

Holzhochhaus
für Graz



Michael Hainz, BSc.

Timber Tower
Ein Holzhochhaus für Graz

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Individuelles Masterstudium

Masterstudium Architektur

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Univ. Prof. Dr. - Ing. Stefan Peters

Institut für Tragwerksentwurf

Graz, März 2016

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. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit/Diplomarbeit identisch.

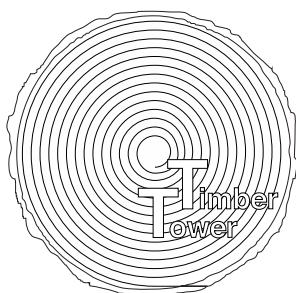
Datum

Unterschrift

Soweit in diesem Werk auf natürliche Personen bezogene Bezeichnungen aus Gründen der leichten Lesbarkeit lediglich in männlicher Form angeführt sind, beziehen sie sich unterschiedslos auf Frauen und Männer.

*“Hätten wir das Holz nicht, dann hätten wir kein Feuer;
dann müssten wir alle Speisen roh essen und im Winter
erfrieren; wir hätten keine Häuser, hätten auch weder
Kalk noch Ziegel, kein Glas, keine Metalle. Wir hätten
weder Tische noch Türen, weder Sessel noch andere
Hausgeräte.”*

[Wolf Helmhard von Hohberg, 1682]



Inhaltsverzeichnis

01	Vorwort	10
02	Unser Wald	12
	Wald in Österreich	13
03	Nachhaltiger Rohstoff Holz	14
	Nachhaltigkeit durch Kohlenstoff - Speicherung	15
	Nachhaltigkeit und Klimaschutz durch bauen mit Holz	16
	Nachhaltig durch Recycling und Wiederverwertbarkeit	17
04	Aussteifung im Hochhausbau	18
	Große Bauhöhen	19
	Hochhaustragwerke	20
05	Beispielhafte Projekte	22
	Life Circle Tower One	24
	Murray Grove	28
	Via Cenni	32
	Tall Wood Study	36

06	Projekt	40
	Der Bauplatz	41
	Die Umgebung	46
	Flächenwidmungsplan	54
	Bebauungsplan	56
07	Entwurf	58
	Baukörperentwicklung	60
	Sonnenstudie	62
	Funktionen	64
	Lageplan	66
	Grundrisse	68
	Innenansicht	84
	Schnitte	86
	Ansichten	90
	Fassadenschnitt	98
	Außenansicht	100
08	Tragwerk	102
	Buchenfurnierschichtholz	104
	Holz - Beton - Verbund Decke	106
	Horizontale und vertikale Lastabtragung	108
	Montageprinzip	110
	Gebäudeaussteifung	112
	Anschlussdetail Randträger	114
	Stützendetail	116
	Berechnungen Lasten	118
09	Brandschutz	122
	Feuerwiderstand von Bauteilen	123
	Brandabschnitte	124
	Brandschutz Timber Tower	125
10	Literaturverzeichnis	126
11	Abbildungsverzeichnis	128

1 Vorwort

Die Vielseitigkeit des Werkstoffs Holz ist uns allen schon lange bekannt, aber seine Bedeutung als erneuerbare Ressource im konstruktiven Holzbau wurde erst in den letzten Jahren wieder entdeckt. Holz als Baustoff erlebt also eine Renaissance, ein Comeback sozusagen, dass hinsichtlich seiner Eigenschaften mehr als verdient ist.

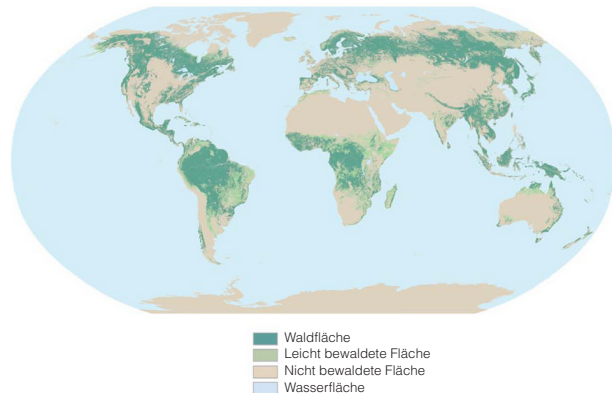
Wenn man weiß, dass Holz Kohlenstoff für die Dauer seiner Existenz speichert, dann ist es nur logisch hinsichtlich der Tatsache wie viel Holz alleine in Österreich zur Verfügung steht und den vielen Klimaschutzziele die alle eine Minimierung des Kohlenstoffausstoßes fordern, künftig mehr in Holz zu bauen.

Die folgende Arbeit beschäftigt sich im theoretischen Teil mit dem Baustoff Holz an sich, seinen Eigenschaften und warum es unsere Umwelt danken wird, wenn der Baustoff Holz wieder vermehrt eingesetzt wird. Weiters werden bereits gebaute Projekte die in Holzbauweise realisiert wurden analysiert.

Im praktischen Teil wird der Entwurf eines Hochhauses in Holzbauweise vorgestellt. Anhand dieses Entwurfes wird im anschließenden statischen Konzept erläutert wie diese Konstruktion in Holzbau funktionieren kann.

2 Unser Wald

Weltweit sind zirka 30 Prozent der Landfläche bewaldet. Allein diese Zahl macht die Bedeutung der Waldnutzung für unseren Planeten und seiner Bevölkerung deutlich.



Unsere Wälder wachsen durch Photosynthese und erzeugen dadurch den lebensnotwendigen Sauerstoff. Gleichzeitig wird der Atmosphäre das Kohlendioxid entzogen und im Holz als Kohlenstoffverbindung gespeichert. Die Wälder unserer Erde sind nicht nur "grüne Fabriken" des wichtigsten nachwachsenden Rohstoffs und Energieträgers Holz sondern sie sind auch vielfältige Ökosysteme die für die Biodiversität, Luft- Boden- und Wasserhaushalt, Errosions- und Lawinenschutz sowie für Wetter- und Klimageschehen eine herausragende Bedeutung spielen. Weiters stellen unsere Wälder

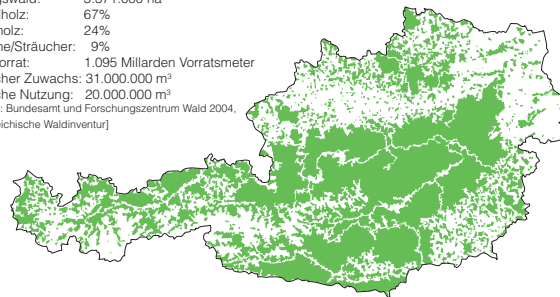
Abb. 01: Wälder der Erde

verschiedene Arbeitsplätze, prägen die Landschaft bieten Lebensräume für Pflanzen, Tiere und Menschen und erfüllen Erholungs-, Freizeit- und Tourismusansprüche.¹

Wald ist aber nicht immer gleich Wald, er ist nämlich immer mehr als die Summe seiner Bäume. Das wird besonders veranschaulicht wenn wir beispielsweise tropische Urwälder im Amazonas vor Augen haben in denen mehr als 100 Baumarten und Zehntausende Pflanzen- und Tierarten pro Hektar leben. Doch wenn wir vom Bauen mit Holz reden sind nicht solche Wälder gemeint sondern bewirtschaftete Kulturwälder in unseren Breiten mit den Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche die durch nachhaltige und naturnahe Forstwirtschaft entstehen.²

47% der Fläche Österreichs sind mit Wald bedeckt

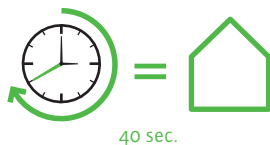
Waldfläche:	3.960.000 ha
Ertragswald:	3.371.000 ha
Nadelholz:	67%
Laubholz:	24%
Büsche/Sträucher:	9%
Holzvorrat:	1.095 Milliarden Vorratsmeter
jährlicher Zuwachs:	31.000.000 m ³
jährliche Nutzung:	20.000.000 m ³
[Quelle: Bundesamt und Forschungszentrum Wald 2004, Österreichische Waldinventur]	



"Die Bedrohungen durch den Klimawandel sind so gravierend, dass es völlig unverständlich wäre, würde man die Beiträge der Wälder und die Verwendung von Holz nicht in vollem Umfang beachten." [Töpfer 2006, 2.]

Wald in Österreich

In Österreich wächst zirka 4 Millionen Hektar Wald, das entspricht ungefähr 47% der Gesamtfläche unseres Landes. Pro Sekunde wächst in Österreich 1 Kubikmeter Holz, das heißt dass an nur einem Tag ausreichend Baustoff für 2160 Einfamilienhäuser nachwachsen. Aufgerechnet auf ein Jahr wächst ausreichend Holz für 788400 Häuser. Konkret bedeutet das, dass in Österreich jährlich 30,4 Millionen m³ Holz nachwächst wovon zirka 25,9 m³ geerntet werden der Rest verbleibt im Wald um dessen Fläche zu vergrößern und künftigen Generationen nachhaltig zur Verfügung steht.³



alle 40 Sekunden wächst in Österreich 1 Holzhaus nach

Abb. 02: Österreichs Waldflächen
Abb. 03: Editio:Holz, pro:Holz

1 Vgl. Bauen mit Holz Wege in die Zukunft
2 Vgl. Bauen mit Holz Wege in die Zukunft
3 Vgl. edition Holz, Holz und Klimaschutz, pro Holz, 2010, 6.

3 Nachhaltiger Rohstoff Holz

Der Begriff der Nachhaltigkeit wurde mehreren Berichten zufolge von Hans Carl von Carlowitz einem Oberberghauptmann der Silberstadt Freiberg (DE) geprägt. Er erwähnt den Begriff in seinem Buch "Die Sylvicultura oeconomica" oder die "Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht" wie der Untertitel lautet. Dieses Buch erschien 1713 und gilt als das erste forstwissenschaftliche Werk. Den Begriff der Nachhaltigkeit versteht er als eine vernünftige Nutzung der Wälder und dass immer nur so viel Holz geschlagen werden sollte, wie durch nachfolgende Aufforstung nachwachsen könne.¹

Nachhaltigkeit durch Kohlenstoff - Speicherung

In jedem Kubikmeter Holz wird zirka eine Tonne CO_2 aus der Atmosphäre gespeichert. Diese These lässt sich wie folgt berechnen:

“Holz besteht zu 50% aus Kohlenstoff (C). Wenn C in CO_2 umgewandelt wird, entstehen aus einem Kilogramm C zirka 3,67 Kilogramm CO_2 . 250 Kilogramm C ergeben 917 Kilogramm CO_2 , also zirka 1 Tonne CO_2 pro Kubikmeter”²

Somit trägt der Einsatz von Holz im Baubereich aktiv zum Klimaschutz bei. Der Kohlenstoff bleibt solange im Holz gebunden, wie das Holzprodukt existiert also oft über Jahrhunderte. Damit wird das Holzprodukt zum dauerhaften Kohlenstoffspeicher. In den österreichischen Wäldern sind zirka 800 Millionen Tonnen Kohlenstoff gespeichert. Dieser Wert entspricht ungefähr dem 40-fachen der jährlichen Treibhausgase die in unserem Land produziert werden.

Die Universität Hamburg hat Untersuchungen durchgeführt die zeigen, dass ein einziges Holzhaus zirka 30 Tonnen CO_2 speichern kann. Wenn man bedenkt, das Österreichs Klimaschutzziel seit 2008 die Einsparung von 30 Millionen Tonnen CO_2 pro Jahr vorsieht, wird einem klar, das Holz der einzige nachhaltige Baustoff ist der dabei helfen kann diese Ziele zu erreichen.³

1m³ Holz enthält:
250 kg Kohlenstoff
215 kg Sauerstoff
30 kg Wasserstoff
5 kg diverse Elemente

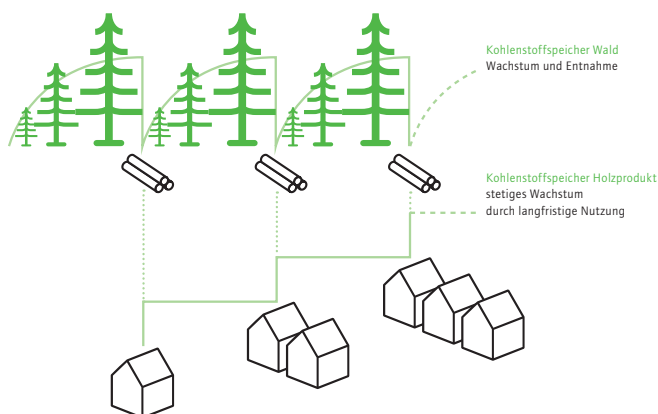






Abb. 04: Editio:Holz, pro:Holz

Nachhaltigkeit und Klimaschutz durch Bauen mit Holzprodukten

Bauen mit Holz schützt das Klima durch kurze Transportwege, geringeren Energieaufwand bei der Herstellung, Verlängerung der Kohlenstoff-Speicherung im Holz, Einsparung fossiler Brennstoffe bei der Entsorgung und die Reduktion von CO₂-Emissionen durch das Nicht-Herstellen mineralischer Baustoffe.⁴ Bei den Export-Transporten ist Holz emissionsparend, weil Holztransporte auf der Straße ab einer Distanz von 150 Kilometern unwirtschaftlich sind und deshalb meist auf der Schiene stattfinden.⁵

Auch was Graue Energie betrifft, steckt in Holz deutlich weniger als zum Beispiel in Stahl, Aluminium, Ziegeln oder Beton. Grund dafür ist, dass Holz fast von alleine wächst und weil der Energieaufwand für die Pflege des Waldes und der Holzernte im Vergleich zu Minen, Elektrolyse, Hochöfen und Brennerwerken vernachlässigbar gering ist. Die heutige Bauwirtschaft verbraucht durch die konventionellen Bauweisen 25 - 40% der weltweit verfügbaren Ressourcen an Rohstoffen und Energie und verursacht dabei zwischen 30 und 40% der gesamten globalen Abfälle. Aber auch für 30 - 40% des weltweiten CO₂-Ausstoßes ist die Bauindustrie verantwortlich. Verwendet man aber Holz anstatt Ziegel, Stahl, Aluminium oder Beton als Baustoff, fallen pro Kubikmeter Holz 1,1 Tonnen CO₂ für deren Herstellung schon einmal gar nicht an. Kein anderer Baustoff benötigt weniger Energie und stößt damit weniger CO₂ aus als Holz.⁶

C- Speicherleistung durch Holzprodukte

0,023 t		Schreibtisch (45 kg Holz)
0,7 t		Errichtung 3-Zimmer Wohnung (1400 kg Holz)
16 t		modernes Holzhaus (32000 kg Holz)
2,28 t		Dachstuhl (4565 kg Holz)
1,10 t		jeder Österreicher durch Substitution

4 Vgl. edition Holz, Holz und Klimaschutz, pro Holz, 2010, 6.

5 Vgl. Binder, Zuschnitt 24, 15.

6 Vgl. edition Holz, Holz und Klimaschutz, pro Holz, 2010, 13.

Nachhaltig durch Recycling und Wiederverwertbarkeit

Holz ist eine nachwachsende Ressource und kann nach der ersten Nutzungsdauer weiterverwendet werden. Das heißt Holzbaustoffe sind ressourcenschonende Kreislaufprodukte.

Holz gibt im Gegensatz zu anderen Baustoffen die bei ihrer Entsorgung fossile Energie verbrauchen die in ihm gespeicherte Sonnenenergie CO₂-neutral wieder ab. Holz ist vielfach einsetzbar und nutzbar. Wird es geerntet und zum Beispiel zu Schnittholz verarbeitet, werden alle Teile genutzt ohne Abfall zu erzeugen. Sägespäne und Hackschnitzel werden zu Papier oder Span- und Faserplatten verarbeitet und das Schnittholz dient als Baustoff für Möbel und Gebrauchsgegenstände. Wenn dieser Primäre Einsatzzyklus abgeschlossen ist kann der rückgebaute Baustoff wieder für Span- und Faserplatten oder für die Papierherstellung genutzt werden.

Auch die Energiegewinnung durch Biomasse spart CO₂ Emissionen da im nachwachsenden Wald wieder Kohlenstoff gebunden wird. Der Vorteil ist, dass man den Import von fossilen Brennstoffen spart und auch die Luftqualität deutlich besser bleibt als bei der Verwertung fossiler Brennstoffe. Am Ende des Kreislaufes wird wieder nur jene Menge an CO₂ freigesetzt die im Holz gebunden war. Somit schließt sich der natürliche Kohlenstoffkreislauf.⁷

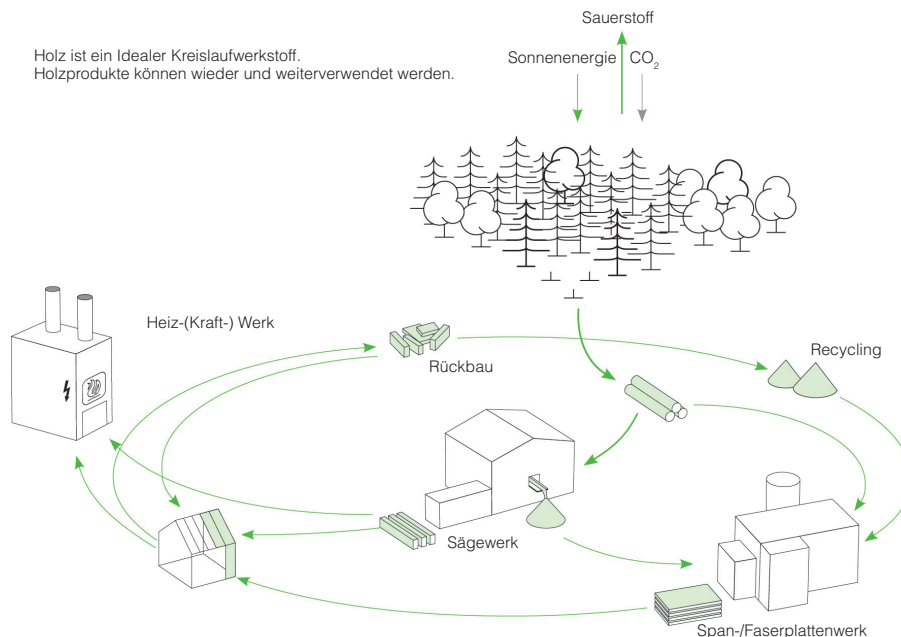


Abb. 05: Editio:Holz, pro:Holz
Abb. 06: Editio:Holz, pro:Holz

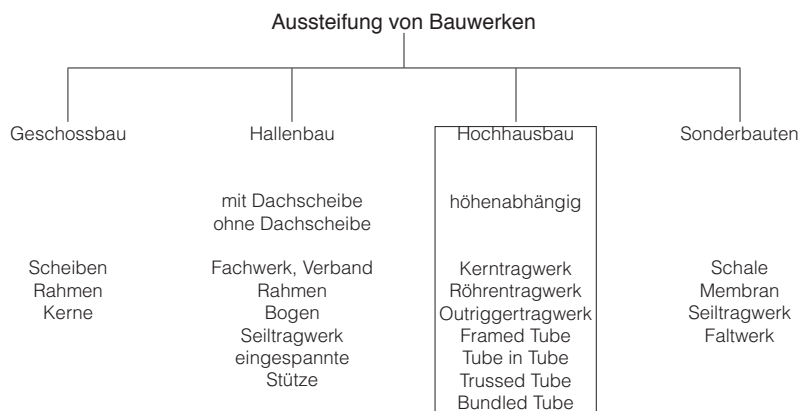
4 Aussteifung im Hochhausbau

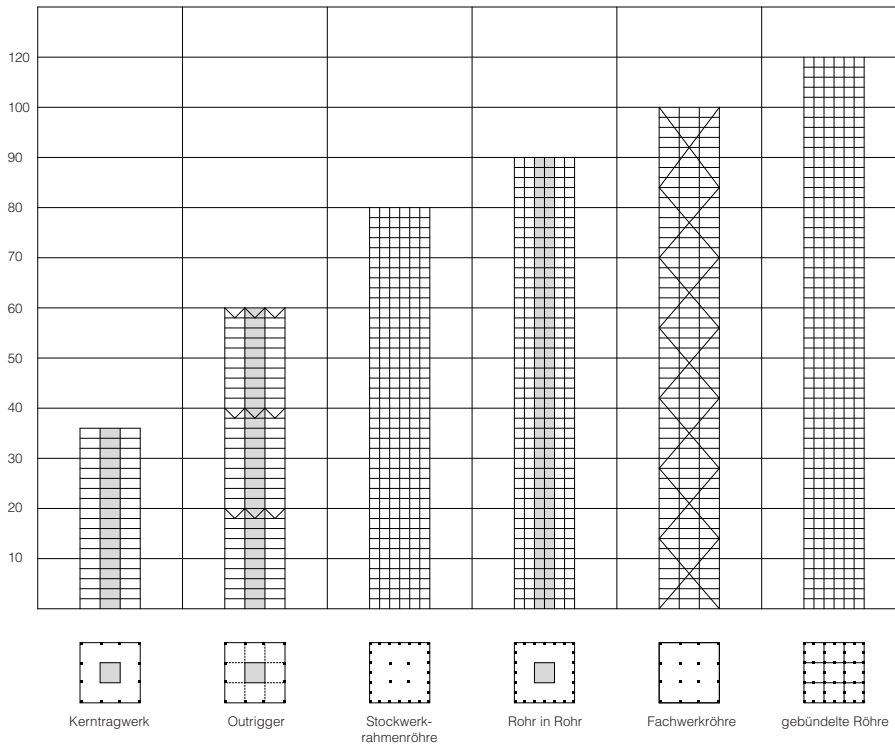
Gebäudeaussteifung

Die Gebäudeaussteifung ist die Gewährleistung für die Stabilität eines Gebäudes, unter Einfluss von horizontalen und vertikalen Lasten sowie auch für planmäßige (Wind) und unplanmäßige (Schiefstellung) horizontale Lasten. Diese Lasten müssen mit Hilfe entsprechender Aussteifungselemente bis in die Fundamente geleitet werden.

Hochhausbau

Im Hochhausbau ist die Aussteifung gegen horizontale Lasten besonders wichtig, da mit der steigenden Bauwerkshöhe auch die horizontalen Lasten größer werden. Das geeignete Aussteifungssystem wird abhängig von der Gebäudehöhe ausgewählt.¹





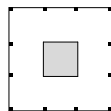
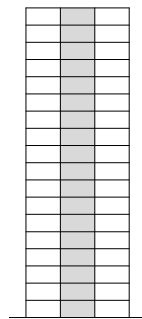
Große Bauhöhen

Wie bereits erwähnt wird mit der zunehmenden Bauwerkshöhe die horizontale Lastabtragung für das Tragwerkskonzept immer entscheidender und ein vertikales Aussteifungselement verhält sich bei hohen Gebäuden nicht mehr starr sondern wie ein zum Beispiel im Kellerbauwerk eingespannter Kragarm. Dieser Kragarm verformt sich unter Biegebeanspruchung horizontal. Um diese Verformung so gering wie möglich zu halten ist eine hohe Steifigkeit des Tragwerks notwendig. Aussteifungselemente welche schubsteif zu Röhren verbunden sind, können die entsprechende Steifigkeit erzielen. Abhängig von Abmessung und Grundrissanordnung wird zwischen Kern und Röhrentragwerk unterschieden.²



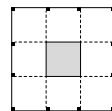
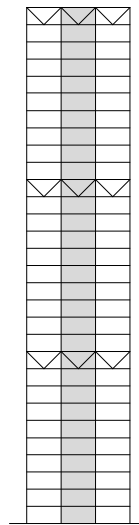
Abb. 07-10: Faustformel Tragwerksentwurf

Hochhausstragwerke



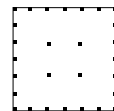
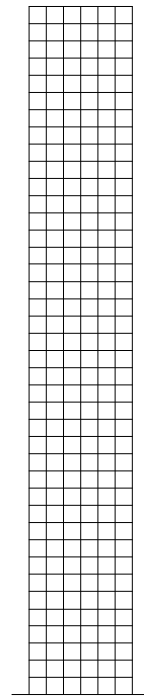
Kerntragwerk

Bei diesem Tragwerk trägt ein möglichst zentral angeordneter Kern, der auch die Erschließung beinhaltet die gesamte Horizontallast ab. Lageexzentrizität führt zur Torsionsbeanspruchung des Kerns. Kerne werden oft aus Scheiben gebildet aber auch aus Fachwerken oder Rahmen. Diese Variante eignet sich nur für Bauwerke mit bis zu 35 Geschosse.



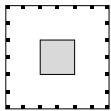
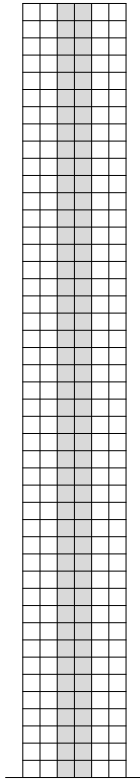
Outriggertragwerk

Um die Steifigkeit der Kerntragwerke zu erhöhen, werden bei diesem System die Außenstützen zur horizontalen Lastabtragung herangezogen. Dies ermöglicht eine schubsteife Verbindung des Kerns und der Stützen mit geschosshohen Tragkonstruktionen. Bei dieser Konstruktion werden bei Biegung des Kerns Normalkräfte in die Stützen übertragen wodurch sich der Hebelarm vergrößert. Wirtschaftlich ist dieses System bis zur einer Höhe von 60 Geschossen.



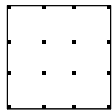
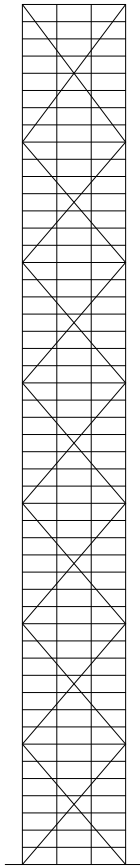
Stockwerkrahmenröhre

Horizontale Lasten werden bei diesem Tragsystem auch über eine geschlossene Röhre abgetragen welche im Unterschied zum Kerntragwerk im Grundriss so weit außen wie möglich liegt. Die Röhre (Framed Tube) wird aus biegesteifen Riegeln und Stützen gebildet. Starke Riegel und ein enger Stützenabstand gewährleisten eine ausreichende Steifigkeit für bis zu 80 Geschosse.



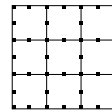
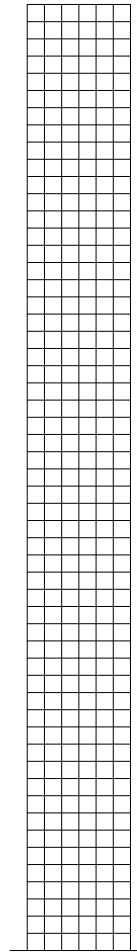
Rohr in Rohr

Da die erforderliche Steifigkeit des Tragwerks überproportional mit der zunehmenden Gebäudehöhe wächst kann die Ausbildung von Rohr in Rohr Systemen notwendig werden. Der Kern und die äußere Röhre werden über die Deckenscheiben schubsteif miteinander verknüpft wodurch die Gesamtsteifigkeit gesteigert wird. Wirtschaftlich ist dieses System für Gebäude bis zu 90 Geschosse.



Fachwerkrohre

Die Horizontalaussteifung bildet auch hier eine außen liegende Röhre. Um eine größere Steifigkeit als bei der Stockwerkrahmenröhre zu erzielen besteht die Fachwerkrohre entweder aus diagonal ausgesteiften Stockwerksrahmen oder aus Fachwerken. Fachwerkrohren ermöglichen daher bei gleicher Steifigkeit größere Stützenabstände und schlankere Stabquerschnitte.



