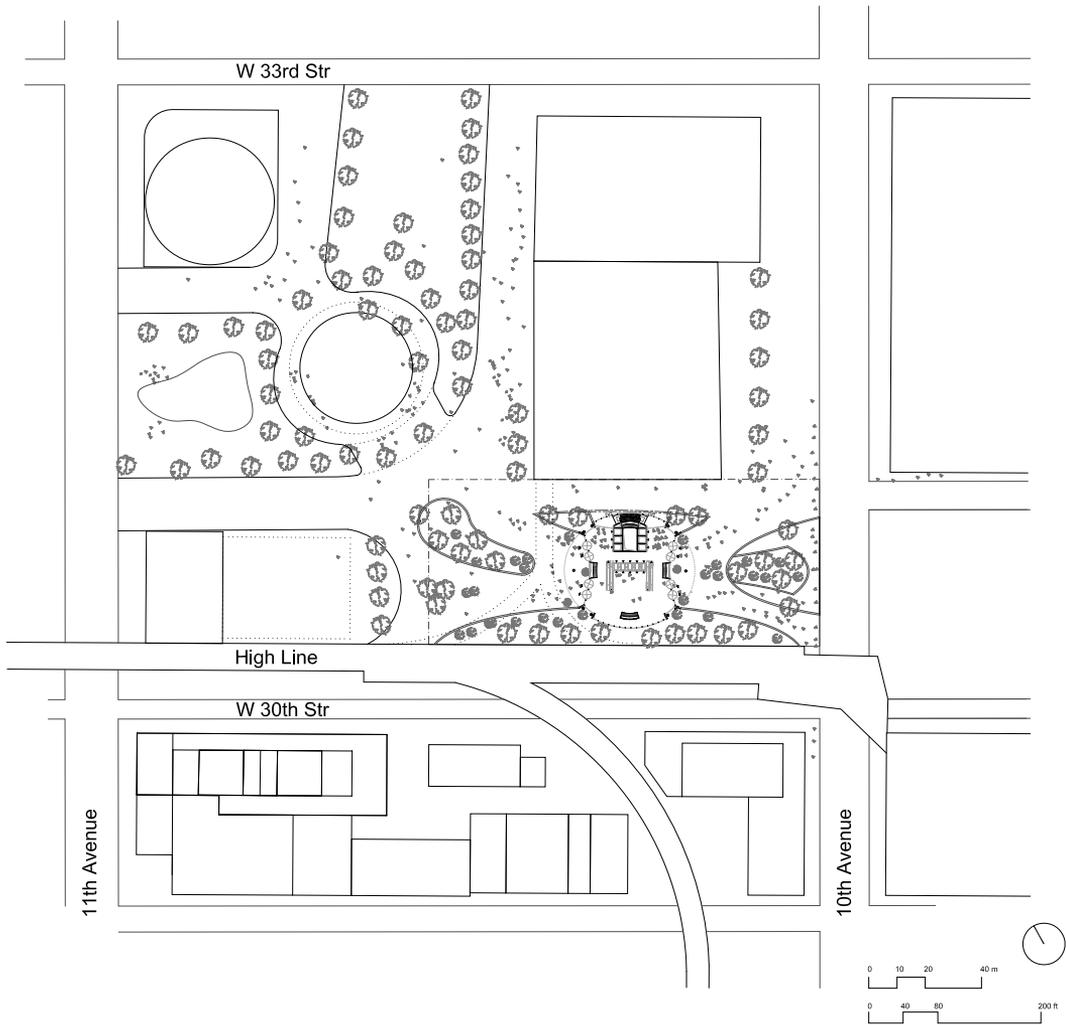


# LAGEPLAN

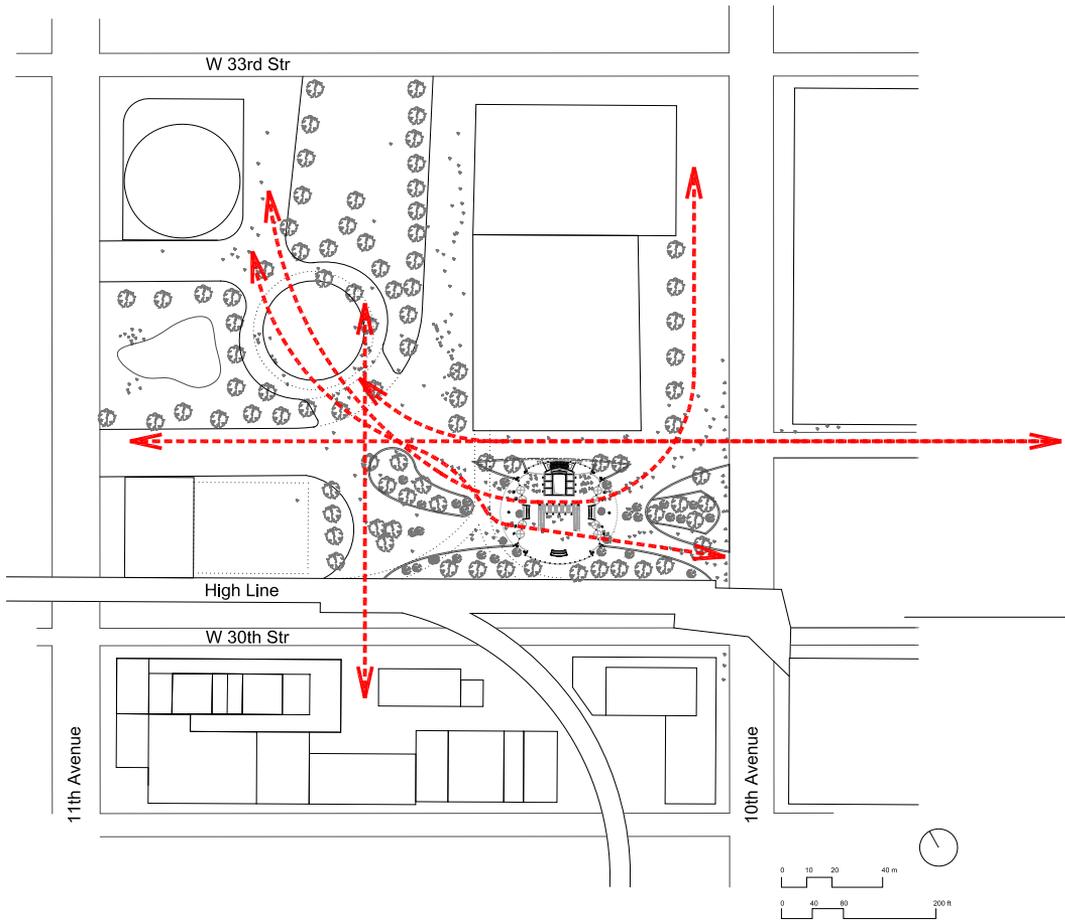
# Lageplan mit Dachdraufsicht



Lageplan mit Eingangssituation



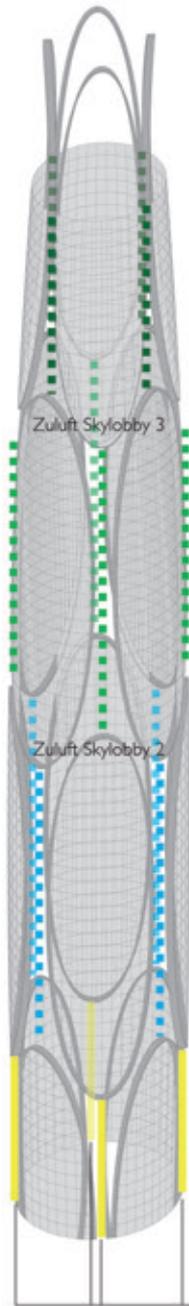
# Lageplan mit künftigen Wegenetzen





## LÜFTUNGSNETZ ÖFFNUNGEN IN DER FASSADE

Die Grafik zeigt die wechselnde Lage der Gebäudehüllenperforation. In Summe ergibt sich ein umlaufendes Netz und nimmt dadurch Bezug auf die wechselnden Windverhältnisse und deren Änderungen durch eventuelle künftige Baukörper.

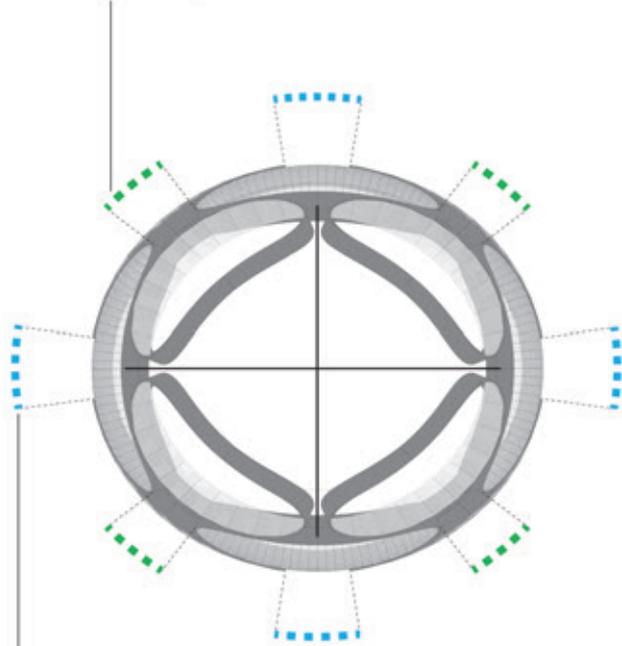


Zuluft Skylobby 3

Zuluft Skylobby 2

Zuluft im Sockelbereich inkl. Skylobby I über Erdkanal - Ansaugung im HY-Park  
(Wasserflächen und Grünflächen im Masterplan vorgesehen)

Zuluftöffnungen in der Fassade - Bereich Wohnen



Zuluftöffnungen in der Fassade - Bereich Büro

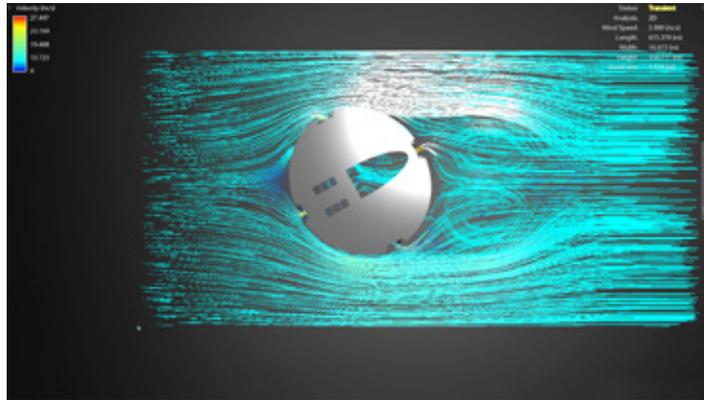


## WINDSIMULATIONEN AM EINZELGESCHOSS

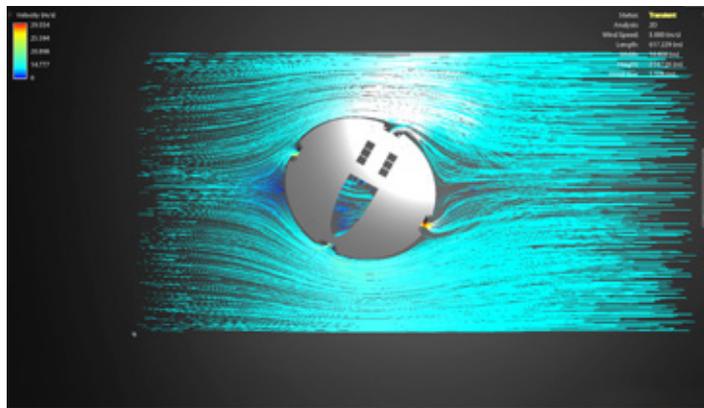


Mittels einer Windsimulationssoftware (FlowDesign®) wurde ein einzelnes Geschoss auf seine Perforationslage überprüft. Basierend auf den Winddaten (Windgeschwindigkeit und Windrichtung) wurde die Simulation durchgeführt.

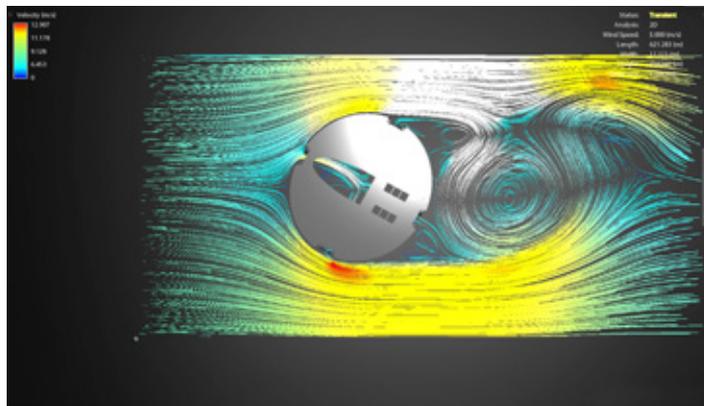
Gut zu erkennen ist die Einströmung des Windes in das Fugennetz und der dort platzierten Lüftungskanäle.



Windrichtung aus NO



Windrichtung aus West



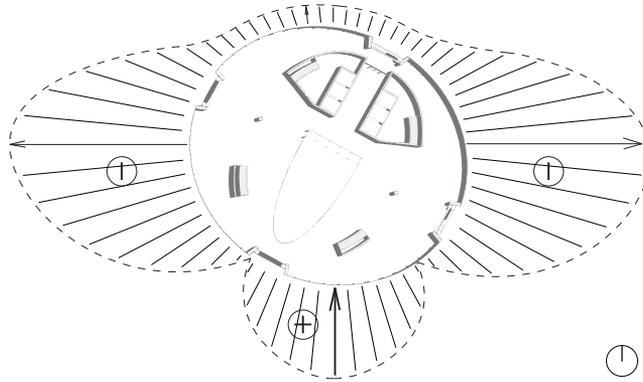
Windrichtung aus Süden



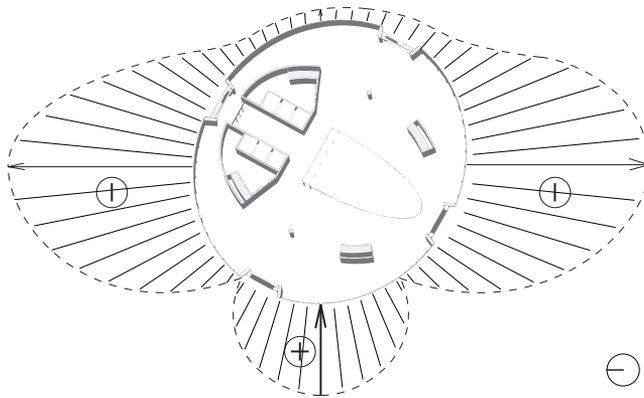
## DRUCK/SOG VERHÄLTNISSE AM EINZELGESCHOSS



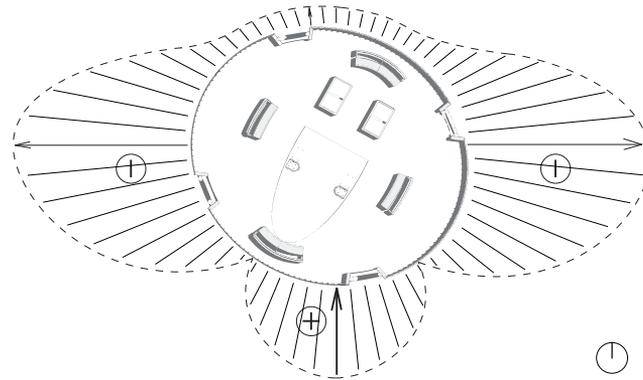
Die Grafiken zeigen abgängig  
von der Abströmrichtung, wo  
die Druckbereiche und die  
Sogbereiche an der Fassade  
auftreten.



Hauptwindrichtung Süden  
Bürogeschoss



Hauptwindrichtung Westen  
Bürogeschoss



Hauptwindrichtung Süden  
Wohngeschoss

# ZULUFTKONZEPT

$$Q_2 = (Q_1 + Q_3) - \eta \cdot (Q_1 + Q_2)$$

Expander Sonderzelle!

$Q_2$  = Transmissionsverlust infolge Wärmelöschung in Bauteilen und Wärmeabstrahlung der Bauteile.

