

Möglichkeiten eines vielgeschossigen Holzbaus im urbanen Raum mit Zielrichtung auf acht oder mehr Geschosse

schluder architektur ZT GmbH

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

70/2009

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Möglichkeiten eines vielgeschossigen Holzbaus im urbanen Raum mit Zielrichtung auf acht oder mehr Geschosse

schluder architektur ZT GmbH
DI Peter Krabbe, Architekt DI Michael Schluder

TU Wien, ITI
Holzforschung Austria / Bautechnik
WIEHAG Holding GMBH
Vasko + Partner Ingenieure ZT GmbH
UNIQA Sachversicherungen
brand Rat ZT GmbH
PE CEE GmbH
Rhomberg Bau GmbH
Arsenal Research

Wien, November 2008

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie *Haus der Zukunft* intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1.	Kurzfassung des Forschungsprojektes <i>achtplus</i>	9
1.1.	Kurzfassung.....	9
1.2.	Abstract (english).....	10
2.	Projektabriss	11
2.1.	Braucht Stadt Holz?	11
2.2.	Die Projektphasen	12
2.3.	Der Arbeitsablauf	14
2.4.	Die Untersuchungsergebnisse	14
2.5.	Der Blick nach vorne.....	16
3.	Einleitung.....	17
3.1.	Motivation	17
3.2.	Initiierung der erweiterten Feasibility study <i>achtplus</i>	18
3.3.	Verfolgte Ziele.....	20
3.4.	Die Arbeitspakete	20
3.5.	Änderungen der Projektphasen	21
4.	Projektphasen.....	23
4.1.	Projektphase 1, Positionierung	23
4.1.1.	Zusammenfassung	23
4.1.2.	Rhomberg Bau GmbH; Mag. Michael Zangerl; DI Ulrich Forster	25
4.1.3.	schluderarchitektur ZT GmbH; DI Michael Schluder, DI Peter Krabbe	27
4.1.4.	PE CEE GmbH; Dr. DI Merl	29
4.2.	Projektphase 2, Typenentwicklung.....	36
4.2.1.	Zusammenfassung	36
4.2.2.	Schluder Architektur ZT GmbH; DI Michael Schluder, DI Peter Krabbe	37
4.2.3.	Brandrat ZT GmbH; DI Frank Peter	53
4.2.4.	Besprechungsprotokoll	55
4.3.	Projektphase 3, Tragwerksentwicklung	61
4.3.1.	Zusammenfassung	61

4.3.2.	TU Wien, ITI; Professor DDI Wolfgang Winter, Dr. DI Kamyar Tavoussi; Dr. DI Yoshiaki Amino, MSc Tamir Pixner	64
4.3.3.	Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH; Lothar Heinrich.....	79
4.3.4.	WIEHAG Holding GmbH; DI Alfons Brunauer	82
4.4.	Projektphase 4, Konstruktive Untersuchung	89
4.4.1.	Zusammenfassung	89
4.4.2.	schluderarchitektur ZT GmbH; DI Michael Schluder, DI Peter Krabbe	90
4.4.3.	Holz Forschung Austria; DI Peter Schober, Dr. DI Martin Teibinger	95
4.4.4.	TU Wien, ITI; Professor DDI Wolfgang Winter, Dr. DI Kamyar Tavoussi; Dr. DI Yoshiaki Amino, MSc Tamir Pixner	99
4.4.5.	Protokoll der Besprechung vom 3.Juli 2008	99
4.5.	Projektphase 5 , Workshop	103
4.5.1.	Zusammenfassung	103
4.5.2.	Protokoll.....	104
4.6.	Projektphase 6, Bewertung	110
4.6.1.	Zusammenfassung	110
4.6.2.	Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH; Lothar Heinrich.....	112
4.6.3.	UNIQA Sachversicherungen AG; Alexander Huter, Oliver Weghaupt	121
4.6.4.	BrandRat ZT GmbH; DI Frank Peter	129
4.6.5.	PE CEE GmbH; Dr. DI Adolf Merl	135
4.6.6.	Rhomberg Bau GmbH; Mag Michael Zangerl, DI Ulrich Forster	156
5.	Zusatz Energie.....	164
5.1.	Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH; Ing. Anita Preisler, MSc.B.eng Patrice Pinel	164
5.1.1.	Gebäude Modell	164
5.1.2.	Ergebnisse der Simulation	170
5.1.3.	Energiebedarf der Anlage	180
5.1.4.	Schlussfolgerungen	181
6.	Schlussfolgerung zu den Projektergebnissen.....	183
6.1.	Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklungen.....	183
6.2.	Zusammenfassung der Ergebnisse nach Projektphasen	183
6.2.1.	Typenentwicklung	183
6.2.2.	Tragwerksentwicklung	183
6.2.3.	Konstruktive Untersuchung	184

6.2.4.	Positionierung	186
6.2.5.	Bewertung des Projektes anhand unterschiedlicher Expertisen	188
6.3.	Einbeziehung der Zielgruppen	191
6.4.	Das Marktpotenzial des vielgeschossigen Holzbaus	192
6.5.	Das Potenzial für ein Demonstrationsprojekt	193
6.6.	Erkenntnisse für das Projektteam	193
7.	Ausblick und Empfehlungen.....	195
7.1.	Chancen und Risiken eines Demonstrationsprojektes	195
7.2.	Weiterführende Arbeiten	196
7.3.	Weiterführende Projekte	196
8.	Tabelle.....	198
9.	Abbildung.....	199
10.	Literatur	202
11.	Anhang	204
11.1.	Weiterführende Literatur	204
11.2.	Protokolle.....	211
11.2.1.	Protokolle 1 – Kickoff Meeting, 07 August 2007	211
11.2.2.	Protokolle 2 – Meeting 3, 21 September 2007 (Siehe Seite 56)	215
11.2.3.	Protokolle 3 – Meeting 4, 09 November 2007 (Siehe Seite 58)	215
11.2.4.	Protokolle 4 – Meeting 5, 13 December 2007	215
11.2.5.	Protokolle 5 – Workshop Meeting, 20 June 2008 (Siehe Seite 104)	217
11.2.6.	Protokolle 6 – Meeting 7, 03 Juli 2008 (Siehe Seite 99)	217

1. Kurzfassung des Forschungsprojektes *achtplus*

1.1. Kurzfassung

Acht oder mehr Geschosse aus Holz – im Projekt *achtplus* wird erforscht, ob und wie diese Vision zur Realität werden kann. Will man den Holzbau als ebenbürtige Alternative im Bauwesen etablieren, müssen Strategien des Bauens mit Holz im urbanen Raum erprobt werden. *Achtplus* behandelt dieses komplexe Thema im Rahmen einer erweiterten Machbarkeitsstudie. Das vorliegende Forschungskonzept stützt sich im Wesentlichen auf vier Säulen:

- Entwicklung und Untersuchung eines städtisch geeigneten Hochhaustypus – acht oder mehr Geschosse – in Holzverbundbauweise mit Büronutzung.
- Grundsätzliche Untersuchung der Machbarkeit in Bezug auf Tragwerk, Vorfertigung und Montage sowie Klärung des Brand- und Personenschutzes.
- Erstellen einer systematischen Stärken-Schwächen-Analyse samt Kostenermittlung zur Evaluierung der Konstruktion inklusive einer Risikoanalyse des Projektes samt Versicherungsmodell.
- Marktorientierten Positionierung der Typologie in Bezug auf die ökonomische und ökologische Relevanz im städtischen Kontext im Sinne nachhaltiger Entwicklung.

Methodik der Forschungsarbeit

Erarbeiten der Großziele in Arbeitssitzungen mit allen Projektbeteiligten (siehe Projektbeteiligtenblatt). Die Bearbeitung der einzelnen Themen erfolgt in Kleingruppen. Die Zusammenführung und Diskussion der Ergebnisse finden in der großen Runde statt.

Ergebnisse

- Es wurden 20 Regelgeschosse in Holzbauweise untersucht und auch rechnerisch nachgewiesen. Berechnung nach Euro-Code.
- Die wesentlichen ökonomischen Faktoren für die Umsetzung des Projektes liegen im Rohbau. Vier unterschiedliche Konstruktionsweisen wurden für die tragende Holzstruktur untersucht und miteinander verglichen. Alle Konstruktionsarten wurden statisch vorbemessen und für tauglich befunden.
- Alle Holzkonstruktionen wurden kalkuliert und monetär bewertet.
- Für Kern-Typus wurde eine Vergleichskalkulation in Massivbauweise erstellt und dem Holzbau gegenübergestellt. Resultat: Der Holzbau liegt in den Errichtungskosten um 12 % höher als der Massivbau.
- Für den Brandschutz wurde die Anforderungen für Hochhäuser (ONR 22000) als Basis herangezogen. Ausnahme: Verwendung von brennbaren anstatt nicht brennbaren Baustoffen. Brandschutz und Evakuierung wurden nachgewiesen.
- Alle Risiken für Personen in einem solchen Gebäude können minimal gehalten werden, zudem werden alle Sicherheiten bewusst erhöht.
- Das Bürogebäude ist im Passivhausstandard möglich, sowohl in Bezug auf die Heizlast als auch auf die Kühllast. Voraussetzung dafür sind beste Verglasung,

Verschattung der Sonnenseiten, Erhöhung der Masse im Deckenaufbau sowie eine natürliche Belüftung.

1.2. Abstract (english)

Eight or more storeys made of timber - the goal of the Eightplus (8+) project is to investigate if this vision can become reality. If we want to establish timber construction as an equally suitable alternative in architecture, our strategies in that method should be tested in the urban area. Eightplus deals with this complex subject by carrying out an extended feasibility. The present research concept is thereby based on the following four pillars:

- Developing and exploring the new type of urban high-rise building - eight or more storeys - in a timber composite construction method along with office use.
- Fundamental clarification of the feasibility in relation to the supporting structure, prefabrication and assembly as well as clarification of fire prevention and personal security.
- A SWOT analysis and a cost analysis to evaluate the construction type as well as a risk analysis including an insurance model.
- Research on the market-oriented positioning in reference to the economic and ecological relevance to the urban context in terms of sustainable development.

Method of research

Setting of objectives in meetings of those involved in the project (see list of participants).

Development and research in small groups.

Merging and discussing of the results in meetings of all those involved in the project.

Results

- The building of 20 standard storeys in timber construction was investigated and proven. Calculation according to Eurocode.
- The relevant economical criteria for the realization of the project are in the shell construction. Four different types of construction for the timber structure were analysed and compared to each other. All construction types were measured and are capable of bearing.
- All construction types were calculated and evaluated.
- The costs for the core type in timber construction are 12% higher compared to solid construction.
- The fire prevention applied meets the demands of high-rise buildings (ONR 22000), except the use of flammable instead of non-combustible material. Fire prevention and evacuation were proven.
- All risks for people in the building can be minimized, in addition safety measures are raised by intention.
- Passive house standard can be applied to the building regarding heating and cooling load. Therefore appropriate glazing, shading arrangements, increase of the thermal mass in the ceilings as well as natural ventilation is required.

2. Projektabriss

2.1. Braucht Stadt Holz?

Wir Europäer sind städtische Menschen. Eine Untersuchung der Europäischen Kommission von 1997 hält fest, dass 80 % von uns in Ballungsräumen, d. h. in Städten von mindestens 10.000 Einwohnern leben. Tendenz steigend. Die Stadt ist ein wachsender, sich wandelnder, attraktiver, kulturell und wirtschaftlich bedeutsamer Raum. Diesen gilt es zu gestalten und dabei den Maßgaben des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Lebens und der Herausforderung der ökologischen Entwicklung unserer Welt gleichermaßen zu entsprechen. Die Weiterentwicklung des urbanen Bauens mit Holz könnte ein Weg sein, dieser Idee eines kulturell interessanten, ökonomisch relevanten und ökologisch umsichtigen Städtebaus gerecht zu werden.

Drei Faktoren, die sich neben anderen als besonders vorteilhaft erweisen, sollen hier angeführt sein:

- Vorfertigung: Holzbauteile werden in immer größeren Elementen vorgefertigt und erlauben damit kurze Bauzeiten, trockene und saubere Baustellen in der Stadt, die nur einen Bruchteil der Lärmentwicklung von konventionellen Baustellen aufweisen.
- Flexibilität: Holzgebäude lassen sich gut umbauen. Bei sich verändernden Nutzungsansprüchen können sie verhältnismäßig unkompliziert adaptiert werden, was die sinnvolle Nutzungsdauer der Gebäude verlängert.
- Ökologie-Bilanz: Holz ist ein CO₂ neutraler Baustoff, d.h. es speichert Kohlendioxid und wirkt sich damit positiv auf die Ökologie-Bilanz des Bauwerkes aus. Ein Faktor, der in Zukunft immer bedeutsamer wird.

Der Holzbau in Europa hat sich in den letzten Jahren mehr und mehr in die Höhe entwickelt, was auch bedeutet, dass sich der Baustoff Holz in den Kernstädten nach und nach etabliert. In Wien wurde bisher mit Holz nur vier- bis fünfgeschossig gebaut. In der Schweiz wurde 2007 ein Sechsgeschosser, in Berlin 2008 ein zentral gelegener Siebengeschosser errichtet. Nur wenige Kilometer vom Zentrum Londons entfernt steht seit heuer ein freistehender neungeschossiger Wohnbau in Holzbauweise, das höchste Gebäude seiner Art.

Die Möglichkeit für so hohe Holzgebäude schafft der Eurocode 5, dessen Normen die Konstruktion und Bemessung von Hochbauten EU-weit regeln und festlegen, unter welchen Voraussetzungen vielgeschossige Holzgebäude realisiert werden können.

Seitdem in Österreich die OIB-Richtlinien (April 2007) eine neue Basis für die Harmonisierung bautechnischer Vorschriften der einzelnen Bundesländer bilden, wird auch hierzulande die Diskussion über Geschosshöhen im Holzbau intensiver geführt.

Das Forschungsprojekt *achtplus* ist ein österreichischer Beitrag zur Entwicklung des urbanen, mehrgeschossigen Holzbau. Sein zentrales Thema ist, ob und in welchem Maße sich der Holzbau im Hochhausbau bewähren kann.

Achtplus untersucht Holzkonstruktionen mit acht oder mehr Geschossen. Die Startlinie von mindestens acht Geschossen ergibt sich aus dem Umstand, dass in Wien ab dem achten Geschoss die Hochhausgrenze erreicht ist. Ab dieser Höhe gelten in der Wiener Bauordnung spezielle Regeln. Die Einflüsse von Wind- und Erdbebenkräften bestimmen dabei die Konstruktion maßgeblich.

Die vier Säulen

Referenzprojekte gab es bei Projektstart keine, auch waren keine tiefer gehenden Untersuchungen zum Thema zu finden. Uns Projektinitiatoren erschien es daher unerlässlich, ein Expertenteam aus allen maßgeblichen Disziplinen zusammenzustellen, um das Thema aus möglichst vielen Blickwinkeln zu überprüfen und mit einem möglichst breit gefächerten, hoch spezialisierten Expertenteam an das Thema heranzugehen.

Die Machbarkeit eines Hochhauses in Holzbauweise sollte nicht nur in technischer Hinsicht untersucht, sondern es sollten auch die ökologischen und wirtschaftlichen Belange beleuchtet werden. Das vorliegende Forschungsprojekt stützt sich dabei im Wesentlichen auf vier Säulen:

- Entwicklung und Untersuchung eines städtisch geeigneten Hochhaustypus in Holzbauweise mit acht oder mehr Geschossen in Büronutzung.
- Grundsätzliche Klärung der Machbarkeit in Bezug auf Tragwerk, Vorfertigung und Montage mit einem Schwerpunkt auf Brand- und Personenschutz.
- Erstellung einer systematischen Stärken-Schwächen-Analyse mit Kostenanalyse zur Evaluierung des Typus inklusive einer Risikoanalyse des Projekts samt Versicherungsmodell.
- Untersuchung der marktorientierten Positionierung des Typus in Bezug auf die ökonomische und ökologische Relevanz im städtischen Kontext im Sinne nachhaltiger Entwicklung.

Als Auflagen des Fördergeber ist ein weiterer Punkt dazugekommen. Für das untersuchte Gebäude soll eine energetische Untersuchung gemacht werden. Ziel ist es, das Gebäude in Richtung Passivhausstandard hin zu entwickeln.

2.2. Die Projektphasen

Diese vier Projekt-Säulen einschließlich des zusätzlich geforderten Punkts der energetischen Betrachtung sind in Arbeitspakete gefasst (Projektphasen), die von einzelnen Projektpartnern oder gegebenenfalls in Kleingruppen bearbeitet worden sind. Die Teilziele der Projektphasen für das Forschungsprojekt *achtplus* gestalten sich folgendermaßen

Phase 1 : Positionierung

Marktorientierte Positionierung eines Hochhauses mit überwiegend konstruktivem Holzanteil im städtischen Gefüge. Definition der Klientel und des Bedarfs. Stellungnahme zum Thema ökologische Relevanz eines Hochhauses in Holzbauweise in Hinblick einer nachhaltigen Entwicklung unserer Städte.

Hauptsächlich beteiligte Unternehmen:

schluderarchitektur ZT GmbH; Rhomberg Bau GmbH; PE CEE GmbH.

Phase 2 : Typenentwicklung

Festlegung eines Grundrisstypus für ein Bürohaus, der optimalen Personenschutz bietet. Dies in Absprache mit den Phasenbeteiligten und unter den obig genannten Rahmenbedingungen. Erstellen einer Sicherheitsanalyse.

Hauptsächlich beteiligte Unternehmen:

schluderarchitektur ZT GmbH; Brandrat ZT GmbH.

Phase 3 : Tragwerksentwicklung

Erarbeiten eines Tragwerks für den gewählten Grundrisstypus aus Holz oder Holzverbund mit optimaler Vorfertigung und materialgerechtem Einbau auf der Baustelle. Festlegung einer ökonomischen Geschossanzahl. Festlegung der technisch machbaren Geschossanzahl.

Hauptsächlich beteiligte Unternehmen:

schluderarchitektur ZT GmbH; TU Wien, ITI; Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH; WIEHAG Holding GmbH.

Phase 4 : Konstruktive Untersuchung

Weiterentwicklung und Beurteilung der Konstruktion anhand folgender Parameter: Brandschutz, Bauphysik, statische Untersuchung. Erstellung eines Gutachtens bezüglich der Konstruktion.

Hauptsächlich beteiligte Unternehmen:

Holzforschung Austria; Brandrat ZT GmbH; TU Wien; Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH.

Phase 5 : Workshop

Zusammenfassung der Ergebnisse, Überarbeitung der Ergebnisse, Entwickeln von Zukunftsperspektiven für das Thema *achtplus*.

Hauptsächlich beteiligte Unternehmen:

Alle an dem Projekt beteiligten Unternehmen.

Phase 6 : Bewertung

Technische Due Diligence, Kostenanalyse, Versicherungsmodell, Brandschutzgutachten, ökologisches Gutachten, Objektrating im Sinne der Immobilienbewertung und eine energetische Betrachtung des Projektes.

Hauptsächlich beteiligte Unternehmen:

Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH; Rhomberg Bau GmbH; UNIQA AG; Brandrat GmbH; PE CEE GmbH; Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH.

2.3. Der Arbeitsablauf

Projektstart war im 26. Juli 2007 mit allen Projektbeteiligten im Veranstaltungsraum von Wiesner Hager Möbel. Alle Projektanten wurden bei dem Kick Off Meeting auf das Projekt eingestimmt. Teilweise waren die Unternehmen skeptisch in Bezug auf die Realisierbarkeit, aber sehr interessiert, andere Unternehmen hatten von vornherein keinerlei Zweifel an einem positiven Ergebnis und diskutierten nur das Wie.

Im Laufe des Forschungsprojektes gab es in regelmäßigen Abständen Vollversammlungen, an denen alle Projektbeteiligten teilnahmen und natürlich zahlreiche Meetings in Kleingruppen, in denen Vorschläge und Richtungen für die großen Meetings ausgearbeitet wurden. Die Projektphasen wurden im Wesentlichen wie oben dargestellt abgearbeitet. Natürlich gab es im Projektverlauf notwendige Änderungen. So wurde die Phase 1 ganz an das Projektende verschoben, da wichtige Informationen für diese Phase erst erarbeitet werden mussten.

Weiters wurden im Projektverlauf einzelne Unternehmen gegen mindestens gleichqualifizierte Unternehmen ausgetauscht. So wurde die Fa. Synergy, die für die energetische Betrachtung des Projektes beauftragt wurde, gegen die Firma „Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH“ ausgetauscht. Grund war der Konkurs der Firma Synergy in der Projektlaufzeit. Die Firma IBS (Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung) wurde durch die Firma Brandrat GmbH ersetzt. Ursachen hierfür waren die immer wieder notwendigen kurzfristigen Meetings bezüglich des Brandschutzes. Dafür war ein Betrieb aus Wien für den Projektablauf wesentlich günstiger als ein Betrieb aus Linz.

Neu dazugekommen ist ein Betrieb, der bei Projektbeginn noch nicht festgelegt war. Es ist die Firma Rhomberg Bau GmbH aus Vorarlberg mit einer Niederlassung in Wien. Rhombergbau Bau GmbH ist ein international tätiges Bauunternehmen, das sich auch mit Development beschäftigt. Im Forschungsprojekt beschäftigte sich Rhomberg Bau GmbH mit der marktorientierten Positionierung des Projektes, dem Immobilienrating und einem Kostenvergleich.

2.4. Die Untersuchungsergebnisse

Bei Projektstart haben wir nach einer Möglichkeit gesucht, im Bereich zwischen 8 und 12 Geschossen die Hochhausgrenze anzukratzen. Mittlerweile haben wir den Nachweis für 17 Geschosse in unterschiedlichen Konstruktionsvarianten im Holzbau, bei drei Sockelgeschossen in Betonbauweise. Dies bedeutet eine Höhe von 65m über Niveau. Um ein vergleichbares Ergebnis zu erzielen, wurde die Untersuchung des Gebäudes mit 3 plus 17 Geschossen und gleich bleibender Grundrissfläche fixiert und mit vier unterschiedlichen Konstruktionsweisen bemessen.

Am Beginn der Untersuchung wurde aus diversen statischen Gründen festgehalten, dass die vertikalen Lasten nicht mittels CLT-Platten abgetragen werden sollen, sondern mit einem Stabwerk in BSH. Die daraus resultierenden Konstruktionen sind durchaus alle interessant und können gleichwertig nebeneinander gestellt werden. Es wurde ein Nachweis nach Euro-Code für die Konstruktionen erbracht. Unterschiedlich ist die Holzmenge, die für die Konstruktionen eingesetzt werden muss sowie deren Kapazität im Erdbebenfall und unter Einwirkung der Windlast. Genauere Untersuchungen zum Gebäude sind von der Firma Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH erstellt worden und im Bericht zu finden.

Weiters wurden von der Firma WIEHAG Holding GmbH die Präfabrikation untersucht und die Möglichkeit, das Gebäude bauseits zu montieren. Für unterschiedliche Anforderungen an einen Bauplatz wie z. B. geringe Manipulationsfläche, enge Wege zur Baustelle etc. sind unterschiedliche Systeme geeignet. So ist das Prinzip Auermann mit einem sehr kleinen Modul (ca. 8m), mit dem die gesamte Fassadenkonstruktion erstellt werden kann, für andere Bauparzellen besser geeignet als das Konstruktionsprinzip RSG mit den sehr langen, schmalen Wandscheiben, für deren Manipulation mehr Fläche benötigt wird.

Für den gewählten Grundriss – der für alle Konstruktionstypen derselbe ist – wurde vom Brandschutzsachverständigen ein Brandschutzkonzept erarbeitet, das den Anforderungen der Norm für Hochhäuser in Wien entspricht – mit einer Ausnahme: Die Konstruktion ist in brennbarem Material errichtet. Weiters wurden die aktuellen OIB-Richtlinien als Basis verwendet. In Abstimmung mit der Firma Brandrat GmbH wurde von der Holzforschung Austria ein Deckenaufbau entwickelt, der sowohl den Brandschutzmaßnahmen als auch seitens der Akustik den Anforderungen des Bürobaues entspricht. Berücksichtigt wurde dabei auch das Schwingverhalten des Bauteiles. Der entwickelte Bodenaufbau wurde für alle untersuchten Konstruktionstypen verwendet.

UNIQA Sachversicherungen hat unter Betrachtung des Gesamtsystems und mit dem Wissensstand eines Projektbeteiligten ein Konzept für eine Gebäudeversicherung erstellt. Alle Parameter, die eine Verteuerung der Versicherungssumme ausmachen, wurden detailliert festgehalten und können in zukünftigen Projekten thematisch bearbeitet werden.

PE CEE GmbH hat für das Projekt die ökologische Untersuchung in Form einer Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment) erstellt. Auf Basis der Angaben der Projektpartner wurden die erforderlichen Baumaterialmengen für die Errichtung sowie der Energiebedarf für den Gebäudebetrieb über 25 Jahre ermittelt. Aus diesen Informationen wurden die Materialmengen und der Primärenergiebedarf von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung bzw. Verwertung der verwendeten Materialien sowie des Gebäudebetriebes ermittelt. Aufgrund der Verwendung des Baustoffes Holz ist einerseits der Anteil erneuerbarer Energie hoch. Diese Energie kann bei der Verwertung der Materialien in einem hohen Ausmaß wieder in Energie umgewandelt werden und so nicht erneuerbare Energie ersetzen. Bei den Umweltwirkungen zeigt sich, dass durch die Verwendung des erneuerbaren Baumaterials Holz der Treibhauseffekt besonders gering ist. Die verwendeten

Materialien haben ein hohes Recyclingpotenzial. Sowohl stoffliche als auch energetische Verwertung am Lebenszyklusende können durch Material- und Energiesubstitution die Umweltwirkungen reduzieren. Somit ist eine hohe Ressourceneffizienz erreichbar.

Das Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH hat sich des Themas energetische Untersuchung des Projektes angenommen. In einer Simulation des Gebäudes wurden acht unterschiedliche Szenarien erstellt und bewertet, immer mit dem Ziel, ein Bürohaus mit den Anforderungen eines Passivhausstandards zu erreichen. Unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen wie Verwendung von optimaler Verglasung, Verschattung der Glasflächen, Erhöhung der Masse in der Deckenkonstruktion, natürliche Belüftung, Absenkung der Temperatur und Belüftung in der Nacht und am Wochenende ist der Passivhausstandard erreichbar – sowohl für die Heizung als auch für die Kühlung des Gebäudes.

Als Abrundung des Ergebnisses wurde von der Firma Rhomberg Bau GmbH eine Kostengegenüberstellung Holzbau versus Massivbau gemacht. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei der Analyse des Rohbaues der Holzbau um 70 % höhere Kosten verursacht. Für die Errichtungskosten bedeutet dies eine Kostenmehrung von 12 %, bezogen auf das gesamte Gebäude. Weiters wurde anhand eines Immobilienratings analysiert, wo die Pluspunkte eines nachhaltigen Bürohauses liegen und wie sie einzuordnen sind.

2.5. Der Blick nach vorne

Im November 2008 wurde das Forschungsprojekt *achtplus* abgeschlossen. Wir blicken also auf 16 Monate intensive Forschungsarbeit zurück. Die Erkenntnisse, die daraus gewonnen wurden, übertreffen sicherlich die ursprünglichen Erwartungen in das Projekt. Wir wissen mittlerweile etwas mehr über die Höhenentwicklung im Holzbau, über Vorteile und Nachteile bis zu einer Geschosshöhe von 20. Die generelle Machbarkeit wurde in diesem strategischen Forschungsprojekt dargelegt und von vielen Seiten aus betrachtet. Für ein Demonstrationsobjekt aber sind noch einige Schritte zu machen. So ist die Primärkonstruktion einer weiteren Optimierung zu unterziehen und ein multifunktionaler Hochleistungsknoten zu entwickeln, der alle Sicherheitsaspekte an das Gebäude erfüllt.

Weiters muss an der Gebäudetechnik und der Fassade weiterentwickelt werden.

Wir sind der Meinung, dass die grundsätzliche Schlagrichtung des Projektes richtig ist und die weitere Verfolgung des Themas sich in mehrerer Hinsicht lohnt. Durch die zunehmende Ressourcenknappheit, die CO₂-Thematik und die steigenden Preise für Stahl, Dämmstoffe und Beton wird die Bedeutung von Holz zunehmen und als Baustoff immer interessanter werden. Nachhaltige Lösungsansätze zur Entwicklung von Bauwerken leisten nicht nur einen ökologischen Beitrag im schonenden Umgang mit Ressourcen, sondern auch zur Stärkung der Wettbewerbsposition innovativer Unternehmen.

3. Einleitung

3.1. Motivation

Die mittlerweile für uns alle sichtbaren Zeichen der Klimaveränderung machen eine Sache klar: Wenn wir unseren Lebensstandard und unsere -qualität auf dem bisherig hohen Niveau halten und dies auch kommenden Generationen bieten wollen, müssen wir bei der Nutzung und dem Verbrauch von energierelevanten Rohstoffen eine Wende in unserem Denken und Handeln herbeiführen.