Gebündelte Röhre

Um eine weitere Steigerung der Steifigkeit zu erzielen und eine Geschosshöhe von bis zu 110 Geschossen zu erzielen bietet sich das System der gebündelten Röhre (BUNDled Tubes) an. Durch die Koppelung mehrerer Trussed oder Framed Tubes entsteht ein sehr effektives Tragwerk zur Abtragung horizontaler Lasten.³

Abb. 10-16: Faustformel Tragwerksentwurf

5 Beispielhafte Projekte

Dieses Kapitel befasst sich mit bereits realisierten Projekten die meiner Meinung nach Vorreiter und Vorbilder für den mehrgeschossigen Holzbau sind. Besonderes Hauptaugenmerk liegt dabei auf die teilweise unterschiedlichen Konstruktionen und Holzendprodukte die die Architekten und Ingenieure wählten um statische und brandschutztechnische Ziele des jeweiligen Baugesetzes zu erreichen.

Das erste Projekt das ich hier Vorstellen möchte ist der Life Cycle Tower One in Dornbirn vom Architekten Hermann Kaufmann bei dem ich mich selbst von der Qualität in Form einer Exkursion nach Dornbirn überzeugen konnte. Gleichzeitig werde ich auf die Studie von Hermann Kaufmann und Michael Zangerl eingehen. Aus dieser Studie ging der LCT One in Dornbirn hervor der mit seinen 8 Geschossen aber noch weit unter dem vollen Potential des dabei erforschten Systems liegt.

Es folgen die Projekte Via Cenni, Stadthaus Murray und eine ausführliche Studie von Michael Green über ein 30 geschossiges Holzhochhaus.



Abb. 17 Rendering des 20. Geschossigen LCT

Life Circle Tower One
Dornbirn (A)



Auftraggeber:	Cree GmbH
Architekt:	Hermann Kaufmann
Bauzeit:	Juni 2011 - Juni 2012
Fertigstellung:	2012
Gebäudetyp:	Bürogebäude
Geschossanzahl:	8 Geschosse
Tragwerksplanung:	Merz Kley Partner GmbH
Bauweise:	Holz-Leichtbauweise mit Betonverbunddecke
Brandschutz:	IBS, Linz (A)
Nettogeschossflächen:	1765m ²
Dimensionen:	13 x 24m, 27m Höhe

Der LCT ONE in Dornbirn ist in vielerlei Hinsicht ein Pionierbauwerk. Das realisierte Projekt ist das erste Holzgebäude in Österreich, das an der Hochhausgrenze errichtet wurde. Es ist der Prototyp für die im Forschungsprojekt "Life Cycle Tower" entwickelte Holz-Systembauweise. Ziel des Prototypen ist es, das Bausystem in Hinblick auf seine Umsetzbarkeit und Funktionstüchtigkeit zu überprüfen.¹

Abb. 18: Außenaufnahme des LCT
Abb. 19: (rechts oben) Grundriss,
Schnitt u. Detail
Abb. 20: (rechts unten) Innenansicht
des LCT



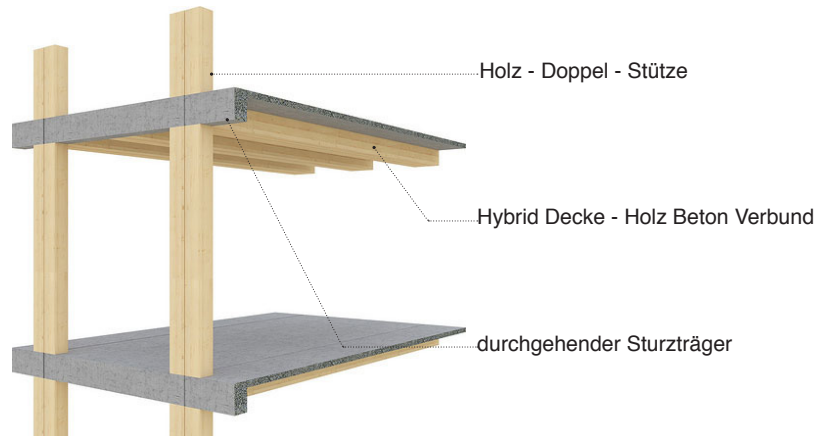
Bei diesem Gebäude wurde der Stiegenhauskern aus einer Ortbetonbauweise ausgeführt, obwohl das vorausgegangene Forschungsprojekt LCT einen Stiegenhauskern in Holz vorgeschlagen hat. Grund dafür war eine intensive Auseinandersetzung mit den gesetzlichen Vorschriften des Brandschutzes, die zeigen, dass es derzeit nicht möglich ist, den Kern aus brennbaren Baustoffen zu fertigen.²

Um in den aussteifenden Bauteilen möglichst wenige Knoten zu realisieren und an der Fassade jedes verfügbare Fassadensystem einsetzen zu können gelangt ein Rechteck Kerntyp zur Ausformulierung. Die Fassadenstützen mit 2,70m Höhe geben den Grundraster des Gebäudes mit 1,35m vor. Im wesentlichen lässt sich die Holz Tragkonstruktion des Hochhauses in 3 Bauelemente gliedern. Den Ershließungskern aus Stahlbeton, an den einheitig die Büroflächen angehängt werden. Die Fassadenstützen die aus Brettschichtholz bestehen, tragen die senkrechten Lasten an der Gebäudeaußenkante nach unten ab. Und der Geschossdecke auf die ich auf der nächsten Seite näher eingehen möchte.³



2
3

Vgl. Hermann Kaufmann, 10_21
Vgl. Zangerl, Kaufmann, Hein 2010, 21

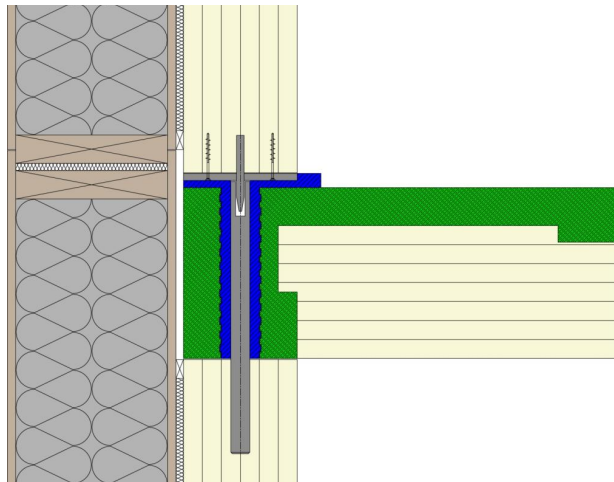
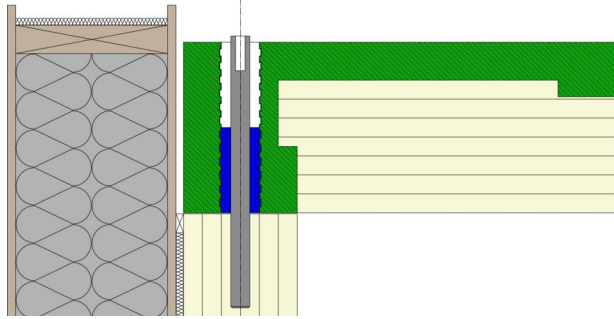
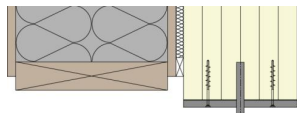
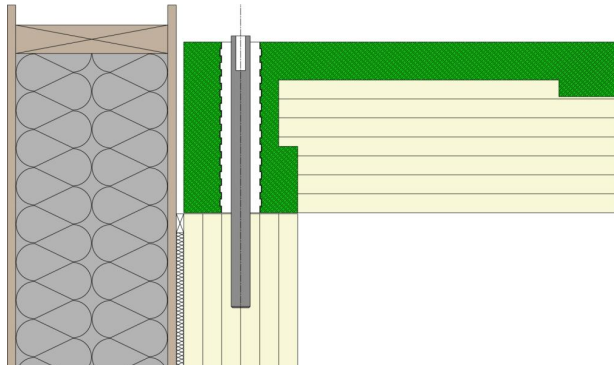


Die Holzverbundhybriddecke ist der eigentliche Schlüssel, um in die Höhe zu bauen und einen Feuerwiderstand von REI 90 zu erreichen, da es mit ihr gelingt, die jeweiligen Geschosse durch eine nicht brennbare Schicht zu trennen. In einer Stahlschalung von 8,1 mal 2,7 Metern werden die Holzbalken eingelegt, die Abstände dazwischen geschalt und im Vergussverfahren betoniert. Durch diese Methode können die Deckenelemente industriell und präziser produziert werden und es gibt dadurch keine Aushärtungszeiten auf der Baustelle. Durch diesen hohen Vorfertigungsgrad hat sich der Bauablauf so vereinfacht, dass die Handwerkerangaben für die Verlegung eines Deckenelements nur 5 Minuten zu benötigen.

Der Schubverbund zwischen Beton und Leimbindern wird über Schrauben und Schubkerven hergestellt und nicht mittels komplizierter Verbinder. Ein Stützträger aus Beton trägt statisch wesentlich zur Durchleitung der enormen Kräfte aus den Fassadenstützen bei. Die Doppelstütze steht direkt auf dem Beton und der verbindende Dorn wird auf der Baustelle im Fertigteil eingegossen. Dieser Stützträger ermöglicht die Einleitung der Lasten aus der Decke in die Stütze ohne einen Holzbauteil quer zur Faser zu belasten.⁴



Abb. 21: (links oben) Schaubild der Konstruktion
 Abb. 22: (links unten) Schaubild Holzverbunddecke
 Abb. 23: (rechts) Schaubild der Verbindung Decke u. Stütze



Murray Grove
London (GB)



Auftraggeber:	Telford Homes PLC
Architekt:	Waugh Thistleton Architects
Bauzeit:	2007 - Oktober 2008
Fertigstellung:	2008
Gebäudetyp:	Apartmentgebäude
Geschossanzahl:	9 G, 8 in Holz-Massivbauweise, EG aus Beton
Tragwerksplanung:	Jenkins & Potter
Bauweise:	querlamierte Holzpaneele KLH
Dimensionen:	17,5 x 17,5m, 29,75m Höhe

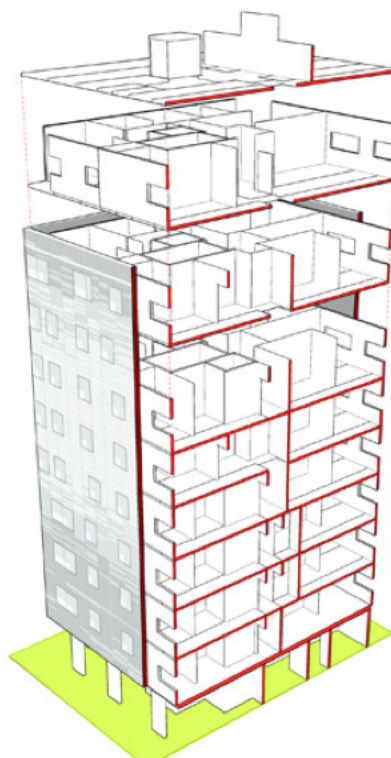
Von Backsteinhäusern umgeben, im Stadtteil Shorditch in London, wurde 2008 das erste Hochhaus in Holzmassivbauweise in Europa fertiggestellt. Geplant wurde das Holzhochhaus vom Londoner Architekturbüro Waugh Thistleton. Die Architekten wollten auf dem 305 m² großen Grundstück etwas neues ausprobieren wobei der Umweltgedanke an erster Stelle stand. Nachdem ein Projekt in Stahlbetonbauweise bezogen auf seine mittlere Lebensdauer signifikante Co₂- Emissionen zur Folge hätte fiel die Wahl auf den Baustoff Holz.¹

Abb. 24: Außenaufnahme Murray Grove Tower

Bei der Konstruktion entschied man sich für vorgefertigte Brettsperrholz - Elemente der österreichischen Firma KLH. Acht Geschosse in Massivholzbauweise türmen über ein in Stahlbeton errichtetes Sockelgeschoss.

Wand - und Deckenelemente bilden eine Art wabenartige Tragstruktur, die wiederum durch längs und quer angeordnete Trennwände innerhalb der einzelnen Geschosse vertikal ausgesteift wird. Die Deckenelemente wurden über Stufenfalze gestoßen und durch Diagonalverschraubungen zu Scheiben ausgebildet und übernehmen dadurch die horizontale Aussteifung.

Eine weitere Attraktion bilden die frei in der Wabenstruktur des Gebäudes stehenden Aufzugsschächte, die ebenfalls aus Massivholzelementen bestehen. Die bis zu 11,50 Meter hohen Elemente tragen die Lasten des Aufzugs und sich selbst. Um die Stabilität zu erhöhen liegen die Stöße der Schachtwände höhenversetzt zueinander und konnten so ineinander verzahnt werden. Um den Aufzug Schalltechnisch zu entkoppeln, wurden zwei Brettsperrholzwände aneinandergesetzt und mittels Gipskartonplatten vom Restbau getrennt.²



Die Isometrie zeigt die sich selbst aussteifende Tragstruktur aus Decken- und Wandscheiben

Abb. 25: Straßenperspektive Murray Grove
Abb. 26: Schnittisometrie



Baurechtlich gesehen müssen Gebäude in Großbritannien einer bestimmten Feuerwiderstandsklasse zugeordnet werden, welche aber nicht an der Brennbarkeit der Baustoffe gebunden ist. Die Fluchtwege also die Stiegenhäuser im Murray Grove Tower müssen 120 Minuten Brandwiderstand erreichen. Um den Brandschutzanforderungen zu genügen, erhielten die Innenseiten der Aufzugsschächte einen Brandschutzanstrich, während die Treppenhäuser innenseitig mit Gipskartonplatten beplankt wurden. In den Wohnungen erfüllten abgehängte Decken und der Zementestrich den geforderten Brandwiderstand F60.³

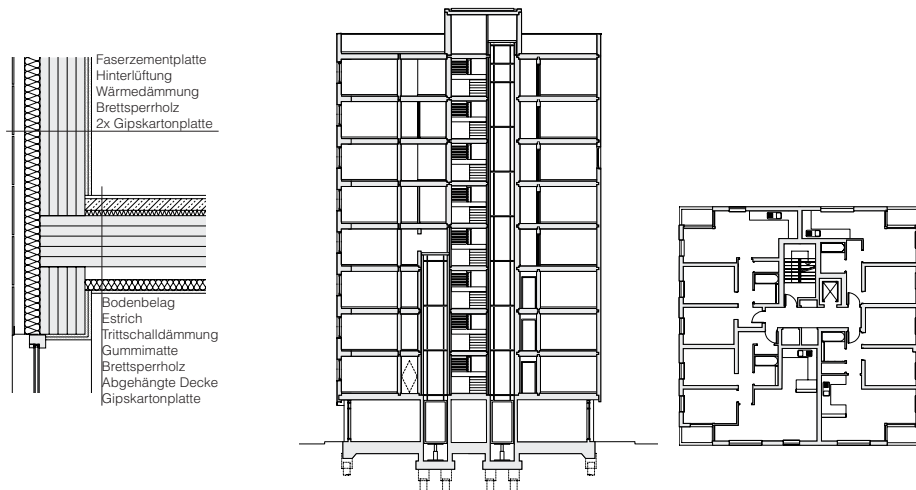


Abb. 27: Baustellenaufnahme Rohbau
Abb. 28: Grundriss, Schnitt, Detail

Via Cenni
Mailand (IT)



Auftraggeber:	Polaris Investments Italia SGR Spa
Architekt:	Rossiprodi Associati
Bauzeit:	Januar 2012 bis Oktober 2013
Fertigstellung:	2013
Gebäudetyp:	Apartmentgebäude
Geschossanzahl:	9 Geschosse
Tragwerksplanung:	Prof. Ing. Andrea Bernasconi
Bauweise:	Holz-Massivbauweise
Dimensionen:	13,6 x 19,1m, 27m Höhe

Das Bauvorhaben Via Cenni in Mailand besteht aus vier 9 geschossigen Türmen die durch 2 geschossige Gebäude miteinander verbunden sind. Auf der Suche nach innovativen Lösungen und dem Aspekt der Nachhaltigkeit der Ressourcen und des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe viel die Wahl der Tragstruktur auf eine Holzbauweise. Weitere Aspekte, wie rasche Bauzeit und gutes Isolationsverhalten rundeten die Entscheidung zusätzlich noch ab. Mit 9 Geschossen und der relativ geringen Grundrissabmessungen können die 4 Hochhäuser durchaus als Türme bezeichnet werden.¹

Abb. 29: Außenaufnahme Via Cenni
Abb. 30: (rechte Seite) Schnitt

Die 9-geschossige Tragstruktur besteht komplett aus BSP-Platen. Die dreidimensionale geschlossene Tragstruktur besteht aus vertikalen und horizontalen flächenförmigen Tragelementen welche untereinander verbunden werden. Biegebalken und Stützen wurden nur sehr selten als lokale Verstärkung bei einzelnen Öffnungen und Übergängen eingesetzt. Aus 7 vertikalen Wandelementen wovon 3 in eine Richtung und 4 senkrecht dazu orientiert sind besteht die Tragstruktur. Diese Wände sind für die Kontinuität der vertikalen Tragstruktur von der Verankerung im Fundament bis hin zur Überdachung zuständig. Die 7 Wandebenen sind keine geschlossenen Flächen sondern durch mehrere Öffnungen unterbrochen somit bestehen die Wandebenen aus mehreren Wandstreifen welche auf der gleichen Achse aneinander gelegt sind. Die horizontalen Decken sichern die Verbindungen zwischen den einzelnen Wandstreifen.

Balkone werden als Kragelemente ausgebildet wobei das auskragende Tragelement entweder von der Decke oder durch die Wände gebildet wird. Auf den Einsatz von punktuellen Verbindungen wurde verzichtet, sämtliche Verbindungen wurden als Linienverbindungen angeordnet.²



Die Holz Sichtwände mussten im Innenraum dem Bandschutz weichen, somit wurden die Wände je nach Anforderung einfach oder doppelt mit Gipskartonplatten beplankt. Treppenhäuser und Liftschacht wurden vollbeplankt damit sie die Brandwiderstandsklasse EI 90 erreichen. Für den Rest des Gebäudes musste man die Brandschutzklasse EI 60 erreichen. Ein weiterer Grund für die vollständige beidseitige beplankung war der Schutzbedarf der Verbindungsmittel. Der Abbrand des Holzes wurde als Bestandteil der Nachweiserbringung mit berücksichtigt.³

Tall Wood Study
Kanada (CAN)



Auftraggeber:	Canadian Wood Council
Architekt:	Architecture + Design, Equilibrium Consulting, LMDG Ltd, BTY Group
Fertigstellung:	Februar 2012
Gebäudetyp:	Hochhaus mit bis zu 30 Geschossen
Geschossanzahl:	12-30 Geschosse

Die Tall - Wood Studie vom Kanadier Michael Green befasst sich sehr umfangreich über mögliche zukünftige Holzhochhäuser. Mit seinem Projektteam bearbeitet er alle wesentlichen Aspekte die für ein bis zu 30 geschossiges Holzhaus relevant sind.

Zusätzlich befindet sich auf den letzten Seiten eine Kostenschätzung in der die 4 verschiedenen Optionen des Holzhochhauses aus der Studie mit dem eines herkömmlich gebauten Hochhauses in Stb-Bauweise verglichen werden.

Abb. 31: Schaubild Tall Wood

Das erste Drittel der Studie besteht aus einer sehr genauen und umfangreichen Nachforschung über den Klimawandel, Bevölkerungszuwachs, Materialforschung, Referenzprojekten und so weiter.

Der Hauptteil der Studie zeigt 4 verschiedene strukturelle Konfigurationen welche im wesentlichen die mögliche Gebäudehöhe bestimmen. Die Konstruktionsmethode welche hier Anwendung findet ist eine Art Balloon Framing System die von Michael Green und Eric Karsh entwickelt wurde. Die wesentlichen Bestandteile sind je nach Gebäudehöhe der Strukturkern und die inneren oder äußeren Strukturwände, Brettschichtholzsäulen, Stahlträger und KLH Deckenelemente. Strukturkern und Strukturwände bestehen aus KLH oder BSP Elementen.¹

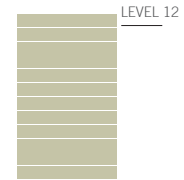
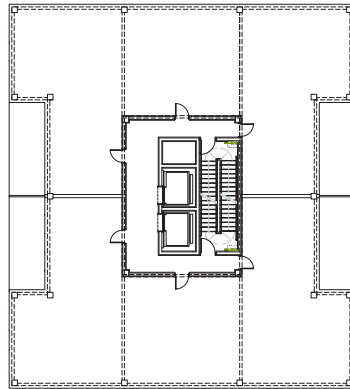
Brandschutztechnisch folgt das Projekt den rechtlichen Auflagen der Stadt Vancouver, außer das die Tragstruktur aus brennbaren statt nicht brennbaren Material besteht. Für die positive Beurteilung der Brandschutzbehörde muss das Gebäude mit einer vollautomatischen Sprinkelanlage, einem Feuerwehraufzug, einen Notstromagregador für 2 Betriebsstunden, ein Feueralarmsystem und zusätzlichen Maßnahmen zur Kontrolle von Rauch und Lüftung ausgestattet sein. Weitere Maßnahmen sind die beplankung der Treppenhäuswände mit Gipskartonplatten oder um die Holzoberfläche Sicht zu lassen mit einer Verkohlungsschicht einem sogenannten Opferholz und eine Treppe aus Beton und Holz - Massivbauteilen.²



Innen-Schaubild mit BSH-Stützen an der Fassade und rechts mit tragenden Außenwänden.

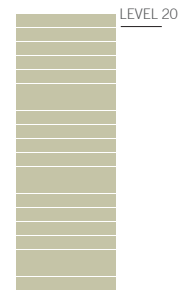
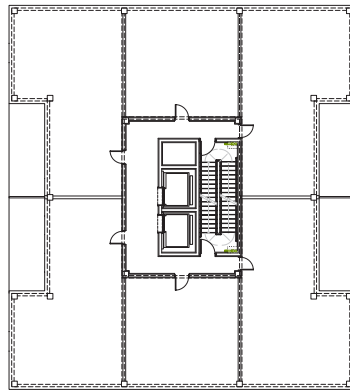
Abb. 32-33: Schaubilder Innen

1 Michael Green, 57 f.
2 Andreas Wabl, 164.



Variante 1
max. 12 Geschosse

Als Tragstruktur dienen die Strukturkernwände die Holz-Außenstützen und die Stahlträger. Da keine tragenden Innen- und Außenwände notwendig sind ist eine maximale Flexibilität an Grundriss- und Fassadengestaltung möglich.³



Variante 2
max. 20 Geschosse

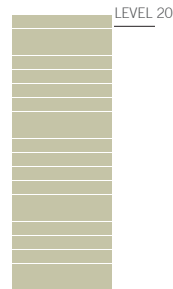
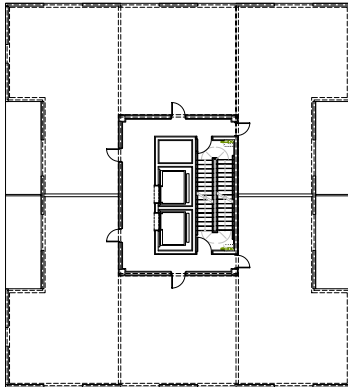
Bei dieser Variante werden zusätzlich zu den Strukturkernwänden und den Holz-Außensäulen noch Innenstrukturwände eingesetzt um ein bis zu 20 Geschosse hohes Gebäude zu entwickeln. Ähnlich wie bei Variante 1 ist durch die nicht benötigten Außenwände eine maximale Flexibilität an Fassadengestaltung gegeben.⁴

Abb. 34-37: Grundriss und Schema

3 Vgl. Michael Green, 68.
4 Vgl. Ebda, 70.

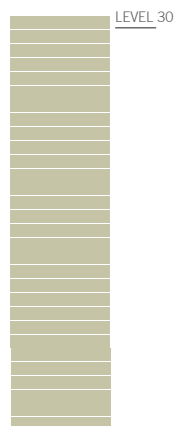
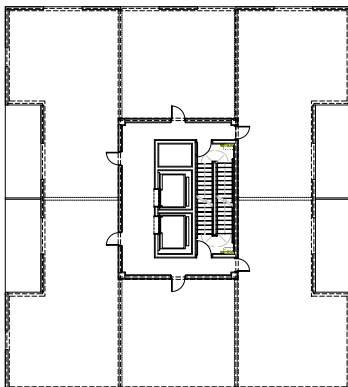
Ähnlich wie bei Variante 2 nur mit dem Unterschied, dass die Innenstrukturwände gegen Außenstrukturwände ersetzt werden. Diese Variante wäre eher als Bürogebäude nutzbar, da man durch die fehlenden innenwände eine maximale Flexibilität des Grundrisses erreicht aber gleichzeitig in der Fasadengestaltung nicht so frei ist.⁵

Variante 3
max. 20 Geschosse



Bei dieser Variante umfasst die Tragstruktur alle tragenden Strukturen das heißt Strukturkern, Strukturinnen- und Außenwände. Durch diese Maßnahmen bietet diese Variante die geringste Flexibilität an Grundriss- und Fasadengestaltung und somit auch die geringste Entwurfsfreiheit. Der primäre Vorteil ist die mögliche Gebäudehöhe von bis zu 30 Geschossen.⁶

Variante 4
max. 30 Geschosse



5 Vgl. Michael Green, 72.
6 Vgl. Ebda, 74.

6 Projekt

06 Projekt	40
Der Bauplatz	41
Die Umgebung	46
Flächenwidmungsplan	54
Bebauungsplan	56
07 Entwurf	58
Baukörperentwicklung	60
Sonnenstudie	62
Funktionen	64
Lageplan	66
Grundrisse	68
Innenansicht	84
Schnitte	86
Ansichten	90
Fassadenschnitt	98
Außenansicht	100
08 Tragwerk	102
Buchenfurnierschichtholz	104
Holz - Beton - Verbund Decke	106
Horizontale und vertikale Lastabtragung	108
Montageprinzip	110
Gebäudeaussteifung	112
Anschlussdetail Randträger	114
Stützendetail	116
Berechnungen Lasten	118

09 Brandschutz	122
Feuerwiderstand von Bauteilen	123
Brandabschnitte	124
Brandschutz Timber Tower	125



Graz
47° 4' N 15° 26' O

Stadthalle

Ostbahnhof

Mur

Abb.38: Luftbild der Stadt Graz



Graz ist die Hauptstadt der Steiermark und zweitgrößte Stadt Österreichs

Fläche	127,58km ²
Höhe	353m ü. A
Einwohner	276.525
(Hauptwohnsitz 01.01.2015)	

[vgl. Magistrat Graz Referat f. Statistik]

