



Jacquelin Grießer, BSc

**Work With Wood**  
**Bürogebäude mit Fertigungshalle aus Holz**

**MASTERARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

Masterstudium Architektur

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

Betreuer

Architekt Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Roger Riewe

Institutsname

Institut für Architekturtechnologie

## **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 identisch.

---

Datum

---

Unterschrift

## Inhaltsverzeichnis:

<u>00 Einleitend</u>		
	Vorwort	07
<u>01 Baustoff Holz</u>		
	Geschichte Holzbau	09
	Baustoffkriterien und Eigenschaften	11
	- Wachstum	
	- Holzfeuchte	
	- Tragverhalten	
	- Dichte	
	Holz im Brandfall	18
	- Brandverhalten und Feuerwiderstand	
	- Brandschutz	
	Holzschutz	21
	- Baulicher Holzschutz	
	- Chemischer Holzschutz	
	- Thermisch behandeltes Holz	
	Produkte aus Holz	25
	- Vollholz	
	- Holzwerkstoffe	
	Holzbausysteme	34
	- Entwurf und Konstruktion	
	- Blockbau	
	- Fachwerkbau	
	- Balloon-Frame	
	- Rahmenbau	
	- Skelettbau	
	- Massivholzbau	
	Nachhaltigkeit	43

<u>02 Ablauf von Holzverarbeitung heute</u>	
Vorfertigung	47
Abbund	50
Elementfertigung	51
Montagekran	52
<u>03 Büro</u>	
Geschichte Bürobau	54
Typologien	57
- Großraumbüro	
- Gruppenbüro	
- Zellenbüro	
- Kombibüro	
Bürobau heute	62
<u>04 Referenzprojekte</u>	
Hector Egger Holzbau	64
Renggli Werk in Schötz	68
Bürobau Public Address	71
<u>05 Projekt</u>	
Aufgabe	75
Lage	76
Bauplatz	78
Grundlagen	79
Raumprogramm	80

<u>06 Pläne</u>		
	Konzept	82
<u>07 Entwurfsbeschreibungen und Details</u>		
	Statisches Konzept	91
	Nutzungssicherheit	92
	Wandaufbau und Fassadengestaltung	94
	Holz als prägendes Element	95
<u>08 Darstellungen</u>		96
<u>09 Schlusskapitel</u>		
	Fazit	103
<u>10 Abbildungs- und Quellenverzeichnis</u>		
	Abbildungsverzeichnis	107
	Tabellenverzeichnis	109
	Quellenverzeichnis	110

00 Einleitend

## Vorwort

Holz ist eines der ältesten Baustoffe, die die Menschheit bei ihren Bauten zum Einsatz brachten und hat bis heute nicht an Attraktivität verloren, sondern ganz im Gegenteil, sogar zugenommen. Das liegt wohl daran, dass Holz ein besonders leichtes, nachhaltiges und leicht zu bearbeitendes Material ist, welches dem Gebäude einen eigenen Charme und Charakter verleiht.<sup>1</sup>

Früher galt die Massivbauweise bzw. die Schwerbauweise als die gehobene Bauweise. Heute ist die Leichtbauweise bzw. Holzbauweise mancherorts attraktiver. Jedoch braucht man bei der Holzbauweise einen für Holz aufgeschlossenen Bauherrn, da ein Holzbau einer anderen Philosophie folgt, als ein Massivbau. Er fordert einen holzbaugerechten Entwurf, sowie ein gewisses Toleranzdenken.

„In einem Essay zur Architekturausbildung formuliert Mies van der Rohe 1937: ‚Wo tritt mit gleicher Klarheit das Gefüge eines Hauses oder Baus mehr hervor als in den Holzbauten der Alten, wo mehr die Einheit von Material, Konstruktion und Form? ... Welcher Sinn für das Material und welche Ausdrucksgewalt spricht aus diesen Bauten! Welche Wärme strahlen sie aus, und wie schön sind sie! Sie klingen wie alte Lieder. Diese Aussage eines der bedeutendsten Architekten des 20. Jahrhunderts steht gleichzeitig für die Faszination und die Herausforderung des Holzbaus.“<sup>2</sup>



Abb.01.: Egelsee.

<sup>1</sup> Vgl. Steiger 2007, 7.

<sup>2</sup> Steiger 2007, 8.

01 Baustoff Holz



## Geschichte

Der Holzbau ist so alt wie die Menschheit selbst, das beweisen Pfahlbauten, die damals schon sehr ähnlich errichtet wurden wie heutzutage.

Die ersten bekannten Holzbaubauten, also Pfahlbauten gehen in die Antike zurück. Es wurden Häuser gebaut, die durch ihre langen Pfähle über dem Wasser stehen konnten und somit zusätzlichen Schutz für ihre Bewohner boten.

Das größte Beispiel dieser Bauweise ist die Stadt Venedig.<sup>3</sup>

Zu dieser Zeit war Holz als Baustoff auch massig vorhanden, das war neben dem Klima und den unterschiedlichen kulturellen Bedingungen Hauptentscheidungsgrund warum man mit Holz baute. Es wurden fast alle Bauten mit Materialien gebaut, die die Umgebung zur Verfügung hatte, da ein Transport von spezifischen Materialien zu der Zeit nicht möglich oder viel zu teuer war.

Dieser Gedanke, mit Materialien zu bauen, die die Umgebung bieten kann, kommt auch heute wieder mehr auf, jedoch aus nachhaltigen Gründen.



Abb.02.: Venedig. Walter Luttenberger

<sup>3</sup> Vlg. Die Geschichte des Holzbaus, <http://www.suedtirolhaus.it/de/rohstoff-holz/vergangenheit>, 13.10.2016



Abb.03.: Wald 01.

Im 19. Jahrhundert, im Zeitalter der Industrialisierung, kamen neue Baustoffe und Technologien auf den Markt und der Transport dieser Materialien wurde plötzlich leistbar. Dies führte dazu, dass sich der traditionelle Gedanke über die Verwendung von heimischen Ressourcen mehr und mehr verabschiedete.

Erst im 20. Jahrhundert kam es zu einem Comeback des Baustoffes Holz. Schuld daran war die Armut und die Krisenzeit während der beiden Weltkriege. So griff man gerne wieder auf den Baustoff zurück, der problemlos und heimisch verfügbar war.

Mit dem 21. Jahrhundert und der Suche nach dem Wesentlichen bekommt der Baustoff Holz den Ruf und die Anerkennung, die er bis heute hat. Holz weist eine sehr gute Entwicklung auf und entspricht den technischen Anforderungen im Hinblick auf Energie und umweltschonendes Denken. Holz hat nichts mehr mit sozial einfachen Bauten oder reinem Hallenbau zu tun, vielmehr wird Holz bewusst für zeitgemäße und stilvolle Architektur eingesetzt. Der wachsende Fortschritt und Stand der Technik lassen dies ohne weiteres zu.

Die traditionelle Zimmerei entwickelt sich weiter und wird zu einer computergesteuerten Vorfertigungshalle, in der präzise Planungsprozesse und die Erstellung der Bauteile miteinander verschmelzen.<sup>4</sup>

In konsequenter Weise werden bekannte und bewährte Konstruktionen verfeinert und in Hinblick auf die neu entstandenen Holzwerkstoffe modifiziert.

Flächige Bauelemente aus Holzteilen in einer Fertigungshalle vorzuproduzieren und sie dann in relativ kurzer Zeit auf der Baustelle aufzustellen, führt zu einer deutlichen Verkürzung der Bauzeiten und einer Reduktion der Baukosten.

<sup>4</sup> Vgl. Kolb 2008, 10-13.

## Baustoffkriterien und Eigenschaften

Ein paar hundert verschiedene Holzarten werden weltweit im Holzbau, Ausbau und Möbelbau zum Einsatz gebracht. Jede Holzart besitzt spezifische Eigenschaften und hat ein anderes Aussehen. Um mit Holz arbeiten zu können, ist es wichtig über die physikalischen Eigenschaften des Werkstoffes, sowie den anatomischen Aufbau Bescheid zu wissen.

Das Aussehen von Holz, also die Farbe und die Struktur, ergeben sich durch spezielle physikalische und biologische Vorgänge im Holz. Das können Äste, Jahresringe, Rindeneinschlüsse, Harzdellen, unterschiedliche Wuchsformen sowie auch unterschiedliche Temperatureinflüsse sein.



Abb.04.: Holzstapel.

## Wachstum

Kein Stück Holz gleicht einem anderen, da jedes Stück mit Hilfe seiner Jahresringe eine eigene Geschichte erzählt. Jahresringe entstehen durch die Verteilung von Früh- und Spätholz. Zwischen dem Frühholz des Jahres und dem Spätholz des vorigen Jahres besteht meist eine scharfe Grenze. Diese kommt dadurch zustande, dass im Frühjahr, also für das Frühholz, großlumigere Zellen angelegt werden als im Spätsommer für das Spätholz. Das Spätholz ist für die Festigkeit des Holzes zuständig. Dabei bildet sich eine deutliche Jahresring-Grenze, durch diese der Zuwachs eines Baumes innerhalb eines Jahres gut zu erkennen ist. Außerdem kann durch das Abzählen der Jahresringe das Alter des Baumes festgestellt werden. In Abhängigkeit der Holzart sind deutliche oder weniger deutliche Jahresringe zu erkennen, nur bei tropischen Holzgewächsen mit kontinuierlicher Entwicklung während des gesamten Jahres fehlen die Jahresringe.<sup>5</sup>

Wird der Aufbau eines Holzstammes jedoch im Querschnitt betrachtet, stößt man auf folgende Schichten:

- Borke
- Bast
- Kambium
- Splintholz
- Kernholz
- Markstrahl
- Markröhre



Abb.05.: Aufbau Holz.

<sup>5</sup> Vgl. Steiger 2007, 10.

Um die Mitte des Stammes, also um die Markröhre, was auch der älteste Teil des Baumstammes ist, erfolgt das Wachstum der Zellen. Der Stamm ist aus länglichen, röhrenförmigen Zellen aufgebaut, die für den Nährstofftransport beim Wachstum des Baumes erforderlich sind. Die beiden Baustoffe für die Zellwände sind Zellulose und Lignin. Lignin bildet durch Einlagerung der Zellwände eine Verholzung der Zelle und ist somit für die Beschaffenheit der Zellwände und des Zellgerüsts verantwortlich und bestimmt somit die Festigkeit von Holz.

Im Querschnitt des gefällten Holzstammes lassen sich neben dem Wachstumsprozess auch zwei Bereiche ablesen. Das wären das Splintholz, was am äußeren Teil des Stammes liegt und das Kernholz, der innere und ältere Teil des Stammes. Der Kernbereich übernimmt im Gegensatz zum Splintbereich keinerlei saftführende Versorgungsaufgaben und ist somit trockener.

Im Allgemeinen erlaubt dies eine Einteilung in 3 verschiedene Holzarten:

- Kernholzbäume
- Reifholzbäume
- Splintholzbäume

Kernholzbäume weisen einen dunklen Kern und einen hellen Splint auf. Sie gelten dadurch als besonders Witterungsbeständig. Beispiele dafür sind Lärche, Kiefer, Nuss oder Eiche.

Reifholzbäume weisen keinerlei Unterschied im Farbbereich auf, beide Bereiche sind hell. Jedoch gibt es einen Feuchteunterschied, wobei der Kern trocken und der Splintbereich feucht ist. Beispiele dafür sind Tanne, Fichte, Ahorn oder Buche.

Splintholzbäume weisen weder einen Farbunterschied noch einen Feuchteunterschied auf. Beispiele dafür sind Erle, Birke oder Pappel.<sup>6</sup>



Abb.06.: Holzarten.

<sup>6</sup> Vgl. Steiger 2007, 10.

## Holzfeuchte

Holzfeuchte spielt eine sehr große Rolle, da nahezu alle Eigenschaften von Holz mit dem Feuchtegehalt in Verbindung stehen. Das Gewicht, die Resistenz gegenüber Schädlingen, das Tragverhalten und vor allem die Formbeständigkeit hängen sehr stark vom Feuchtigkeitsgehalt des Holzes ab.

Umgangssprachlich sagt man „das Holz arbeitet“, was soviel bedeutet, wie es quillt und schwindet. Mit dem Schwinden wird das Trocknen des Holzes bezeichnet, es kommt also zu einer Verkleinerung des Volumens. Während man unter dem Begriff „quellen“ eine Volumsvergrößerung versteht, da das Holz hier Wasser aufnimmt. Diese Vorgänge hängen damit zusammen, dass sowohl in den Zellwänden, als auch in den Zellhohlräumen Wasser enthalten ist.

Holz wird als hygroskopisches Material bezeichnet, was bedeutet, dass Holz die Eigenschaft hat, Feuchtigkeit in Dampfform aufzunehmen und wieder abzugeben. Diese Hygroskopie ist verantwortlich für das angenehme Klima im Raum.

Es gibt eine Regelung für Bauschnittholz, um den Feuchtegehalt des Holzes abschätzen zu können.

Heutzutage wird bei den meisten Holzbausystemen vorausgedacht und ein Holz mit einem Feuchtegehalt eingebaut, welcher dem Feuchtegehalt des Verwendungsortes stark ähnelt und dadurch mit geringen Maßveränderungen zu rechnen ist. Die Werte der >Tabelle 01< sollen beim Einbau nicht überschritten werden, da es sonst zu Schäden kommen kann. Diese Werte geben den prozentualen Anteil der Holzfeuchte, bezogen auf die Maße des absolut getrockneten Holzes an.<sup>7</sup>

Es darf allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass bei Holz auch im eingebauten Zustand ein Quellen und Schwinden mit einzuberechnen ist. Dies ist neben der Luftfeuchte der Umgebung auch noch abhängig von der Jahreszeit, da im Winter die Luftfeuchte niedriger ist als im Sommer.

FEUCHTEGEHALT von HOLZ	
frisch	über 33% Holzfeuchte
halbtrocken	über 20% bis max. 30% Holzfeuchte
trocken	bis zu 20% Holzfeuchte
FEUCHTEGEHALT in RÄUMEN	
geschlossene - beheizte Räume	9% ± 3%
geschlossene - schwach beheizte Räume	12% ± 3%
geschlossene - unbeheizte Räume	15% ± 3%

Tabelle 01. Feuchtegehalt.

<sup>7</sup> Vgl. Steiger 2007, 11.

Die Eigenschaft der Feuchtigkeitsaufnahme und Feuchtigkeitsabgabe des Naturwerkstoffes wirkt sich positiv auf das Raumklima aus, ist aber durch das Quellen und Schwinden auch konstruktiv zu behandeln. Damit Dimension- und Formstabilität, sowie Festigkeit und Dauerhaftigkeit gewährleistet sind, ist darauf zu achten, dass der Feuchtegehalt des Holzes dem des eingebauten Ortes und dessen Umgebung laut „Tabelle 01“ entspricht. Des Weiteren muss darauf geachtet werden, dass sich der Feuchtegehalt des Holzes nicht durch den Transport, Lagerungen oder der Montage verändert.

Außerdem ist es wichtig, dass Holz durch seine Gefüge-Struktur unterschiedliche Quell- und Schwindeigenschaften in Bezug auf die Richtung aufweist. Holz verhält sich anisotropisch und weist daher in Radialer-, Tangentialer- und in Längsrichtung unterschiedliche Eigenschaften auf. Die Formänderung ist in tangentialer Richtung am stärksten, in radialer Richtung nur mehr die Hälfte und in Längsrichtung ist die Verformung vernachlässigbar klein.<sup>8</sup>

Auch Holz mit vorwiegend tragender Funktion, also Konstruktionsholz, muss beim Einbau einen Feuchtegrad aufweisen. Die meisten Konstruktionshölzer werden trocken angeboten, was auch funktioniert, da sie verleimt sind und so die Feuchtigkeitsanforderungen optimal erfüllen. Formstabilität, Passgenauigkeit und Dauerhaftigkeit werden durch getrocknetes, verleimtes Holz gewährleistet.

---

<sup>8</sup> Vgl. Kolb 2008, 286.

## Tragverhalten

Holz ist ein Werkstoff, der sowohl Druck- als auch Zugkräfte aufnehmen kann. Das Tragverhalten ist jedoch stark von der Faserrichtung abhängig, was beim Einbau unbedingt zu beachten ist. Holz wird wegen dem Tragverhalten sehr oft als stabförmiges Element eingesetzt. Der Werkstoff kann Druckkräfte parallel zur Faser viermal so gut aufnehmen als quer zur Faser. Bei den Zugkräften verhält es sich noch extremer. Unter Druckbeanspruchung reagiert Holz zunächst elastisch, bis die Fasern ausknicken. Unter Zugbeanspruchung verhält sich das Holz idealelastisch, bis die Fasern zu reißen beginnen.

Generell ist das Tragverhalten von Holz stark von dem Anteil der dickwandigen Holzzellen, also der Dichte abhängig. Harte Hölzer eignen sich deshalb besonders gut für Druckbeanspruchungen. Da es sich um einen gewachsenen Baustoff handelt, ist das Tragverhalten nicht zur Gänze garantiert und es kommt zu einer Sortierung. Es wird nach bestimmten Merkmalen, wie Rissen, Größe und Anzahl der Äste, Faserabweichungen, Rohdichte und Elastizität sortiert.<sup>9</sup>

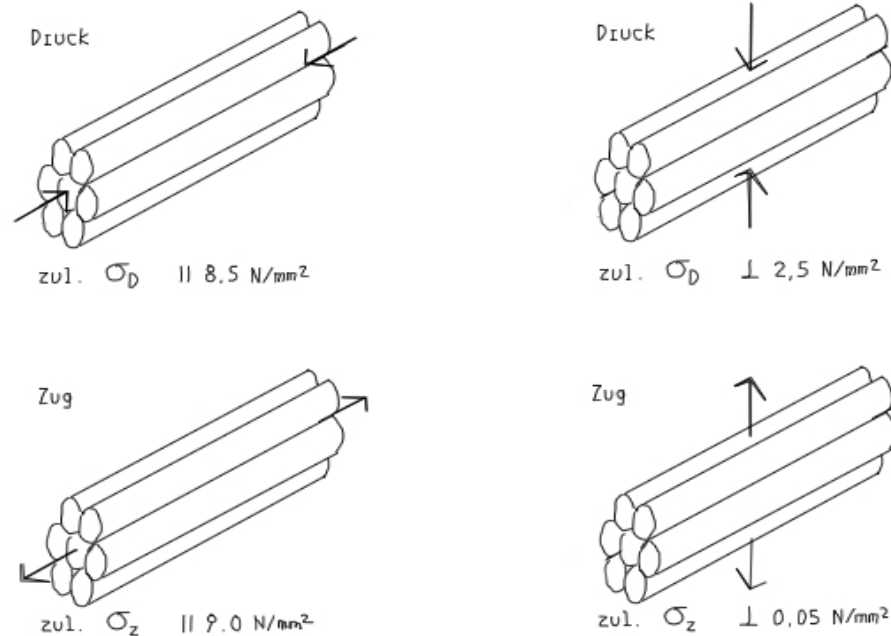


Abb 07.: Tragverhalten. Steiger 2007, 17

<sup>9</sup> Vgl. Steiger 2007, 16.



ROHDICHTE [ kg/m <sup>3</sup> ]	
HOLZ	
Lärche	525 kg/m <sup>3</sup>
Fichte	475 kg/m <sup>3</sup>
Eiche	675 kg/m <sup>3</sup>
BETON	
Leichtbeton	< 2.000 kg/m <sup>3</sup>
Normalbeton	2.000 - 2.600 kg/m <sup>3</sup>
Schwerbeton	> 2.600 kg/m <sup>3</sup>
ZIEGEL	
Hochdämmend	550 - 800 kg/m <sup>3</sup>
Vollziegel / Klinker	1.200 - 2.400 kg/m <sup>3</sup>
STAHL	
Stahl	7.800 kg/m <sup>3</sup>

Tabelle 02. Rohdichten.

## Dichte

Holz besitzt durch seine Dichte viele Vorteile gegenüber anderen Baustoffen. Beispielsweise weist Holz mit einer verhältnismäßig geringen Rohdichte eine hohe Festigkeit auf, was bedeutet, dass Holz bei hoher Leistungsfähigkeit vom Gewicht her sehr leicht ist. Dies variiert natürlich je nach Holzart und deren Aufbau. Zum Beispiel ist Fichte eine leichte, aber sehr feste Holzart und wird daher gerne als statisches Element für Stützen oder Träger eingesetzt.

Durch die feinporige Struktur ist Holz auch ein ziemlich gut dämmender Baustoff. Die Wärmeleitzahlen von Laubhölzern mit 0,16W/mK und Nadelhölzern mit 0,12 W/mK sind um einiges geringer als zum Beispiel bei Ziegel mit 0,32 W/mK oder Beton mit 2,5 W/mK und schneiden somit im Punkt Wärmedämmung wesentlich besser ab.

Auch bei der Wärmeausdehnung bringt der Baustoff Holz positive Eigenschaften mit sich. Die Wärmeausdehnung bei Holzkonstruktionen ist so gering, dass sie vernachlässigt werden kann, im Gegensatz zu anderen Baustoffen, wie beispielsweise Stahl.

Ein Nachteil, den die geringe Dichte von Holz mit sich bringt, ist seine Wärmespeicherfähigkeit, die um einiges geringer ist als bei massiven Baustoffen, wie Beton oder Ziegelmauerwerk. Im Vergleich beträgt die Wärmespeicherzahl von Normalbeton 660 Wh/m<sup>2</sup>K und die von Tanne und Fichte nur 350Wh/m<sup>2</sup>K. Durch die geringe Rohdichte des Holzes weist der Baustoff eine gute Schallabsorption auf, da es offene Holzzellen besitzt. Die Schalldämmung ist aber im Verhältnis zu massiven Baustoffen schlecht, da Holz zu wenig Masse besitzt. Eine Verbesserung sowohl in der Wärmespeicherfähigkeit, als auch in der Schalldämmung gibt ein Verbund von Holz mit schweren Baustoffen. Materialien mit größerer Rohdichte wären für Wände zum Beispiel Platten aus Faserzement oder Gipskarton und für Fußböden schwere Bodenbeläge.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Daten von www.baubook.at 15.08.2017

BRENNBARKEITSKLASSEN	
Brennbarkeitsklasse A	nicht brennbar
Brennbarkeitsklasse B	brennbar
Brennbarkeitsklasse B1	schwer brennbar
Brennbarkeitsklasse B2	normal brennbar
Brennbarkeitsklasse B3	leicht brennbar
KLASSIFIZIERUNG DES BRANDVERHALTENS	
A1	kein Beitrag zum Brand
A2	kein Beitrag zum Brand
B	sehr begrenzter Beitrag zum Brand
C	begrenzter Beitrag zum Brand
D	hinnehmbarer Beitrag zum Brand
E	hinnehmbares Brandverhalten
F	als Baustoff nicht zugelassen
RAUCHENTWICKLUNG	
s1	geringe Rauchentwicklung
s2	mittlere Rauchentwicklung
s3	starke Rauchentwicklung
ABTROPFEN / ABFALLEN	
d0	kein brennendes Abtropfen
d1	kurzzeitiges brennendes Abtropfen
d2	anhaltendes brennendes Abtropfen

Tabelle 03. Brandverhalten.

## Holz im Brandfall

### Brandverhalten und Feuerwiderstand

Beim baulichen Brandschutz ist es besonders wichtig, die Begriffe Brandverhalten und Feuerwiderstand zu trennen und zu verstehen. Im Allgemeinen gilt, das Brandverhalten bezieht sich auf Baustoffe, während sich der Feuerwiderstand auf eine Konstruktion oder ein Bauteil bezieht.

Das Brandverhalten beschreibt, wie sich ein Baustoff im Brandfall verhält, ob er leicht oder schwer entflammbar ist und ob es zu einer starken oder schwachen Rauchentwicklung kommt. Die einzelnen Baustoffe werden in verschiedenen Brandklassen eingeteilt, siehe >Tabelle 03<.