Winddruck / Jahr dh. kommt Wind / oder Geschwindigkeit wie lange das Jahr

$$V_w(t) = c \cdot \left(\frac{h}{h_0}\right)^n$$

$$= 0,7 \cdot \left(\frac{200}{100}\right)^{0,19}$$

$h_0 = 100 \text{ m} = 100 \text{ m}$   
 $h = 200 \text{ m}$   
 $c = 1,25 \text{ m/s}$   
 $n = 0,19$   
 $\rightarrow$  Tab. D.9.1 S. 48

Druckwindch:  $p = c_p \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2$  [Pa]

$c_p$  = Winddruckkoeffizient [Abgibt] (aus)  
 $\rho$  = Dichte d. Luft  
 $v$  = Windgeschwindigkeit

$p =$  (für  $v = 10 \text{ m/s}$ )

$-18^\circ$	= 1,057 kg/m <sup>3</sup>
$-10^\circ$	= 1,252 kg/m <sup>3</sup>
$0^\circ$	= 1,293 kg/m <sup>3</sup>
$+5^\circ$	= 1,275 kg/m <sup>3</sup>
$+10^\circ$	= 1,257 kg/m <sup>3</sup>
$+15^\circ$	= 1,239 kg/m <sup>3</sup>
$+20^\circ$	= 1,221 kg/m <sup>3</sup>
$+25^\circ$	= 1,203 kg/m <sup>3</sup>
$+30^\circ$	= 1,185 kg/m <sup>3</sup>

Werte sind für  $v = 10 \text{ m/s}$  und  $\rho = 1,293 \text{ kg/m}^3$  bei  $0^\circ \text{C}$

größte Last der Wände  
 $P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \left[ \frac{A_{\text{Wind}}}{A_{\text{Wand}}} \right] \cdot \left[ \frac{A_{\text{Wand}}}{A_{\text{Wand}}} \right]$   
 $\rightarrow$  Windprofil erstellen über Windgeschw. in Höhe  
über Winddruck in Höhe und Temp.

in Lüftungsbeding: Arbeitsluft Menge

Kanalquerschnitt:  $A = \dot{V} / v$  [m<sup>2</sup>] im Gebäude

Kanalweite:  $\lambda = \frac{(2000/3600)}{4} = 0,138 \text{ m} \approx 138 \text{ mm}$  im Kanalweite

bei 600% und Luftdruck 112

$\lambda = \frac{(4000/3600)}{4} = 0,276 \text{ m} \approx 276 \text{ mm}$  im Kanalweite

Kanalquerschnitt und Kanalweite

$1,6 \text{ m} = 0,276 \text{ m} \rightarrow 0,119 \text{ m}^2$

$Q_{\text{AF}} > 0,119 \text{ m}^2$  dann erweitert

Lüftungsbedingung:

$\dot{V}_{\text{AK}} = n \cdot V_{\text{Raum}} = 90 \cdot 29 = 2610 \text{ m}^3/\text{h}$   $\rightarrow$  Primärlüftung

$\dot{V}_{\text{FK}} = A \cdot v_A = 1600 \cdot 2 = 3200 \text{ m}^3/\text{h}$   $\rightarrow$  Fördarlüftung

$\dot{V}_{\text{KL}} = V \cdot L = 5300 \cdot 2 = 10600 \text{ m}^3/\text{h}$   $\rightarrow$  Luftverdichtungs

$100 \cdot 0,05 = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$

Zu Luftmengen

$\dot{V}_{\text{AK}} = \frac{Q_{\text{AK}}}{[\rho \cdot c_p \cdot (Q_2 - Q_1)]}$

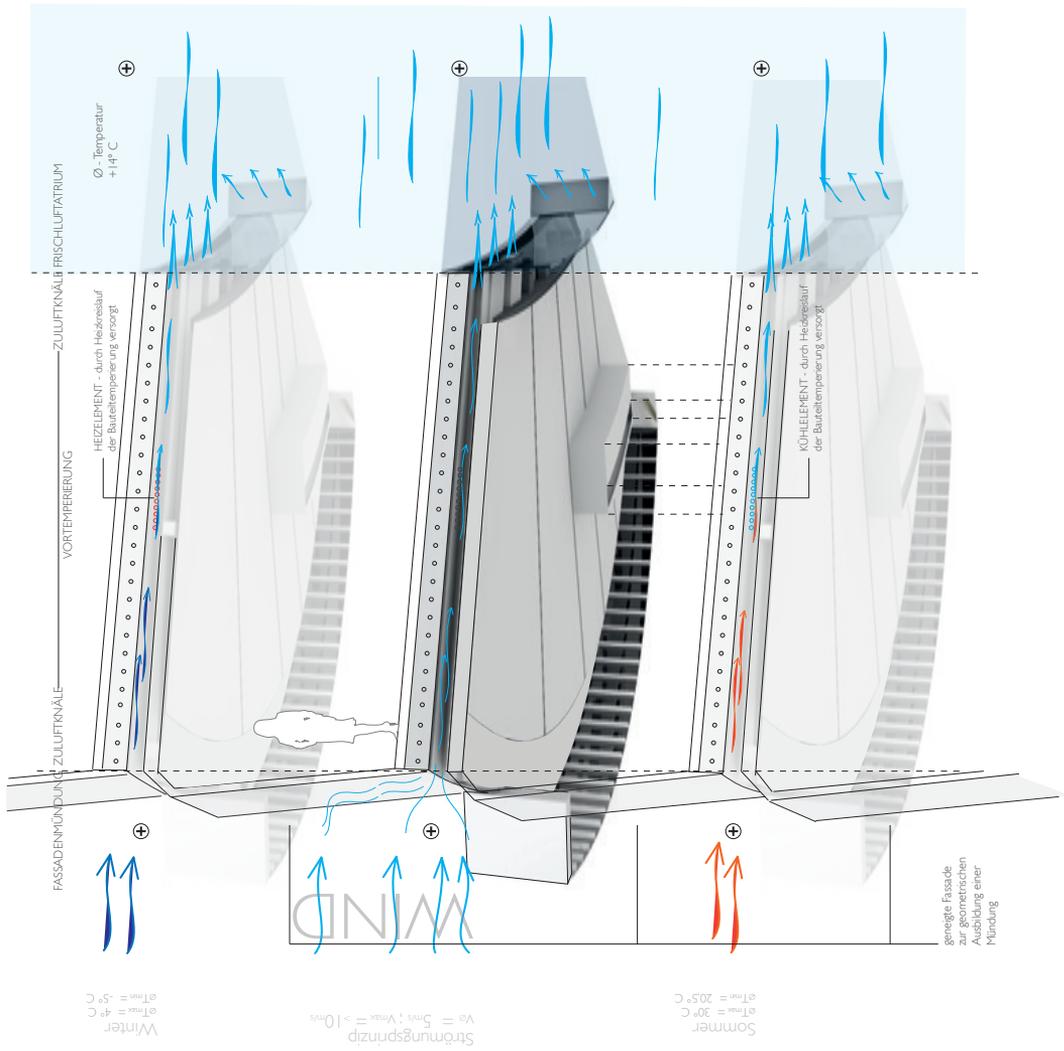
$\dot{V}_{\text{AK}} = \frac{24000}{[1,293 \cdot (20 - 20)]} = 7741 \text{ m}^3/\text{h}$

$\dot{V}_{\text{AK}} = \frac{24000}{[1,293 \cdot (15 - 20)]} = 205,15 \text{ m}^3/\text{h}$

Die mittlere Grafik zeigt das grundlegende Prinzip. Aufgrund der zuvor angesprochenen Windlasten wird die Luft über die Mündung in den Kanal eingedrückt und in das Frischluftatrium transportiert. Im Winter wie im Sommer bleibt dieses Prinzip gleich. Mit dem Unterschied, dass im Winter (obere Grafik) die kalte Aussenluft im Kanal vortemperiert wird, ehe sie im Frischluftatrium angelangt. Im Sommer hingegen (untere Grafik) wird die heisse Aussenluft im Kanal abgekühlt, bevor sie das Atrium erreicht.

Der Energieträger ist das Erdreich. Mittels Erdsonden und Wärmepumpe wird im Sommer gekühlt und im Winter die Grundtemperatur hergestellt.

Mittels den an der Mündung positionierten Klappen können zwei Effekte erzielt werden. Zum einen kann die Einströmmenge reguliert werden und zum anderen kann vermieden werden, dass Windsog das Prinzip umkehrt. Sollte zu wenig Winddruck anstehen kann mittels Ventilatoren das Prinzip unterstützt werden.



Strömungsprinzip  
 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ ;  $v_{\text{Wind}} > 10 \text{ m/s}$

Winter  
 $\vartheta_{\text{Tem}} = 4^\circ \text{C}$   
 $\vartheta_{\text{Tem}} = -5^\circ \text{C}$

Sommer  
 $\vartheta_{\text{Tem}} = 20,5^\circ \text{C}$   
 $\vartheta_{\text{Tem}} = 30^\circ \text{C}$

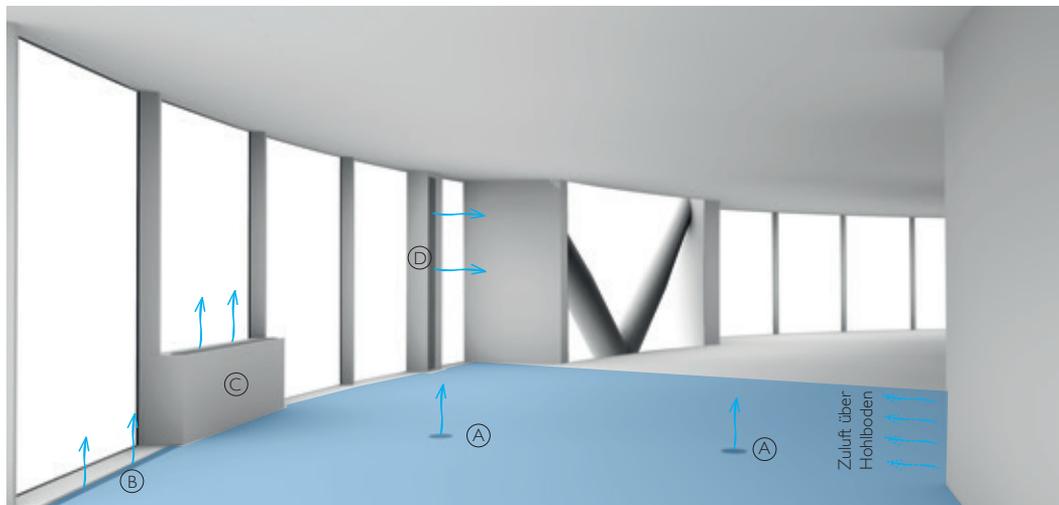
## RAUMLUFT ABLUFT ZULUFT KONZEPT

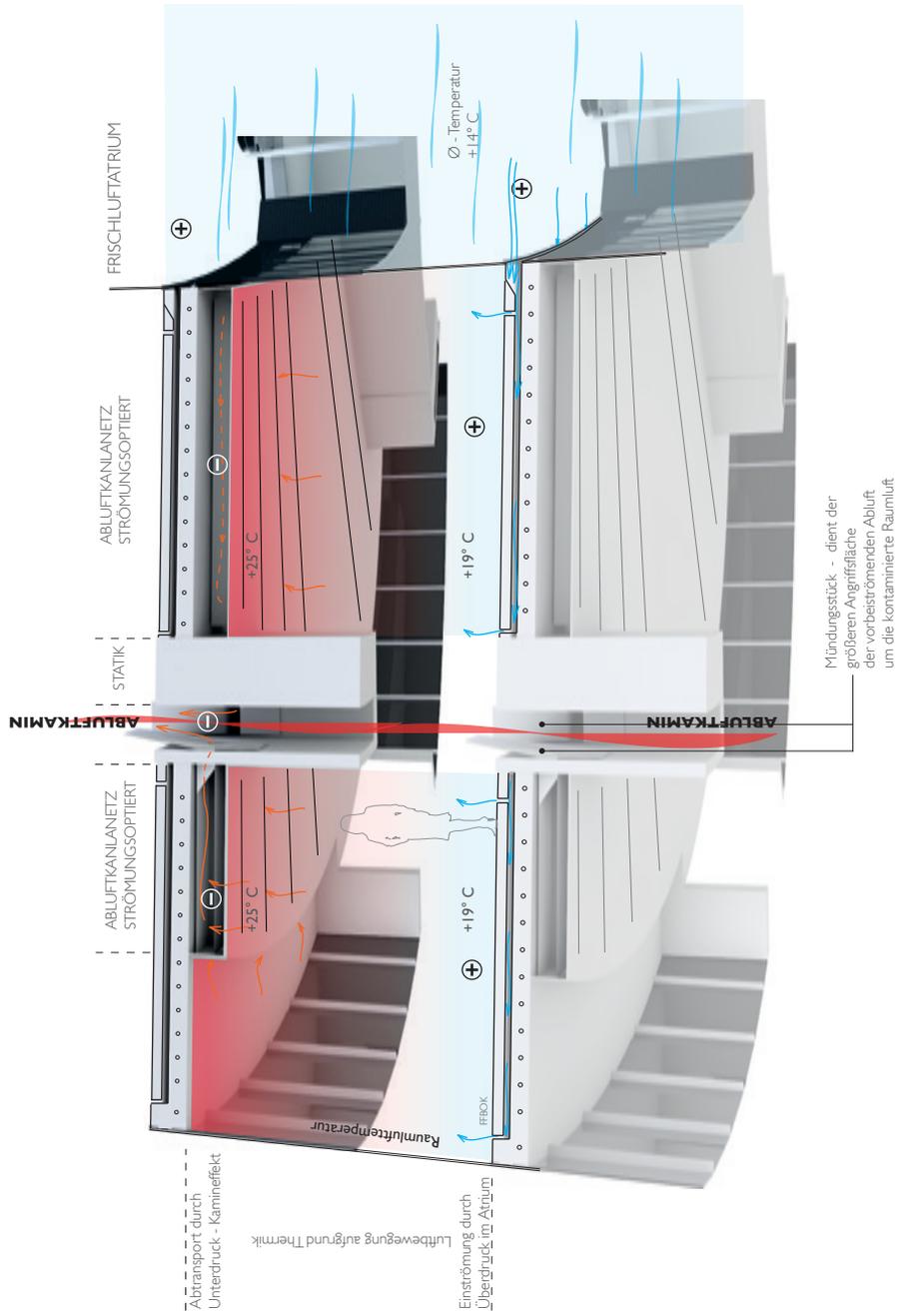
Hier werden zwei Prinzipien dargestellt. Zum einen wie die frische Atriumsluft nun in den Raum der Nutzung gelangt und zum anderen, wie die kontaminierte Raumluft wieder abtransportiert wird. Aus dem Zuluftkonzept wurde deutlich, dass durch die Lufteinbringung mittels Windkraft ein Überdruck im Atrium entsteht. Dieser Überdruck ist eine kontrolliert herstellbare Größe und wirkt auf die gesamte Begrenzungsfläche des Atriums. Diesen Umstand ist es zu verdanken, dass hier mittels einfacher Klappentechnik an der Mündung zum Hohlbodensystem (ob manuell durch den Nutzer gesteuert, oder mittels Bus-System) die Zuluftmenge

gesteuert werden kann. Der Abtransport der verbrauchten Raumluft erfolgt über einen Abluftkamin.

Die warme Raumluft steigt immer auf und wird von den an der Decke befindlichen Kanälen aufgenommen. Dies geschieht dadurch, dass im Abluftkanal ein stetiger Unterdruck herrscht. Bewerkstelligt wird dieser durch den einfachen Kamineffekt. Die Luft erzeugt durch die Aufwärtsbewegung einen Unterdruck und zieht aus den angeschlossenen Nutzungsvolumen die verbrauchte Raumluft ab.

- A: Quelllüftung Büro und Wohnen
- B: Quelllüftung Büro und Wohnen
- C: Quelllüftung Wohnen
- D: Quelllüftung Wohnen und Büro





## KONZEPT LICHTLEITUNG

Das Konzept zeigt, wie Tageslicht per Lichtwellenleitung von der Fassadenebene an den Geschossdeckenbereich am Atrium gelangt. Von dort aus wird das Licht dem Light-Pipe System von 3M übergeben. Hier kommt eine hochreflektierende OLF-Folie zum Einsatz.

Dadurch wird das Licht am Atriumsumfang verteilt und ermöglicht dadurch einen späteren Einsatz von Kunstlicht. Der begrünte Atriumsräum erhält dadurch einen Aussenraumcharakter und steigert den visuellen Komfort.