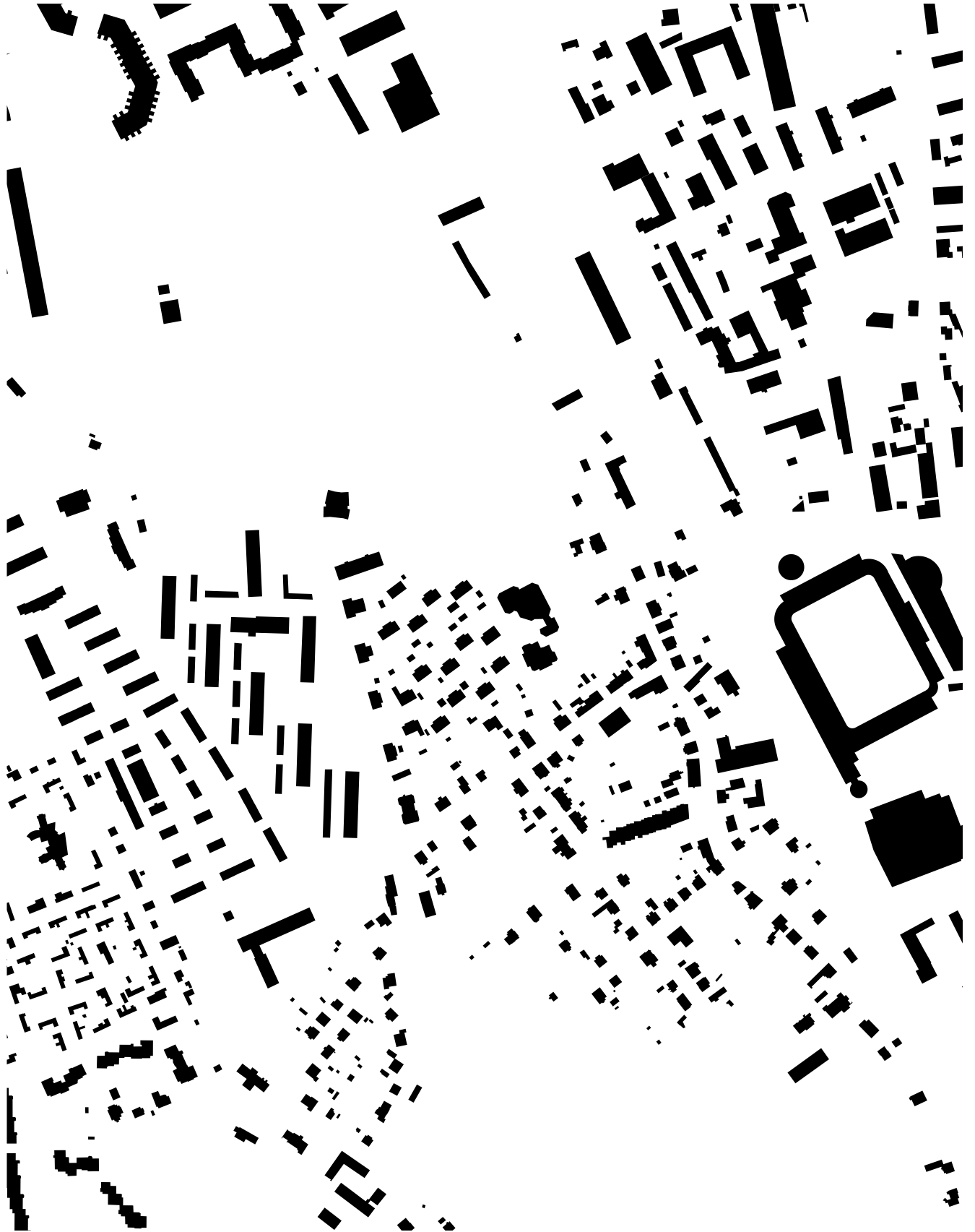


Bauplatz

UPC Arena

Eishalle

Murpark



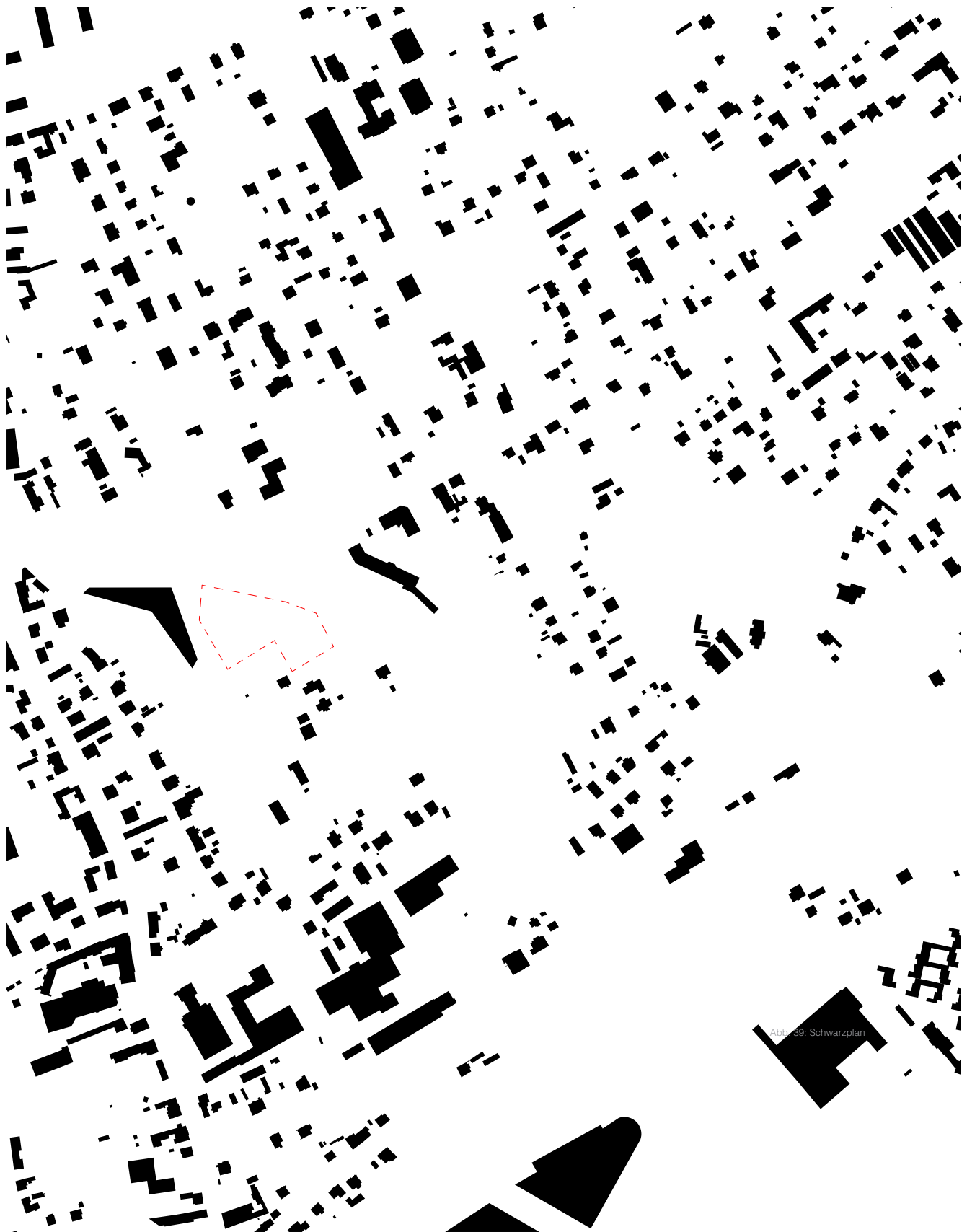


















Abb. 39: Schwarzplan

Die Umgebung

Der Bauplatz befindet sich im Osten der Stadt Graz im Bezirk Liebenau. Das Grundstück liegt direkt an der Liebenauer Tangente am A2 - Autobahnzubringer Graz Ost und grenzt an den Schwarzen Panther. Im Räumlichen Leitbild der Landeshauptstadt Graz ist das Planungsgebiet als Bereich für eine „Verdichtung durch vertikale Akzente“ ausgewiesen

Nahversorgung	Gastronomie	Bildung	Post/Bank	Sport/Freizeit	Verkehr
 Supermarkt	 Imbiss	 Kita/Kiga	 Bank	 Sporteinrichtungen	 öff. Haltestelle
 Büro, Amt	 Cafe	 Schule	 Post, Paketdienst		- - - öff. Verkehr Straßenbahn
 Werkstatt/Autohaus	 Restaurant				- - - Gemeindestraße
 Geschäfte	 Hotel				- - - Autobahnzubringer A2
 Kosmetik, Frisör					
 Apotheke, med. Einrichtung					

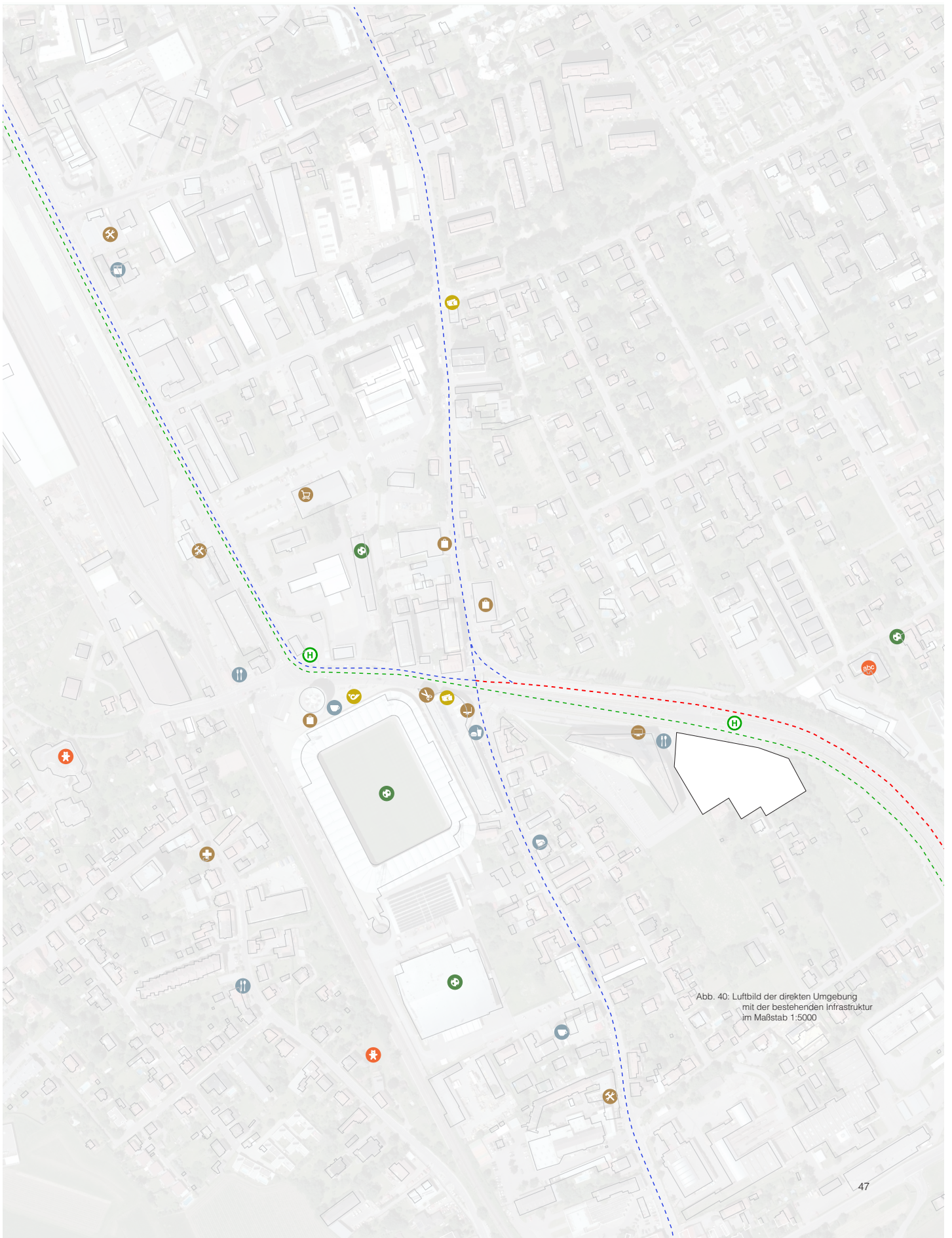
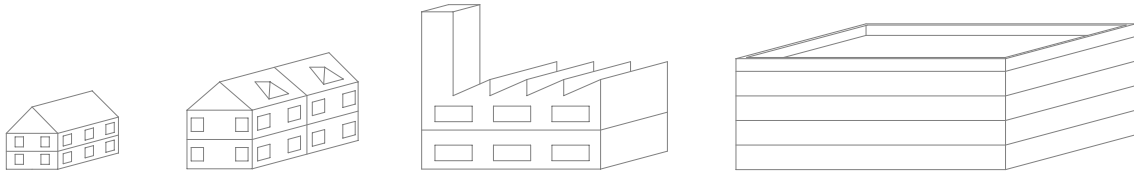


Abb. 40: Luftbild der direkten Umgebung
mit der bestehenden Infrastruktur
im Maßstab 1:5000



Position in der Stadt

Der suburbane Raum in dem sich der Bauplatz befindet ist von einer heterogenen Bebauung geprägt. Die vorherrschende Typologie in der unmittelbaren Umgebung besteht aus Ein- bzw. Mehrfamilienhäuser die in der Regel zwei - dreigeschossig sind. Nordwestlich, also Stadteinwärts wird diese Struktur zunehmend von mehrgeschossigen Wohnbauten abgelöst. Südlich des Bauplatzes wird die Einfamilienhaus Struktur von Industriebauten wie zum Beispiel dem Murpark durchbrochen beziehungsweise verdrängt. Einen städtebaulich markanten und meiner Meinung nach unattraktiven Punkt bildet die UPC Arena samt Stadionvorplatz und dazugehörigen Hochhaus. Der "Schwarze Panther" der direkt an den Bauplatz grenzt ist wohl das interessanteste und gleichzeitig signifikanteste Gebäude, das auch Einfluss auf das geplante Projekt hat und im Entwurf berücksichtigt wurde.

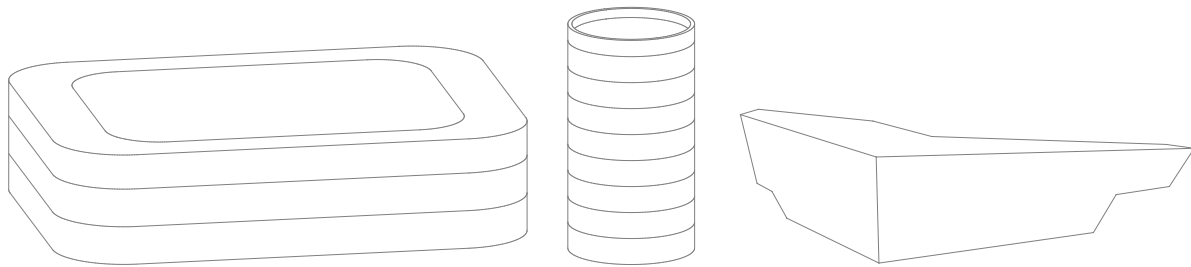


Abb.41-47: Typologie der näheren Umgebung
Abb.48: Luftbild Stadt Graz



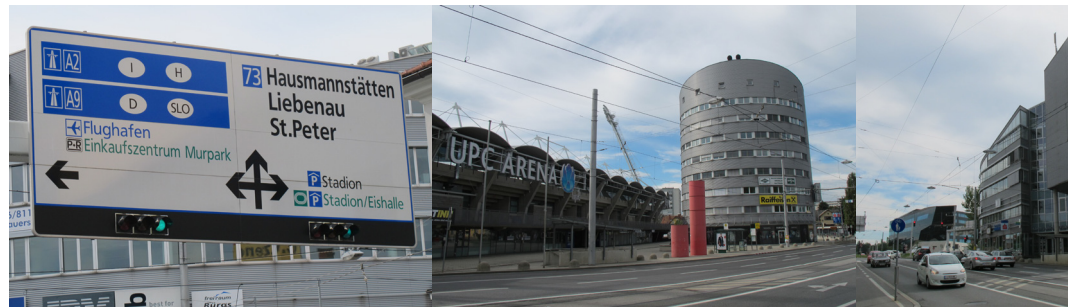


Abb.49-58: Die nahe Umgebung des Bauplatzes





Abb.58-68. Die direkte Umgebung des Bauplatzes





Deckplan 1 - Baulandzonierung

Der Baulandzonierungsplan gemäß § 27 Abs 2 Stmk ROG legt jene Gebiete fest, in denen Bebauungspläne und/oder Bauungsrichtlinien zu erstellen sind bzw. erstellt werden können. Gemäß Deckplan 1 (Baulandzonierung) zum 3.0 Flächenwidmungsplan, dritte Änderung 2005, ist für die Errichtung von Hochhäusern i.S.d. Stmk BauG die Erstellung eines Bebauungsplanes verpflichtend.¹

Im Deckplan 1 ist ersichtlich, dass es für das rot gefärbte Feld, welches genau mein Bauplatz ist einen Bebauungsplan gibt. Die rot gestreiften Flächen die den Bauplatz begrenzen bedeuten, dass für diese ein Bebauungsplan erforderlich ist.

1 Vgl. Bebauungsplan Liebenauer Tangente, 9.

Inhalt des Bebauungsplanes B 07.15.Or

Anhand der Baugrenzlinien kann man sehen, dass die Bebauung parallel und Straßenbegleitend zur Liebenauer Tangente erfolgt. Die geplante Bebauung hält auch einen angemessenen Abstand zur anschließenden und kleinmaßstäblichen Wohnbebauung.

Das Hochhaus darf in einem kleinen Bereich, dessen Lage unter Berücksichtigung der Beschattungsverhältnisse festgelegt wurde errichtet werden. Die Fläche der Hochhausgeschosse wird auf 750 m² begrenzt, um ein schlankes Erscheinungsbild zu gewährleisten.

Weiters wird im Erläuterungsbericht des Bebauungsplanes festgehalten, dass die Hauptzufahrt von der Liebenauer Tangente aus erfolgen muss und ein Geh- und Radweg geschaffen werden muss, der die Dr. List Gasse mit dem vorhandenem Radweg der entlang der Straßenbahntrasse verläuft verbindet.²

Meines Erachtens ist dieser Bebauungsplan eine sehr gute Grundlage um ein gelungenes Projekt zu realisieren welches man als qualitätsvolles Entree in die Stadt Graz sehen kann.

Einzig die Baumassenverteilung am Grundstück finde ich nicht sehr gelungen, da die Architekten zu nah an die vorhandene Straßenbahntrasse rücken. Durch diese Nähe zur Straßenbahntrasse und die Parallelität zum Straßenverlauf lässt dem Gebäude keinen Spielraum für einen öffentlichen Vorplatz bzw. ein attraktives Ankommen.

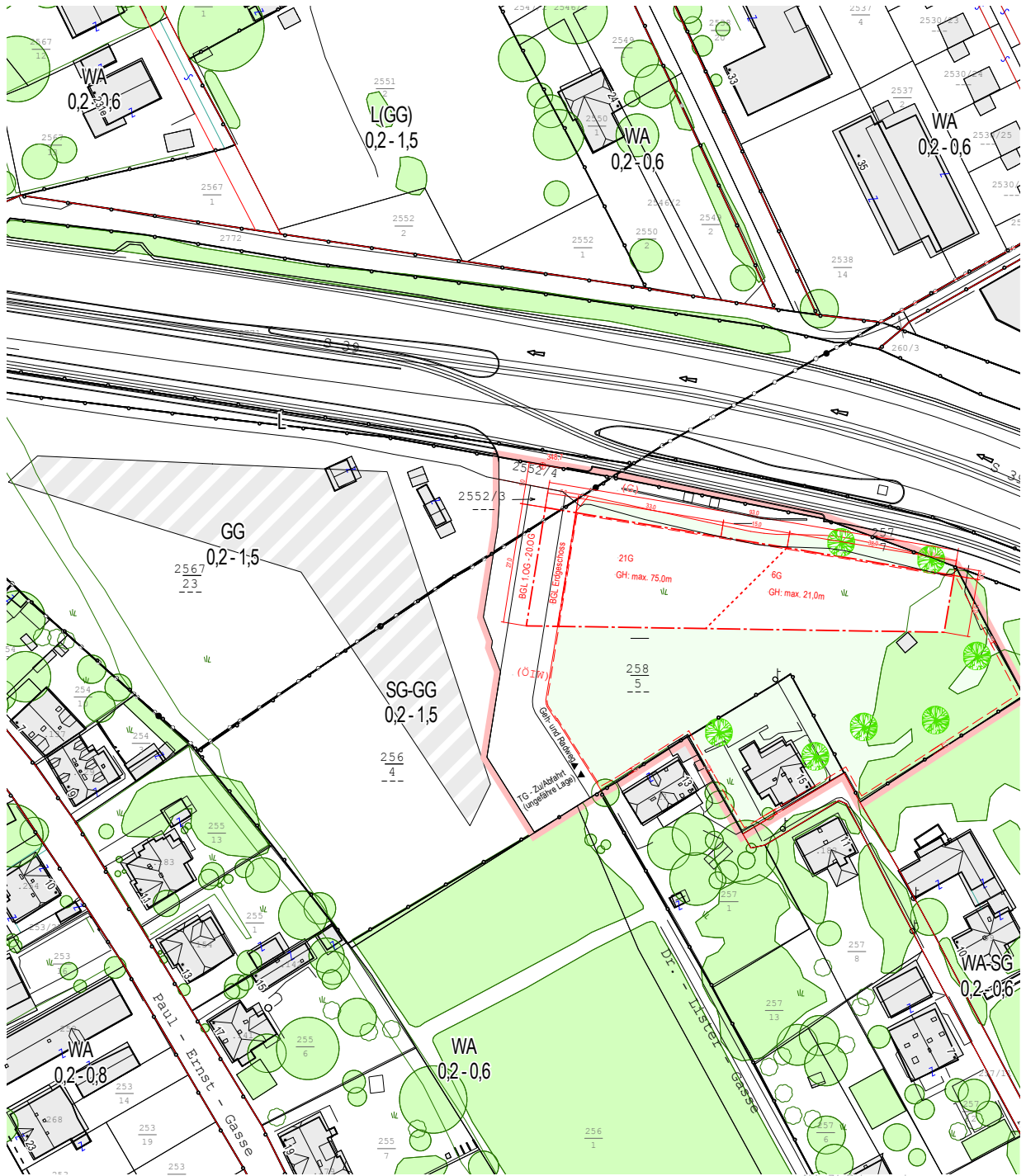


Abb. 71: Bedaungsplan

7 Entwurf

Entlang der Liebeinauer Tangente entsteht ein Hochhaus mit 90 Meter und ein Begleitgebäude. Um nicht mit dem "Schwarzen Panther zu konkurrieren wurde beim Entwurf darauf geachtet, dass beide Projekte in städtebaulicher Hinsicht harmonisieren und als ein ganzheitliches Projekt gesehen werden können. Durch diese übergeordnete Betrachtungsweise entsteht eine ruhig gegliederte Straßenfront.

Diese Straßenfront dient als auch Lärmabsorber für die dahinterliegenden Einfamilienhäuser und ermöglicht einen ruhigen Innenhof mit parkähnlichem Charakter der zum Entspannen einladet.

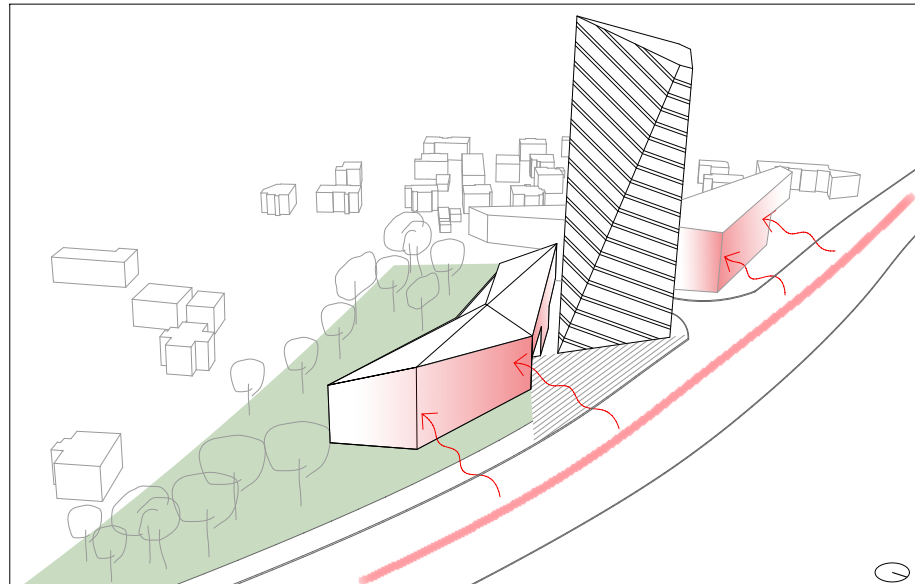


Abb. 72: Entwurfsgedanken

Die Position des Hochhauses entstand aus dem Entwurfsgedanken heraus die beiden Begleitgebäude zu trennen und wurde durch den Bebauungsplan und dessen Erläuterung der Stadt Graz belegt.

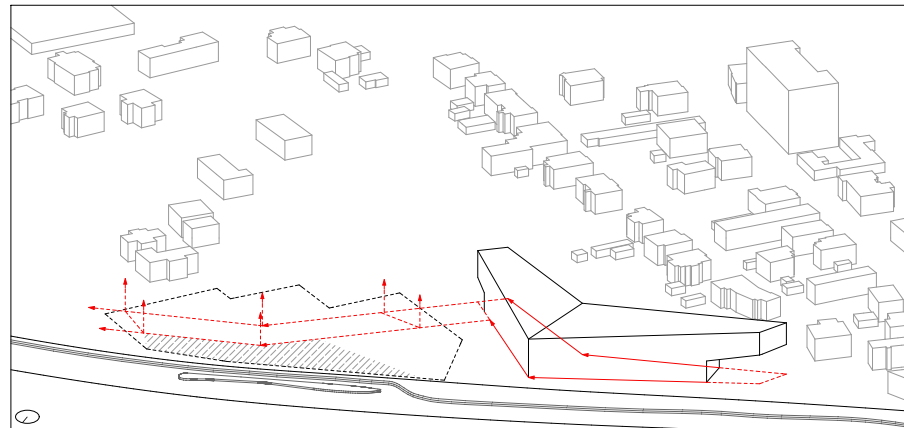
Der Platz der zwischen den beiden Gebäuden entsteht schafft ein attraktives ankommen am Gelände und markiert die Eingänge in die Gebäude.

Der Raum der zwischen dem Hochhaus und dem " Schwarzen Panther" entsteht betont den Kreuzungsbereich und die Einfahrt für die PKW's.

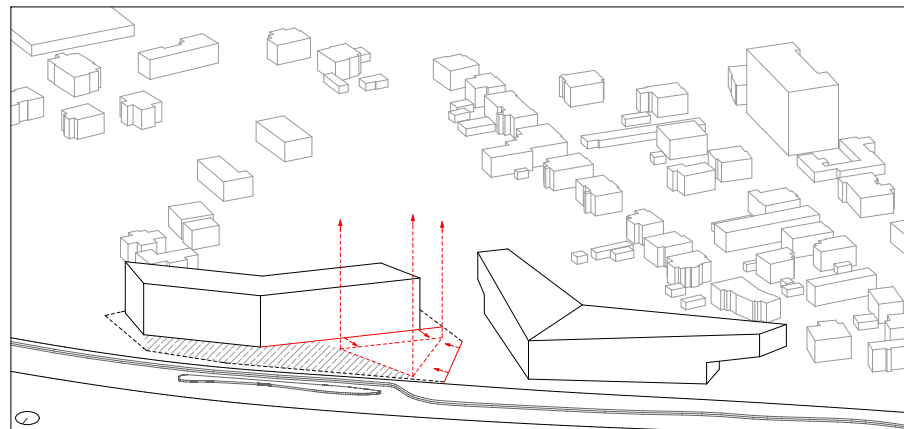
Der großzügige Torbereich des Begleitgebäudes, zieht den Besucher durch das Gebäude in den dahinterliegenden Park.

Das Hochhaus an der Liebenauer Tangente soll als vertikaler Akzent vom Stadtzentrum aus betrachtet den Endpunkt der Stadt markieren. Aus dem Blickwinkel der auf die Stadt zufahrenden Besucher, soll durch die vertikale Akzentuierung ein qualitätvolles Entree in die Stadt geboten werden.

Baukörperentwicklung

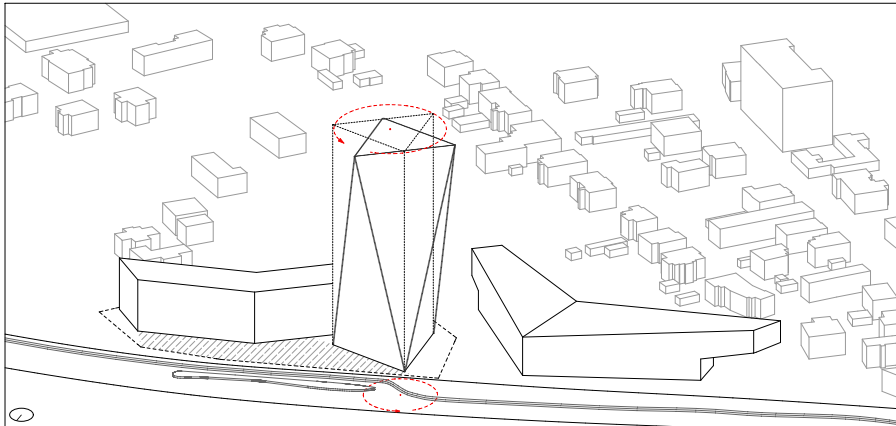


Mäanderartiges weiterführen der Gebäudekanten des “Schwarzen Panthers”, um zwischen dem bestehendem Projekt und dem neuen Synergien zu erzeugen die ein ganzheitliches homogenes Stadteinfahrtstor akzentuieren. Weiters entsteht durch das neue Gebäude ein attraktiver Vorplatz für Fussgänger und Besucher die mit dem öffentlichen Verkehr ankommen.