In der Baumasse unserer Städte steckt enorm viel gebundene Energie. Die meisten der bisher eingesetzten Rohstoffe sind jedoch nur begrenzt verfügbar. Wenn wir beginnen, für Teile der Baumasse einen nachwachsenden Rohstoff einzusetzen, ist ein umsichtiger und Lebensqualität sichernder Schritt zur Ökologisierung unseres Lebensraumes getan.

Holzbau ist von enormer strategischer Bedeutung für unseren Lebensraum Stadt. Kaum ein Werkstoff hat so viele Gesichter, bietet so unterschiedliche Einsatzvarianten im täglichen Leben und birgt so viel unentdecktes Potenzial in sich.

Wir sehen es als wichtige Strategie für die Entwicklung unserer Städte, den Holzbau nicht nur im Bereich der Peripherie (vier Geschosse), wo er seine Qualitäten bereits entfaltet, weiterzuentwickeln, sondern einen technisch hochwertigen Holzbau auch in den Kernstädten zu etablieren. Städte spielen in Europa eine zentrale Rolle. Schon heute leben 80 % der Europäer in städtischen Ballungsräumen, Tendenz steigend. Will man den Holzbau also als ebenbürtige Alternative im Bauwesen etablieren, müssen Strategien des Bauens mit Holz im urbanen Raum erprobt werden.

Die höhere Bebauungsdichte und die Gebäudehöhe in den Kernstädten stellen den konstruktiven Holzbau freilich vor völlig neue Herausforderungen. So haben bisher die behördlichen Auflagen an den Brandschutz sowie die im Hochhausbereich erhöhten Anforderungen an Material, Evakuierungs- und Erdbebensicherheit ernsthafte Überlegungen in Richtung eines konstruktiven Holzbaus von vornherein unterbunden.

Dennoch hat die Entwicklung des Holzbaus in den letzten sechs bis sieben Jahren weitreichende Veränderungen erfahren. So wurde einerseits die Produktpalette der Bauelemente aus Holz stark entwickelt und erweitert, während das Material Holz als urbaner Baustoff bereits wesentlich höhere Akzeptanz findet.

Ein Indikator dafür ist etwa die Auslobung des Holzbauwettbewerbes „wienwood 05“, ein Preis, der sich auf Holzbauprojekte in und um Wien konzentriert und dessen Ergebnis hochqualitative Bauwerke im Wiener Raum zusammenfasst (Anerkennungspreis für das Büro Schluder). Andere Holzbaupreise und -wettbewerbe haben sich in den Bundesländern schon seit Jahren etabliert und zeigen immer wieder bemerkenswerte Ergebnisse.

Entscheidend für die Entwicklung des Holzbaus in Wien war der Vorstoß der Wiener Bauordnung 2001, vier Geschosse in Holz zuzulassen, den Prof. Winter von der TU Wien maßgeblich vorangetrieben hat.

Der Holzbau in Europa hat sich in den letzten Jahren mehr und mehr in die Höhe entwickelt, was auch bedeutet, dass sich der Baustoff Holz in den Kernstädten nach und nach etabliert. In Wien wurde bisher mit Holz nur vier- bis fünfgeschossig gebaut.

2005 wurde in der Schweiz, mit großer Vorarbeit von „Lignum“, die gesetzliche Basis dafür geschaffen, fünf Vollgeschosse und ein Staffelgeschoss in Holz zu errichten. Mitte 2006 schon wurde der erste „Sechsgeschosser“ in Steinhausen (Schweiz) fertig gestellt.

In Berlin wurde 2008 ein zentral gelegener Siebengeschosser errichtet. Nur wenige Kilometer vom Zentrum Londons entfernt steht seit heuer ein freistehender neungeschossiger Wohnbau in Holzbauweise, das höchste Gebäude seiner Art.

Die Möglichkeit für so hohe Holzgebäude schafft der Eurocode 5, dessen Normen die Konstruktion und Bemessung von Hochbauten EU-weit regeln und festlegen, unter welchen Voraussetzungen vielgeschossige Holzgebäude realisiert werden können.

Seitdem in Österreich die OIB-Richtlinien (April 2007) eine neue Basis für die Harmonisierung bautechnischer Vorschriften der einzelnen Bundesländer bilden, wird auch hierzulande die Diskussion über Geschosshöhen im Holzbau intensiver geführt.

Nur das Ausloten, Erkennen und der richtige Umgang mit all den Materialeigenschaften von Holz ermöglichen eine Weiterentwicklung zu einem zeitgemäßen, funktionellen und leistungsfähigen Werkstoff, der einen sinnvollen Beitrag für eine zukunftsorientierte Entwicklung in unseren Städten leisten kann.

3.2. Initiierung der erweiterten Feasibility study *achtplus*

Die hier kurz angerissenen Überlegungen und Entwicklungen nahmen wir, das Büro Schluder Architektur ZT GmbH, zum Anlass, ein Forschungsprojekt zu initiieren, das sich mit dem wirtschaftlichen Einsatz des Holzbaus im Hochhausbereich auseinandersetzt und alle Aspekte seiner Machbarkeit prüft.

Die technische Umsetzbarkeit eines Hochhauses in Holz wird von den meisten Experten nicht bezweifelt. Die Herausforderungen eines solchen Projektes aber sind sehr hoch. Eine bessere Einschätzung der Risiken und einen Lösungsweg für ein derart interessantes Thema aufzuzeigen, ist Aufgabe dieses Projektes.

Unsere Literaturrecherche hat nur ein Projekt, das in diese Richtung weist und sich konkret mit Holz im Hochhausbau beschäftigt, zu Tage gebracht. Es handelt sich dabei um eine Design- und Technikstudie im Auftrag der Xylo AG und der Hochschule Lichtenstein aus

dem Jahre 2002. Drei Architekturbüros (Herzog und Sieveke, Morger und Degelo, MVRDV) waren dabei aufgefordert, die Möglichkeiten und Chancen des Werkstoffes Holz im Hochhausbau aufzuzeigen (Informationsquelle: www.tec21.ch; Prof. Winter war in die Schlussveranstaltung geladen).

Eine aktuelle Studie „Mehrgeschossige Bauwerke aus Holz. Eine Recherche zur Identifizierung von 6- oder höhergeschossigen Wohnbauten als Holzkomplettlösungen“ (von: Borderstep Institut; Autor: Eimertenbrink, Mark; Fichter, Klaus; Berlin, Dez. 2006) bringt die aktuelle Situation folgendermaßen auf den Punkt: „Fazit: Das höchstgeschossige Wohngebäude mit kompletter Holztragwerkkonstruktion, das im Rahmen dieser Untersuchung ermittelt werden konnte, weist fünf Geschosse plus Staffelgeschoss auf.“

Im Rahmen von „Haus der Zukunft“ wurden einige Projekte in diesem Themenkreis erarbeitet und unterstützt wie zum Beispiel „*Evaluation der Planungs- und Bauprozesse von Holzgeschosswohn- und Bürobauten und Entwicklung von Maßnahmen zur Optimierung dieser*“ oder „*Sozialer Wohnbau, Holz- Passivhaus Mühlweg, 1210 Wien*“ unter Mitwirkung der Holzforschung Austria (HFA Dr. Teibinger ist im Kernteam von *achtplus*).

Von besonderer Bedeutung ist das HDZ Projekt „*Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau*“, ein Projekt, das maßgeblich von Prof. DDI W. Winter erstellt wurde (Prof. Winter ist als Partner in das Forschungsprojekt *achtplus* eingebunden). Die dabei erarbeiteten Ergebnisse lassen sich als gute Basis für eine weitere Verdichtung des Holzbaues verstehen. Das hier angeregte Forschungsprojekt *achtplus* sieht sich als logische Fortführung des Projektes von Prof. Winter an und somit auch als eine Fortführung der Programmlinie des HDZ. *achtplus* möchte diesen Weg um einen Schritt weitergehen und neue Grenzen für den Werkstoff Holz definieren.

Als ein weiteres HDZ-Projekt, dessen sich das Forschungsprojekt *achtplus* bedient, ist „*IMMO RATE; Leitfaden für das Immobilienrating nachhaltiger Wohnbauten*“, das unter Mitwirkung von Rhomberg Bau GmbH durchgeführt und abgeschlossen wurde. Das hierbei entwickelte Tool des Immobilienratings mit dem Schwerpunkt auf einer besseren und genaueren Bewertung eines nachhaltigen Gebäudes konnte bei dem hier vorliegendem Projekt als Instrument verwendet werden. Die Firma Rhomberg Bau GmbH ist beim Projekt *achtplus* als Projektpartner mit dabei. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sind bei den Ergebnissen aufgelistet.

Dass wichtige Teilnehmer der vorangegangenen Forschungsprojekte auch in dem Projekt *achtplus* eine Schlüsselfunktion einnehmen, gewährleistet das Weitertragen und Wirksamwerden bereits erarbeiteter Forschungsergebnisse. Die Projektbeteiligten TU Wien und Holz Forschung Austria sowie Rhombergbau waren als Projektpartner im Arbeitsteam. Auch für weiterführende Projekte werden vorrangig mit diesen Betrieben Gespräche geführt.

3.3. Verfolgte Ziele

Der hier vorliegende Bericht zu dem strategischen Forschungsprojekt „*achtplus*“ wird wie im Forschungsantrag mit den folgenden Zielen definiert.

- Entwicklung und Untersuchung eines städtisch geeigneten Hochhaustypus – mit acht oder mehr Geschossen in Holzverbundbauweise mit Büronutzung.
- Grundsätzliche Klärung der Machbarkeit in Bezug auf Tragwerk, Vorfertigung und Montage sowie Klärung des Brandschutzes und des Personenschutzes.
- Erstellen einer systematischen Stärken-Schwächen-Analyse samt Kostenanalyse zur Evaluierung des Typus inklusive einer Risikoanalyse des Projektes samt Versicherungsmodell.
- Untersuchung der marktorientierten Positionierung des Typus in Bezug auf die ökonomische und ökologische Relevanz im städtischen Kontext im Sinne nachhaltiger Entwicklung.

Als Auflagen des Fördergebers ist ein weiterer Punkt dazugekommen. Für das untersuchte Gebäude soll eine energetische Untersuchung durchgeführt werden. Ziel ist es, das Gebäude in Richtung Passivhausstandard zu entwickeln.

3.4. Die Arbeitspakete

Um diese oben definierten Ziele zu erreichen, wurde das Projekt in sechs Arbeitspakete gefasst.

Phase 1 : Positionierung

Marktorientierte Positionierung eines Hochhauses mit überwiegend konstruktivem Holzanteil im städtischen Gefüge. Definition der Klientel und des Bedarfs. Stellungnahme zum Thema ökologische Relevanz eines Hochhauses in Holzbauweise in Hinblick einer nachhaltigen Entwicklung unserer Städte.

Phase 2 : Typenentwicklung

Festlegung eines Grundrisstypus für ein Bürohaus, der optimalen Personenschutz bietet; dies in Absprache mit den Phasenbeteiligten und unter den obig genannten Rahmenbedingungen. Erstellen einer Sicherheitsanalyse.

Phase 3 : Tragwerksentwicklung

Erarbeiten eines Tragwerks für den gewählten Grundrisstypus aus Holz oder Holzverbund mit optimaler Vorfertigung und materialgerechtem Einbau auf der Baustelle. Festlegung einer ökonomischen Geschossanzahl. Festlegung der technisch machbaren Geschossanzahl.

Phase 4 : Konstruktive Untersuchung

Weiterentwicklung und Beurteilung der Konstruktion anhand folgender Parameter: Brandschutz, Bauphysik, statische Untersuchung. Erstellung eines Gutachtens bezüglich der Konstruktion.

Phase 5 : Workshop

Zusammenfassung der Ergebnisse, Überarbeitung der Ergebnisse, Entwicklung von Zukunftsperspektiven für das Thema *achtplus*.

Phase 6 : Bewertung

Technische Due Diligence, Kostenanalyse, Versicherungsmodell, Brandschutzgutachten, ökologisches Gutachten, Objektrating im Sinne der Immobilienbewertung. Zusammenfassung aller Ergebnisse des Forschungsprojektes in einem Schlussbericht und in weiterer Folge Veröffentlichung der gesamten Studie.

Diese sechs Phasen bilden das Rückgrat des Forschungsprojektes. Mit ihnen wurde das Projekt entwickelt und organisiert.

Eine wichtiges Tool, um sich dem Thema zu nähern, waren in der Anfangsphase die Besprechungen mit allen Projektteilnehmern. In diesen Runden wurden Einzelthemen behandelt und von den unterschiedlichen Standpunkten aus betrachtet. Diese Aussagen wurden protokolliert und dienten als Basis weiterer Studien. Diese wiederum waren Grundlage für die nächsten Gesprächsrunden.

Protokollierte Gesprächsrunden:

1. Meeting: 27. Juni 2007: Kick Off Meeting im Schauraum Wiesner Hager
3. Meeting: 21. September 2007 in der Holzforschung Austria
4. Meeting: 9. November 2007 im Bruno Kreisky Forum
5. Meeting: 13. Dezember 2007 beim Mayer am Pfarrplatz
6. Meeting: 28. März 2008: Zwischenpräsentation im Haus der Industrie (nicht protokolliert)
7. Meeting: 8. Juni 2008: Workshop bei Arsenal Research
8. Meeting: 9. Juli 2008 in der Holz Forschung Austria
9. Meeting: 5. November 2008: Schlusspräsentation im Architektur Zentrum Wien MQ

Die Protokolle sind im Anhang zu finden.

Dazwischen fanden kleinere Gesprächsrunden statt, die für die Detailentwicklung maßgebend waren. Dafür gibt es Mitschriften in handschriftlicher Form, die nicht in ein allgemein versandtes Protokoll mündeten.

3.5. Änderungen der Projektphasen

Mit fortschreitendem Projektstaus hat es sich gezeigt, dass, um ein gutes Ergebnis zu erzielen, der eingereichte Projektfahrplan an einigen Stellen verändert werden muss. Diese Korrekturen wurden mit den Projektbeteiligten besprochen und abgestimmt und dienen ausschließlich der Schärfung des Ergebnisses.

Die Phase 1, Positionierung des Projektes, wurde nach Rücksprache mit dem Ökologen und dem Entwickler an das Projektende gesetzt. Erst dann wurden alle Daten für das Gebäude so festgesetzt, sodass eine klare Positionierung sinnvoll war.

Im Dezember haben wir eine Korrektur innerhalb der Projektphasen Herrn DDI Freund mitgeteilt. Die Korrekturen sind im Forschungsteam kommuniziert und besprochen worden und dienen einer Verbesserung des Ergebnisses.

Auszug aus dem Brief vom 13. Dez. 2007:

Angesichts dieser bisherigen Erkenntnisse, erscheint es uns als Projektleitung und auch dem Forschungsteam als sinnvoll, das Projekt 8+ in folgenden Punkten abzuändern:

Phase 3 – Tragwerksentwicklung und

Phase 4 – Konstruktive Untersuchung

Der Anteil der Holzforschung wird reduziert, das heißt, die Bauphysik (Wandaufbauten, Deckenaufbau in Bezug auf Akustik und Feuchtigkeit in der Konstruktion) und Brandschutz werden nicht in der vorgesehenen Tiefe bearbeitet. Es werden stattdessen ein ca. 5-seitiger Bericht zum Thema Schallschutz und eine brandschutztechnische Beurteilung des Projektes in Zusammenarbeit mit Herrn DI Peter (ca. 10 Seiten) erstellt.

Phase 3 - Tragwerksentwicklung

Der Anteil der Tragwerksentwicklung wird durch die Untersuchung weiterer Rohbautypen aufwändiger, d.h., auf Seiten des Büros Schluder, des Tragwerkslehrinstitutes und der Firma WIEHAG findet auch eine Kostenmehrung statt.

Diese Erweiterung der Untersuchung in Phase 3 wurde angesichts der ersten Ergebnisse notwendig. Im Sinne einer wissenschaftlichen Untersuchung und einer guten Absicherung der Ergebnisse war es sinnvoll, mehrere Rohbautypen parallel zu untersuchen, um dann den am besten geeigneten Typus weiterverfolgen zu können. Die reine Konstruktionsuntersuchung ist eigentliches Kernthema des Projektes und bedarf daher besonderer Beachtung.

4. Projektphasen

4.1. Projektphase 1, Positionierung

4.1.1. Zusammenfassung

Zeitfenster

Juni bis Oktober 2008

Hauptsächlich involvierte Projektbeteiligte

Rhomberg Bau GmbH
schluderarchitektur ZT GmbH
PE CEE GmbH

Aufgabenstellung

Positionierung:

In einem ersten Schritt soll eine Analyse erarbeitet werden, die sich mit der marktorientierten Positionierung eines Hochhauses in Holz im urbanen Gefüge auseinandersetzt. Dazu gehören die ökonomische Relevanz eines solchen Projektes und damit Fragen wie: Wer hat Interesse daran? Wo kann das Projekt platziert werden? Auf welche Klientel muss ein solches Projekt abgestimmt werden? Und in Folge: Welche Parameter muss das Projekt in Hinblick auf die Typenentwicklung aufweisen? Mitbetrachtet werden müssen die gute regionale Verfügbarkeit des Werkstoffs sowie der hohe Vorfertigungsgrad der Bauteile.

Ökologie

Ein weiterer Punkt ist die ökologische Relevanz. Dabei soll die Umweltverträglichkeit in Zahlen gefasst werden. Holz ist ein CO₂-neutraler Baustoff. Die Gewinnung und Verarbeitung des Werkstoffs kann mit sehr geringem Energieeinsatz umgesetzt werden. Auch die Entsorgung des Baumaterials wird Thema sein. Insgesamt ist der Baustoffkreislauf im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu bewerten.

Ziel

Marktorientierte Positionierung eines Hochhauses mit überwiegend konstruktivem Holzanteil im städtischen Gefüge. Definition der Klientel und des Bedarfs. Stellungnahme zum Thema ökologische Relevanz eines Hochhauses in Holzbauweise mit Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung unserer Städte.

Zusammengefasstes Ergebnis

Rhomberg Bau GmbH

Die Firma Rhombergbau ist erst im letzten Drittel (kurz vor dem Workshop am 20. Juni 2008) von *achtplus* in das Projekt eingestiegen. Die Basis für Rhomberg Bau war also ein ausgearbeitetes Ergebnis in unterschiedlichen Varianten. Der späte Einstieg ist positiv zu bewerten, da für die Developer die Betrachtung eines greifbaren Projektes wichtig war. Gespräche mit anderen interessierten Entwicklern im Vorfeld zum Projekt haben gezeigt, dass ohne funktionierendes Gebäudekonzept keine Positionierung möglich war.

Für die Firma Rhomberg Bau GmbH hat der Holzbau neben der ökologischen Komponente den Vorteil des modularen Bauens, der kurzen Bauzeit und der trockenen Baustelle. Diese Faktoren machen den Holzbau in Zukunft auch in großvolumigen Gebäuden im städtischen Bereich interessant. Speziell die Entwicklung eines modularen, großvolumigen Gebäudes hat Potenzial. Hier wird international dafür ganz klar eine Klientel mit unterschiedlicher Motivation geortet: einerseits für den Einsatz nach einem Großereignis, andererseits auch für sehr hochpreisige Lagen, wo schnelles Bauen eine erhebliche Kostenersparnis bedeutet.

schluderarchitektur ZT GmbH

Wir als Architekturbüro haben diese Ergebnisse zum Anlass genommen, ein Projekt an einem Standort in Wien zu entwickeln. Der gewählte Ort ist der Mexikopark im 2. Wiener Gemeindebezirk, direkt an der Donau. Die Parameter für ein *achtplus* Projekt scheinen dort günstig. Es wird dort für die Donauschiffahrt ein signifikantes Gebäude benötigt, das auch als Brückenkopf funktionieren kann. Weiters sprechen der dortige Grundstückspreis und die anliegende Wohnbebauung für eine kurze Bauzeit. Zudem ist ein Gebäude mit diesem Zuschnitt für eine Stadt wie Wien ein gutes Signal in Richtung einer ökologischen Stadtentwicklung.

PE CEE GmbH

Der Beitrag der PE CEE GmbH von Dr. DI Adolf Merl zur Phasenpositionierung beinhaltet die Auswahl der Indikatoren für die ökologische Betrachtung. Weiters werden auf das Projekt bezogene Parameter festgelegt, die für die Weiterentwicklung Einfluss haben wie zum Beispiel die Verfügbarkeit der Rohstoffe, wie können die Komponenten nach der Nutzungsdauer des Gebäudes wieder getrennt werden oder was für eine Nachnutzung könnten Teile des Gebäudes bekommen. Wie hochwertig kann diese sein? Im Wesentlichen wurde durch die Auflistung der Fragen die Entwicklung des Projektes beeinflusst.

4.1.2. Rhomberg Bau GmbH; Mag. Michael Zangerl; DI Ulrich Forster

Motivation für das Projekt

Überwiegend werden Bauten in konventioneller Stahlbeton-Bauweise errichtet. Durch die zunehmende Ressourcenknappheit, die CO₂-Thematik und die steigenden Preise für Stahl, Dämmstoffe und Beton wird die Bedeutung von Holz zunehmen und es wird als Baustoff immer interessanter werden.

Nachhaltige Lösungsansätze zur Entwicklung von Bauwerken leisten nicht nur einen ökologischen Beitrag im schonenden Umgang mit Ressourcen, sondern auch zur Stärkung der Wettbewerbsposition innovativer Unternehmen.

Durch urbane, vielgeschossige Holzbauten soll die Abhängigkeit von konventionellen Baustoffen reduziert werden. Wir gehen davon aus, dass die Preise für Stahl, Beton, Zement weiterhin steigen und Holz als alternativer Baustoff auch für großvolumige Bauwerke an Attraktivität gewinnt.

Stichworte:

- Ressourcenabhängigkeit reduzieren
- Positionierung als umfassender Abwickler von Bauprojekten
- Internationaler USP für bestimmte Zielgruppen
- Minimierung Ausführungsrisiko durch Bausystem

Marktpositionierung

Neben der Wirtschaftlichkeit wird die Positionierung des mehrgeschossigen Holzbaus in geeigneten Märkten als wesentliches Erfolgsmerkmal angesehen.

- Holzbaukonstruktionen eignen sich gut für Regionen, in denen sehr hohe Grundstückspreise gegeben sind. Bei den Käufern bzw. Eigentümern solcher Grundstücke ist davon auszugehen, dass die Preissensitivität gegenüber Käufern von günstigen Grundstücken geringer ist. Nichtsdestotrotz sind kurze Bauzeiten erwünscht, um das Gebäude in möglichst kurzer Zeit seiner Nutzung zuzuführen und eventuelle Renditen zu erzielen (siehe Murray Grove in London; 9-geschossiger Holzbau; zur Zeit höchstes bewohntes Gebäude in Holz weltweit; Architekten Waugh und Thistleton, London)



Abb. 1 Murray Grove, London, England

- Kurze Bauzeiten werden auch dort nachgefragt, wo diese klimatisch bedingt notwendig sind oder wo es die besondere Situation erfordert (z.B. Großereignisse). Darüber hinaus verbessert der frühere Renditebeginn die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.
- Holzbauten werden verstärkt Kundengruppen mit ausgeprägtem Umweltbewusstsein ansprechen. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und somit CO₂-neutral, sein Einsatz also klimafreundlich. Ein Unternehmen kann beispielsweise mit einem Bürohaus in Holzbauweise seine Firmenphilosophie widerspiegeln. Überdies spielen sowohl im gewerblichen wie auch im privaten Bereich traditionelle Werte, die mit dem Holzbau verbunden werden, eine große Rolle.
- In Regionen, in denen großflächig verfügbare Holzvorkommen bestehen, wird Holz als Baustoff vermehrt nachgefragt werden. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur regionalen Wertschöpfung geleistet.
- Die Preissteigerungen der Rohstoffe Stahl, Öl und Gas haben durchschlagende Wirkung auf die Herstellkosten konventioneller Gebäude. Dadurch werden ein geringerer Energieverbrauch bei der Herstellung und kürzere Transportwege zu ökonomischen Argumenten pro Holzbau.
- Bauphysikalische Besonderheiten
 - a) Unbehandeltes Holz nimmt überschüssige Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft auf und setzt diese bei sinkender Luftfeuchtigkeit wieder frei. Holz wirkt auf diese Weise raumklimaausgleichend und sorgt für behaglichere Atmosphäre.
 - b) Raumakustische Anforderungen bedingen bei konventioneller Massivbauweise zusätzliche schallschluckende Flächen. Tragende Bauelemente aus Holz können diese Funktion mit übernehmen, indem die Oberflächenstruktur profiliert hergestellt wird.

- Eine auf „Zur-Schau-Stellung“ des Baustoffes Holz ausgerichtete Architektur ermöglicht den Verzicht auf verkleidenden und verhüllenden Innenausbau. Die Kosten des Innenausbaus werden so weiter gesenkt.

4.1.3. schluderarchitektur ZT GmbH; DI Michael Schluder, DI Peter Krabbe

Beispiel einer städtebaulichen Einfügung des Projektes anhand des Standortes Mexikoplatz in Wien

Auszug aus dem Interview „Grenzerfahrung mit einem Baustoff“ aus dem Zuschnitt Attachment; Dezember 2008. Architekt Michael Schluder erläutert im Gespräch mit Franziska Leeb, warum er das Forschungsprojekt 8+ gestartet hat und welche Erkenntnisse daraus gewonnen wurden.

Leeb : Haben Sie das Projekt im Hinblick auf einen bestimmten Standort bearbeitet?

Schluder: Ich finde, dass Österreich als drittgrößter Holzexporteur der Welt und als Land mit Holzbautradition geradezu die Verpflichtung zum globalen Transfer von konstruktivem Wissen und gestalterischer Kompetenz im Holzbau hat. Daher soll unser Projekt grundsätzlich weltweit einsetzbar sein. Der Standort Österreich wurde dabei natürlich mit einbezogen.

Leeb : Sie haben ein Schaubild angefertigt, welches das von Ihnen entwickelte Holzhochhaus in einer realen Gegend neben der Wiener Reichsbrücke zeigt. Wie kam es zu dieser Wahl

Schluder: In Wien ist das ein richtiger Platz für dieses Projekt. Uns ist die städtebauliche Problemstellung des Wiener Hafens geläufig. Die derzeit fehlende Anbindung der zu Fuß ankommenden Passagiere an die Lassallestraße und die dort befindliche U-Bahn Station könnte mit einer massiven 3-stöckigen Basiskonstruktion als Passage und überdachtem Markt die Basis für einen oder besser noch mehrere Bürotürme in leichter Holzkonstruktion bilden. So könnte ich mir an einem neuralgischen Standort werkstoffspezifisch – als Hybrid – den richtigen Einsatz vorstellen.



Abb. 2 Mexikoplatz Rendering

In jüngerer Zeit entwickelt sich wieder etwas auf und an der Donau. Die Stadt hat den Donaukanal und die Donauufer als attraktiven Stadtraum entdeckt. Auch die Donau selbst als internationaler Wasserweg zwischen den Donaustädten erlebt eine Renaissance. Von Ost- und Westeuropa kommen Touristen über die Donau nach Wien und gewinnen ihren ersten Eindruck von der Metropole direkt am Hafen. Die Distanz vom Schifffahrtszentrum am Handelskai in die Innenstadt beträgt vier U-Bahnstationen. Dieser Ort hat viel Potenzial, zu einem pulsierenden urbanen Subzentrum heranzuwachsen. Als Eingangsportal von der Wasserseite aus wird das Hochhaus aus Holz zum Landmark, das Urbanität, Wirtschaft und ökologische Stadtentwicklung miteinander verbindet. Eine 200 Meter lange Spange legt sich in Analogie zur Reichsbrücke vom Mexikopark über den Handelskai und die Schnellbahntrasse zum Donauhafen. Sie ermöglicht die barrierefreie, fußläufige Verbindung vom Hafen zur U-Bahn und bildet einen anziehenden, witterungsgeschützten Raum in der Stadt. Darunter, im Gelände versenkt, gibt es Parkmöglichkeiten. Darüber, auf die Spange gestellt, sitzt ein sechsgeschossiger Querriegel in Holzbauweise, der die Administration der Wiener Hafen Gesellschaft aufnimmt. Versetzt dahinter befindet sich ein 20-geschossiges Hochhaus, dessen Holzkonstruktion an der Fassade ablesbar ist. Der Bürobau verfügt über einen offenen Grundriss und eine haustechnische Ausrüstung, die den Betrieb des Gebäudes als Passivhaus erlaubt. Das Gebäudekonzept bietet Unternehmen und Organisationen die Möglichkeit, ihre ökologische Grundhaltung an ihrem Standort zum Ausdruck zu bringen.