Rauchentwicklung sowie brennendes Abtropfen spielen eine wichtige Rolle beim Brandverhalten, auch hier gibt es eine klare Einteilung, siehe >Tabelle 03<.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Vgl. Kolb 2008, 298.

Holz ist im Allgemeinen brennbar, da es sich um einen natürlich gewachsenen Baustoff handelt, der vorwiegend aus Kohlenstoffverbindungen besteht. Man spricht jedoch bei Holz von einem kontrollierten Brandverhalten, das heißt, dass es anders als beispielsweise beim Stahl, nicht zu einem plötzlichen Tragversagen kommt. Holz besitzt eine Abbrandgeschwindigkeit. Beim Verbrennen bildet das Holz eine Kohleschicht, welche die Brandgeschwindigkeit reduziert und somit das unbeschädigte Holz eine Zeit lang vom Feuer isoliert.

Der Feuerwiderstand ist etwas komplexer als das Brandverhalten, da ein Bauteil oder eine Konstruktion aus einem oder mehreren Baustoffen bestehen kann. Ein Bauteil muss also je nach Funktion und Lage verschiedene Feuerwiderstände aufweisen.

R Tragwiderstand  
E Raumabschluss  
I Wärmedämmung

Diese drei Einteilungen unterscheiden zwischen:  
R - tragend und bildet keinen Brandabschnitt, die Feuereinwirkung erfolgt von mehreren Seiten

EI - nichttragend, aber brandabschnittsbildend, die Feuereinwirkung erfolgt von einer Seite

REI - tragend und brandabschnittsbildend, die Feuereinwirkung erfolgt von einer Seite

Steht neben den Bezeichnungen eine Zahl wie 30, 60 oder 90, so wird zusätzlich eine Dauer des Feuerwiderstandes festgelegt. Ein REI 90 Bauteil muss somit 90 Minuten lang der Feuereinwirkung standhalten.<sup>12</sup>



Abb.08.: brennendes Holz. <http://www.jorkisch.de/de/aktuell/news/2011/09/feuer-und-flamme.php>

<sup>12</sup> Vgl. Kolb 2008, 299.

## **Brandschutz**

Brandschutzvorschriften und gesetzliche Grundlagen, welche von Land zu Land und sogar von Bundesland zu Bundesland verschieden sein können, regeln genau welche Konstruktionen, Bauteile und Elemente eines Systems bestimmten Brandklassen zugeordnet sein müssen. Diese Gesetze sind in Normen und Vorschriften festgelegte Brandschutzanforderungen, die schon in der Planung des Entwurfes bis hin zur Ausführung beachtet und eingehalten werden müssen.

Ein baulicher Brandschutz wird so verstanden, dass alle Bauteile eines Gebäudes, die tragende oder lastaufnehmende Funktion besitzen, so ausgebildet sein müssen, um im Falle eines Brandes eine bestimmte Zeit lang standhalten zu können. Im Holzbau sind dies meist flächige oder lineare Bauteile.

In größeren Gebäuden muss man Brandabschnitte bilden, das sind Abschnitte im Gebäude, die im Falle eines Brandes die Brandbekämpfung erleichtern und den Brand räumlich abschließen können. Brandabschnitte können ausbrennen, während sich das restliche Gebäude noch sehr lange in Stand hält.

## Holzschutz

Jeder Baustoff verändert sich mit der Zeit durch die äußeren Einflüsse oder der Witterung. Beim Holz kann das durchaus sehr schnell gehen, dass es den optischen Anspruch, aber auch konstruktive Ansprüche verliert. Da dies verhindert werden soll, gilt es unbedingt vorbeugende Maßnahmen schon in der Planung zu berücksichtigen.

Das Holz ist als Naturbaustoff sehr vielen Gefährdungen ausgesetzt. Durch das Quellen und Schwinden können Risse entstehen. Diese Risse sind der perfekte Unterschlupf für holzerstörende Insekten oder holzerstörende und holzverfärbende Pilze. Der Befall durch Pilze wird außerdem noch beschleunigt, wenn das Holz ständiger Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Hat das Holz einen Feuchteanteil von über 20%, gilt dies als sehr kritisch, da es optimale Bedingungen für einen Pilzbefall bietet.

Auch natürliche Witterungen wie Regen, Hagel oder direkte Sonneneinstrahlung können die Oberfläche von Holz maßgeblich zerstören, daher sollte das Holz unbedingt geschützt sein.<sup>13</sup>

Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen zwei Arten von Holzschutz:

1. Baulicher Holzschutz
2. Chemischer Holzschutz



Abb.09.: Altausseer See.

<sup>13</sup> Vgl. Hoffmann/Griese 1966,15.

## Baulicher Holzschutz

Der Gedanke an den baulich - konstruktiven Holzschutz sollte immer vor dem chemischen Holzschutz beachtet werden. Der bauliche Holzschutz bildet die Grundlage gegen Feuchteindringen durch flüssiges Wasser sowie gegen Wasserdampf und ist somit ein wesentlicher Schutz gegen Pilzbefall. Der bauliche Holzschutz beugt einem Insektenbefall vor, jedoch ist er gegen einen Befall von holzerstörenden Insekten nie zu 100% wirksam.<sup>14</sup>

Der baulich – konstruktive Holzschutz erfolgt in erster Linie durch die Materialwahl. Holzschutz durch Materialwahl bedeutet, dass man eine beispielsweise feuchteresistentere Holzart, oder einen Holzwerkstoff, der den Anforderungen besser gewachsen ist, wählt. Des weiteren sollte man Holz in einem Bauteil oder einer Konstruktion bewusst verbauen, sodass die Hauptwetterrichtung beachtet wird und ein Eindringen von Wasser in Hirnholz und Konstruktionsfugen verhindert wird.

Grundlegend ist darauf zu achten,

- dass auf horizontal eingebauten Holzflächen kein Wasser zum Stehen oder Liegen kommt.
- dass das Niederschlagswasser von der Holzfassade schnellstmöglich abgeleitet wird.
- dass die Bauteile durch Vorsprünge oder Vordächer geschützt werden.
- dass ein Berühren von Erdboden oder feuchten Bauteilen vermieden wird.
- dass das Holz mit der geeigneten Holzfeuchte eingebaut wird und beim Transport weder nass noch feucht wird.<sup>15</sup>

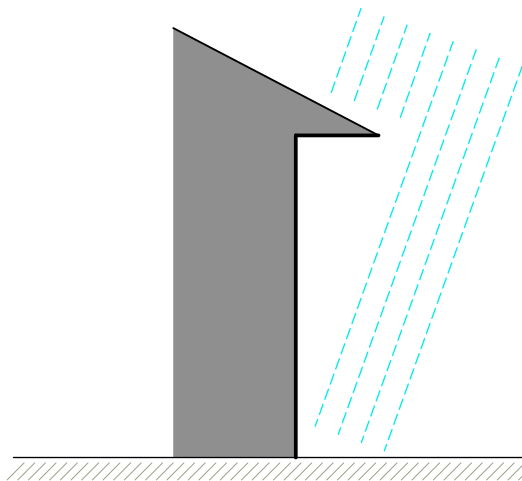


Abb.10.: Baulicher Holzschutz.

<sup>14</sup> Vgl. Kolb 2008, 289.

<sup>15</sup> Vgl. Kolb 2008, 290.

## Chemischer Holzschutz

Aus ökologischen Gründen sollte ein chemischer Holzschutz nur dann zum Einsatz kommen, wenn ein baulicher Holzschutz nicht ausreichend gegen Pilze und Insekten vorbeugt. Je nach Gefährdung kommen entweder organische Lösemittel, wasserlösliche Schutzsalze oder Teerölpräparate als chemische Behandlung zum Einsatz.

Wirksame Holzschutzmittel gegen Insekten enthalten toxische Substanzen, daher muss man darauf achten, dass weder Mensch noch Tier bei den Verarbeitungsmaßnahmen zu Schaden kommen. Außerdem ist bei diesen Bauteilen, sowie bei Bauteilen mit druckimprägniertem Holz auf eine ordnungsgemäße Entsorgung zu achten.

Das Aufbringen von chemischen Holzschutzmitteln erfolgt entweder durch eine Oberflächenbehandlung oder durch Druckimprägnierung. Bei der Oberflächenbehandlung wird das schützende Mittel aufgestrichen und schützt das Holz vor Witterungseinflüssen, jedoch muss man die Art und Anzahl der Anstriche laut Hersteller befolgen, um einen ausreichenden Schutz zu gewährleisten.

Bei der Druckimprägnierung geht das Schutzmittel unter Druck tiefer ins Holz. Dieses Verfahren wird bei Bauteilen verwendet, die starker Witterung ausgesetzt sind oder Bauteile, die erdberührend sind.<sup>16</sup>

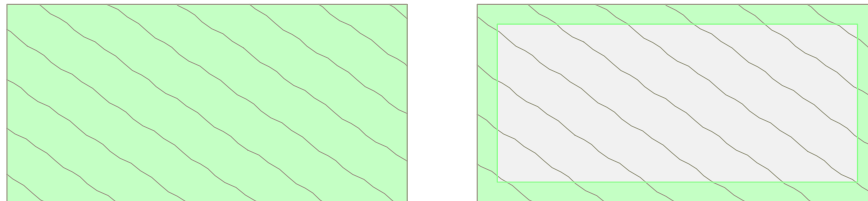


Abb.11.: Chemischer Holzschutz.

<sup>16</sup> Vgl. Kolb 2008, 292.

## Thermisch behandeltes Holz

Thermisch behandeltes Holz, oder auch Thermoholz, wird unter Sauerstoffausschluss, teilweise mit Feuchtezugaben und unter Überdruck auf bis zu 250° Grad erhitzt. Dadurch kommt es zu einer chemischen Veränderung der Holzbestandteile und es wird gegenüber Wasser und Feuchtigkeit, also der Witterung, wesentlich beständiger. Das Quellen und Schwinden wird reduziert, was zu einer besseren Formstabilität führt. Das Holz wird nach dieser thermischen Behandlung resistenter gegen Pilze und Fäule.

Es ist jedoch darauf zu achten, dass das Holz nach dieser Behandlung eine dunkelbraunere Färbung bekommt und spröder wird, was zu leichteren Absplitterungen und Ausbrüchen führen kann.<sup>17</sup>



Abb.12.: Thermoholz.

<sup>17</sup> Vgl. Kolb 2008, 296.



## Produkte aus Holz

### Vollholz

Unter Vollholz versteht man unbehandeltes, durchgängiges Holz mit seinem natürlichen Gefüge. Um aus einem runden Baumstamm Vollholzprodukte gewinnen zu können sind viele Bearbeitungsschritte nötig. Der wichtigste Schritt ist jedoch der Einschnitt im Sägewerk. Die verschiedenen Einschnitte werden Schnittbilder genannt und erfolgen je nach Anforderungen an das Endprodukt.

Beispielsweise wird beim Scharfschnitt qualitativ hochwertiges Holz gewählt und das Endprodukt geht häufig in die Tischlerei. Die Einschnitte beim Modellschnitt erfolgen wiederum so, dass möglichst viele gleich breite Teile entstehen. Diese Teile sind bei Anwendungen bei denen Vollholzbretter oder Vollholzpfeiler mit einheitlicher Breite verlangt werden erforderlich.<sup>18</sup>

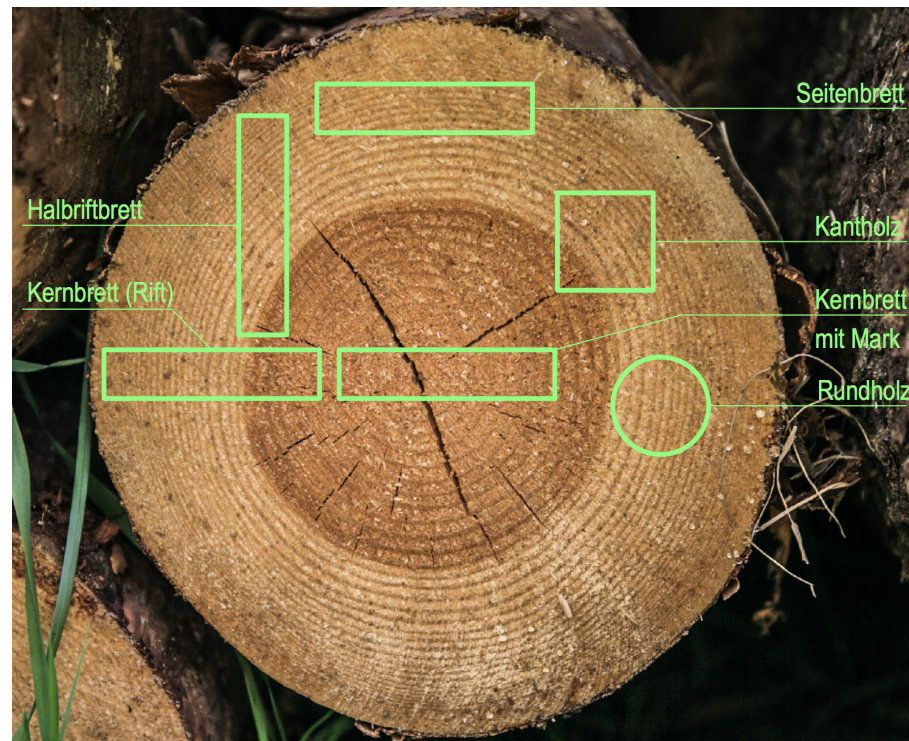


Abb.13.: Schnittbilder

<sup>18</sup> Vgl. Fellner u.a. 2000, 29.

Produkte aus Vollholz unterscheiden sich in folgenden Punkten:

Schnittholz – wird durch Sägen des Holzes in Längsrichtung gewonnen.  
Produktbeispiele: Latte, Leiste, Pfosten oder Bretter

Profilholz – auch Hobelware genannt, sind mehrseitig gehobelte und glatt verarbeitete Schnitthölzer, die je nach Design und Anforderungen unterschiedliche Stärken und Längen aufweisen.

Winterholz – man spricht von Winterholz, wenn es zwischen Anfang Oktober und Ende Februar geschlägert wird. Der Vorteil von diesem Holz ist eine erhebliche Reduktion von Schäden durch Pilz- oder Insektenbefall, da das Holz bei sehr niedrigen Temperaturen gelagert wird.

Mondholz – Dieses Wissen entstand durch Überlieferung aus dem Volksmund und Bauernregeln. Holz, dessen Schlägerungszeitpunkt sich nach gewissen Mondphasen richtet, soll sehr resistent gegen Schäden sein. Dies wurde jedoch niemals wissenschaftlich belegt.

## Holzwerkstoffe

Holzwerkstoffe werden durch vorerst zerkleinertes Holz, welches wieder kraftschlüssig verbunden wird, erzeugt. Schlussendlich ist die Größe und Form, sowie die Ausrichtung der einzelnen Strukturelemente entscheidend, um zu bestimmen, um welche Art von Holzwerkstoff es sich handelt.

Die Bestandteile von Holzwerkstoffen können von Sägespänen bis hin zu Holzleisten oder Bretter viele Formen und Reste der Holzverarbeitung sein. Als Bindemittel werden verschieden Harze, sowie Harzleime oder holzeigene Bindemittel verwendet. Auch Schutzmittel, wie Fungizide, Feuerschutzmittel oder Farbstoffe werden bei Bedarf beigemischt.<sup>19</sup> Holzwerkstoffe können daher bessere Werte bei Brandschutz, Schallschutz, Wärmeschutz oder Feuchteschutz erzielen.

Die meisten Holzwerkstoffe können mit holzüblichen Werkzeugen bearbeitet werden.



Abb.14.: Holzwerkstoffe.

<sup>19</sup> Vgl. Fellner u.a. 2000, 39.

## **Vollholzwirkstoffe**

Vollholzwirkstoffe bestehen aus Brettern, Stäben oder Platten aus massiven Holz, welche entweder in paralleler Richtung oder quer zueinander kraftschlüssig verbunden werden.

Die Festigkeit dieser Werkstoffe ist durch die Holzgüte, die Anordnung der einzelnen Strukturelemente und die Art der Verbindung bestimmt.

Die gängigsten Holzwerkstoffe sind Brettschichtholz und Brettsperrholz.

## Brettschichtholz

Brettschichtholz besteht aus mindestens 3 Brettlagen, die in gleicher Faserrichtung verleimt werden. Es werden meist Nadelhölzer wie Lärche oder Fichte eingesetzt. Durch die Verleimung der einzelnen Bretter können gerade, gekrümmte oder gebogene Bauteile hergestellt werden. Um eine Verformung auszuschließen bzw. zu minimieren, wird die letzte Bretterschicht um 180 Grad gedreht aufgeleimt.

Die wesentlichen Vorteile von Brettschichtholz gegenüber Vollholz sind:

- geringere Rissbildung

Man kann das Brettschichtholz daher gut bei sichtbaren Konstruktionen wie Dachstühlen und Tramlagen einsetzen.

- Brettschichtholz erzielt um einiges bessere Tragfähigkeit als Massivholz, da es durch die Sortierung und Verleimung zu einer Behebung von Fehlerstellen kommt.

- Es sind größere Querschnitte der Träger möglich, was zu einem besseren Brandschutz führt.<sup>20</sup>



Abb.15.: Brettschichtholz.

<sup>20</sup> Vgl. Fellner u.a. 2000, 43.

## Brettsper Holz

Brettsper Holz besteht aus dickeren Bretterlagen, die um 90 Grad zueinander, also kreuzweise verleimt werden. Der gängigste Anbieter dieses Werkstoffes ist KLH (Kreuzlagenholz).

Beim Kreuzlagenholz werden Fichtenbretter kreuzweise zu Platten verleimt und somit das Quellen und Schwinden des Holzes auf ein vernachlässigbares Minimum reduziert.

KLH – Platten werden in Nichtsicht-, Industriesicht- und Wohnsichtqualität hergestellt und angeboten. Die Platten eignen sich dadurch als Wand- oder Deckenelemente, die auf Sicht eingesetzt werden.

Die wesentlichen Vorteile beim Einsatz von KLH sind:

- Durch die kreuzweise Verleimung der einzelnen Bretter erlangt man eine sehr hohe statische Festigkeit, welche eine flexible und rasterfreie Gestaltung bereits in der Planung zulässt. Außerdem kann man beim Einsatz von KLH Wänden durch die schlanken Bauteile an Raum gewinnen.

- Eine vorgefertigte KLH – Platte kann in den maximalen Maßen von Länge = 16,50m , Breite = 2,95m und Stärke = 0,50 m direkt auf die Baustelle geliefert werden, dadurch können sich große Ersparnisse der Bauzeit ergeben.

- Eine trockene Bauweise führt zu einer schnellen Inbetriebnahme von Gebäuden.<sup>21</sup>



Abb.16.:Brettsper Holz.

<sup>21</sup> Vgl. Kreuzlagenholz 2013, 3-6.

## Holzspanwerkstoffe

Holzspanwerkstoffe sind Platten, die aus verschiedenen großen Holzspänen hergestellt werden. Die Späne werden von formaldehydhaltigen Klebern zusammengehalten, wobei sich der Klebeanteil unter 10 % hält. Sie zählen zu den am meist verwendeten Holzwerkstoffen und werden vorwiegend im Möbelbau und Innenausbau eingesetzt. Da sie jedoch ohne besondere Zugaben nicht quell- und schwindbeständig sind, sollte man den Einsatz in Feuchträumen sowie im Freien vermeiden.

Die gängigste Holzspanwerkstoffplatte ist die OSB-Platte (auch Oriented Strand Board genannt). Sie besteht aus sehr langen und dünnen Spänen, welche kreuzweise angeordnet werden. In den Deckschichten sind sie längsorientiert und in den Mittelschichten quer.<sup>22</sup>

OSB-Platten kommen auch im statischen Bereich zur Anwendung, zum Beispiel als aussteifendes Element bei Holzkonstruktionen und Wänden.



Abb.17.: OSB.

<sup>22</sup> Vgl. Holzspanwerkstoffe, <https://www.bauredakteur.de/holzspanwerkstoffe-arten-und-herstellung/>, 14.01.2017

## Holzfaserverwerkstoffe

Holzfaserverwerkstoffplatten sind aus Fasern hergestellt, die aus Nadelhölzern gewonnen werden. Es gibt zwei Verfahren zur Herstellung von Holzfaserverplatten.

Einerseits das Nassverfahren, hier werden die Weichholzfaser durch ihre eigenen Stoffe wie Lignin und völlig ohne Zugabe von Bindemitteln verfilzt. Dieses Verfahren ist aus ökologischer und umweltbewusster Sicht besonders wertvoll.

Beim Trockenverfahren werden die Holzfasern mittels Zugabe von Bindemitteln miteinander befestigt.<sup>23</sup>

Folgende Plattenarten werden aus Holzfasern hergestellt:

- Holzfaserdämmplatten – diese Platten werden im Nassverfahren hergestellt, können aber je nach Anforderungen mit Bitumen gebunden werden.
- Harte Faserplatten – kommen für Schalungen oder im Innenausbau zum Einsatz.
- Mitteldichte Faserplatten – besitzen eine große Festigkeit durch die gesamte Plattenstärke hindurch, was durch ihre Homogenität zustande kommt. Durch diese Eigenschaft können sie auch anstelle von Spanplatten eingesetzt werden.



Abb.18.: Holzfaserverwerkstoff.

<sup>23</sup> Vgl. Holzfaserverwerkstoffe, <http://glossar.item24.com/de/start/view/glossary/ll/de%7Cen/item/holzfaserverwerkstoffe/>, 14.01.2017



## Verbundwerkstoffe

Verbundwerkstoffe sind Werkstoffe, die entweder aus verschiedenen Holzmaterialien bestehen, oder auch ganz andere Materialien beigemischt haben, wie Kunststoff, Beton oder Papier.

Zu Verbundwerkstoffen zählen beispielsweise zementgebundene Spannwerkstoffplatten oder verschiedenste Sandwichplatten wie Furnierplatten mit Schaumstoffkernen aus Kunststoff oder Holzfaserdeckplatten mit OSB als Mittelschicht.

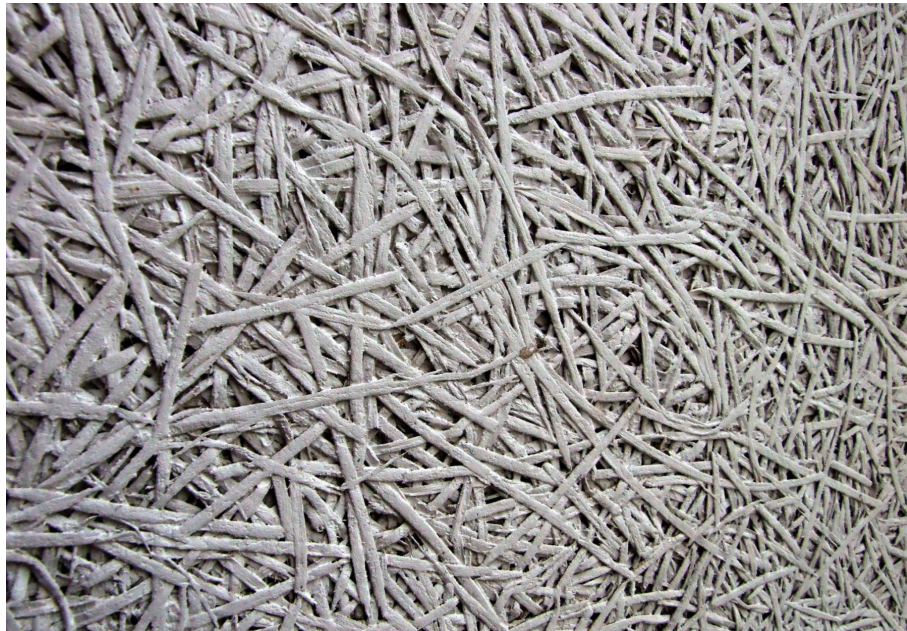


Abb.19.: Verbundwerkstoff. <https://de.wikipedia.org/wiki/Holzwolle-Leichtbauplatte#/media/>

## Holzbausysteme

Holzbau hat eine lange Tradition und erfordert eine sorgfältige Planung, handwerkliche Vorbereitung beim Abbund bis hin zur Montage auf der Baustelle.