Positionierung des Turmes im Norden des Bauplatzes. Diese Position wurde aus der Entscheidung heraus gewählt um die zwei Begleitgebäude den “Schwarzen Panther” und das neue formal sehr ähnliche Gebäude zu trennen. Diese Entscheidung wird auch durch eine Sonnenstudie belegt, da die Beschattung der Wohngebäude im Süden durch den Turm am geringsten ist.

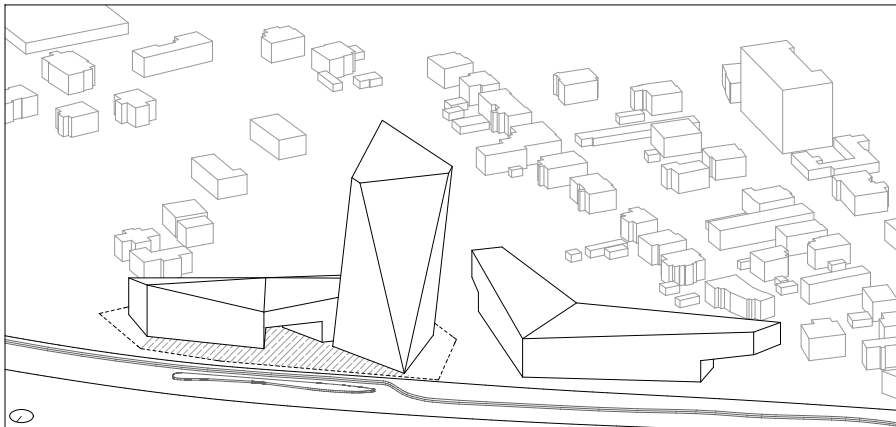
Abb. 73-76: Baukörperentwicklung



Die Drehung zwischen Grund- und Deckfläche kann man mit zwei unterschiedlichen Thesen erklären.

Zum Einen, war es eine bewusste Entscheidung, um dem Turm die extrem dominierenden vertikal aufsteigenden Gebäudekanten zu nehmen.

Zum Anderen, war es eine intuitive Idee, da der Kreuzungspunkt an dem der Turm steht für mich eine Art Drehpunkt in die Stadt ist und gleichzeitig der Punkt der Entschleunigung bzw. der Beschleunigung ist wenn man in die Stadt fährt bzw. diese verlässt.



Schlussendlich soll das neu entstehende Projekt an der Liebenauer Tangente gemeinsam mit dem "Schwarzen Panther" ein ganzheitliches attraktives Stadteinfahrts - Portal bilden.

Sonnenstudie

Die Positionierung des Turmes wurde von Anfang an sorgfältig gewählt, da es mir wichtig war, dass die umliegenden Wohngebäude durch den Schatten den der Turm erzeugt so wenig wie möglich beeinträchtigt werden.

Deshalb wurden vor dem Eigentlichen Entwurf mehrere Sonnenstudien angefertigt um die beste Positionierung für den Turm zu finden.

Der gewählte Standpunkt bringt für die benachbarten Ein- und Mehrfamilienhäuser keine wesentlichen Einschränkungen hinsichtlich Sonneneinstrahlung, wie nachfolgende Bilder Beweisen.

Durch die Erläuterung des Bebauungsplanes der Stadt Graz, die auf Seite 54 kurz beschrieben ist, wird meine Entscheidung noch bekräftigt.

Die Sonnenstudie zeigt den Schattenverlauf am 21. Juni von 6:00 - 19:30.

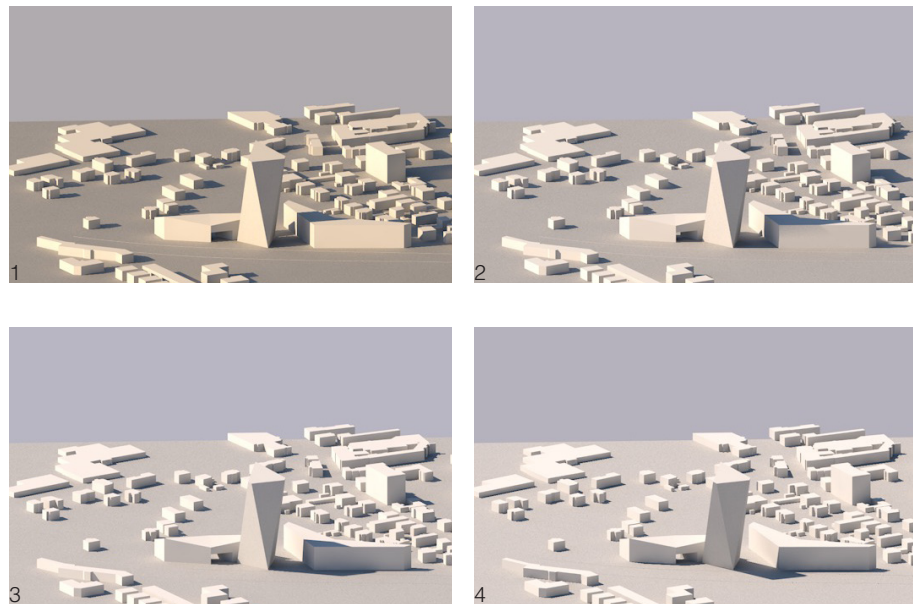
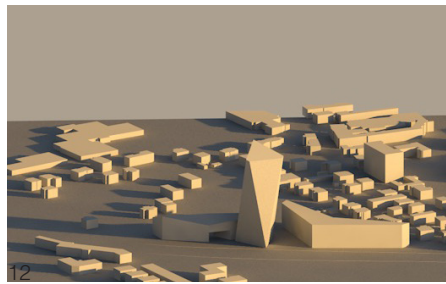
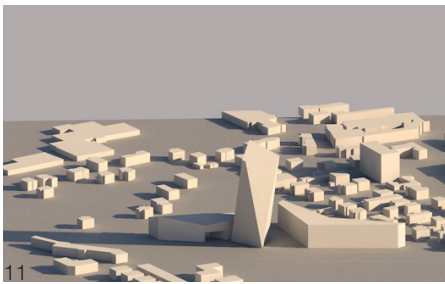
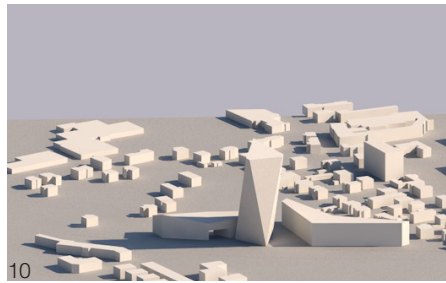
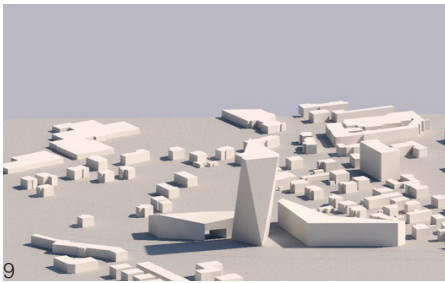
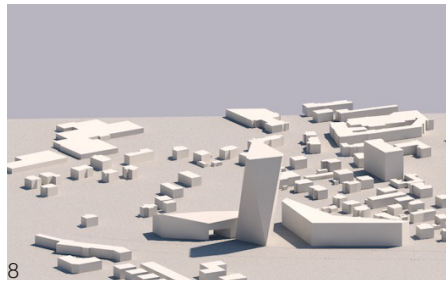
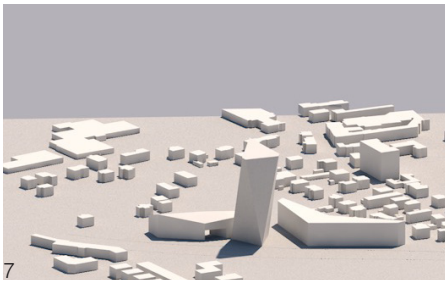
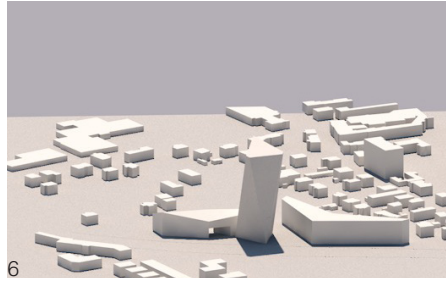
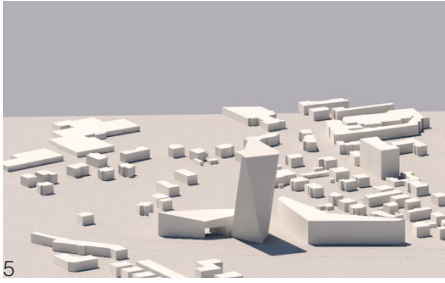


Abb. 77-88: Sonnenstudie



Funktionen

-  Technik
-  Bar/Lounge/Sky Bar
-  Hotel
-  Lobby/Restaurant
-  Büro
-  Eingangshalle/Information
-  Verkauf- und Ausstellung/Schulung

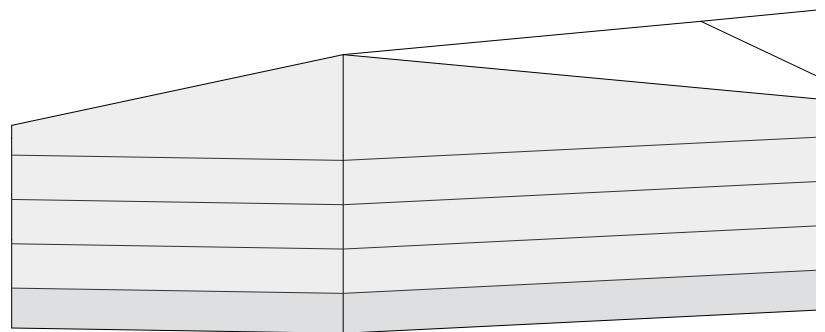
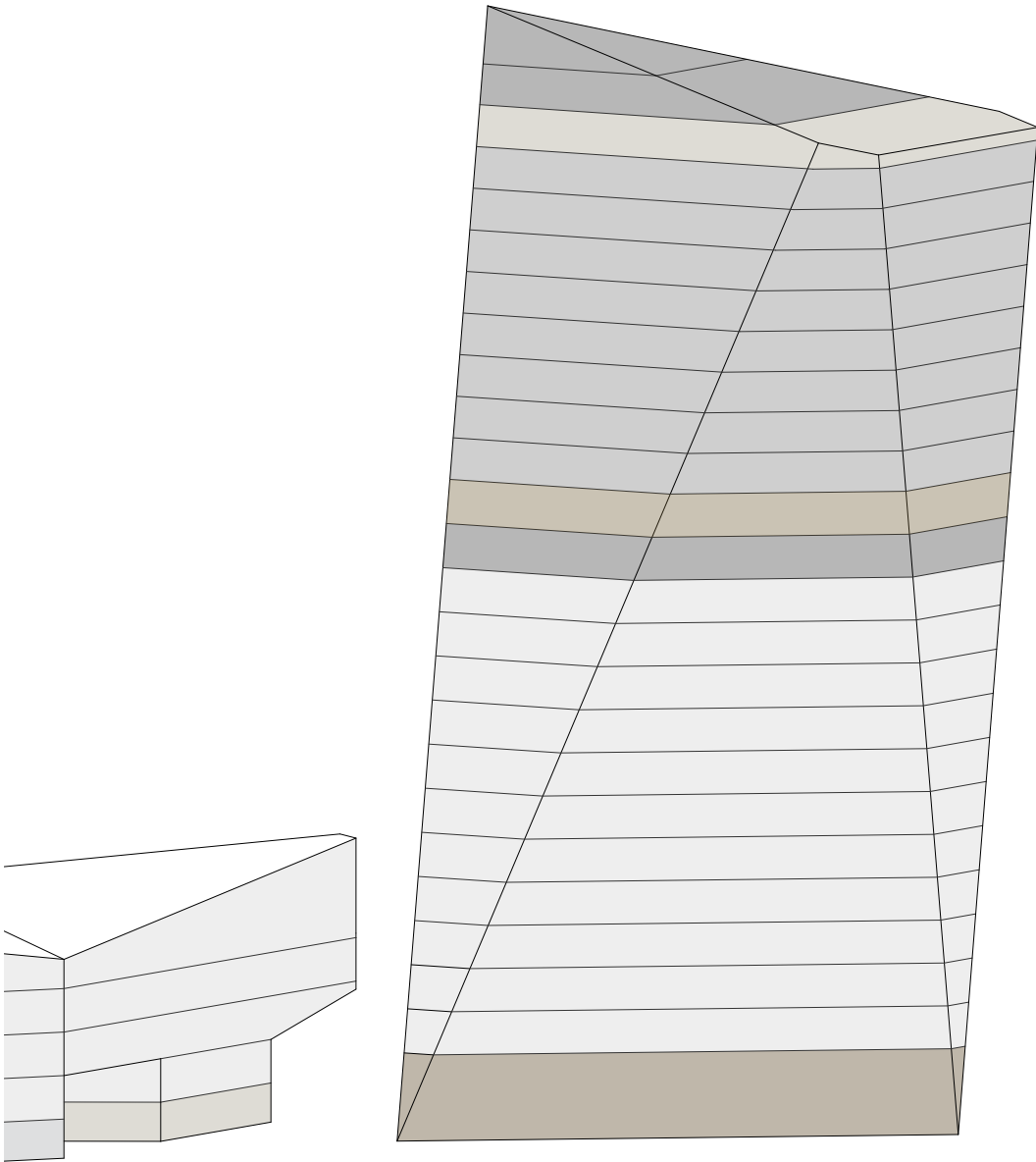


Abb. 89: Funktionen



Lageplan



Abb. 90. Lageplan

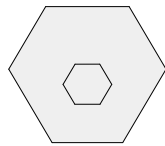


Grundrisse

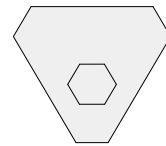


Abb. 91-114: Grundrisse

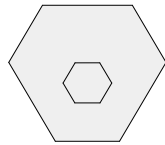
12. Obergeschoss



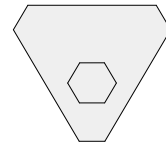
18. Obergeschoss



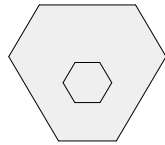
13. Obergeschoss



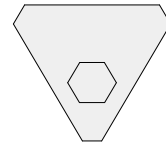
19. Obergeschoss



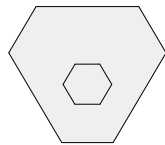
14. Obergeschoss



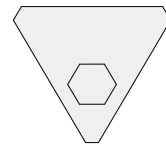
20. Obergeschoss



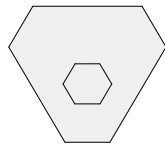
15. Obergeschoss



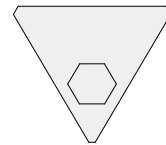
21. Obergeschoss



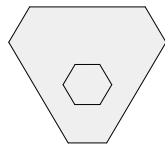
16. Obergeschoss



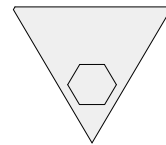
22. Obergeschoss



17. Obergeschoss



23. Obergeschoss



Erdgeschoss



- Stützen Baubuche
- Kernwände Stahlbeton

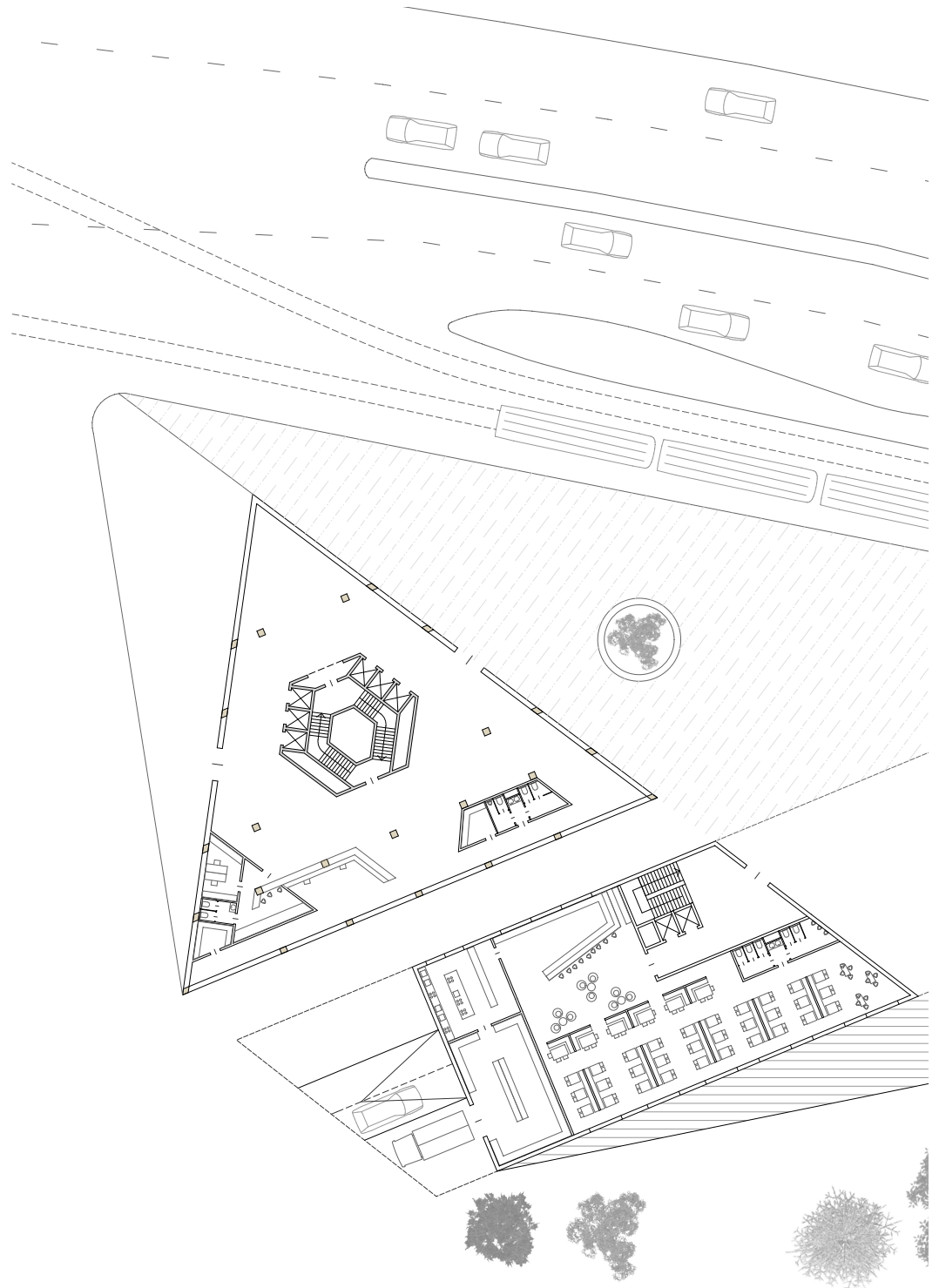
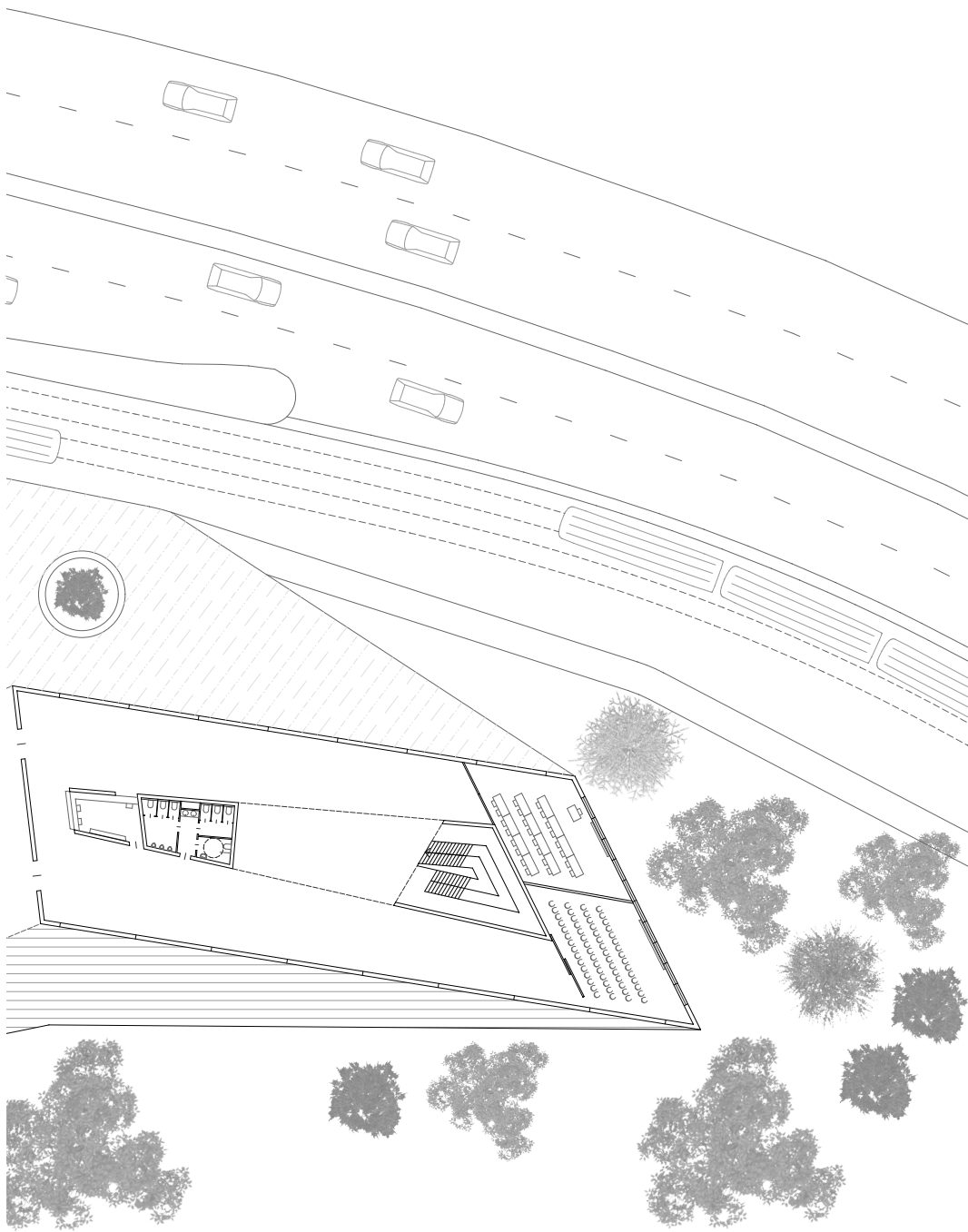


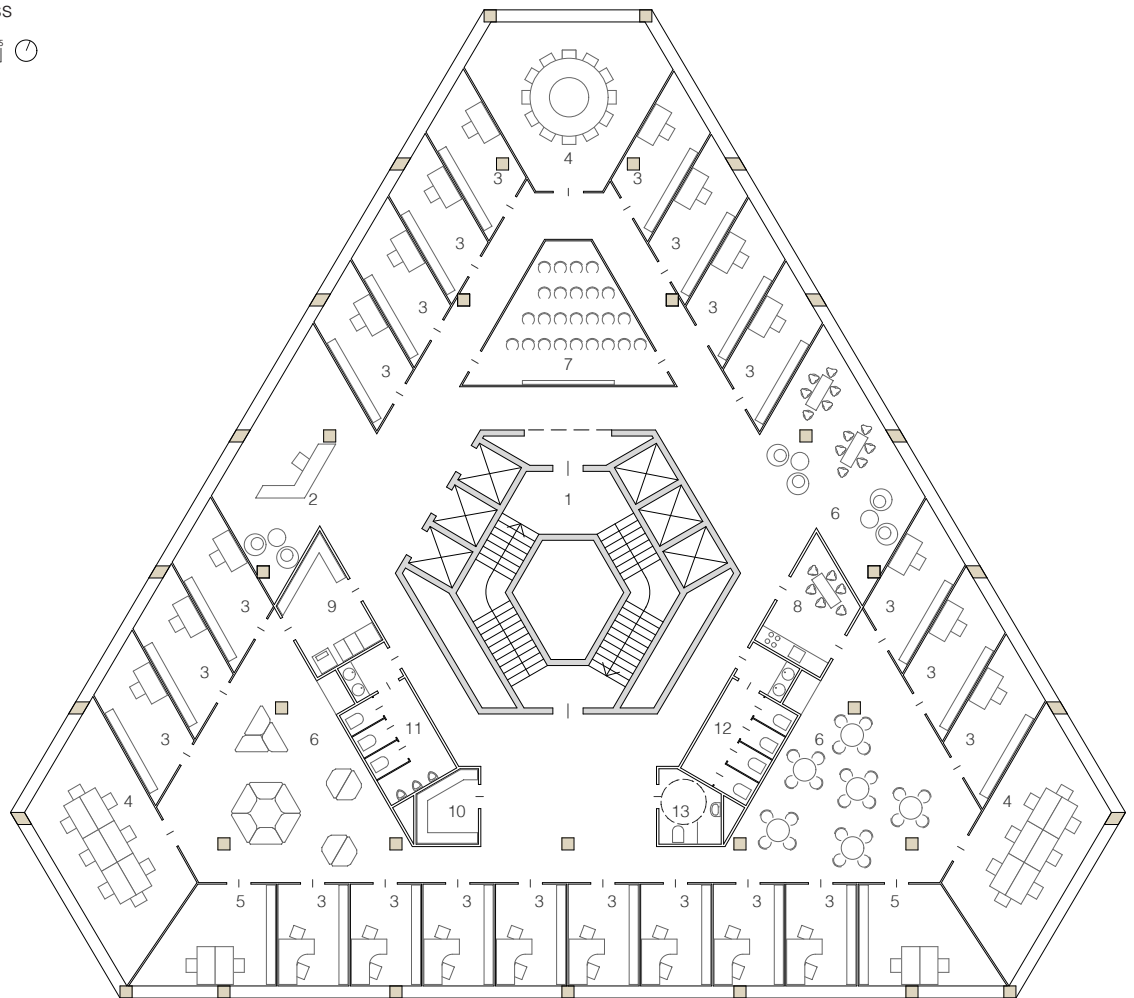
Abb. 115: Erdgeschoss



4. Obergeschoss



- Stützen Baubuche
- Kernwände Stahlbeton



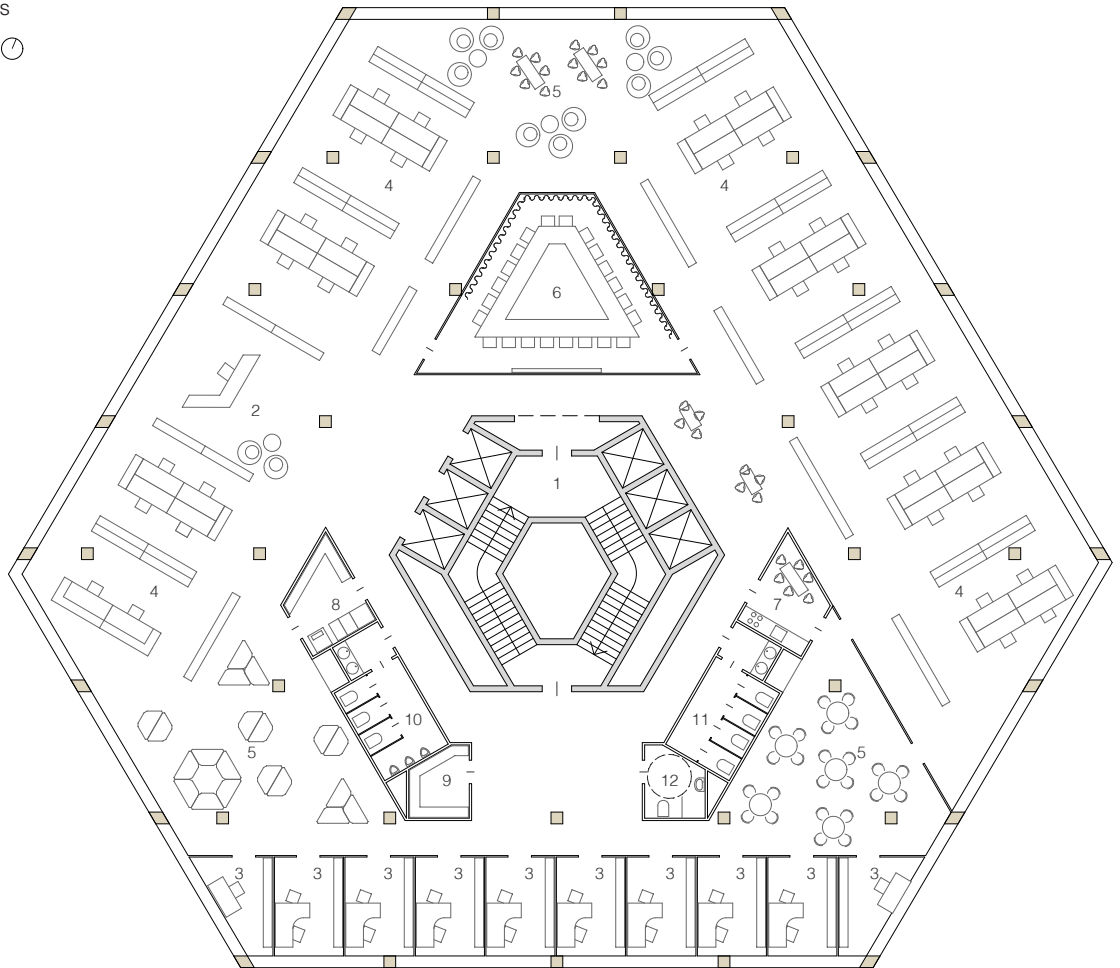
1	Erschließungskern
2	Empfang/Rezeption
3	Einzelbüro
4	Besprechungszimmer
5	Doppelbüro
6	Aufenthalt/Pause
7	Medienraum/Schulung
8	Teeküche
9	Kopierraum
10	Putzraum
11	WC Herren
12	WC Damen
13	WC Barrierefrei