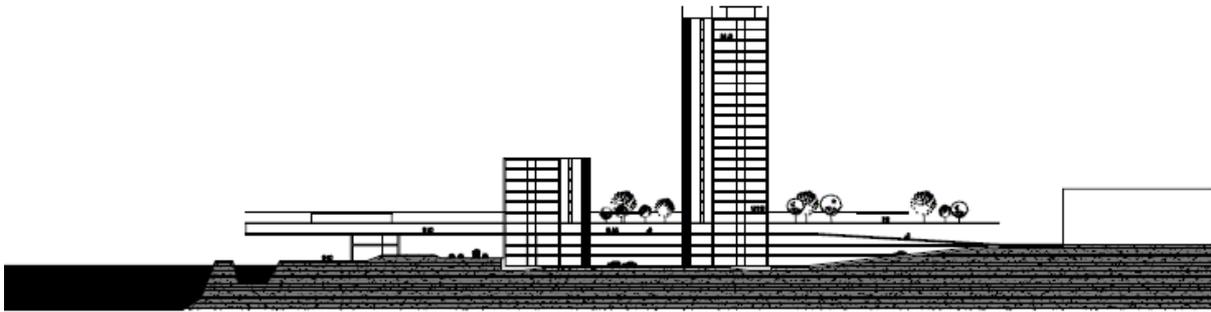


Abb. 3 Schnitt

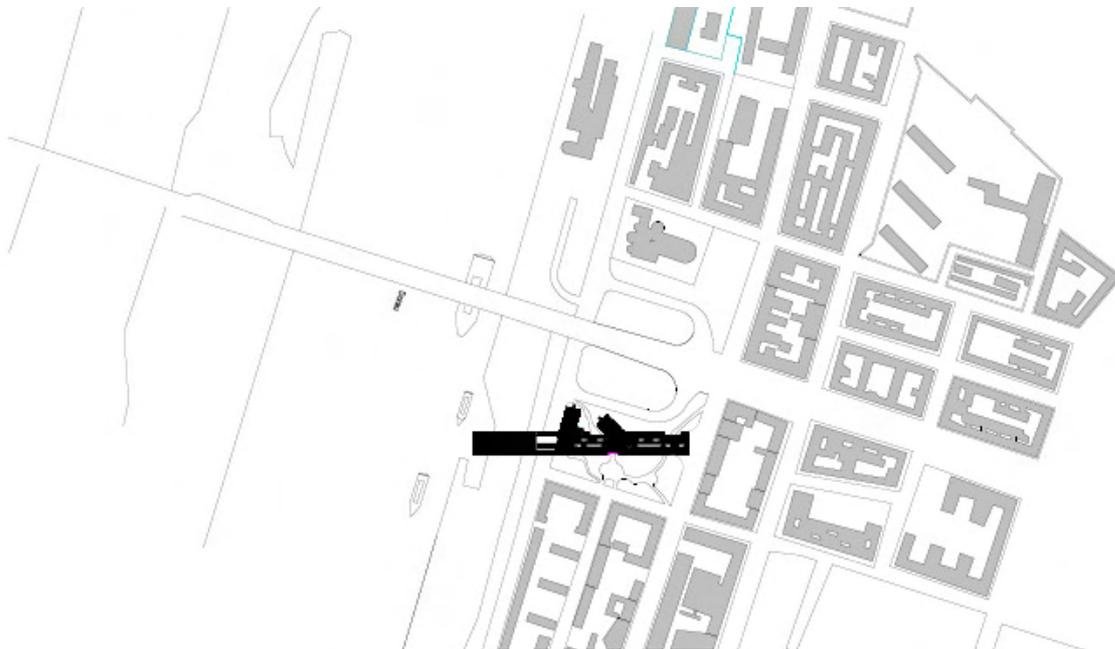


Abb. 4 Lageplan

4.1.4. PE CEE GmbH; Dr. DI Merl

Kriterien

Im Folgendem sind die im Zuge der Projektbesprechungen diskutierte Aspekte dokumentiert. Der detaillierte Gesamtbericht ist unter Phase 6, Bewertung auf Seite 137 zu finden.

Indikatorenauswahl auf Basis von Nachhaltigkeitskriterien

„Nachhaltigkeit“ meint vereinfacht gesagt die Aufrechterhaltung der langfristigen Verträglichkeit menschlicher Aktivitäten in ökonomischer, ökologischer und soziokultureller Hinsicht. Es handelt sich hiermit um einen komplexen Bereich, welcher nicht mit einem einzelnen Indikator beschrieben werden kann.

Der Bericht der Brundtland-Kommission kommt in diesem Zusammenhang zu folgender Feststellung [WCED 1987]: „Eine Gesellschaft wirtschaftet dann nachhaltig, wenn sie die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation angemessen befriedigt, ohne die Möglichkeiten

von zukünftigen Generationen zu beschränken, ihren eigenen Bedürfnissen nachzukommen“. Es herrscht allgemeiner Konsens, dass folgende ökologische Kriterien als Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung eingehalten werden müssen [IUCN et al. 1980; WCED 1987]:

- Die Biodiversität darf durch menschlichen Einfluss nicht verkleinert werden, die genetische Vielfalt muss erhalten werden.
- Die Nutzungsrate von Ressourcen darf deren Regenerationsrate nicht überschreiten, das Ressourcenkapital muss erhalten werden.
- Die Rate der Schadstoffemissionen darf die Kapazität zur Schadstoffadsorption der Umwelt nicht übersteigen, zukünftige Altlasten müssen verhindert werden.
- Die Indikatorwahl muss somit folgende Schutzziele berücksichtigen:
 - Schutz des Menschen: Gesundheit und Lebensraum.
 - Schutz der Umwelt (Ökosysteme, Artenvielfalt von Pflanzen und Tieren, etc.) und der darin eingebetteten Infrastruktur des Menschen mit ihren Kulturgütern und Bauwerken.
- Schonung der Ressourcen Boden, Wasser, Luft, Rohstoffe und Energieträger.
Siehe auch [Merl, 2005].

Die ISO DIS 21930 beschreibt die branchenspezifische Vorgehensweise bei der Deklaration von Bauprodukten hinsichtlich Nachhaltigkeit auf europäischer Ebene. In diesem Normenentwurf werden ganz konkret zu berücksichtigende Materialflüsse und Umweltwirkungen angeführt.

Tabelle 1 Vorgeschlagene Indikatoren gemäß dem Normenentwurf ISO DIS 21 930.

Indikatoren Ressourcenabbau	[Einheit]
Materialverbrauch nicht erneuerbar (MI abiotisch)	[kg]
Materialverbrauch erneuerbar (MI biotisch)	[kg]
Materialeinsatz Recyclingstoffe	[m ³]
Wasserverbrauch	[m ³]
Landverbrauch	[m ²]
Indikatoren Energie	[Einheit]
Primärenergieinhalt nicht erneuerbare Energieträger (KEA ne)	[MJ, kg]
Primärenergieinhalt erneuerbare Energieträger (KEA e)	[MJ, kg]
Indikatoren Abfall	[kg]
Gefährlicher Abfall	[kg]
Indikatoren Umweltwirkungen (LC impact categories)	[Einheit]
Treibhauseffekt (GWP)	[kg CO ₂ – Eq.]
Ozonabbau (ODP)	[kg - CFK - Eq.]
Sommersmog (POCP)	[kg Ethen - Eq.]
Versauerung (AP)	[kg SO ₂ - Eq.]
Eutrophierung (NP)	[kg PO ₄ ⁻ - Eq.]
Humantoxizität (HTP)	[kg 1,4 – DCB – Eq.]
Ökotoxizität (AETP, TETP)	[kg 1,4 – DCB – Eq.]

Indikatoren Raumluftqualität	[Einheit]
Raumluftqualität (verschiedene Indikatoren)	z.B. [TVOC]

Für das Projekt *Achtplus* werden daher folgende Indikatoren gewählt und aus der Sachbilanz der Ökobilanz heraus gearbeitet beziehungsweise mittels der Wirkungsbilanz errechnet. Die Ergebnisse werden in die drei Phasen Herstellung, Nutzung und End of Life unterteilt:

Materialverbrauch unterteilt in Primärmaterialien (abiotisch und biotisch) und Sekundärmaterialien unterteilt. Es erfolgt eine Untersuchung der Verfügbarkeit (regional oder überregional) und des erforderlichen Transportaufwandes. Auf Basis der gewählten Konstruktion wird abgeschätzt, welche Materialfraktionen nach Abbruch/Rückbau des Gebäudes wieder verwendet, weiter verwendet, recycelt, thermisch verwertet oder deponiert werden müssen.

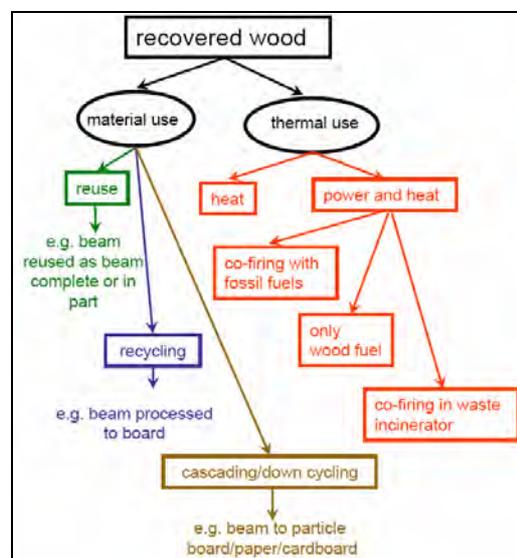


Abb. 5 Schema thermische Verwertung/stoffliche Verwertung [Merl 2005 und Merl 2007]

Abfälle über den gesamten Lebenszyklus werden aus der Sachbilanz entnommen und ausgewiesen.

Analyse des eingebauten Materials

Neben der Sachbilanz über den gesamten Lebenszyklus und der daraus erhaltenen Gesamtabfallmengen werden die in das Gebäude eingebauten Materialien hinsichtlich Verwertungs- und Entsorgungsmöglichkeiten einer Analyse unterzogen. Dabei wird ausgewiesen:

- Gesamtinput
- Abfall Vorkette
- Eingebautes Material:
 - davon wieder verwendbar [%]
 - davon weiter verwendbar [%]
 - davon recyclebar [%]
 - davon downcycling Anteil [%]

- davon thermisch verwertbar [%]
- davon zu deponieren [%]

Der erforderliche **Flächenbedarf** pro Quadratmeter Büronutzfläche für die Bereitstellung der Materialien (Landverbrauch).

Primärenergiebedarf erneuerbar und **nicht erneuerbar**. Die in den eingebauten Materialien gespeicherte Energiemenge wird ausgewiesen und im End of Life Szenario in Form von Credits entsprechend dem regionalen Energiemix berücksichtigt.

Die **Wirkungsanalyse** wird für folgende Indikatoren, welche sich in der internationalen Diskussion durchgesetzt haben und beispielsweise auch für Umweltproduktdeklarationen gemäß ISO 14025 zu verwenden sind, durchgeführt:

- GWP 100 (Treibhauseffekt)
- AP (Versauerungspotential)
- EP (Eutrophierungspotential)
- ODP (stratosphärisches Ozonabbaupotential)
- POCP (Sommermogpotential).

Die erhaltenen Ergebnisse werden auf einen Quadratmeter Büronutzfläche bezogen. Somit werden auch Vergleiche zu anderen Werten aus der Literatur möglich, wobei diese Vergleiche aufgrund möglicher Differenzen in den Systemgrenzen nur bedingt aussagekräftig sind.

Eine Vergleichsmöglichkeit bietet eine Studie (Merl, 2005), welche die gängigen Bauweisen und die dadurch verursachten Materialflüsse des Wohn- und Bürobaues in Wien für das Jahr 2001 quantifiziert und bewertet hat.

Ganzheitliche, momentan in Entwicklung befindliche Bewertungsmethoden verwenden neben den mittlerweile klassischen ökologischen Bewertungsindikatoren (Treibhauseffekt, Versauerung, Bewertung von Materialflussmengen, Ressourcenverfügbarkeit usw.) zunehmend auch sozioökonomische Indikatoren (Lebenszykluskosten, Arbeitsplätze in der Region bzw. pro umgesetzter Rohstoffeinheit, Wertschöpfung pro verbrauchter Ressource, Effekte auf Arbeitsplätze, Anteil beschäftigter Frauen, Unfallhäufigkeit, Gesundheitsaspekte, usw.). Diese Indikatoren werden von der PE International bereits berücksichtigt und sind auch teilweise schon in den Softwaretools implementiert. In möglichen Folgeprojekten ist eine vertiefte Untersuchung dieser Indikatoren möglich.

Grobanalyse des vorgeschlagenen Gebäudekonzept

Folgende Fragen sind für die Beurteilung auf Basis der gewählten ökologischen Indikatoren von den Projektpartnern zu beantworten bzw. sind die geforderten Angaben zur Verfügung zu stellen:

Zum Materialverbrauch

- Welchen quantitativen Materialverbrauch nicht erneuerbar und erneuerbar pro funktionelle Einheit bewirkt der einzelne Gebäudetyp?

- Woher kommen die einzelnen Materialien? Regionale/überregionale Verfügbarkeit – damit verbundene Technologie, regionales Know How für die Erstellung der Konstruktion – welche Betriebe sind in der Lage, die Konstruktion vorzufertigen und damit verbundene Transporte, welche Möglichkeiten der Wiederverwendung oder Weiterverwertung (thermisch effiziente (Wirkungsgrad größer 75 % oder stoffliches Recycling) bestehen im regionalen Kontext (betrifft Baustellenabfälle/Verschnitt und End of Life Szenario) – welche Materialien müssen stofflich/thermisch entsorgt werden?
- Speziell für Holz: Die Holzproduktion in der Forstwirtschaft muss die qualitativen und quantitativen Kriterien einer nachhaltigen Forstwirtschaft berücksichtigen. D.h. Anteil regional verfügbares zu überregional verfügbarem Holz. Anteil zertifiziertes Holz. Sind Tropenhölzer erforderlich?
- Speziell für Holz: Effiziente und nachhaltige Bearbeitung und Verwendung von Holz als Material: Lässt die Konstruktions- und Detailgestaltung auch die Verwertung von Koppelprodukten (minderwertigere Qualitäten) zu? Sind mögliche mehrmalige stoffliche Nutzungszyklen möglich und bleibt dabei die finale energetische Verwertungsmöglichkeit auf die Region abgestimmt erhalten?
- Wie setzt sich der Materialverbrauch qualitativ zusammen? (Anteil unbehandeltes Holz, behandeltes Holz, Leimholz, Holzwerkstoffe, Stahl, Beton, Gipskarton, Dämmstoffe, Kunststoffe, usw. und Arten des Verbundes, Auswirkung auf Nutzphase, Auswirkung auf wählbare Sekundärkonstruktion, usw.)?
- Vermeidung von chemischen Holzschutz wo es möglich ist und sorgfältige Auswahl von Additiven wie Beschichtungen, Klebstoffen, Anstrichen usw. Brandschutz? Welche Holzmodifikationen sind erforderlich, wie lässt sich organisatorischer und konstruktiver Holzschutz integrieren?
- Ist die Konstruktion leicht demontierbar und trennbar, um möglichst sortenreine Materialfraktionen für eine effiziente stoffliche und thermische Verwertung zu erhalten. Kann das im Gebäude eingebaute Ressourcenpotential zukünftig aus heutiger Sicht effizient genutzt werden?

Der Materialverbrauch hat Konsequenzen auf alle weiteren Bewertungsindikatoren.

Entstehende Abfälle, auch jene der Vorketten

Die Verwendung von Baustoffen mit möglichst wenig intensiven Produktions- und Behandlungsaufwand (stofflich und energetisch) reduziert das Abfallaufkommen – zur Beurteilung des Abfallaufkommens ist daher die Kenntnis der Konstruktions- und Detailgestaltung erforderlich.

Flächenbedarf

Hängt mit der Materialverbrauchsmenge zusammen. Speziell bei Holz kann mit materialsparenden Konstruktionen pro ha Waldfläche entsprechend mehr Bürofläche gebaut werden.

Primärenergiebedarf erneuerbar und nicht erneuerbar

Die Verwendung von Baustoffen mit möglichst wenig intensiven Produktions- und Behandlungsaufwand (stofflich und energetisch) reduziert den Primärenergieaufwand. Die thermische Verwertung von Abbruchholz in effizienten Anlagen kann durch Substitution konventioneller Energieträger nicht erneuerbare Energieträger substituieren, wodurch die Energiebilanz über den Lebenszyklus gesenkt werden kann. Verhältnis Primärenergiebedarf erneuerbar zu Primärenergiebedarf nicht erneuerbar.

Wirkbilanz

Zum GWP lässt sich beispielsweise folgendes sagen:

- GWP 100 (Treibhauseffekt) Je höher der Anteil unbehandelten Holzes ist und der Anteil an Produktions- und Modifikationsaufwand für alle anderen Baustoffe ist, desto geringer ist der Treibhauseffekt und damit im ähnlichen Verhältnis der Primärenergiebedarf. Über die Nutzungsdauer wird CO₂ im Gebäude gespeichert. Effiziente thermische Verwertung am Lebenszyklusende bzw. effizientes und hochwertiges stoffliches Recycling ermöglichen durch Substitutionseffekte eine Verbesserung der Treibhausgasbilanz.
- Für die Wirkungskategorien:
- AP (Versauerungspotential)
- EP (Eutrophierungspotential)
- ODP (stratosphärisches Ozonabbaupotential)
- POCP (Sommersmogpotential).
- gilt ähnliches – für detaillierte Abschätzung der Auswirkungen ist jedoch eine genaue Analyse auf Basis der eingesetzten Materialmatrix erforderlich.
- Diese Aspekte sind die Basis für folgende Fragen:
- Welchen quantitativen Materialverbrauch nicht erneuerbar und erneuerbar pro funktioneller Einheit (1 m² Nutzfläche) bewirkt der einzelne Gebäudetyp für die Errichtungsphase, Nutzungsphase und das End of Life?
- Wie ist das Verhältnis Erschließungsfläche zu Nutzfläche bzw. Bruttogeschoßfläche zu Nutzfläche.
- Wie schaut die dazugehörige Materialmatrix für jeden Gebäudetyp aus (Holz unbehandelt, Holz behandelt (Unterteilung in Hartholz, Nadelholz bzw. Holz mit Ursprung außerhalb Europa ist mit Angabe der Herkunft zu versehen), Holzwerkstoffe (OSB, Spanplatten, usw.), Leimholz, BSH, Beton unbewehrt, Beton bewehrt, Estrich, mineralisches Schüttmaterial, alternative Schüttmaterialien (Blähton, Perlit, etc), sonstige mineralische Materialien (Putzsysteme usw.), Bewehrungsstahl, Stahl niedrig legiert, Stahl hoch legiert, andere Metalle (inkl. aller Verbindungsmittel), Gipskarton bzw. Gipsfaserplatten, Dämmstoffe (Angabe der gewählten Materialien), Kuststoffe/Folien, bituminierte Materialien, benötigte Bauhilfsstoffe und Verpackungen; alle Materialangabe unterteilt in „im Bauwerk verbleibend“ und „Abfall/Verschnitt“?

- Welche Tragwerkstypen bzw. Detaillösungen sind den einzelnen Gebäudetypen zugeteilt bzw. welche Wahlmöglichkeiten bestehen bzw. welche Materialverbunde/Materialkombinationen werden dadurch erforderlich?
- Woher kommen die Materialien/Transportdistanzen?
- Welchen Einschränkungen unterliegen die Sekundärkonstruktionen (vor allem Fassaden und Deckenaufbauten) der einzelnen Typen in Abhängigkeit von der Konstruktion/Systemlösung?
- Vor- und Nachteile beim Brandschutz und bei Bauphysik der einzelnen Konstruktionen – Einfluss auf das Gesamtsystem unter Berücksichtigung von Errichtung/Nutzung und Wartung/Rückbau und Entsorgung bzw. Verwertung?
- Beurteilung etwaiger Unterschiede in der Lebensdauer, erwartbare notwendige Auswechslungen von Teilen der Konstruktion über die Gebäudelebensdauer?
- Erhaltungsaufwand, Wartung, Pflege, Reparaturmöglichkeiten und erwartbare Erfordernisse?
- Ist ein unterschiedlicher Einfluss auf die Möglichkeiten der haustechnischen Ausstattung gegeben, unterschiedlicher Energieaufwand für den Betrieb der einzelnen Typen?
- Trennbarkeit der Konstruktionen in sortenreine Fraktionen?

4.2. Projektphase 2, Typenentwicklung

4.2.1. Zusammenfassung

Zeitfenster

Juni bis November 2007

Hauptsächlich involvierte Projektbeteiligte

schluderarchitektur ZT GmbH
Brandrat ZT GmbH
TU Wien; Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau

Aufgabenstellung

Entwicklung eines Hochhaus-Typus mit dem Primärziel des optimalen Personenschutzes sowie ein Evakuierungskonzept mit erhöhtem Sicherheitsfaktor. Rahmenbedingungen dafür sind eine Büronutzung und eine nicht brennbar ausgeführte Vertikalerschließung. Der Fokus wird auf 12 Regelgeschosse angelegt.

Es soll ein Hochhaustypus entwickelt werden, mit dem man ein Höchstmaß an Sicherheit in puncto Brandschutz und Evakuierung des Gebäudes erreichen kann. Die Rahmenbedingungen sollen folgendermaßen abgesteckt werden:

- Büroflächen mit ca. 600 m²/Geschoss.
- Geschosse oberirdisch: ein Sockelgeschoss mineralisch und zwölf Regelgeschosse in Holzbauweise.
- Erschließung: Die gesamte Erschließung mit Fluchtstiegenhäusern, Lifttürmen und Verteilern sollen mit einer nicht brennbaren Tragkonstruktion ausgeführt werden. Dadurch kann in jedem Falle eine unproblematische Evakuierung gewährleistet werden.
- Die Hauptkonstruktion des Gebäudes soll vorwiegend in Holzbauweise erfolgen.

Ziel

Festlegung eines Grundrisstypus für ein Bürohaus, der optimalen Personenschutz bietet – in Absprache mit den Phasenbeteiligten und Einbehaltung der oben genannten Rahmenbedingungen. Erstellen einer Sicherheitsanalyse.

Zusammengefasstes Ergebnis

In einem ersten Schritt haben wir die Erschließungstypologien für ein Hochhaus analysiert. Diese Typologien haben wir auf die Anforderungen an den Holzbau adaptiert. Die daraus erwachsenen Grundrissformen wurden eingehend diskutiert und der in Folge wurde daraus von der TU Wien ein Gebäude zur Abschätzung statisch berechnet. Aus dem gewonnenen Ergebnis wurden folgende Schlüsse gezogen.

- Das Stiegenhaus, in Holz konstruiert, ist für das gesamte Gebäude statisch nicht relevant. Wirksam ist das außen liegende Korsett der Tragkonstruktion.

- Für weitere statische Untersuchungen kann also das Stiegenhaus weggelassen werden.
- Es scheint also interessanter, Rahmenbedingungen für den Grundriss und die Deckenkonstruktion festzulegen und dann die außen liegende Tragkonstruktion, die hauptsächlich die Kräfte in der Folge von Erdbeben und Wind abträgt, in unterschiedlichen Varianten zu untersuchen.

Der festgelegte Grundriss ist ein rechteckiger Grundriss mit einer außen liegenden Erschließung, die aber in die statischen Betrachtungen nicht mit einfließt. Das so erhaltene Ergebnis kann verglichen und interpretiert werden.

Zusätzlich soll ein punktförmiges Gebäude statisch und kalkulatorisch untersucht werden.

4.2.2. Schluder Architektur ZT GmbH; DI Michael Schluder, DI Peter Krabbe

Ausgangssituation

Schon im Projektantrag hatten wir diverse Parameter definiert, die die Typenentwicklung auf einige wenige Grundrisse eingrenzen sollen. Folgende Parameter waren der Ausgangspunkt:

- beste Evakuierbarkeit,
- Fokus 12 Geschosse, aber mindesten über 8 Geschosse,
- Büroflächen mit ca. 600 m²/Geschoss,
- Geschosse oberirdisch: ein Sockelgeschoss mineralisch und zwölf Regelgeschosse in Holzbauweise,
- Erschließung: Die gesamte Erschließung mit Fluchtstiegenhäusern, Lifttürmen und Verteilern sollen mit einer nicht brennbaren Tragkonstruktion ausgeführt werden,
- die Hauptkonstruktion soll vorwiegend in Holz erfolgen.

Schon in unserem Kick Off Meeting im Juni 2007 wurde einige Punkte, die in der Projekteinreichung festgehalten wurden, von den Projektbeteiligten infrage gestellt und sogleich substantiell diskutiert.

Dies betraf die Quadratmeteranzahl pro Geschoss für den Bürobau und die Erschließung in einer nicht brennbaren Ausführung.

Die Grundrissgröße sollte in der folgenden Untersuchung variabel sein und nach oben offen. Dies soll eine bessere Anpassung an diverse Grundstücksgrößen ermöglichen. Weiters sollen auch großvolumige Bauvorhaben mit einer Geschossanzahl unter 10 durch Multiplikation des Grundrisses möglich sein.

Zur Erschließung wurde folgender Standpunkt vertreten und anschließend auch beschlossen. Die Erschließung des Gebäudes ist oft statisch mittragendes Element. Somit ist hier ein anderes Material wie z. B. Beton mit gänzlich anderen statischen Eigenschaften im Anschluss problematisch. Bei Versuchen in Japan waren diese Verbindungspunkte Holz an Stahlbeton laut Professor Winter oft die Stelle, an denen die Verbindungsmittel versagt haben. Weiters ist es sehr wohl möglich, eine Holzkonstruktion so zu verkleiden, dass sie

jeder Anforderung an den Brandschutz gerecht wird. Für das gesamte Projekt ist es allenfalls auch konsequenter, die gesamte Konstruktion in Holz zu denken, zu entwickeln und zu konstruieren.

Für die Typologieentwicklung hatten wir folgenden Ausgangspunkt. Üblicherweise hat man als planender und ausführender Architekt die Situation, dass ein Bauherr oder ein Entwickler mit einem Grundstück kommt und mehr oder weniger genaue Vorstellungen zur Bebauung des Grundstückes hat.

Wir hatten die ungewöhnliche Ausgangsbasis, dass kein Grundstück uns Vorgaben in irgendeiner Form auferlegte. Diese offenen Situation erlaubte uns von Anfang an, ein systematisches Auswahlverfahren anzuwenden.

Kernpunkt dabei ist die vertikale Erschließung im Grundriss. Die Lage des Erschließungsturmes beeinflusst drei Faktoren:

1. Statisches System für das Gebäude
2. Evakuierungssituation
3. Grundrissflexibilität

Drei Grundrisstypen sollen hier kurz gezeigt und erläutert werden. Besprochen werden soll hier die Erschließung und ihr Einfluss auf die oben genannten drei Faktoren

Drei Grundriss-Typologien

- **Der Innen-Kern-Typus**

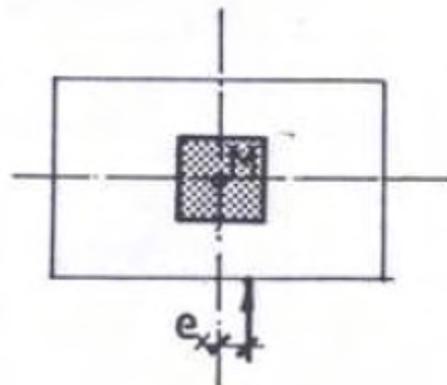


Abb. 6 Der Innen-Kern-Typus

Statisches System:

Der Innen-Kern-Typus (Core Type) hat statisch eine sehr gute Grundform. Der Grundriss ist über beide Achsen gespiegelt. Der Grundriss ist traditionell, oft gebaut und verfügt somit auch über viele Referenzbauten. Der Kern wird im Massivbau statisch mitverwendet. Manchmal ist die zentrale Erschließung die einzige horizontale Aussteifung des Turmes.

Evakuierungssituation:

Von Seiten der Evakuierung her ist der Grundriss gut angelegt. Alle Räume haben kurze Fluchtwege auf das Stiegenhaus hin. Dieses hat üblicherweise zwei ineinander

verschlungene Stiegenläufe, die aber zwei Brandabschnitte darstellen. Für ein Gebäude in Holz könnte es problematisch sein, dass alle Fluchtwege sich auf einen Punkt hin bündeln.
Grundrissflexibilität:

Die nutzbare Grundfläche ist etwa mit 650 m² beschränkt. Damit ist der Grundriss gerade noch für einen Developer interessant. Das Problem ist: Der Grundriss kann nicht erweitert werden. Der springende Punkt ist die Belichtungsfläche. Hierbei kann eine Gebäudetiefe bis zum Erschließungsschacht von max. 8 m angenommen werden. Wenn größere Grundflächen gewünscht sind, ist das mit diesem Typus nicht möglich. Als Punkthaus kann er allerdings auf viele kleinflächige Grundstücke angepasst werden. Vorteil ist eine gute Teilbarkeit der Grundfläche in unterschiedliche Einheiten.