Die Grundtypen des traditionellen Holzbaues sind:

- Blockbau
- Fachwerkbau
- Balloon-Frame
- Rahmenbau
- Skelettbau
- Massivholzbau

Mit der Zeit wurde der Einsatz vom traditionellen Fachwerkbau oder Blockbau immer weniger und auch die Balloon-Frame Bauweise ist nur noch in Einzelfällen anzutreffen.<sup>24</sup>

Der Verlust dieser Bauweisen liegt an der Beschränkung dieser traditionellen Systeme. Diese Konstruktionen verlangten in der Regel nach Latten oder Balken, welche Spannweiten und Dimensionen des Bauwerkes bestimmten und sehr gering hielten.

Moderne Holzbausysteme entsprechen dem modernen Denken und Handeln der Zeit. Man sollte den traditionellen Holzbau durchaus verstehen können, jedoch wäre ein Nachahmen sinnlos.

Die modernen, gängigsten Holzbausysteme, welche auch im städtischen Bereich eingesetzt werden, sind:

- Rahmenbau
- Skelettbau
- Massivholzbau



Abb.20.: Fertigungshalle 01.

<sup>24</sup> Vgl. Kolb 2008, 38.

## Entwurf und Konstruktion

- Die Wahl des richtigen Bausystems -

„Raum und Funktion, Situation und Ort, Konstruktion und Material sind grundlegende Kriterien für die Wahl eines Bausystems.“<sup>25</sup>

Entwerfen mit Holz wird zu einer konstruktiven – gestalterischen Aufgabe. Es reicht nicht einige Holzbaudetails zu beherrschen, sondern die Konstruktion wird mit dem Gebäude mitentworfen. Es gilt das Projekt als Ganzes zu sehen, man benötigt nicht nur Einzelwissen, sondern die Fähigkeit Zusammenhänge zu sehen und zu verstehen.

Material, Vorfertigung, Spannweiten, Lastabtragungen, Transport, Montage und Schutz (Brandschutz, Wärmeschutz, Schallschutz, ...) sind wichtige Punkte, welche für die Wahl des Bausystems und somit für den Entwurf entscheidend sind.<sup>26</sup>

Beim Entwerfen von Holzgebäuden ist es nicht nur wichtig, dass das Gebäude gestalterisch sowie in seiner Benutzung wertvoll wird, sondern es auch bleibt. Daher ist die passende Wahl der Konstruktion in allen Bereichen entscheidend, um sichtbare sowie unsichtbare Bauschäden zu vermeiden.

„Eine gute Konstruktion kommt der architektonischen Gestalt entgegen.“<sup>27</sup>



Abb.21.:Sagamundo. Evelin Griesser

<sup>25</sup> Kolb 2008, 23.

<sup>26</sup> Vgl. Kolb 2008, 23.

<sup>27</sup> Kolb 2008, 23.

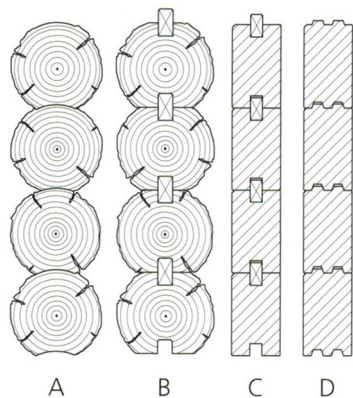
## Blockbau

Der Blockbau hat eine sehr lange bauliche Tradition. Früher hat der Blockbau die Architektur aus Holz stark beeinflusst, so wurden in Russland neben Wohnhäusern sogar Kirchen und Paläste mit dem Blockbausystem konstruiert. Heute sieht man Blockhäuser fast nur noch in Gebirgen, denn diese Bauart verlangt die richtige, urige Umgebung.<sup>28</sup>

Der Blockbau, auch Strickbau genannt, zeichnet sich durch waagrecht aufeinanderliegende Baumstämme aus, welche eine massive Wand bilden. Die Stämme können in runder sowie in rechteckiger Form ausgebildet sein.

Diese massiven Holzwände liegen in der Regel auf einem Streifenfundament aus Beton auf. An den Ecken „verstricken“ sich die Hölzer, das heißt es kommt zu einer Überblattung der einzelnen Stämme. Durch diese starre, massive Wand kommt es auch zu starren, quadratisch oder rechteckig angelegten Grundrissen.

Der Blockbau erfordert hohes handwerkliches Können, da man Setzmaße beachten muss. Pro Geschoß ist mit einer Setzung von 25mm zu rechnen, das heißt Türen – und Fensterstürze, Haustechnik oder Kaminanschlüsse sind beweglich auszuführen.



A - Rundhölzer  
B- Rundhölzer mit eingesenkten Federn  
C- Kanthölzer mit eingesenkten Federn  
D - Kanthölzer mit Nut-Feder-Verbindung

Abb.22.: Blockbau. Kolb 2008, 53.

<sup>28</sup> Vgl. Kolb 2008, 50.

## Fachwerkbau

Dieses System ist eines der ältesten Holzbausysteme.

Der Fachwerkbau von früher zeigt sich vor allem im Erscheinungsbild anders als der Fachwerksbau heute. Vor dem 19. Jahrhundert war der Fachwerksbau ein dichtes Gefüge von Rechtecken und Quadraten, das auf der Außenfassade sichtbar blieb. Ab dem 19. Jahrhundert wurde die Außenfassade vorwiegend verputzt, um dem Gebäude einen massiven, sicheren Eindruck zu verleihen.

Heutzutage wird der Fachwerkbau zu keiner Seite mehr sichtbar dargestellt, sondern beidseitig beplankt. Das System wird vorrangig bei Zweckgebäuden für Landwirtschaft eingesetzt und seltener bei bewohnbaren Gebäuden.

Die Konstruktion setzt sich aus einem Gefüge von unverschieblichen Kanthölzern zusammen. Die einzelnen Stäbe werden durch Überblattung miteinander verbunden und nehmen alle Druck – und Zugkräfte auf.<sup>29</sup>



Abb.23: Fachwerkhaus 01. <https://pixabay.com/de/fachwerkhaus-alt-verlassen-1434934/>

---

<sup>29</sup> Vgl. Kolb 2008, 57.

Die Konstruktion unterteilt sich in:

- Stützen - welche senkrecht entweder als Eckstütze im Gefüge (um Stabilität gewähren) oder als senkrecht Element (um die vertikalen Kräfte direkt abzuleiten) stehen.
- Streben – sind immer paarweise angeordnet, sie verleihen der Konstruktion die nötige Aussteifung und leiten Horizontalkräfte ab.
- Riegel – dienen zur Befestigung von Wandbekleidungen und Unterkonstruktionen.
- Einbinder – dienen als Aussteifung und geben den oberen Abschluss der Konstruktion. Außerdem werden hier die Balken oder weitere Geschosse aufgelegt und die Kräfte somit abgeleitet.<sup>30</sup>

In den Zwischenräumen wird meist Wärmedämmung eingelegt.

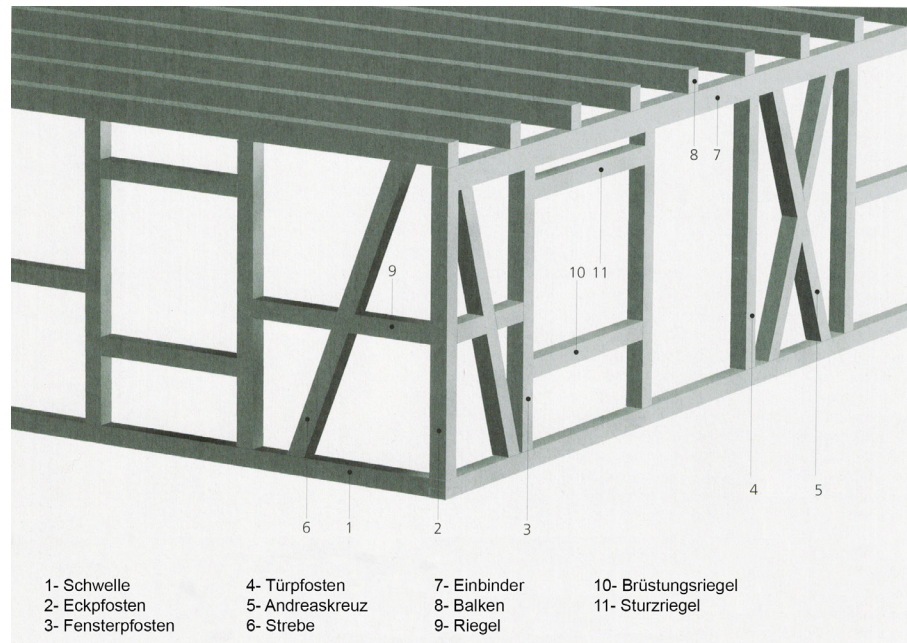


Abb.24.: Fachwerkbau 02. Kolb 2008, 56

<sup>30</sup> Vgl. Kolb 2008, 57.

## Balloon - Frame, Platform - Frame

Balloon – Frame ist ein Rippengerüst, das 1850 in Amerika entwickelt wurde. Das System besteht aus eng gestellten Stützen, welche von oben mit Brettern oder Holzwerkstoffplatten horizontal ausgesteift werden.

Es gibt zwei Arten dieses Systems:

- Balloon – Frame: Hier gehen die Stäbe über mindestens zwei Geschosse durch. Pfetten bilden den oberen und unteren Abschluss.
- Platform – Frame: Hier gehen die Stützen nur über ein Geschoss und es wird nach Abschluss der Stützen eine Plattform gebildet, auf der sich das System wiederholt.

Die gesamte Konstruktion wird, anders als beim Fachwerkbau, durch Plattenwerkstoffe ausgesteift.

In Amerika werden diese beiden Systeme nach wie vor verwendet. In Europa wurde dieses Holzbausystem allerdings durch die Rahmenbauweise ersetzt.<sup>31</sup>

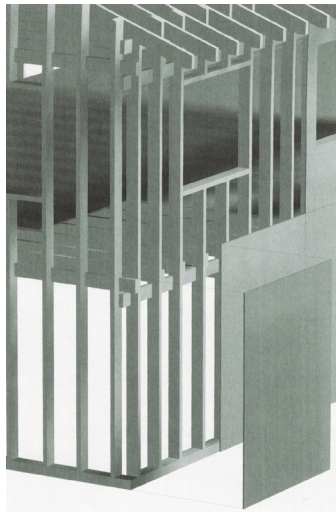


Abb.25.: Balloon-Frame. Kolb 2008, 60.

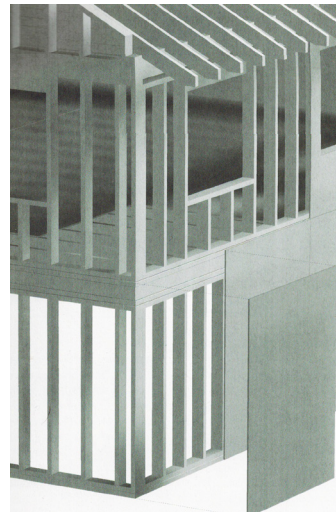


Abb.26.:Platform-Frame. Kolb 2008, 61.

<sup>31</sup> Vgl. Kolb 2008, 60-61.

## Rahmenbau (auch Holzriegelbau)

Der Rahmenbau besteht im Wesentlichen aus zwei Komponenten, einerseits aus den Traggerippe von vertikalen, rechteckigen Stützen und andererseits aus einer Beplankung aus flächigen Holzwerkstoffplatten. Die Stützen nehmen die vertikalen Kräfte aus Decke und Dach auf und leiten diese ab, während die Beplankung für ausreichend Steifigkeit sorgt und die Horizontalkräfte wie Wind aufnimmt. Die dann bereits ausgesteiften Elemente werden im Betonfundament verankert.

Wie auch beim Platform – Frame wird der Rahmenbau geschossweise abgebunden. Der enorme Vorteil dieses Holzbausystems besteht im großen Vorfertigungsgrad. Hier können im Werk ganze Wände, Decken und Dachteile hergestellt werden, die auf der Baustelle durch Hebekräne zusammengesetzt werden. Es werden Innen – wie auch Außenwände nach dem gleichen Prinzip erstellt, es ändert sich nur der Aufbau und die Dicke der Bauteile, je nach Anforderungen.<sup>32</sup>

Die maximalen Abmessungen der Teile sind von den Straßenverkehrsordnungen und Gewicht abhängig.

Die äußere Erscheinung eines Gebäudes, das mit dem System des Rahmenbaus hergestellt wurde, erscheint oft gar nicht als Holzbau, da dieses System jede Art der Verkleidung zulässt.

Die Gestaltung des Grundrisses ist völlig frei und benötigt kein Raster. Auch Öffnungen können beliebig gesetzt werden.

Um den Energieanforderungen gerecht zu werden, wird zwischen den Stützen Wärmedämmung eingelegt und gegebenenfalls eine weitere Lage Wärmedämmung außen angebracht, um ausreichend Dicke zustande zu bekommen und Wärmebrücken zu vermeiden.

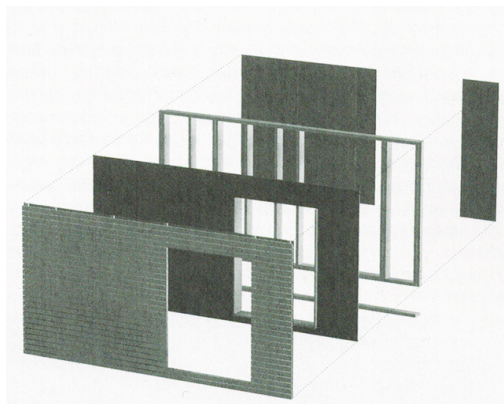


Abb.27.: Rahmenbau 01. Kolb 2008, 63.

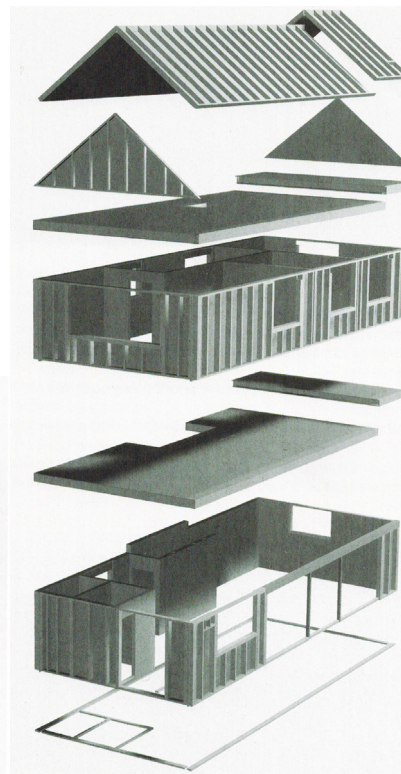


Abb.28.: Rahmenbau 02. Kolb 2008, 63.

<sup>32</sup> Vgl. Kolb 2008, 62-84.



## Skelettbau

Die Tragstruktur des Skelettbauwes ist räumlich. Sie besteht aus stabförmigen Elementen und flächigen Bauteilen, die gegebenenfalls aussteifend wirken. Die horizontalen und vertikalen Stützen des Skelettbauwes unterliegen einem Raster, meist 2,40m oder 4,80m.

Die Konstruktion unterteilt sich in ein Primär – und ein Sekundärtragwerk. Die Stützen des Primärtragwerkes nehmen die vertikalen Lasten auf. Ausgesteift wird das System mit flächigen Bauteilen oder diagonalen Zugbändern. Das Haupttragwerk nimmt sämtliche Lasten auf und leitet sie ins Fundament ab. Das Sekundärtragwerk, also Wände, Decken und Dach haben eine raumabschließende Funktion.

Die Vorfertigung beschränkt sich hier auf ein Minimum. Es erfolgt nur ein Abbund der einzelnen Teile, die auf der Baustelle mechanisch zu einem Skelett verbunden werden.

Der Vorteil des Skelettbauwes besteht in der Klarheit der Struktur, sie lässt größere Spannweiten sowie eine freie Grundrissgestaltung zu. Der Skelettbau eignet sich auch sehr gut für Industrie-, Gewerbe-, oder Schulbauten.<sup>33</sup>

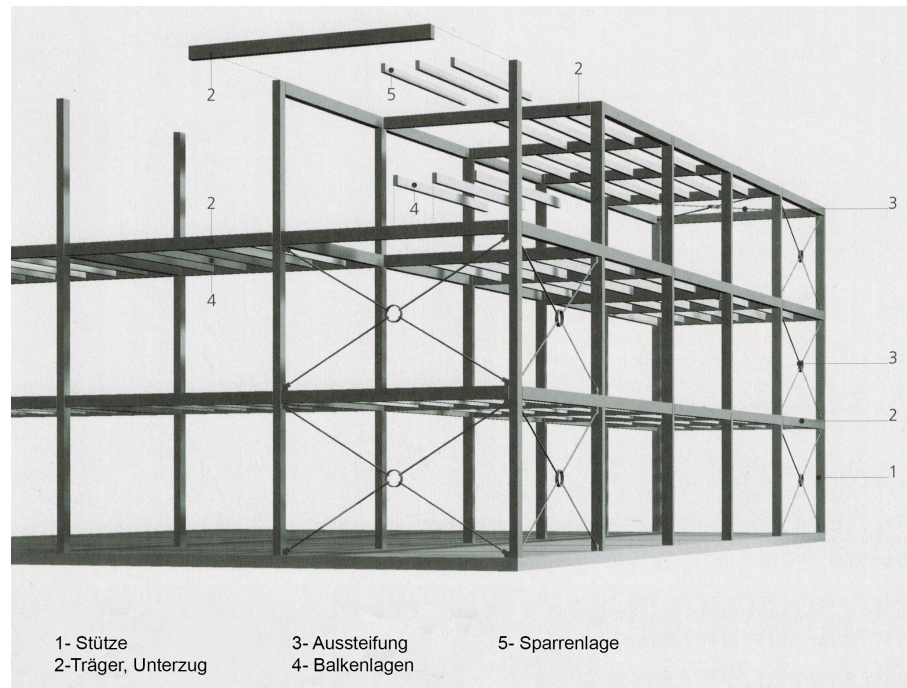


Abb.29.: Skelettbau. Kolb 2008, 88.

<sup>33</sup> Vgl. Fellner u.a. 2000, 177.

## Massivholzbau

Dieses System besteht aus flächigen Elementen, die zugleich eine tragende, bauphysikalische und raumbildende Funktion besitzen. Von einem Massivholzbau spricht man nur dann, wenn mehr als 50% der tragenden Struktur aus Holz besteht, also ohne Lufteinschlüsse, wie beim Rahmen- oder Skelettbau.

Meist kommen hier Holzwerkstoffe wie Brettsper Holz zur Anwendung, da sich bei diesem Holzwerkstoff das Quell- und Schwindverhalten auf ein Minimum reduziert.

Die Lasten werden über Scheiben abgetragen. Sämtliche Aussteifungen erfolgen über die flächigen Elemente des Tragsystems.

Der Aufbau erfolgt meist geschossweise mit eingehängten oder aufliegenden Decken. Mehrgeschossige Bauten sind mit dem Massivholzbau gut zu bewältigen.

Im Gegensatz zu allen anderen Systemen lassen sich die Schichten im Aufbau minimieren, da die massive Schicht mehrere Funktionen besitzt. Die Massivholzwand kann innen als sichtbar bleibende Oberfläche ausgeführt werden. Nach außen hin kommt je nach Energieanforderung eine Wärmedämmschicht sowie eine Fassadengestaltung dazu.<sup>34</sup>

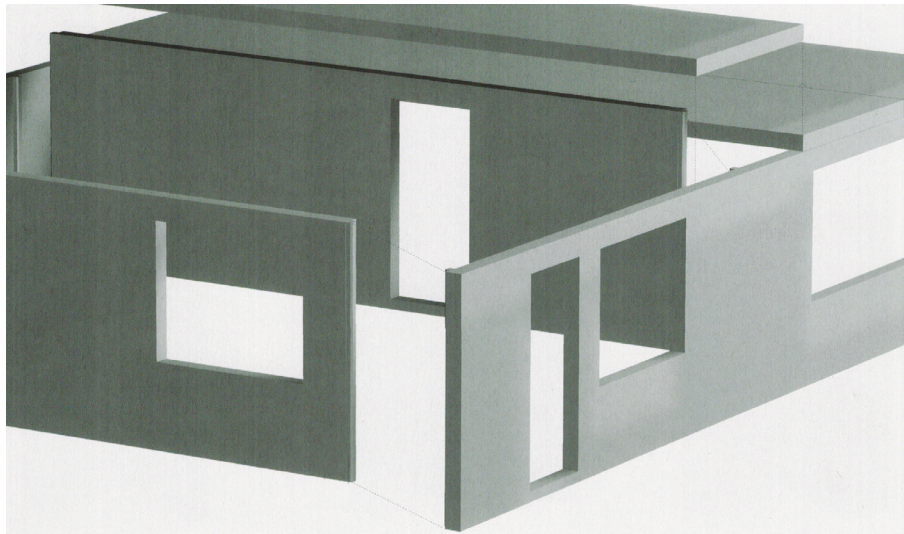


Abb.30.: Massivholzbau. Kolb 2008, 116.

<sup>34</sup> Vgl. Kolb 2008, 112-133.

## Nachhaltigkeit

Der Begriff Nachhaltigkeit wurde in den letzten Jahren zu einem Modewort und wurde unterschiedlich interpretiert und definiert. In der Holz- und Forstwirtschaft bedeutet Nachhaltigkeit, dass man dem Wald nur so viel Holz entnehmen soll, wie auch nachwächst. Der Grundsatz lautet, nur so viel zu verbrauchen, dass der Grundstock nicht abnimmt. Dieses Denken hat sich bis heute auf viele Ressourcen vor allem im Baugewerbe ausgeweitet, sei es Luft, Wasser, Energie oder das Material.

Wer mit Holz baut leistet somit schon einen wesentlichen Teil der Nachhaltigkeit, da Holz ein Naturprodukt ist und ständig nachwächst. Österreich ist mit rund 47% seiner Fläche mit Laub- und Nadelwäldern bedeckt, das sind 4 Mio. Hektar von 8,4 Mio. Hektar Gesamtfläche. In Vorratsfestmetern<sup>35</sup> ausgedrückt, ist das rund 1.135 Mio. Festmeter Holz, das im Wald zur Nutzung bereit steht und damit liegt Österreich im europäischen Spitzenfeld. Steiermark und Kärnten gehören mit 61,4 bzw. 61,2 Prozent an Waldfläche zu den walddreichsten Bundesländern. In Österreich ist ausreichend Holz vorhanden, da jährlich mehr Holz nachwächst als geerntet wird. Von den jährlich nachwachsenden 30,4 Millionen Vorratsfestmetern werden nur rund zwei Drittel genutzt, der Rest verbleibt im Wald. Das bedeutet, dass in jeder Sekunde 1 Kubikmeter Holz nachwächst.<sup>36</sup>

WALDFLÄCHENANTEIL ( in % der Landesfläche)	
Österreich	47%
Deutschland	30%
Schweiz	31%
Italien	22%
Frankreich	24%

Tabelle 04. Holzwachstum

<sup>35</sup> Vorratsfestmeter ist das Raummaß für Holz, ein Vorratsfestmeter entspricht etwa einem Kubikmeter  
<sup>36</sup> Vgl. Kolb 2008, 18.

Holz ist folglich ein leistungsstarker Baustoff aus der Natur und besitzt neben dem positiven Effekt des Nachwachsens noch viele weitere gute Punkte im Ökokreislauf.