Abb. 116: 4. Obergeschoss

10. Obergeschoss



- Stützen Baubuche
- Kernwände Stahlbeton



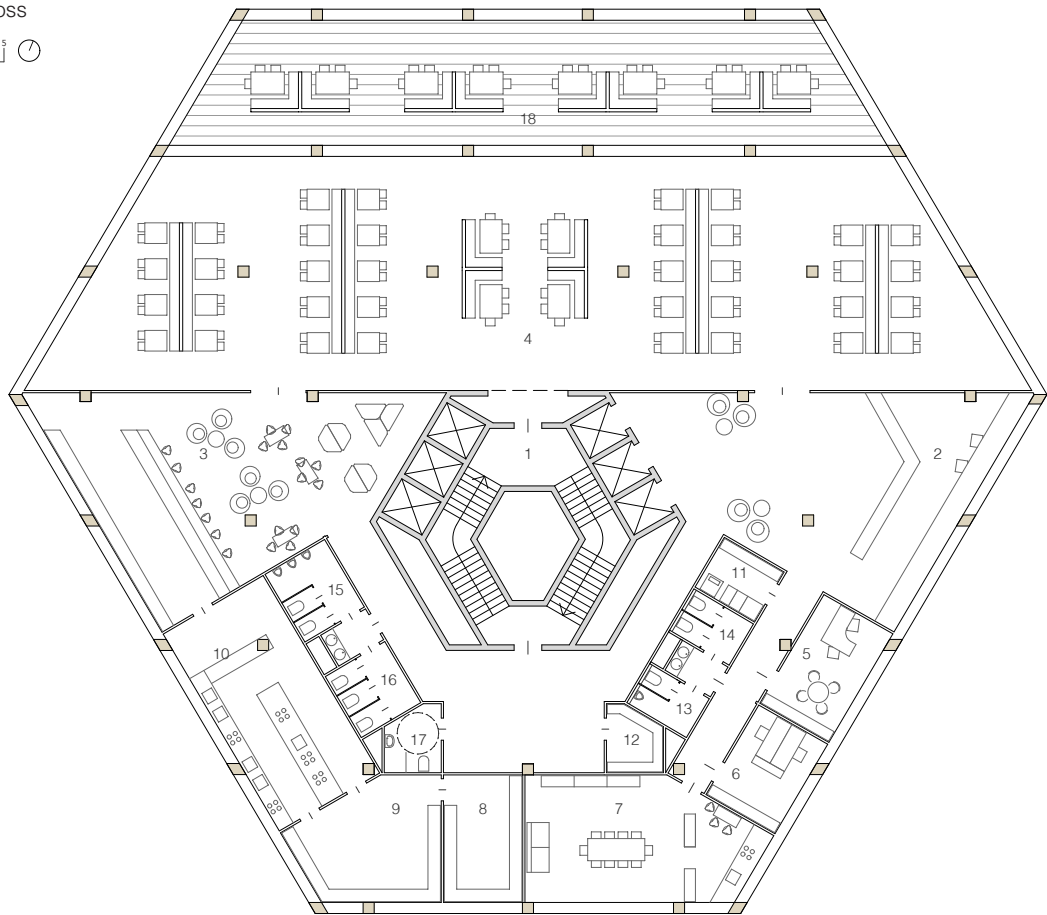
1	Erschließungskern
2	Empfang/Rezeption
3	Einzelbüro
4	Großraumbüro
5	Aufenthalt/Pause
6	Medienraum/Schulung
7	Teeküche
8	Kopierraum
9	Putzraum
10	WC Herren
11	WC Damen
12	WC Barrierefrei

Abb. 117: 10. Obergeschoss

14. Obergeschoss



- Stützen Baubuche
- Kernwände Stahlbeton



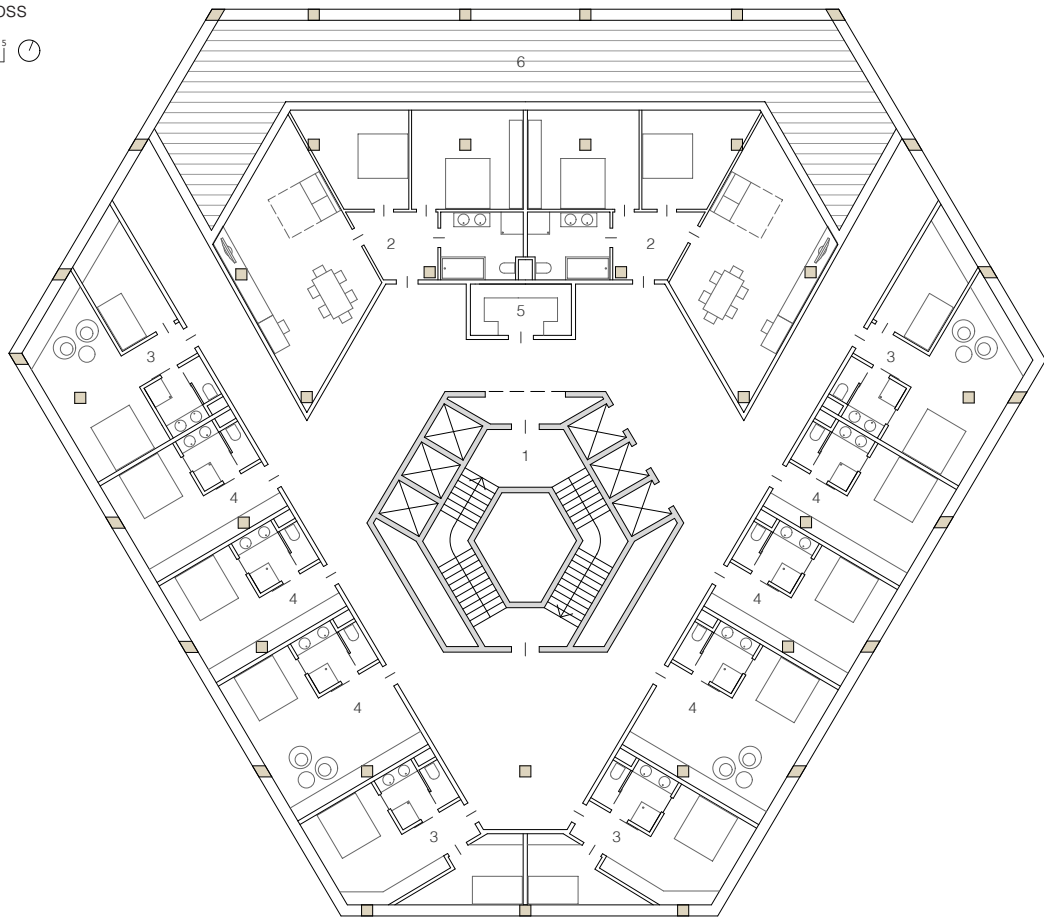
1	Erschließungskern
2	Empang/Rezeption
3	Lounge/Bar
4	Retsaurant
5	Büro Leitung
6	Backoffice
7	Aufenthalt/Teeküche
8	Tiefkühlager
9	Speiselager
10	Küche
11	Kopierraum
12	Putzraum
13	WC Mitarbeiter Herren
14	WC Mitarbeiter Damen
15	WC Besucher Herren
16	WC Besucher Damen
17	WC Barrierefrei
18	Terrasse

Abb. 118: 14. Obergeschoss

16. Obergeschoss



- Stützen Baubuche
- Kernwände Stahlbeton



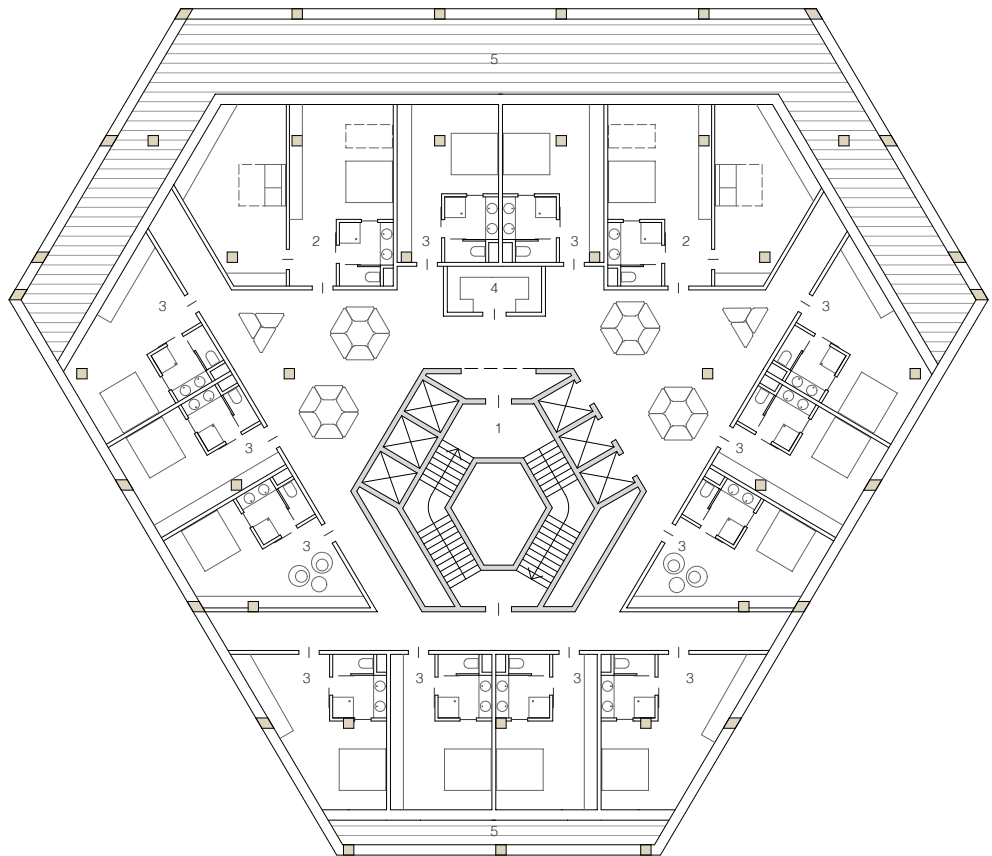
- 1 Erschließungskern
- 2 Familiensuite
- 3 Juniorsuite
- 4 Doppelzimmer
- 5 Putzraum
- 6 Terrasse

Abb. 119: 16. Obergeschoss

18. Obergeschoss



- Stützen Baubuche
- Kernwände Stahlbeton



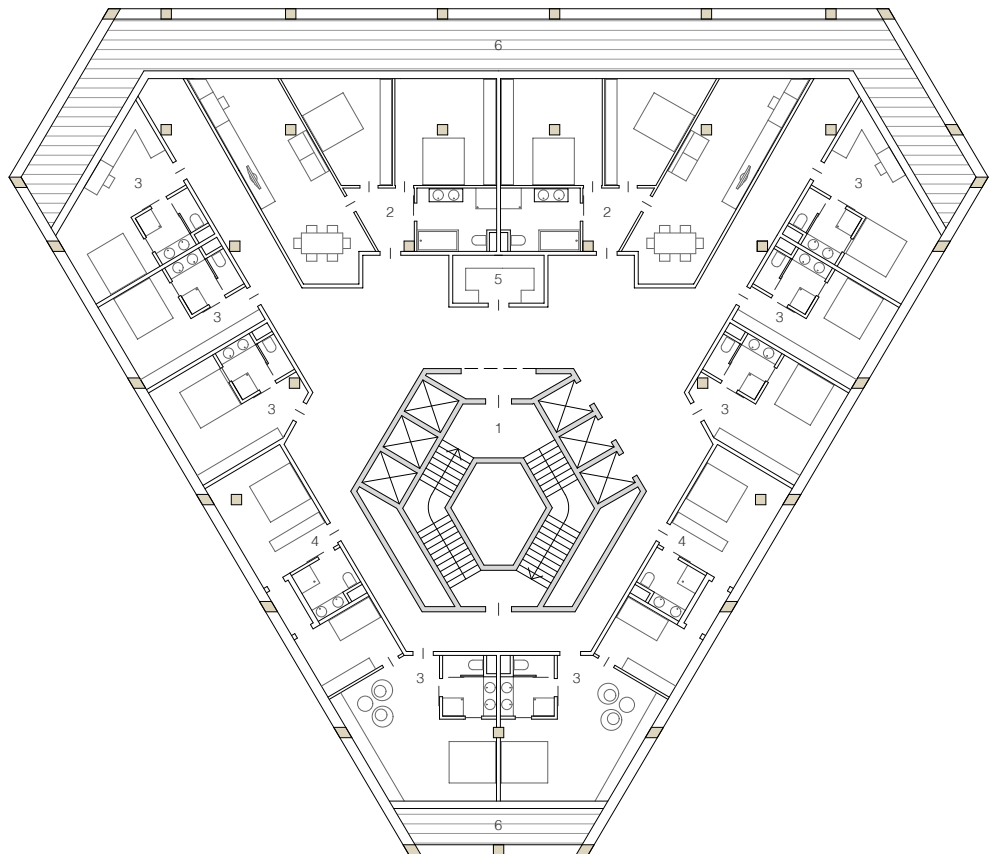
- 1 Erschließungskern
- 2 Familiensuite
- 3 Doppelzimmer
- 4 Putzraum
- 5 Terrasse

Abb. 120: 18. Obergeschoss

21. Obergeschoss



- Stützen Baubuche
- Kernwände Stahlbeton



- 1 Erschließungskern
- 2 Familiensuite
- 3 Doppelzimmer
- 4 Juniorsuite
- 5 Putzraum
- 6 Terrasse

Abb. 121: 21. Obergeschoss

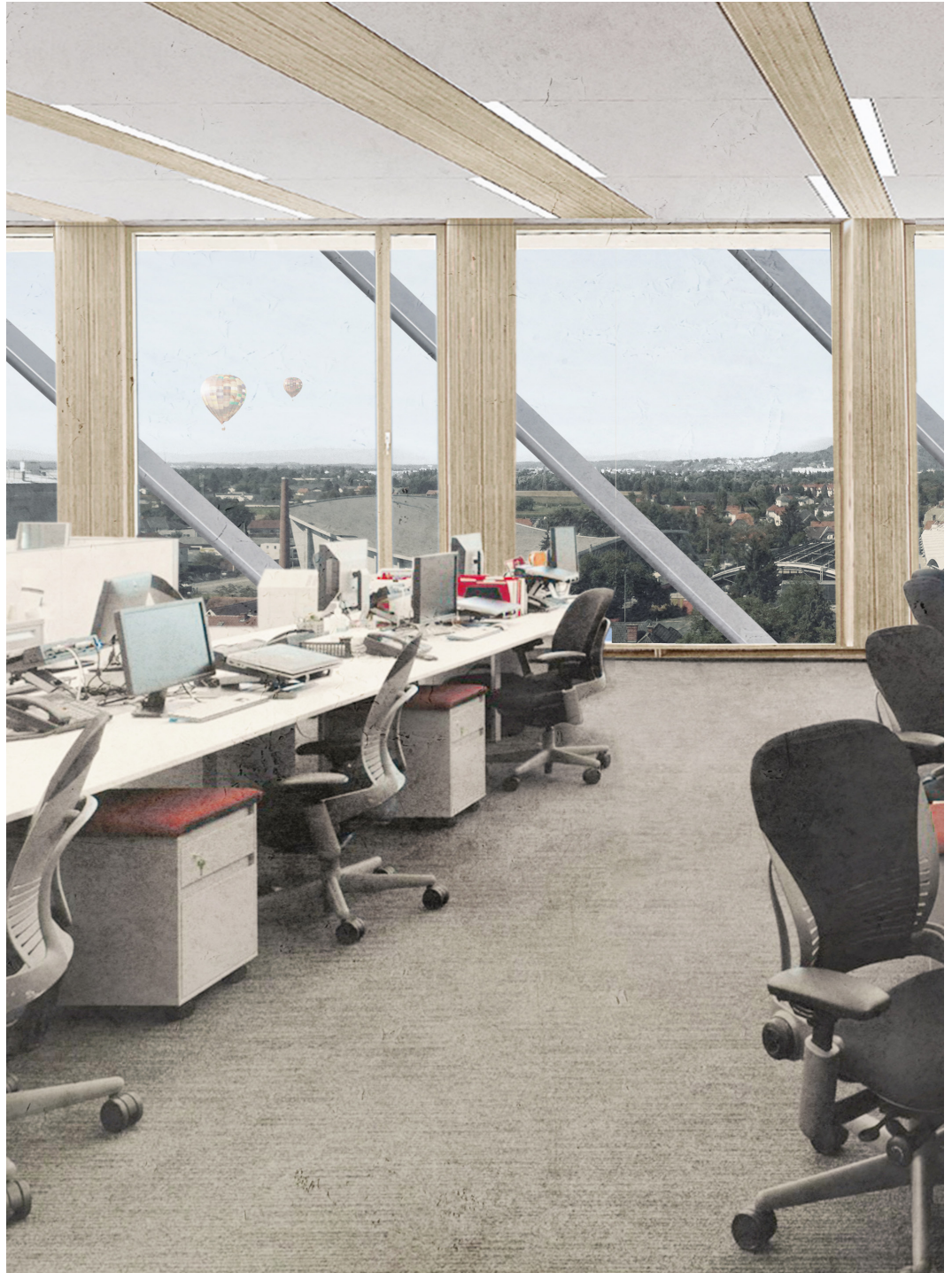


Abb. 122: Innenansicht



Schnitt A-A

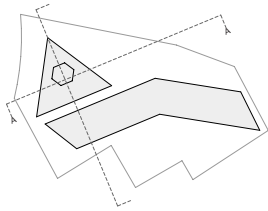
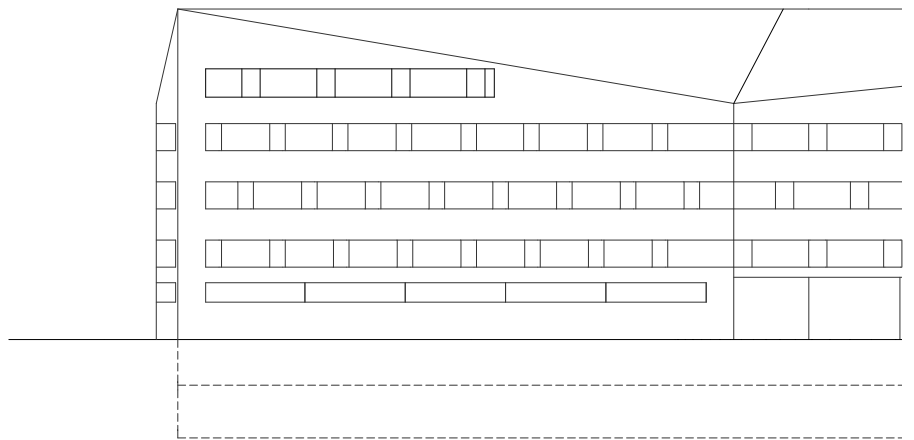
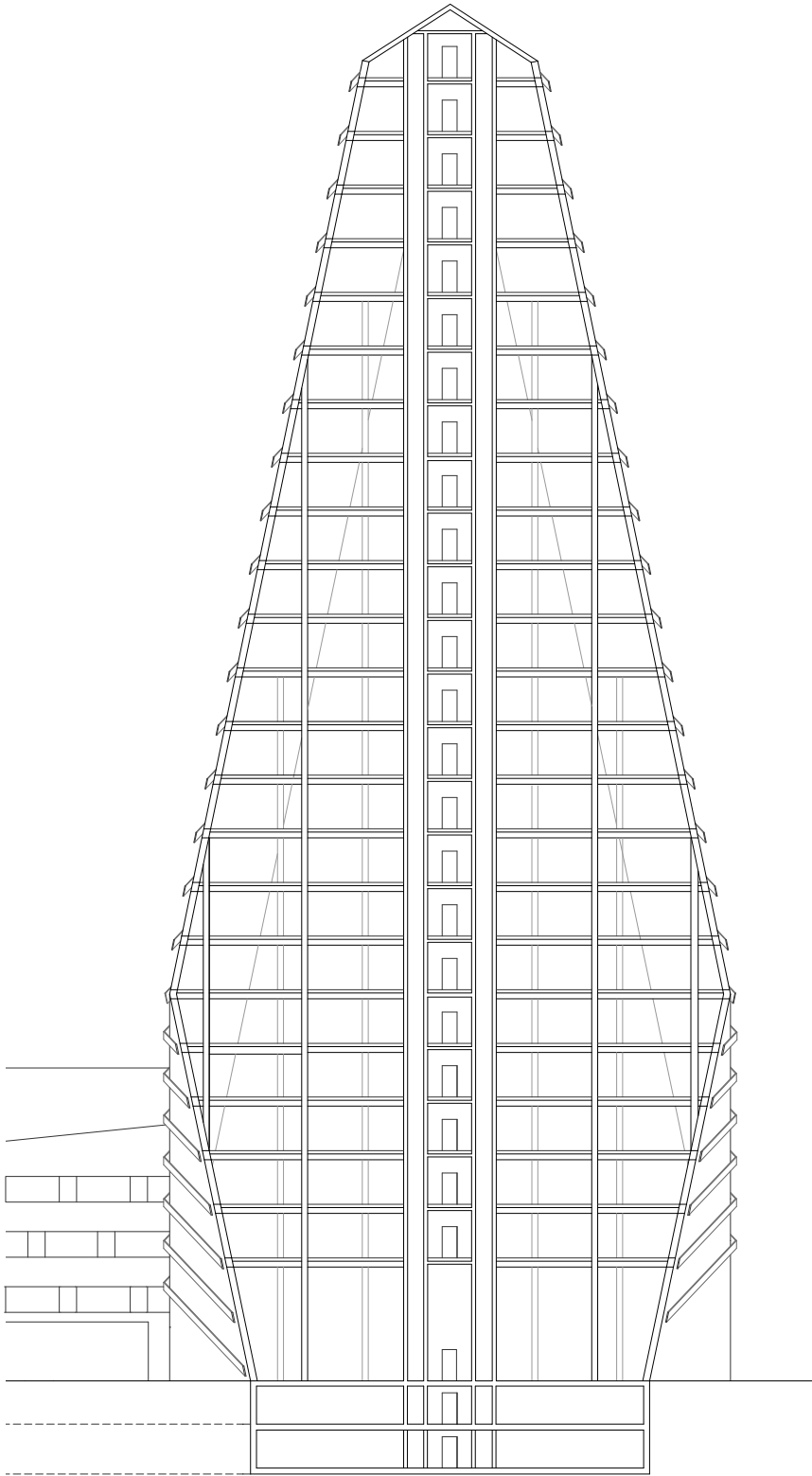


Abb. 123: Schnitt A-A





Schnitt B-B

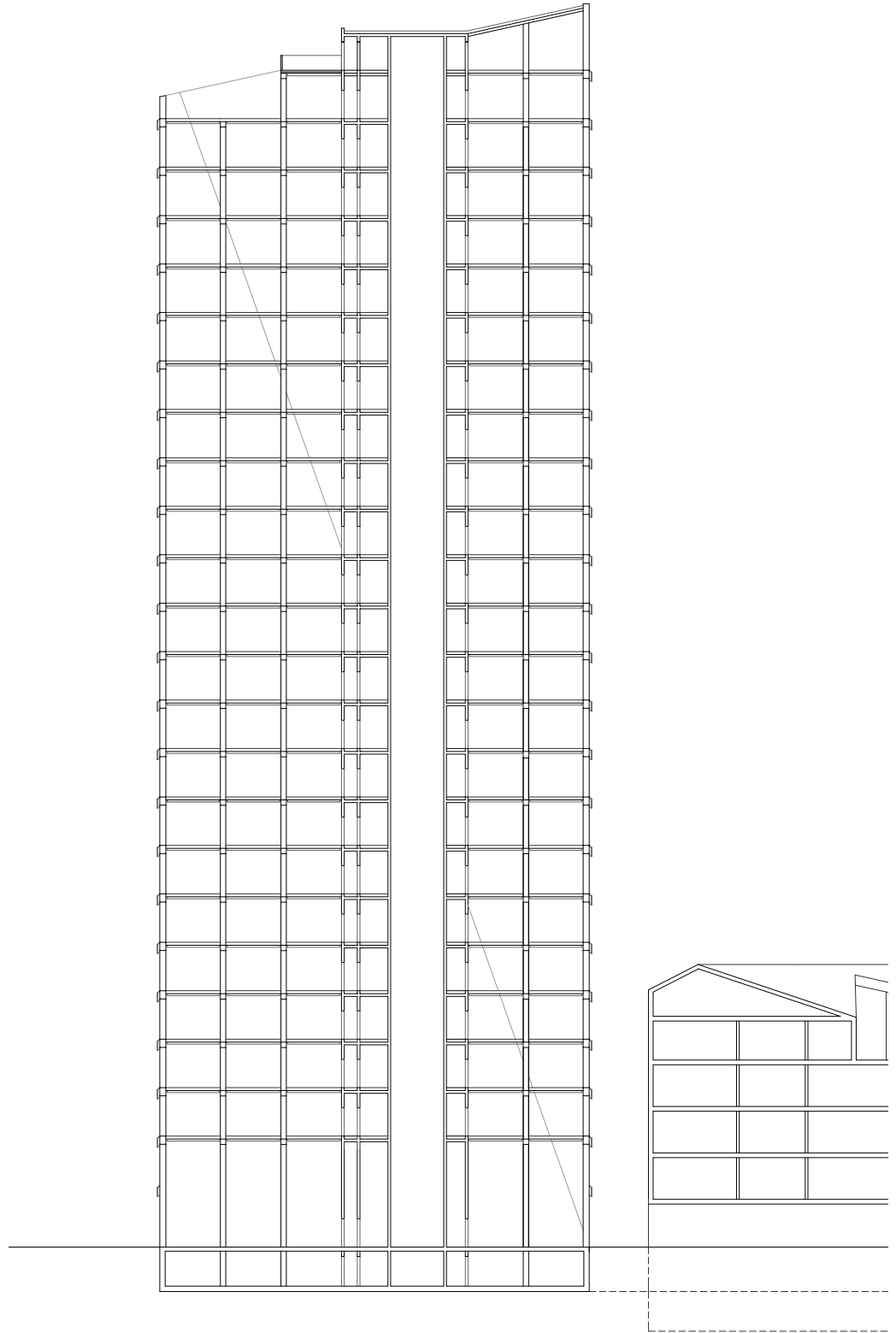
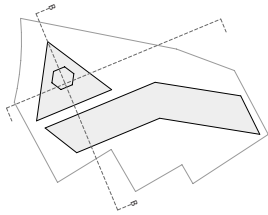
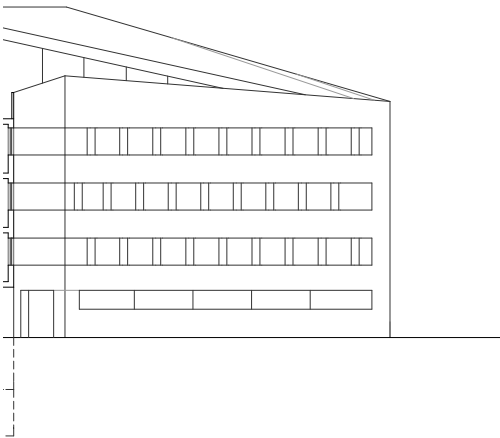
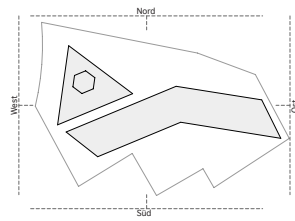
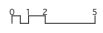