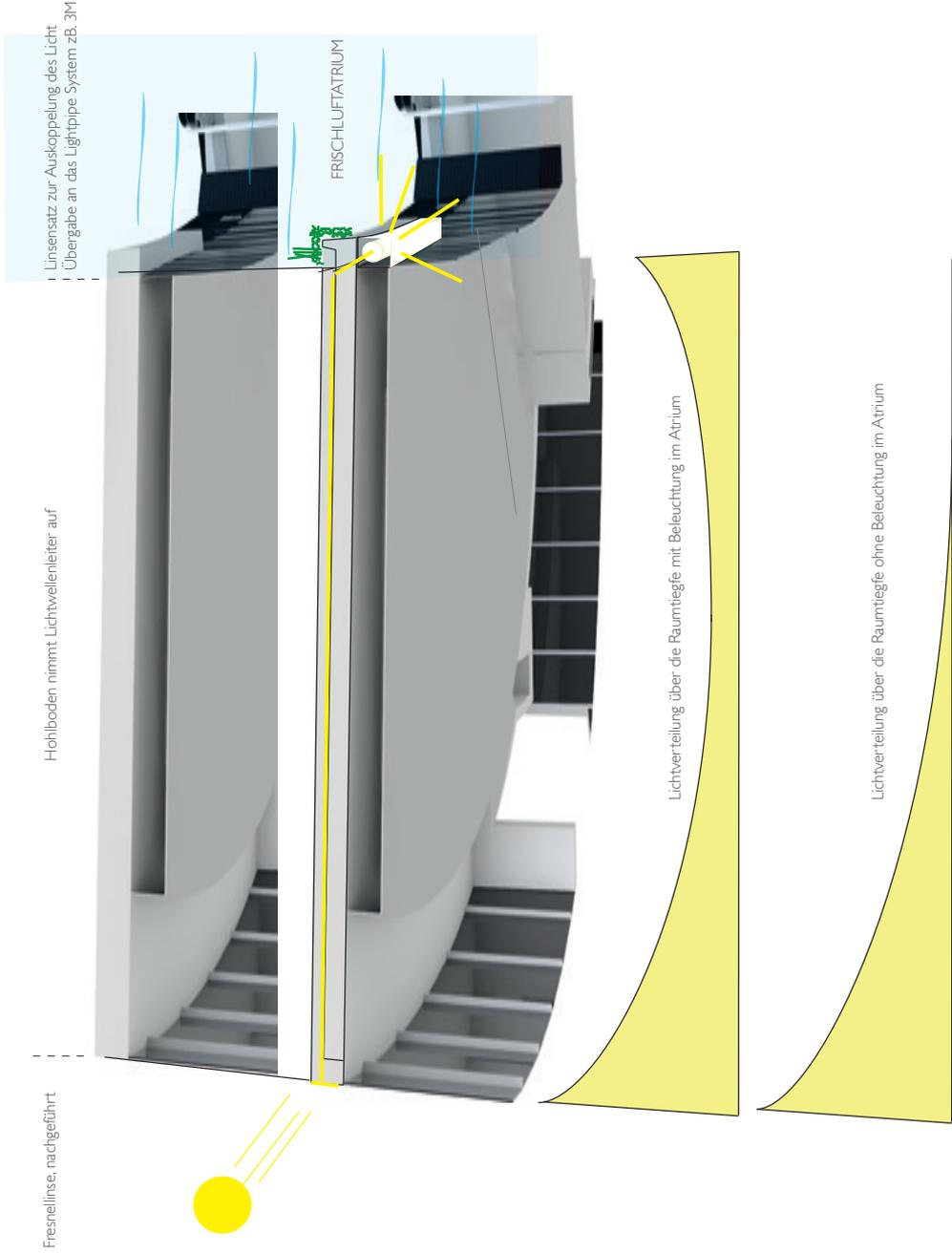




Abbildung 40



Abbildung 41



Abbildung 42

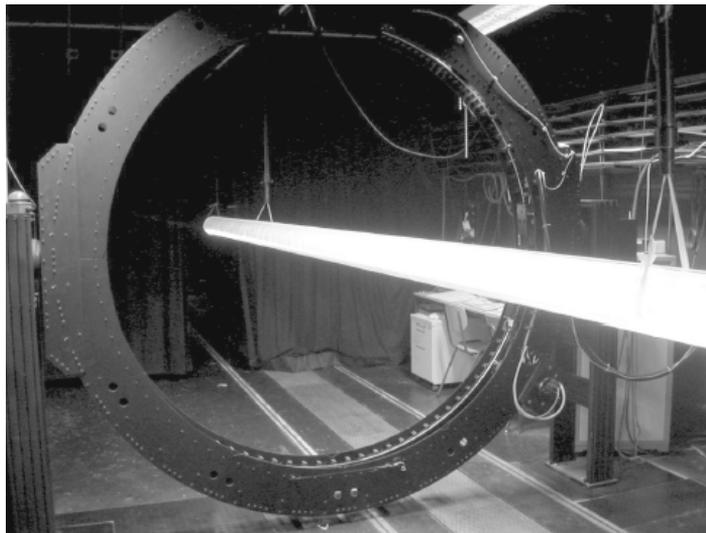
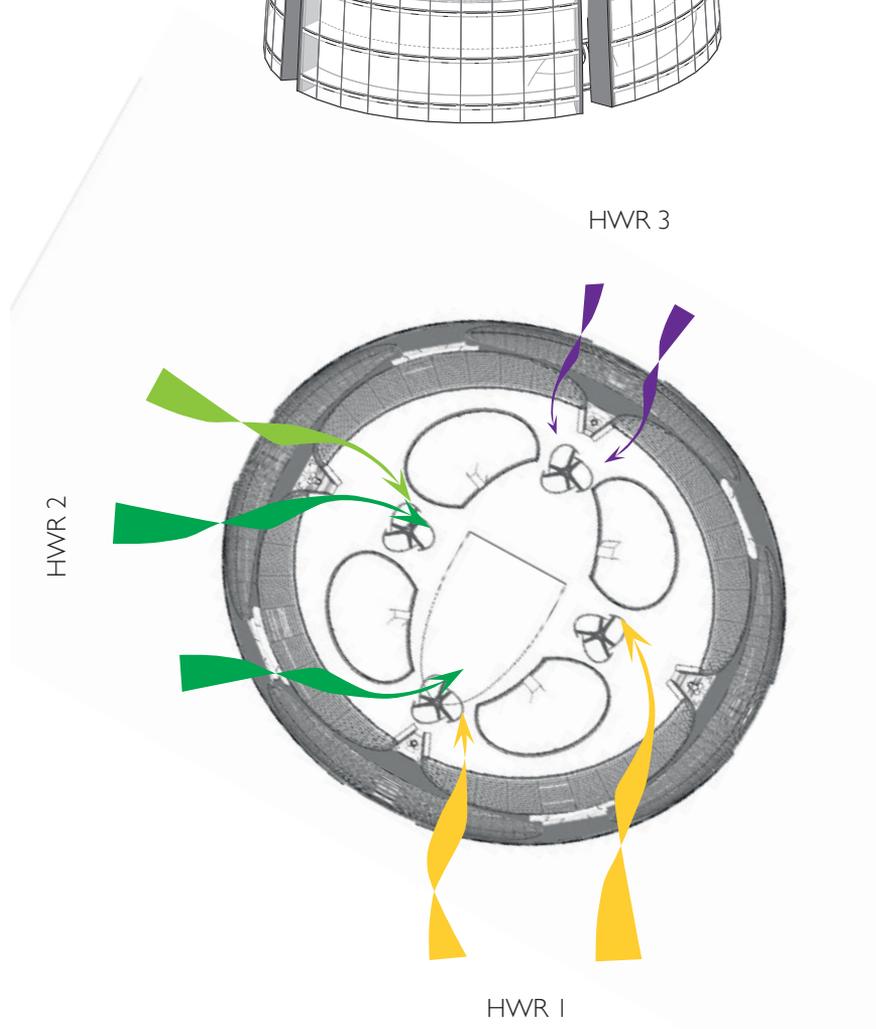
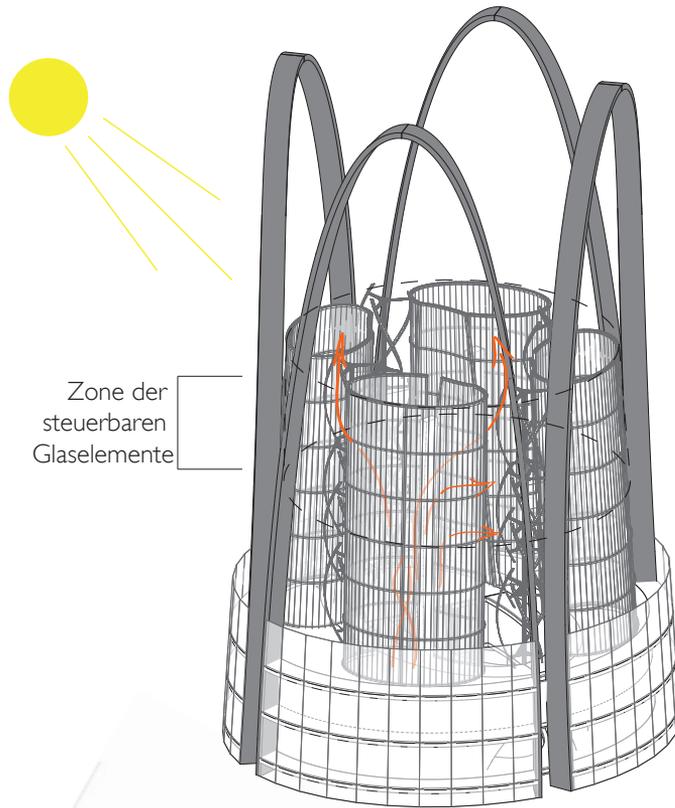


Abbildung 43

## SOLARKRONE ZUR UNTERSTÜTZUNG DES KAMINEFFEKTS

Die Solarkrone hat die Aufgabe dafür zu sorgen, dass die Lufttemperatur am Schachtkopf höher ist als die Umgebungstemperatur.

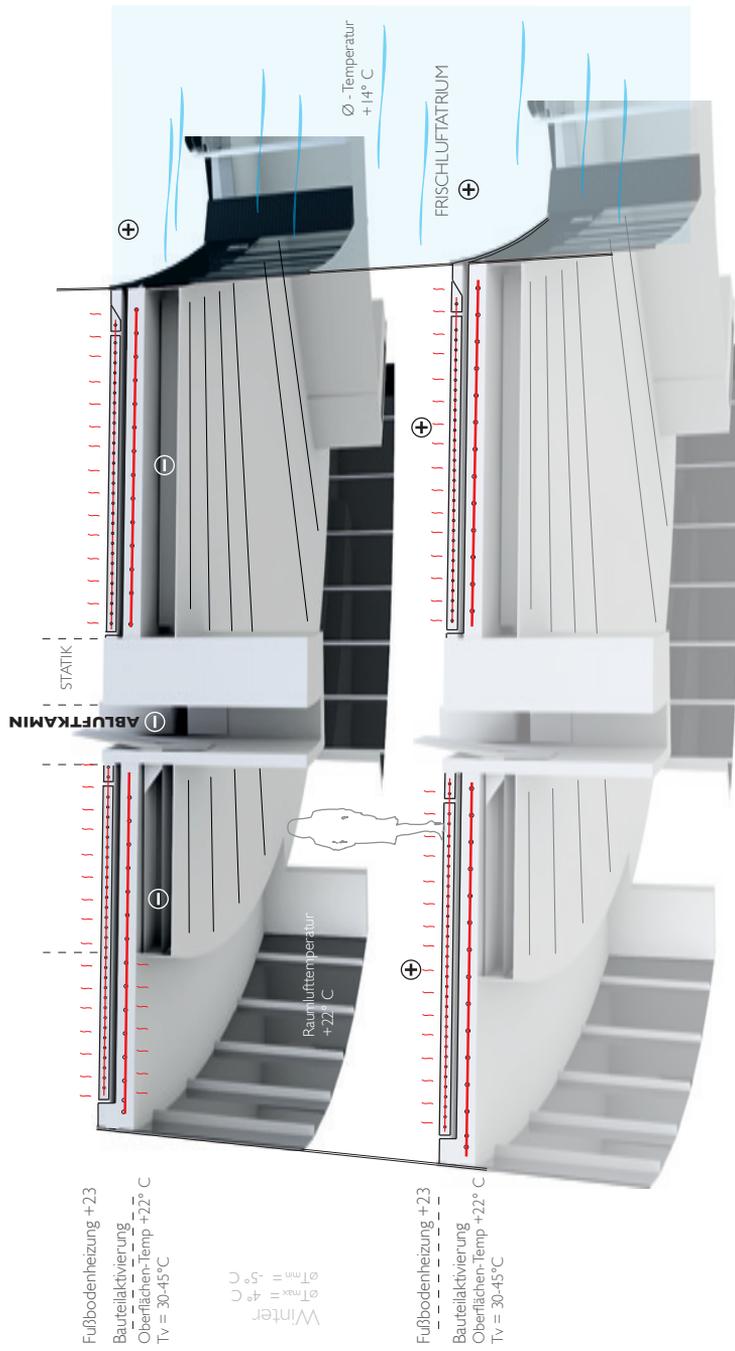
Sie besteht aus einer Stahlbaukonstruktion mit Glasfüllung. Die Gläser sind im oberen Bereich drehbar gelagert um das Entweichen der heißen Abluft zu ermöglichen. Bei kalten Temperaturen ist es wichtig den Kroneraum nur soweit zu öffnen, wie es nötig ist um die Temperatur nicht zu weit abkühlen zu lassen. Es strömt unentwegt warme Luft aus den Nutzungen der 77 Stockwerken und darf an der Kronenmündung nicht abkühlen, denn sonst dreht sich der Effekt um.



## KONZEPT HEIZSYSTEM

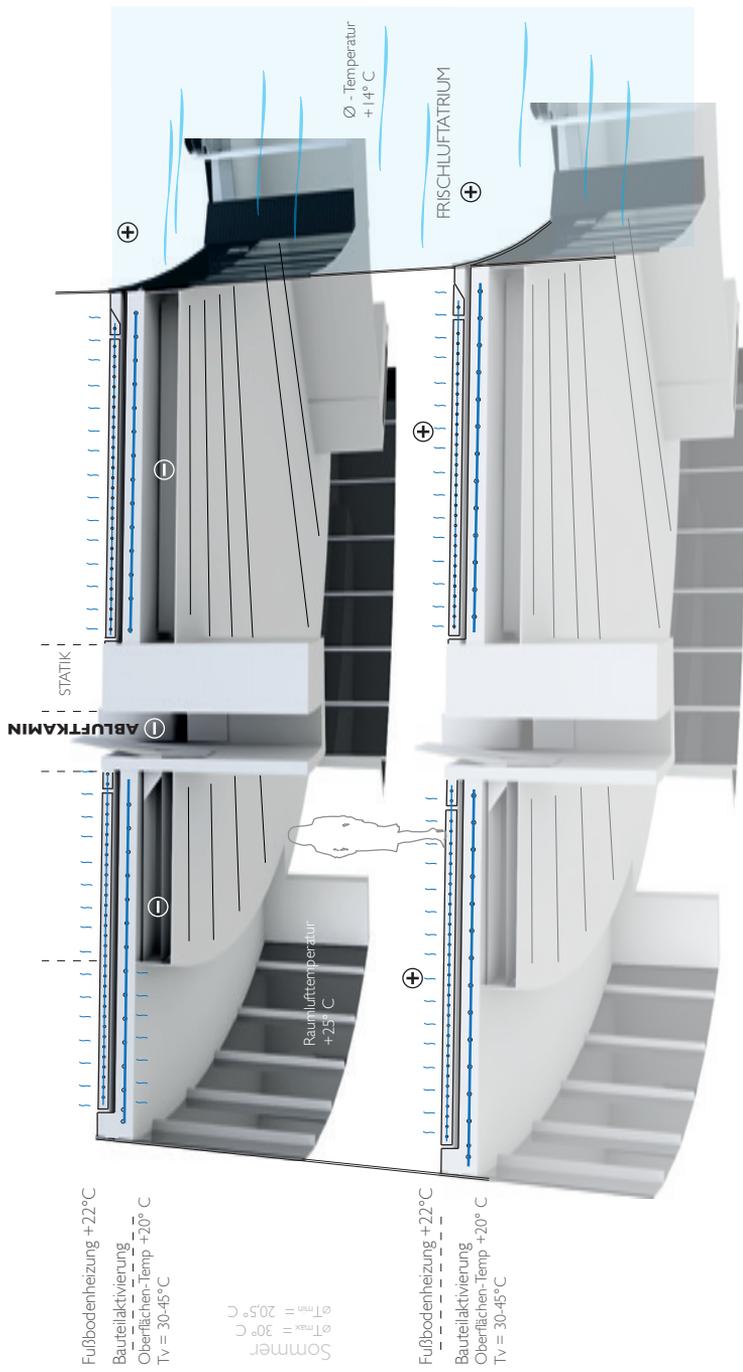
Die Grafik zeigt, dass die Grundtemperierung über eine Bauteilaktivierung organisiert wird. Um eine individuelle Anpassung des Raumklimas zu ermöglichen wird eine Fussbodenheizung installiert. Der Hohlbodenaufbau transportiert die vorkonditionierte Luft zwischen zwei temperierten Bauteilen und hebt die Zuluft nochmals um ein paar Grad Kelvin an.

Der Energieträger ist das Erdreich. Mittels Erdsonden und Wärmepumpe wird im Sommer gekühlt und im Winter die Grundtemperatur hergestellt.