Ökologie kommt aus dem Griechischen und bedeutet soviel wie die „Lehre vom Haushalt“. („oikos“ bedeutet Haus und „logos“ Lehre)

Ökologie befasst sich mit den Wechselwirkungen der Organismen untereinander und den Wechselbeziehung der Organismen auf deren Umwelt. Wenn man Holz genauer betrachtet, vor allem das Wachstum, stößt man auf erstaunliche ökologische Vorteile. Aus Licht, Wasser und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), sowie durch die Photosynthese entstehen Kohlenhydrate und der lebenswichtige Sauerstoff (O<sub>2</sub>). Durch die Verwendung von Holz wird der Umgebung Kohlendioxid entzogen, da wachsendes Holz über die Photosynthese Kohlendioxid bindet und geerntetes Holz Kohlendioxid speichert.<sup>37</sup>



Abb.31.: Photosynthese.

<sup>37</sup> Vgl. Kolb 2008, 18.

Die Nachhaltigkeit beim Baustoff Holz ist in einem Kreislauf zu sehen. Das Produkt Holz durchläuft in seinem Lebenszyklus mehrere Stationen, wie Rohstoffgewinnung, Verarbeitung, Nutzung und Wiederverwendung. Holz kann somit als erneuerbarer Rohstoff eingesetzt werden und ist dadurch ein Vorbild für Nachhaltigkeit beim Bauen.

Die Rohstoffgewinnung steht am Anfang dieses Lebenszyklus. Weiter geht es mit der Rohstoffverarbeitung. Hier ist zu beachten, dass kurze Transportwege von Bedeutung sind. Ein gefällter Baum lässt sich vollständig verwerten, da er neben Holzwerkstoffen, Brettern und Balken etc. schlussendlich auch als Energiequelle genutzt wird.

In der Nutzung bietet der ökologisch wertvolle Baustoff einen schadstofffreien Wohn- bzw. Arbeitsraum.

Holz lässt sich am Ende seines Lebenszyklus, also nach seiner Nutzung, stofflich weiterverwenden. Diese Form der Weiternutzung kann solange betrieben werden, bis eine stoffliche Nutzung nicht mehr sinnvoll ist und das Holz als Energiequelle dienen kann. Naturbelassenes Holz, das nicht mit schädlichen Werkstoffen behandelt worden ist, kann ohne Bedenken verbrannt werden.



Abb.32.: Wald 02.

## 02 Ablauf von Holzverarbeitung heute

## Vorfertigung

Unter Vorfertigung versteht man die Bearbeitung der einzelnen Strukturelemente einer Konstruktion bis hin zum Zusammenfügen der Konstruktion selbst. Diese Vorfertigung geschieht zum Teil händisch oder durch CNC – gesteuerte Maschinen.

Der Vorfertigungsgrad beschreibt den Zustand der Konstruktion bzw. der einzelnen Teile und wie weit sie sich dem endgültigen Zustand nähern.

Entweder werden im Vorfertigungsbereich einzelne Teile geformt, die dann auf der Baustelle zusammengesetzt werden oder das Holz wird laut Pläne abgebunden und die Konstruktion wird schon im Werk mit Verbindungsmitteln fixiert.

Es kann bei der Vorfertigung auch soweit gehen, dass sämtliche raumbildende Schichten, Haustechnik, Fenster und Türen im Werk eingebaut werden und somit zu einem Bauteil werden.



Abb.33.: Vorfertigung 01.

## Vorfertigungssysteme

- Elemente im Rastermaß  
Hier werden geschosshohe Wandelemente mit gleicher Breite hergestellt. Auch Deckenelemente können durch diese Rasterbildung in gleichen Elementgrößen vorgefertigt werden.
- Elemente im Grundrissmaß  
Die einzelnen Elemente haben Längen von ganzen Räumen oder Gebäudebreiten. Die Höhen der Elemente müssen der Geschosshöhe entsprechen.
- Raumbildende Elemente  
Hier werden ganze Raumkapseln, so wie Boden, Wand und Decke im Werk gefertigt und auf der Baustelle zusammengefügt.<sup>38</sup>



Abb.34.:Vorfertigung 02.

<sup>38</sup> Vgl. Kolb 2008, 44.



## Vorteile vom Bauen mit Elementen

Der wohl größte Vorteil der Vorfertigung ist die Produktion der Konstruktionen oder Wandelemente unter kontrollierten Bedingungen. Es kommt dadurch zu einer erhöhten Genauigkeit und Wegfallen von Improvisierungen auf der Baustelle.

Durch die genaue Zeitplanung und der trockenen Bauweise kommt es beim Bauen mit Elementen zu schnellen Montagezeiten und zu einer schnelleren Fertigung des Gebäudes. So werden Einsatzgebiete abgedeckt bei denen schnelle Bauzeit eine wichtige Rolle spielt, wie im innerstädtischen Bereich oder in Orten mit Bauverbotszeiten.

Durch die detaillierte Vorplanung und Vorbohrung für Haustechnikelemente kommt es auch hier zu einer Verkürzung der Arbeitszeit auf der Baustelle und zu einer Reduktion von Lärm.

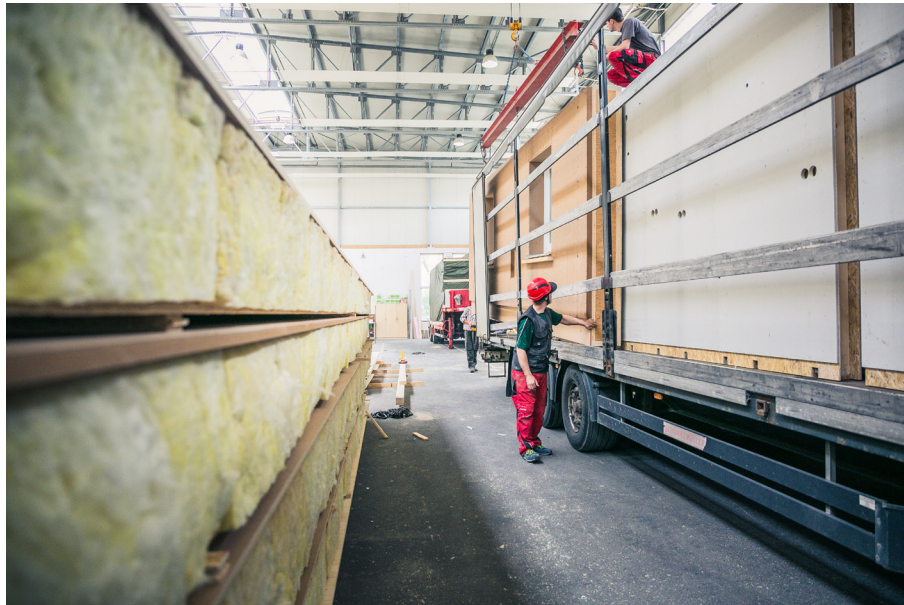


Abb.35.: Vorfertigung 03.



Abb.36.:Abbund.

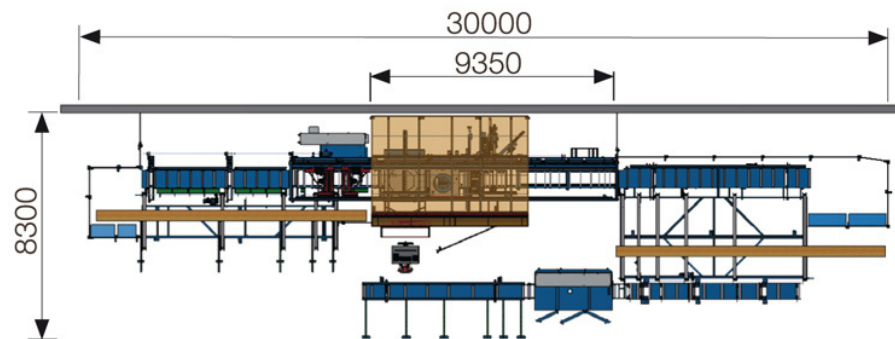


Abb.37.: Platzbedarf Abbundmaschine. <https://www.hundegger.de/de/maschinenbau/produkte/abbundmaschinen/abbundmaschine-k2i.html>

## Abbund

Abbund bedeutet das maßgenaue Anzeichnen und Zuschneiden von Strukturelementen, also Bauteile und Einbauteile, sowie Dachausmittlungen im Zimmermannsbereich.

Es gibt verschiedene Arten von Abbund, das traditionelle, zeichnerische oder computergesteuerte Abbinden. Meist kommt es jedoch zu einer Kombination aus allen Bereichen.

Es geht im Wesentlichen darum, Schnitte, Einschnitte, Schrägen, Zapfen und Zapfenlöcher passgenau zu fertigen. Früher geschah dies per Hand, heute verwendet man dafür CNC – gesteuerte Maschinen. Die einzelnen Bauteile werden in CAD Programmen gezeichnet und durch einen Druckbefehl von der Maschine hergestellt.

Marktführer in Europa für Abbundmaschinen ist die Firma Hundegger.

Die Abbundanlagen von Hundegger werden für jeden Betrieb individuell gestaltet. Als Allroundermaschine für das Herstellen von Holzverbindungen und Bauteilen gilt die Abbundmaschine K2i.

Sie zeichnet sich durch ihren Baukastenaufbau aus, das heißt sie ist immer erweiterbar. Jedoch deckt die Basisausführung schon die Funktionen für Rahmen-, Fachwerk- und Blockbauweise ab, sowie die Bearbeitung von Leimholz.<sup>39</sup>

Der maximale Platzbedarf der Abbundmaschine K2i beträgt 30m x 8,30m.

<sup>39</sup> Vgl. Hundegger, <https://www.hundegger.de/de/maschinenbau/produkte/abbundmaschinen/abbundmaschine-k2i.html>, 15.04.2017

## Elementfertigung

Bei der Elementfertigung geht es darum, ganze Gebäudeteile wie Decken, Wände und Dachteile maßgenau zu fertigen. Um dies zu erleichtern, arbeitet man mit Fertigungstischen, welche die Konstruktion im Winkel halten und ein mehrseitiges Bearbeiten möglich machen.

Marktführer in Österreich, Deutschland und der Schweiz ist die Firma Weinmann/Hömag.

Einer der wohl wichtigsten Montagetische im Fertigungsprozess von Holzkonstruktionen ist der Schmetterlingswender. Dieser Fertigungstisch macht es möglich, die Bauteile von zwei Seiten zu bearbeiten sowie die Holzkonstruktion von einem Tisch zum nächsten zu übergeben. Es kommt somit zu einem schnellen und parallelen Arbeitsablauf.<sup>40</sup>

Der maximale Platzbedarf eines Schmetterlingswenders der Firma Weinmann/Hömag beträgt 12m x 7m.

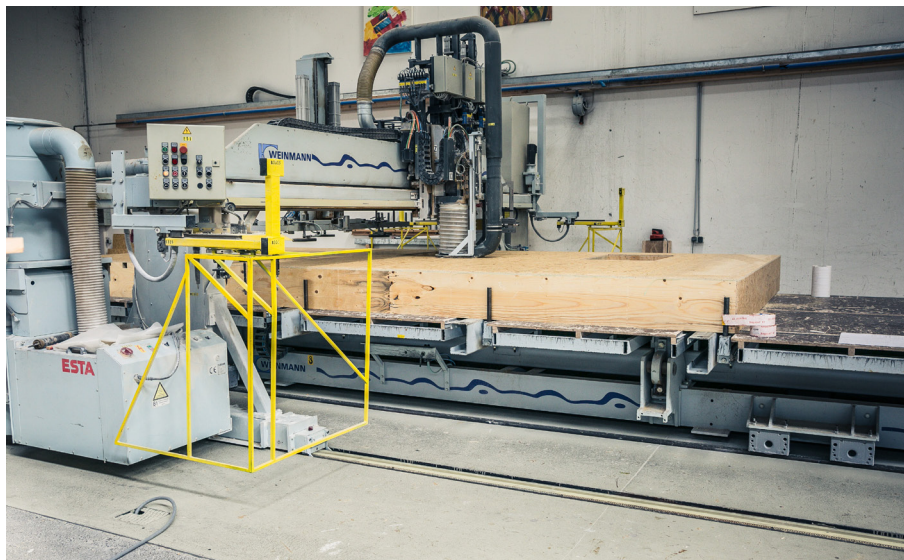


Abb.38.: Elementfertigung.

<sup>40</sup> Vgl. Schmetterlingswender, [http://www.homag.com/produktdetail/show/Product/schmetterlingswender/?sword\\_list\[\]=schmetterlingswender&no\\_cache=1](http://www.homag.com/produktdetail/show/Product/schmetterlingswender/?sword_list[]=schmetterlingswender&no_cache=1), 15.04.2017

## Hallenkran

Einläuferdeckenkräne mit einer Tragfähigkeit von 5-16 Tonnen sind beim Arbeiten in holzverarbeitenden Werkshallen nicht wegzudenken.

Es geht einerseits um den Transport der Werkstücke und Material in der Halle von einem Arbeitsplatz zum nächsten, andererseits ist es ein großes Hilfsmittel bei der Verladetätigkeit der LKWs.

Wenn man die Transport- und die Verladetätigkeiten räumlich trennen möchte, ist es möglich zwei separat zu bedienende Kräne auf einer Laufschiene zu montieren.

Um ein Wackeln oder Verdrehen der einzelnen, vor allem größeren Elemente zu vermeiden, empfiehlt es sich, einen Zweiträgerlaufkran einzuplanen. Dieser ist in der Fahrt ruhiger, kann um zehnfache mehr Last aufnehmen und die Laufschiene kann bis zu 40m Spannweite aufnehmen.<sup>41</sup>

Wichtig ist es den Kran auf mindestens 10m Höhe zu montieren, damit es möglich ist, die Holzkonstruktionen übereinander zu heben.



Abb.39.: Hallenkran.

<sup>41</sup> Vgl. Zweiträgerlaufkräne, <https://www.abus-kransysteme.de/krane-hebezeuge/laufkrane/zweitraegerlaufkrane>, 22.04.2017

03 Büro

## Geschichte des Bürobaus

Die Geschichte des Bürobaus ist weder linear noch kontinuierlich. Die Bürotypologien und Anordnungen der Räume sind keineswegs eine reine Erfindung unserer Zeit, es sind immer wieder ähnliche Formen in der Entwicklung des Verwaltungsgebäudes zu finden.

Die ersten Anfänge der Büroarbeit lassen sich auf die ägyptische Antike zurückführen. Zu dieser Zeit gab es neben einem Staatssystem, Militär, Infrastruktur und Bauwesen nämlich eine erste Form einer kontrollierten Wirtschaft.

Unzählige „Schreiber“ analysierten, fassten zusammen und ordneten Inhalte, ähnlich wie die heutige Buchhaltung. Sie trafen sich immer wieder zentral in der Stadt, im sogenannten „Skriptorium“.

Auch in der griechischen und römischen Antike, im 5. Jhdt. vor Chr. organisierten sich in den Städten erste Verwaltungsgebäude. Die Grundrisse zeichneten sich durch große Säle aus, welche öffentlichen Charakter besaßen. Hier wurde gespeist, es wurden Versammlungen abgehalten und Gerichtssitzungen fanden statt. An den großen Saal wurden viele kleine untergeordnete Räume angereiht, in denen sich Küchen, Archive und kleine Amtlokale befanden. Diese Räume hatten oft einen Ausgang zur öffentlichen Straße.<sup>42</sup>



Abb.40.: Stoa des Attalos Athen 01. [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Stoa\\_of\\_Attalos\\_at\\_the\\_Ancient\\_Agora\\_of\\_Athens\\_3.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Stoa_of_Attalos_at_the_Ancient_Agora_of_Athens_3.jpg)

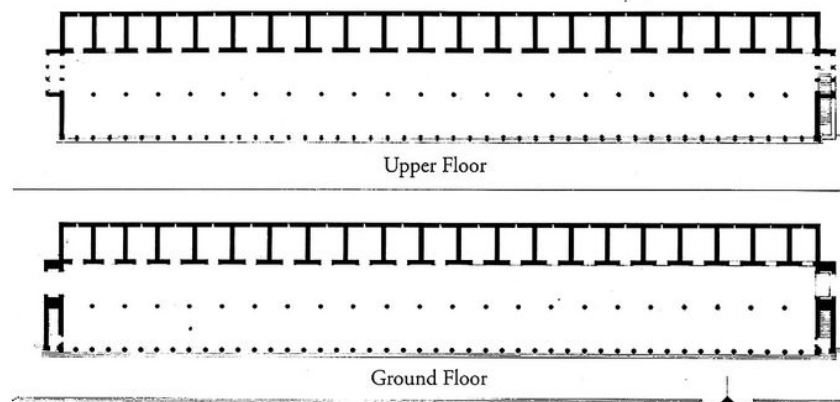


Abb.41.: Stoa des Attalos Athen 02. <https://www.pinterest.com/pin/471470654724496169/>

<sup>42</sup> Vgl. Arnold u.a. 2002, 13-15.

## 1600-1800

Im 16. Jahrhundert gab es viele Familienbetriebe, welche im Bergbau oder im Textilhandel zu finden waren. Hier zählten private Buchhaltung und Kassierer zu den wichtigsten Faktoren.

Erst ab dem 18. Jahrhundert kam man wieder aus der Privatwirtschaft und diese schuf die Grundlage zu unserer heutigen Verwaltungsarchitektur. Es etablierten sich neue Berufsgruppen, welche nach Büroarbeit und somit nach Verwaltungsgebäuden verlangten. Die Grundrisse dieser zweigeschossigen Bürogebäude unterteilten sich in zwei Formen, einerseits einem Gang, welcher auch als Lichthof genutzt werden konnte, an dem sich die Einzelbüros anordneten oder andererseits einem großen zentralen Raum, an dem sich wieder Einzelbüros ansiedelten.<sup>43</sup>

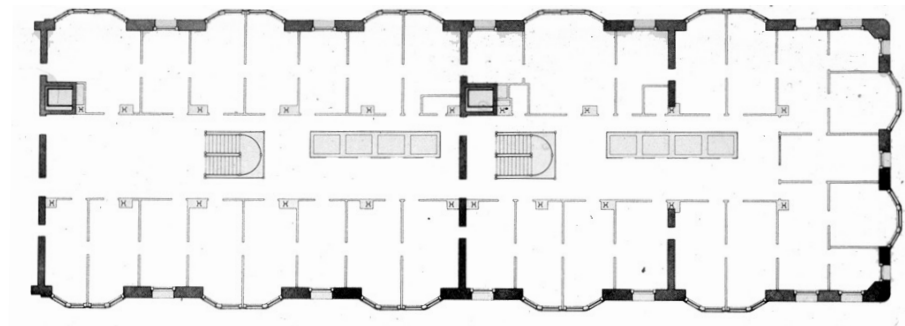


Abb.42.: Monadnock Building Chicago. <http://openbuildings.com/buildings/monadnock-building-profile-7743/media#!buildings-media/1>

<sup>43</sup> Vgl. Arnold u.a. 2002, 15-16.



Abb.43.: One Charles Center. <https://www.tumblr.com/search/one%20charles%20center>

## 1900-2000

Um 1900 wurden die Bürotätigkeiten in einzelne Abteilungen gegliedert, welche sich einen Büroraum teilten. Ein eigenes Büro war demnach ein Statussymbol und spiegelte die Position in einem Unternehmen wieder. Erste Baugesetze tauchten auf, welche Belichtung und Belüftung sowie Gebäudehöhen regelten. Um den Angestellten den eintönigen und anstrengenden Büroalltag zu erleichtern, kam es zu Firmenausflügen und es wurden Bibliotheken oder Cafes in die Bürogebäude mit eingeplant.

Im Gegensatz zu Amerika, wo in dieser Zeit schon Großraumbüros zu finden waren, steckte Europa immer noch in der monotonen Zellenraum-bürostruktur fest – einzelne Büros aufgereiht an einem Gang.

Im zweiten Weltkrieg verschwand der Bürobau und erst 1950 bekam er durch das Bürohochhaus wieder große Anerkennung und steht somit als Statussymbol für die Wirtschaftlichkeit.

Nachdem nun auch das Großraumbüro endlich in Europa ankam, verschwand es 1973 im Zuge der Ölkrise und der Erkenntnis von der Endlichkeit der Ressourcen wieder. Man strebte nach natürlich regelbarer Belichtung und Belüftung und somit wurde das Zellenbüro wieder aufgefasst.

Ab 1980 kam es zu der PC-Revolution und zum Entstehen des World-WideWeb. Die Bürogebäude wurden zu Kombinationen aus Zellenbüro und Großraumbüro. Das Ziel, die Büros nachhaltig und umweltbewusst zu bauen und zu erhalten, rückte immer mehr in den Mittelpunkt. Durch die PCs und Büromaschinen wurde auch die Kühlung zum immer größer werdenden Thema.

Durch das Internet wurde die Büroarbeit flexibler, der Standort konnte beliebig gewählt werden und musste nicht mehr zentral in einer Stadt sein.<sup>44</sup>

<sup>44</sup> Vgl. Arnold u.a. 2002, 17-20.



## Typologien

Es gibt drei grundlegende Fragen, um zu entscheiden welche Büroform für die einzelnen Mitarbeiter eines Unternehmens passend ist.

– Was macht er? – Wo macht er das? – Mit wem macht er das?

Außerdem ist es wichtig, dass eine Büroform gefunden wird, welche folgende drei Punkte für das Unternehmen und dessen Mitarbeiter erfüllt.

- Flexibilität – Das Büro sollte so konzipiert sein, dass ein Angestellter seinen Arbeitsplatz leicht und nach seinen Anforderungen gestalten und umgestalten kann.
- Funktionalität – Das Büro sollte den Angestellten in seiner Tätigkeit unterstützen und alle Anforderungen an Raumklima, also Luft, Licht und Lärmschutz erfüllen.
- Begegnungsfreiheit – Eine gewisse Transparenz in den einzelnen Abteilungen sollten eine gute Kommunikation und ein gutes soziales Netzwerk fördern.



Abb.44.: Büro 01. <https://www.servicepartner.one/de/magazin/bueroleben/zukunft-der-bueroarbeit>

## Großraumbüro

Ein großer, frei bespielbarer und stützenfreier Raum ist das Hauptmerkmal des Großraumbüros. Es ist eine große Fläche, in der verschiedene Abteilungen und Funktionen flurlos angesiedelt sind. Pro Angestellten wird eine Fläche von 12-15m<sup>2</sup> angenommen.

Ziel des Großraumbüros ist es, die größtmögliche Nutzung zu erzielen, die soziale Kommunikation zu fördern sowie eine gleichmäßige und einheitliche Belichtung und Belüftung zu erzeugen. Es sollten keine Hierarchien entstehen.