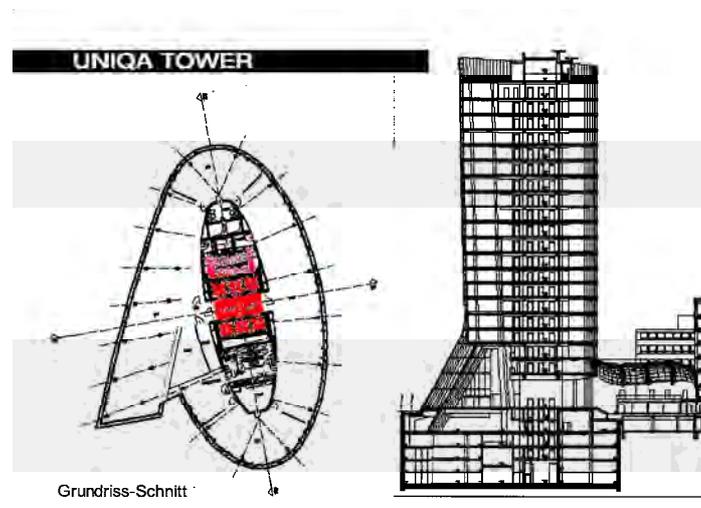


Abb. 7 Beispiel, Uniqa Tower

- **Der Peripherie-Kern-Typus**

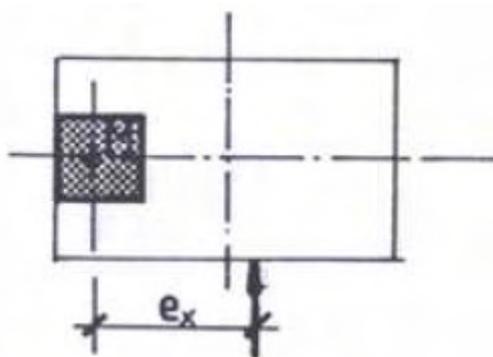


Abb. 8 Der Peripherie-Kern-Typus

Statisches System:

Der Peripherie-Kern-Typus ist statisch schon nicht mehr so gut bearbeitbar. Durch die Exzentrizität des Stiegenhauses entstehen große Momente im Gefüge. Normalerweise ist aber nicht nur ein Kern im Grundriss platziert, sondern wir finden mindestens zwei. Dann ist die statische Situation abhängig von der Lage der Kerne zueinander und der Platzierung im Grundriss

Evakuierungssituation:

Die Evakuierungssituation ist bei einem Stiegenhaus im Grundriss nicht gut. Selbst bei max. 40 m Fluchtweglänge sind das zu viele Fluchtwege, die hier parallel geführt werden. Wenn zwei oder mehrere Stiegenhäuser im Grundriss eingefügt sind, kann die Situation entschärft werden.

Grundrissflexibilität:

Bei nur einem Erschließungspunkt ist keine gute Teilbarkeit im Grundriss möglich. Weiters ist die Grundfläche dann zu klein. Bei zwei oder mehreren Stiegenhäusern ist die Situation der Teilbarkeit gut. Auch kann die Grundrissgröße sehr gut an jede Grundstücksfläche angepasst werden. Bei einer Gebäudetiefe von ca. 17 m kann ein sehr sinnvoller Bürogrundriss erzeugt werden. Die Länge ist dabei variabel. Oftmals stört dennoch der Erschließungskern in der Grundrissfläche.

Negativ sind die Mehrkosten, die durch zwei oder mehrere Stiegenhäuser entstehen.

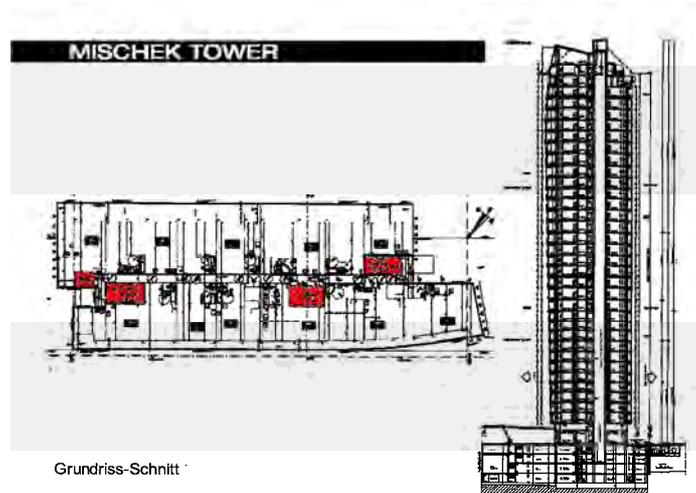


Abb. 9 Beispiel, Mischek Tower

- **Der Außen-Kern-Typus**

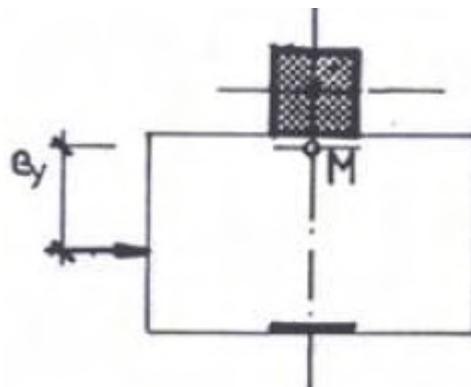


Abb. 10 Der Außen-Kern-Typus

Statisches System:

Statisch verhält sich der Außen-Kern-Typus ähnlich wie der Innen-Kern-Typus. Hier sind aber üblicherweise ebenfalls zwei oder mehrere Stieghäuser angebracht.

Evakuierungssituation:

Wenn von mehreren Stieghäusern ausgegangen wird, ist die Evakuierungssituation sehr gut. Die Kerne können so platziert werden, dass sehr kurze Fluchtwege entstehen. Weiters befindet sich das Stiegenhaus außerhalb des Gebäudes. Diese Situation kann im Brandfalle sehr günstig sein.

Grundrissflexibilität:

Die Grundrissflexibilität ist wie bei dem Innen-Kern-Typus eine sehr gute. Durch Verlängern des Grundrisses kann jede beliebige Grundrissgröße erzeugt werden. Der Vorteil bei dieser Lösung ist, dass auch zwei Grundrisse nebeneinander gestellt werden können. So ist der Grundriss addierbar und daher die beste Performance.

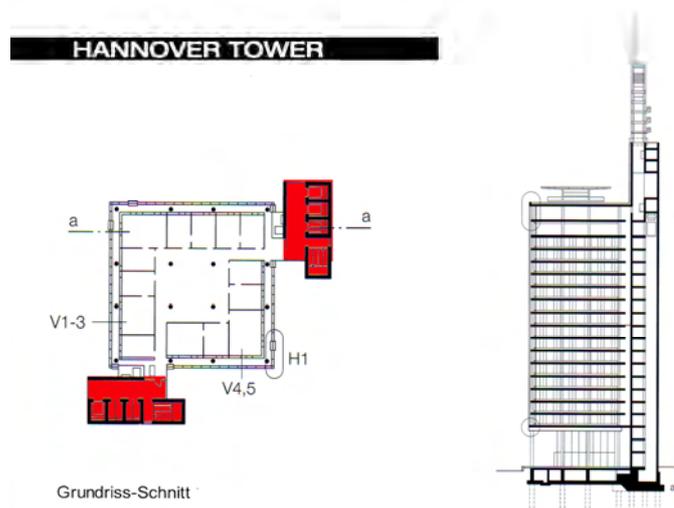


Abb. 11 Beispiel, Hannover Tower

Adaptierung Grundriss-Typologien an den Holzbau

Diese drei Erschließungstypologien sind von uns als Basis herangezogen worden. Daraus wurden drei für den Holzbau kompatible Grundrisse entwickelt, die für ein Gebäude mit Büronutzung funktionieren.

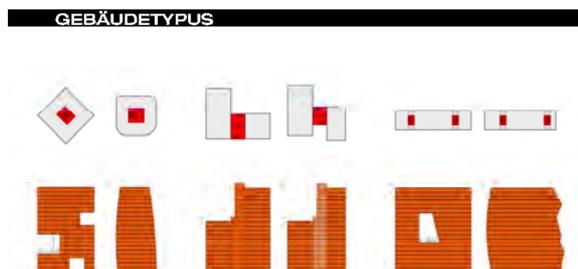


Abb. 12 Gebäudetypus

Der *Innen-Kern-Typus* ist ein sicherlich für den Holzbau tauglicher Grundriss. Der Kern soll in CLT (Cross Laminated Timber)-Platten projiziert werden, die nur Durchbrüche für Stiegenhausdurchgänge haben. Vom Kern zur Außenhaut soll stützenfrei das Deckensystem gespannt werden. Die Außenhaut wird dann wieder in das Aussteifungskonzept des Gebäudes voll eingebunden. Es entsteht dadurch eine art „Tube in Tube“-Konstruktion (entwickelt im Stahlbau von Fazlur Rahman Khan). Professor Winter hat diesen Typus untersucht und eine präzise statische Berechnung dafür aufgestellt. Die Werte dazu sind in der Tabelle 8 nachzulesen.



Abb. 13 Innen-Kern-Typus, Render

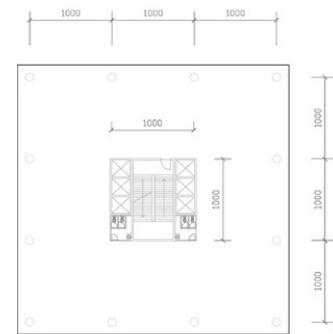


Abb. 14 Innen-Kern-Typus, Plan

Der *Außen-Kern-Typus* wurde in seiner Tiefe als Bürogrundriss konzipiert. Mit ca. 17 m Tiefe ist er sehr gut für eine zweiseitige Büroraumbespielung geeignet. In der schlecht belichteten Mittelzone sind die Erschließung und die Nebenräume wie WC, Sozialräume, Archiv etc. angeordnet. Das Gebäude kann über das Erschließungsgelenk mit einem weiteren Gebäude ähnlichen Zuschnittes erweitert werden. Für das Deckensystem wurde hier in einer ersten Überlegung eine freie Überspannung der gesamten Gebäudetiefe angenommen. Nach Gesprächen mit WIEHAG und ITI stellte sich heraus, dass 17 m Spannweite nicht wirtschaftlich zu bewältigen sind. Infolgedessen wurde eine doppelte Stützenreihe in der halben Gebäudetiefe angesetzt. Professor Winter hat auch diesen Typus untersucht und eine statische Berechnung dafür aufgestellt. Die Werte dazu sind ebenfalls in der Tabelle 9 nachzulesen.



Abb. 15 Außen-Kern-Typus, Plan

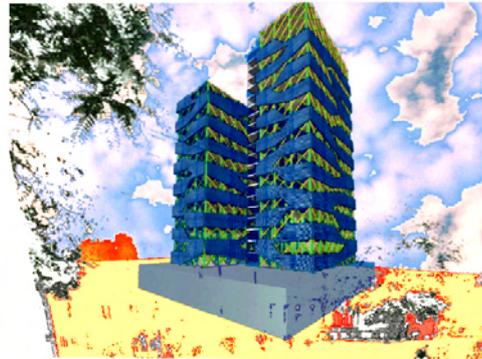


Abb. 16 Außen-Kern-Typus, Render

Der *Peripherie-Kern-Typus* wurde für den Hohlbau etwas modifiziert. Die Erschließung soll dabei eine zentrale Rolle übernehmen. Das gesamte Gebäude wird hierbei, ähnlich einer Brückenkonstruktion, auf vier Pfeilern gestützt. Es entsteht so eine Art „Super Struktur“. Dazwischen ist ein Fachwerk, das die jeweiligen Büroebenen trägt. Die Erschließungskerne sitzen dabei direkt bei den Auflagerpunkten. Diese Konstruktion bündelt alle Kräfte in die vier Auflagerpunkte. Die Konzentration, die dadurch entsteht, vereinfacht die Kontrolle des Gebäudes.

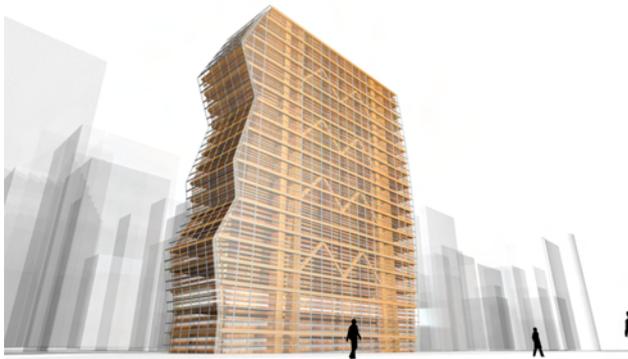


Abb. 17 Peripherie-Kern-Typus, Render

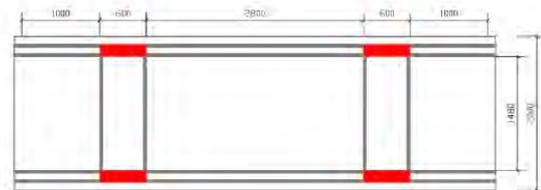


Abb. 18 Peripherie-Kern-Typus, Plan

Ergebnis der drei Erschließungs-Typen

Die drei unterschiedlichen Ansätze in der Grundrissuntersuchung wurde sowohl in Kleingruppen als auch in den großen Meetings mit allen Teilnehmern diskutiert. Das Ergebnis soll hier zusammengefasst werden. In den angehängten Protokollen ist diese Diskussion nochmals dokumentiert.

Der *Innen-Kern-Typus* wird, wie schon erwähnt, weiterhin von dem ITI, Prof. Winter auf sein statische Tauglichkeit hin überprüft. Die Firma WIEHAG macht dazu eine Kostenkalkulation. Die Gebrauchstauglichkeit für einen Bürogrundriss ist gegeben, eine ökonomische Konstruktionsmöglichkeit kann gefunden werden.

Der *Außen-Kern-Typus* scheint sehr interessant. Diese Grundrisstypologie wird häufig für Bürogebäude verwendet. Auch ist die Flexibilität des Grundrisses in Bezug auf unterschiedliche Grundstücke überzeugend. Dieser Typus wird als erster vom ITI, Prof. Winter einer statischen Untersuchung unterzogen. Dabei soll eine gut erreichbare Höhenentwicklung für das Projekt *achtplus* untersucht werden.

Der *Peripherie-Kern-Typus* ist eine sehr signifikante Konstruktion und Grundrisstypologie. Für den Holzbau aber scheint sie nicht tauglich. Dies aus zwei Gründen. Erstens ist die Bündelung der Stützen auf vier Megasäulen für den Holzbau untypisch, weil dabei die Redundanz fehlt. Beim Versagen einer Säule ist das gesamte Gebäude gefährdet. Seitens der Versicherung muss ebenfalls eine gute Tauschbarkeit der Elemente gewährleistet sein. Dies wäre hier nicht der Fall. Der zweite Grund ist die Wirtschaftlichkeit der Konstruktion. Die weit gespannten Tragwerke sind zwar für die Grundrissentwicklung und deren Variabilität von Vorteil, sind aber immer eine sehr kostspielige Entscheidung.

Die Projektbeteiligten haben sich daher entschieden, diesen Typus aus der Betrachtung auszuschließen.



Abb. 19 Typus

Reduktion der Grundriss-Typologie

Die nun verbleibenden zwei Grundriss-Typologien, der Innen-Kern- und der Außen-Kern-Typ, sind Ausgangspunkt für die weitere Untersuchung. Als Conclusio zur bisherigen Arbeit haben wir den Außen-Kern-Typ als interessanteste Typologie festgelegt. Es wurde von unserer Seite her ein Grundriss entwickelt, der eine Modifikation des Außen-Kern-Typs darstellt. Der gewählte Grundriss hat das Potenzial einer beliebigen Erweiterung und es schien eine günstige Grundrissform für eine Höhenentwicklung gegeben. In Zusammenarbeit mit der TU Wien wurde eine doppelte Innenstütze als Bock ausgebildet, die horizontale Kräfte aufnehmen kann. Diese sind für den Bürogrundriss nicht weiter störend, da in der Mittelzone ohnehin nur Erschließung und Service-Zone angeordnet sind. Der nun

vorliegende Grundriss und der zugehörige Schnitt geben die Basis ab die Basis für die erste statische Untersuchung durch die TU Wien, Prof. Winter.

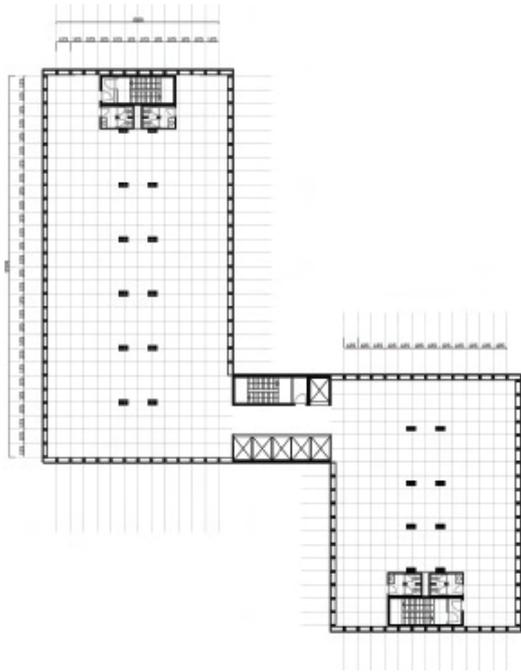


Abb. 20 Außen-Kern-Typus, Plan

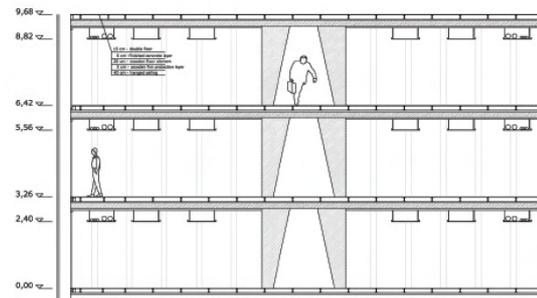


Abb. 21 Außen-Kern-Typus. Schnitt

In unserem nächsten Meeting am 9. 11. 2007 im Bruno Kreisky Forum wurde von Professor Winter die Untersuchung durch die TU vorgestellt. Hier nun der Auszug aus dem Protokoll des Meeting:

Professor Winter stellt die Untersuchungen der TU Wien des american Type (Außen-Kern-Typ mit 2 Gebäuden, gekoppelt an ein Erschließungsgelenk) vor.

Untersucht wurden die Belastungen im Falle Wind und Erdbeben mit den in Wien geltenden Normen (siehe auch Präsentationsunterlagen am FTP-Server).

Fassade:

50% geschlossen mit so genannten Rahmen-Scheiben-Gittern, d.h.: Die Längsseite wird mit biegesteifen Verbindungen stabil gemacht. In Querrichtung sollen die Stiegenhäuser (aus KLH-Platten) und Mittelrahmen die Aussteifung übernehmen. Die Decke wird als Flachdecke angenommen.

Ergebnis aus der Berechnung:

Im Erdbebenfall sind 20 Geschosse möglich; bei Windlast ist eine Geschossanzahl von 14 möglich.

Alternative Möglichkeiten:

Eine Art Käfig um die Gebäudehülle legen, d.h.: Die Giebelseiten müssen auch ausgesteift werden. Weiters wird dann eine sehr steife Decke benötigt. Die Flachdecke wird dabei verlassen und stattdessen wird eine Rippendecke eingesetzt. Zur weiteren Versteifung des Systems werden Stützen und Unterzüge mit Stahlwinkeln verstärkt.

Mit diesen Maßnahmen sind 20 Geschosse möglich.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

Eine bessere Aussteifungsmöglichkeit würde der punktförmige French Type bringen (Innen-Kern-Typ) . Dieser ist aber als Grundriss nicht flexibel genug und erreicht die gewünschte Quadratmeteranzahl von 1000 für die Büronutzung nicht.

Der untersuchte Typus muss seine Steifigkeit über die Fassade erreichen und stärkere Deckenkonstruktionen bekommen.

Die Stiegenhäuser in Holz können für eine bessere Aussteifung nicht herangezogen werden. Um eine bessere Untersuchung der Konstruktion zu ermöglichen, soll der Typus von zwei Baukörpern auf einen reduziert werden. Nach den vorliegenden Untersuchungen wird dadurch die Aussteifung nicht verschlechtert. Die Untersuchbarkeit in Bezug auf Erdbeben und Windbelastung wird aber wesentlich verbessert. Der Vorschlag stößt auf allgemeine Zustimmung und wird angenommen.

Herr DI Brunauer von der Firma WIEHAG stellte uns im Anschluss an die Präsentation von Prof. Winter seine erste Kostenabschätzung für die Konstruktion vor.

Hier nun ein weiterer Auszug aus demselben Protokoll:

Herr DI Brunauer:

Präsentation der Rohbaukosten nach den Unterlagen der TU-Wien (Prof. Winter). Ausgenommen sind die Fundamente, die Stiegenhäuser und die Liftschächte. Die Fassade wurde ebenfalls herausgelassen. Die Decken wurden als Holz-Beton-Verbunddecken gerechnet. Die Untersicht mit GKF verkleidet. Stützen und Unterzug sind roh

Kosten inkl. Baustelleneinrichtung und Hilfsmittel:

20.800 m² d.h. 1.040 m²/Geschoss

18.544.000,00 € d.h. 891,00 €/m²

Streuung 10-15 %

Große Positionen:

- 1. Decke (Verbunddecke) 4,6 Mio.*
- 2. Stützen 3,3 Mio.*
- 3. Verkleidung GKF 1,4 Mio.*

Konstruktion ist noch nicht optimiert, d.h. Stützendimensionen sind vom 1. OG bis zum 20. OG gleichgerechnet. Kostenreduktion durch genauere Berechnung ist möglich.

Materialaufwand liegt zur Zeit bei ca. 50 %

Zeitaufwand absolut: 20.000 h

Aus diesem Ergebnis der ersten genauen Untersuchung des Projektes haben sich einige maßgebende Veränderungen im Projekt ergeben. Wir hatten die erwartete Bestätigung, dass eine Höhenentwicklung zwischen 14 und 20 Geschosse möglich ist und Sinn macht (genaue Daten dazu sind dem Bericht von Prof. Winter zu entnehmen). Und wir haben an der Kalkulation von DI Brunauer gesehen, dass wir noch weit von baubaren Dimensionen entfernt sind, aber dass mit Optimierung noch einiges am Ergebnis verändert werden kann.

Veränderungen in der Arbeitsmethodik des Forschungsprojektes

Nach diesem ersten Ergebnis sind wir sehr schnell zu dem Entschluss gekommen, dass wir, wenn ein realisierbarer Ansatz am Schluss der Forschungsarbeit stehen soll, weitere Untersuchungen an der Konstruktion brauchen. Und zwar nicht in der Richtung, dass eine Konstruktion gewählt wird und anhand dieser die maximale Geschossanzahl geprüft wird, sondern in einer vergleichenden Weise. Eine Untersuchung hinsichtlich der wirtschaftlichen Geschossanzahl bedingt eine genaue Kenntnis der Konstruktionsmöglichkeiten. Der erste Schritt ist folglich die Konstruktion. Die maximal mögliche Höhe eines Gebäudes aus Holz ist vielleicht Thema innerhalb eines weiteren Forschungsprojektes.

Unser Projekt soll ein gut vergleichbares Ergebnis haben, anhand dessen weitere Tendenzen für die Konstruktion ablesbar sein sollen. Nur die Tragkonstruktion des Gebäudes soll im Vergleich stehen. Dafür mussten mehrere Parameter fixiert werden.

1. Die totale Geschossanzahl des Gebäudes
2. Die mineralische Geschossanzahl
3. Die Geschossanzahl in Holzbauweise
4. Die Lastenannahme
5. Der Grundriss
6. Die Erschließung

Parameter für Höhenentwicklung und Lasten

Wir haben daher als ersten Schritt die Geschossanzahl eingefroren. Nach den Untersuchungen von Prof. Winter sind 20 Geschosse unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Die Dimensionen der Hölzer im Sockelgeschoss (Säulen) sind noch in einer Größenordnung, die einen gut nutzbaren Grundriss erlauben (siehe Tabelle 2). Wir haben also folgende Parameter für die statische Untersuchung in Absprache mit der TU Wien festgelegt

Ausgangswerte für die Dimensionierung nach Eurocode:

- | | | |
|----|---------------------|--|
| 1. | Standort: | Wien |
| 2. | Stockwerke: | 3 Stahlbeton 17 Holz |
| 3. | Geschosshöhe: | 3,30m – 3,25m |
| 4. | Gesamthöhe Gebäude: | ca. 65m |
| 5. | Lastannahme: | 3 kN/m ² (300 kg/m ²) Nutzlast
5 kN/m ² (500 kg/m ²) Nutzlast Stiege
2,5 kN/m ² (250 kg/m ²) Eigengewicht Decke (inkl. KLH
Platte)
0,5 kN/m ² (50 kg/m ²) Zwischenwandzuschlag |

Die Geschosshöhe ergibt sich aus einer lichten Raumhöhe von 3m. Diese Raumhöhe ist bei Bürobauten lt. der Verordnung des Arbeitsinspektorats für ein Großraumbüro notwendig. Unterbrochen wird die Raumhöhe nur durch Unterzüge, die alle 4m von der Fassade zur Mittelstütze laufen. Eine zulässige Unterbrechung.

Nutzlasten und Zwischenwandzuschlag sind eine Vorgabe aus den europäischen Richtlinien, dem Euro Code.

Das Eigengewicht der Decke wurde in einer Reihe von Diskussionen mit unseren Partnern festgelegt. Die Deckenkonstruktion ist eine Komponente im Gebäude, die das gesamte Bauwerk stark beeinflusst. Entsprechend war eine genaue Analyse notwendig. Genauere Informationen dazu sowie eine bauphysikalische Untersuchung dazu sind in der Phase 4, konstruktive Untersuchung beschrieben.

Von Seiten des Brandschutzes ist es ebenfalls wichtig, dass das Sockelgeschoss bis auf eine gewisse Höhe unbrennbar ist. Dadurch wird der Zugang zum Gebäude im Brandfall von unten erleichtert. Auch der Fall, dass ein brennendes Auto im Straßenraum steht und das Gebäude von außen entzünden kann, ist damit ausgeschlossen.

Nicht zuletzt ist die städtebauliche und architektonische Komponente, die ebenfalls eine Rolle spielt. Mit 20 Geschossen ist ein Gebäude durchaus als Hochhaus erkennbar, hat also Signifikanz im städtischen Gefüge. Für ein Demonstrationsobjekt ist diese Überlegung relevant, will man damit dann doch einen Meilenstein setzen.

Parameter für den Grundriss

Neben der Gebäudehöhe und den Gebäudelasten ist die Festlegung des Grundrisses wesentlicher Teil für die vergleichende Studie. Dafür wird ein rechteckiger Grundriss herangezogen, der von der Typologie her dem Außen-Kern-Typus entspricht.

Wie Professor Winter in seiner ersten Untersuchung festgehalten hat, sind die Stiegehäuser in Holzbauweise – CLT konstruiert – nicht für eine Verbesserung der Gesamtsteifigkeit des Gebäudes geeignet. Das heißt, ob die Erschließung im Gebäude, wie im Innen Kern Typus sitzt oder ob sie außen an das Gebäude angedockt ist, ist für das System keine relevante Größe. Als Schluss daraus haben wir den für unsere Untersuchung optimalen Grundriss mit einer Gebäudetiefe von 16,5 m und einer Länge von 45 m genommen. Dies ergibt eine Bruttogrundfläche von ca. 750 m², eine gute Größe um als Bürofläche genutzt zu werden. Die Doppelstützen in der Mittelachse des Grundrisses haben wir aus Gründen der Ökonomie weggelassen. Wie erwähnt, beeinflussen sie den Büroablauf nicht und sind auch bei einer Teilung der Fläche in zwei, drei oder vier einzeln vermietbare Büroflächen kein Hindernis.