Abb. 124: Schnitt B-B



Ansicht Nord



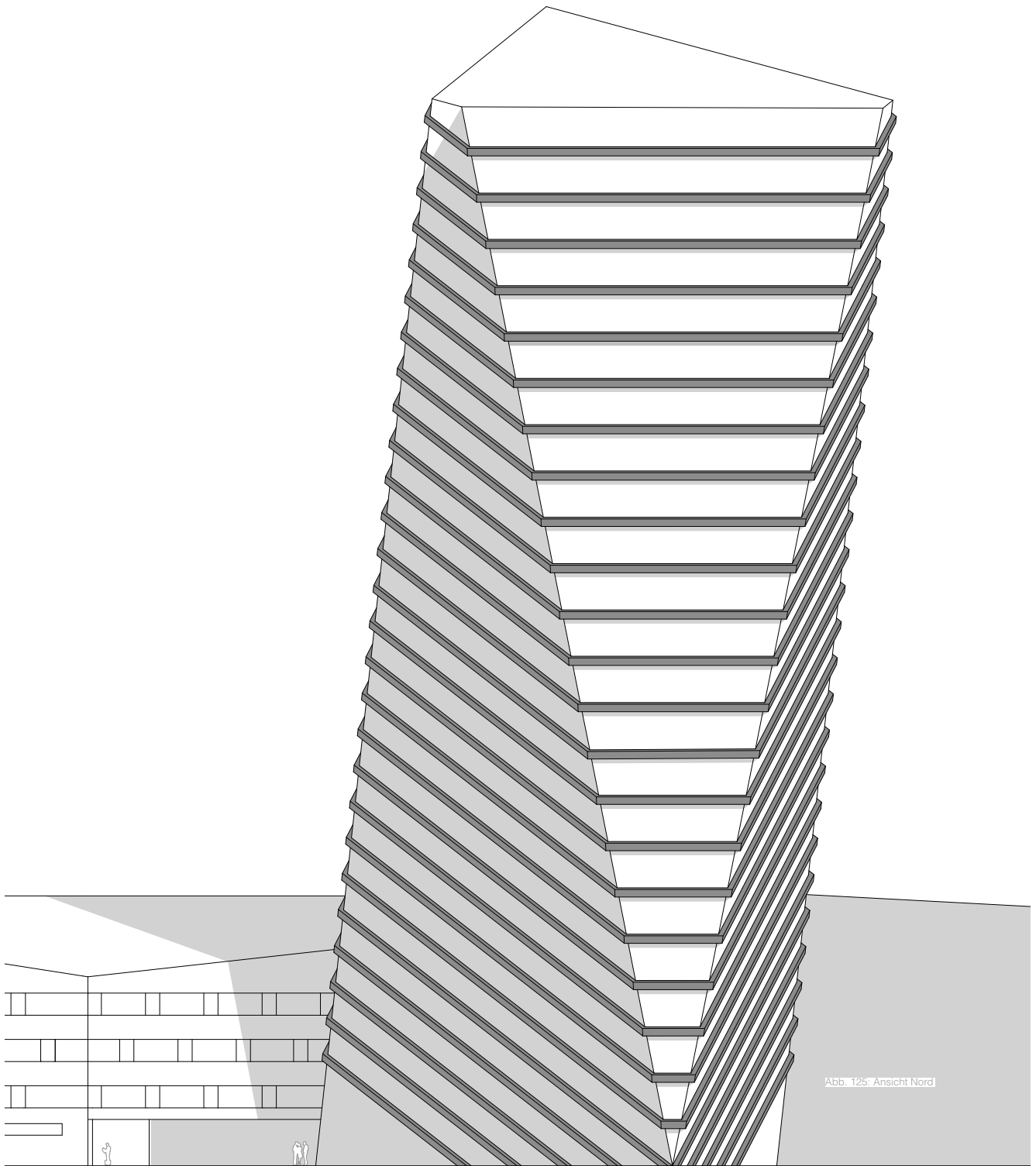
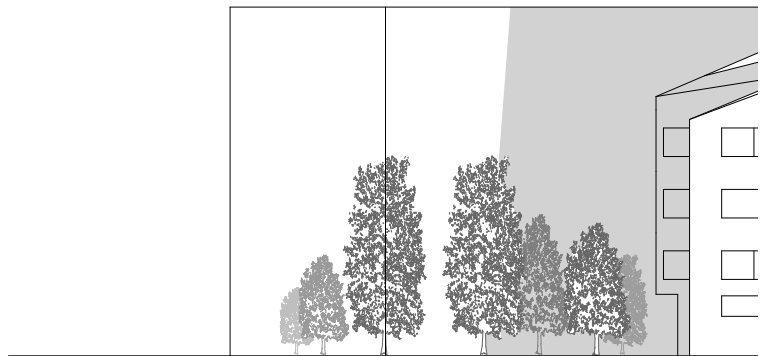
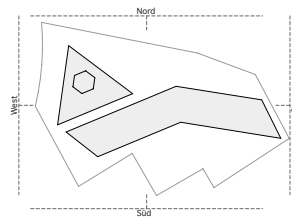


Abb. 125: Ansicht Nord

Ansicht Ost



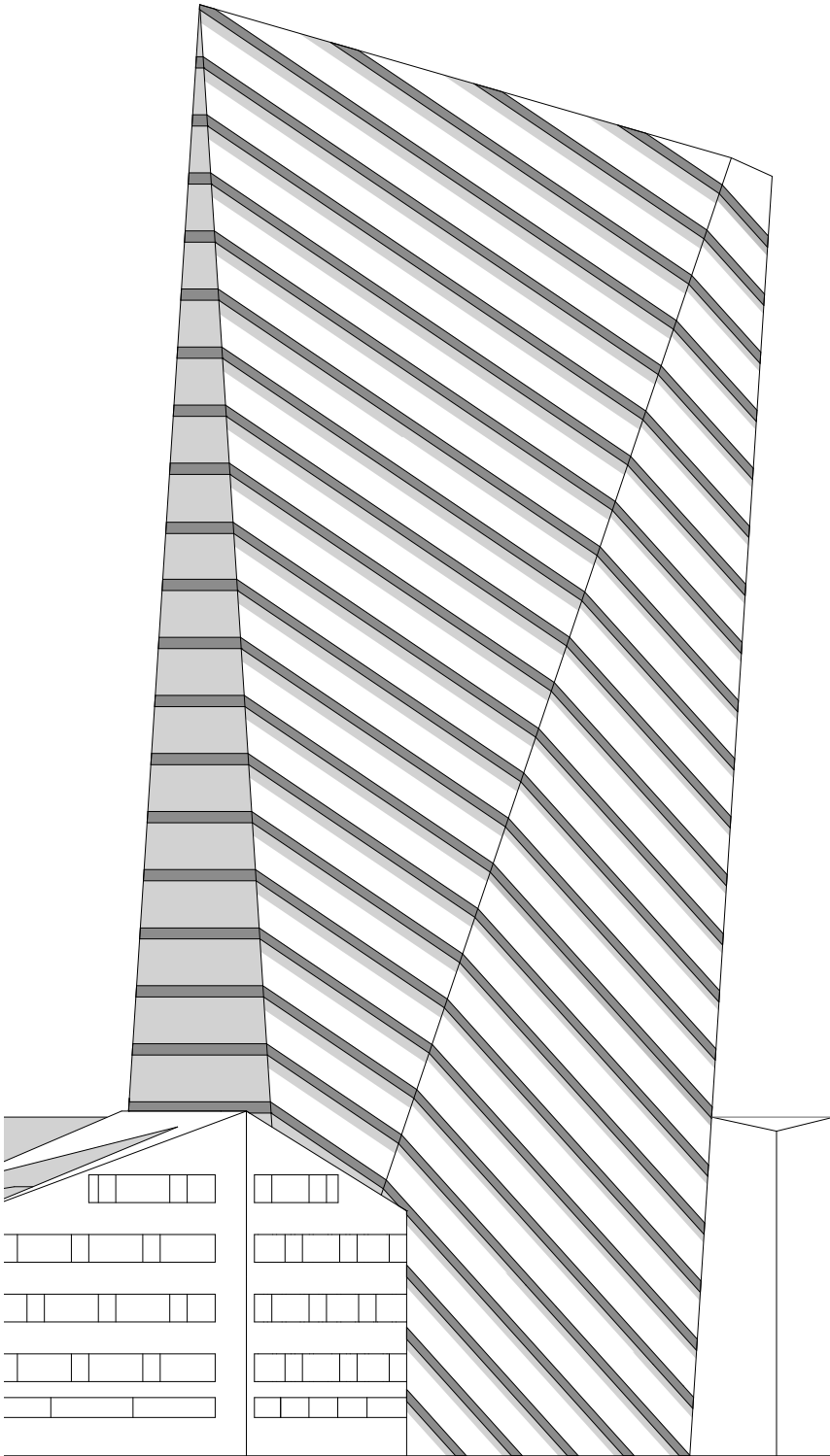
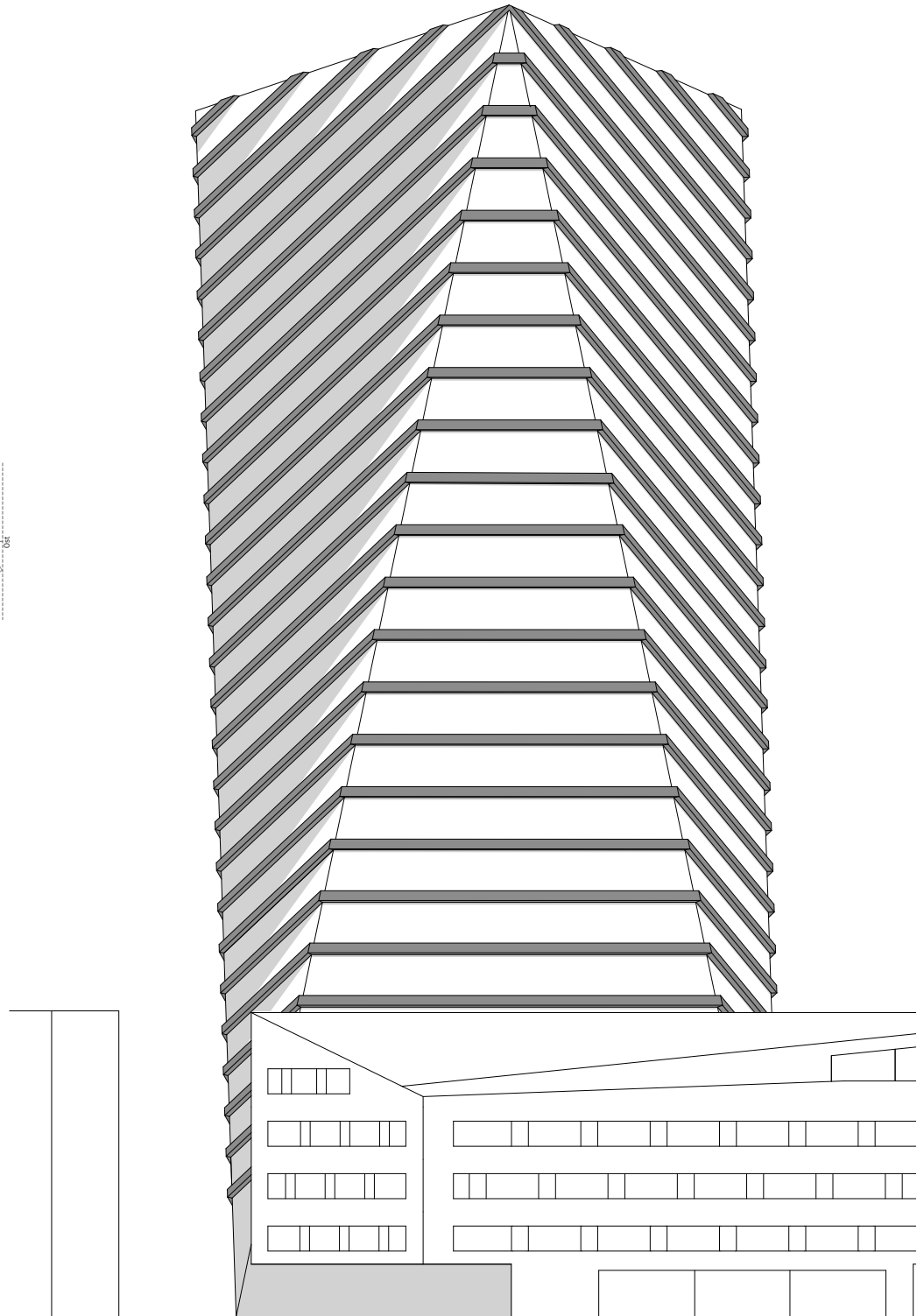
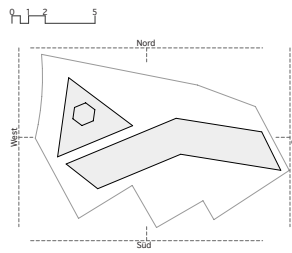


Abb. 126: Ansicht Ost

Ansicht Süd



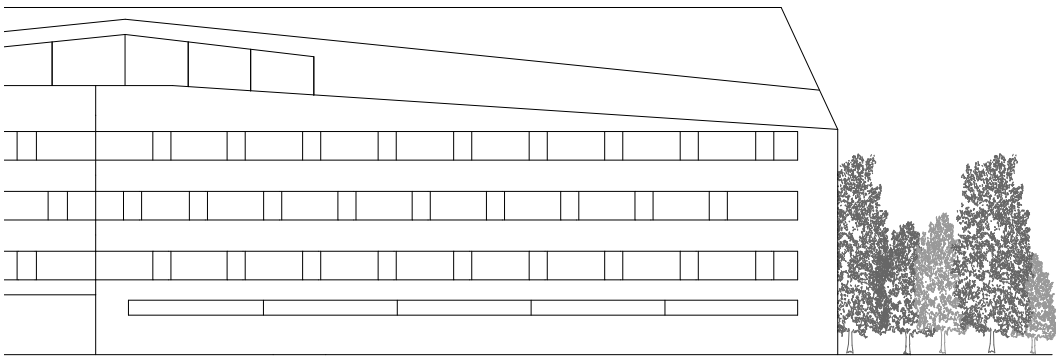


Abb. 127: Ansicht Süd

Ansicht West

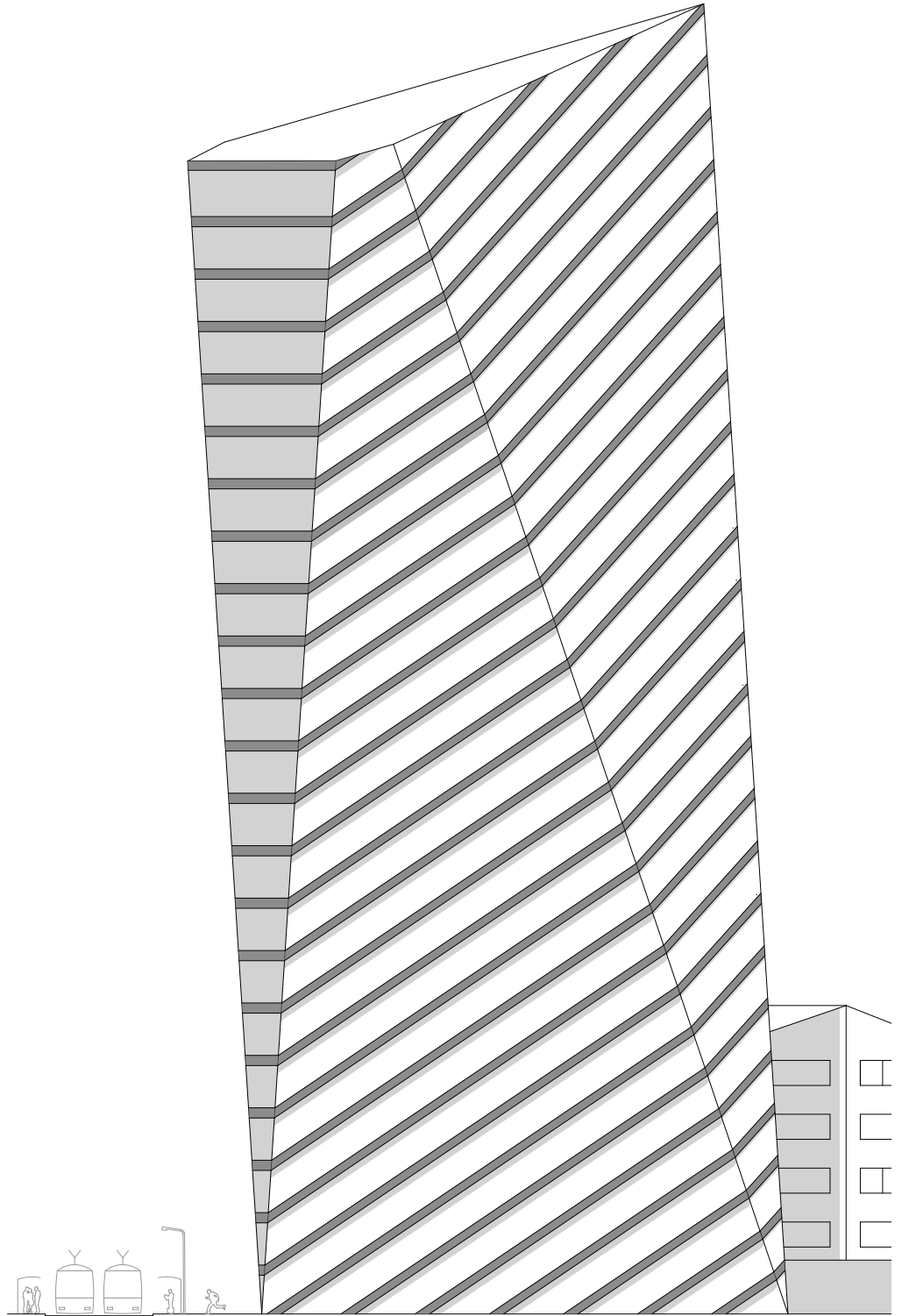
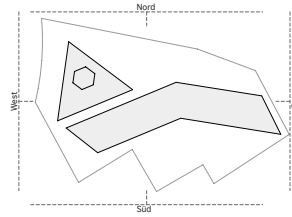
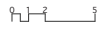




Abb. 128: Ansicht West

Fassadenschnitt

Die Fassade wird von einer Pfosten - Riegel Konstruktion gebildet. Die vertikalen Traglisenen werden mittels punktuellen Abstandhaltern am Fertigteilrandträger befestigt. Die Fassadenkonstruktion sitzt eine Ebene vor der Holzkonstruktion damit diese gegen Witterungseinflüsse optimal geschützt wird. Da durch die einschalige Fassadenkonstruktion kein außenliegender Sonnenschutz möglich ist wird ein Sonnenschutz - Isolierglas verwendet. Das Sonnenschutz - Isolierglas ist mit einer hauchdünnen Low - E - Beschichtung aus Edelmetall beschichtet. Diese Beschichtung generiert eine hohe Lichtdurchlässigkeit bei gleichzeitiger Reduktion der Gesamtenergiedurchlässigkeit.

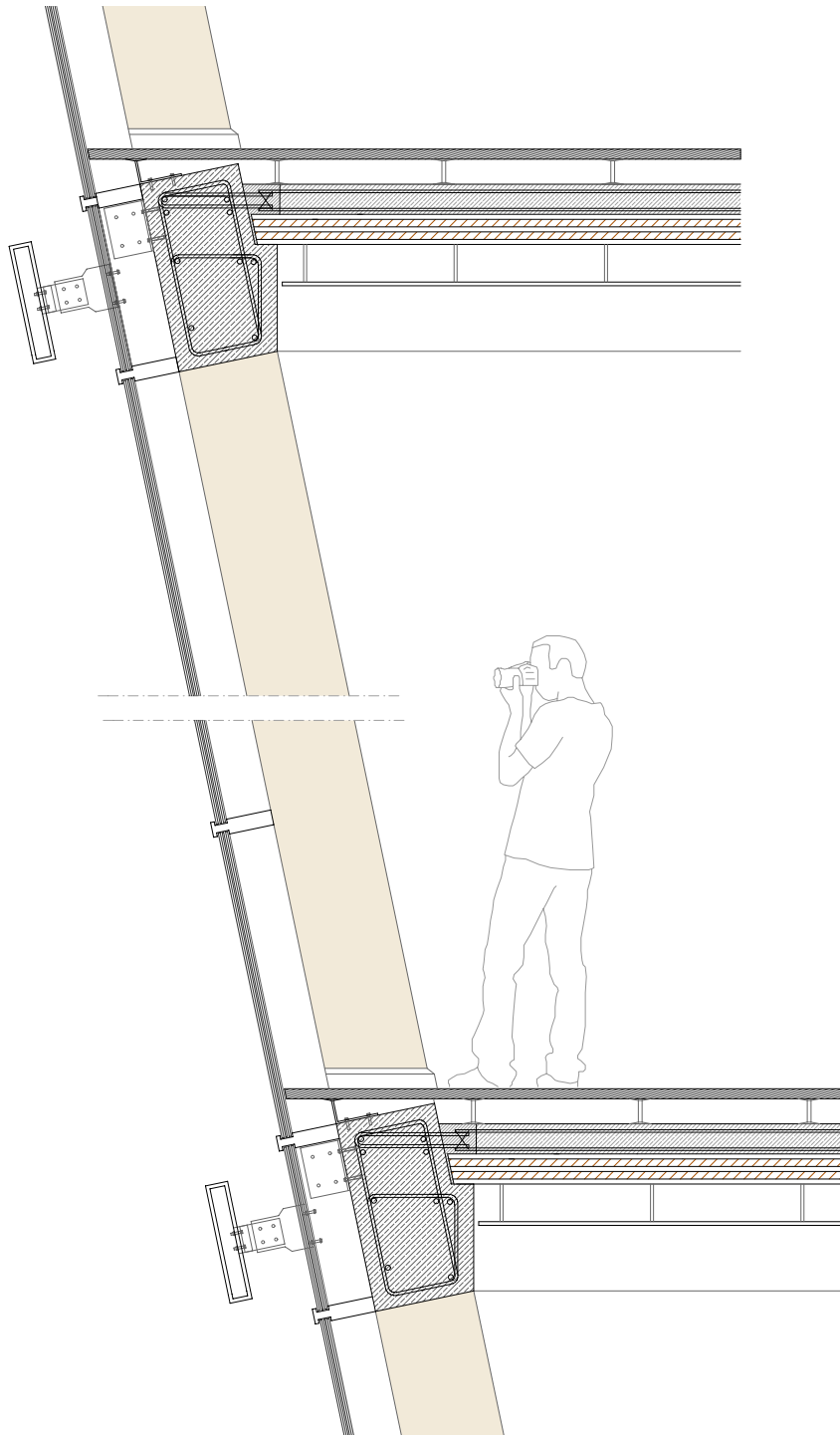


Abb. 129: Fassadenschnitt



Abb. 130: Außenansicht

8 Tragwerk

Statisches Konzept

Das Grundkonzept der Tragstruktur bei meinem Timber Tower ist ein Mischsystem welches aus einen mineralischen massiven vertikalen Erschließungskern und einem angedockten Holzbau besteht.

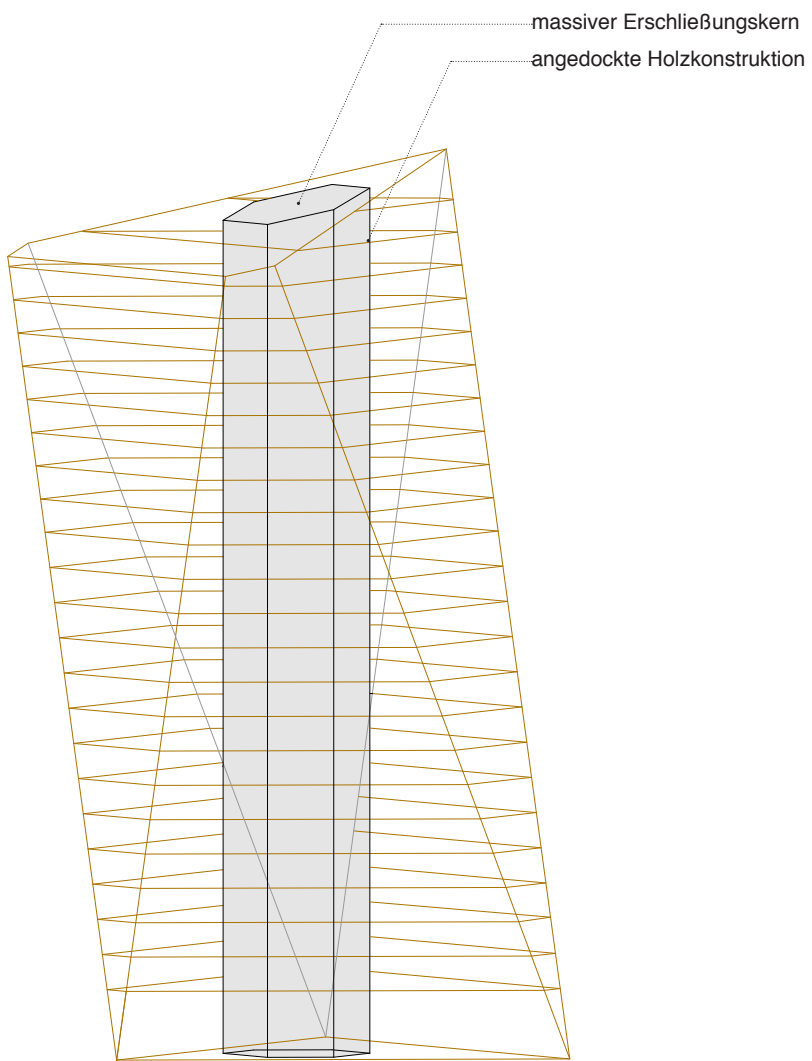
Die Trennung von Holzbau und Massivbauweise erlaubt eine unabhängige parallele Herstellung und garantiert somit einen optimalen reduzierten und teilweise witterungsunabhängigen Bauablauf.