Das alles funktioniert allerdings nicht ganz – Hierarchien entstehen, da es qualitativ hochwertigere Arbeitsplätze mit Sicht aus dem Fenster gibt und durch diese offene Struktur kommt es durch Gespräche schnell zu Störfaktoren sowie zu einer Einschränkung der Privatsphäre.<sup>45</sup>

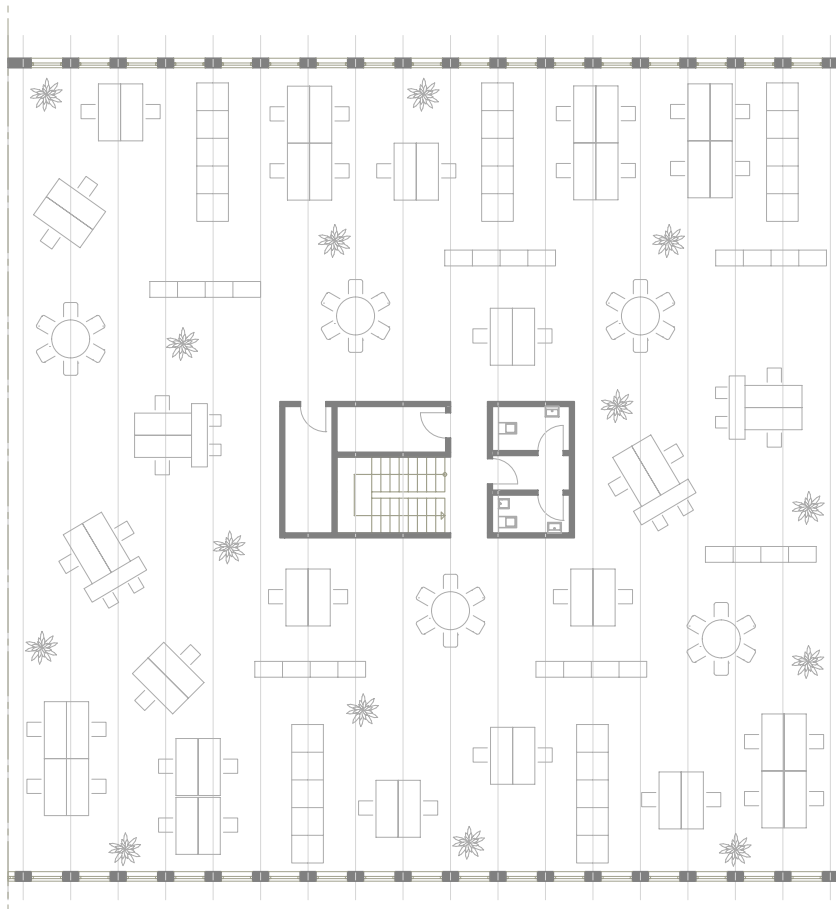


Abb.45.: Großraumbüro. ohne Maßstab .

<sup>45</sup> Vgl.Knirsch 1996, 19.

## Gruppenbüro

Das Gruppenbüro ist eine Weiterentwicklung des Großraumbüros. Das Ziel dieser Typologie ist es, die Angestellten in Teams oder Sparten aufzuteilen und so eine schnelle und spontane Kommunikation zu ermöglichen. Außerdem soll es in den Kleingruppen zu einer besseren Privatsphäre führen. Die einzelnen Gruppenbereiche werden so geplant, dass alle Arbeitsplätze dieselbe natürliche Belichtung und Belüftung haben. Die Trennwände oder Trennmöbel in den Gruppenbüros sollen sehr flexibel und verschiebbar ausgeführt sein, damit die Arbeitsgruppen ihren Arbeitsplatz individuell gestalten und einfach umgestalten können.<sup>46</sup>

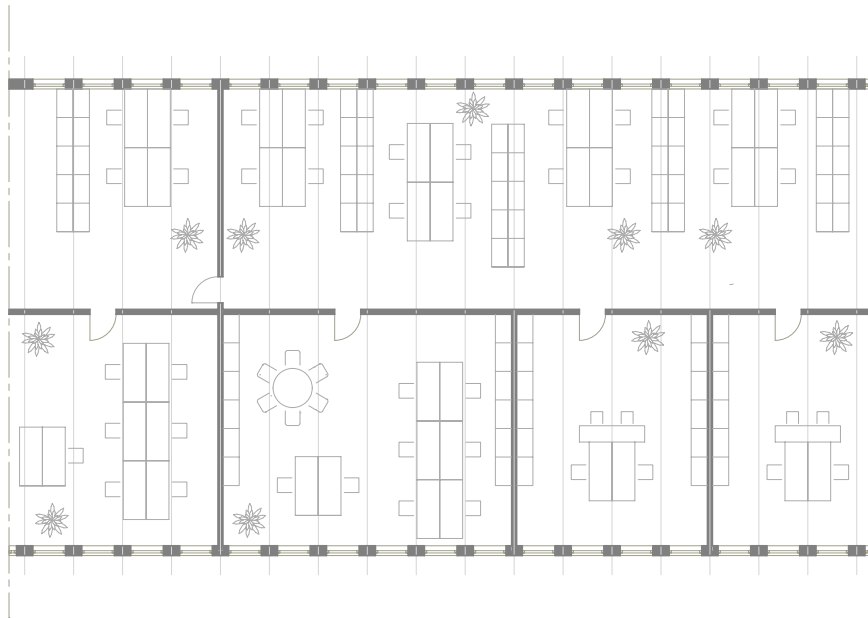


Abb.46.: Gruppenbüro. ohne Maßstab

<sup>46</sup> Vgl. Eisele, Volm 2005, 57.

## Zellenbüro

Das Zellenbüro zeichnet sich durch einen langen Flur aus, auf dem sich entweder einseitig oder auf beiden Seiten Zellenbüros anreihen. Es handelt sich um eine wenig flexible und monofunktionale Struktur mit hohem Flächenverbrauch. Die Trennwände können jedoch fest oder verschiebbar ausgeführt sein.

Der Arbeitsplatz kann in dieser Struktur als Statussymbol gesehen werden und eignet sich für laute Tätigkeiten, konzentriertes Arbeiten und vertraute Gespräche. Es gibt eine sehr hohe Privatheit und eine individuelle Belichtung und Belüftung in den Einzelbüros. Jedoch kommt es in den Einzelbüros schnell zu fehlendem Sichtkontakt und somit zu schlechter Kommunikation.

In Mehrpersonenbüros können sich bis zu 5 Mitarbeiter einen Arbeitsraum teilen. Hier findet wieder ein guter Gesprächsaustausch statt, jedoch kommt es durch die Anordnung der Arbeitsplätze auf engem Raum wieder zu einer fehlenden Privatsphäre.<sup>47</sup>

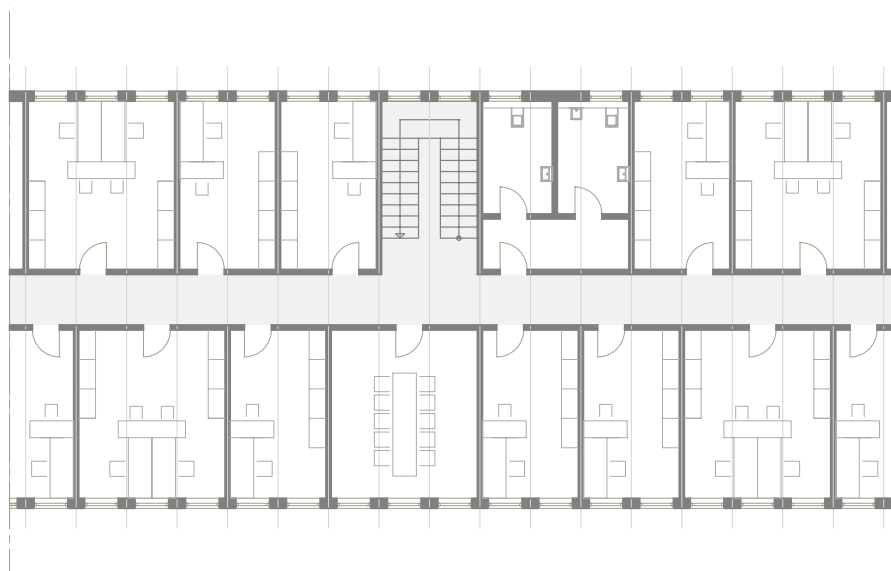


Abb.47.: Zellenbüro. ohne Maßstab.

<sup>47</sup> Vgl. Eisele, Volm 2005, 62.

## Kombibüro

Wie der Name es schon verrät, handelt es sich beim Kombibüro um eine Kombination. Und zwar aus den Vorteilen des Gruppenbüros und des Zellenbüros. Diese Bürotypologie ermöglicht privates Arbeiten in den Arbeitszellen, sowie eine offene Kommunikation in den allgemein nutzbaren Flächen. Ein schneller Wechsel zwischen Einzelarbeit und Teamarbeit wird dadurch möglich.

Die Einzelbüros siedeln sich um einen wesentlich breiteren Gangbereich an. In diesem Gang befinden sich alle Nutzungen und Flächen, die alle Mitarbeiter für ihre Tätigkeiten nutzen können. (Kopierer, Drucker, Pausenbereiche, Teeküche,...)

Die Einzelbüros können individuell gestaltet, natürlich belichtet und mechanisch belüftet werden. Die Wände zum Gang hin sind meist transparent ausgeführt, um natürliches Licht in die Gemeinschaftszonen zu bringen.<sup>48</sup>

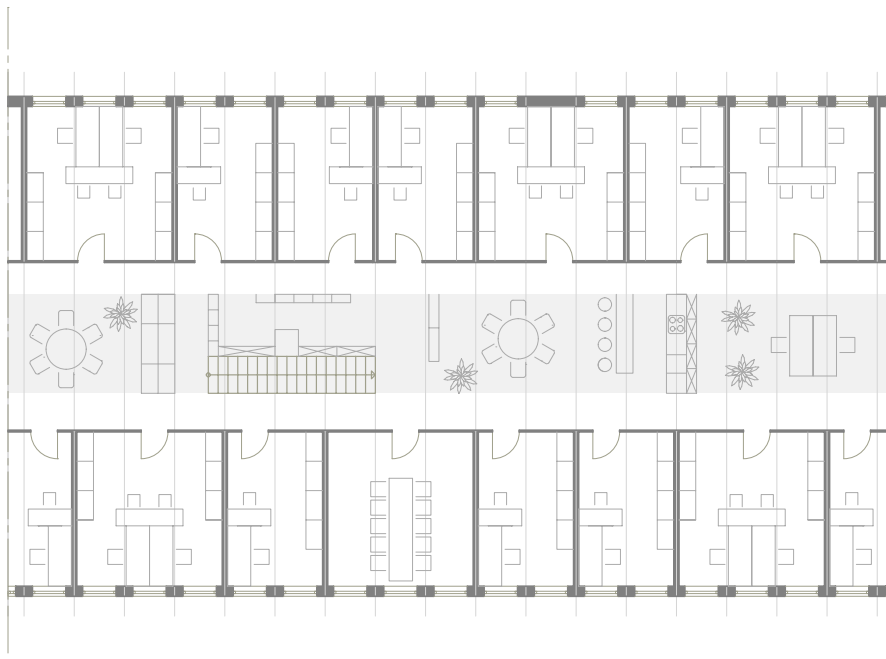


Abb.48.: Kombibüro. ohne Maßstab.

<sup>48</sup> Vgl. Knirsch 1996, 22.

## Bürobau Heute

Die Kommunikation und Flexibilität stehen im Mittelpunkt. Bürobauten können nicht mehr auf funktionale Eigenschaften reduziert werden. Das Erscheinungsbild des Bürobaues sagt viel über die Identität des Unternehmens und somit auch über die Menschen in dem Gebäude aus.<sup>49</sup>

Im Inneren eines Bürogebäudes sollte es nicht mehr streng und hierarchisch sein, viel mehr sollte der Arbeitsplatz auch Lebensgefühl vermitteln.

„Arbeiten zuhause erlaubt Selbstbestimmung und Flexibilität, kann aber andererseits Isolation erzeugen.“<sup>50</sup>

Es gilt also in den Büros für wohnliche Stimmung zu sorgen.

Da die Tätigkeiten in einem Büro immer flexibler und mobiler werden, ist es besonders wichtig, gemeinschaftlich nutzbare Zonen zu erzeugen. Diese sollten als Rückzugsort wirken und das soziale Netzwerk in einem Unternehmen stärken.

Ein Denken über den unternehmerischen Tellerrand hinaus und ein Zusammenfinden verschiedener Sparten im selben Haus führt zu einer spartenübergreifenden Kommunikation und Denkweise, sowie einem Gewinn von Kunden aus verschiedenen Schichten.

Flexible Wände und Möbel als trennende Elemente gehören also zum Standard des heutigen Bürobaues.

„Auf diese Weise bleibt jede Entscheidung reversibel und offen für andere Organisationsformen.“<sup>51</sup>

---

<sup>49</sup> Vgl. Fitz u.a. 2012, 11.

<sup>50</sup> Fitz u.a. 2012, 33.

<sup>51</sup> Fitz u.a. 2012, 183

## 04 Referenzprojekte

## Hector Egger Holzbau

Hector Egger Holzbau AG ist ein Unternehmen in der Schweiz mit 78 Mitarbeitern und einem Jahresumsatz von ca. 30 Mio. Euro. Das Unternehmen ist im Jahre 2003 mit der neuen Halle „Werk I“ unter der Leitung von Paul Schär als eine der modernsten Produktionsfirmen von Holzkonstruktionen gekürt worden.

2011 wurde der Produktionsbetrieb durch das „Werk II“ erweitert.

Das Einsatzgebiet von Hector Egger erstreckt sich vom Einfamilienhaus bis hin zu öffentlichen Großbauten.

Das Unternehmen setzt auf die Konstruktionsart Rahmenbau und schafft einen Vorfertigungsgrad von bis zu 80%.<sup>52</sup>



Abb.49.: Hector Egger 01. <http://www.hector-egger.ch>

<sup>52</sup> Vgl. Auf den Schultern der Väter sieht man weiter, <http://www.hector-egger.ch/?pageID=37&lng=DE>, 13.04.2017



Die AG setzt auf Nachhaltigkeit und installierte 2012 auf ihren Werken I und II Solaranlagen, die im Jahr 20% mehr Energie erzeugen, als das Unternehmen selbst verbraucht. Das Volumen der gewonnenen Energie des Werkes II entspricht circa dem Bedarf von 60-70 Einfamilienhäusern pro Jahr, mit dem Energiegewinn vom Werk I kommen nochmals 80-90 Haushalte hinzu.

Allen Mitarbeitern von Hector Egger ist es erlaubt, an der Elektrotankstelle des Unternehmens gratis zu tanken.<sup>53</sup>



Abb.50.: Hector Egger 02. <http://www.hector-egger.ch>

<sup>53</sup> Vgl. E-Tankstelle, <http://www.hector-egger.ch/E-Tankstelle/>, 13.04.2017

## Werk I

Das Werk I hat eine Länge von 82m, eine Breite von 30m und der höchste Punkt des Gebäudes beträgt 15m, die innere Kranhöhe liegt auf 10m.

Die Tragstruktur besteht aus gebogenen Holzträgern mit Zugbändern. Es wurden 320m<sup>3</sup> Brettschichtholz, 152m<sup>3</sup> OSB-Platten, 1000m<sup>3</sup> Dämmung und 58to Stahl für Verbindungen verbaut.

Die Errichtungszeit vom Werk I betrug insgesamt 4,5 Wochen.<sup>54</sup>

Eine Verbindung zum Werk II erfolgt über eine Brücke.

## Werk II

Das Werk II besitzt eine Länge von 87m, eine Breite von 41m und eine maximale Höhe von 15m. Die Kranhöhe ist wie beim Werk I auf 10m Höhe angesetzt. Südwestlich befindet sich ein Büroteil, der sich über vier Geschoße zieht.

Es wurden 487m<sup>3</sup> Brettschichtholz, 303m<sup>3</sup> OSB-Platten, 1815m<sup>3</sup> Dämmung und 121to Stahl für Verbindungen verbaut.<sup>55</sup>

Die Errichtungszeit vom Werk II betrug 8 Wochen.

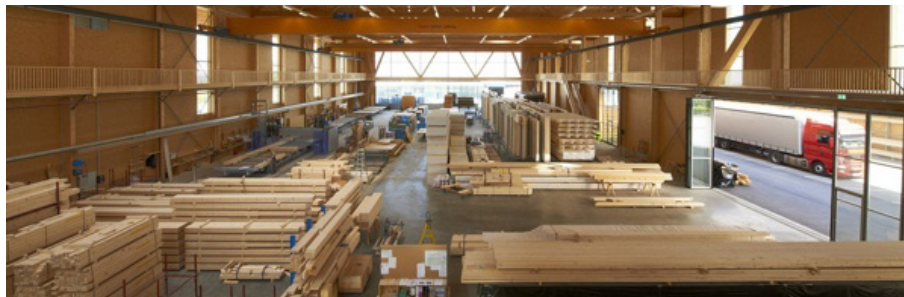


Abb.51.: Hector Egger 03. Werk II innen. <http://www.hector-egger.ch>

<sup>54</sup> Vgl. Unsere Traumfabrik, <http://www.hector-egger.ch/traumfabrik/>, 13.04.2017

<sup>55</sup> Vgl. Unsere Traumfabrik, <http://www.hector-egger.ch/traumfabrik/>, 13.04.2017

## Architektur

> Form follows function < ist der Grundgedanke der zwei Holzhallen. Alle architektonischen Maßnahmen haben einen logistischen oder energetischen Hintergrund.

Die Werke werden von einer Fassade aus Holzlamellen umfasst, welche Witterungs – und Sonnenschutz in einem bieten. Die einzelnen Holzlamellen sind in einem speziellen Winkel ausgerichtet, sodass sie im Sommer eine höchstmögliche Beschattung erwirken und im Winter einen großen solaren Gewinn durch Sonneneinstrahlung ermöglichen.

Die Werke werden durch die Giebelwände zwischen den Lamellen und durch Lichtkuppeln am Dach ausreichend natürlich belichtet.

Die Ausgänge sind stützenfrei und haben Breiten von 25,33m, was eine gute Anlieferung und Verladung ermöglicht.

Seitlich befinden sich Vordächer auf einer Höhe von 5,40m, welche einen vom Stapler befahrbaren Lagerraum gewährleisten.

Im Inneren der Werke I und II gibt es einen 400m langen Balkon, der auf einer Höhe von 5,80m rund um die Hallen geht. Es ist das Prinzip einer Schaukäserei. Die Besucher können gefahrlos von oben den Ablauf des Betriebes in den Hallen beobachten.<sup>56</sup>



Abb.52.: Hector Egger 04. <http://www.hector-egger.ch>

<sup>56</sup> Vgl. Form folgt Funktion, <http://www.hector-egger.ch/?pageID=47&lng=de>, 19.04.17

## Renggli Werk in Schötz

Die Renggli AG ist ein Unternehmen mit 200 Mitarbeitern und 150 realisierten Bauprojekten pro Jahr mit einem Wirkungsgrad über die ganze Schweiz.

Ihre Einsatzgebiete gehen vom Einfamilienhaus bis zu öffentlichen Gebäuden oder Gebäudemodernisierungen. Das Unternehmen wurde 1923 gegründet und setzt auf jahrelange Erfahrung im Holzbau und energieeffizienten Maßnahmen.<sup>57</sup>



Abb.53.: Renggli Werk 01. <https://www.renggli-haus.ch>

<sup>57</sup> Vgl. Zahlen & Fakten, <https://www.renggli-haus.ch/ueber-uns/portraet/zahlen-und-fakten/>, 23.03.2017

Das Werk hat eine Länge von 120m, eine Breite von 39m und der höchste Punkt des Gebäudes liegt auf 16m. Die Konstruktion des Renggli Werkes besteht aus Holzfachwerken und Holzrahmenelementen. Die 2.400m<sup>2</sup> große Fassade wurde von den Mitarbeitern des Renggli Unternehmens in deren Freizeit geschindelt.

Das Werk setzt auf Ökologie, somit ist das Firmengelände mit Photovoltaikanlagen und einem Kleinwasserkraftwerk ausgestattet. Die Heizung erfolgt durch eine Hackschnitzelanlage, welche gleichzeitig den Holzabfall, der bei der Produktion entsteht, in die Wiederverwertung bringt.<sup>58</sup>



Abb.54.: Renggli Werk 02. <https://www.renggli-haus.ch>

<sup>58</sup> Vgl. Renggli-Werk in Schötz LU, <https://www.renggli-haus.ch/referenzen/gebaeude/renggli-werk-in-schoetz-luzern/>, 23.02.2017

Die klare Architektur des Gebäudes mit der feinen Struktur der geschichteten Fassade fügt sich gut in die ländliche Umgebung ein und wird zum Herzstück des Unternehmens.

Die Fensterbänder wurden bewusst auf die Höhe der Arbeitsplätze im Inneren abgestimmt.



Abb.55.: Renggli Werk 03. <https://www.renggli-haus.ch>

## Bürogebäude für Public Address

Es handelt sich hier um ein zweigeschossiges Bürogebäude in Hochheim am Main von dem Generalunternehmen Brüninghof.

Auf einer Bruttogeschossfläche von 767m<sup>2</sup> finden 16 große Büroräume, Besprechungsräume, ein Aufenthaltsraum mit Küche und 6 Nebenräume Platz. Im Anschluss an das Bürogebäude befindet sich eine Fertigungshalle.<sup>59</sup>



Abb.56.: Public Address01.<http://kommunikation2b.de/zukunftsweisender-hybridbau/>

<sup>59</sup> Vgl. Das 1. iBuilding Deutschlands, <http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/>, 23.03.2017



Abb.57.: Public Address 02. <http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/>

Bei diesem Gebäude handelt es sich um eine Hybridbauweise mit großem Vorfertigungsgrad. Durch die Vorfertigung sämtlicher Teile und die zeitlich organisierte Lieferung dieser Teile auf die Baustelle, wurde die Montagezeit auf 3 Wochen reduziert. Die gesamte Bauzeit betrug 6 Monate.

Das Haupttragwerk besteht aus Holz mit eingeschobenen Betonfertigteildecken, die auf schubsteifen Holzbalken aufliegen. Die Fassade besteht aus einer tragenden Holzriegelkonstruktion und einer Schalung auf Sicht, in der die Farben des Unternehmens Public Address eingebunden wurden.<sup>60</sup>



Abb.58.: Public Address 03. <http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/>

<sup>60</sup>Vgl. Zukunftsweisender Hybridbau, <http://kommunikation2b.de/zukunftsweisender-hybridbau/>, 23.03.2017



Im Inneren bleiben die einzelnen Konstruktionsteile, wie die Decke oder das Brettsperrholz, auf Sicht. Leichte Gipskartontrennwände halten den Grundriss flexibel und lassen Neugestaltungen einfach zu.



Abb.59.: Public Address 04. <http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/>



Abb.60.: Public Address 05. <http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/>

05 Projekt

## Aufgabe

In Döbriach am Millstätter See soll zwecks Betriebsvergrößerung ein neuer Standort für ein Bürogebäude mit Fertigungshalle für Holzkonstruktionen entstehen. Der Betrieb beschäftigt ca. 40 Mitarbeiter und produziert Holzhäuser und Holzkonstruktionen für Projekte in Österreich, Italien, Deutschland und Irland.

Für die Planung der Produktion/Fertigung wurde folgender innerbetrieblicher Arbeitsablauf angesetzt:

- Anlieferung
- Abbung
- Fertigung der Bauteile mit Fertigungsbahnhof für Komplettierung
- Verladung

Für den Bereich Bürogebäude werden neben den Flächen für Planung, Ausarbeitung, Überwachung und der kaufmännischen Abwicklung auch Räume für Ausstellung, Bemusterung und Schulungen benötigt.

Da es sich um ein Gewerbe handelt, das fast ausschließlich mit Holz arbeitet, ist es wichtig den Werkstoff Holz beim neuen Gebäude einzusetzen und zu präsentieren.

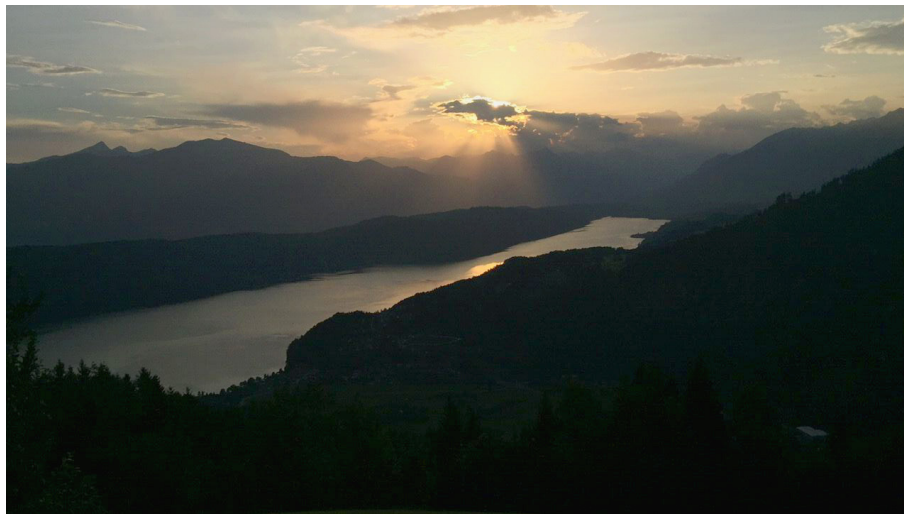


Abb.61.: Millstätter See.