## KONZEPT KÜHLSYSTEM

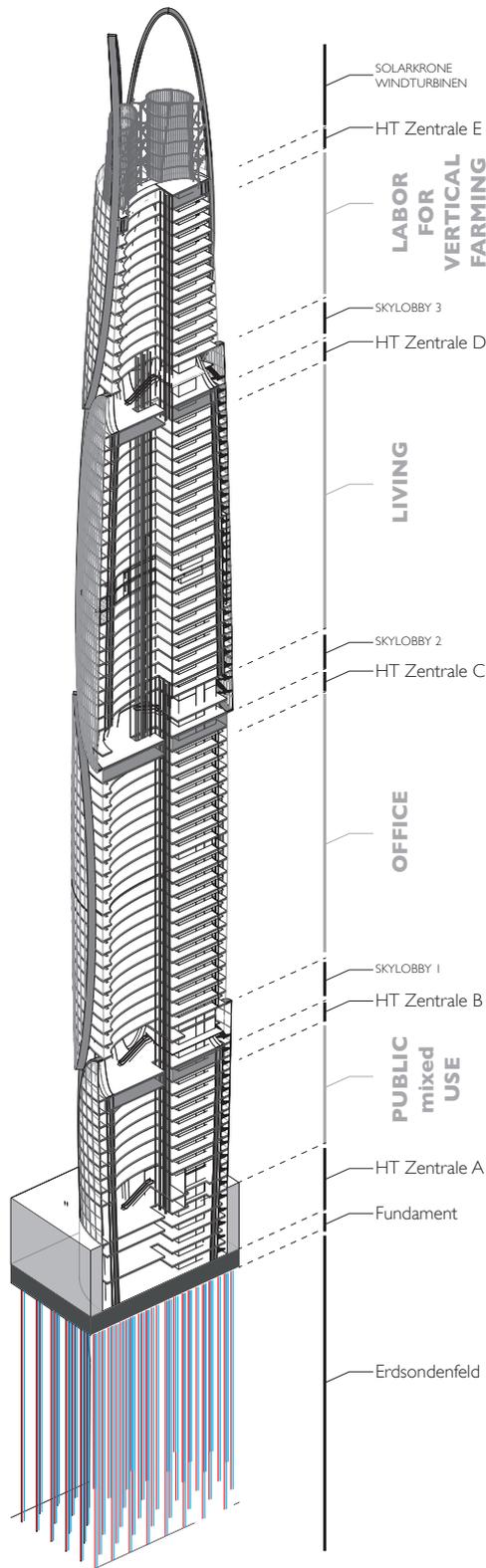
Das Konzept des Kühlens ist analog zum Heizkonzept.





## ÜBERSICHT NUTZUNGSVERTEILUNG

Der Schnitt durch das Gebäude zeigt, wie die Funktionen im Gebäude verteilt sind.



SOLARKRONE  
WINDTURBINEN

HT Zentrale E

**LABOR  
FOR  
VERTICAL  
FARMING**

SKYLOBBY 3

HT Zentrale D

**LIVING**

- ca. 35 Wohnungen 1 Zimmer Wohnung 30-35m<sup>2</sup>
- ca. 60 Wohnungen 2 Zimmer Wohnung 45-50m<sup>2</sup>
- ca. 75 Wohnungen 3 Zimmer Wohnung 70-75m<sup>2</sup>
- ca. 95 Wohnungen 4 Zimmer Wohnung 85-90m<sup>2</sup>

SKYLOBBY 2

HT Zentrale C

**OFFICE**

- single tenant
- single tenant multi level
- multi tenant
- multitenant multi level
- 1 -hüftig
- 2 -hüftig
- 3 -hüftig

SKYLOBBY 1

HT Zentrale B

**PUBLIC  
mixed  
USE**

- Small Restaurant
- Cafe
- Bibliothek
- Kindergarten
- Ärztezentrum
- Urban Gardening Mall

HT Zentrale A

Fundament

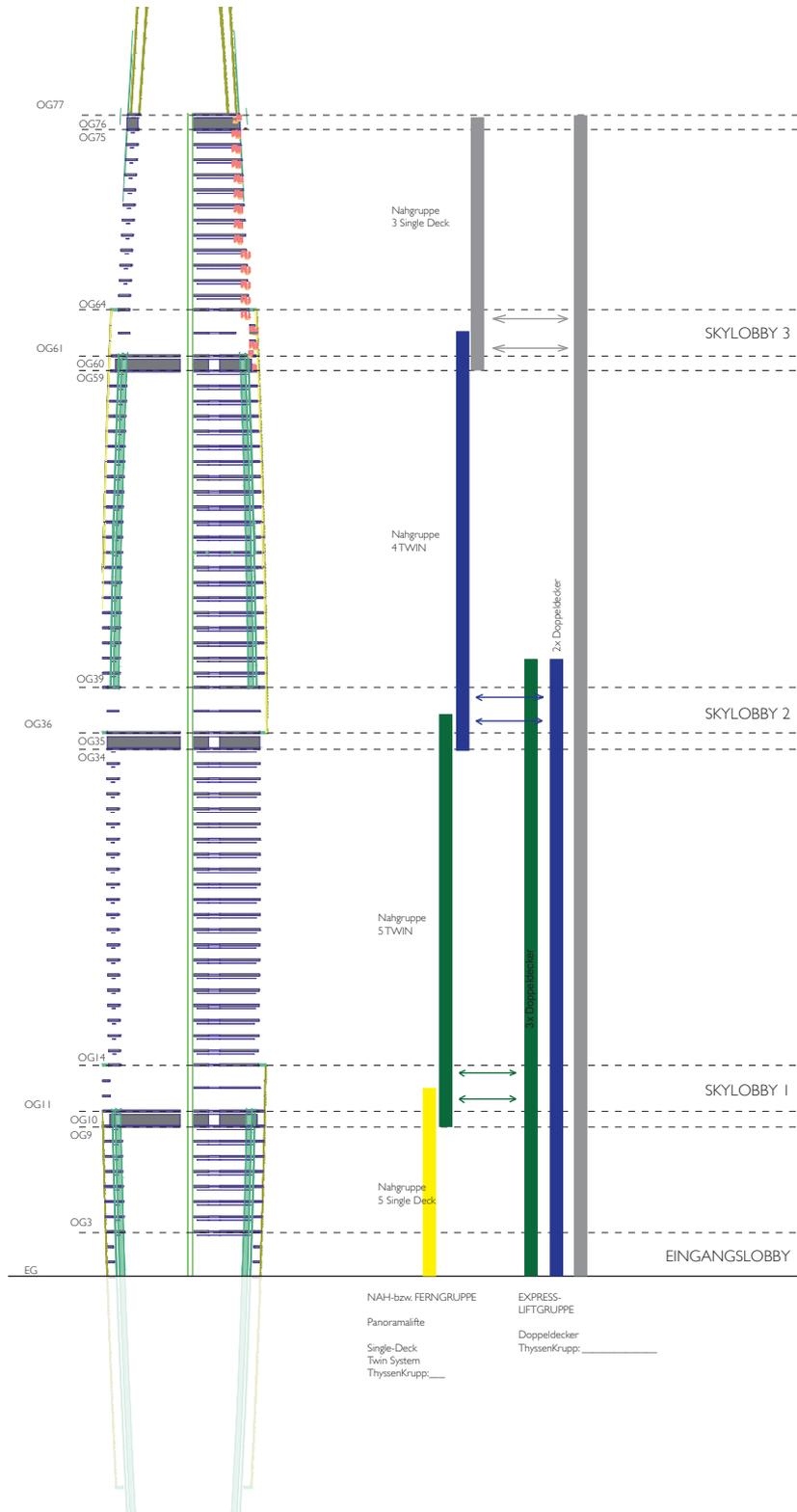
Erdsondenfeld

## VERTIKALES VERTEILUNGSSYSTEM BASIEREND AUF DER SIMULATION VON THYSSEN KRUPP

Basierend auf einer Verkehrsanalyse von Thyssen Krupp wurde die Performanz errechnet und die Liftart festgelegt.

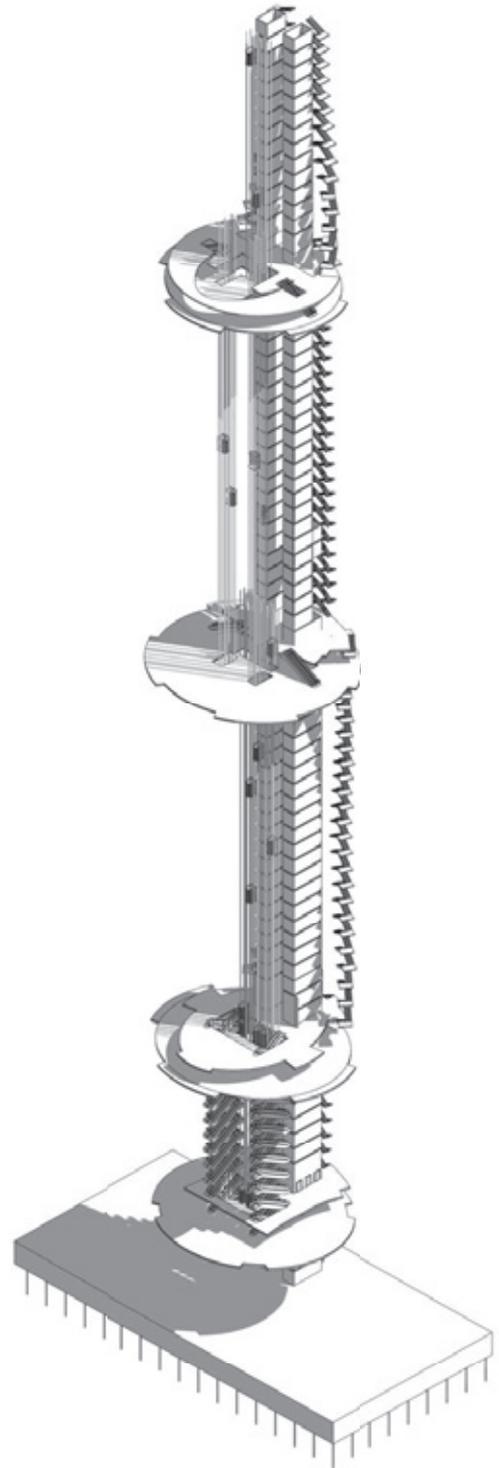
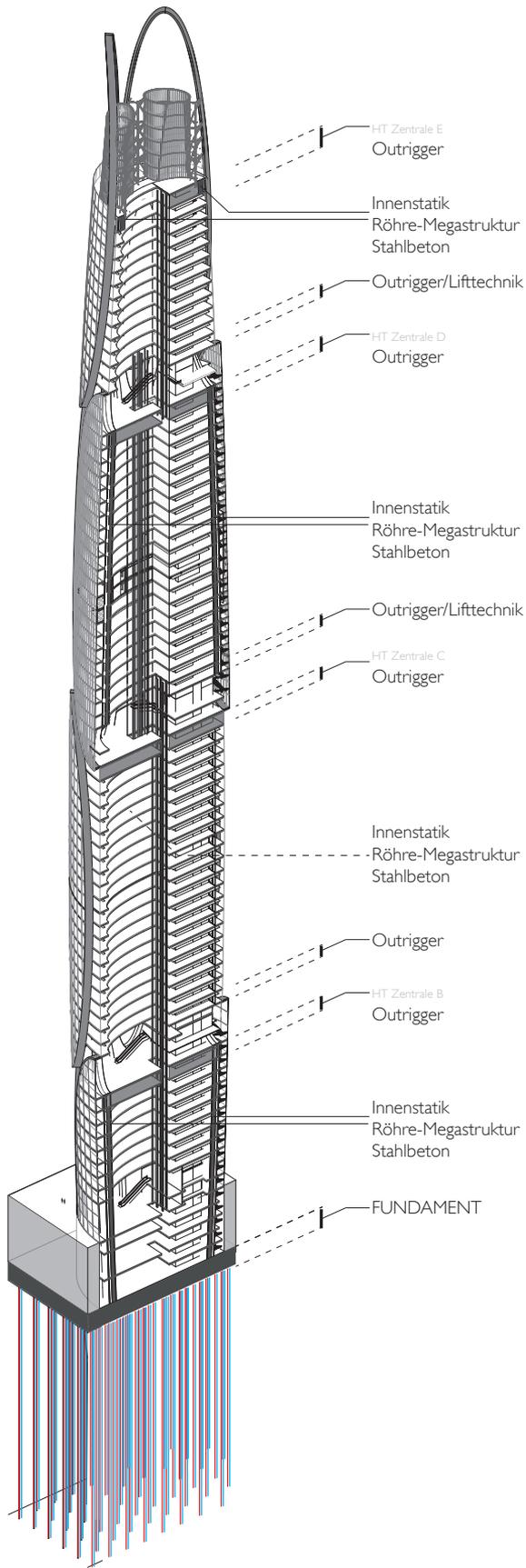
Meine Absichten waren, dass es wie im normalen Stadtverkehr auch in diesem Gebäude mehrere Wege gibt, um an sein Ziel zu gelangen.

In NYC gibt es ein öffentliches U-Bahn Netz mit drei unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Schnell, Mittel und Langsam. Der Unterschied ist die Häufigkeit des Haltens. Genau so verhält es sich mit dem vertikalen Erschliessungssystem. Es gibt auch hier drei verschiedenen Geschwindigkeiten. Die Expressliftgruppe ist die, mit den wenigsten Stellen. Sie kann 4 Destinationen anfahren (Eingangslobby und die drei Skylobbies). Danach muss in eine Nahgruppe umgestiegen werden. Jedoch kann man auch nur mit den Nahgruppen, positioniert am Atrium, in sein gewünschtes Geschoss fahren. Der langsamste Weg ist wohl der über das Treppenhaus. Jedoch birgt es aufgrund seiner Ausformulierung und der am Baukörperdesign angelehnte Lauflinie viele unterschiedliche Qualitäten. Das Treppenhaus dient nicht nur der Fluchtfunktion, sondern soll eine Abwechslung zu den Liften darstellen.