Der Massivbau wird vor Ort hergestellt, während die vorgefertigten Holzbauteile in der Werkstatt witterungsgeschützt und qualitätsgesichert gefertigt werden können.

Durch diese klar definierte Tragstruktur kann eine einfache und wirtschaftliche Montagelogistik gesichert werden.

Die zwei wesentlichen Bauelemente, die Baubuche und die Holz - Beton - Verbunddecke werden auf den nächsten Seiten genauer beschrieben.

Abb. 131: Statisches Konzept



Buchenfurnierschichtholz

Im konstruktiven Holzbau wurden bisher fast ausschließlich Nadelhölzer eingesetzt. Obwohl Laubhölzer eine wesentlich höhere Festigkeits- und Steifigkeitswerte besitzen war deren Aufbereitung zu konstruktiven Werkstoffen einfach zu teuer.

Seit August 2014 ist erstmals ein industriell hergestellter Werkstoff aus Laubholz verfügbar – BauBuche, ein Furnierschichtholz aus europäischer Robuche. Dieser neue Werkstoff besitzt eine außergewöhnlich hohe Tragfähigkeit und ermöglicht schlankere Bauteile und größere Spannweiten im Holzbau. Der Einsatz von BauBuche im Vergleich zu Nadelholzwerkstoffen führt zu einer erheblichen Materialeinsparung. Das Produkt ist bauaufsichtlich zugelassen, die Bemessung erfolgt nach Eurocode 5.

Wenn man weiß, dass die Buche die am weitesten verbreitete Baumart ist, fragt man sich warum der konstruktive Holzbau zu 99 % von Nadelhölzern dominiert wird. Bisher war die Antwort darauf immer, weil die Herstellung von Werkstoffen aus Laubholz einfach zu teuer und noch dazu aufwändiger ist.

Diesem Phänomen setzte die Firma Pollmeier seit 2014 mit der industriellen Herstellung von Furnierschichtholz aus Buche ein Ende. Bei der Herstellung werden ganze Buchenstämme gekocht, in einem spanlosen Verfahren rotierend zu 3,5 mm dünnen Furnieren geschält und dann zu Platten verklebt. Dieser neue Werkstoff soll jetzt den konstruktiven Holzbau aufmischen und unter dem Namen BauBuche vermarktet werden.¹

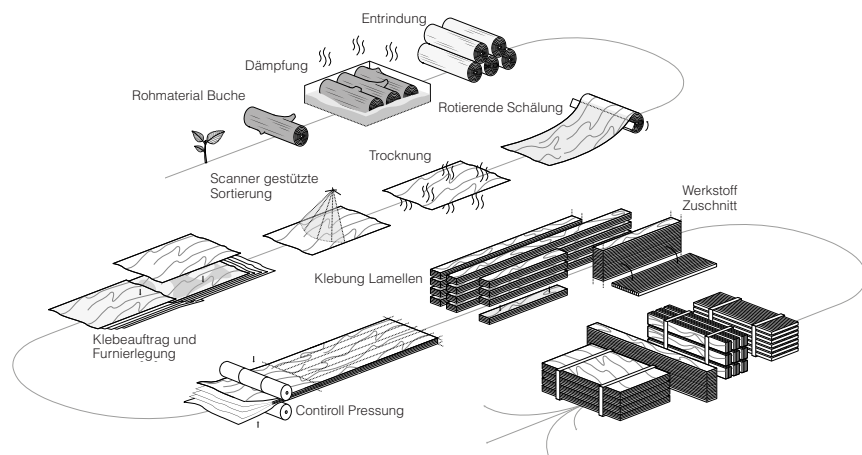


Abb. 132: Herstellung BauBuche

Technische Eigenschaften

Buchenholz ist sehr Leistungsfähig und hat höhere Festigkeit und bessere Oberflächengüte als Nadelholz.

Eine der größten Vorteile von Furnierschichtholz liegt im Aufbau aus mehreren dünnen Schichten die zu einer Homogenisierung des Werkstoffs führen. Fehlstellen im Holz wie Äste werden kleiner und zudem gleichmäßiger über den Querschnitt verteilt, sodass deren Einfluss auf die technischen Eigenschaften stark abnimmt.

Mit dem neuen Produkt können schlankere Tragwerke ausgeführt werden und größere Spannweiten realisiert werden.²

Technische Eigenschaften im Vergleich		BauBuche GL70	Brettschichtholz aus Fichte GL28h
Charakteristische Biegefestigkeit	$f_{m,y,k}$ [N/mm ²]	70	28
Charakteristische Zugfestigkeit	$f_{t,0,k}$ [N/mm ²]	55	19,5
Charakteristische Druckfestigkeit	$f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	49,5	26,5
Charakteristische Schubfestigkeit	$f_{v,k}$ [N/mm ²]	4,0	2,5
Mittelwert des Elastizitätsmoduls	$E_{0,mean}$ [N/mm ²]	16.700	12.600
Charakteristische Rohdichte	ρ_k [kg/m ³]	680	410

Ein erheblicher Vorteil der BauBuche gegenüber Vollholz oder Brettschichtholz aus Nadelhölzern liegt vor allem bei der faserparallelen Festigkeit. So kann man mit der BauBuche vor allem bei faserparalleler Beanspruchung mit möglichst großer Spannungsausnutzung (z.B Stützen und Fachwerke) rechnen. Dass heißt im Vergleich zu Bauteilen aus Nadelholz können schlankere Querschnitte und erhebliche Materialeinsparungen erzielt werden.

Die BauBuche kann durch ihre hohe Festigkeit auch mit Stahl mithalten und es gelingen ähnlich schlanke Konstruktionen wie im Stahlbau.³

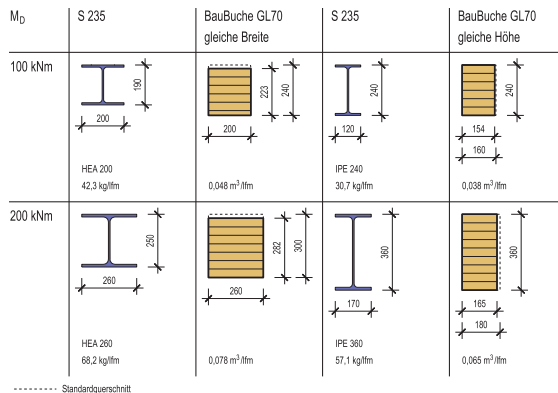


Abb. 133-134: Techn. Eigenschaften

1 vgl. Hassan/Eisele, 2015, 40
2 Ebda, 40
3 Ebda, 42

Holz - Beton - Verbund Decke

Wie der Name schon sagt, ist es eine Kombination aus Holz, genauer gesagt Brettsperrholz und Hochleistungsbeton. Entwickelt wurden die sogenannten XC-Elemente in einem Joint Venture der Firmen Mayer Melnhof und der Kirchdorfer Fertigteilverwaltung.

Durch die Verbindung des mineralischen Massivbaus und den Holzbau entsteht ein statisch und bauphysikalisches, sowie den Herstellungskosten betreffend vergleichbares Alternativprodukt zu konventionellen Deckensystemen.¹

Eine der größten Neuerungen im Bereich der Holz Beton Verbund Decke ist, dass die Elemente ohne Bewehrung ihre statischen Aufgaben erfüllen. Anstatt der üblichen Bewehrungsseisen werden bei den XC – Elementen konische Kerben in die BSP Platten gefräst. Die Kerben übernehmen die Schubübertragung zwischen der Holzdecke und dem Beton und ersetzen somit die Verschraubung wie bei einer konventionellen Holzbetonverbunddecke. Bei Biegebeanspruchung bildet das Holz die Zugzone und der Beton die Druckzone. Bei einfeldriger Verlegung ist keine Zusatzbewehrung erforderlich.

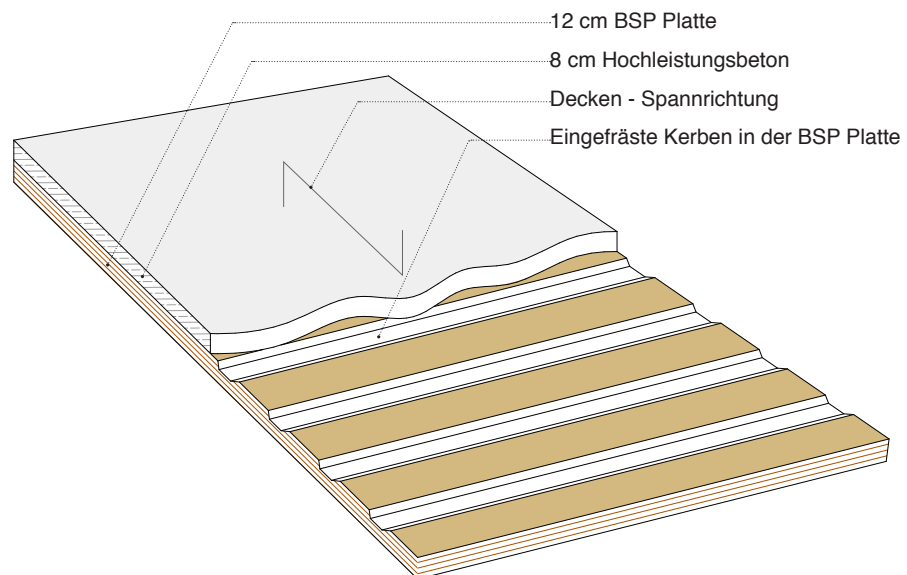


Abb. 135: HBV Decke

Dieses System der XC – Elemente wird als komplettes Fertigteil geliefert und bietet viele Vorteile gegenüber den bekannten Holz Beton Verbund Decken die als Ortbetonvarianten bekannt sind. Eine Studie von Univ. Prof. Dr. – Ing Detlef Heck und Dipl. Ing. Jörg Koppelhuber der TU Graz veranschaulicht diese Vorteile. Laut dieser Studie die Anhand eines Pilotprojektes angefertigt wurde liegt der wesentliche Vorteil der XC – Elemente in der deutlich geringeren Bauzeit. Mit den XC – Elementen ist man bei der Herstellung der Rohdecke rund ein Drittel schneller als mit der Ortbetonvariante. Weiters wird bei der Montage der XC – Elemente die Anzahl der Arbeitskräfte um mehr als ein Drittel gesenkt was gleichzeitig weniger Schnittstellen bedeutet und eine Senkung der Lohnstunden auf der Baustelle zufolge hat. Ein wesentlicher Umwelt Aspekt der für die Verwendung der XC – Elmenete spricht, ist die minimierung der Anzahl der Transporte auf die Baustelle um zirka 25 Prozent. Durch diese Vorteile können im Gegensatz zu konventionellen Deckensystemen die Herstellungskosten deutlich reduziert werden.²

Technische und haptische Vorteile der Holz Beton Verbund Decke:

- massive Bauweise mit sichtbarer Holzoberfläche
- hochwertiges Konstruktioinselement für große Spannweiten
- verbesserung des Schwingverhaltens
- hohe Schalldämmeigenschaften
- Große Spannweiten – bis zu 9 Meter
- Hohe Qualität und Präzession durch industrieller Vorfertigung
- Kurze Bauzeiten durch unterstellungsfreie und trockene Montage
- Universelle Einsetzbarkeit für verschiedene Bauweisen sowie Reduktion von Schnittstellen und Baustellenverkehr³

1 vgl. Heck/Koppeluber, 2016
2 vgl. Heck/Koppeluber, 2016
3 vgl. MMK Infoblatt, 2016

Horizontale und vertikale Lastabtragung

Das Deckentragsystem besteht aus einer parallelen Trägerebene auf der eine schubsteife Holz- Beton-Verbunddecke aus Massivholzplatten liegt.

Die Trägerebenen haben einen Achsabstand von 4,50 Metern. Stützen im Raum und an der Fassade dienen als vertikale Tragelemente, die die Lasten nach unten abtragen. Sämtliche Stützen bestehen aus Buchen Furnierschichtholz.

Die Stützen verjüngen sich in den oberen Geschossen um den statischen und wirtschaftlichen Anforderungen zu entsprechen.



Baubuche Träger GL 70
UZ 1 40/42 cm (EFT)



Fertigteilerandträger
UZ 2 42/62 cm (DLT)



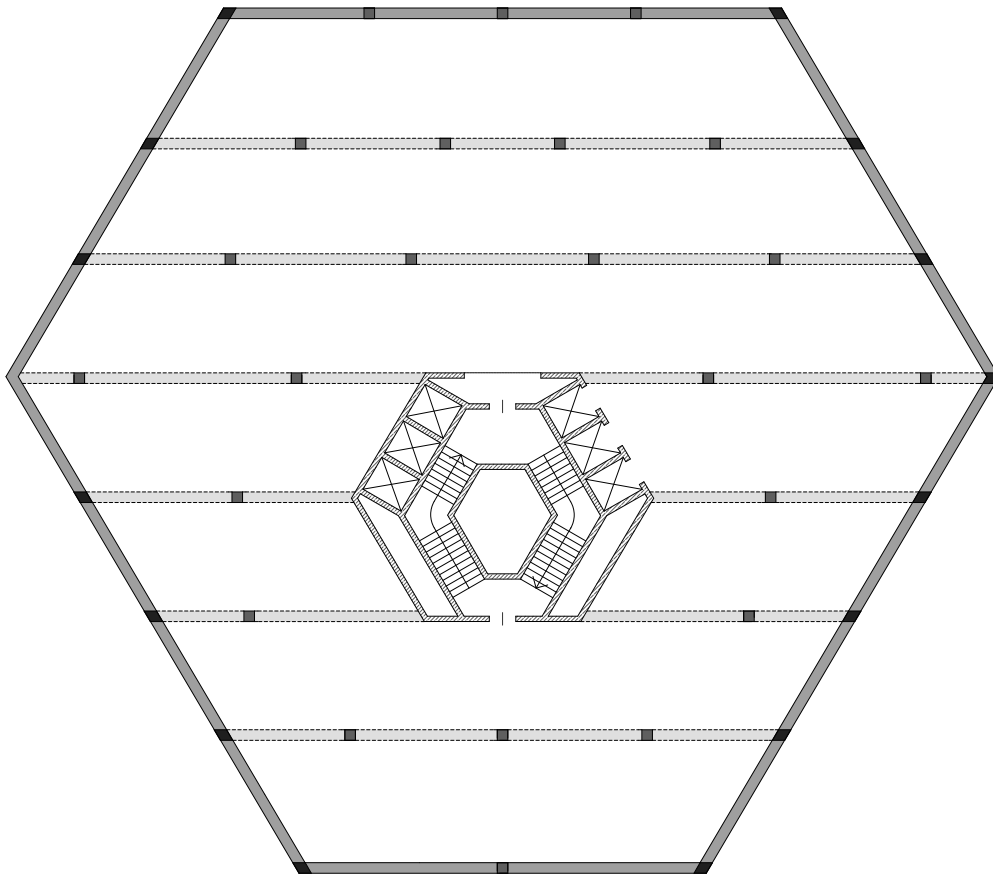
Stützen ST1 Baubuche GL 70
60/60 cm 0. EG - 7. OG
55/55 cm 7. OG - 13. OG
45/45 cm 13. OG - 24. OG

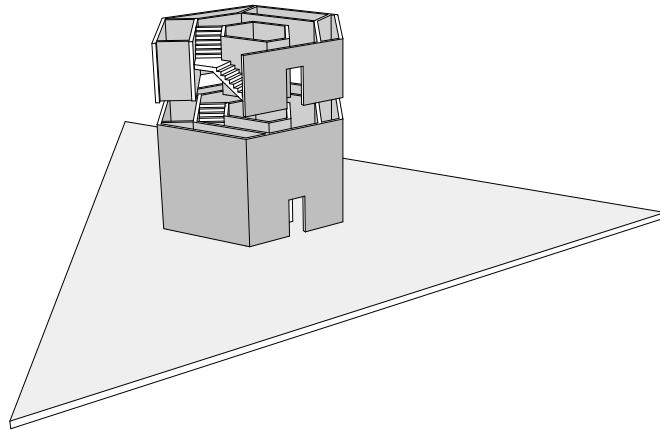


Randstützen ST 2 Baubuche GL 70
50/50 cm 0. EG - 8. OG
40/40 cm 8. OG - 16. OG
35/35 cm 16. OG - 24. OG



Kernwände/Schubaussteifung
d= 40 cm 0. EG - 9. OG
d= 30 cm 9. OG - 17. OG
d= 20 cm 18. OG - 24. OG

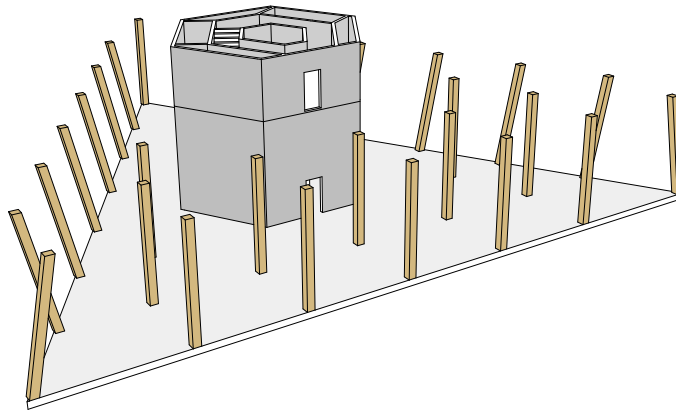




Montageprinzip

1. Kern

massiver Erschließungskern aus Stahlbeton

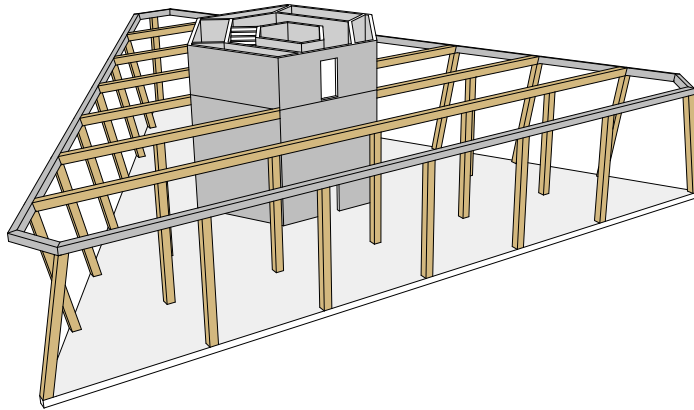


2. Stützen

Aufstellen der Stützen

Randstützen mit vertikaler Zugverankerung durch eingeklebte Eisenstangen

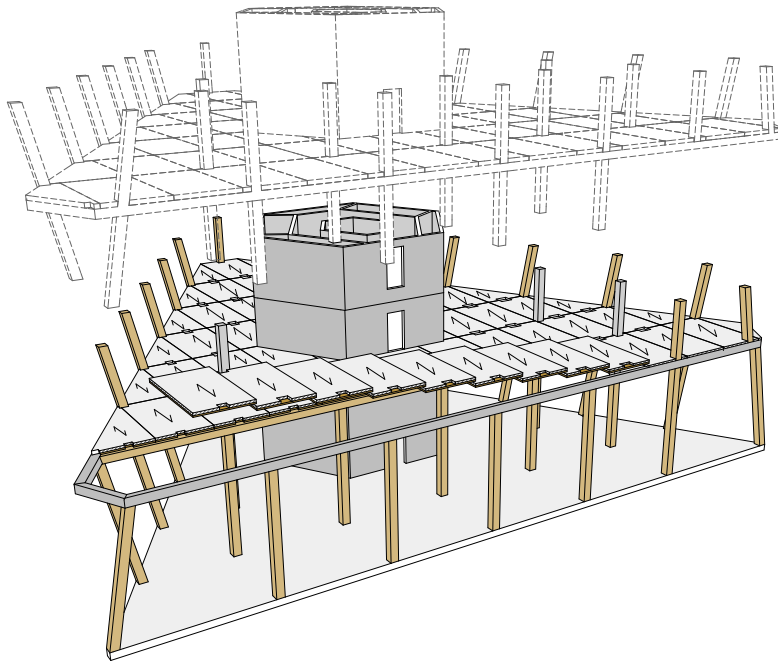
Abb. 137-140: Montageprinzip



3. Unterzüge

Versetzen der Unterzüge

Kraftschlüssiger Verbund des Randträgers und der Randstütze über den Vergussbereich



4. HBV Deckenelemente

Schubsteife Verbindung der HBV Deckenelemente mittels lokaler Vergussaussparung und Klapppeisen

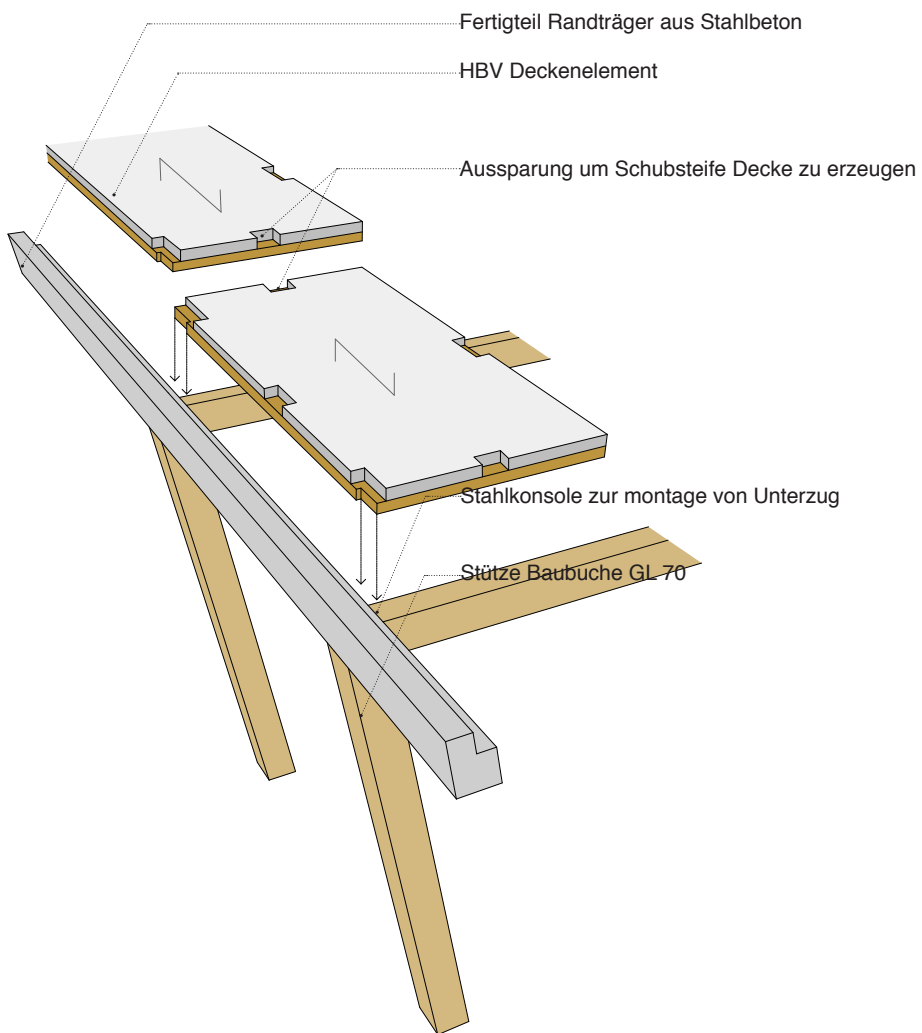
Gebäudeaussteifung

Die Gebäudeaussteifung erfolgt über die schubsteifen HBV Deckenelemente und dem mineralischen massiven Erschließungskern.

Durch das nachträgliche Ausbetonieren der Aussparungen in den HBV Deckenelementen erreicht man eine schubsteife Decke.

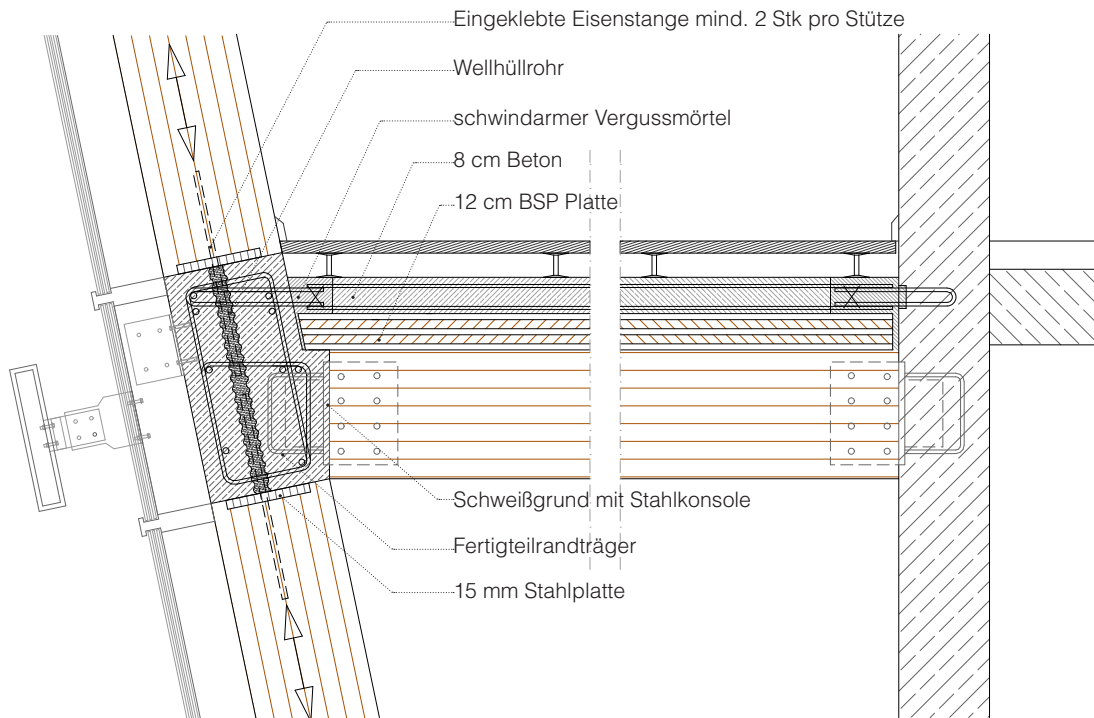
Im nachfolgenden Bild kann man sehen, dass die Stützen, die Deckenelemente und die Unterzüge mit dem Stb - Randträger über Bewehrungsstäbe und lokale Vergussbereiche kraftschlüssig verbunden werden um die geforderte Robustheit zu erreichen.