Diesen simplen Grundriss haben wir als Basis für die weitere Untersuchung der Tragkonstruktion festgelegt. Folgende Parameter sind beim Grundriss fixiert:

1. Länge und Tiefe des Grundrisses
2. Lage und Anzahl der Mittelstützen
3. Bodenaufbau

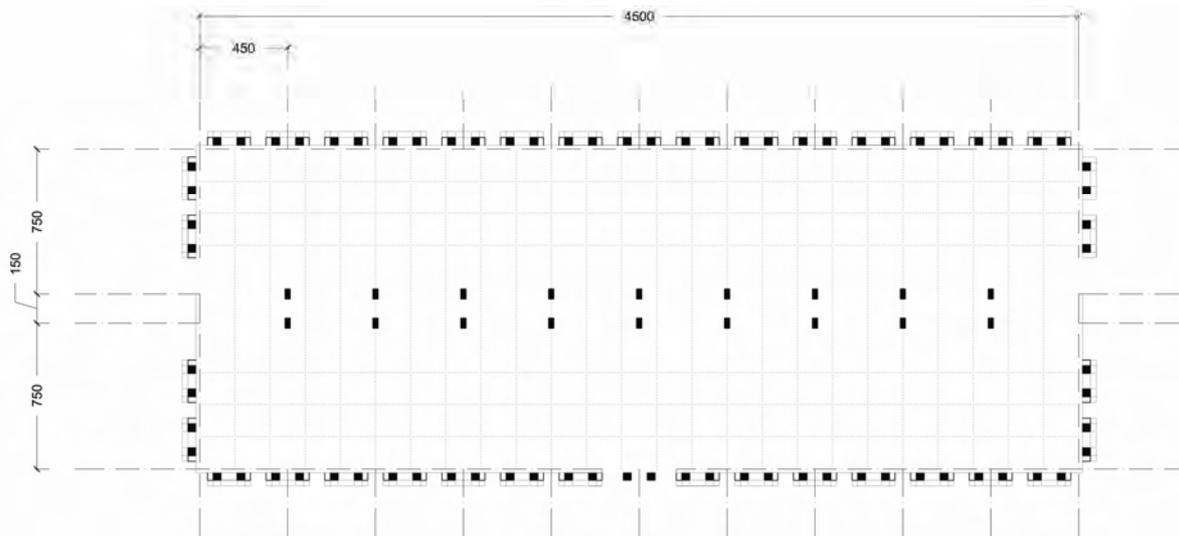


Abb. 22 Grundriss: Basisstruktur

Die Stiegehäuser sind aus der statischen Betrachtung der Tragkonstruktion herausgenommen. Nachdem die Erschließung, wie besprochen, statisch keine relevante Größe darstellt, kann sie auch weggelassen werden. Das heißt: Wir betrachten in der statischen Untersuchung von Professor Winter und den Voruntersuchungen von Lothar Heinrich, Büro Vasko, lediglich das äußere Trag- und Aussteifungskorsett. Dieses Korsett wird in vier unterschiedlichen Tragsystemen in der Phase 4, konstruktive Untersuchung, genauer betrachtet, tabellarisch erfasst und dargestellt. Dieser Weg der Untersuchung der Konstruktion bringt uns in eine frühe Optimierungsphase, die aber für weitere Bearbeitungen des Themas nach dem Forschungsprojekt *achtplus* entscheidend sein können.

Für die Typenentwicklung ist die Situation eines Grundrisses ohne Erschließung ebenfalls von Vorteil. Das bedeutet, dass die Haupteerschließung und die zusätzlichen Fluchtwege prinzipiell überall angeschlossen werden können. Das hängt von zwei Faktoren ab. Zum einen von der optimalen inneren Erschließung des Grundrisses und der Teilbarkeit in mehrere vermietbare Einheiten und zum anderen von der idealen Fluchtwegsituation im Grundriss. Dazu wird weiter unten im Text von Herrn DI Peter ein Fluchtwegkonzept dargestellt.

Die Materialisierung der Erschließung, das Thema, soll die Erschließung nun in Holz geplant werden oder muss diese in unbrennbarem Material sein, wird in dieser Betrachtung irrelevant. Die Stiegenkerne werden weder in der statischen Untersuchung noch in der Kostenbewertung dargestellt. Für ein klares, vergleichbares Ergebnis erscheint uns das nicht notwendig. Im Falle einer Projektentwicklung wird die Lage und Anzahl der Stiegehäuser angepasst werden. Auch ob diese dann in Stahl, Stahlbeton oder in Holz errichtet werden, wird eine spätere Entscheidung sein.

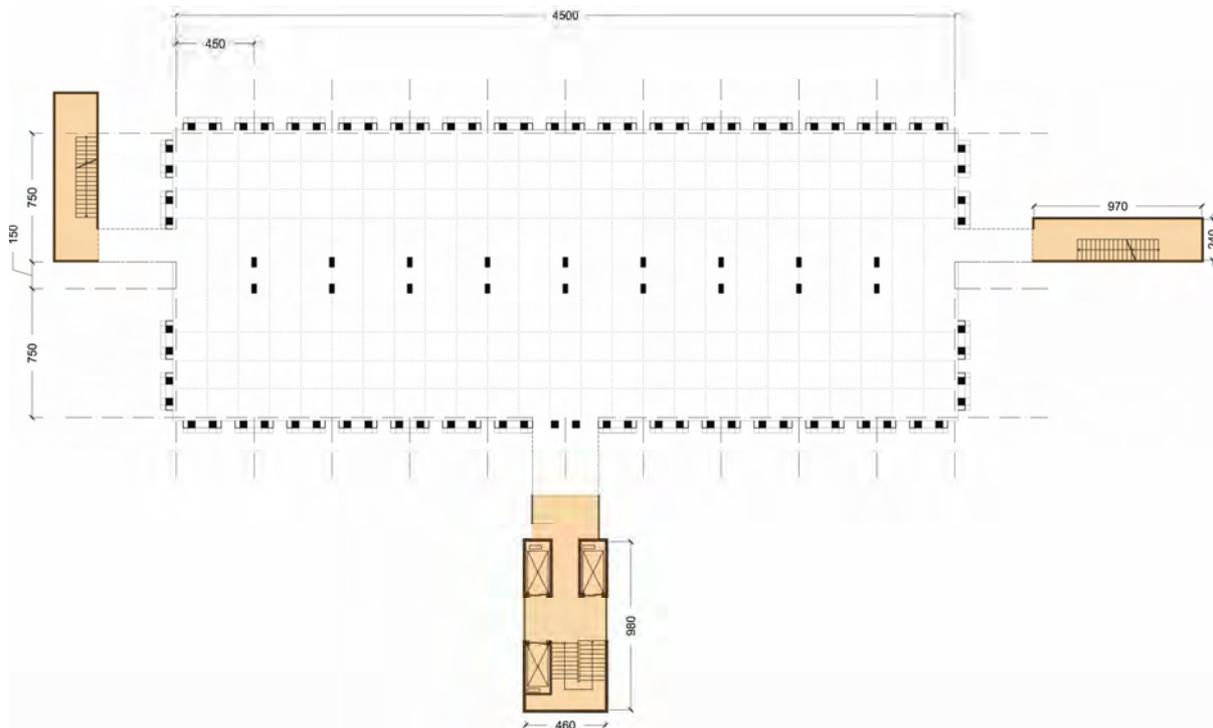


Abb. 23 Grundriss: Stiegenhäuser

Ein weiteres typenrelevantes Thema ist die Haustechnik. Die Haustechnik ist in jedem Hochhaus ein sehr umfangreicher Gegenstand. Für die systematische Untersuchung des vorliegenden Grundtypus wurde Klimatisierung und Verkabelung der Geschosse folgendermaßen festgelegt:

Wie auch die Stiegenhäuser sollen die Schächte für die Haustechnik nicht durch das Gebäude geführt werden. Durchbrüche, wie auch immer motiviert, stellen für den Holzbau ein Problem dar. Durchbrüche müssen, um einen Brandüberschlag von Geschoss zu Geschoss zu vermeiden, in Form eines Brandabschnittes ausgebildet werden. Dies bedeutet immer eine Sonderkonstruktion und eine Schwachstelle im Gefüge. Im vorliegenden Projekt soll also der Haustechnikstrang an den Stirnseiten außen am Gebäude hochgeführt werden. Er kann somit isoliert geführt werden und wird über die Fassade in das Gebäude gelenkt. Durchbrüche sind dadurch wesentlich einfacher zu kontrollieren.

Heizung, Klimatisierung, Lüftung und Sanitäreinheiten (HKLS) werden konsequent zwischen den Doppelstützen geführt.

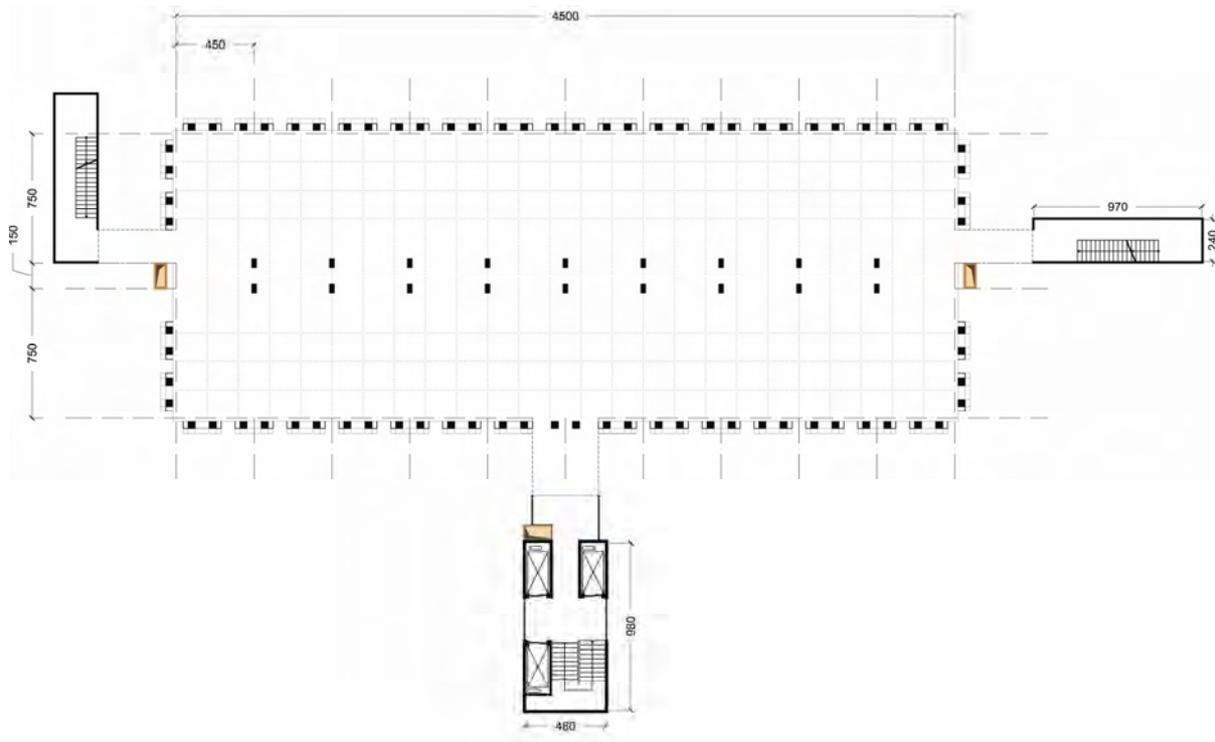


Abb. 24 Grundriss: Schächte

Die mittlere Zone im Grundriss ist dem Servicebereich zugeordnet. Untergeordnete Räume wie WC, Archiv, Sozialräume oder auch Besprechungsräume sind hier angeordnet. Auch für die Haustechnik ist diese Zone wichtig. Wir haben aus diesem Grund die Stützenreihe von einer auf zwei Stützen pro Unterzug erhöht. Dadurch wird der Unterzug unterbrochen und wir können an der Decke die Haustechnik mit ausreichend Platz unterbringen. Wie ein Rückgrat soll sich hier der Hauptstrang für jedes Geschoss in den Grundriss einfügen. Von diesem horizontalen Strang werden dann die Büroflächen einzeln angespeist.

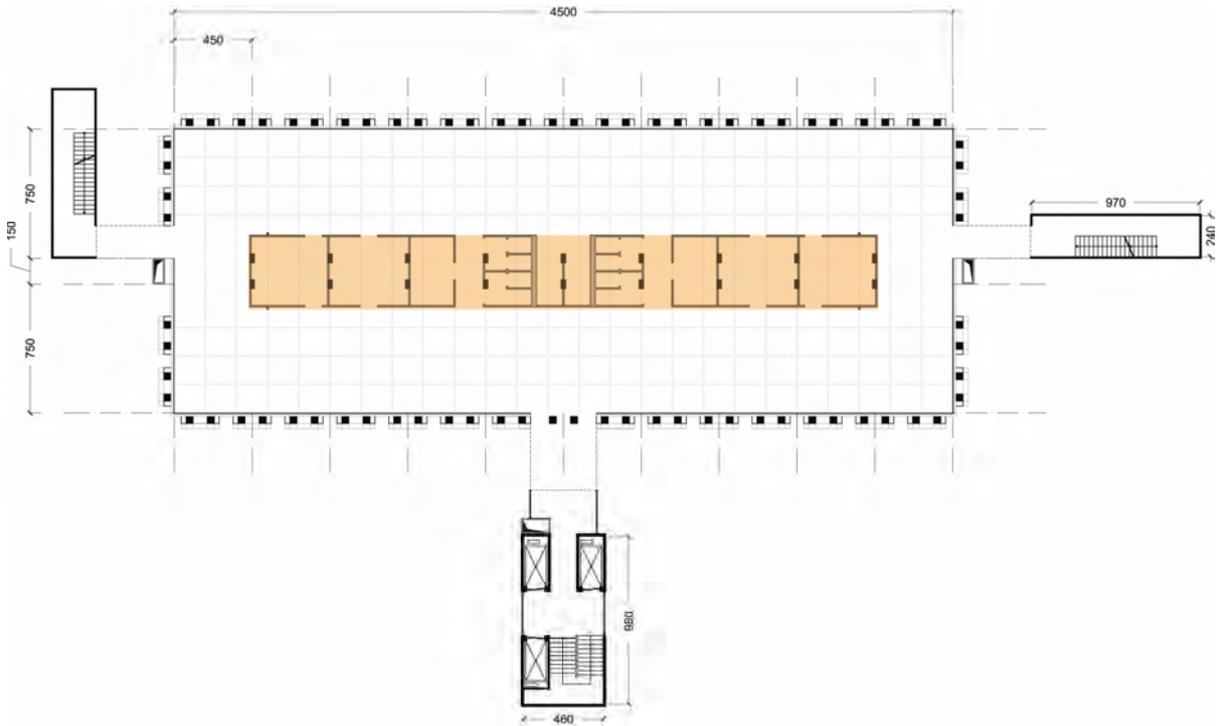


Abb. 25 Grundriss: Mittlere Zone



Abb. 26 Systemschnitt für die Haustechnik

4.2.3. Brandrat ZT GmbH; DI Frank Peter

In den folgenden Grundrissen hat Herr DI Frank Peter untersucht, wie sich der gewählte Grundriss in unterschiedliche Mietflächen teilen lässt. Kriterium ist eine optimale Fluchtwegesituation. Für alle Grundrisse können die vorgeschriebenen Fluchtweglängen eingehalten werden.



Abb. 27 Grundriss mit einem einzigen Mieter



Abb. 28 Grundriss mit zwei Mietern auf gleich großen Fläche



Abb. 29 Grundriss mit zwei Mietern auf unterschiedlicher Flächengröße

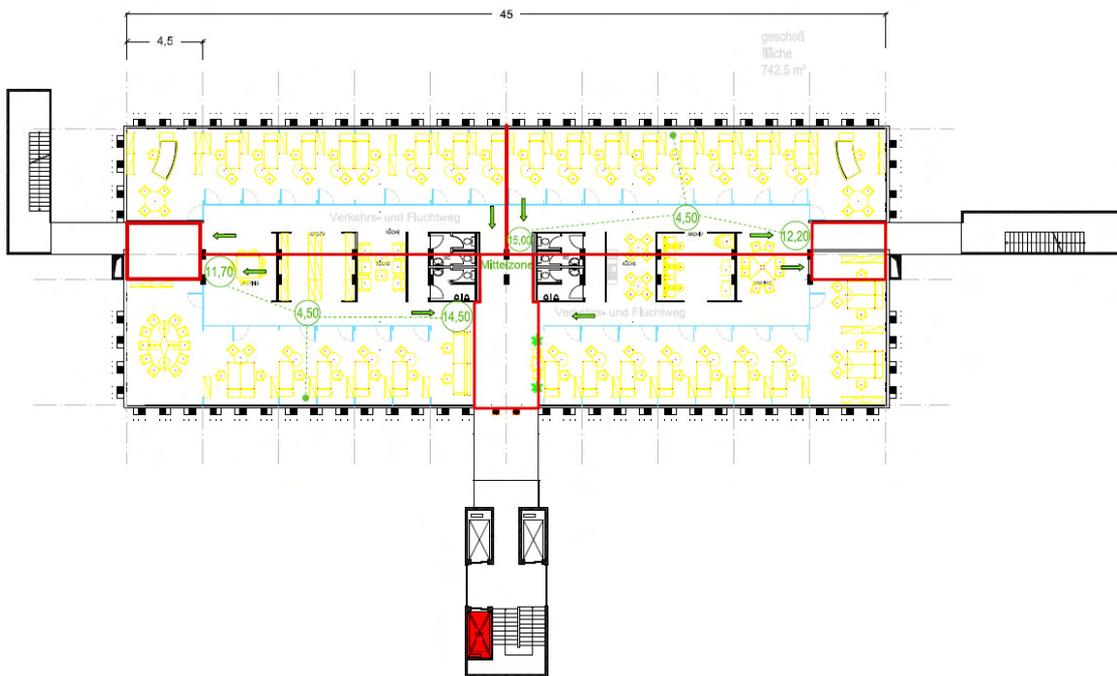


Abb. 30 Grundriss mit vier Mietern

4.2.4. Besprechungsprotokoll

- **Protokoll 1**

Datum : 21.09.2007 / 14:00 – 18:00 Uhr

Ort : Holzforschung Austria

Projekt : 3. Meeting 8+

Anwesende: Michael Schluder, Peter Krabbe, Alfons Brunauer, Wolfgang Winter, Yoshiaki Amino,
(ohne Titel) Klaus Schober, Lothar Heinrich, Tamir Pixner

Verteiler: Michael Schluder, Peter Krabbe, Alfons Brunauer, Wolfgang Winter, Yoshiaki Amino,
(ohne Titel) Klaus Schober, Lothar Heinrich, Frank Peter, Adolf Merl, Martin Teibinger, Peter Lackner

Begrüßung durch Herrn Schluder

Es wird festgestellt, dass Herr Peter und Herr Merl entschuldigt fehlen.

Präsentation

Vom Büro Schluder wird die Bearbeitung des Themas Gebäudetypus vorgestellt. Drei Gebäudetypen wurden dabei genauer untersucht. Speziell wurde dabei die Deckenkonstruktion betrachtet. Vom Inst. Prof. Winter wurde eine Vordimensionierung der Deckenkonstruktion vorgenommen. Um konkurrenzfähig gegenüber konventionellen Deckenkonstruktionen im Hochhausbau zu bleiben, muss die Holzkonstruktion mit derselben Höhe auskommen (ca. 90 cm).

Diskussion

Alle Teilnehmer waren aufgefordert, die vorab versendete Präsentation zu kommentieren.

Herr Schober

Ist mit der Vorgangsweise einverstanden, vermisst aber, nun eine Auswahl der Typen treffen zu können, den nächsten Schritt, der sich mit der Fassade und den Stützen auseinandersetzt.

Herr Heinrich

Erdbeben: Holz ist gut, weil leicht; Lasten müssen aber weiter reduziert werden.

Auf die Erdbebenlast kann auf drei Arten reagiert werden:

1. Abtragung der Lasten übers Gebäude (Knoten)
2. Erhöhung der Masse am Top
3. Bodenverbessernde Maßnahmen

Reduktion der Lasten:

- Nutzlast: 300 kg/m²
- Untersicht: 10 kg/m²
- Trockenestrich: 75 kg/m³
- Konstruktion: ?

Vorgangsweise für die horizontalen Kräfte:

Es wird nur der Wind angenommen und gerechnet. Dieser ist nämlich weltweit in etwa gleichzusetzen. Da Wind und Erdbeben nicht gleichzeitig auftreten (in der Berechnung), wird die Dimensionierung nur auf Windlasten gerechnet. Für den Erdbebenfall werden wieder die Windkräfte hergenommen. Daraus lässt sich eine Standfestigkeit fürs Gebäude im Erdbebenfall

berechnen. Werden für einen erdbebengefährdeten Standort bessere Werte vom Gebäude gefordert, wird das durch zusätzliche Maßnahmen bewerkstelligt.

Herr Brunauer

Quantitativer Holzeinsatz ist wesentlich für die Kosten. Daher sind Spannweiten von 15-18 m problematisch; gut wären Spannweiten von 6-8 m.

Kastendecke ist problematisch, weil unentdeckter Brand befürchtet wird. Besser wäre eine volle Decke mit geringer Spannweite.

Herr Brunauer kalkuliert bis zum nächsten Meeting in Zusammenarbeit mit Inst. Prof. Winter unterschiedliche Deckensysteme und Spannweiten in der Errichtung. Dies soll eine Entscheidungshilfe für die Eingrenzung der Typen sein.

Herr Winter

4. Lasten müssen genau aufgestellt werden
 5. 8-10 m Spannweite genau untersuchen
 6. Kastenträger problematisch, weil unentdeckter Brand
 7. Pi-Träger ist besser
 8. Im Moment sind alles Einfeldträger; mit Auskragung und Durchlaufträger ist eine Verbesserung zu erzielen. Trotz des hohen Holzverbrauchs ist die Super Struktur interessant.
 9. Entwicklung einer Fassade als nächsten Schritt; wichtig, weil der Kostenanteil an der Fassade sehr hoch ist.
 10. Anregung für die Aussteifung: Holzglasverbund
 11. Brand: Ausgangspunkt für die Stützendiskussion müssen große Querschnitte sein. Diese bieten mit wenig Oberfläche auch weniger Brandlast
-

Herr Pixner

Holz hat das Potenzial auch hohe horizontale Lasten zufolge Erdbeben aufzunehmen.

Herr Amino

Die Knoten sind das Kernthema. Dabei ist die Duktilität zu dämpfen; eine stat. Analyse muss schlussendlich im Versuch stattfinden; Plastifikation und Druck der einzelnen Knoten sind im Speziellen zu untersuchen.

Da es keine spez. Site für das Projekt gibt, kann das Auswahlverfahren der Typen 1. über das Anwendungsgebiet fallen (mögl. flexibel) u.z. über die Originalität (z.B. Superstruktur)

Allgemein

Nächste Sitzung 12.10.2007 – TU Wien

Vollbesetzungs-Sitzung 22.10.2007 – Ort wird noch bekannt gegeben.

Als Location für die Zwischenpräsentation wird der Veranstaltungssaal der Holzindustrie angestrebt.

Dieses Protokoll dient der weiteren Vorgangsweise. Bei nicht vollständiger Übereinstimmung mit dem Inhalt bitten wir, dies innerhalb der nächsten 5 Tage schriftlich bekannt zu geben. Andernfalls gilt der Inhalt als Vereinbarung.

- **Protokoll 2**

Datum : 09.11.2007 / 14:00 – 18:00 Uhr

Ort: Bruno Kreisky Forum

Projekt: 4. Meeting 8+

Anwesende: Michael Schluder, Peter Krabbe, Alfons Brunauer, Wolfgang Winter,
(ohne Titel) Yoshiaki Amino, Klaus Schober, Lothar Heinrich, Tamir Pixner, Kamyar Tavoussi, Martin Teibinger, Hanno Schoklitsch, Franziska Leeb, Frank Peter, Adolf Merl

Verteiler: Michael Schluder, Peter Krabbe, Alfons Brunauer, Wolfgang Winter,
(ohne Titel) Yoshiaki Amino, Kamyar Tavoussi, Tamir Pixner, Klaus Schober, Lothar Heinrich, Frank Peter, Adolf Merl, Martin Teibinger, Peter Lackner, Franziska Leeb

Herr Winter

Stellt die Untersuchungen der TU Wien des Aussen Kern mit 2 Gebäuden und Erschließungsgelenk vor.

Untersucht wurden die Belastungen im Falle Wind und Erdbeben mit den in Wien geltenden Normen (siehe auch Präsentationsunterlagen am FTP-Server).

Fassade:

50 % geschlossen mit so genanntem Rahmen-Scheiben-Gitter, d.h.: die Längsseite wird mit biegesteifen Verbindungen stabil gemacht. In die Querrichtung sollen die Stiegenhäuser (aus BSH Platten) die Aussteifung übernehmen. Die Decke wird als Flachdecke angenommen.

Ergebnis aus der Berechnung:

Im Erdbebenfall sind 20 Geschosse möglich; bei Windlast ist eine Geschossanzahl von 14 möglich.

Alternative Möglichkeiten:

Eine Art Käfig um die Gebäudehülle legen, d.h., die Giebelseiten müssen auch ausgesteift werden. Weiters wird dann eine sehr steife Decke benötigt. Die Flachdecke wird dabei durch eine Rippendecke ersetzt. Zur weiteren Versteifung des Systems werden Stützen und Unterzüge mit Stahlwinkeln verstärkt.

Mit diesen Maßnahmen sind 20 Geschosse möglich.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

Eine bessere Aussteifungsmöglichkeit würde der punktförmige Mittel Kern Typ bringen. Dieser ist aber als Grundriss nicht flexibel genug und erreicht die gewünschte Quadratmeteranzahl von 1000 für die Büronutzung nicht.

Der untersuchte Typus muss seine Steifigkeit über die Fassade erreichen und stärkere Deckenkonstruktionen bekommen.

Die Stiegenhäuser in Holz können für eine bessere Aussteifung nicht herangezogen werden.

Um eine bessere Untersuchung der Konstruktion zu ermöglichen, soll der Typus von zwei Baukörpern auf einen reduziert werden. Nach den vorliegenden Untersuchungen wird dadurch die Aussteifung nicht verschlechtert. Die Untersuchbarkeit in Bezug auf Erdbeben und Windbelastung wird aber wesentlich verbessert. Der Vorschlag stößt auf allgemeine Zustimmung und wird angenommen.

Die Typenentwicklung als Basis für 8+ ist abgeschlossen. Jetzt muss überlegt werden, wie Systematik für die Weiterentwicklung sein soll.

z.B.

4. Hülle
 5. Technik
 6. Tragwerk
-

Zum Tragwerk kann zusammenfassend gesagt werden:

- Gitterstruktur in der Fassade ist ein wichtiges Element
 - Stiegenhäuser sind zu weich und somit stat. nicht relevant
 - Decke: Rippendecke scheint besser, weil größere Bauhöhe und damit bessere Konstruktionsknoten
 - Optimierung der Querschnitte ist nun das Thema
-

Herr Amino

Es stellt sich immer noch die Möglichkeit, ein bis zwei Geschosse komplett auszusteifen (z.B. Geschoss 10 und 20) und dadurch das Gesamtsystem zu stärken.

Herr Peter

Innen Kern Typ ist gut zu evakuieren, aber nicht optimal. Besser ist in jedem Fall der Aussen Kern Typ mit den 2 bis 3 auseinanderliegenden Stiegenhäusern. Die Fluchtwegsituation führt in jedem Fall nach außen.

Fassade:

Brandschutz vorläufig nicht beachten, weil über verdichtete Sprinklerung mehrere Lösungen möglich sind.

Deckenkonstruktion:

Flachdecke ist gut, Rippendecke ist gut, Kastendecke ist nicht gut, weil unkontrollierbar und zu aufwändig in der Sicherung.

Knoten:

Sichtbare Stahlteile in den Knoten sind sehr schwer beherrschbar; diese müssen verkleidet werden.

Holzverkleidung als Brandschutz:

Ist prinzipiell in Ordnung, wird aber in der Errichtung zu teuer sein.

Herr Schluder

Fassade:

Für eine bessere Aussteifungssituation kann überlegt werden, die Nord- und Südfassade vollständig zu schließen und diese für das Haustechnikkonzept zu verwenden.

Herr Brunauer

Präsentation der Rohbaukosten nach den Unterlagen der TU-Wien (Prof. Winter). Ausgenommen sind die Fundamente, die Stiegenhäuser und die Liftschächte. Fassade wurde ebenfalls herausgelassen. Die Decken wurden als Holz-Beton-Verbunddecken gerechnet. Die Untersicht mit GKF verkleidet. Stützen und Unterzug sind roh

Kosten inkl. Baustelleneinrichtung und Hilfsmittel:

20.800 m² d.h. 1.040 m²/Geschoss

18.544.000,00 € d.h. 891,00 €/m²

Streuung 10-15 %

Große Positionen:

12. Decke (Verbunddecke) 4,6 Mio.

13. Stützen 3,3 Mio.

14. Verkleidung GKF 1,4 Mio.

Konstruktion ist noch nicht optimiert, d.h. Stützendimensionen sind vom 1. OG bis zum 20. OG gleichgerechnet. Kostenreduktion durch genauere Berechnung ist möglich.

Materialaufwand liegt zur Zeit bei ca. 50 %

Zeitaufwand absolut: 20.000 h

Herr Heinrich

Kosten:

Erstrebenswert wäre ein Kostenrahmen wie beim geförderten Wohnbau, d.h. ca. 1.260,00/m².

Dann hat der Holzbau eine reelle Chance, sich im Hochhausbau zu etablieren. Als erster Kostenansatz ist die Kalkulation von Herrn Brunauer O.K.; der Weg ist der Richtige.