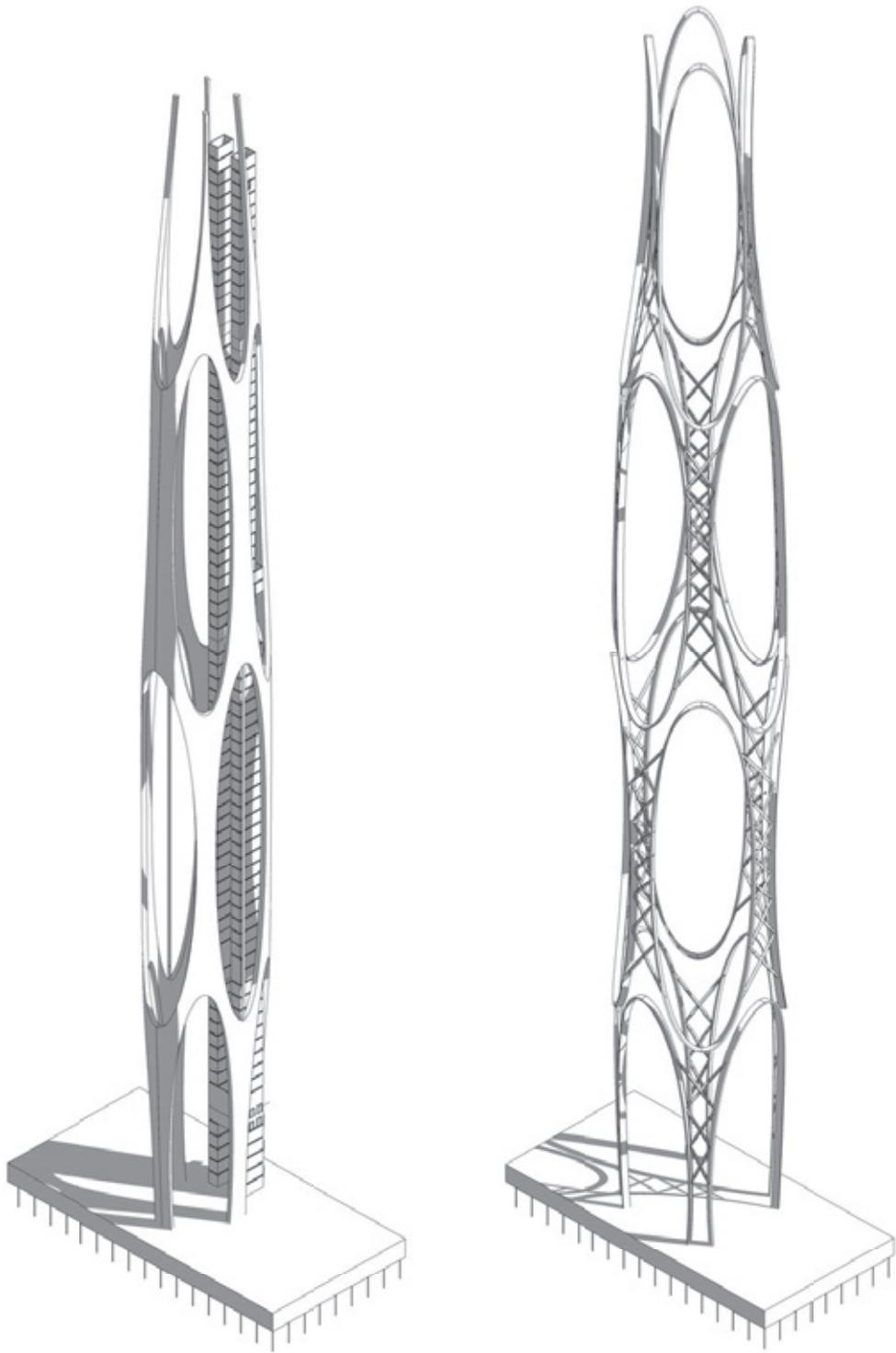


## **STATIK UND ERSCHLIESSUNG**





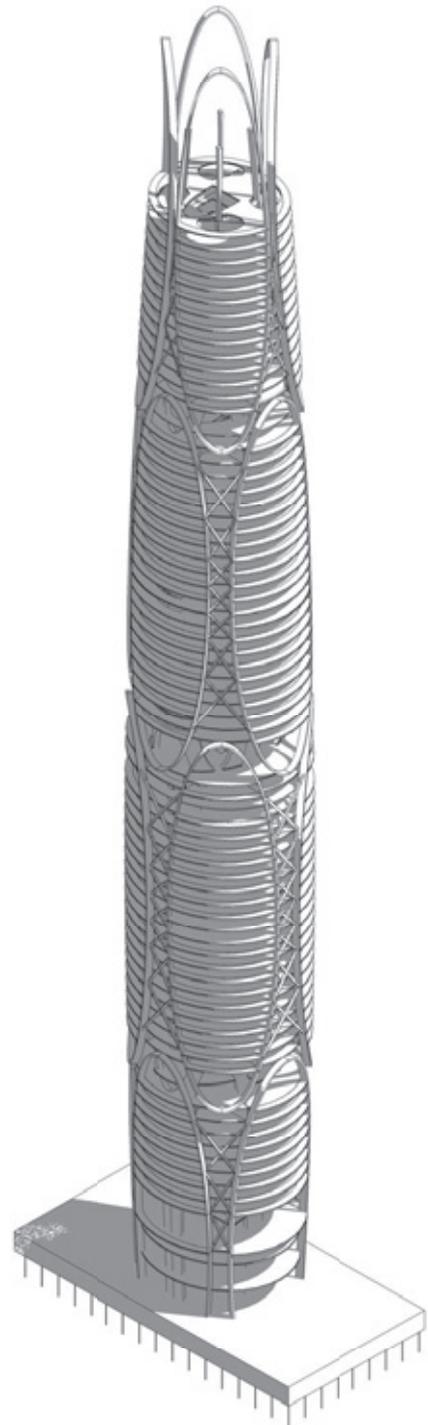
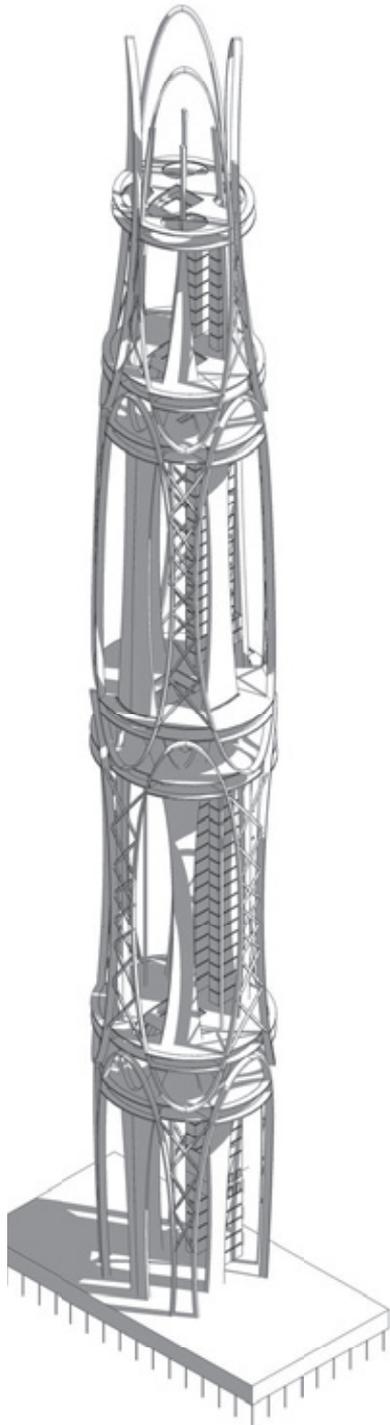
**STATIK**  
**INNERER KERN UND LIFTKERNE**  
**STAHLSTRUKTUR AUSSEN**





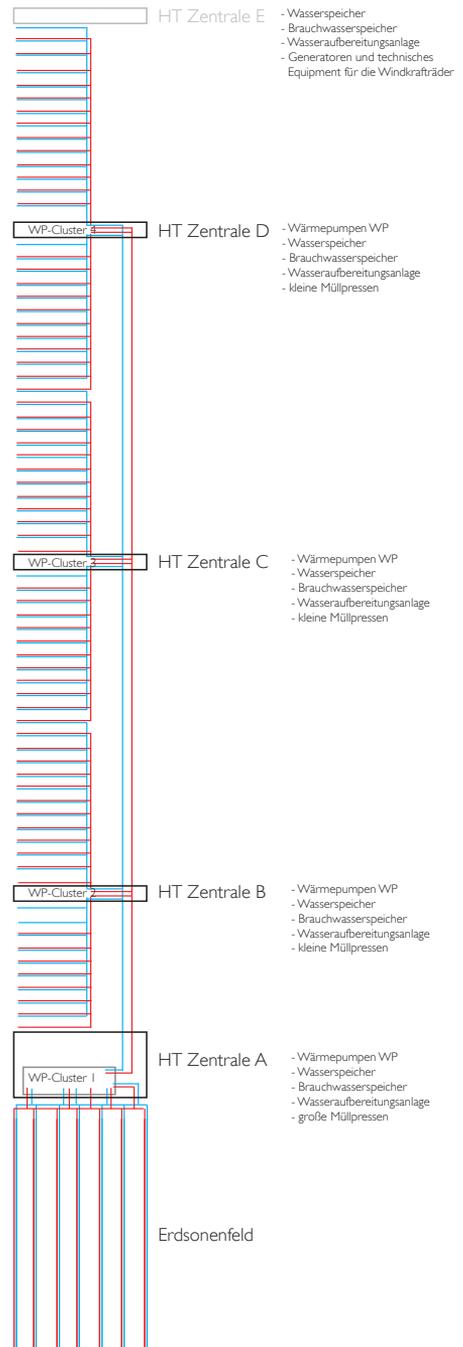
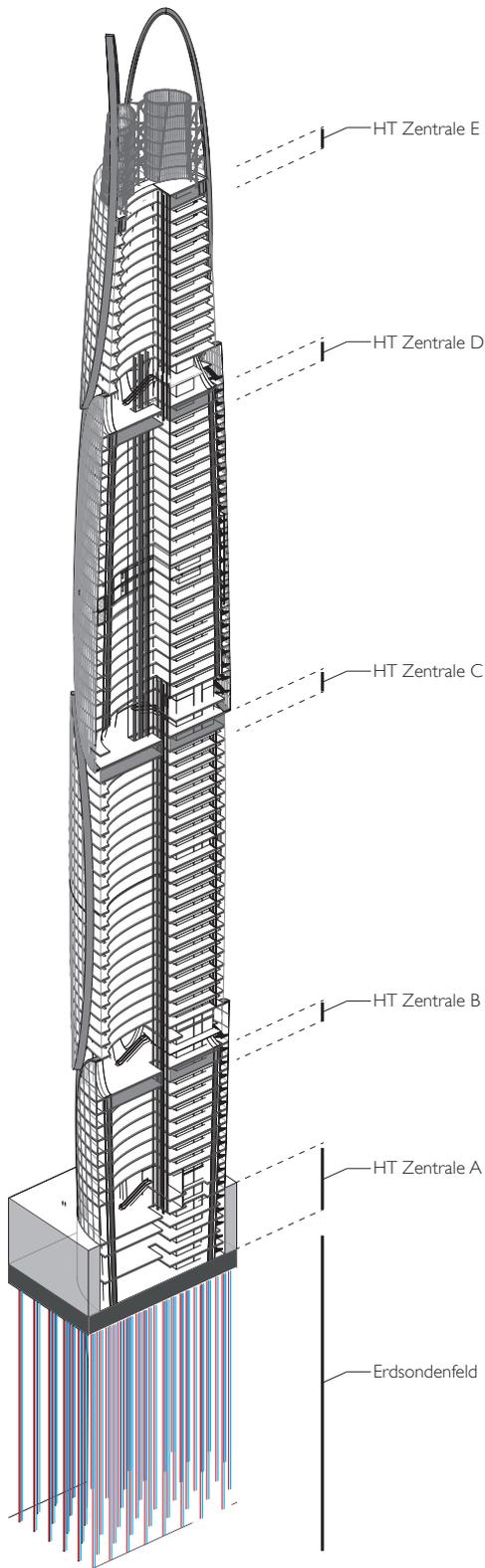
---

**STATIK  
OUTRIGGER VERBINDUNG  
ZWISCHEN DER INNEREN UND  
ÄUSSEREN TRAGSTRUKTUR**



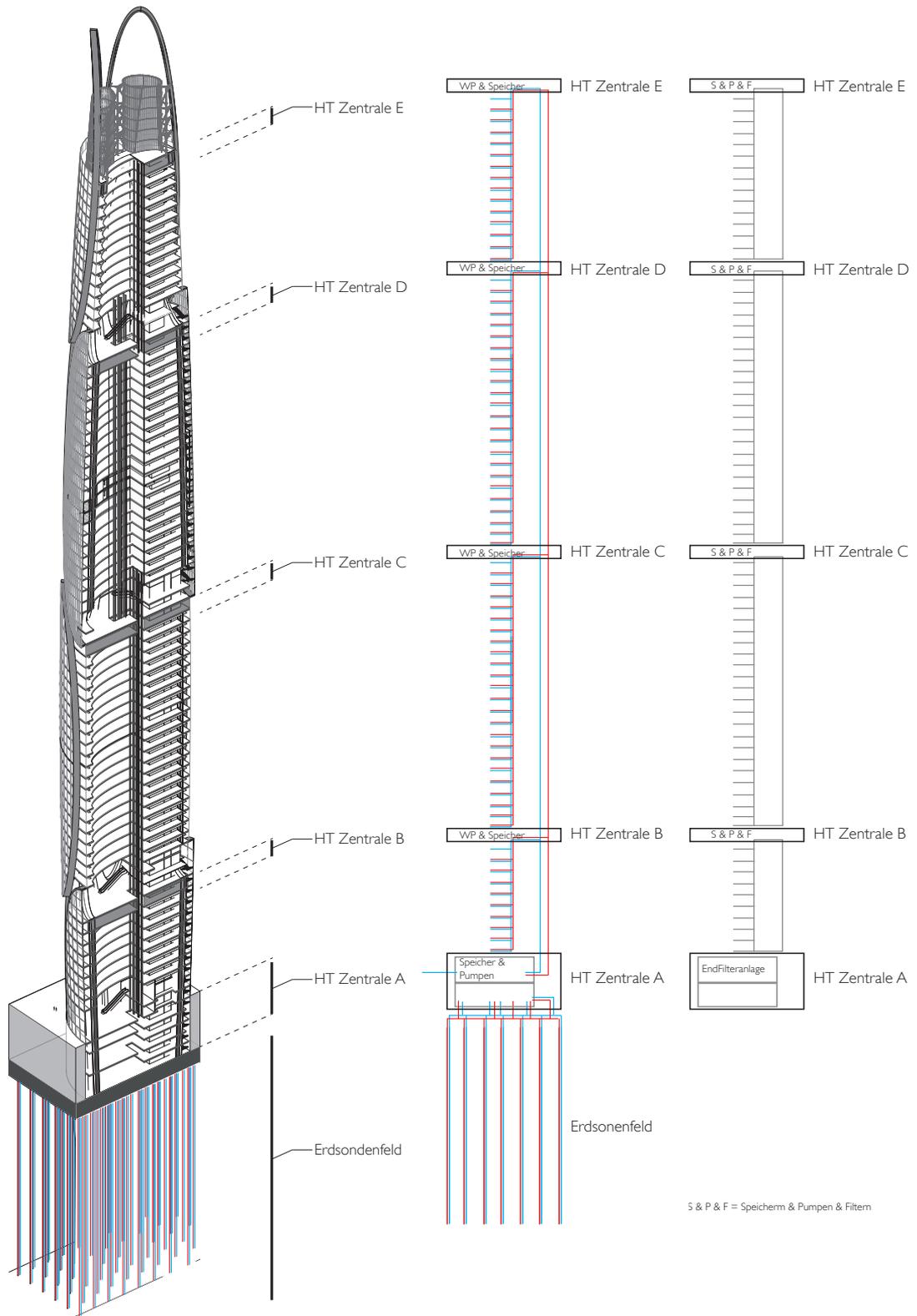


**HAUSTECHNIK VERTEILUNG  
ÜBER GESAMTE HÖHE  
HEIZ/KÜHLVERTEILUNG  
ERZEUGUNG BIS ÜBERGABE**



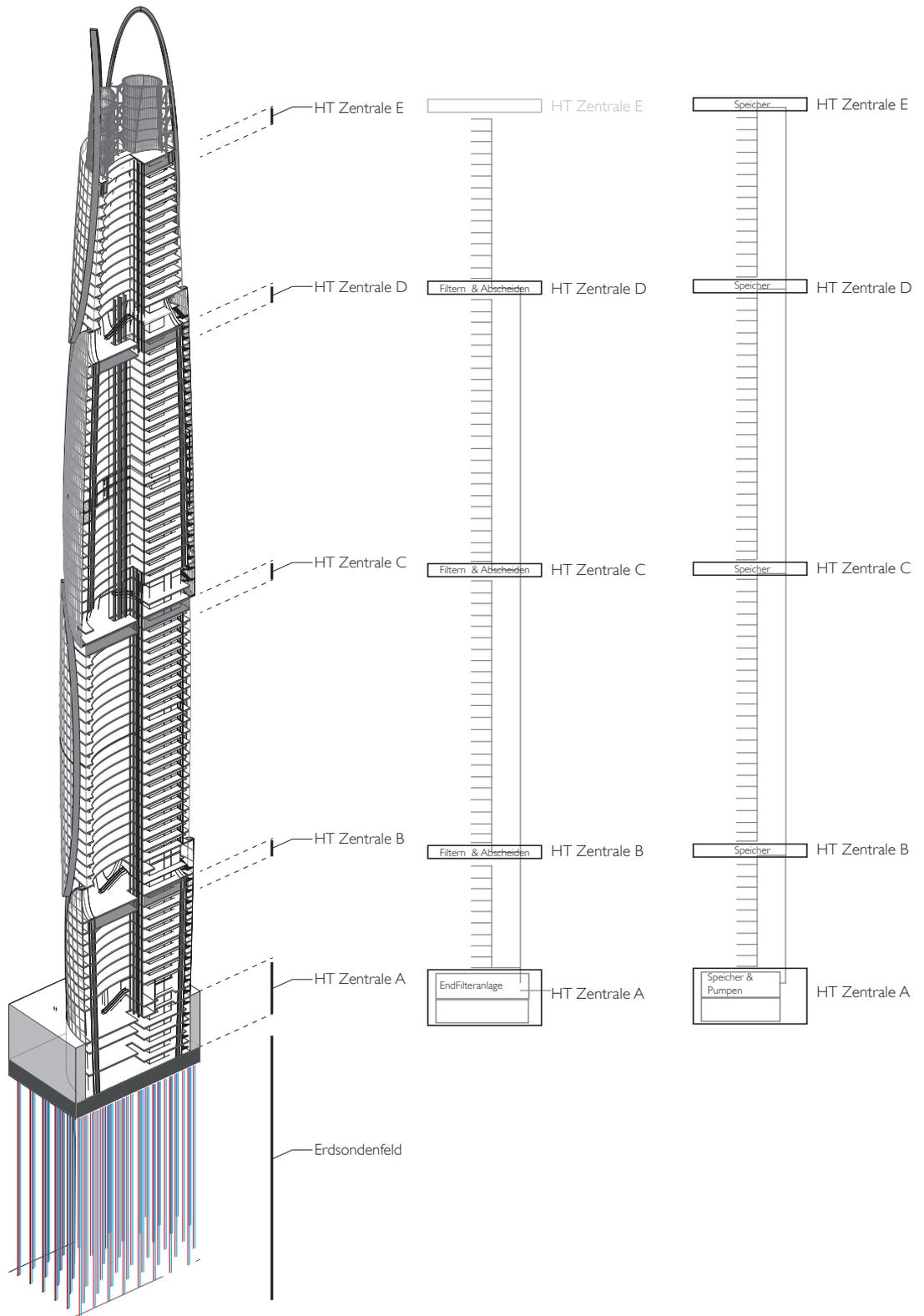


**HAUSTECHNIK VERTEILUNG  
ÜBER GESAMTE HÖHE  
WARM/KALTWASSERVERTEILUNG  
BRAUCHWASSERWIEDERAUFBEREITUNG**





**HAUSTECHNIK VERTEILUNG  
ÜBER GESAMTE HÖHE  
SCHWARZWASSERBEHANDLUNG  
LÖSCHWASSERVERTEILUNG**





## **PLUS ENERGIE ENERGIEGEWINNUNGSSYSTEME UND BERECHNUNG**



In diesem Kapitel werden die drei Systeme vorgestellt welche aus der Umgebungsenergie nutzbare Energie in Form von Heiz- und Kühlenergie sowie Strom erzeugen.