Abb. 141: Sprengaxometrie Randträger



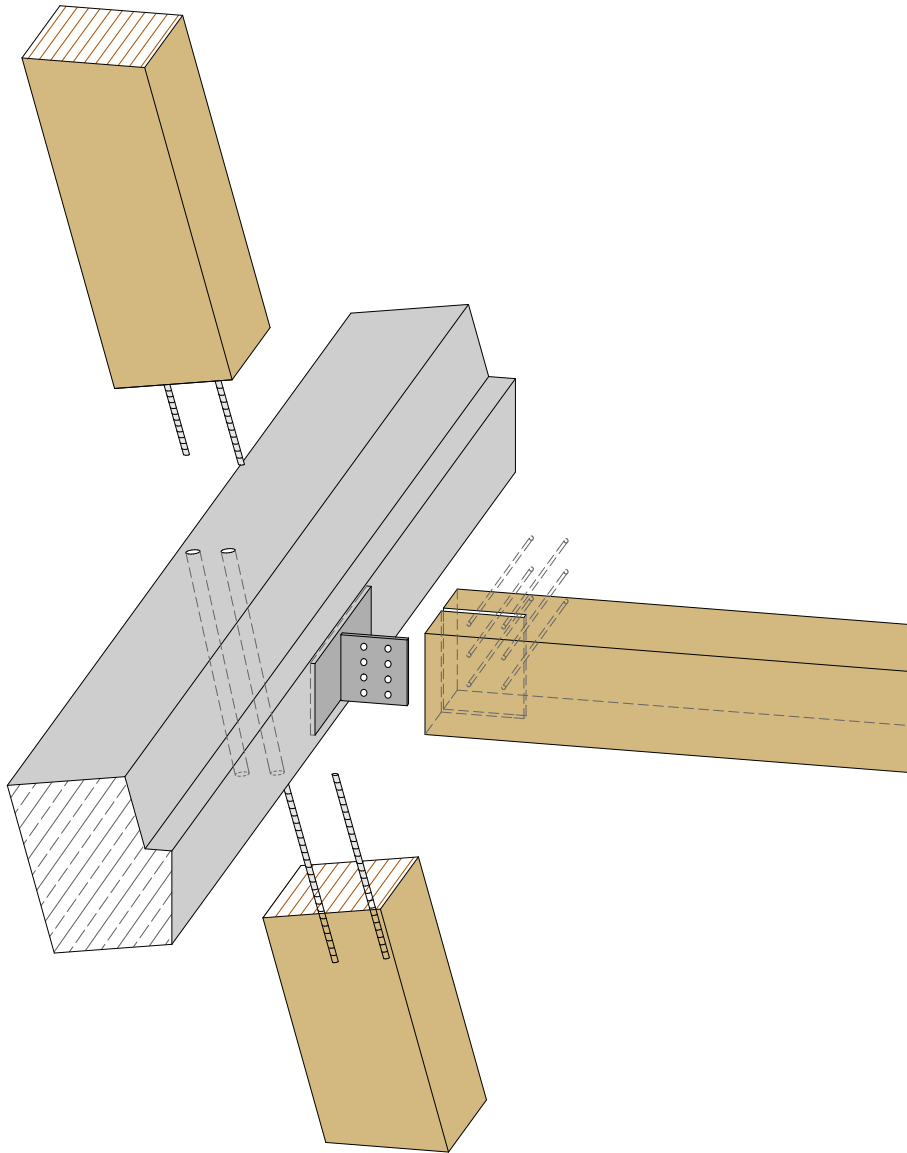
Anschlussdetail Fertigteil - Randträger

Das nachfolgende Bild zeigt die vertikale Zugverankerung der Stützen. Diese erfolgt in Form von Bewehrungsseisen die in die Holzstützen eingeklebt werden. Im Stützenbereich des Stb - Randträgers ist eine Aussparung mittels Wellhüllrohr vorgesehen welches dann vor Ort mit Mörtel ausgegossen wird.



Die horizontale Zugverankerung der geneigten Außenstützen erfolgt in Form von Bewehrungsseisen und Rückbiegeanschlüssen in den HBV Deckenelementen, im Stb - Randträger und den Stb - Wänden des Erschließungskerns. Die Anbindungen vor Ort, werden durch Aussparungen im Aufbeton der HBV - Deckenelemente durch nachträglichem Verguss realisiert.

Abb. 142-143: Detail Randträger



Anschlussdetail Stütze - Unterzug - Stütze

Funktional wird der Unterzug gleich wie beim Fertigteilrandträger mittels Stahllaschen an der Stütze befestigt. Nachdem der Unterzug an der Stütze befestigt wurde werden die HBV Decken aufgelegt und die Stütze des darüberliegenden Geschosses wird montiert.

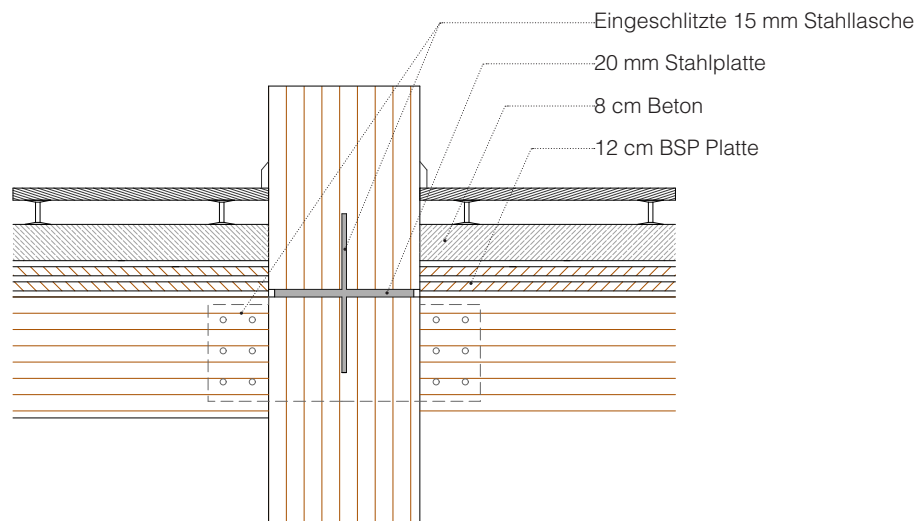
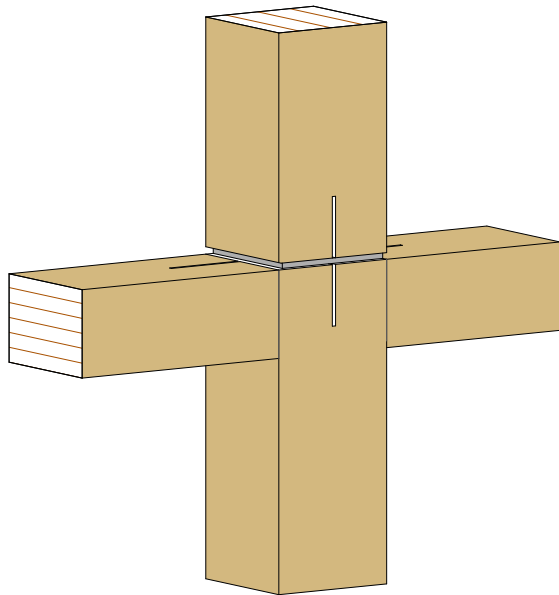
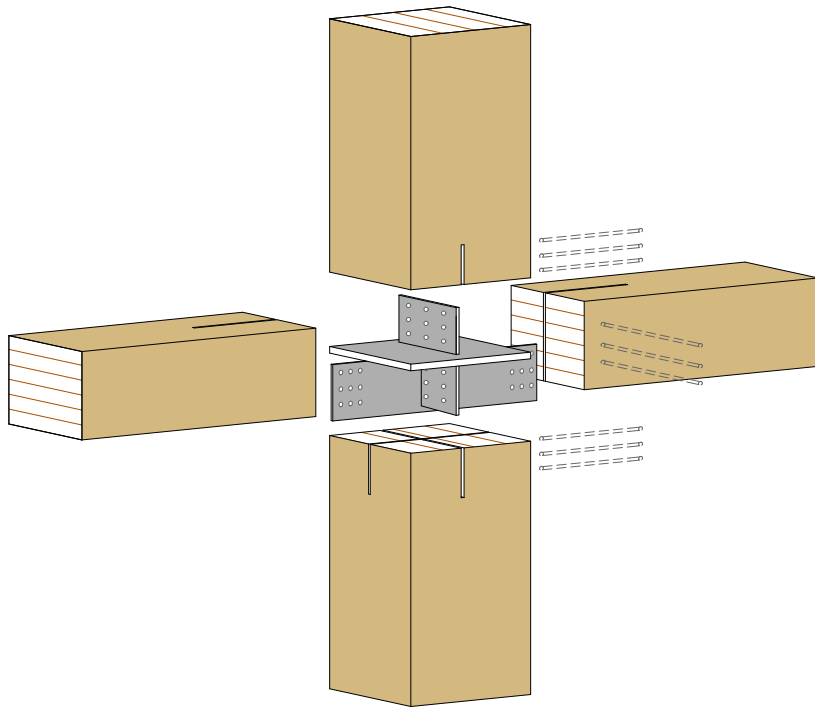


Abb. 144-145: Detail Stütze Innen



Berechnungen

D1 Regeldecke

Aufbauten Verbunddecke

a Ständige Last

	Dicke d [m]	Wichte g [kN/m ³]	Flächenlast g [kN/m ²]		
Teppich	0,01	5,00	0,05	g _i =	0,05 [kN/m ²]
Doppelbodenkonstr.	0,08	5,00	0,40	g _k =	0,40 [kN/m ²]
TDPT	0,035	1,40	0,05	g _i =	0,05 [kN/m ²]
Betondecke	0,08	25,00	2,00	g _i =	2,00 [kN/m ²]
BSP	0,12	7,50	0,90	g _i =	0,90 [kN/m ²]
Abg. Decke	0,1	0,50	0,05	g _k =	0,05 [kN/m ²]
Ständige Flächenlast aus Verbunddecke				Sg' _{k0} =	3,45 [kN/m²]

b Nutzlast lt. ONorm EN/B 1991-1-1

Nutzungskategorie Wohnen/Büro	Decken	q _{k,A1} =	3,00 [kN/m ²]
Zwischenwandzuschlag		q _{k,ZWZS} =	1,00 [kN/m ²]
		Nutzlast Regeldecke	Sq_{k1} = 4,00 [kN/m²]

c Gesamtlast Regeldecke

g _k =	3,45	q _k =	4,00	p _{k1} =	7,4 [kN/m ²]
γ _g =	1,35	γ _q =	1,50	γ _{g,q} ~	1,43
				p ₀₁ =	10,7 [kN/m ²]

UZ1 Unterzug

Einflussbreite $b_E = 6,00 \text{ m}$

Lasten auf Unterzug

Ständige Last	Einflussbreite b_E [m]		g [kN/m ²]		
Verbunddecke inkl. Aufbau	6,00		3,45		$g'_{k1} = 20,69$ [kN/m]
			$Sg_k = 3,45$	[kN/m ²]	$Sg'_{k0} = 20,69$ [kN/m]
Eigengewicht	Höhe h [m] 0,40	Dicke d [m] 0,42	Wichte g [kN/m ³] 7,00		$g'_{k1} = 1,18$ [kN/m]
					Ständige Last inkl. Eigengewicht $\Sigma g'_{k,2} = 21,87$ [kN/m]
b Nutzlast lt. ONorm EN/B 1991-1-1	Einflussbreite b_E [m]		q [kN/m²]		
Nutzlast + Zwischenwandzuschlag	6,00		4,00		$q'_{k1} = 24,00$ [kN/m]

UZ2 Randunterzug $l_g = 7,0\text{m}$

Einflussbreite $b_E = 3,00 \text{ m}$

Es wird vereinfachend die halbe Deckenspannweite beim maßgebenden Randträger als Lasteinflussbreite angesetzt
Zusätzlich wirkt die Last aus der Glasfassade ($h=3,60\text{m}$) auf den Träger!

Lasten auf Unterzug

Ständige Last	Einflussbreite b_E [m]		g [kN/m ²]		
Verbunddecke inkl. Aufbau	3,00		3,45		$g'_{k1} = 10,35$ [kN/m]
Last aus Glasfassade (Ang. ca. 120 k	3,60		1,20		$g'_{k1} = 4,32$ [kN/m]
			$Sg_k = 3,45$	[kN/m ²]	$Sg'_{k0} = 14,67$ [kN/m]
Eigengewicht	Höhe h [m] 0,62	Dicke d [m] 0,40	Wichte g [kN/m ³] 25,00		$g'_{k1} = 6,20$ [kN/m]
					Ständige Last inkl. Eigengewicht $\Sigma g'_{k,2} = 20,87$ [kN/m]
b Nutzlast lt. ÖNorm EN/B 1991-1-1	Einflussbreite b_E [m]		q [kN/m²]		
Nutzlast + Zwischenwandzuschlag	3,00		4,00		$q'_{k1} = 12,00$ [kN/m]

Stütze

ST1 Regelstütze innen

Stützenabstand $e_s = 6,00$ m

Ständige Last

	Stützenabstand	aus Unterzug			
	e_s [m]	g' [kN/m]			
Last aus Unterzug	6,00	21,87			$G_{k1} = 131,22$ [kN]

	Breite	Dicke	Wichte	Flächenlast	Höhe	
	d [m]	d [m]	g [kN/m ³]	g [kN/m ²]	h [m]	
Eigengewicht (Holz)	0,45	0,45	8,00	1,62	3,2	$G_{k2} = 5,18$ [kN]

Summe Ständige Last pro Geschoß $\Sigma G_{k,0} = 136,40$ [kN]

b Nutzlast lt. ÖNorm EN/B 1991-1-1

	Stützenabstand	aus Unterzug			
	e_s [m]	q' [kN/m]			
Nutzlast inkl. Zwischenwandzuschlag	6,00	24,00			$Q'_{k1} = 144,00$ [kN]

c Gesamtlast Stütze/Geschoß

$G_k =$	136,40	$Q_k =$	144,00	$P_{k1} =$	280,4 [kN]
$\gamma_g =$	1,35	$\gamma_q =$	1,50	$\gamma_{g,q} \sim$	1,43
				$P_{d1} =$	400,1 [kN]

Gesamtlast Stütze Erdgeschoss

Anzahl der Geschosse	$n = 24$	$n \cdot G_{k1} =$	3.273,7 [kN]	$n \cdot P_{k1} =$	6.729,7 [kN]
		$n \cdot Q_{k1} =$	3.456,0 [kN]	$n \cdot P_{d1} =$	9.603,5 [kN]

Stütze

ST2 Regelstütze Rand

Stützenabstand $e_s = 5,75$ m
Einflussbreite $b_E = 2,55$ m
Geschoßhöhe $h = 3,60$ m

Ständige Last

	Stützenabstand	Einflussbreite	aus Unterzug			
	e_s [m]	b_E [m]	g [kN/m ²]	g' [kN/m]		
Verbunddecke inkl. Aufbau	5,75	2,55	3,45	8,79		$G_{k1} = 50,57$ [kN]
Last aus Glasfassade (Ang. ca. 120 kg/m ²)	5,75	3,60	1,20	4,32		$G_{k1} = 24,84$ [kN]
Eigengewicht Unterzug	5,75	0,75	0,40	25,00	7,50	$G_{k1} = 43,13$ [kN]

	Breite	Dicke	Wichte	Flächenlast	Höhe	
	d [m]	d [m]	g [kN/m ³]	g [kN/m ²]	h [m]	
Eigengewicht (Holz)	0,4	0,4	8,00	1,28	3,60	$G_{k2} = 4,61$ [kN]

Summe Ständige Last pro Geschoß $\Sigma G_{k,0} = 123,14$ [kN]

b Nutzlast lt. ÖNorm EN/B 1991-1-1

	Stützenabstand	aus Unterzug			
	e_s [m]	b_E [m]	q [kN/m ²]	q' [kN/m]	
Nutzlast inkl. Zwischenwandzuschlag	5,75	2,55	4,00	10,20	$Q'_{k1} = 58,65$ [kN]

c Gesamtlast Randstütze/Geschoß

$G_k =$	123,14	$Q_k =$	58,65	$P_{k1} =$	181,8 [kN]
$\gamma_g =$	1,35	$\gamma_q =$	1,50	$\gamma_{g,q} \sim$	1,40
				$P_{d1} =$	254,2 [kN]

Gesamtlast Randstütze Erdgeschoss

Anzahl der Geschosse	$n = 24$	$n \cdot G_{k1} =$	2.955,5 [kN]	$n \cdot P_{k1} =$	4.363,1 [kN]
		$n \cdot Q_{k1} =$	1.407,6 [kN]	$n \cdot P_{d1} =$	6.101,3 [kN]

9 Brandschutz

Um die Brandschutztechnischen Bestimmungen für meinen Timber Tower zu erläutern wurde die OIB – Richtlinie 2.3 „Brandschutz bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 Metern“ herangezogen. Im Zuge meiner Masterarbeit muss ich gezielt in dem Punkt Feuerwiderstand von Bauteilen abweichen, um den Holzbau und seine Oberflächenqualitäten im Innenraum zu gewährleisten.

Feuerwiderstand von Bauteilen

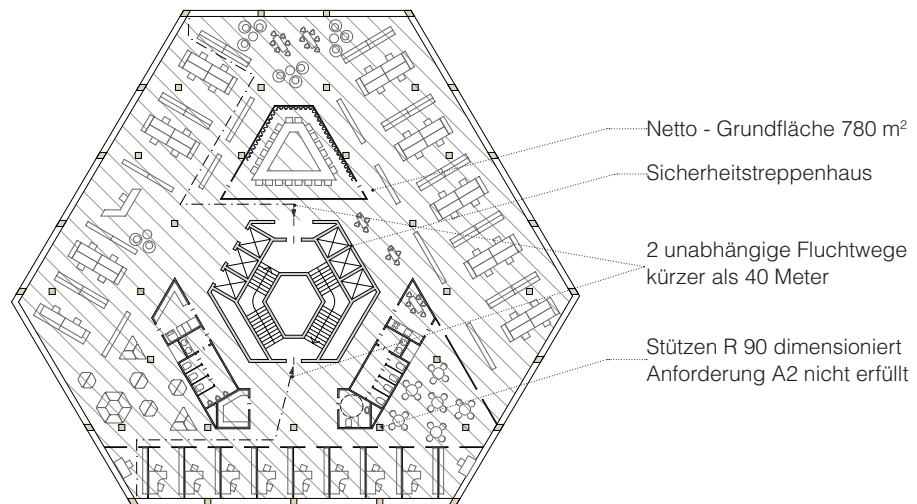
Aus der OIB – Richtlinie 2.3 geht hervor, dass tragende und aussteifende Bauteile in R 90 und A2 hergestellt werden müssen. Das R steht für Tragfähigkeit und 90 steht für die Dauer in der die Tragfähigkeit gewährleistet werden muss. Die Anforderung R 90 stellt für den Holzbau prinzipiell kein Problem dar. Bei der Dimensionierung der tragenden Holzbauteile wird die Abbrandrate für Holz dazu gegeben um die nötige Feuerwiderstandsklasse zu erreichen. Aus der Tabelle der Bemessungswerte für Abbrandraten kann man herausfiltern, dass man mit zirka 0,7 mm pro Minute Brandwiderstand dimensionieren kann.¹

Schwieriger wird es die Anforderung A2 zu erreichen die laut Tabelle „Brandverhalten von Baustoffen“ besagt, dass dieser Baustoff nicht brennbar sein darf. Diese Anforderung bedeutet, dass man prinzipiell in Holz bauen kann aber tragende und aussteifende Holzbauelemente kapseln muss um die Anforderung zu erreichen. Kapseln bedeutet, dass man statisch wirksame Holzbauelemente je nach Anforderung mindestens mit zwei Gipskarton – Feuer-schutzplatten beplanken muss.²

1 vgl. OIB Richtlinie 2.3
2 vgl. OIB Richtlinie 2.3

Brandabschnitte

Laut OIB 2.3 dürfen die Brandabschnitte in den untersten 4 Obergeschossen eine Netto – Grundfläche von 1200 m² und in sonstigen Geschossen eine Netto – Grundfläche von 800 m² nicht überschreiten. Weiters wird vorgeschrieben, dass in jedem oberirdischen Geschoss ein deckenübergreifender Außenwandstreifen von mind. 1,20 m Höhe in EI 90 und A2 vorhanden sein muss, um eine vertikale Brandausbreitung zu verhindern. Diese Anforderung gilt nicht, sofern eine automatische Sprinkleranlage vorhanden ist.³



Fluchtwege und Treppenhäuser

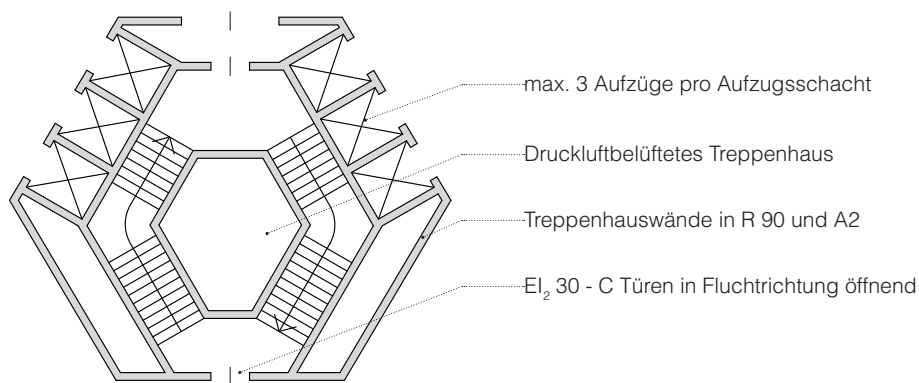
Hier schreibt die OIB – Richtlinie vor, dass von jeder Stelle des Raumes in höchstens 40 Meter Gehweglänge ein Sicherheitstreppehaus erreichbar sein muss. Weiters müssen zwei voneinander unabhängige Fluchtwege in entgegen gesetzter Richtung zu den Sicherheitstreppehäusern vorhanden sein. Das Treppenhäuser muss auch mit einer Druckbelüftungsanlage ausgestattet sein, um das Treppenhäuser während der Flucht und während der Brandbekämpfung rauchfrei zu halten. Die Wände und Decken des Stiegenhäusers müssen in R 90 und A2 ausgeführt sein. Die Türen zu den Stiegenhäusern müssen der Anforderung EI₂ 30 – C entsprechen.⁴

Abb. 146: Grundriss
Abb. 147: Erschließungskern

Brandschutz Timber Tower

Das Projekt Timber Tower folgt den rechtlichen Auflagen der OIB 2 Richtlinie mit der Ausnahme, dass die Tragstruktur aus brennbaren statt nicht brennbaren Materialien besteht und auch nicht gekapselt wurde.

Der Grund warum ich davon abweiche ist, weil ich die Holzkonstruktion nicht hinter einem mineralischen Baustoff wie zum Beispiel GKF Platten verstecken möchte. Durch diese Kapselung der konstruktiven Holzbauteile werden die auf den Innenraum positiv wirkenden Eigenschaften wie Haptik und Wärme der Oberflächen vernichtet.



3 vgl. OIB Richtlinie 2.3
4 vgl. OIB Richtlinie 2.3

10 Literaturverzeichnis

Bernasconi Andrea, Überbauung Via Cenni Mailand – 4 Holzhochhäuser mit je 9 Geschossen im: 18. Internationalen Holzbau – Forum Garmisch, 2012

Binder Hans, 100% Kreislaufdenken in: Zuschnitt 24, 2006

Block Philipe, Gengnagel Christoph, Peters Stefan, Faustformel Tragwerksentwurf, 2013

Erläuterungsbericht Bebauungsplan Liebenauer Tangente, http://www.graz.at/cms/dokumente/10175353_1345794/24417c95/07_15_0_ERL.pdf

Green Michael, Tall Wood Study, 2012,

Hassan Jan u. Eisele Matthias, BauBuche – Der nachhaltige Hochleistungswerkstoff in: Bautechnik Zeitschrift, 2015

Hausegger Gudrun, <http://www.proholz.at/co2klimawald/carlowitz/>,

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heck Detlef u. Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber, Studie Holz –Beton – Verbunddecken XC-Fertigteile im Mehrgeschossigen Wohnbau, 2016

Kaufmann Hermann u. Nerdinger Winfried : Bauen mit Holz: Wege in die Zukunft, 2011

Kaufmann Hermann, 10_21: http://www.hermann-kaufmann.at/pdfs/10_21

OIB Richtlinie 2.3 http://www.oib.or.at/sites/default/files/rl2.3_061011.pdf

pro Holz Edition 09, Holz und Klimaschutz, 2010

Triendl Karin, Stadthaus in London in: Zuschnitt 33, 2009

Wabl Andreas, Brandschutz im mehrgeschossigen Holz- Massivbau, Masterarbeit, 2012

XC Infoblatt, Das Holz-Beton Verbundelement von MMK, 2016 <http://www.mmk.co.at/downloads/>

Zangerl, Kaufmann, Hein, Endbericht Life Cycle Tower, 2010

11 Bildverzeichnis

Alle Abbildungen, soweit nicht extra im Abbildungsverzeichnis angeführt, wurden vom Verfasser dieser Arbeit erstellt.

Abb. 01: Wälder der Erde
<http://www.fao.org/forestry/fra41256/en/>

Abb. 02: Österreichs Waldflächen
pro Holz Edition 09, Holz und Klimaschutz

Abb. 03: Holzwachstum
pro Holz Edition 09, Holz und Klimaschutz

Abb. 04: Holz und Klimaschutz
pro Holz Edition 09, Holz und Klimaschutz

Abb. 05: Speicherleistung Holzprodukte
pro Holz Edition 09, Holz und Klimaschutz

Abb. 06: Holz als Kreislaufwerkstoff
pro Holz Edition 09, Holz und Klimaschutz

Abb. 07- 16: Hochhausbau
Eigene Grafik (Grundlage Vgl. Block/Gengnagel/Peters 2013: Faustformel Tragwerksentwurf)

Abb. 17: Rendering des Life Circle Tower

http://www.hermann-kaufmann.at/?pid=2&prjnr=09_24

Abb. 18: Außenansicht des Life Circle Tower

http://www.hermann-kaufmann.at/?pid=2&prjnr=10_21

Abb. 19: Grundriss Schnitt und Detail

http://www.hermann-kaufmann.at/pdfs/10_21.pdf

Abb. 20: Innenansicht des Life Circle Tower

http://www.hermann-kaufmann.at/pdfs/10_21.pdf

Abb. 21: Schaubild der Konstruktion

http://derstandard.at/_1311802976909_Vorarlberg-Vorarbeiten-fuer-den-90-Meter-Holzturm-starten

Abb. 22: Schaubild Holz Beton Verbunddecke

http://www.hermann-kaufmann.at/pdfs/10_21.pdf

Abb. 23: Schaubild der Verbindung Decke und Stütze

http://www.kaerntnermessen.at/mobile/downloads/DI_Valentin_Tschikof.pdf

Abb. 24: Außenaufnahme Murray Grove

http://www.waughthistleton.com_project.php?name=murray

Abb. 25: Straßenperspektive Murray Grove

Zuschnitt 33, pro Holz Austria

Abb. 26: Schnittisometrie

http://www.waughthistleton.com_project.php?name=murray2

Abb. 27: Baustellenaufnahme

Zuschnitt 33, pro Holz Austria

Abb. 28: Grundriss Schnitt Detail

Zuschnitt 33, pro Holz Austria

Abb. 29: Außenaufnahme Via Cenni
<http://www.rossiprodi.it/?project=via-cenni>_ RossiProdi Associati

Abb. 30: Schnitt Via Cenni
<http://www.rossiprodi.it/?project=via-cenni>_ RossiProdi Associati2

Abb. 31: Schau Bild Tall Wood
Tall Wood Studie, Michael Green

Abb. 32 – 33: Schaubilder Innen
Tall Wood Studie, Michael Green

Abb. 34 – 37: Grundriss und Schema
Tall Wood Studie, Michael Green

Abb. 38: Luftbild der Stadt Graz
<http://www.gis.steiermark.at>

Abb. 48: Luftbild Stadt Graz
<http://www.gis.steiermark.at>

Abb. 69: Flächenwidmungsplan 4.0
http://geodaten1.graz.at/WebOffice/synserver?project=flaewi_4

Abb. 70: Deckplan 1 Baulandzonierung
http://geodaten1.graz.at/WebOffice/synserver?project=flaewi_4

Abb. 71: Bebauungsplan
http://www.graz.at/cms/dokumente/10175353_4200847/82f4e18b/07_15_0A_Liebenauer_Tangente_B_eschluss_1000.pdf

Abb. 132: Herstellung BauBuche
http://www.herzog-elmiger.ch/__/frontend/handler/document.php?id=654&type=42

Abb. 133 – 134: Techn. Eigenschaften
http://www.herzog-elmiger.ch/__/frontend/handler/document.php?id=654&type=42

Danksagung

An dieser Stelle muss noch so viel Platz und Zeit sein, den Menschen zu Danken die an meiner Seite den Weg mit mir gehen.

An erster Stelle muss ich ein riesen großes Danke an meine Familie richten, ganz besonders an Mama und Papa, die mich nicht nur finanziell unterstützt haben, sondern auch immer an mich geglaubt haben und mich in meiner Sache immer unterstützten.

Das allergrößte Dankeschön muss ich an meine Petra richten. Ohne deine Unterstützung wäre das alles nicht möglich gewesen. Danke das du immer für mich da warst auch wenn meine Launen vor Abgaben kaum ertragbar waren.

Weiters möchte ich all meinen Kollegen im fantastischen Büro Nussmüller für Rat und Tat danken.