Reduktion der Kosten über:

- Holz-Betonverbunddecke weg
- Knoten reduzieren und optimieren
- Deckensystem überdenken
- Aussteifung großteilig in die Fassade
- Stützenquerschnitte optimieren

Die Rohbaukosten sind bei ca. 35-50 % der Herstellungskosten, dass würde zurzeit bedeuten: wir liegen bei 1.800,00/m² bis 2.500,00/m².

Das T-Mobil Gebäude hatte Herstellungskosten von 980,00 komplett. Handlungsbedarf ist also gegeben. Der Materialaufwand ist zu reduzieren.

Wichtig für die Untersuchung sind die Rohbaukosten. Fassade, Fundament oder Haustechnik sind für alle Hochhäuser in etwa gleich anzusetzen. Der Unterschied liegt im Rohbau. An diesen Kosten wird das Projekt auch gemessen.

In der Schweiz wird Holz in Form von gekapselten Bauteilen akzeptiert. In Österreich wird der Abbrand gerechnet. Holz darf also in Österreich brennen. Dies soll der Weg sein. Es muss nur die Brandweiterleitung verhindert werden. Über die Holzforschung soll auch die Wiener Baubehörde indirekt an das Projekt 8+ angeschlossen sein.

Herr Merl

Von der ökologischen Seite her betrachtet wird der gesamte Zyklus des Gebäudes tragend. D.h., von der Errichtung bis über die Nutzungsdauer bis hin zum Rückbau des Gebäudes.

Verschiedenste Faktoren sind dabei zu berücksichtigen:

- Gebäudekubatur (Nutzfläche zu Oberfläche)
- Konzentration auf den Rohbau, d.h., dort sind grundlegende Entscheidungen zu treffen
- Trennbarkeit der Komposits (z.B. Holz-Beton-Verbunddecke)

Konkrete Aussagen zur Ökologie können erst gemacht werden, wenn die Konstruktionsart festgelegt ist. Eine Analogie der Ökologie zur Kostenkalkulation ist vorhanden und sollte auch benützt werden.

Herr Schober

Die entwickelte Statik ist ein guter Weg. Die Kostenanalyse ebenfalls. Das Gespür für die Entwicklung eines 20 geschossigen Holzbaus ist da. Reduktion der Geschosse auf 14 ist kein guter Weg. Die Untersuchung des american Type in reduzierter Form ist gut und macht das Projekt griffiger. Dieser Typus soll auch verfolgt werden weil:

- gute Flexibilität
- gute Fluchtwegsituation

Wichtig wäre eine Reduktion der Stützen im Gebäude von 2 auf 1 Reihe in der Mitte. In Bezug auf die Decke ist die Rippendecke gegenüber der Glatt-Decke zu bevorzugen (geringere Spannweite und muss nicht durchgehend brandgeschützt werden).

Der abnehmbare Brandschutz in Form von Holzplatten, egal, ob tragend oder nicht, ist nicht ökonomisch und daher nicht mehr vertretbar.

Herr Pixner

Für weitere Berechnungen ist ein einfacher Rechteckgrundriss zu bevorzugen, da die Kopplung keinen statischen Vorteil bringt.

Frau Leeb

Das Projekt 8+ ist als solches geeignet, neue Standards im Holzbau zu entwickeln. Im Moment ist aber die Zieldefinition in der Diskussion zu wenig scharf. Diese muss sich für das nächste Treffen präzisieren.

Herr Amino

Entwurf oder Bericht? Was ist das Ziel der Forschung. Beides ist legitim und wird dem Forschungsauftrag gerecht. Die Bauteile sollen jetzt in mehreren Varianten untersucht und erst zu einem späteren Zeitpunkt ausgeschieden werden. Für den Forschungsbericht müssen die Kapitel aufgestellt werden, um ein Grundgerüst für die noch verbleibende Zeit zu haben.

Herr Tavoussi

Für die Aussteifung der Türme sind die Kerne nicht so maßgeblich, weil in Holz konstruiert. Also in der Berechnung überhaupt die Kerne weglassen. Vereinfachung des American Type ist wichtig. Bei Zugelementen aus Stahl ist kein Brandschutz erforderlich, weil diese nur bei horizontaler Belastung aktiviert werden.

Ein statisch sehr wichtiges Thema ist die Schubsteife Decke. Diese muss erreicht werden, mit oder ohne Stahlbeton-Verbund.

Herr Krabbe

Präsentation des neuen Fassadensystems.

Dieses soll durch größere Bautiefe der Fassade in beide horizontalen Richtungen größere Steifigkeit in den Baukörper bringen (siehe Unterlagen am FTP-Server)

Vorteile:

- Architektonisch ansprechende Lösung
- Versteifung des gesamten Baukörpers
- Holzbaugerechte Lösung durch Verringerung der Knotenanzahl

Nachteile:

- möglicherweise eine teure Lösung
- schwierig in der Errichtung

Das Thema soll bis zum nächsten Meeting verfolgt und dann nochmals zur Diskussion gestellt werden. Pro oder Kontra wird dann entschieden.

Prinzipiell müssen für das Projekt zwei Richtungen überdacht werden:

1. Es wird am Forschungsantrag festgehalten und wir fixieren einen Typus, der von allen Projektbeteiligten genau untersucht wird. Die Forschungsarbeit orientiert sich dann hauptsächlich an einem durchentwickelten Projekt oder
2. wir untersuchen mehrere (2-3) Varianten bis zum Rohbau. Das bedeutet verstärkte Konzentration der Arbeit in Bezug auf Architektur, Konstruktion und die Kostenanalyse samt einer techn. Due Dilligenz. Ökologie, Bauphysik und Haustechnik liefern dann nur sehr allgemeine Statements, die eine Richtung vorgeben. Erst in einem Folgeprojekt soll dann detaillierter auf diese Fragen eingegangen werden.

Die Diskussion dieser Frage wird mit Einzelgesprächen bis zum nächsten Termin zu klären sein.

Allgemein

Nächster Termin:

Do. 13.12.2007 – 15.00 Uhr

Ort wird noch bekannt gegeben.

Dieses Protokoll dient der weiteren Vorgangsweise. Bei nicht vollständiger Übereinstimmung mit dem Inhalt bitten wir dies innerhalb der nächsten 5 Tage schriftlich bekannt zugeben. Andernfalls gilt der Inhalt als Vereinbarung.

4.3. Projektphase 3, Tragwerksentwicklung

4.3.1. Zusammenfassung

Zeitfenster

Oktober 2007 bis Juni 2008

Hauptsächlich involvierte Projektbeteiligte

TU Wien, Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau
Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH
WIEHAG Holding GmbH

Aufgabenstellung

Entwicklung eines an den Grundrisstypus angepassten Tragwerkes in Holz oder Holzverbundmaterials. Grundsätzliche Konzeption der Lastabtragung, abgestimmt auf den Holzbau und die damit verbundene Präfabrikation der Bauteile. Dazu müssen die bauphysikalischen Probleme angesprochen werden. Das Tragwerk muss hinsichtlich der ökonomischen Produktionsmöglichkeiten und der Zusammenfügung der Bauteile auf der Baustelle überprüft werden. Im Entwicklungsprozess des Tragwerks soll es fortlaufend ein Feedback seitens des Kostenmanagements geben, um Baukosten und Errichtungszeit der sich entwickelnden Holzkonstruktion im Vergleich zu konventioneller Bauweise (Stahlbeton) betrachten zu können.

Auf diese Weise werden die in Holzbauweise mögliche Geschossanzahl der erarbeiteten Konstruktion analysiert und die ökonomische Geschossanzahl festgelegt. Parallel dazu wird die Konstruktion auf bauphysikalische und brandschutztechnische Schwächen hin geprüft und die prinzipielle Lastentauglichkeit rechnerisch geklärt.

Ziel

Erarbeitung eines der entwickelten Grundrisstypen angepassten Tragwerks aus Holz oder Holzverbund mit optimaler Vorfertigung und materialgerechtem Einbau auf der Baustelle. Festlegung einer ökonomischen Geschossanzahl. Festlegung einer technisch machbaren Geschossanzahl.

Zusammengefasstes Ergebnis

Die Phase 3 wurde hauptsächlich von der TU Wien und dem Büro Vasko & Partner getragen. Während die TU Wien die erste Annäherung an die Tragwerksentwicklung machte und dabei einige Parameter im Projekt verschoben hat, wurden vom Büro Vasko & Partner insgesamt drei Tragwerksvarianten statisch bemessen. Die Firma WIEHAG hat während dieser Phase fortlaufend die entwickelten Konstruktionen von der Kostenseite her kalkuliert.

Unsererseits wurden die Konstruktionen mitentwickelt und visualisiert.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, gab es im Projektverlauf eine Verschiebung der Prioritäten weg von einer allzu detaillierten Bearbeitung der Konstruktion wie z. B.

Knotenentwicklung, detaillierte Bauphysik und Brandschutz im Detailbereich hin zu einer Vertiefung in der Tragwerksentwicklung. Die dabei gewonnene Erkenntnis zeigt die Vielfalt an, die sich zu diesem Thema eröffnet. Es gibt nicht nur eine Möglichkeit, mit einer Holzkonstruktion vielgeschossig zu bauen, sondern es gibt mehrere Varianten mit unterschiedlicher Eignung.

Als zusammenfassendes Ergebnis der TU Wien kann gesagt werden, dass eine Tube-Konstruktion (Tragsystem in der Außenhaut) für den Holzbau in dieser Dimension der richtige Weg ist. Wie diese Außenhaut für horizontale und vertikale Lasten konzipiert ist, lässt einen gewissen Spielraum zu. Die in der unten stehenden Tabelle aufgelisteten Konstruktionen sind alle nach Euro-Code berechnet und somit funktionstauglich.

Die Deckenkonstruktion sollte aus wirtschaftlichen Grundversorgungen nicht als Flachdecke ausgeführt werden, sondern mit Unterzügen versehen werden, idealerweise in einem 4,5 m-Raster.

Tabelle 2 Hauptdatenblatt

Variante					
Daten	RSG	NETZ 1 - Kurbelviereck	NETZ 2 - Prinzip Auermann	DIAGONALE	KERN
Geschoßzahl in Stahlbeton	3	3	3	3	3
Geschoßzahl in Holz	17	17	17	17	17
Geschoßflächenzahl Holzbau Σ	13900	13900	13900	13900	11016
Nutzfläche	742.5	742.5	742.5	742.5	729
Geschoßhöhe	3.25	3.3	3.3	3.3	3.25
Gesamthöhe	65	66	66	66	65
Fassade - Σ					
Fläche	7060	7168	7168	7168	6060
m3 Holz Fassade	694	1822	1378	767	598
m3 Holz /m2 Geschoßfläche	0.055	0.144	0.109	0.061	0.083
Decke & Mittelstütze - Σ					
Fläche	12622.5	12622.5	12622.5	12622.5	12393
m3 Holz Decke, Stützen	2306	1868	1868	1868	2781
m3 Holz /m2 Geschoßfläche	0.183	0.148	0.148	0.148	0.224
m3 Holz total	3000	3690	3246	2635	3381
€/m²	423.48	595.22	637	397.32	581

4.3.2. TU Wien, ITI; Professor DDI Wolfgang Winter, Dr. DI Kamyar Tavoussi; Dr. DI Yoshiaki Amino, MSc Tamir Pixner

Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Ausgangslage für die Tragwerksplanung war ein zwanzigstöckiges Bürogebäude. Die untersten drei Stockwerke sollten dabei mineralisch ausgeführt werden. Ein flexibles System mit größtmöglichen Spannweiten und Stützenfreiheit für unterschiedlichste Nutzungen (Raumaufteilungen) sollte bedacht werden.

Die Ausgangswerte für Vergleichsrechnungen verschiedener Strukturen wurden wie folgt definiert:

Standort :	Wien
Stockwerke :	3 aus Stahlbeton 17 aus Holz
Geschosshöhe :	3,25 m

Bezüglich der Lasten wurden folgende Annahmen für die Vertikallasten getroffen:

Nutzlast	3 kN/m ²
Nutzlast Stiege:	5 kN/m ²
Decke (inkl. BSP-Platte):	2,5 kN/m ²
Zwischenwandzuschlag:	0,5 kN/m ²

Für die horizontale Lasteinwirkung wurden die Lasten aus den Lastfällen Wind und Erdbeben für die Berechnungen herangezogen.

Der Lastfall Wind wurde hinsichtlich der Schwingungsanfälligkeit eines leichten hohen Gebäudes mit dynamischen Beiwerten bemessen. Die Windberechnungen erfolgten nach der ÖNORM 4014. Nachdem der dynamische Beiwert von der ersten Eigenfrequenz des Gebäudes abhängt, wurde für jeden Gebäudetyp und jede Lastfallkombination die anzusetzende dynamische Windkraft gesondert berechnet.

Der Lastfall Erdbeben wurde nach dem Ersatzlastverfahren Eurocode 8: 2004-11 bemessen. Die Spektrumsart war ein Bemessungsspektrum für lineare Berechnung.

Die Lastfälle wurden nach Eurocode für die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit folgendermaßen kombiniert:

ULS (Ultimate Limit State)	LK1: 1,35g+1,5p+1,5*0,6w
	LK2: 1,35g+1,5w+1,5*0,7p
	LK3: 1g+1,5w
	LK4: 1g+1e+0,3p
SLS (Serviceability Limit State)	LK5: 1g+1w+0,5p
	LK6: 1g+1p+0,5w

Die ersten statischen und dynamischen Untersuchungen erfolgten an einem durch einen Aussteifungskern (in Abbildung 31, in Blau gekennzeichnet) gekoppelten System, genannt „Aussen Kern Typ“.

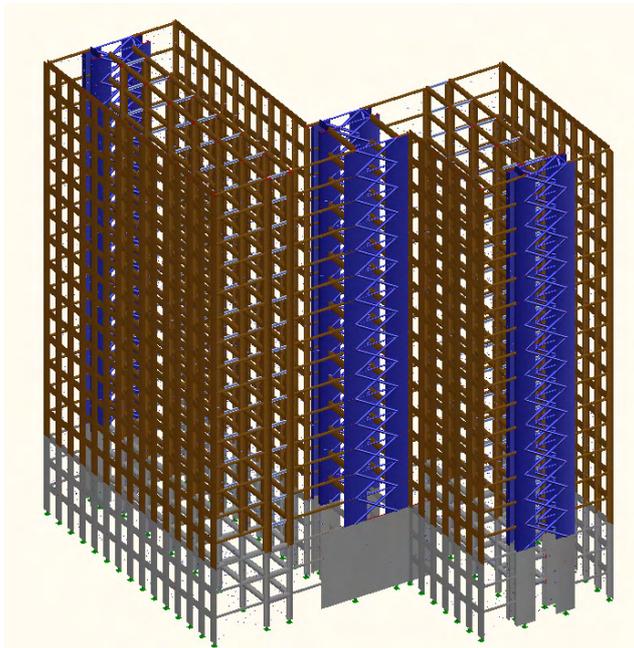


Abb. 31 3D-Ansicht Aussen Kern Typ (RSTAB)

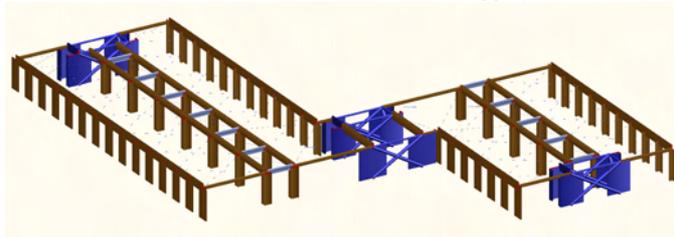


Abb. 32 Einzelnes Geschoss Aussen Kern Typ

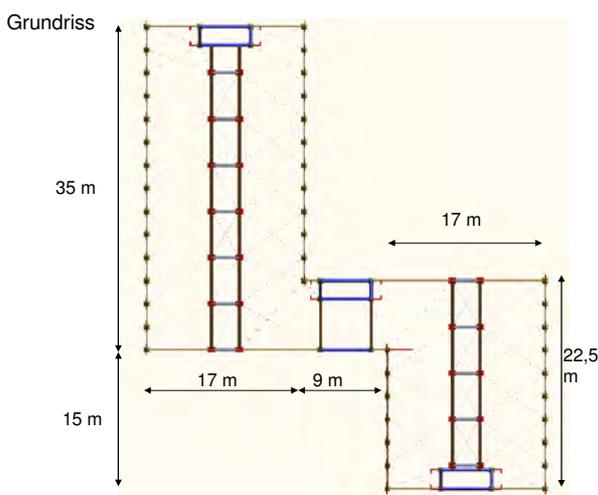


Abb. 33 Grundriss AAussen Kern Typ

Flachdecke (Spannweite: 7,5m):
 BSP 20 cm + Verbundbeton 10 cm
 Unterzug (mittig in Längsrichtung,
 Spannweite: 5 m): BSH 28x65(b*h)

Die Aussteifung in Längsachse erfolgt durch so genannte „Rahmenscheibengitter“ in der Fassade. Dabei werden Brettsperrhölzer in horizontaler und vertikaler Richtung biegesteif miteinander verbunden.

Querschnitte in Längsfassade:
 Wandscheibe: BSP 125x10(b*d) cm
 Stützenlisene: BSH 30x20(b*h) cm
 Achsabstand: 2,5 m
 Parapetträger: BSP 10x90 (b*h) cm

BSP... Brettsperrholz
 BSH... Brettschichtholz
 b... Breite
 d... Dicke
 h... Höhe

Die Queraussteifung erfolgt durch Treppenhauskerne aus Brettsperrholz und Mittelrahmen aus an Brettschichtholzstützen biegesteif angeschlossenen Stahlriegeln.

Querschnitte für Mittelrahmen:
 Stützen: BSH 60x80 cm
 Riegel: IPE 330 (3m lang)
 Achsabstand: 5m
 Querschnitte Kern (7,5 m x 2,5 m):
 Wände: BSP 16 cm

Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus diesem Arbeitsschritt bestanden darin:

Die Längsfassade ist aufgrund der Anzahl von Aussteifungselementen und den zahlreichen biegesteifen Knoten von breiten Stützen mit hohen Parapetträgern steifer als die Querfassade.

Die geometrische Effizienz des Systems in Querrichtung ist unzureichend, da die Rahmen nur 3 Meter Hebelarm haben und die BSP-Kerne sehr weich sind und nicht mehr Steifigkeit als die Rahmen aufweisen. Dies ist auch auf die notwendigen großen Stützenquerschnitte in den Rahmen zurückzuführen. Auch bei Verstärkung der Kernwände auf 24 cm Wandstärke (+50 %) erfolgt keine wesentliche Steigerung der Lastaufnahme im Kern.

Mit diesem System wären somit 14 bis 15 Geschosse durchführbar.

Aus diesen Erkenntnissen wurden Möglichkeiten zur Tragwerksweiterentwicklung diskutiert:

Die statische Koppelung von Baukörpern mit BSP-Kernen bringt keinen Vorteil, daher ist es sinnvoller, die Baukörper zu entkoppeln und jeden einzeln auszusteiern und zu bemessen. Durch Aktivierung der Querfassaden mit ähnlichen Rahmenscheibengittern wie an der Längsfassade wäre eine wesentliche Entlastung der Mittelrahmen zu erwarten. In diesem Fall wäre die Ausführung von Kernen als Aussteifungselemente nicht notwendig.

Alternativ oder ergänzend könnten die Querrahmen über die gesamte Breite (Dreifeldrahmen mit größerem Hebelarm von 17 m) ausgebildet werden. Damit würde die Steifigkeit erhöht und die Stützenquerschnitte könnten reduziert werden. Auch in diesem Fall könnte auf die Kerne als Aussteifungselemente verzichtet werden.

Weiters könnte der Einsatz von durchgehenden Stahlprofilen (z.B. Winkeln, Flachbleche) zur Verstärkung von Stützen und Unterzügen und zur Vereinfachung von Stößen und Verankerungen angedacht werden.

Als Deckenkonstruktion wären Unterzug- oder Rippendecken statisch günstiger (Nachteil: höhere Bauhöhe als Flachdecken).

Die ersten drei Sockelgeschosse in Stahlbeton wurden mit derselben Geometrie wie die darüberliegenden Holzgeschosse im Stabwerkprogramm eingegeben. Das bedeutet: Nur das Material variiert zwischen den ersten 3 Geschossen und den restlichen 17 Geschossen. Durch eine vereinfachende Annahme der Unverschieblichkeit der Stahlbetongeschosse wurden diese in den weiteren Analysen vernachlässigt.

Das zweite untersuchte System war die Kernstruktur. Hierbei handelt es sich um einen quadratischen Grundriss von 27 x 27 m einem innen liegenden Erschließungskern aus BSP-Wandscheiben von 9 x 9 Metern (siehe Abbildung 36). Die Aussteifung zur Lastabtragung von horizontalen Lasten aus Wind und Erdbeben erfolgt ausschließlich durch gelenkig angeschlossene Diagonalstäbe in der Fassade. Diese wurden für eine erste Näherung Feldweise angeordnet. Der Kern dient einzig der Vertikallastabtragung.

In einem ersten Rechengang wurde die notwendige Steifigkeit in der Fassade analysiert. Dafür wurde ein voll ausgekreuztes System einem teilweise ausgekreuzten System gegenübergestellt (siehe Abbildung 34). Die Anordnung der Auskreuzungen für das teilweise ausgekreuzte System wurde wie dargestellt gewählt und hat sich zur Berechnung als sinnvoll erwiesen.

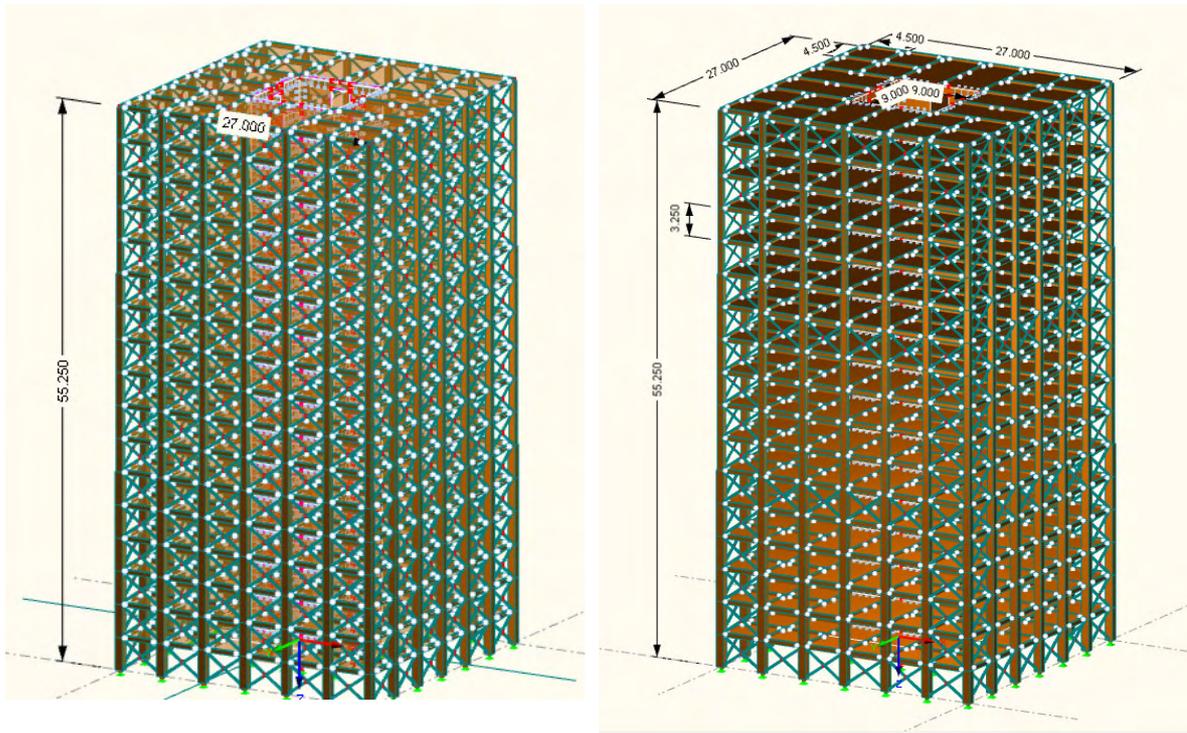


Abb. 34 3D - Ansicht Kernstruktur voll ausgekreuzt (li.)-teilweise ausgekreuzt (re.)

Bedingt durch die Weichheit der Holzstruktur und die vorausgesetzten Randbedingungen war ein gutes Verhalten auf erdbebenangeregte Schwingungen sichtbar. Der mit einem von der ersten Eigenfrequenz abhängigen dynamischen Beiwert angesetzte Lastfall Wind wurde für die horizontale Lastabtragung maßgebend (siehe Abbildung 35 und Abbildung 38).

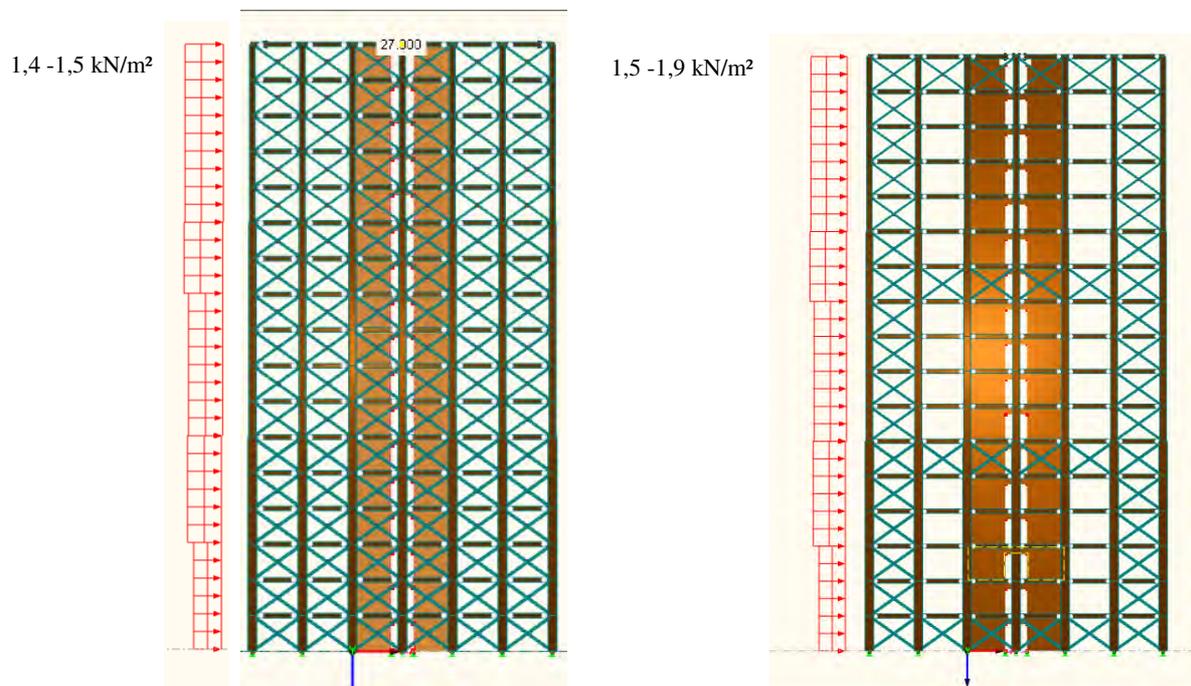


Abb. 35 Windlast (dynamisch) auf Kernstruktur

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Berechnungen für die beiden Aussteifungsvarianten zusammengefasst.

Tabelle 3 Vergleich der Ergebnisse Kernstruktur voll ausgekreuzt – teilweise ausgekreuzt

	Variante 1 - voll ausgekreuzt		Variante 2 - teilweise ausgekreuzt	
	mit Nutzlast	ohne Nutzlast	mit Nutzlast	ohne Nutzlast
f [hz]	0,521	0,84	0,302	0,488
T[s]	1,92	1,19	3,304	2,047
u max[cm]	3,33	2,68	11	8,77
Auflager Druck max[kN]	2500	1265	3380	1800
Auflager Zug max[kN]	-	-	-	420

Das voll ausgekreuzte System erreichte, bezogen auf die Verschiebung, eine dreifach höhere Steifigkeit. Nichtsdestotrotz konnte die teilweise ausgekreuzte Kernstruktur eine ausreichende Steifigkeit vorweisen. Somit wurde dieses teilausgekreuzte System zur weiteren Optimierung herangezogen.

Die Auskreuzungen durch Diagonalstäbe wurden symmetrisch in allen Ansichten beidseitig über die gesamte Bauhöhe durchgezogen und ca. in jedem sechsten Stockwerk miteinander verbunden (siehe Abbildung 36).