## Lage

Der Bauplatz befindet sich in Döbriach am Millstätter See.

Allgemeine Daten von Döbriach<sup>61</sup>

- Einwohner : 1328
- Verwaltung: Ortsteil der Stadtgemeinde Radenthein
- Bezirk: Spittal an der Drau
- Land: Kärnten
- Wirtschaft: Tourismus - und Kleingewerbebetriebe
- Seehöhe: 600 mü.A.

Die Hauptanbindung von Döbriach ist die Millstätterstraße, welche vom Knoten Villach-Ossiacher See über das Gegendal bis nach Seeboden am Millstätter See führt.

Von Döbriach aus braucht man über die Millstätterstraße ca. 4 Autominuten nach Radenthein und ca. 20 Autominuten nach Spittal an der Drau. Der öffentliche Verkehr fährt an Werktagen in regelmäßigen Intervallen zwischen Spittal und Radenthein. Die Buszeiten bleiben, unabhängig von der Schulzeit, das ganze Jahr konstant.

Döbriach liegt am Millstättersee und somit profitiert dieser Ort größtenteils vom sommerlichen Tourismus. Die Nähe zu den umliegenden Schigebieten sorgt auch zunehmend für die Auslastung in den Wintermonaten.

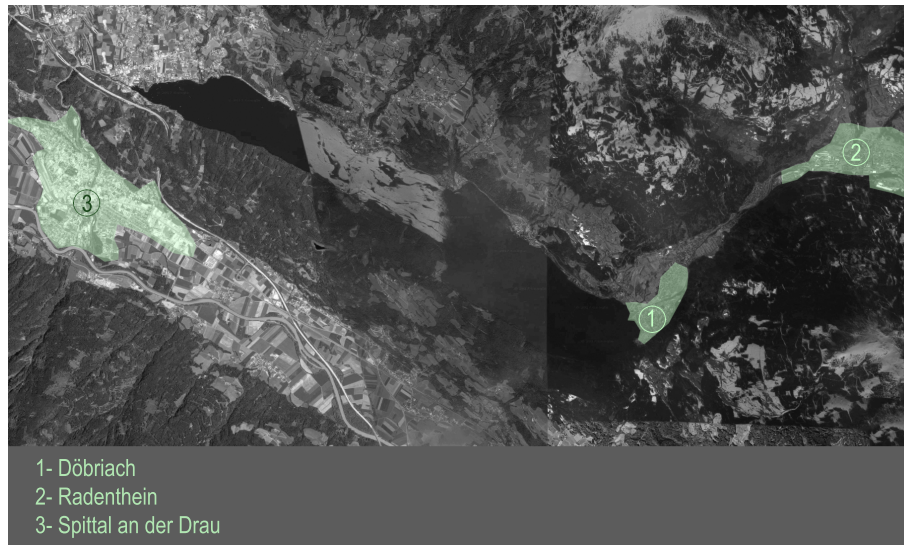


Abb.62.: Karte 01. google maps

<sup>61</sup> Stand: Mai 2017

Döbriach teilt sich in drei Ortsbereiche auf :

1. Ortskern - Hier findet man den Dorfplatz, eine Volksschule, ein Museum (Sagamundo), einige Restaurants, eine Bank und kleinere Bekleidungsgeschäfte. In den Sommermonaten findet hier jeden Dienstag ein großer Bauernmarkt statt.

2. Seeteil - Hier befinden sich mehrere Hotels und Campingplätze, Strandbäder, Restaurants und Privatgrundstücke mit Seezugang.  
In diesem Ortsteil wird besonders auf Erholung und Sport Wert gelegt.

3. Gewerbegebiet - Etwas außerhalb vom Ortskern befindet sich ein kleineres Gewerbegebiet, wo sich folgende regionale Firmen angesiedelt haben: Fertigung mit Edelstahltechnik, Autowaschanlage, Firma für Microelektronik, Werkstatt für Motorräder, Katronikfirma, Spar - Lebensmittelhandel sowie der alte und neue Standort der Holzbaufirma.  
Außerdem findet man in diesem Gebiet ein kleines Cafe, welches unter der Woche Mittagsmenüs anbietet.



Abb.63.: Karte 02. google maps

## Bauplatz

Der Standort der neuen Betriebsstätte liegt verkehrstechnisch sehr gut, denn südlich vom Bauplatz befindet sich die Hauptverkehrsachse - die Millstätterstraße. Außerdem führt eine Kreuzung aus dem Ortsgebiet mit dem Blick direkt auf den Bauplatz. Weiter südlich befinden sich landwirtschaftliche Flächen und das Lebensmittelgeschäft „Spar“.

Das bestehende Gewerbegebiet liegt ostseitig.

Nördlich grenzt eine Einfamilienhaussiedlung an die Grundstücke an. Nach dieser Siedlung erstreckt sich der Matzelsdorfer Berg mit einer Höhe von 1660m über Adria.

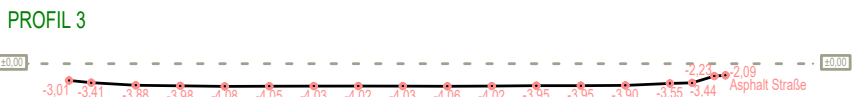
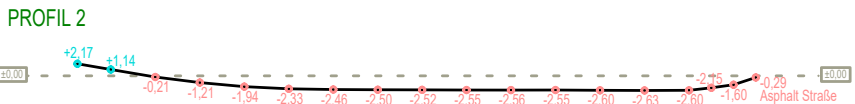
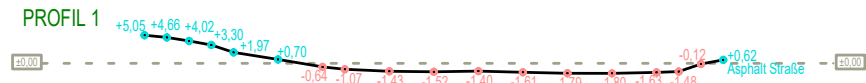
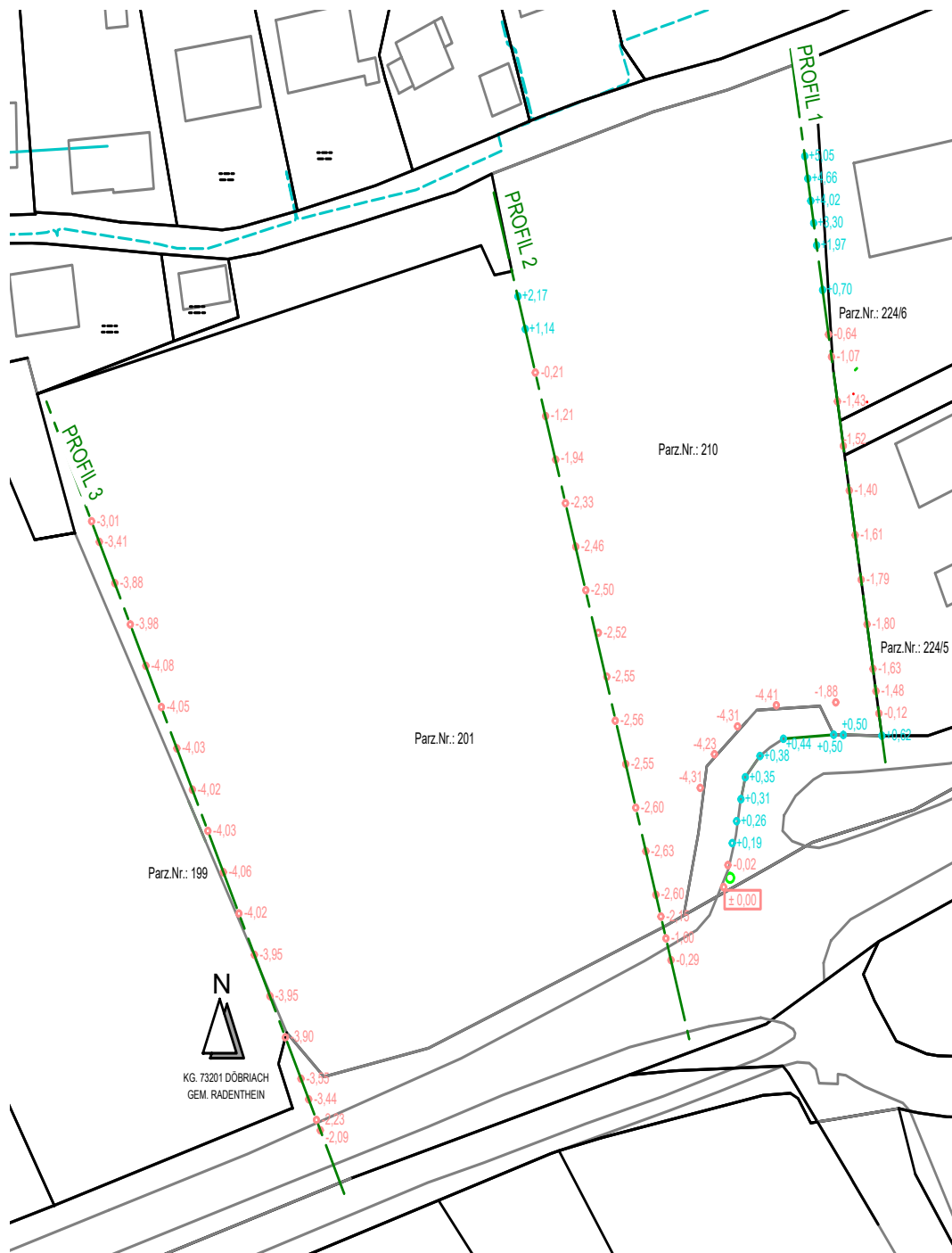
Westlich vom Bauplatz schließen sich landwirtschaftliche Flächen an sowie eine Neuansiedelung eines Transportunternehmens.



Abb.64.: Bauplatz 01.



Abb.65.: Bauplatz 02.



### Grundlagen

Die bereits bestehenden Netze der Grundversorgungen wie Wasser und Abwasser werden von der Wassergenossenschaft Döbriach und der Wassergenossenschaft Millstättersee übernommen. Da die Versorgungsleitungen für Strom und Fernwärme am Bauplatz angrenzen, ist es möglich diese für unsere Anschlüsse zu verwenden und in Betrieb zu nehmen.

Eine weitere Grundlagenermittlung umfasst die Naturaufnahme für einen Lage und Höhenplan am Grundstück. Durch das Höhennivellement von drei Profilen über die gesamte Länge ergeben sich Höhenunterschiede von bis zu 5,00m.

Außerdem lässt sich an den Profilen ablesen, dass sich beim Mittelpunkt des Bauplatzes eine Versenkung bildet, welche beim Bauprojekt auszugleichen ist, um stehendes Wasser zu vermeiden.

## Raumprogramm

Der Büroteil sollte genügend Flächen für ein fünfköpfiges Planungsteam, 6 Mitarbeiter für Ausarbeitung und Bauleitung, eine MitarbeiterIn für Buchhaltung, Lohnverrechnung und Controlling, eine Teamassistentin und 3 Mitarbeiter im Verkauf aufweisen. Eine Erweiterung sollte in jedem der Bereiche möglich sein.

Für Besprechungen und Aufenthalt sind ausreichend Freiräume zu gestalten. Des weiteren muss Platz für Schulungen, Veranstaltungen sowie ein Bereich für Ausstellung und Bemusterung eingeplant werden. Die einzelnen Bereiche arbeiten intensiv zusammen und das Gebäude soll somit die betriebliche Kommunikation fördern.

Die Fertigungshalle sollte über eine Fläche von ca. 4000m<sup>2</sup> für einen optimalen und wirtschaftlichen Ablauf der Fertigung sowie ausreichend Lagerflächen verfügen. Außerdem müssen Umkleide- und Waschmöglichkeiten sowie ein Sozialbereich integriert werden.

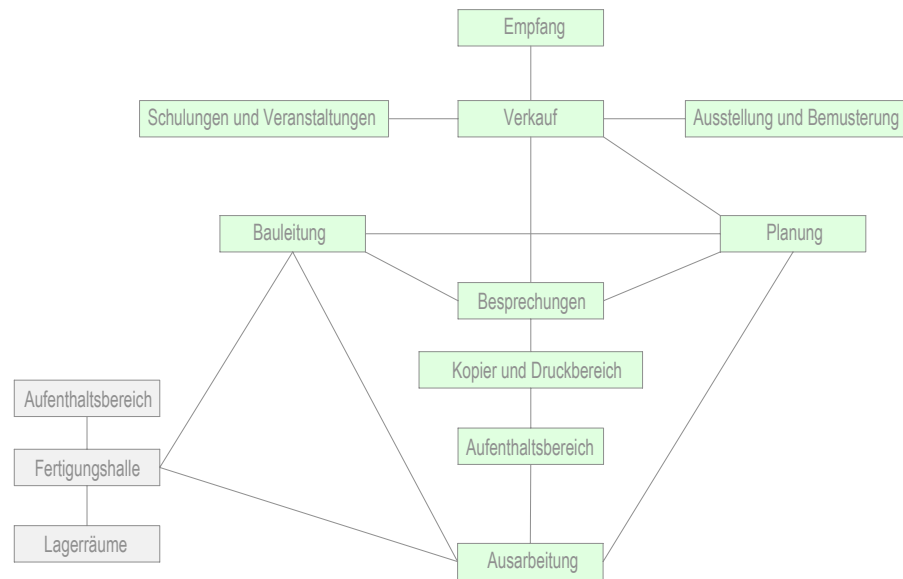


Abb.66.: Raumdiagramm.

PLATZBEDARF - BÜRO	
Empfang	40 m <sup>2</sup>
Verkauf	40 m <sup>2</sup>
Ausstellung + Bemusterung	200-250 m <sup>2</sup>
Schulung + Veranstaltung	100 m <sup>2</sup>
Besprechung	30 m <sup>2</sup>
Planung ( 5 Arbeitsplätze + Erweiterung)	100 m <sup>2</sup>
Bauleitung ( 3 Arbeitsplätze + Erweiterung)	50 m <sup>2</sup>
Ausarbeitung ( 3 Arbeitsplätze + Erweiterung)	50 m <sup>2</sup>
Aufenthalt mit Teeküche	40 m <sup>2</sup>
Kopier - und Druckbereich	20 m <sup>2</sup>

PLATZBEDARF - FERTIGUNG	
Fertigungshalle	4000 m <sup>2</sup>
Pausenraum	40-50 m <sup>2</sup>
Umkleide + DU/WC	25 m <sup>2</sup>
Lager	300-400 m <sup>2</sup>

Tabelle 05. Platzbedarf.



06 Pläne

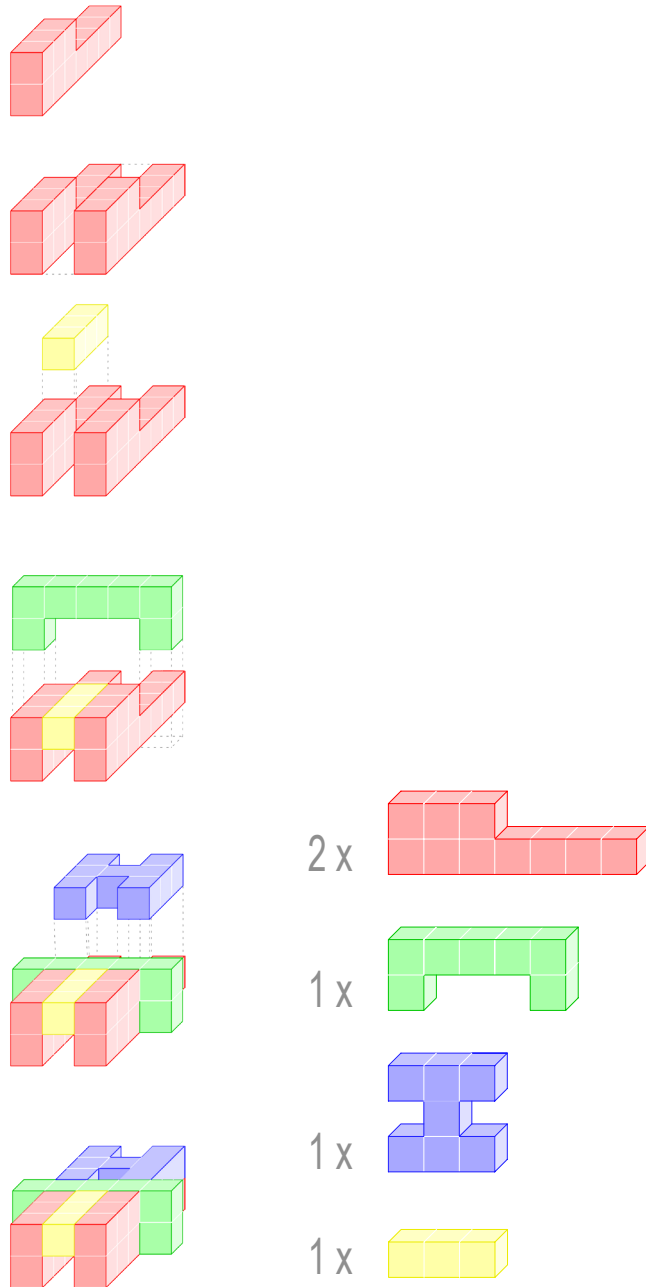


Abb.67.: Konzept.

## Konzept

Beim Holzbau geht es im Wesentlichen darum, passgenaue Teile zu fertigen, die leicht zusammenfügbar sind. Mein Konzept basiert demnach darauf, die einzelnen Bereiche des Raumprogrammes in passgenaue „Bausteine“ zu gliedern. Diese „Bausteine“ sollen so zusammengefügt werden, dass sich ein Gebäude bildet, welches alle Bereiche miteinander verknüpft.

Die Fertigung teilt sich in zwei Bereiche, dem Abbund und der Elementfertigung. Beide Bereiche benötigen die gleiche Fläche über unterschiedliche Höhen in demselben Bereich. In den roten „Bausteinen“ soll also die Fertigung untergebracht werden, welche eine große Länge besitzen muss und im vorderen Drittel eine hohe Raumhöhe.

Im gelben „Baustein“ sind die Funktionen Ausstellung und Bemusterung untergebracht. Es ist der Bereich der viel Wandfläche benötigt und der eine natürliche Belichtung von oben durchaus zulässt. Der gelbe „Baustein“ wird zwischen die hohen Bereiche der roten „Bausteine“ eingeschoben.

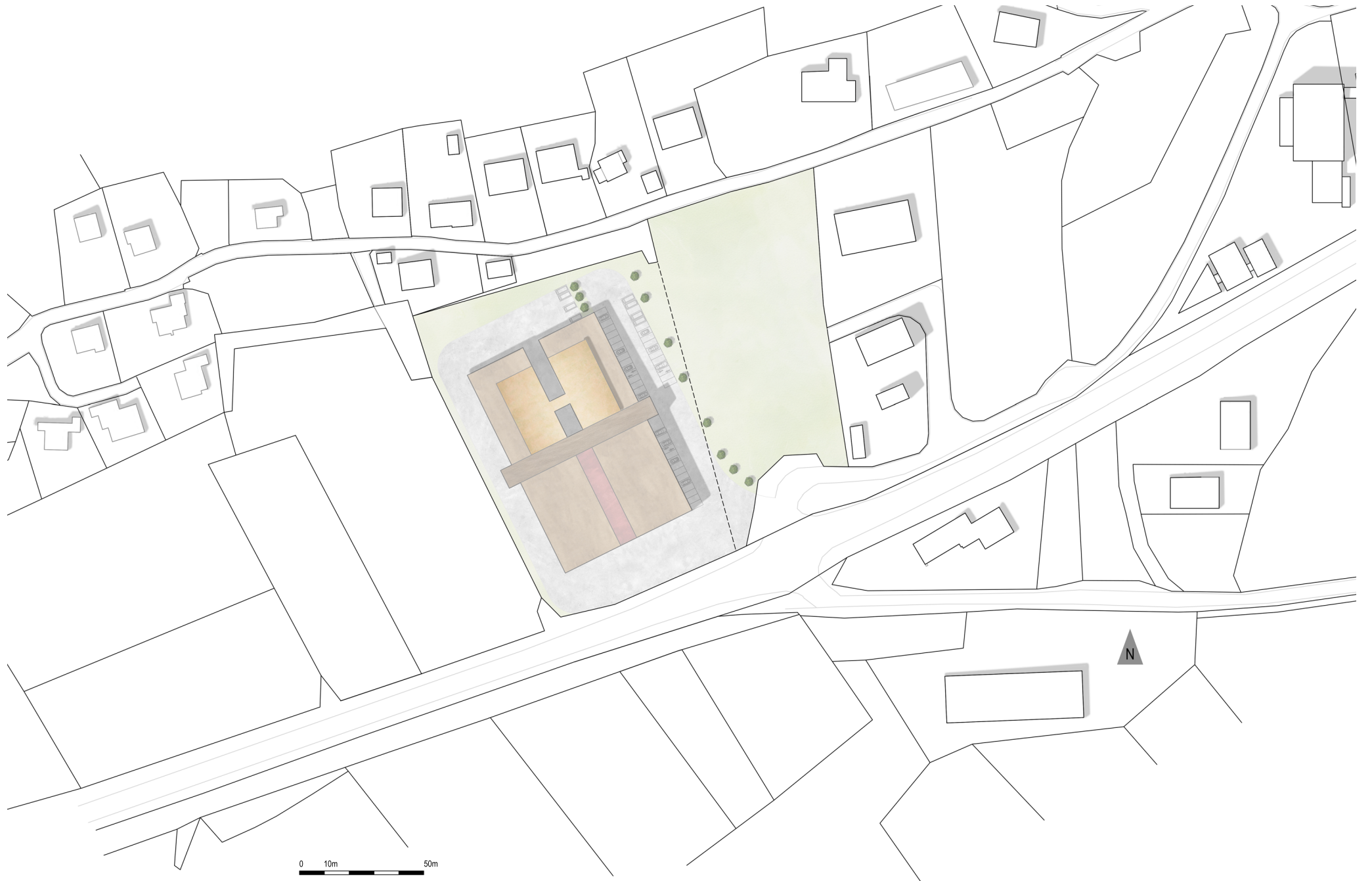
Der grüne „Baustein“ beinhaltet alle öffentlich zugänglichen Bereiche, wie Empfang, Verkauf, Kommunikation, Veranstaltung und Schulung. Dieser „Baustein“ zieht sich quer über das gesamte Gebäude und dient somit als Hauptschließung.

Im blauen „Baustein“ befinden sich Planung und Ausarbeitung mit der dazugehörigen Besprechung und Archivierung. Der blaue „Baustein“ hat ein Verbindungsglied, um die Kommunikation zwischen Planung und Ausarbeitung zu gewährleisten.