Stromverbrauch Büro Durchschnitt  $120 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$   $2640 = 3,200 \text{ MWh/a}$

Wohnung 3 Pers Haushalt  $\sim 4000 \text{ kWh/a} \times 600 = 2400 \text{ MWh/a}$   
 $\sim 5600 \text{ MWh/a}$

$3678 \text{ MWh/a} \rightarrow \text{PV}$   
 $- 1120 \text{ MWh/a} \rightarrow \text{Wärmepumpe f. Geothermie}$   
 $- 5600 \text{ MWh/a} \rightarrow \text{Stromverbrauch Büro \& Wohnen}$   

---

 $- 3092 \text{ MWh/a}$  fella min

$6,5 \text{ kW} \times 16 \rightarrow 104 \text{ kW}$  Windturbinen  $\rightarrow 409.968 \text{ MWh/a}$   
 $\rightarrow 104 \text{ kW} \times 365 \times 24 \rightarrow 911.040 \text{ kWh/a} \Rightarrow \approx 1000 \text{ MWh/a}$

$- 2000 \text{ MWh/a}$  fella bei  $120 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$

Stromverbrauch Büro Ziel durchschnitt  $20 = 30 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$   $300 \text{ MWh/a}$   
Wohnung Ziel durchschnitt  $\sim 3500 \text{ kWh/a}$  SP  $2800 \text{ MWh/a}$   
 $2900 \text{ MWh/a}$

$3678 \text{ MWh/a} \rightarrow \text{PV} \rightarrow +20\%$  (also 12 Elwp)  
 $\rightarrow 4414.272000$  (bei  $50 \text{ W/m}^2$ ) bei 2 Elwpson  $50 \text{ W}$   
2 10 Elwpson  $70 \text{ W}$   
od.  $4414 \text{ MWh/a}$   $\rightarrow 277 \text{ MWh/a}$   
 $\rightarrow 5150 \text{ MWh/a}$   

---

 $5927 \text{ MWh/a}$   
 $- 1120 \text{ MWh/a}$   
 $- 2900 \text{ MWh/a}$   

---

 $+ 394 \text{ MWh/a}$

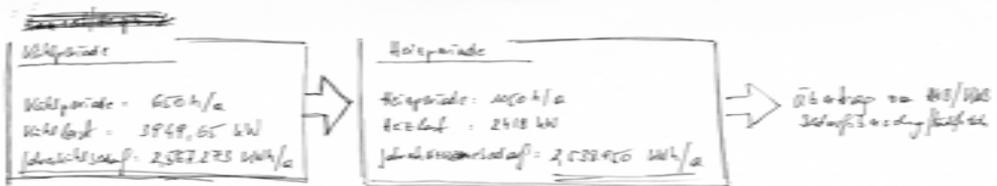
$65 \text{ kWh/a m}^2$  f. Sockel Funktion  
+ Labor an Stromverbrauch



## **PLUS ENERGIE GEOTHERMIE DIMENSIONIERUNG**



Die Geothermie dient zur Sicherstellung des gesamten Kühl- und Heizbedarfs. Dafür ist laut Berechnung ein Erdsondenfeld von 135 Stück notwendig. Das gesamte Grundstück von 60 x 100m ist mit Erdsonden versehen. Die Sondenlänge beläuft sich auf 300m.



geothermisches System:

er auf einem Bauplatz: 15% der Erdoberfläche  $\approx 300 \text{ m}^2$  Platzbedarf  $60 \times 100 \text{ m}$   
 Erdwärmelast Talschicht/Granit:  $55 = 70 \text{ W/m}^2 \rightarrow$  Änderung  $65 \text{ W/m}^2$   
 $\Sigma$  Erdwärmelast  $2632,500 \text{ kWh} \rightarrow 2632,5 \text{ kW}$   
 Wärmepumpe:  $2587,273 \text{ kWh/a}$   
 $\rightarrow 650 \text{ kWh/a}$   
 $\rightarrow 1148,500 \text{ kWh/a}$

PV-Anlage: Sonnenstunden in NYC 2656h  $\rightarrow$  1 kW/m<sup>2</sup> = 1 kWh/m<sup>2</sup> = 1 kWh/m<sup>2</sup> = 1 kWh/m<sup>2</sup> = 1 kWh/m<sup>2</sup>  
 Änderung 10 von 12 Ellipse mit PV kann 50 m<sup>2</sup> überfließen  
 12 Ellipse  $\approx 2770 \text{ m}^2 \rightarrow 10$  Ellipse  $\rightarrow 2770 \text{ m}^2 \cdot 50 \text{ W/m}^2 = 1,385 \text{ MW} \times 2656 \text{ h}$   
 $= 3,678,500 \text{ kWh/a}$   
 $\approx 3678 \text{ kWh/a}$

Windaufgabe

Bauplatz =  $60 \times 100 \text{ m} \rightarrow$  ca  $9 \times 15$  Erdoberfläche 15%  $\approx 30 \text{ m} = 2,6 \text{ MW}$   
 Erdwärme: Erdwärme:  $2 \text{ m} \times 240 \text{ m} \quad 30 \times 35 = 1050 \text{ Erdoberfläche} \approx 30 \text{ m} = 2,6 \text{ MW}$   
 Erdwärmelast Granit  $55 = 70 \text{ W/m}^2 \rightarrow$  Änderung  $65 \text{ W/m}^2$   $\rightarrow$  ausplattiert d. geothermisch od. erdener  
 Jahreszahl Wärmepumpe  $45 = \beta$   
 $2,6 \text{ MW} / 65 = 0,58 \text{ MW Strom d. } 500 \text{ kWh}$   
 bei 50W PV-Produktivität = Fläche aufgedeckt:  $11000 \text{ m}^2$

$1 \text{ Ellipse} = 1175 \text{ m} \times 30 \rightarrow \frac{1175}{2} \times \frac{30}{2} \cdot \pi = 138,5 \text{ m}^2 \cdot \pi = 2770$

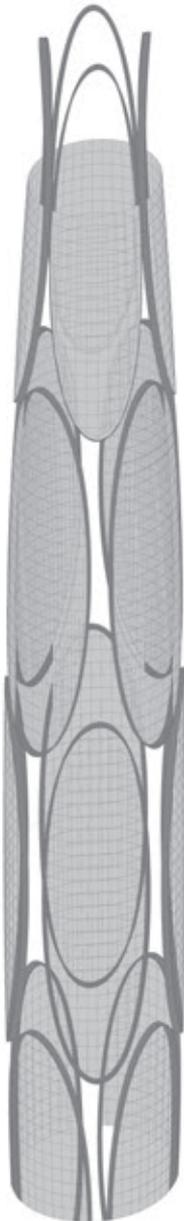
$\frac{4}{9}$   
 $\frac{4}{9}$   
 12 Ellipse, geradlinig 1,7 MW Strom bei  $50 \text{ W/m}^2$  **MAX**  
 ca 4 Ellipse f. geothermisch od. Erdwärme basierend auf Tabelle d. "Temperatur PV"

## PLUS ENERGIE PHOTOVOLTAIK

Um das Potential der Geothermie nutzbar machen zu können, bedarf es einiger Wärmepumpencluster. Diese benötigen Strom. Je nach Arbeitszahl lässt sich der Strombedarf errechnen. Um dieses System nachhaltig und CO<sub>2</sub> neutral zu betreiben, bedarf es Strom aus regenerativen Energiequellen. In diesem Falle wird die Sonnenkraft und die Windkraft zur Stromproduktion herangezogen.

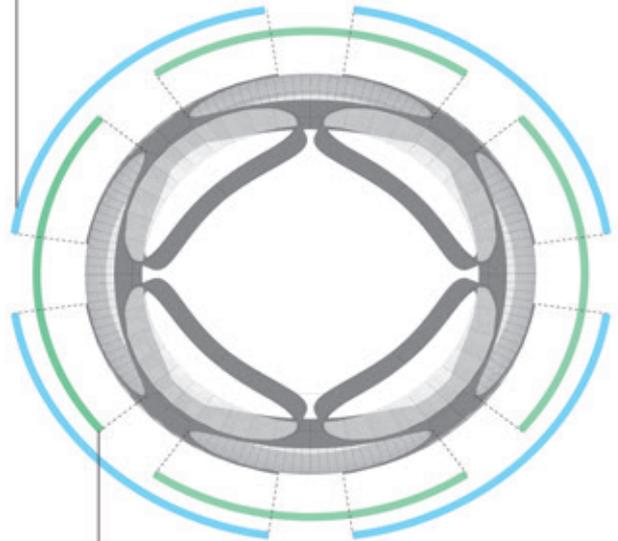
Die gesamten Ellipsenfassaden zusammen, werden mit einer sogenannten transparenten Photovoltaik ausgestattet. Das in diesem Entwurf verwendete Produkt ist von der Firma Schüco und nennt sich Prosol TF+. Diese transparente PV gibt es in unterschiedlichen Transparenzgraden. Daran ist direkt der Output gekoppelt. Je mehr transparente Bereiche desto geringer ist der Wirkungsgrad. Die Performanz der PV-Fassade ist der Berechnung (siehe S. 189) zu entnehmen.

Die Fassade ist als eine mehrschichtige Aussenhülle gedacht. Die äusserste Schicht ist die PV, welche zugleich Sonnenschutzaufgaben übernehmen kann. Bei starkem Sonnenschein kann man sich der nächsten Schicht bedienen. Sie ist ein aussenliegender rollbarer Sonnenschutz. Danach kommt eine dreifache Wärmedämmisolierverglasung. Der Sonnenschutz bewegt sich in einem hinterlüfteten Fassadenraum zwischen der PV und dem Wärmeschutzisolierverglasung.

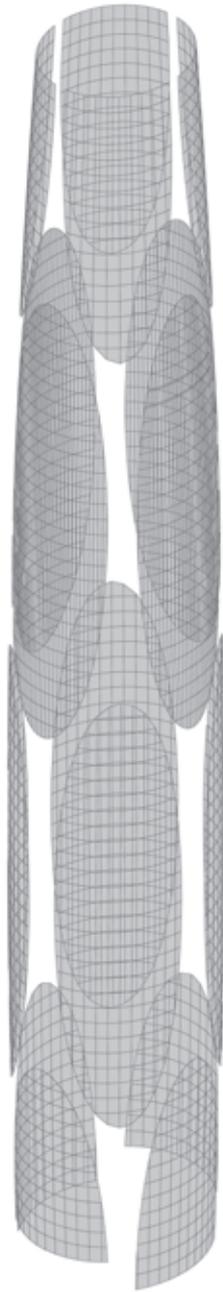


27.700 m<sup>2</sup>

transparente Photovoltaik - Bereich Büro



transparente Photovoltaik - Bereich Wohnen



Die elliptischen Großformen an der Fassade sind rundum mit einer transparenten Photovoltaik versehen. Zur Anwendung kommt das Produkt ProSol TF+ der Firma Schüco.

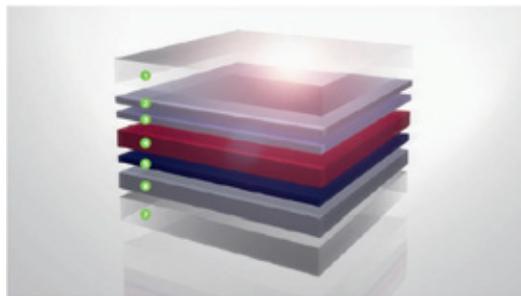
Eigenschaften und Vorteile	Features and benefits
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufmaßfertigste Module von (B x H) mindestens 0,3 m x 0,2 m, maximal 2,6 m x 2,2 m, ohne Stoß</li> <li>• Größere Abmessungen sind durch Kopplung mehrerer Dünnschichtlaminate realisierbar, hierbei entsteht ein filigranes Glasstöß (zusätzliches Deckglas notwendig)</li> <li>• Ausführung als 2-fach oder 3-fach Verglasung möglich</li> <li>• Transparenzgrade: 0% (opak), 5%, 10%, 15%, 20% und 25%</li> <li>• Optik: tiefdunkel brillant</li> <li>• Leistungsklassen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opak 73 - 80 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 5% semitransparent 69 - 76 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 10% semitransparent 65 - 72 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 15% semitransparent 62 - 68 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 20% semitransparent 58 - 64 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 25% semitransparent 55 - 60 Wip/m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>• je nach Einbau- und somit Verschattungssituation können diese Werte variieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custom-built modules of (W x H) minimum 0.3 m x 0.2 m, maximum 2.6 m x 2.2 m, with no joint</li> <li>• Larger dimensions are possible by joining several thin-film laminates together, which produces a slender glass joint (additional cover glass required)</li> <li>• Available as double or triple glazing</li> <li>• Degree of transparency: 0% (opaque), 5%, 10%, 15%, 20% and 25%</li> <li>• Appearance: dark, brilliant</li> <li>• Performance categories: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opaque 62.5 - 63 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 5% semi-transparent 69 - 76 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 10% semi-transparent 65 - 72 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 15% semi-transparent 62 - 68 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 20% semi-transparent 58 - 64 Wip/m<sup>2</sup></li> <li>• 25% semi-transparent 55 - 60 Wip/m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>• these values may vary depending on the installation and resulting shading conditions</li> </ul>



Abbildung 45



Abbildung 44



- Photovoltaik-Scheibenaufbau  
Photovoltaic glass construction
- 1 Frontglas Front glass
  - 2 Transparente Schicht TCO = Transparent Conductive Oxide Transparent layer TCO = Transparent Conductive Oxide
  - 3 Amorphe Siliciumschicht (a-Si:H) Amorphous silicon layer (a-Si:H)
  - 4 Mikrostriehne Siliciumschicht (µc-Si:H) Microstriated silicon layer (µc-Si:H)
  - 5 Rückkontakt Rear contact
  - 6 Polyvinylbutiral Folie (PVB) Polyvinylbutiral (PVB) foil
  - 7 Frontglas Front glass

Abbildung 46

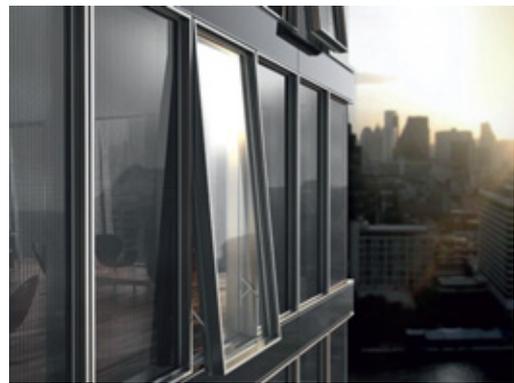


Abbildung 47

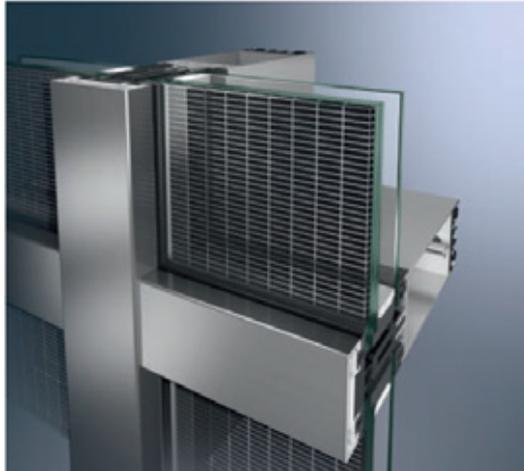


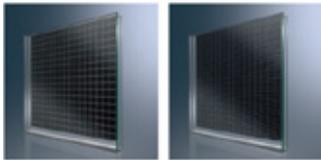
Abbildung 48



Abbildung 49



Interzoniert, Schallschutz 50\*, mit einem Transparenzgrad von 20%, durchschneidbar  
 Interzone sound, Schallschutz 50\* with 20% transparency, optimizierbar einstellbar



Semitransparenztes Dünnschichtmodul mit  
 quadratischer 1/1" Optik der Zellen  
 Semi-transparent thin-film module with

Dünnschichtoptima Optik 030 mittels  
 rechteckiger Laserung  
 Optimum colors by means of rectangular  
 laser cutting

Abbildung 50

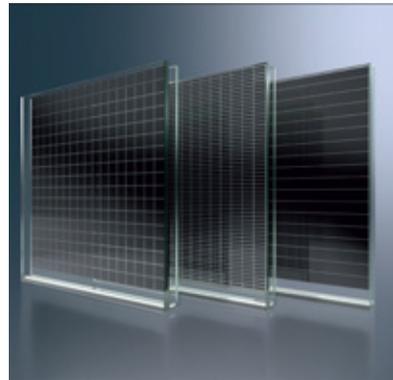


Abbildung 51



Aufmaßgefertigte Module von (B x H): mindestens 0,3 m x 0,2 m bis maximal 2,6 m x 2,2 m als Verbundglas  
 Custom-built modules of (W x H): minimum 0,3 m x 0,2 m up to maximum 2,6 m x 2,2 m as laminated glass

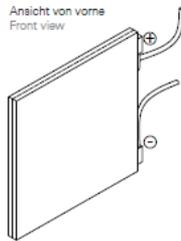
**Schüco ProSol TF+ als Verbundglas (Aufmaßmodule)**

Neben Fixmaßmodulen werden auf Maß gefertigte, individuelle Dünnschichtmodule als Verbundglas angeboten. Dabei ist neben den Abmessungen auch die Dicke des Rückglases flexibel an die statischen Erfordernisse anpassbar.