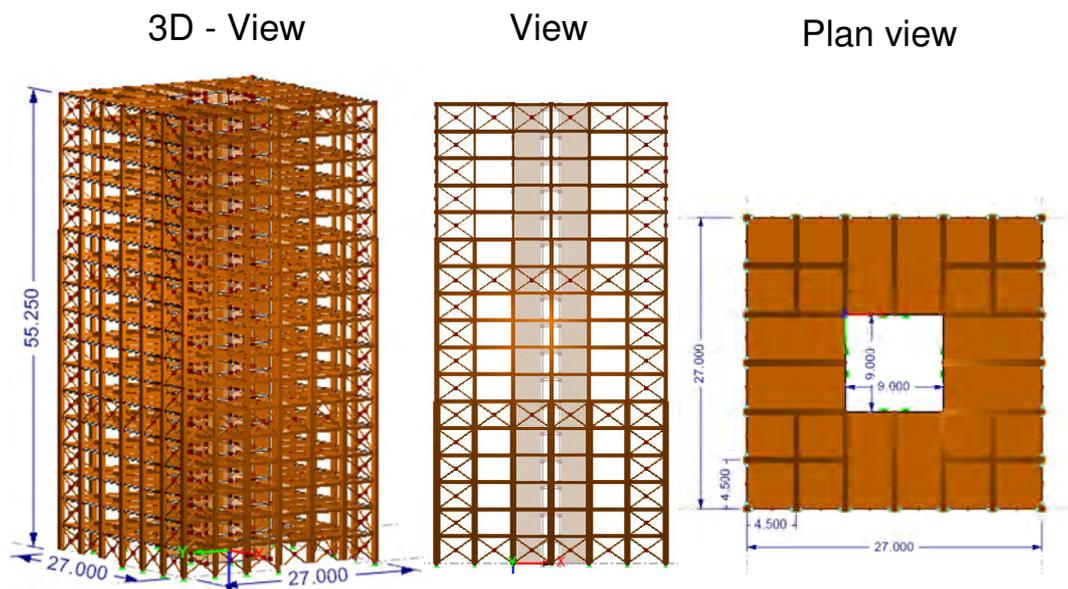


Abb. 36 3D-Ansicht, Ansicht und Grundriss der Kernstruktur – teilweise ausgekreuzt

Die Querschnitte der Stützen, der Kernwände und der Aussteifungsdiagonalen wurden aus wirtschaftlichen und statischen Überlegungen alle sechs Stockwerke um 20 % reduziert. Die Wand- und Deckenelemente bestehen aus Brettsperrholz, die Stützen sind aus Brettschichtholz und die Diagonalen aus Nadelholz (siehe Abbildung 37).

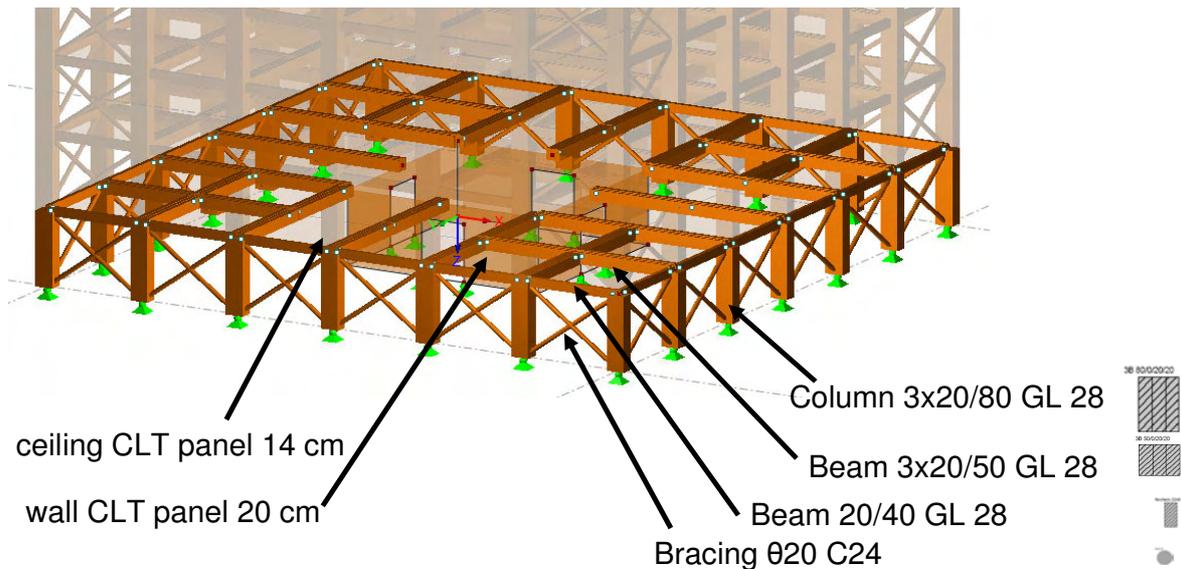


Abb. 37 Einzelnes Geschoss mit Querschnitten der Kernstruktur – teilweise ausgekreuzt

Die Gesamtkubatur für die teilweise ausgekreuzte Kernstruktur beträgt 3419 m³.

Bezogen auf die Fläche beträgt der Materialaufwand 0,31 m³/m². Das resultierende Gewicht beträgt somit 108,5 kg/m².

In Tabelle 4 ist der Materialaufwand nach Werkstoffen für die unterschiedlichen Tragelemente aufgeschlüsselt.

Klar ersichtlich ist, dass mit Abstand der größte Materialaufwand mit etwa 75 % der Gesamtkubatur in der Deckenkonstruktion liegt.

Tabelle 4 Kubatur Kernstruktur in m³

Kubatur in m ³	BSH	BSP	Nadelholz	Σ
Decke	1065 (9m span)	1542 (4,5m span)	-	2607
Stützen	435	-	-	435
Kernwände	-	328	-	328
Aussteifung	-	-	49	49

Die horizontal anzusetzenden Lasten in Abhängigkeit von der Lastfallkombination sind in Tabelle 5 angeführt. Die maßgebenden Lastfallkombinationen sind farblich markiert.

Für den Tragsicherheitsnachweis ist dabei die Lastfallkombination 3 (LK3=1g +1,5w) maßgebend, obwohl die resultierende dynamische Windkraft mit 1,33 kN/m² geringer ist als bei den anderen Lastfallkombinationen. Grund dafür ist die Kombination mit geringer Vertikallast, die hohe Zugkräfte verursacht.

Für die Gebrauchstauglichkeit ist die Lastfallkombination 5 (LK5=1g + 0,5p + 1w) maßgebend, da ebenfalls eine geringere Vertikallast als bei LK6 angesetzt wird.

Tabelle 5 Maximal horizontal wirkende Lasten im obersten Geschoss auf teilweise ausgekreuzte Kernstruktur in Abhängigkeit der Lastfallkombinationen

	Vertikallast	Eigenfrequenz [Hz]	Eigenperiode [sec]	Wind statisch [kN/m ²]	Wind dynamisch [kN/m ²]	Erdbeben [kN/m ²]	ULS (Bruch)	SLS (Verschiebung)
LK1	1,35g+1,5p	0,267	3,75	0,78	w1=1,71	-		
LK2	1,35g+1,05p	0,293	3,41	0,78	w2=1,63	-		
LK3	1g	0,445	2,25	0,78	w3=1,33	-	Maßg. (Zug)	
LK4	1g+0,3p	0,384	2,60	-	-	1,76		
LK5	1g+0,5p	0,358	2,79	0,78	w5=1,47	-		Maßg.
LK6	1g+1p	0,310	3,22	0,78	w6=1,59	-		

Die Einwirkung horizontaler Lasten auf eine so hohe, relativ weiche (verglichen mit Stahlbetonbauten) Struktur spielt eine wesentliche Rolle. Die unterschiedliche Lastverteilung und die Berücksichtigung der Schwingungsanfälligkeit bei Wind sind dabei wesentliche Faktoren (siehe Abbildung 38).

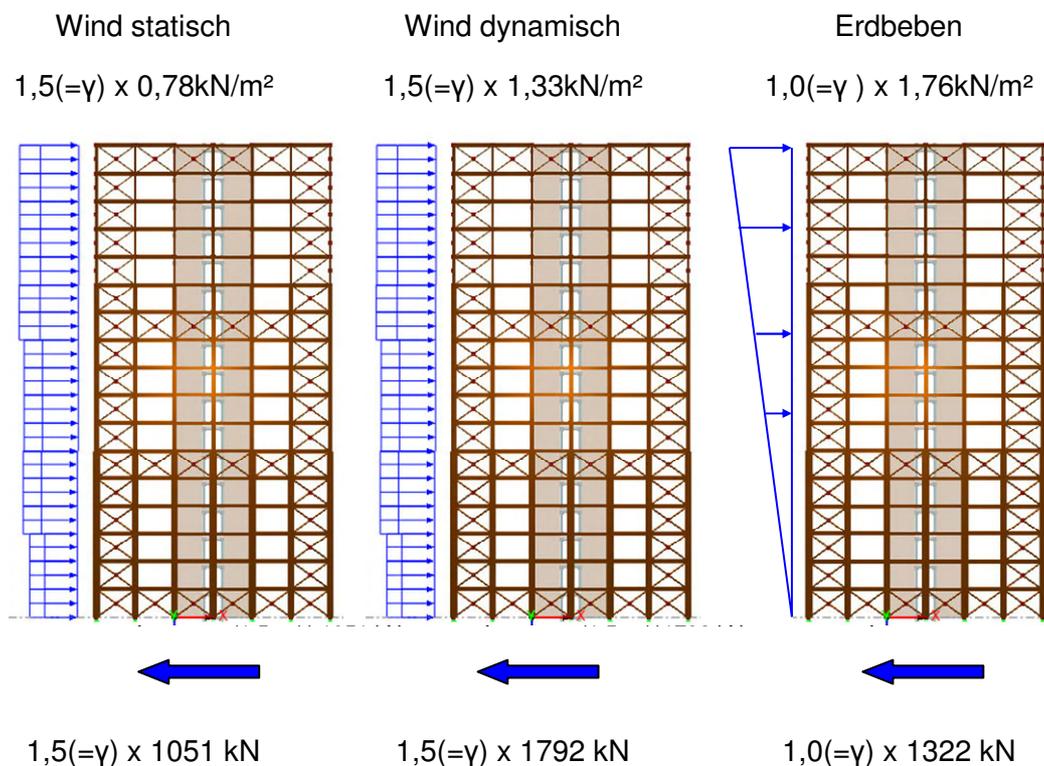


Abb. 38 Vergleich horizontale Lasteinwirkungen für ULS auf teilweise ausgekreuzte Kernstruktur

Zufolge der maßgebenden Lastfallkombination für die Gebrauchstauglichkeit LK5 beläuft sich die maximale Verschiebung für die teilweise ausgekreuzte Kernstruktur auf 9,3 cm

(siehe Abbildung 39). Die berechnete Verschiebung beträgt $h/700$ und ist somit relativ gering.

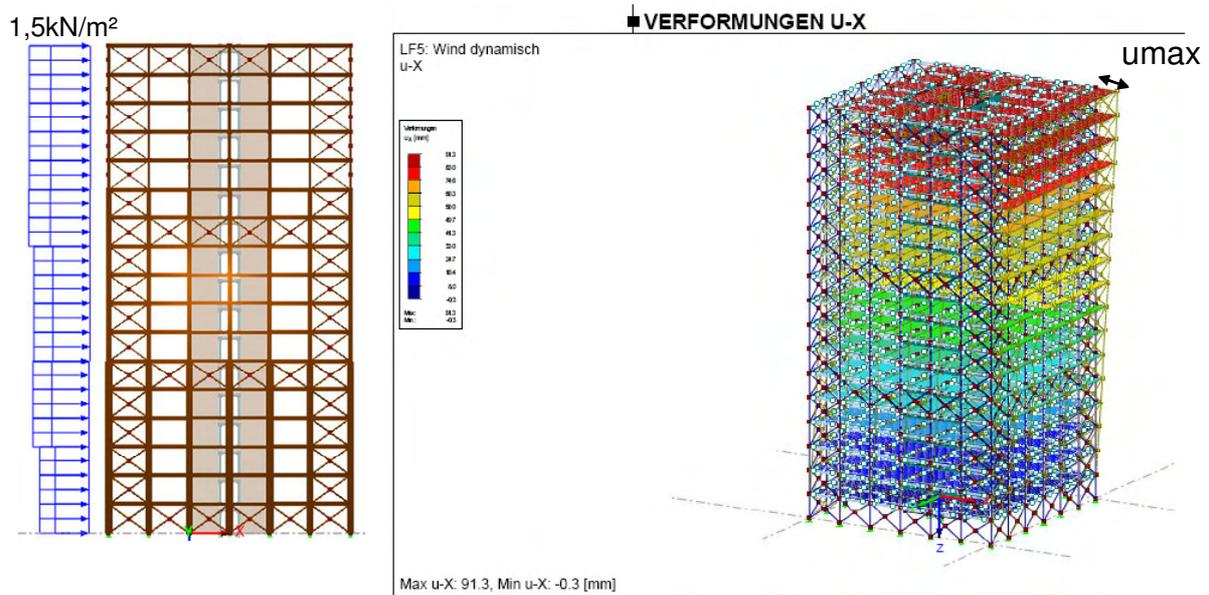


Abb. 39 Horizontale Verformung der teilweise ausgekreuzten Kernstruktur infolge LK5

In Abbildung 40 ist eine mögliche Variante für den Anschluss der Diagonalen an Stütze und Träger dargestellt. Dabei kann die Diagonale als Kreisquerschnitt oder Rechteckquerschnitt ausgeführt werden. Abhängig von der Größe der anzuschließenden Normalkraft kann die notwendige Anzahl der Verbindungsmittel variiert werden.

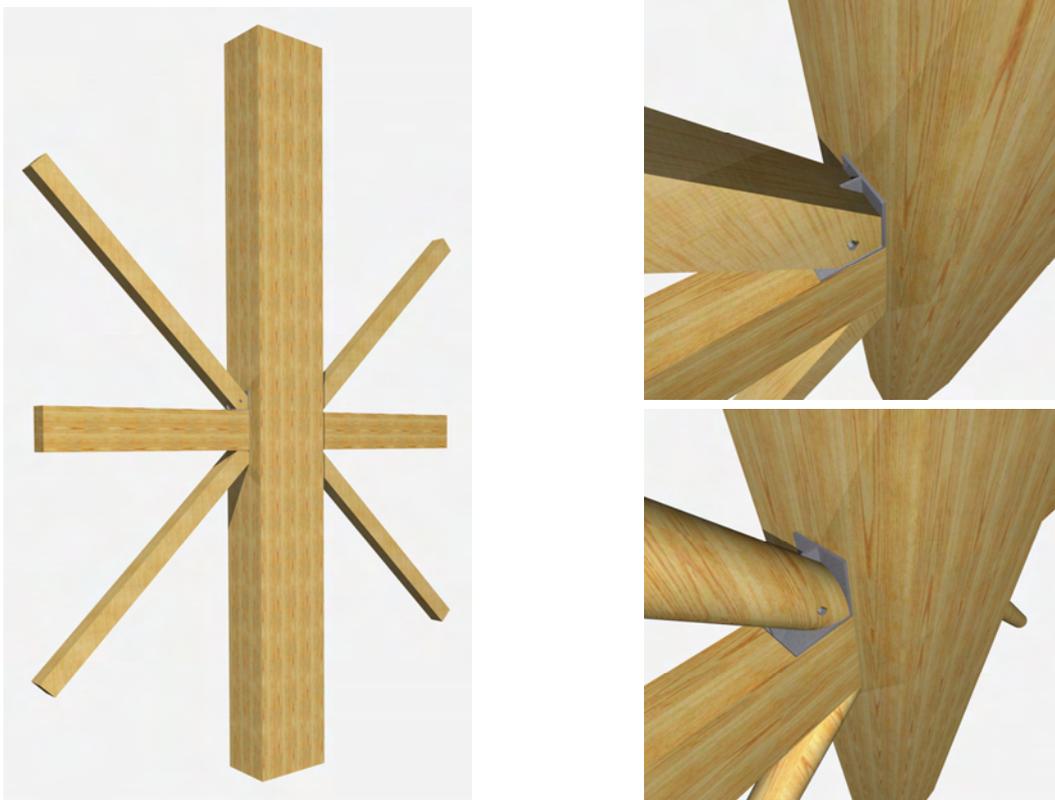


Abb. 40 Detailskizze Anschluss Diagonale Struktur-Kern

Das dritte untersuchte System war die Rahmenscheibengitterstruktur (RSG; siehe Abbildung 41). Dabei handelt es sich um einen rechteckigen Grundriss mit 45 x 16,5 Metern. Die

Erschließungskerne sind ausgelagert und werden den Berechnungen nicht berücksichtigt. Die horizontale Aussteifung erfolgt in der Fassade durch (teil)biegesteif angeschlossene vertikal und horizontal orientierte BSP-Scheiben (siehe Abbildung 42). Zur Berechnung wurden die Knoten biegesteif angenommen. Die vertikalen BSP-Wandscheiben werden durch Stützen zu einem U-Querschnitt verstärkt und dienen ebenfalls der vertikalen Lastabtragung. Die restlichen vertikalen Lasten werden über Mittelstützen abgetragen.

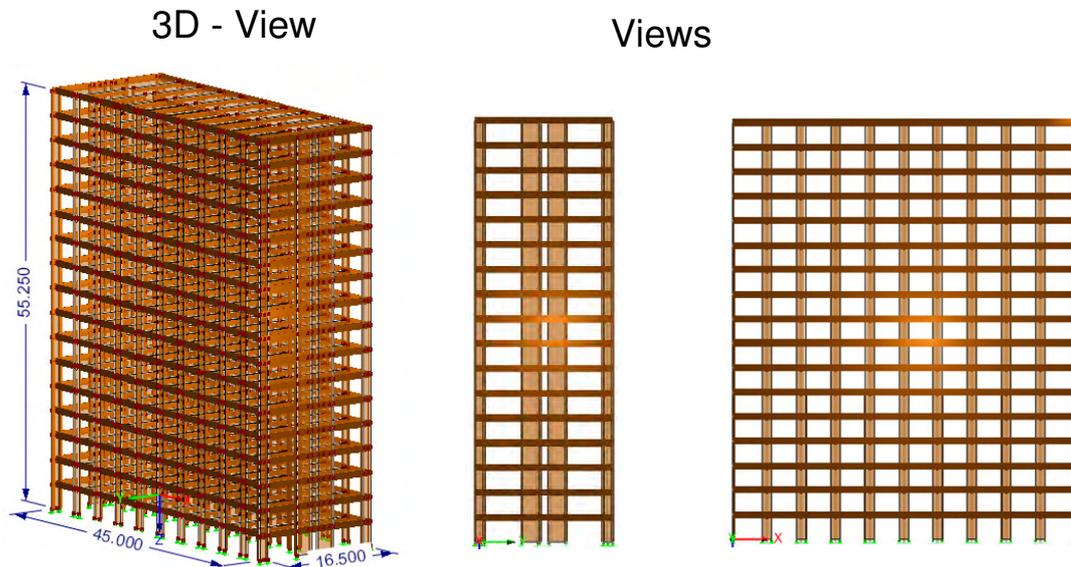


Abb. 41 3D-Ansicht und Ansicht der Struktur Rahmenscheibengitter (RSG)

In der Querfassade wurden aufgrund einer geringeren Anzahl an Aussteifungselementen und einer höheren horizontalen Lasteinwirkung die Querschnitte doppelt so stark ausgeführt wie in der Längsfassade (siehe Abbildung 42). Die BSP-Deckenscheiben wurden in Längsrichtung über 4,5 m gespannt. Aus wirtschaftlichen und statischen Gründen wurden auch bei diesem System die Querschnitte (ausgenommen die Deckenkonstruktion mit Unterzügen und BSP-Deckenscheibe) alle sechs Stockwerke um 20 % reduziert.

Die Wand- und Deckenscheiben sowie die horizontalen Parapetträger bestehen aus Brettspertholz, sämtliche Stützen werden aus Brettschichtholz gefertigt.

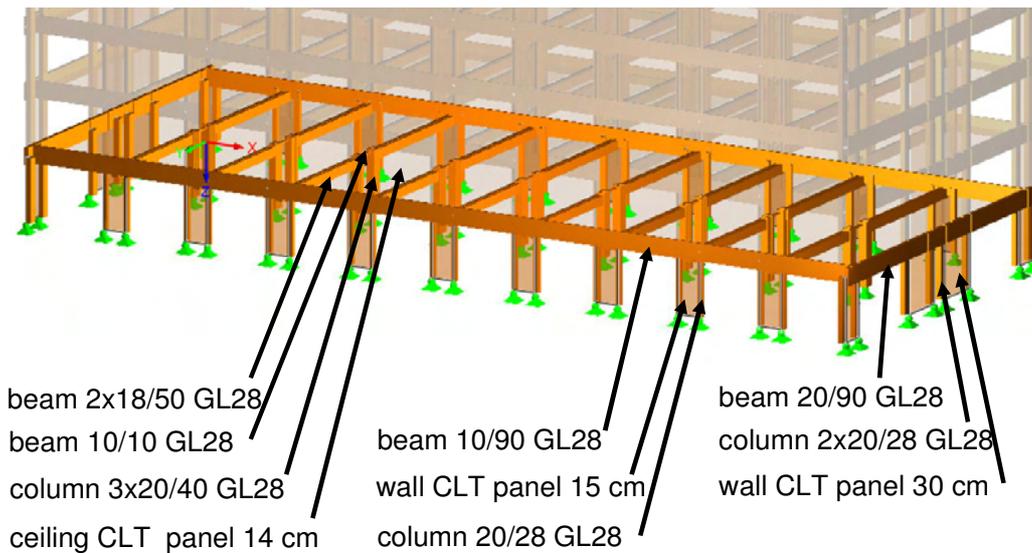


Abb. 42 Einzelnes Geschoss mit Querschnitten der Struktur Rahmenscheibengitter (RSG)

Die Gesamtkubatur für die Rahmenscheibengitterstruktur beträgt 3043 m³.

Bezogen auf die Fläche beträgt der Materialaufwand 0,24 m³/m². Das resultierende Gewicht beträgt somit 84 kg/m².

In Tabelle 6 ist der Materialaufwand nach Werkstoffen für die unterschiedlichen Tragelemente der Rahmenscheibengitterstruktur aufgeschlüsselt.

Auch bei dieser Struktur ist klar ersichtlich, dass mit Abstand der größte Materialaufwand mit etwa 72 % der Gesamtkubatur in der Deckenkonstruktion liegt.

Tabelle 6 Kubatur Rahmenscheibengitterstruktur in m³

Kubatur in m ³	BSH	BSP	Σ
Decke	415 (7,5 m span)	1768 (4,5 m span)	2183
Stützen	164	-	164
Aussteifung vertikale Elemente	172	330	502
Aussteifung horizontale Elemente	194	-	194

Infolge der maßgebenden Lastfallkombination für die Gebrauchstauglichkeit LK5 beläuft sich die maximale Verschiebung in der maßgebenden Richtung für die Rahmenscheibengitterstruktur auf 13 cm (siehe Abbildung 43). Das bedeutet: Die Verschiebung beträgt h/500 und ist somit ebenfalls relativ gering.

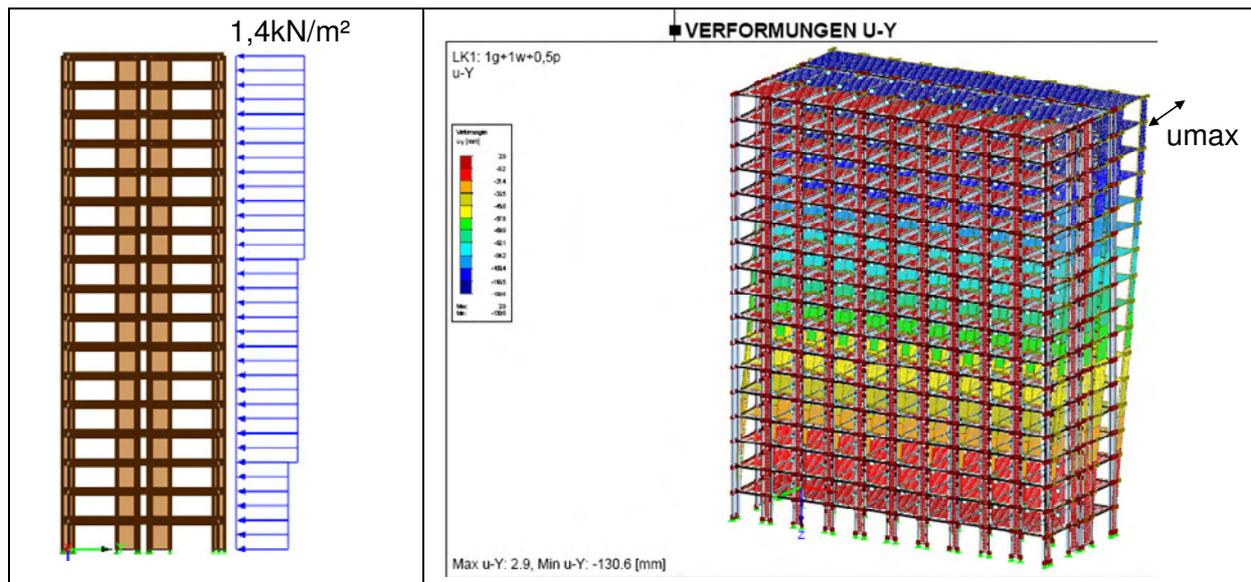


Abb. 43 Horizontale Verformung der Rahmenscheibengitterstruktur infolge LK5

In Abbildung 44 ist eine Ausführungsart eines (teil)biegesteifen Anschlusses der vertikalen und horizontalen Brettsperrholzscheiben dargestellt. Das zu übertragende Moment soll dabei durch einen großen Hebelarm über Druck mittels Stahlwinkel weitergeleitet werden. Die BSP-Scheiben sind sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung durchgehende Profile. Zusätzliche Steifigkeit kann durch die Verbindung mit eingefrästen Stahlwinkeln (siehe Abbildung 44) erzielt werden.

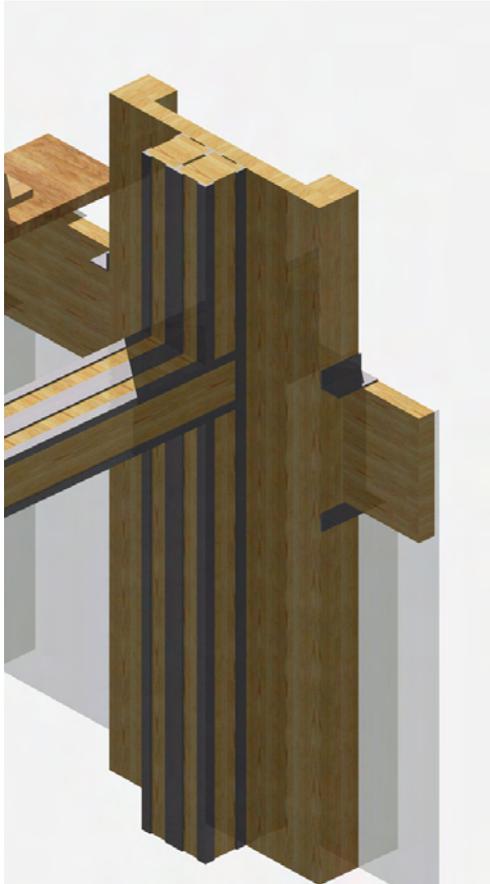


Abb. 44 Detailskizze (teil)biegesteifer Anschluss Struktur Rahmenscheibengitter

In Tabelle 7 werden die Ergebnisse für die untersuchten Strukturen Kern und Rahmenscheibengitter gegenübergestellt. Dabei sei zu beachten, dass aufgrund unterschiedlicher Nutzfläche die Gesamtkubatur weniger aussagekräftig ist als die auf die Nutzfläche bezogene Kubatur. Außerdem wird im Gegensatz zur Kernstruktur in der Rahmenscheibengitterstruktur kein Erschließungskern berücksichtigt.

Die Struktur RSG ist dabei weniger materialaufwändig als die Struktur Kern. Dies ist auf die gewählte Unterzugkonstruktion zurückzuführen.

Bezogen auf die horizontale Verschiebung weist die Struktur Kern eine ca. 40 % höhere Steifigkeit auf, jedoch halten beide Strukturen eine relativ geringe Verschiebung von $h/500$ ein.

Die zu erwartenden Verankerungskräfte sind dabei für die Struktur RSG doppelt so hoch wie die der Struktur Kern.

Tabelle 7 Gegenüberstellung der Ergebnisse für die Kernstruktur und die Rahmenscheibengitterstruktur

		Struktur Kern	Struktur RSG
	Gesamt Kubatur	3419 m ³	3043 m ³
	Kubatur pro Quadratmeter Nutzfläche	0,31 m ³ /m ²	0,24 m ³ /m ²
Wind dynamisch	Auflagerreaktionen ULS LK3: 1g+1,5w	Zug 928 kN Druck 2241 kN	Zug 1987 kN Druck 2775 kN
	Verschiebungen SLS LK5: 1g+1w+0,5p	U=91,3 mm<h/500	U=130,6 mm<h/500

Zusammenfassende Empfehlungen

Aus den gemachten Erfahrungen bei der Tragwerksentwicklung können folgende Empfehlungen zur Erfüllung der drei wesentlichen Anforderungskategorien abgeleitet werden: Brandbelastung, vertikale und horizontale Lastabtragung von schlanken hohen Holzbauten.