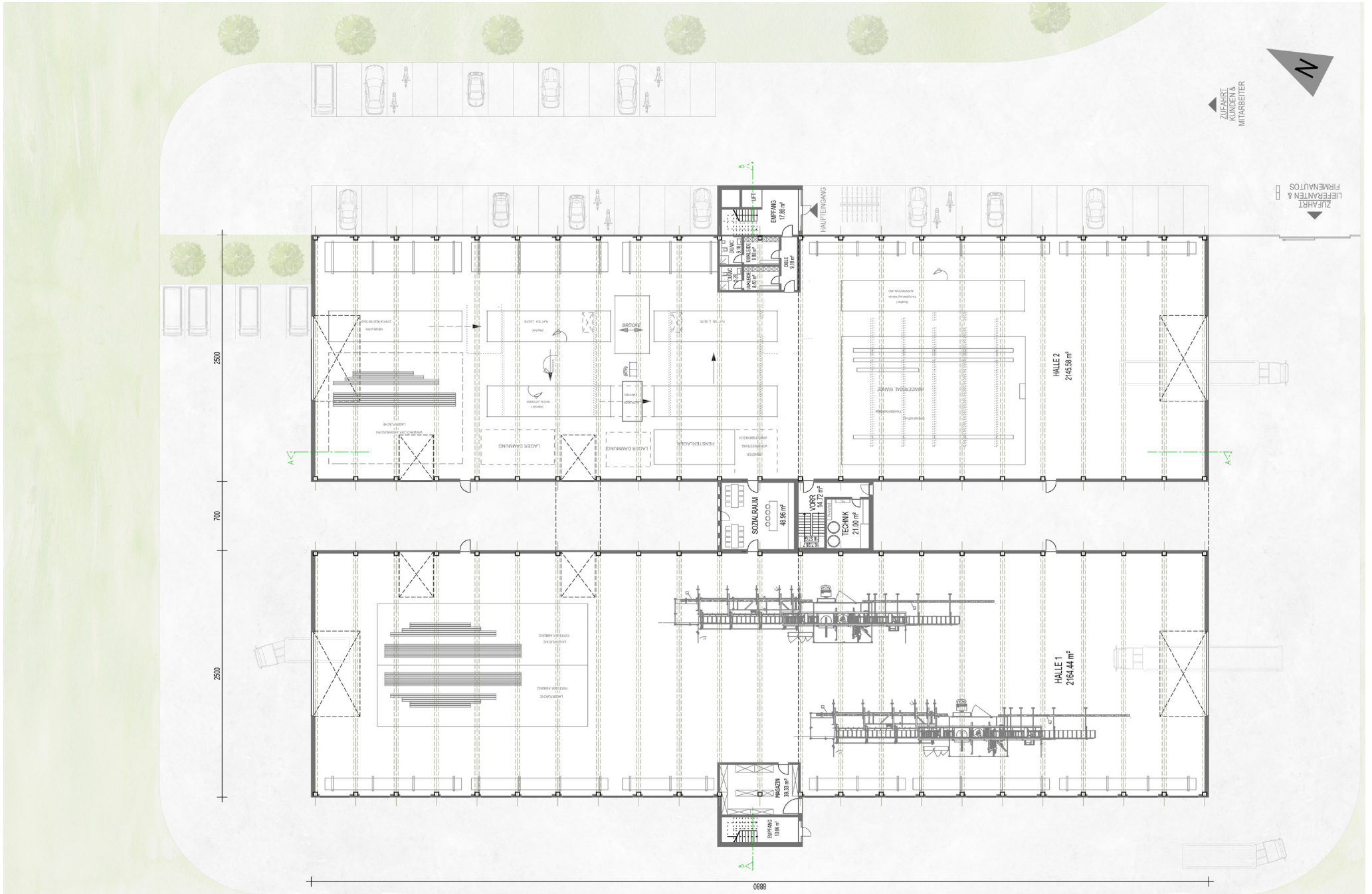


Schwarzplan

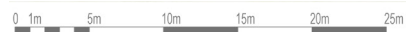
0 10m 50m 100m



Lageplan



Grundriss EG - Fertigungshalle







Süden | Westen

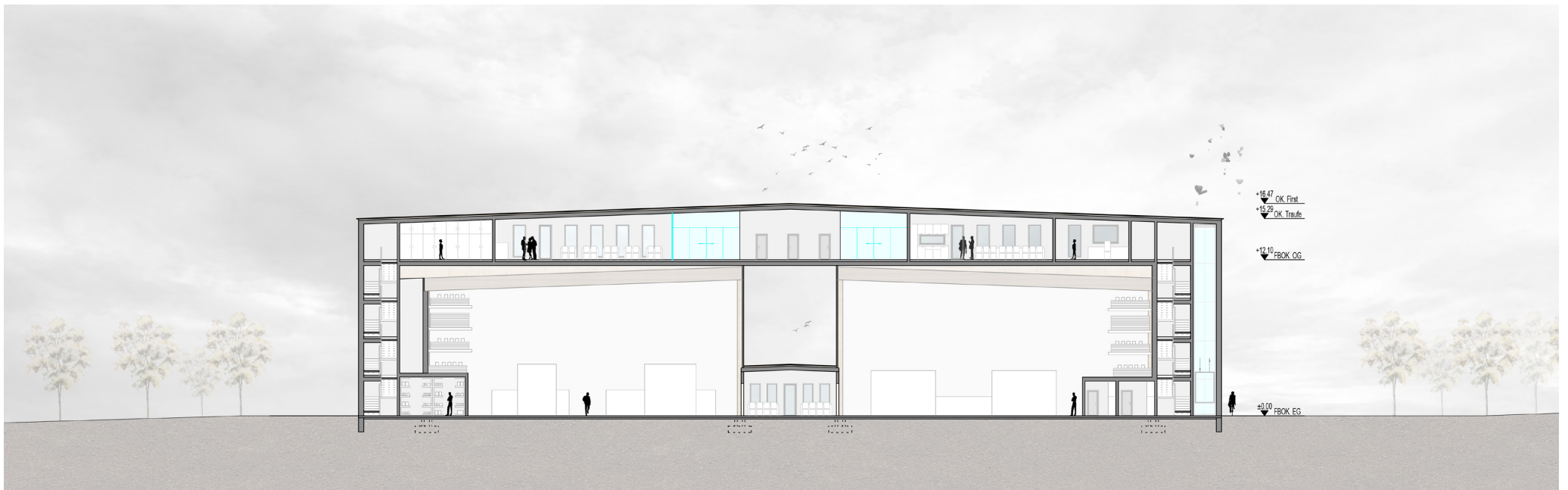




Norden | Osten







Schnitt A-A | Schnitt B-B



07 Entwurfbeschreibungen und Details

## Statisches Konzept

Das statische System der Halle beinhaltet Stützen, Träger, Köcherfundamente und flächige Wand- und Dachteile.

Die 40cm/40cm Stützen aus Brettschichtholz werden mittels Stahlfuß in ein Köcherfundament eingespannt. Dieses Köcherfundament setzt sich aus einem Köcherhals mit 80cm Tiefe und einer Ortbetonplatte mit einer Tiefe von 40cm zusammen. In einer Tiefe von 120cm befindet man sich unterhalb der örtlichen Frostgrenze.

Das obere Ende der Stütze ist eine Zwillingstütze, in der der Leimholzträger liegt und verschraubt wird. Ein Leimholzträger besitzt eine Höhe von 120cm und wird in einer Neigung von 3° verbaut.

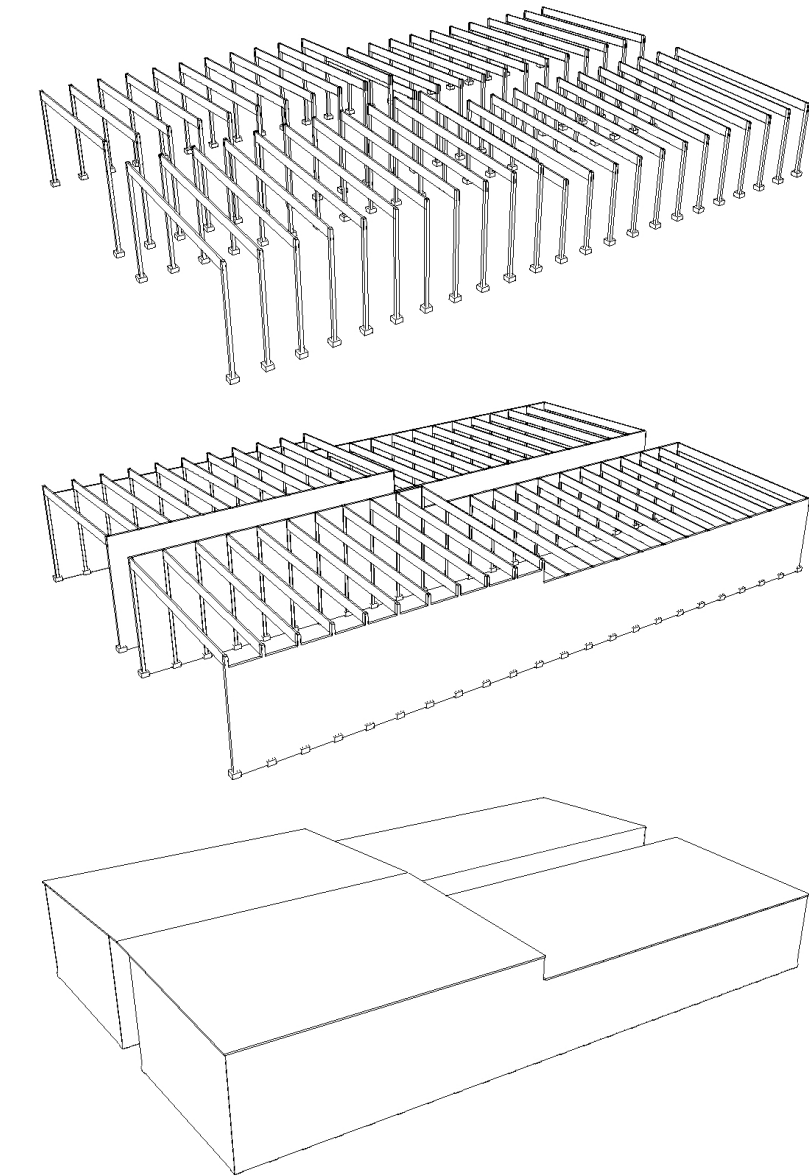
Die vertikalen Lasten werden also von Trägern und Stützen aufgenommen und in die Fundamente abgeleitet.

Zwischen den Stützen werden Wände als Füllelemente eingeschoben, die, neben dem wärmedämmenden Effekt, einen Teil der Horizontalkräfte aufnehmen.

Das Dach besteht neben den Trägern aus quer dazu liegender Lattung und einer Rauschalung.

Die gesamte Konstruktion wird noch mit einer Unterkonstruktion aus Holzlatten umzogen und zusätzlich ausgesteift. Auf diese Unterkonstruktion wird die Schindelfassade aufgebracht.

Die einzelnen Gebäudeteile des Büros sind in sich stabil. Die Konstruktion besteht aus einer Kombination von Holz-Riegelbau und Brettsperholzplatten. Die lastableitenden, tragenden Elemente liegen immer auf den Trägern der Halle auf. Nur der Gebäudeteil mit der Ausstellung spannt sich zwischen den Säulen ein und wird teilweise von den Trägern zusätzlich abgehängt.



## Nutzungssicherheit

Es gilt dem Nutzer des Gebäudes eine sichere und benutzfreundliche Umgebung zu schaffen.

Einerseits handelt es sich hier um einen ausreichenden Brandschutz, andererseits um ein sicheres Flchten im eintretenden Brandfall. Die Platzierung des Gebäudes erfolgte unter Einhaltung des Sicherheitsabstandes zur Grundstücksgrenze von 6/10 der Höhe vom höchsten Punkt des Gebäudes. Außerdem ist das Gebäude von der Feuerwehr rund um befahrbar und die Hauptbrandabschnitte sind an 3 Seiten von Außenwänden umgeben, also von der Feuerwehr zur Brandbekämpfung gut zugänglich.

Von jedem Punkt der Aufenthaltsflächen gelangt man in weniger als 40m in einen gesicherten Fluchtbereich. Nur von den Archiven aus wird diese Gehlänge überschritten, was jedoch zulässig ist, da die gesicherten Fluchtbereiche genau gegenüber von einander liegen.

Die brandabschnittsbildenden Wände der gesicherten Fluchtbereiche sind in REI 90 bzw. A2 auszuführen. Öffnungen in diesen Wänden sind selbstschließend.<sup>62</sup>

Bei Betriebsbauten mit mehr als 3.000m<sup>2</sup> Netto-Grundfläche ist ein betriebsinterner Brandschutzbeauftragter zu stellen. Automatische Brandmeldeanlagen und Löschanlagen, wie Sprinkleranlagen sind einzuplanen.

Um ein Gebäude als barrierefrei zu kategorisieren, muss der Haupteingang stufenlos erreichbar sein. Personenaufzüge müssen alle Geschosse miteinander verbinden. Hauptgänge und Haupttreppen haben eine lichte Durchgangsbreite von mehr als 120cm. Türen gehen in Fluchtwegrichtung auf und haben eine lichte Breite von 100cm.<sup>63</sup>

Die Damentoilette kann zusätzlich als barrierefreie Toilette genutzt werden.

<sup>62</sup> Vgl. OIB 2.1. Brandschutz bei Betriebsbauten

<sup>63</sup> Vgl. OIB 4. Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit

1	Holzschindel	20mm
	Unterkonstruktion	20mm
	Winddichtung	
	Leimholzsäule	400mm
	dazwischen	
	DHF Holzfaser	15mm
	Holzriegel	160mm
	dazw. Wärmedämmung	
	OSB	12,5mm
	Dampfbremse	
	Unterkonstruktion	20mm
	Gipsfaser Platte	20mm
	Spachtelung	
	Anstrich	

2	Foliendachsystem	
	Rauschalung	20mm
	Lattung/Konterlattung	60mm
	Leimbinder	1200mm
	dazwischen	
	Wärmedämmung	150mm
	OSB	12,5mm
	Dampfbremse	
	Unterkonstruktion	20mm
	Gipsfaser Platte	20mm
	Spachtelung	
	Anstrich	

3	Industriestrich im Gefälle	70mm
	Stahlbetonplatte	300mm
	Wärmedämmung	200mm

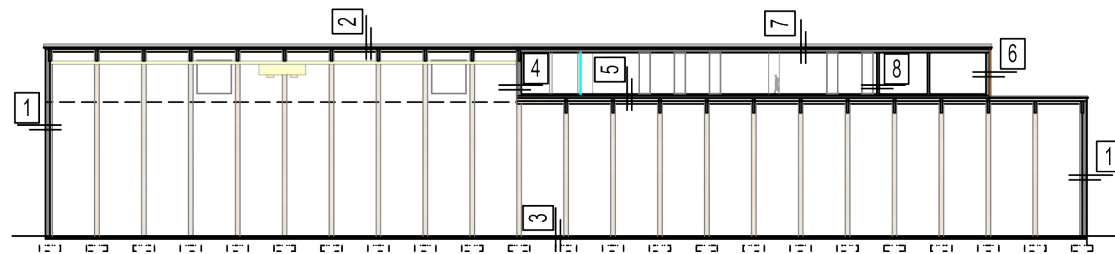
4	Gipsfaser Platte	20mm
	DHF Holzfaser	15mm
	Holzriegel	300mm
	dazw. Wärmedämmung	
	OSB Platte	12,5mm
	Dampfbremse	
	Gipsfaserplatte	20mm
	Spachtelung	
	Anstrich	

5	Bodenbelag	15mm
	Heizestrich	65mm
	PE - Folie	
	Dämmrollbahn	50mm
	Wärmedämmschüttung	70mm
	Brettschichtholz	200mm
	Aufkeilung	250mm
	Rauschalung	20mm
	Lattung/Konterlattung	60mm
	Leimbinder	1200mm
	dazwischen	
	Wärmedämmung	150mm
	OSB	12,5mm
	Dampfbremse	
	Unterkonstruktion	20mm
	Gipsfaser Platte	20mm
	Spachtelung	
	Anstrich	

6	Schalung vertikal	20mm
	Lattung (=Hinterlüftung)	35mm
	mitteldichte Holzfaserplatte (=Winddichtung)	15mm
	Holzriegel	300mm
	dazw. Wärmedämmung	
	OSB Platte	12,5mm
	Dampfbremse	
	Gipsfaserplatte	20mm
	Spachtelung	
	Anstrich	

7	Foliendachsystem	
	Rauschalung	20mm
	Konterlattung (=Hinterlüftung)	60mm
	Unterspannbahn	
	Holzfaseraufsparrendämmung	200mm
	Dampfbremse	
	Brettschichtholz auf Sicht	160mm

8	3 Schichplatte	19mm
	OSB	12,5mm
	Holzriegel dazw. Dämmung	100mm
	OSB	12,5mm
	3 Schichtplatte	19mm



## Wandaufbau und Fassadengestaltung

Um die vier verschiedenen „Bausteine“ des Konzeptes auch im Entwurf zu betonen, bekommt jeder Gebäudeteil eine eigene Fassadengestaltung aus Holz. So sehen Kunden der Firma schon am Firmengebäude eine Auswahl an Möglichkeiten eine Fassade zu gestalten.

Der Wandaufbau bleibt bei jedem Geschoss der gleiche, es ändert sich nur die Hülle.

Der Wandaufbau ( von außen nach innen )

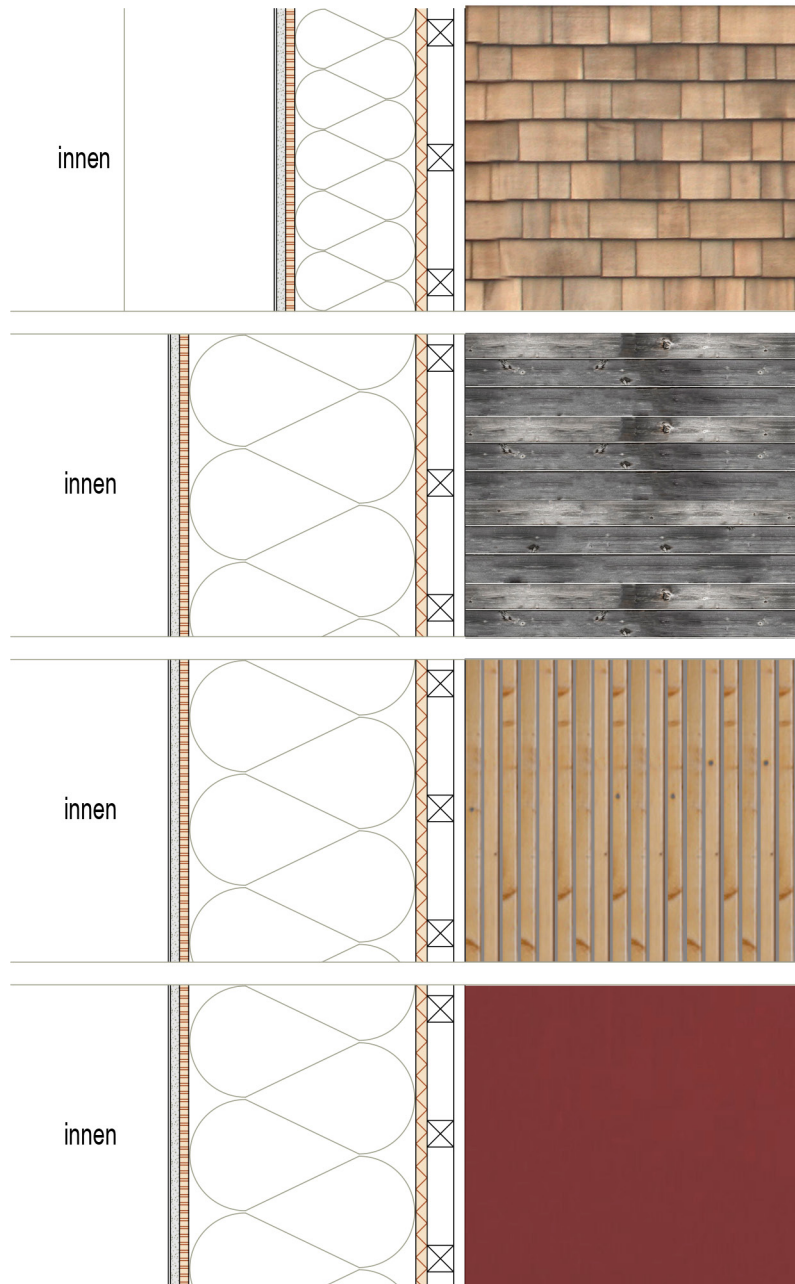
- Fassade (Schindel, Altholz, vertikale Lärchenschalung oder Fundermaxplatten)
- Lattung (=Hinterlüftung)
- Mitteldichte Holzfaserplatte (=Winddichtung)
- Holzriegel (Stegträger) dazw. Wärmedämmung
- OSB - Platte
- Gipsfaserplatte
- Spachtelung
- Anstrich

Die beiden Hallen sind vollflächig geschindelt.

Der öffentliche Teil, der sich zwischen den Bereichen des Obergeschosses befindet und quer über die Hallen ragt, sollte etwas markanter und dunkler erscheinen und bekommt daher eine Altholzfassade.

Der Gebäudeteil für „Planung und Ausarbeitung“ wird mit einer vertikalen Holzschalung verkleidet. Die Fassade wird über die Terrasse in aufgelockerter Form weitergezogen, was ausreichend Sonnenschutz für die Büros bietet.

Das Ausstellungsgebäude, das Herz inmitten des Gesamtgebäudes, wird von den dominanten Hallen geschützt und bekommt eine weinrote Fassade aus Fundermax-Platten.



## Holz als prägendes Element

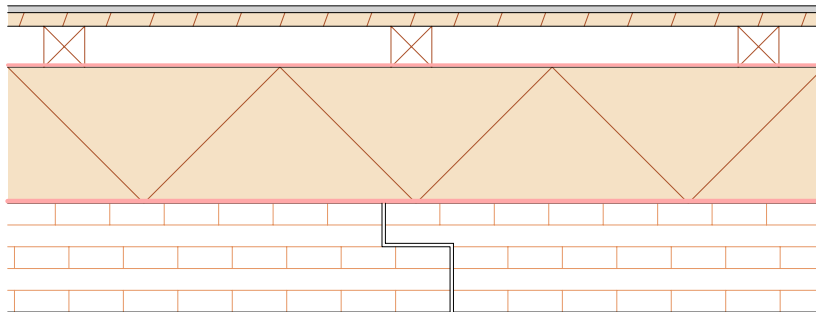
Es war mir wichtig, dass Holz nicht nur außen an der Fassade Akzente setzt, sondern auch innen zur Geltung kommt.

Deswegen werden alle Decken in den Räumen der Büros, öffentlichen Bereiche und der Ausstellung mit Brettschichtholz auf Sicht ausgestattet.

Der Dachaufbau ( von außen nach innen )

- Foliendachsystem
- Rauschalung
- Konterlattung (=Hinterlüftung)
- Unterspannbahn
- Holzfaseraufsparrendämmung
- Dampfbremse
- Brettschichtholz überblattet (auf Sicht)

Die Räume werden also von Decken und Böden aus Holz definiert. Die Wände sind neutral in weiß gehalten. Die Räume sollen eine zurückhaltende und angenehme Hülle bilden, in der viele Möglichkeiten der Nutzung und Umnutzung möglich sind.