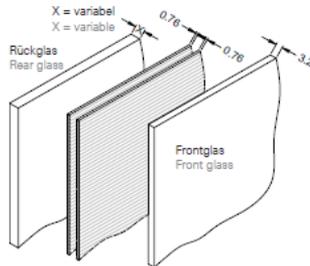
**Schüco ProSol TF+ as laminated glass (custom-built module)**

In addition to standard modules, custom-built, individual thin-film modules are available as laminated glass. Both the dimensions and the thickness of the rear glass can be adjusted to suit the structural requirements.

Eigenschaften und Vorteile	Features and benefits
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufmaßgefertigte Module von (B x H): mindestens 0,3 m x 0,2 m, maximal 2,6 m x 2,2 m, ohne Stoß</li> <li>• Transparenzgrade: 0% (opak), 5%, 10%, 15%, 20% und 25%</li> <li>• Optik: tiefdunkel brillant</li> <li>• Variable Anpassungen des Rückglases an unterschiedlichste konstruktive Gegebenheiten</li> <li>• Leistungsklassen:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opak 73 - 80 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 5% semitransparent 69 - 76 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 10% semitransparent 65 - 72 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 15% semitransparent 62 - 68 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 20% semitransparent 58 - 64 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 25% semitransparent 55 - 60 Wp/m<sup>2</sup></li> </ul> </li> </ul> <p>je nach Einbau- und somit Verschattungssituation können diese Werte variieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custom-built modules of (W x H): minimum 0.3 m x 0.2 m, maximum 2.6 m x 2.2 m, with no joint</li> <li>• Degree of transparency: 0% (opaque), 5%, 10%, 15%, 20% and 25%</li> <li>• Appearance: dark, brilliant</li> <li>• The rear glass can be adapted to the varying structural conditions</li> <li>• Performance categories:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opaque 73 - 80 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 5% semi-transparent 69 - 76 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 10% semi-transparent 65 - 72 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 15% semi-transparent 62 - 68 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 20% semi-transparent 58 - 64 Wp/m<sup>2</sup></li> <li>• 25% semi-transparent 55 - 60 Wp/m<sup>2</sup></li> </ul> </li> </ul> <p>these values may vary depending on the installation and resulting shading conditions</p>



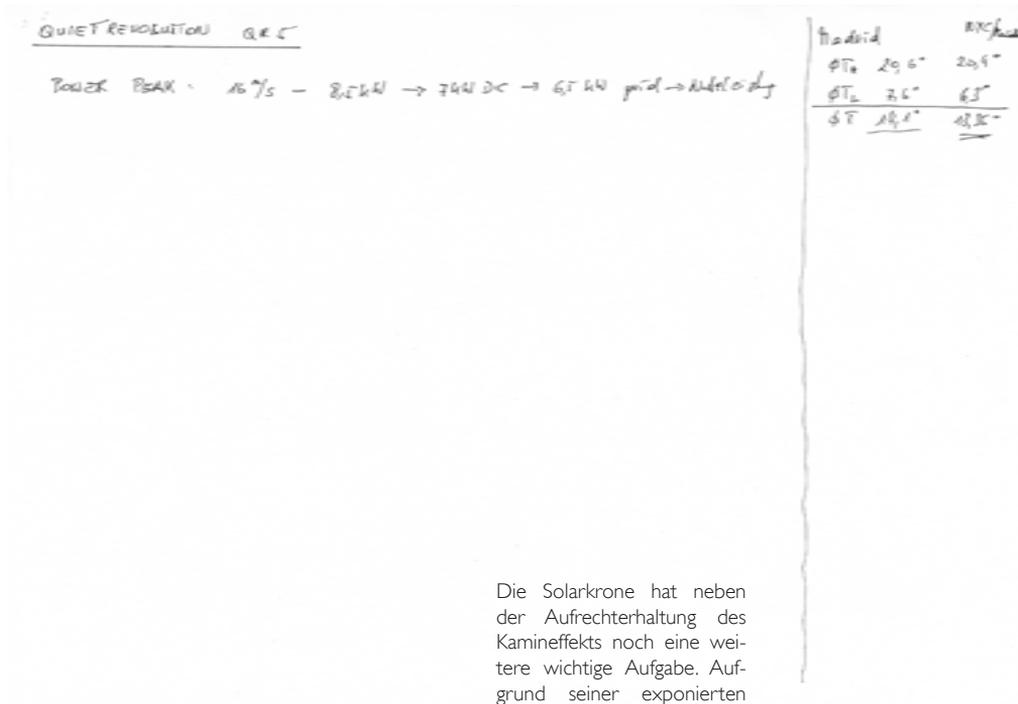
Ansicht von vorne  
 Front view  
 Aufmaßgefertigte Module mit einer elektrischen Kontaktierung am Glasrand  
 Custom-built modules with an electrical contact on the glass edge



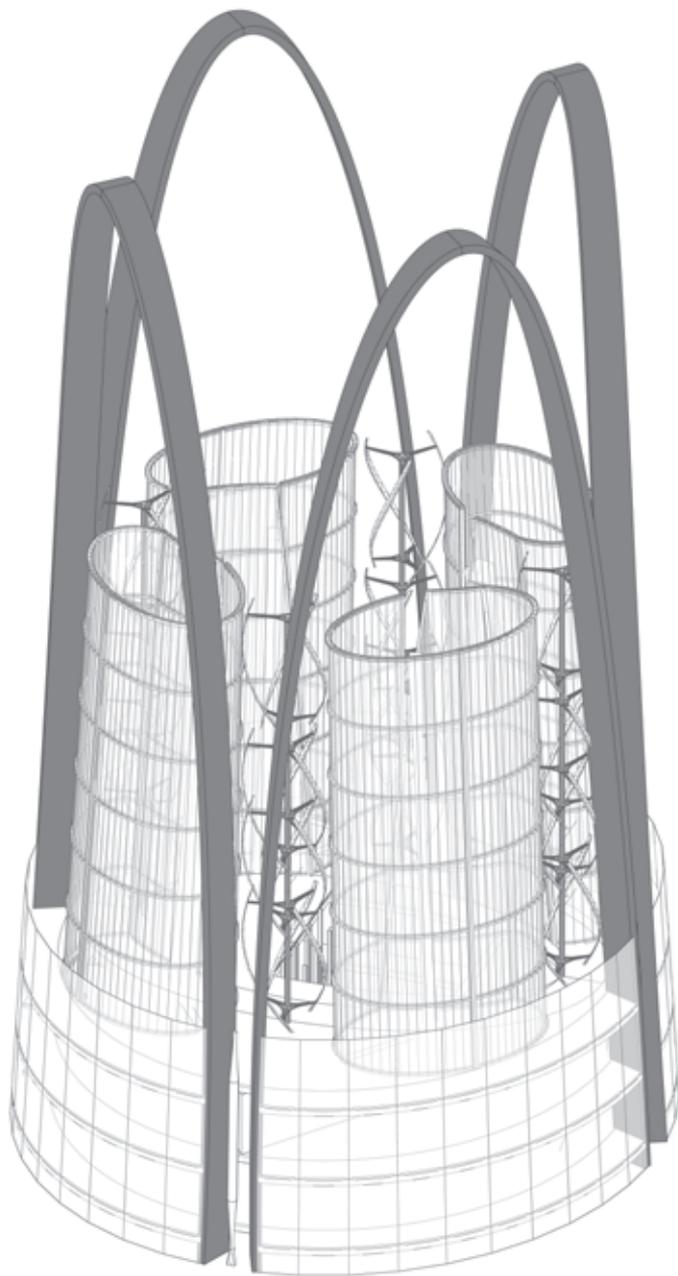
Modulaufbau (von außen nach innen)  
 Module construction (from outside to inside)  
 Frontglas – 3.2 mm Float Glass  
 Front glass – 3.2 mm float glass  
 Zwischenfolie – 2 x 0.76 mm Polyvinylbutyral Folie (PVB)  
 Intermediate foil – 2 x 0.76 mm polyvinyl butyral (PVB) foil  
 Rückglas – Teilvorgespanntes Glas (TVG), Glasdicke individuell nach statischen oder funktionalen Erfordernissen  
 Rear glass – heat-strengthened glass, glass thickness depends on individual structural or functional requirements

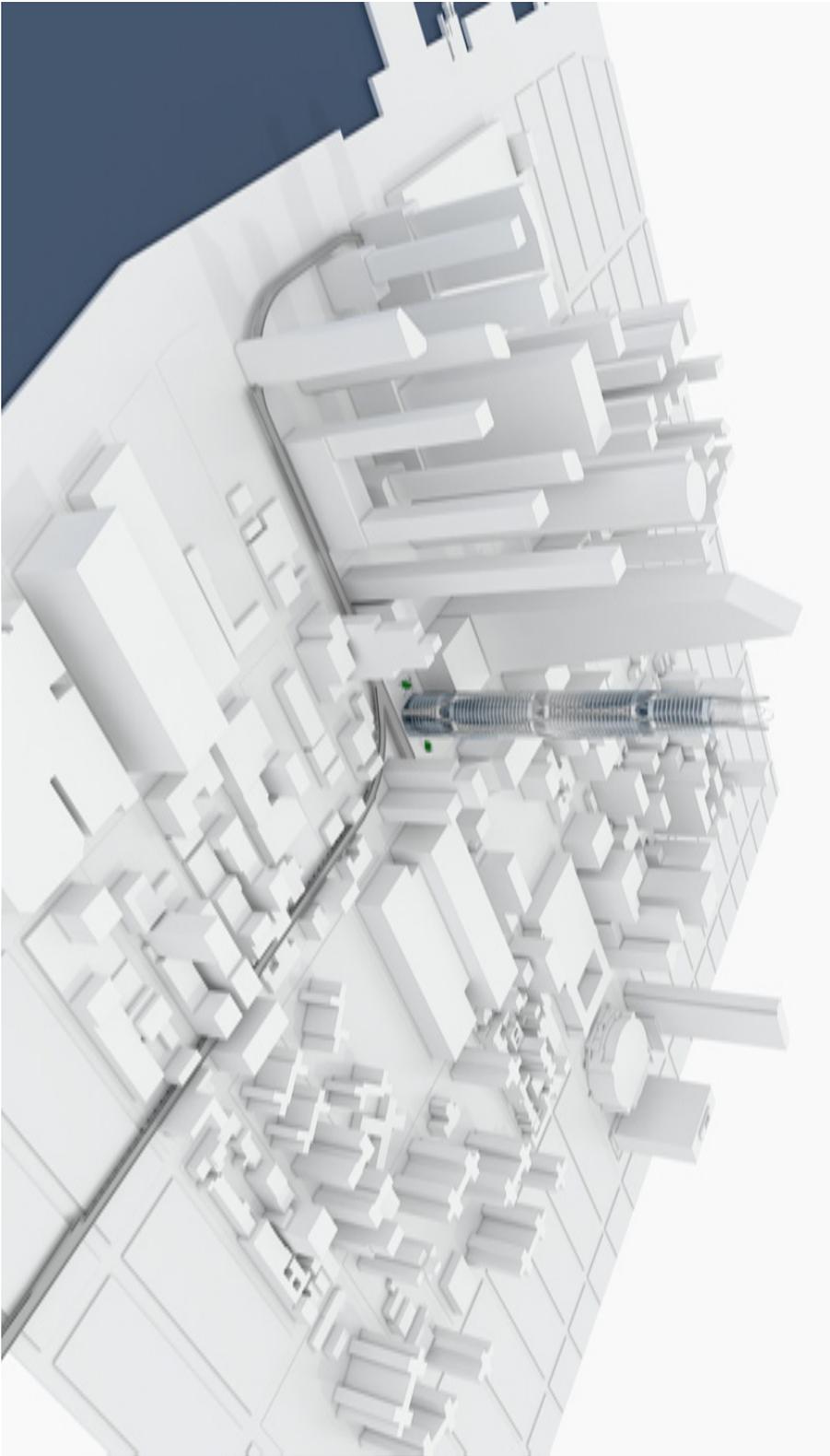
Abbildung 52

## PLUS ENERGIE WINDKRAFT



Die Solarkrone hat neben der Aufrechterhaltung des Kamineffekts noch eine weitere wichtige Aufgabe. Aufgrund seiner exponierten Lage (ab einer Höhe von 324m) eignet sich dieser Ort für die Nutzung der Windkraft mittels Windturbinen. Die Solarkrone wurde so gestaltet, dass die vier Enden des Abluftkamins in eine eigene Solarkrone mündet. Die Form der Einzelkronen wurde so entworfen, dass der Zwischenraum für vertikale Rotoren, wie dem Darrieus Rotor nutzbar bleibt und sich aufgrund ihrer Geometrie ein Venturieffekt einstellt. Somit wird selbst bei geringem Windaufkommen die Turbine angetrieben und damit Strom erzeugt.





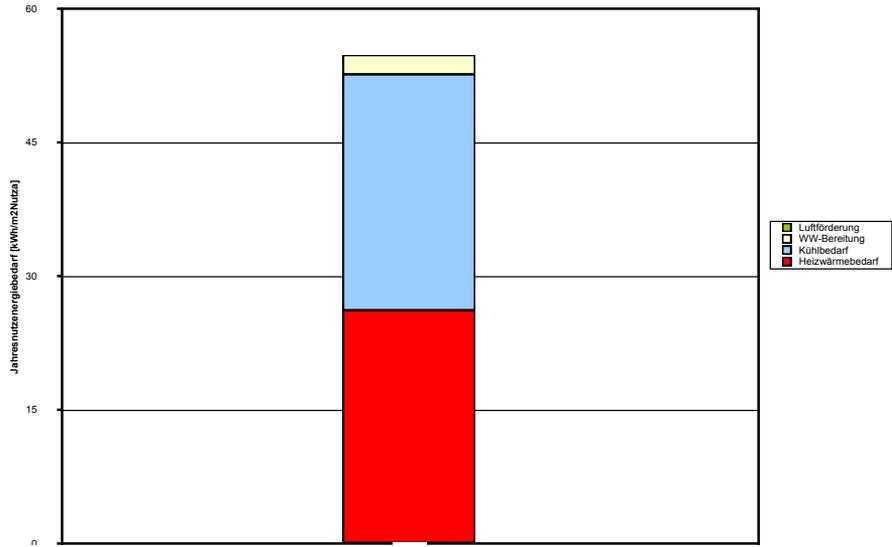








# ANHANG



Gesamtengebedarf		
<b>GERÄUDEDATEN</b>		
Nutzfläche NF [m²]	Fläche/Volumen	
Bruttoscheitelfläche BSF [m²]	27.000	
Brutto-Rauminhalt BRV [m³]	281.000	
Beheiztes Nettovolumen VN [m³]	261.000	(BRV * 0.9)
Lüftungsbedarf L [l/s]	0.5	
<b>JAHRESHEIZWÄRMEBEDARF</b> $\dot{Q}_{H, j} = P_{H, j} \times h_j$		
total [kWh/a]	2.538.950	Übertrag aus HWB
spezifisch [kWh/m²·a]	27.6	
spezifisch [kWh/m²·a]	26.2	
<b>JAHRESKÜHLBEDARF</b> $\dot{Q}_{K, j} = \dot{Q}_{K, j} \times h_j$		
total [kWh/a]	2.587.273	Übertrag aus KB
spezifisch [kWh/m²·a]	27	
spezifisch [kWh/m²·a]	26	
$\dot{Q}_{K, j} = P_{K, j} \cdot \text{Beheizt} / (\text{Person-Tage}) \cdot \text{Betriebsstage} \cdot (40 - 10)K \cdot c_{p, \text{Person}} \cdot P_{\text{Person}} / 3600$		
<b>WARMWASSERBEREITUNG</b>		
$c_{p, \text{Person}}$ [kJ/kg·K]	4.2	
$P_{\text{Person}}$ [kg/s]	1.0	
Personentage P	1000	
Warmwasserbedarf/Person*Tag [l/h²·G]	5	
Betriebsstage [G]	200	
Jahresenergiebedarf total, $Q_{\text{WW}}$ [kWh/a]	210.000	
Jahresenergiebedarf spez., $Q_{\text{WW}}$ [kWh/m²·a]	2.2	
Jahresenergiebedarf spez., $Q_{\text{WW}}$ [kWh/m²·a]	2.2	
<b>LÜFTFÖRDERUNG</b> $E_{\text{Lüftung}} = \text{Systemkennwert } \dot{V}_L \cdot \rho \cdot c_{p, \text{Luft}} / 3.6$		
Systemkennwert der mechanischen Lüftungsanlage [W/l/s]	2.4	
Lüftungsbedarf (Personentage [G])	87.200	
Betriebszeit [h]	0	0, falls keine mechanische Lüftungsanlage
Jahresenergiebedarf total, $E_{\text{Lüftung}}$ [kWh/a]	0	
Jahresenergiebedarf spezifisch, $E_{\text{Lüftung}}$ [kWh/m²·a]	0	
Jahresenergiebedarf spezifisch, $E_{\text{Lüftung}}$ [kWh/m²·a]	0	

Wärmebedarfsabschätzung (ohne Warmwasserbereitung)				
<b>GEBÄUDEDATEN</b>				
	Fläche/Volumen			
Nutzfläche NF [m <sup>2</sup> ]	94.000			
Bruttogeschossfläche BGF [m <sup>2</sup> ]	97.000			
Brutto-Rauminhalt BRI [m <sup>3</sup> ]	291.000			
Beheiztes Nettovolumen [m <sup>3</sup> ]	261.900	(BRI - 0,9)		
<b>AUSLEGUNGSTEMPERATUREN UND VOLLLASTSTUNDEN</b>				
Mittlere Innenraumtemperatur T <sub>i</sub> [°C]	20			
Normauslegungstemperatur T <sub>NE</sub> [°C]	-3			
Volllaststunden [h/a]	1050			
<b>TRANSMISSIONSLEITWERT</b> $L_T = \sum A_i \times U_i \times f_i$				
	Fläche [m <sup>2</sup> ]	u-Wert	f	L <sub>T</sub>
Außenwand	0	0,3	1	0
Fensterflächen	38500	1	1	38500
Dachfläche	1100	0,2	1	220
Boden	1100	0,2	0,5	110
Summe Transmissionsleitwert L <sub>T</sub> [W/K]	38830			
<b>LÜFTUNGSLEITWERT</b> $L_V = c_{p, Luft} \times \rho_{Luft} \times H \times V_n$				
	Fläche [m <sup>2</sup> ]			
Dichte Luft	1,3			
spez. Wärmekapazität Luft	1,2			
Luftwechsellzahl n	0,5		(0,5 als Standard)	
Lüftungsleitwert L <sub>V</sub> [W/K]	56745			
<b>NORMHEIZLAST</b> $P_N = (L_T + L_V) \times 1,1 \times (T_i - T_{ext})$				
total [kW]	2.418			
spezifisch [W/m <sup>2</sup> ]	25,7			
spezifisch [W/m <sup>2</sup> GGF]	24,9			
<b>JAHRESHEIZWÄRMEBEDARF</b> $Q_H = P_N \times h_f$				
total [kWh/a]	2.538.950			
spezifisch [kWh/m <sup>2</sup> a]	27			
spezifisch [kWh/m <sup>2</sup> GGF a]	26			
<b>AUSWERTUNG</b>				
NF/BGF	0,97			
A/V	0,14			
Transmission Fenster/Transmission opak	116,67			
Transmissions-+Lüftungswärmebedarf	0,68			

Kühlbedarfschätzung		Eingabehilfe (siehe auch Powerpoint-Präsentation)	
<b>GEBAÜDEDATEN</b>		<b>Insu für alle Orte</b>	
Nutzfläche NF [m²]	Fläche/Volumen	Fassade mit größtem Glaseanteil	Übrige Fassaden mit anderer Orientierung
Bürotageschossfläche BGF [m²]	94.000	600	80
Büro-Rauminhalt BR [m³]	97.000		
Bürofläche Nettovolumen V <sub>B</sub> [m³]	291.000		
		Anmerkung: Für London, Moskau, Madrid: keine Nordfassade als Fassade mit größtem Glaseanteil	
<b>LUFTWECHEL UND VOLLLASTSTUNDEN</b>		<b>Speicherfaktor s</b>	
Luftwechselzahl n	0,5	0,95	
Volllaststunden Kühlung t <sub>h</sub> [h/a]	650	0,90	
<b>INNERE SENSIBLE KÜHLLAST</b> $\dot{Q}_{i,s} = \dot{Q}_{i,s} + \dot{Q}_{i,s} = (q_{i,s} + q_{i,s}) \times A_{i,s} \times s$		Deckentyp leicht	
Speicherfaktor s [h]	0,9	0,90	
spezifische sensible Wärmeabgabe Mensch [W/m²]	15	Deckentyp mittel	0,95
spezifische sensible Wärmeabgabe Maschinen [W/m²]	15	Deckentyp schwer	0,85
innere sensible Kühllast [kW]	1692,00	<b>Durchsichtsfaktor b<sub>0</sub> [%]</b>	
Anm.: unter Vereinfachung von Fenestrierung		Direkt b <sub>0</sub>	Sonnenschutz b <sub>0</sub>
		Dreifachverglasung	0,9
		Sonnenschutzglas	0,95
		Einfachverglasung	1,1
		Jalousie außen	0,15
		Markise außen	0,3
		Innenverglasung	0,7
<b>INNERE LATENTE KÜHLLAST</b> $\dot{Q}_{i,l} = \dot{Q}_{i,l} = q_{i,l} \times A_{i,l} \times s$		<b>Enthalpie h der Außenluft [kJ/kg]</b> (im Auslieferungszustand Sommer)	
Speicherfaktor s [h]	0,9	London/Moskau (20°C/40% r.F.)	55
spezifische latente Wärmeabgabe Mensch [W/m²]	2,5	Madrid (18°C/20% r.F.)	60
innere latente Kühllast [kW]	211,50	Singapur (33°C/87% r.F.)	88
		<b>Enthalpie h der Raumluft [kJ/kg]</b> (im Auslieferungszustand Sommer)	
		Raum (24°C/50% r.F.)	45
<b>ÄUSSERE KÜHLLAST</b> $\dot{Q}_{e} = \left[ \sum_{\text{alle Fassadenorientierungen}} (A_{i,s} \times I_{i,s} \times b) \right] \times s$		<b>Volllaststunden Kühlung t<sub>h</sub> [h/a]</b>	
Fassade mit größtem Glaseanteil	4500	Arbeiten	Wohnen
A <sub>ext</sub> [m²]	4500	London	280
I <sub>ext</sub> [W/m²]	4500		220
Durchsichtsfaktor b [h]	80	Moskau	280
Speicherfaktor s [h]	0,15	Madrid	600
	0,15	Singapur	2300
Äußere Kühllast [kW]	918,40		1900
Anm.: unter Vereinfachung von Transmission durch Wände und Fenster			
<b>AUßEREN LUFTKÜHLUNG UND ENTFEUCHTUNG</b> $\dot{Q}_{e,l} = V_e \times n \times \rho_{l,ext} \times (h_{l,ext} - h_{l,int})$		<b>spezifische innere Wärmeabgaben [W/m²]</b>	
Dichte Luft	1,2	spezifische sensible Wärmeabgabe Mensch [W/m²]	6
Enthalpie Raum (24°C/50% r.F.) [kJ/kg]	45	spezifische sensible Wärmeabgabe Maschinen [W/m²]	15
Enthalpie Außenluft am Standort [kJ/kg]	60	spezifische latente Wärmeabgabe Mensch [W/m²]	2,5
Kühlung und Entfeuchtung der Außenluft [kW]	152,75		
<b>KÜHLLAST_GESAMT</b> $\dot{Q}_{k,l} = \dot{Q}_{i,s} + \dot{Q}_{i,l} + \dot{Q}_{e} + \dot{Q}_{e,l}$		Arbeiten	
total [kW]	3.949,65	Wohnen	
spezifisch [W/m² <sub>B</sub> ]	42,0		
spezifisch [W/m³ <sub>B</sub> ]	40,7		
<b>JAHRESKÜHLBEDARF</b> $Q_{k,l} = \dot{Q}_{k,l} \times t_h$			
total [kWh/a]	2.567.273		
spezifisch [kWh/m² <sub>B</sub> /a]	27		
spezifisch [kWh/m³ <sub>B</sub> /a]	26		

## FORMELLEGENDE

- $\Phi_{HL}$  Heizlast des Gebäudes
- $\Phi_{Ti}$  Transmissionswärmeverluste der einzelnen Räume (i)
- $\Phi_{Vi}$  Lüftungswärmeverluste der einzelnen Räume
- $\Phi_{Vi}$  Norm-Lüftungswärmeverlust
- $\Phi_{Vi}^A$  äußere Kühllast
- $\Phi_{W}^A$  Wärmestrom durch Wände und Dächer
- $\Phi_{FT}$  Transmissionswärmeeintrag durch Fenster
- $\Phi_{FS}$  Solarstrahlung durch Fenster
- $\Phi_{FS}^M$  Wärmeabgabe durch Maschinen und Geräte
- $\Phi_{P}^M$  Wärmeabgabe durch Personen
- $\Phi_I$  Innere Kühllast
- $\Phi_K$  Gesamtkühllast
- $U$  Der Wärmedurchgangskoeffizient (u-Wert) kennzeichnet die thermische Qualität von Bauteilen
- $R_T$  Wärmedurchgangswiderstand gesamt
- $H_{Vi}$  Norm-Lüftungswärmeverlustkoeffizient
- $H_{Ti}$  Transmissionswärme-Verlustkoeffizient
- $H_{T,ie}$  Transmissionswärme-Verlustkoeffizient zwischen beheiztem Raum (i) und der äußeren Umgebung (e)
- $H_{T,ig}$  stationärer Transmissionswärme-Verlustkoeffizient zwischen beheiztem Raum (i) und Erdreich (g)
- $\varnothing_{int,i}$  Norm-Innentemperatur des beheizten Raums (i)
- $\varnothing_e$  Norm-Außentemperatur
- $A$  Fläche des Bauteils
- $U$  Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils
- $\Delta U_{WB} = f_c$  Wärmebrückenzuschlag
- $\rho \cdot c_p$  Produkt aus Dichte der Luft und spezifischer Wärmespeicherkapazität
- $V_i$  Luftvolumenstrom des Beheizten Raumes (i)
- $\dot{V}_{min,i}$  minimaler Luftvolumenstrom, der einzuhalten ist
- $n_{min}$  Mindestluftwechsel
- $g_{total}$  Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung mit Sonnenschutz
- $g$  Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
- $F_c$  Abminderungsfaktor: Verhältnis von  $g$  mit Sonnenschutz zu  $g$  ohne Sonnenschutz
- $I_s$  solare Strahlung, abhängig von Ort, Himmelsrichtung und Neigung der Photovoltaikmodule
- $f_F$  Abminderungsfaktor, der den Rahmenanteil der Fenster berücksichtigt
- $A_{W,i}$  die gesamte nach einer Himmelsrichtung orientierte Fensterfläche
- $Q_s$  solare Gewinne

## LITERATURLISTE

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT): Haus der Zukunft Plus, 2. Ausschreibung 2009, Wien 2009

Cody, Brian: Bauphysik, Skriptum, Institut für Gebäude und Energie, TU Graz, 1. Auflage 2009

Cody, Brian: Architektur und Energie, Skriptum, Institut für Gebäude und Energie, TU Graz,

Eisele, Johann / Kloft, Ellen (Hg.): Hochhausatlas, Typologie und Beispiele, Konstruktion und Gestaltung, Technologie und Betrieb, München 2002

Hausladen, Gerhard / de Saldanha, Michael / Liedl, Petra / Sager, Christian: Clima Design, Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können, München 2005

Hayner, Michael / Ruoff, Jo / Thiel, Dieter: Faustformel, Gebäudetechnik für Architekten, München 2010  
Jocher, Thomas / Loch, Sigrid: Raumpilot, Grundlagen, Ludwigsburg 2010

Hegger, Manfred / Fuchs, Matthias / Stark, Thomas / Zeumer, Martin / Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG (Hg.): Energie Atlas, Nachhaltige Architektur, München 2007

Ipser, Christina / Bointner, Raphael / Stieldorf, Karin: Plusenergie Leitfaden, Energieeffizienz und gebäudeintegrierte regenerative Energieträgertechnologien in Vorentwurf und Entwurf, Teil 1, Einleitung, Grundlagen und Projektbeispiele, Wien 2012

Kapfinger, Otto / Stiller, Adolph (Hg.): Form und Energie, Architektur in\_ aus Österreich, Salzburg 2010

Klein, Oliver / Schlenger, Jörg: Raumkonditionierung, Basel 2008

Phocas, Marios C. (Hg.): Hochhäuser, Tragwerk und Konstruktion, Wiesbaden 2005

Thyssen Krupp: Verkehrsanalyse, E-Mail Korrespondenz mit Tapio Rouhiainen, 22. 4. 2014

Yeang, Ken: Service Cores, Detail in Building, Great Britain 2000

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Autor aller hier nicht angeführter Darstellungen ist Jürgen Patjens

- Abbildung 1: Ipser u.a. 2012, 7  
Abbildung 2: [www.nyc.gov/html/dcp/html/zone/zh\\_zmactable.shtml](http://www.nyc.gov/html/dcp/html/zone/zh_zmactable.shtml)  
Abbildung 3: [www.nyc.gov/html/dcp/html/zone/zh\\_zmactable.shtml](http://www.nyc.gov/html/dcp/html/zone/zh_zmactable.shtml)  
Abbildung 4: Verteilung jährliche Globalstrahlung, Hegger u.a. 2007, 51  
Abbildung 5, 6, und 7: Strahlung Wandfläche Ost-Westseite, Jocher/Loch 2010, 146f  
Abbildung 8, 9 und 10: Strahlung Wandfläche Südseite, Jocher/Loch 2010, 148f  
Abbildung 11: Verteilung jährliche Niederschlag, Hegger u.a. 2007, 51  
Abbildung 12: Atmosphärische Zirkulation, [http://www.techniklexikon.net/d/atmosphärische\\_zirkulation/atmosphärische\\_zirkulation.htm](http://www.techniklexikon.net/d/atmosphärische_zirkulation/atmosphärische_zirkulation.htm)  
Abbildung 13: Windstärken in Beaufaut, Cody, Architektur und Energie Skript, 216  
Abbildung 14, 15 und 16: Hegger u.a. 2007, 59  
Abbildung 17, 18 und 19: Hegger u.a. 2007, 59  
Abbildung 20: Hegger u.a. 2006, 55  
Abbildung 21: Yeang 2000, 19  
Abbildung 22: Hegger u.a. 2007, 56  
Abbildung 23: Hegger u.a. 2007, 113  
Abbildung 24: Hayner u.a. 2007, 20f  
Abbildung 25: Klein/Schlenger 2008, 55  
Abbildung 26: Klein/Schlenger 2008, 56  
Abbildung 27: Hayner u.a. 2010, 56f  
Abbildung 28: Hayner u.a. 2010, 59f  
Abbildung 29: Hayner u.a. 2010, 77  
Abbildung 30 und 31: Klein/Schlenger 2008, 63  
Abbildung 32: Hayner u.a. 2010, 118  
Abbildung 33: Eisele/Kloft 2002, 102  
Abbildung 34: Eisele/Kloft 2002, 102  
Abbildung 35: Eisele/Kloft 2002, 103  
Abbildung 36: Eisele/Kloft 2002, 103  
Abbildung 37: Yeang 2000, 14  
Abbildung 38: <http://www.usclimatedata.com/climate.php?location=USNY0996>  
Abbildung 39: <http://www.usclimatedata.com/climate.php?location=USNY0996>  
Abbildung 40, 41, 42, 43: ©3M, Korrespondenz mit Werner Fischer  
Abbildung 44 bis 52: © Schüco, Korrespondenz mit Herrn Neuherz, Alu König Stahl