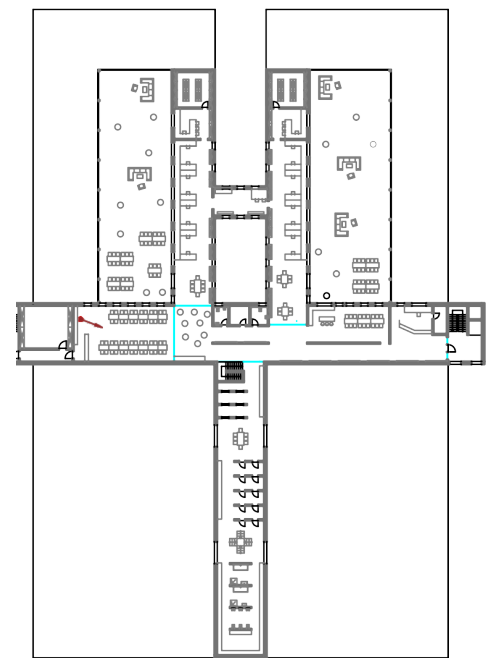
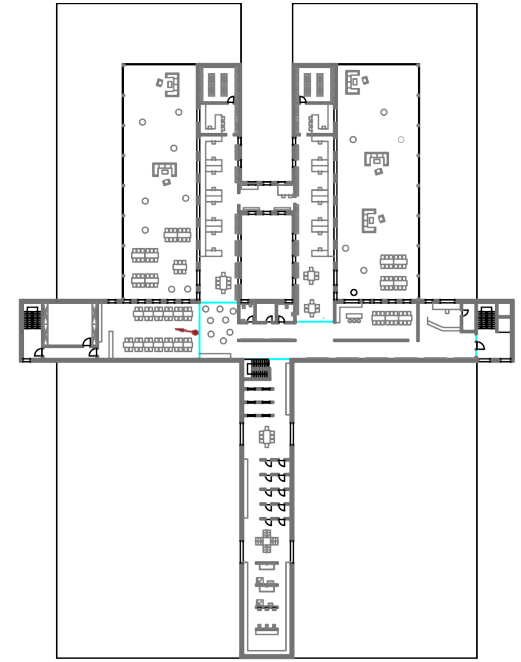


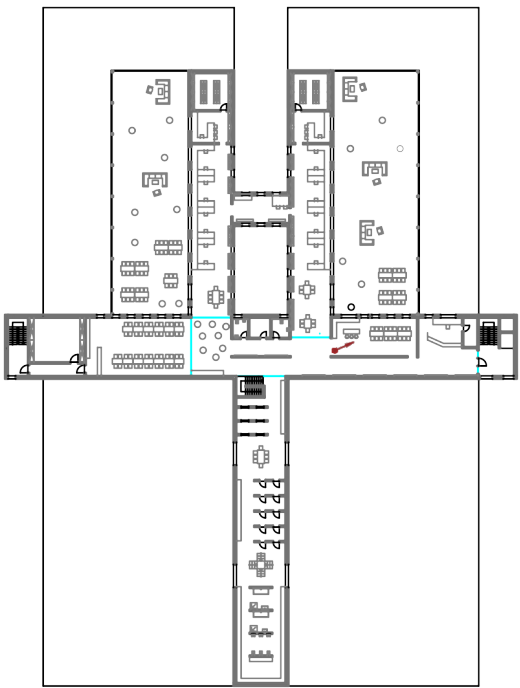
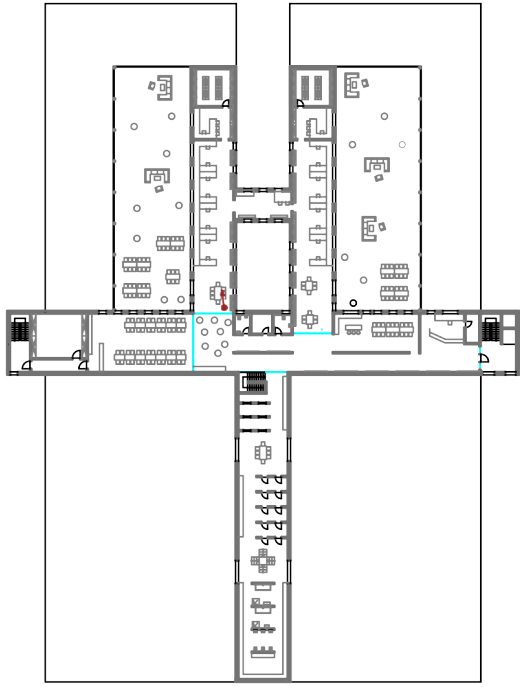
08 Darstellungen

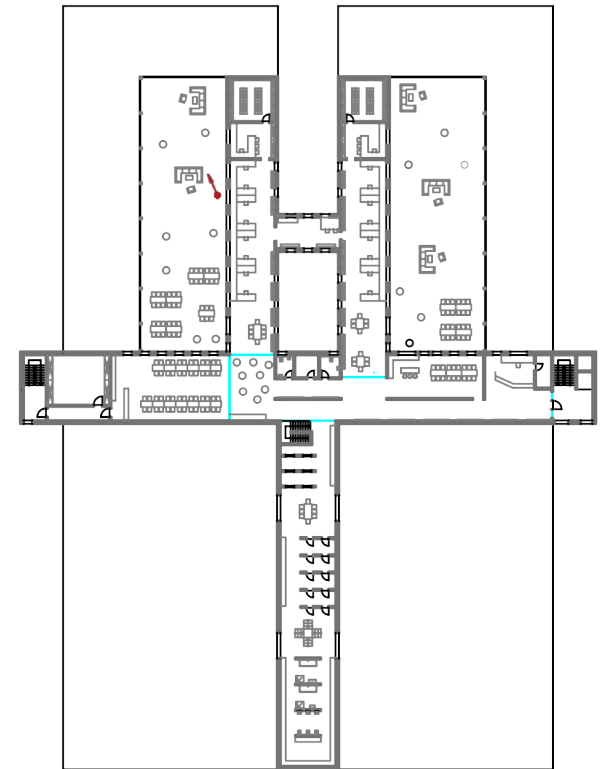












09 Schlusskapitel

## Fazit

Ich habe mich in dieser Arbeit mit dem Werkstoff Holz, dessen Bestandteile, Eigenheiten und Bearbeitungsmöglichkeiten beschäftigt. Ich habe mir verschiedene Holzbausysteme angesehen und mich mit moderner Holzver- und Holzbearbeitung auseinandergesetzt und versucht, gewonnene Erkenntnisse in meiner Arbeit umzusetzen.

Holz ist als natürlich gewachsener Baustoff der wichtigste nachwachsende Rohstoff und kann in vielen verschiedenen Formen eingesetzt, verarbeitet und weiterverwertet werden. Holz hat einen artspezifischen anatomischen Aufbau und dadurch können nur gewisse Holzarten als Vollholzwerkstoffe eingesetzt werden. Allerdings können Bretter, Pfosten, Funiere und Holzabfälle, wie Späne, zur Erzeugung von Holzwerkstoffen eingesetzt werden. Die meisten Holzwerkstoffe erzielen in Bereichen, wie Festigkeit, Tragfähigkeit, Rissbildung sowie im Quell- und Schwindverhalten bessere Ergebnisse als Vollholz. Diese Holzwerkstoffe können in Platten- oder Trägerform in allen Holzbausystemen Anwendung finden.

Wie in der Arbeit erwähnt, gibt es eine Reihe von Holzbausystemen. Im Holzbau sollte man sich jedoch kein System aussuchen und dieses dann beharrlich und stur durchziehen.

Der Entwurf verlangt nach einer passenden Konstruktion - die Konstruktion definiert den Entwurf.

In meinem Projekt kommt eine Mischform aus Skellett-, Massiv- und Rahmenbau zur Anwendung. Alle drei Holzbausysteme ermöglichen eine Vorfertigung in einer Halle.

Der moderne Holzbau in Fertigungshallen bietet viele Vorteile, wie Arbeiten unter kontrollierten Bedingungen oder kurze Bauzeiten, wegen dem großen Vorfertigungsgrad. Details werden vor der Produktion durchgedacht und ausgearbeitet, was zu einer Reduktion von Fehlern oder Improvisationen auf der Baustelle führt.

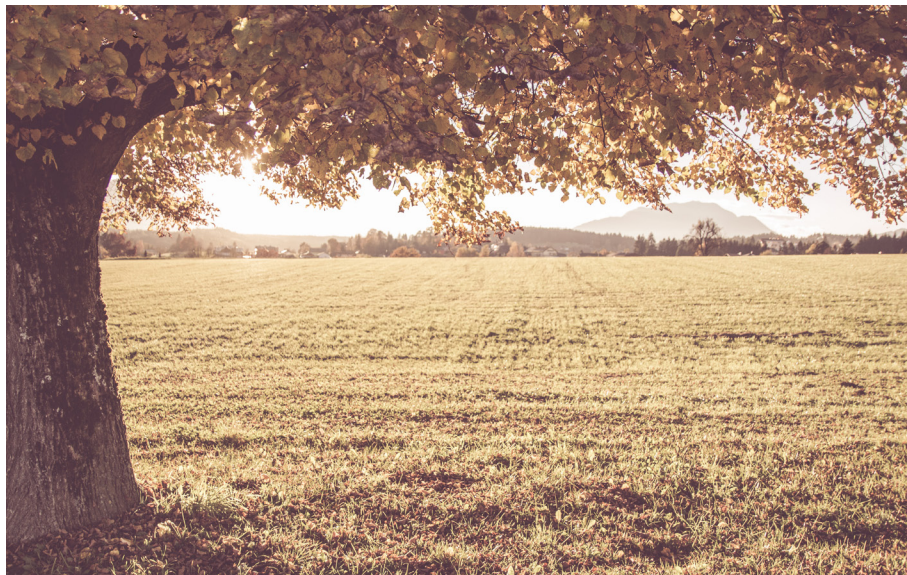


Abb.68.: Wandel.

Das zweite große Kapitel, das ich in meiner Arbeit behandelt habe, war der Bürobau.

Wenn man sich die Geschichte des Bürobaues anschaut, wird einem schnell klar, dass sich der Bürobau in einem ständigen Wandel befindet. Das war in der Vergangenheit so und wird sich in der Zukunft, denke ich, nicht ändern.

Die verschiedenen Formen, wie Großraum-, Zellen- oder Gruppenbüro wurden im Laufe der Zeit entwickelt, verdrängt und in neuer oder gemischter Form wieder aufgelebt.

Büroarbeit wird immer flexibler. Man muss die Arbeit nicht mehr ständig an dem selben Ort ausführen. Der Arbeitsplatz der Zukunft verlangt also wandelbare Räume und Orte.

Das Bürogebäude und die Räume selbst müssen in ihrer Erscheinung die Werte und die Identität des Unternehmens widerspiegeln. Eine Transparenz und eine gute Kommunikation im Unternehmen wird immer wichtiger.



Abb.69.: Klangwolken über Berlin. [https://www.dear-magazin.de/projekte/klangwolken-ueber-Berlin\\_13516785.html](https://www.dear-magazin.de/projekte/klangwolken-ueber-Berlin_13516785.html)



Der traditionelle Holzbau hat sich schon immer in die Baugeschichte verwurzelt und meiner Meinung nach wird sich Holz auch in Zukunft mittels neuer Entwicklungen noch stärker verbreiten und neue Einsatzbereiche finden.

Der Holzbau ist schon längst nicht mehr rein im Nutz-, und Einfamilienhausbau zu finden, sondern erstreckt sich über viele neue Gebäudeformen, wie Schulen, Bürobauten und Gebäude im innerstädtischen Raum.

Holz besitzt einen besonderen Charakter. Sein natürliches Gefüge strahlt Wärme aus und verleiht einem Gebäude verschiedene Stilmöglichkeiten, von traditionell bis modern.

„Jeder Stoff ist nur das wert, was wir aus ihm machen.“<sup>64</sup> Mit diesem Zitat von Ludwig Mies van der Rohe möchte ich meine Masterarbeit schließen.



Abb.70.: Wurzel.

<sup>64</sup> Zitat von Ludwig Mies van der Rohe



## Abbildungsverzeichnis:

-Abb.01.: Egelsee.	07
-Abb.02.: Venedig. Walter Luttenberger	09
-Abb.03.: Wald 01.	10
-Abb.04.: Holzstapel.	11
-Abb.05.: Aufbau Holz.	12
-Abb.06.: Holzarten.	13
-Abb.07.: Tragverhalten. Steiger 2007, 17.	16
-Abb.08.: brennendes Holz. <a href="http://www.jorkisch.de/de/aktuell/news/2011/09/feuer-und-flamme.php">http://www.jorkisch.de/de/aktuell/news/2011/09/feuer-und-flamme.php</a>	19
-Abb.09.: Altausseeer See.	21
-Abb.10.: Baulicher Holzschutz.	22
-Abb.11.: Chemischer Holzschutz.	23
-Abb.12.: Thermoholz.	24
-Abb.13.: Schnittbilder.	25
-Abb.14.: Holzwerkstoffe.	27
-Abb.15.: Brettschichtholz.	29
-Abb.16.: Brettsperrholz.	30
-Abb.17.: OSB.	31
-Abb.18.: Holzfaserverwerkstoff.	32
-Abb.19.: Verbundwerkstoff. <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Holzwolle-Leichtbauplatte#/media/">https://de.wikipedia.org/wiki/Holzwolle-Leichtbauplatte#/media/</a>	33
-Abb.20.: Fertigungshalle 01.	34
-Abb.21.: Sagamundo. Griesser Evelin	35
-Abb.22.: Blockbau. Kolb 2008, 53.	36
-Abb.23.: Fachwerkbau 01. <a href="https://pixabay.com/de/fachwerkhaus-alt-verlassen-1434934/">https://pixabay.com/de/fachwerkhaus-alt-verlassen-1434934/</a>	37
-Abb.24.: Fachwerkbau 02. Kolb 2008, 56.	38
-Abb.25.: Balloon-Frame. Kolb 2008, 60.	39
-Abb.26.: Plattform-Frame. Kolb 2008, 61.	39
-Abb.27.: Rahmenbau 01. Kolb 2008, 63.	40
-Abb.28.: Rahmenbau 02. Kolb 2008, 63.	40
-Abb.29.: Skelettbau. Kolb 2008, 88.	41
-Abb.30.: Massivholzbau. Kolb 2008, 116.	42

-Abb.31.: Photosynthese.	44
-Abb.32.: Wald 02.	45
-Abb.33.: Vorfertigung 01.	47
-Abb.34.: Vorfertigung 02.	48
-Abb.35.: Vorfertigung 03.	49
-Abb.36.: Abbund.	50
-Abb.37.: Platzbedarf Abbundmaschine.	
<a href="https://www.hundegger.de/de/maschinenbau/produkte/abbundmaschinen/abbundmaschine-k2i.html">https://www.hundegger.de/de/maschinenbau/produkte/abbundmaschinen/abbundmaschine-k2i.html</a>	50
-Abb.38.: Elementfertigung.	51
-Abb.39.: Hallenkran.	52
-Abb.40.: Stoa des Attalos Athen 01.	
<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Stoa_of_Attalos_at_the_Ancient_Agora_of_Athens_3.jpg">https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Stoa_of_Attalos_at_the_Ancient_Agora_of_Athens_3.jpg</a>	54
-Abb.41.: Stoa des Attalos Athen 02. <a href="https://www.pinterest.com/pin/471470654724496169/">https://www.pinterest.com/pin/471470654724496169/</a>	54
-Abb.42.: Monadnock Building Chicago.	
<a href="http://openbuildings.com/buildings/monadnock-building-profile-7743/media#!buildings-media/1">http://openbuildings.com/buildings/monadnock-building-profile-7743/media#!buildings-media/1</a>	55
-Abb.43.: One Charles Center. <a href="https://www.tumblr.com/search/one%20charles%20center">https://www.tumblr.com/search/one%20charles%20center</a>	56
-Abb.44.: Büro 01. <a href="https://www.servicepartner.one/de/magazin/bueroleben/zukunft-der-bueroarbeit">https://www.servicepartner.one/de/magazin/bueroleben/zukunft-der-bueroarbeit</a>	57
-Abb.45.: Großraumbüro.	58
-Abb.46.: Gruppenbüro.	59
-Abb.47.: Zellenbüro.	60
-Abb.48.: Kombibüro.	61
-Abb.49.: Hector Egger 01. <a href="http://www.hector-egger.ch">www.hector-egger.ch</a>	64
-Abb.50.: Hector Egger 02. <a href="http://www.hector-egger.ch">www.hector-egger.ch</a>	65
-Abb.51.: Hector Egger 03. <a href="http://www.hector-egger.ch">www.hector-egger.ch</a>	66
-Abb.52.: Hector Egger 04. <a href="http://www.hector-egger.ch">www.hector-egger.ch</a>	67
-Abb.53.: Renggli Werk 01. <a href="http://www.renggli-haus.ch">www.renggli-haus.ch</a>	68
-Abb.54.: Renggli Werk 02. <a href="http://www.renggli-haus.ch">www.renggli-haus.ch</a>	69
-Abb.55.: Renggli Werk 03. <a href="http://www.renggli-haus.ch">www.renggli-haus.ch</a>	70
-Abb.56.: Public Address 01. <a href="http://kommunikation2b.de/zukunftsweisender-hybridbau/">http://kommunikation2b.de/zukunftsweisender-hybridbau/</a>	71
-Abb.57.: Public Address 02. <a href="http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/">http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/</a>	72
-Abb.58.: Public Address 03. <a href="http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/">http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/</a>	72
-Abb.59.: Public Address 04. <a href="http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/">http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/</a>	73
-Abb.60.: Public Address 05. <a href="http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/">http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/</a>	73

-Abb.61.: Millstätter See.	75
-Abb.62.: Karte 01. google maps	76
-Abb.63.: Karte 02. google maps	77
-Abb.64.: Baupatz 01.	78
-Abb.65.: Bauplatz 02.	78
-Abb.66.: Raumdiagramm.	80
-Abb.67.: Konzept.	82
-Abb.68.: Wandel.	103
-Abb.69.: Klangwolken über Berlin.	
<a href="https://www.dear-magazin.de/projekte/Klangwolken-ueber-Berlin_13516785.html">https://www.dear-magazin.de/projekte/Klangwolken-ueber-Berlin_13516785.html</a>	104
-Abb.70.: Wurzel.	105

### **Tabellenverzeichnis:**

-Tabelle.01.: Feuchtegehalt.	14
-Tabelle.02.: Rohdichten.	17
-Tabelle.03.: Brandverhalten.	18
-Tabelle.04.: Holzwachstum.	43
-Tabelle.05.: Platzbedarf.	80

## Quellenverzeichnis:

### Bücher

- Arnold, Thomas u.a.: Entwurfsatlas Bürobau. Basel/Berlin/Bosten 2002
- Eisele, Johann / Staniek, Bettina (Hg.): BürobauAtlas. Grundlagen Planung Technologie Arbeitsplatzqualitäten, München 2005
- Fellner, Josef u.a.: Holzbau Handbuch. Leopoldsdorf 2000
- Fitz, Angelika / Kadawittfeldarchitektur (Hg.): Arbeitende Orte. Bürobauten mit Wert und Mehrwert, Wien 2012
- Hoffmann, Kurt / Griese, Helga: Bauen mit Holz. Form, Konstruktion und Holzschutz, Stuttgart 1966
- Knirsch, Jürgen: Büroräume Bürohäuser. Gelingt der Wandel zum Lebensraum Büro?, Leinfelden-Echterdingen 1996
- Kolb, Josef: Holzbau mit System. Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile, Basel/Bosten/Berlin 2008
- Pierer, Helmut: Holzbau in der Steiermark. Graz 2002
- Radkau, Joachim / Schäfer, Ingrid: Holz. Ein Naturstoff in der Technikgeschichte, Reinbek bei Hamburg 1987
- Ronacher, Herwig: Architektur und Zeitgeist. Irrwege des Bauens unserer Zeit Auswege für das neue Jahrtausend, Klagenfurt 1998
- Schnittich, Christian: Best of Detail. Büro Office, München 2013
- Steiger, Ludwig: Basics Holzbau. Basel/Bosten/Berlin 2007

### Zeitschriften und Ausstellungskataloge

- Fermacell (Hg.): Fermacell Firepanel A1. Die neue Dimension im Brandschutz, o.O 2012
- Holzforschung Austria: Brandverhalten von Holz- und Holzwerkstoffe. Anforderungen – Entwicklungen, o.O o.J
- Hundegger,Hans(Hg.): Abbundmaschine K2i. Die Hochleistungsmaschine für alle Holzbaubetriebe, Hawangen 2015
- KLH Massivholz GmbH (Hg.): Kreuzlagenholz.o.O 2013
- Weinmann Holzbausystemtechnik GmbH(Hg.): Das Gesamtprogramm für den Holzbau. St.Johann - Lonsingen 2015

### Richtlinien

- OIB Richtlinie 2 (Brandschutz) Ausgabe März 2015
- OIB Richtlinie 2.1 ( Brandschutz bei Betriebsbauten) Ausgabe März 2015
- OIB Richtlinie 3 ( Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz) Ausgabe März 2015
- OIB Richtlinie 4 (Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit) Ausgabe März 2015

## Internetquellen

- Die Geschichte des Holzbaus, <http://www.suedtirolhaus.it/de/rohstoff-holz/vergangenheit>, [13.10.2016]
- „Feuer & Flamme“: Holz hat Energie, <http://www.jorkisch.de/de/aktuell/news/2011/09/feuer-und-flamme.php> [17.10.2016]
- Holzspanwerkstoffe – Arten und Herstellung ,<https://www.bauredakteur.de/holzspanwerkstoffe-arten-und-herstellung/> ,[14.01.2017]
- Holzfaserverwerkstoffe, <http://glossar.item24.com/de/start/view/glossary//de%7Cen/item/holzfaserverwerkstoffe/>,[14.01.2017]
- Holzwolle-Leichtbauplatte, <https://de.wikipedia.org/wiki/Holzwolle-Leichtbauplatte>, [14.01.2017]
- Pixabay, <https://pixabay.com/de/fachwerkhaus-alt-verlassen-1434934/>, [19.02.2017]
- Stoa of Attalos, [https://en.wikipedia.org/wiki/Stoa\\_of\\_Attalos](https://en.wikipedia.org/wiki/Stoa_of_Attalos), [24.04.2017]
- Stoa plan,<https://www.pinterest.at/pin/471470654724496169/?lp=true>, [24.04.2017]
- Monadnock Building, <http://openbuildings.com/buildings/monadnock-building-profile-7743/media#!buildings-media/1>, [24.04.2017]
- One Charles Center, <https://www.tumblr.com/search/one%20charles%20center>, [24.04.2017]
- Die Zukunft der Büroarbeit: kreativer Austausch vor Ort statt einsam im Home-Office, <https://www.servicepartner.one/de/magazin/bueroleben/zukunft-der-bueroarbeit>, [30.05.2017]



- Das 1. iBuilding Deutschlands, <http://www.hybridbau.eu/projekte/unternehmenszentrale-fuer-messebauer/> ,[23.03.2017]
- Zukunftsweisender Hybridbau, <http://kommunikation2b.de/zukunftsweisender-hybridbau/> ,[23.03.2017]
- Holzbau der Zukunft, <http://hdz.devweb.mwn.de/HDZ/> , [02.10.2017]
- Klangwolken über Berlin, [https://www.dear-magazin.de/projekte/Klangwolken-ueber-Berlin\\_13516785.html](https://www.dear-magazin.de/projekte/Klangwolken-ueber-Berlin_13516785.html) , [02.10.2017]
- [www.baubook.at](http://www.baubook.at)
- [www.hundegger.de](http://www.hundegger.de)
- Abbundmaschine K2i, <https://www.hundegger.de/de/maschinenbau/produkte/abbundmaschinen/abbundmaschine-k2i.html> , [15.04.2017]
- [www.homag.com](http://www.homag.com)
- Schmetterlingswender, [https://www.homag.com/produktdetail/show/Product/schmetterlingswender/?sword\\_list\[\]=schmetterlingswender&no\\_cache=1](https://www.homag.com/produktdetail/show/Product/schmetterlingswender/?sword_list[]=schmetterlingswender&no_cache=1) , [15.04.2017]
- [www.abus-kransysteme.de](http://www.abus-kransysteme.de)
- Zweiträgerlaufkräne, <https://www.abus-kransysteme.de/krane/laufkrane/zweitraegerlaufkrane> , [22.04.2017]
- [www.hector-egger.ch](http://www.hector-egger.ch)
- Form folgt Funktion, <http://www.hector-egger.ch/?pageID=47&Ing=de> , [13.04.2017]
- E-Tankstelle, <http://www.hector-egger.ch/E-Tankstelle/> , [13.04.2017]
- Auf den Schultern der Väter sieht man weiter, <http://www.hector-egger.ch/?pageID=37&Ing=DE> , [13.04.2017]
- Unsere Traumfabrik, <http://www.hector-egger.ch/traumfabrik/> , [13.04.2017]

- [www.renggli-haus.ch](http://www.renggli-haus.ch)
- Zahlen & Fakten, <http://renggli-haus.ch/ueber-uns/portraet/zahlen-und-fakten>, [23.03.2017]
- Renggli-Werk in Schötz LU, <http://renggli-haus.ch/referenzen/gebäude/renggli-werk-in-schoetz-luzern/>, [23.03.2017]
- [www.holzforschung.at](http://www.holzforschung.at)
- [www.google.at/maps](http://www.google.at/maps)