Horizontale Lastabtragung

Maßgebend für die Bemessung sind Wind oder Erdbeben. Dabei können jedoch keine festen Regeln – welcher Lastfall wird maßgebend – abgeleitet werden. Dies kann ausschließlich durch Iterationsprozesse ermittelt werden.

Welcher Lastfall maßgebend wird, hängt von vielen Parametern ab:

- Geografische Lage: Windverhältnisse, Bebauungsgrad etc.
- Geologische Lage: Bodenverhältnisse
- Struktur: Form, Steifigkeit, Anordnung der Aussteifung etc.

Außerdem sind die Grenzwerte der Verschiebung für den Lastfall Wind und den außergewöhnlichen Lastfall Erdbeben unterschiedlich:

Für die Verformung von Hochhäusern aufgrund von Windbelastung gilt allgemein $h/500$ (hier 13 cm). Jedoch kommt dieser Wert aus der Rissebeschränkung für Stahlbetonbauten. Für Holzbauten gibt es keine Erfahrungswerte. Diese Verformungsbeschränkung dürfte für Holzbauten zu gering gewählt sein.

Im Erdbebenfall wird eine relative Stockwerkverschiebung berechnet, welche wesentlich höhere Verformungen (hier 68 cm) zulässt.

Weiche hohe Strukturen sind schwingungsanfällig und müssen daher mit hohen dynamischen Windbeiwerten berechnet werden.

Für den Lastfall Erdbeben hingegen sind weiche Strukturen mit niedrigen Eigenfrequenzen vorteilhaft.

Für das statische Verhalten eines Systems mit vielen Knoten sind der Reibungskoeffizient und die Dämpfung im Holz von wesentlicher Bedeutung. Genauere Werte müssten anhand von Versuchen ermittelt werden. Erfahrungswerte gibt es nur für konventionelle Holzbauten.

Zur horizontalen Lastabtragung hat sich ein so genannter „Vogelkäfig“ mit aussteifender Deckenplatte in bestimmten Bereichen als sinnvoll erwiesen. Damit ist eine Aussteifung in der Fassade gemeint.

Ein massiver mineralischer Kern würde sämtliche Kräfte anziehen, da er zu steif ist. Im Gegensatz dazu ist die Steifigkeit eines Kernes aus Brettsperrholzscheiben gering.

Die Aussteifung in der Fassade kann durch Diagonalstäbe oder durch Rahmenscheibengitter erzielt werden.

Zusätzliche Steifigkeit kann durch eine Innenstruktur (z.B. Rahmen) bei rechteckigen Grundrissen erreicht werden.

Vertikale Lastabtragung

Deckenstruktur

Unterzuglose Flachdecken sind bei den großen, im Bürobau üblichen Spannweiten über 5 Meter in der Regel unwirtschaftlich.

Um größere Spannweiten zu erzielen, sind im Bürobau Unterzugstrukturen zu bevorzugen. Durch Rahmenwirkung erzielt man dabei höhere Biegesteifigkeiten der Deckenplatten, die im Gesamtkonzept zur Aussteifung genutzt werden kann. Mit einer Differenzierung der Deckenhöhen kann gearbeitet werden. Aus brandschutztechnischen Gründen müssen die Rippen genügend große Querschnitte aufweisen.

Aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus sollte die Bauhöhe nicht überstrapaziert werden. Folgende Möglichkeiten sind dafür erwähnenswert:

- Verbundkonstruktion (monolithisch oder konstruktiv)

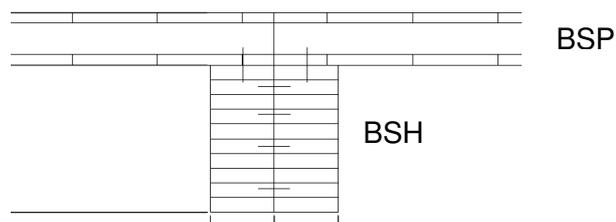


Abb. 45 Verbundkonstruktion

- Hybridkonstruktionen (Beton-Holz oder Holz-Stahlwinkelträger)



Abb. 46 Hybridkonstruktionen

- Breitere Querschnitte (aus wirtschaftlichen Gründen weniger empfehlenswert)

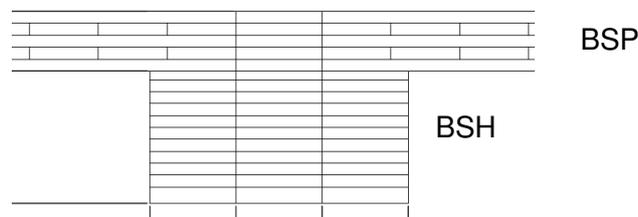


Abb. 47 Breitere Querschnitte

Stützen/Wände

Aus Gründen der Flexibilität sind große Spannweiten mit vielen stützenfreien Zonen erstrebenswert. Insofern ist die Einleitung großer vertikaler Kräfte in die Fassadestruktur ein probates Mittel. Werden diese Elemente zur Aufnahme der vertikalen Kräfte als Wandscheiben in der Fassade wie bei der Struktur RSG ausgeführt, kann einiges an Nutzfläche eingespart werden.

Aus brandschutztechnischen Gründen ist die Kompaktheit der Elemente Voraussetzung. In der Fassade situierte Elemente sind nur einseitig brandgefährdet. Die Querschnitte für Mittelstützen sind sehr groß zu wählen.

4.3.3. Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH; Lothar Heinrich

Statische Modelle

Aus den untersuchten Grundrisstypen wurde ein Rechtecktyp mit Fassadenkorsett zur Auswertung ausgewählt. Seine Abmessungen von 16,5 m Breite, 45 m Länge und einer Höhe von bis zu 75 m entsprechen ungefähr dem Wiener Ringturm, wobei dieser mit 14,5 m Breite schlanker ist.

Das Fassadenkorsett mit den Decken übernimmt die Aussteifung, sodass Schächte, Stiegenhäuser und Aufzüge frei im Grundriss angeordnet werden können. Die Kapazität der Aussteifung über die Haut ist größer als die über den Kern.

Untersucht wurden vier Konstruktionen der aussteifenden Fassade, die zur Unterscheidung wie folgt benannt wurden:

- Rahmenscheibengittersystem
- Kurbelviereck
- Auermann
- Diagonale

In allen statischen Modellen ist die Knotenausbildung der Fassadenstäbe der statisch und auch wirtschaftlich bestimmende Bauteil des Systems.

Vergleichend wurde statisch ein Kerntyp (ITI TU Wien) untersucht.

Das Rahmenscheibengittersystem (ITI TU Wien), hat nur Vertikale und Horizontale und nimmt horizontale Lasten über die Knotenmomente gleich einem Vierendeelträger auf. Es sind daher die Knoten steif mit Knotenblechen und hochpräzise auszubilden.

Das Kurbelviereck (V+P), ist aus einem Diagonalverband durch Versatz der Schnittpunkte entstanden. Architektonisch ansprechend, muss der Versatz der Schnittpunkte durch einen aufwändigen Knoten statisch wirksam gemacht werden.

Prinzip Auermann (V+P), ist ein Diagonalverband, der sich geometrisch zu einem Netz verdichtet. Die Aussteifung und das System sind statisch einwandfrei gegeben. Das Prinzip Auermann hat eine große Kapazität gegen Erdbeben.

Zurzeit wird im Büro Vasko +Partner ein einfacher Knoten im Zusammenhang mit Materialoptimierung entwickelt.

Die Diagonale (V+P)

ist konstruktiver Minimalismus durch Verwendung von bloß statisch erforderlichen Diagonalen, bemessen nach den äußeren Einwirkungen Wind oder Erdbeben. Es kann der noch in Entwicklung stehende Auermannknoten verwendet werden.

Ergebnisse der Berechnungen (Erdbeben Wien)

Erste Eigenfrequenz

Rahmenscheibengittersystem	f = 0,80 Hz	steife Knoten
Kurbelviereck	f = 0,18 Hz	gelenkig angeschlossene Knoten
Auermann	f = 0,82 Hz	gelenkig angeschlossene Knoten
Diagonale	f = 0,41 Hz	gelenkig angeschlossene Knoten

Verformung maximal

Rahmenscheibengittersystem	v = 80 mm
Kurbelviereck	v = 260 mm
Auermann	v = 61 mm
Diagonale	v = 114 mm

Stabkräfte

Die Stabdruckkräfte betragen bei den Modellen maximal 2700 kN.

Die Stabzugkräfte betragen bei den Modellen maximal 800 kN.

Rechenmethoden

Die heutigen Rechenmethoden erlauben materialiengerechte und optimierte Ergebnisse in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

Wesentliche Elemente, ein Tragwerk bestens zu gestalten, sind das Konstruktive und der Prüfstand sowohl von Material als auch von neuen Konstruktionen.

Die Rechner bleiben Werkzeuge.

Wirtschaftlichkeit

Allen Systemen ist ein hoher Vorfertigungsgrad bei wenigen Elementen gemeinsam. Dies ist eine natürliche Eigenschaft nicht nur des modernen Holzbaus, sondern hat jahrtausendealte Zimmermannstradition.

Wirtschaftlich entscheidend sind primär die Knoten, sekundär der Materialbedarf.

Erforderliche Präzision des Holzzuschnitts

Form der Stahlteile des Knotens

Fügung und Zusammenbau

Statistik

Materialverbrauch in Kubikmeter Holz je Quadratmeter Bruttofläche

Kern	0,307 m ³ /m ²
Rahmenscheibengittersystem	0,238 m ³ /m ²
Kurbelviereck	0,292 m ³ /m ²
Auermann	0,257 m ³ /m ²
Diagonale	0,209 m ³ /m ²

4.3.4. WIEHAG Holding GmbH; DI Alfons Brunauer

Vergleich und Potenziale der einzelnen Varianten aus Sicht der Ausführung

- **RSG**

Struktur kommt mit einem geringen Holzverbrauch aus. Als Vorteil sehen wir die geringen und gleichen Knoten an, die auf die jeweiligen Laststufen auszulegen sind.

Die Unsicherheit, aber auch das Potenzial stecken in der Art der Knotenausbildung (Einsatz und Art der Verbindungselemente).

Kosten : 423,48 €/m²

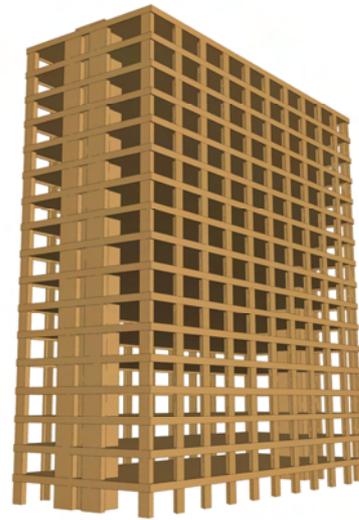


Abb. 48 RSG Strukturmodelle

- **Netz 1- Kurbelviereck**

Sehr hoher Holzverbrauch, besonders unter Berücksichtigung der Tatsache, dass sich die gesamte Ausfläche an der Aussteifung des Gebäudes beteiligt. Hohe Anzahl hochbeanspruchter Knoten erfordern im Holzbau hohe Verbindungskosten.

Der große Vorteil dieser Konstruktion besteht unserer Meinung nach in der Austauschbarkeit einzelner Stäbe, z. B. nach einem Brand.

Kosten : 595,22 €/m²

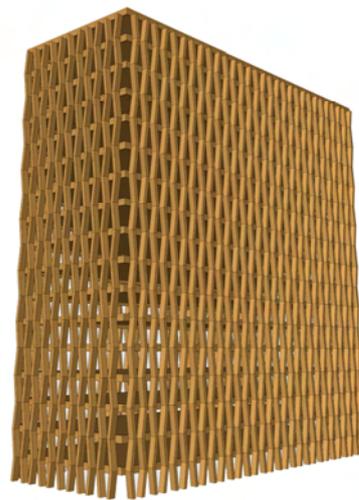


Abb. 49 Netz-Kurbelviereck Strukturmodelle

- **Netz 2- Auermann**

Holzverbrauch noch höher als bei 2., dafür geringere Knotenzahl.

Kosten : 637 €/m²

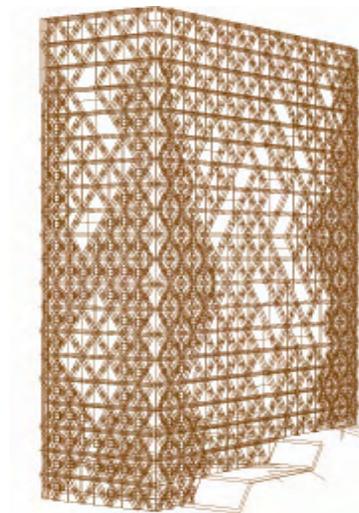


Abb. 50 Netz-Auermann, Strukturmodelle

- **Diagonale**

Geringster Holzverbrauch und einfachste Struktur mit geringstem Ausführungsrisiko. Vermutlich auch in statischer Hinsicht am besten optimiert. Potenzial liegt hier nur mehr in der Detailbemessung

Kosten : 397,32 €/m²

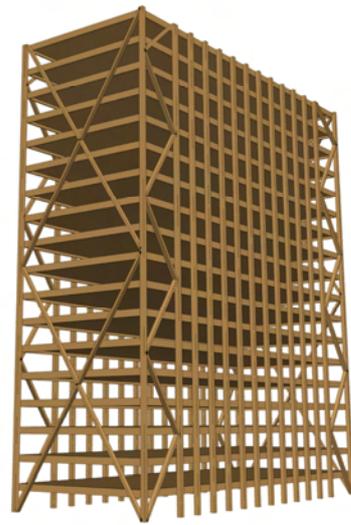


Abb. 51 Diagonale, Strukturmodelle

- **Kern**

Mit Abstand höchster Materialeinsatz – bezogen auf die 13 900 m² Geschossflächenzahl 4520 m³. Kern ist mit CLT-Platten ausgeführt und trägt zur Aussteifung nicht oder nur wenig bei. Teures Konstruktionsmaterial ohne statischen Nutzen. Potenzial liegt hier im Material und statischen Optimierung.

Kosten : 581 €/m²

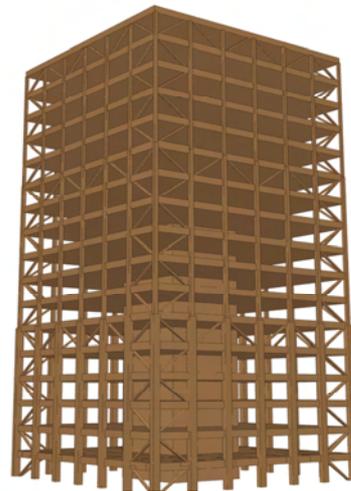


Abb. 52 Kern, Strukturmodelle

Zusammenfassung

Die von uns durchgeführten preislichen Bewertungen basieren bei allen Varianten auf einem sehr geringen Detaillierungsgrad der einzelnen Strukturen. So sind z. B. die Anschlüsse nur anhand unserer bisherigen Erfahrungen abgeschätzt. In einem nächsten Schritt müsste daher die Bearbeitungstiefe entsprechend erhöht werden. Hier gibt es noch erhebliches Potenzial.

Tabelle 8 Kern Type

Type	Part	Floor	Element	Material	Floor	Floor Area (m2)	Floor Height (m)	Amount of Element per floor	Dimension a (m)	Dimension b (m)	Material per Floor (m3)	Material per Floor (m3)	m3/m2	Total Material (m3)	Total Material (m3)	Total (m3)	Total (m3/m2)			
KERN	CEILING	Floor 1-17	ceiling	CLT	17	648	3.25	1		0.14	90.72	144.72	0.223	2460.24	2460.24	3381.20	0.307			
			beam	BS 14				20	0.60	0.50	54.00									
	FAÇADE	Floor 1-6	diagonals	NH C24	6	729		24	0.20	5.50	3.96	50.04	0.069	300.24	598.04					
			beam	BS 14				4	0.20	0.40	8.64									
			columns	BS 14				24	0.60	0.80	37.44									
		Floor 7-12	diagonals	NH C24	6			21.3	0.16	5.50	2.25	32.56	0.045	195.38						
			beam	BS 14				4	0.16	0.40	6.91									
			columns	BS 14				24	0.60	0.50	23.40									
		Floor 13-17	diagonals	NH C24	5			21.3	0.12	5.50	1.26	20.48	0.028	102.42						
			beam	BS 14				4	0.12	0.40	5.18									
			columns	BS 14				24	0.60	0.30	14.04									
		CORE	Floor 1-6	shearing wall	CLT			6	81	4	0.20	9.00	23.40	23.40				0.032	140.40	322.92
				shearing wall	CLT					4	0.16	9.00	18.72	18.72				0.026	112.32	
			Floor 7-12	shearing wall	CLT			6		4	0.12	9.00	14.04	14.04				0.019	70.20	
	shearing wall			CLT	4	0.12				9.00	14.04	14.04	0.019	70.20						

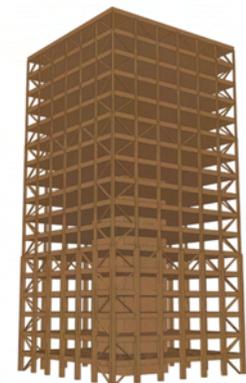


Tabelle 9 RahmenScheibenGitter

Type	Part	Floor	Element	Material	Floor	Floor Area (m2)	Floor Height (m)	Amount of Element per floor	Dimension a (m)	Dimension b (m)	Material per Floor (m3)	Material per Floor (m3)	m3/m2	Total Material (m3)	Total Material (m3)	Total (m3)	Total (m3/m2)	
RSG	CEILING	Floor 1-17	ceiling	CLT	17	742,5	3,25	1		0,14	103,95	125,96	0,170	2141,24	2141,24	2999,24	0,238	
			beam / SA	BS 14				18	0,36	0,45	21,87							
			beam / LA	BS 14				9	0,10	0,10	0,14							
	FAÇADE	Floor 1-6	columns / LA	BS 14	6			36	0,20	0,28	6,55	50,99	0,069	305,92				
			panel / LA	CLT				18	1,20	0,15	10,53							
			columns / SA	BS 14				16	0,40	0,28	5,82							
			panel / SA	CLT				6	2,40	0,30	14,04							
			beam	BS 14				2	0,90	0,20	5,94							
			beam	BS 14				2	0,90	0,10	8,10							
		Floor 7-12	columns / LA	BS 14	6			36	0,20	0,22	5,15	40,14	0,054	240,86				
			panel / LA	CLT				18	1,20	0,12	8,42							
			columns / SA	BS 14				16	0,40	0,22	4,58							
			panel / SA	CLT				6	2,40	0,23	10,76							
			beam	BS 14				2	0,90	0,16	4,75							
			beam	BS 14				2	0,90	0,08	6,48							
		Floor 13-17	columns / LA	BS 14	5			36	0,20	0,18	4,21	29,48	0,040	147,42				
			panel / LA	CLT				18	1,20	0,08	5,62							
			columns / SA	BS 14				16	0,40	0,18	3,74							
			panel / SA	CLT				6	2,40	0,16	7,49							
			beam	BS 14				2	0,90	0,12	3,56							
			beam	BS 14				2	0,90	0,06	4,86							
		COLUMNS	Floor 1-6	columns	BS 14			6	18	0,60	0,40	14,04	14,04	0,019	84,24			163,80
			Floor 7-12	columns	BS 14			6	18	0,40	0,40	9,36	9,36	0,013	56,16			
			Floor 13-17	columns	BS 14			5	18	0,20	0,40	4,68	4,68	0,006	23,40			

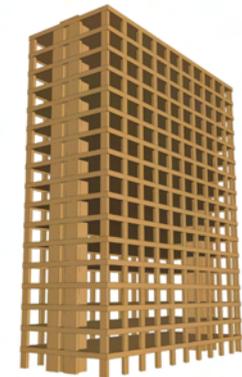


Tabelle 10 Diagonal

Type	Part	Floor	Element	Material	Floor	Floor Area (m2)	Floor Height (m)	Amount of Element per floor	Dimension a (m)	Dimension b (m)	Material per Floor (m3)	Material per Floor (m3)	m3/m2	Total Material (m3)	Total Material (m3)	Total (m3)	Total (m3/m ²)
DIAGONAL	CEILING	Floor 1-17	ceiling	CLT	17	742,5	3,3	1		0,12	89,10	99,60	0,13	1693,20	1693,20	2635,24	0,209
			beam / SA	BS 14				14	0,20	0,50	10,50						
	FACADE	Floor 1-17	diagonal, facade columns	BS 14	17			134	0,35	0,70	32,83	45,13	0,06	767,21	767,21		
			beam	BS 14				123	0,50	0,20	12,30						
	COLUMNS	Floor 1-6	columns	BS 14	6			14	0,60	0,60	14,11	14,11	0,019	84,67	174,83		
			columns	BS 14	6			14	0,50	0,50	9,80	9,80	0,013	58,80			
			columns	BS 14	5			14	0,40	0,40	6,27	6,27	0,008	31,36			
		Floor 7-12	columns	BS 14	6			14	0,50	0,50	9,80	9,80	0,013	58,80			
			columns	BS 14	5			14	0,40	0,40	6,27	6,27	0,008	31,36			

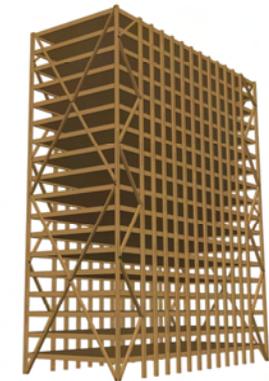


Tabelle 11 Netz-Kurbelviereck

Type	Part	Floor	Element	Material	Floor	Floor Area (m2)	Floor Height (m)	Amount of Element per floor	Dimension a (m)	Dimension b (m)	Material per Floor (m3)	Material per Floor (m3)	m3/m2	Total Material (m3)	Total Material (m3)	Total (m3)	Total (m3/m2)
NETZ -1 Kurbelviereck	CEILING	Floor 1-17	ceiling	CLT	17	742,5	3,3	1		0,12	89,10	99,60	0,13	1693,20	1693,20	3690,57	0,292
			beam	BS 14				14	0,20	0,50	10,50						
	FAÇADE	Floor 1-17	diagonal	BS 14	17			297	0,40	0,80	94,91	107,21	0,14	1822,54	1822,54		
			beam	BS 14				123	0,50	0,20	12,30						
	COLUMNS	Floor 1-6	columns	BS 14	6			14	0,60	0,60	14,11	14,11	0,019	84,67	174,83		
		Floor 7-12	columns	BS 14	6			14	0,50	0,50	9,80	9,8	0,013	58,8			
		Floor 13-17	columns	BS 14	5			14	0,40	0,40	6,27	6,272	0,008	31,36			



Tabelle 12 Netz – Prinzip Auermann

Type	Part	Floor	Element	Material	Floor	Floor Area (m2)	Floor Height (m)	Amount of Element per floor	Dimension a (m)	Dimension b (m)	Material per Floor (m3)	Material per Floor (m3)	m3/m2	Total Material (m3)	Total Material (m3)	Total (m3)	Total (m3/m2)
NETZ - 2 Prinzip Auermann	CEILING	Floor 1-17	ceiling	CLT	17	742,5	3,3	1		0,12	89,10	99,60	0,13	1693,20	1693,20	3246,73	0,257
			beam / SA	BS14				14	0,20	0,50	10,50						
	FAÇADE	Floor 1-17	diagonal	BS14	17			215	0,40	0,80	68,80	81,10	0,11	1378,70	1378,70		
			around beam	BS14				123	0,50	0,20	12,30						
	COLUMNS	Floor 1-6	columns	BS14	6			14	0,6	0,6	14,11	14,112	0,019	84,67	174,83		
		Floor 7-12	columns	BS14	6			14	0,5	0,5	9,80	9,8	0,013	58,80			
		Floor 13-17	columns	BS14	5			14	0,4	0,4	6,27	6,272	0,008	31,36			



4.4. Projektphase 4, Konstruktive Untersuchung

4.4.1. Zusammenfassung

Zeitfenster

Jänner bis Juli 2008

Hauptsächlich involvierte Projektbeteiligte

schluderarchitektur ZT GmbH

Holz Forschung Austria

TU Wien, Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau

WIEHAG Holding GmbH

Aufgabenstellung

Weiterentwicklung des Tragwerks unter besonderer Berücksichtigung des Brandschutzes und der wesentlichen Punkte der Bauphysik. Klärung der grundsätzlichen Brandschutzmaßnahmen laut der aktuellen Bauordnung für Wien, der geltenden Normen und Richtlinien (TRVB, ONR 22000 etc.), ungeachtet aber der Brennbarkeit des Werkstoffes Holz. Weiters werden die grundsätzlichen bauphysikalischen Probleme angesprochen. Evaluierung der Konstruktion anhand von Fire-Engineering und Bauteilbeurteilung (second opinion). Beurteilung und Einflussnahme der Versicherungsgesellschaft in die konstruktive Untersuchung in Hinblick auf eine Feuerversicherung des Gebäudes.

Statische Vorbemessung der gesamten Tragkonstruktion mit allen erforderlichen statischen Nachweisen inklusive der aktuellen Erdbebennorm für Wien.

Ziel

Weiterentwicklung und Beurteilung der Konstruktion anhand folgender Parameter: Brandschutz, Bauphysik, statische Untersuchung. Erstellung eines Gutachtens bezüglich der Konstruktion.

Zusammengefasstes Ergebnis

Wie schon im vorangegangenen Kapitel erwähnt, reduzierte sich die Untersuchung der Konstruktion zugunsten der Tragwerksplanung. Um dennoch ein gutes Ergebnis für die konstruktive Untersuchung des Projektes zu erzielen, haben wir die Ziele geschärft.

Ein äußerst wichtiger und einflussreicher Bauteil ist die Deckenkonstruktion. Dieser wurde ausführlich behandelt. In der Arbeitsgruppe für die konstruktive Untersuchung wurden Parameter definiert, mit denen die Holzforschung Austria eine geeignete Konstruktion erarbeitet hat und bauphysikalisch betrachtete.

Von der TU Wien gibt es zum Brandschutz ein kurzes Statement.

Seitens der UNIQA kamen fortlaufend wichtige Hinweise bezüglich Schadensbehebung nach einem Ereignis.

Unser Augenmerk lag auf der Elementierung der Bauteile. Dies ist ein wesentlicher Aspekt im Holzbau und verschafft dem Projekt einen gewissen Vorteil. Darin liegt sehr viel Potenzial für den Holzbau.

Weiters konnten wir bei der Entwicklung der Fassade Vorteile für den Holzbau entdecken, die eine Kostenreduktion bedeuten.

4.4.2. schluderarchitektur ZT GmbH; DI Michael Schluder, DI Peter Krabbe

Holzbau spezifische Parameter für die Konstruktion

Die holzbauspezifischen Parameter für die Entwicklung der Konstruktionstypen sind wie folgt zu umreißen:

- Ständige Sichtbarkeit aller Holzbauteile – Kontrolle der Konten und Bauteile für eventuelle Schadensfälle
- Tauschbarkeit der einzelnen Elemente im Schadensfall, um eine gute Situation für den Versicherer zu erreichen.
- Präfabrikation größtmöglicher Elemente für kurze Bauzeiten oder
- kleine, gut manipulierbare Bauteile, die immer gleich sind und in großer Stückzahl produziert werden können
- Keine geschossweisen Durchbrüche in den Holzdecken
- Das Eigengewicht der Decke soll weiter reduziert werden. Ziel sind 250 kg/m²
- Keine Holz-Beton-Verbunddecken, um in der Bauphase keine unnötige Wassermenge in das Gebäude einzubringen und das Gewicht des Gebäudes gering zu halten.
- Keine Flachdecken, da die Spannweiten zu groß sind und damit unwirtschaftlich. Außerdem ist die Schwingungsanfälligkeit der Flachdecke in Holz zu groß. Alternative: Unterzüge im Achsabstand von 4,5 m.
- Geringe Geschosshöhe aufgrund des Fehlens von abgehängten Decken und der geringen Bauhöhe der Holzdecke

Deckenkonstruktion

Ein äußerst wichtiger und für das Bauwerk einflussreiches Element ist die Deckenkonstruktion. Ca. 70 % der Holzkonstruktion entfallen auf die Decke. Diese beeinflusst maßgeblich den Stützenabstand und auch die Stellung der Stützen im Grundriss sowie das Eigengewicht des Gebäudes. In der Berechnung von Dr. Merl beträgt das Gewicht der Deckenkonstruktion ca. 50 % der restlichen Konstruktion. Das bedeutet, dass hier auch das meiste Potenzial für eine Gewichtsreduktion liegt.

Die Spannweite der Stütze ist also erstes Thema. Dieses Thema wurde von Prof. Winter zusammenfassend mit folgendem Ergebnis untersucht:

Die maximale Spannweite des Deckensystems sollte 4 bis 6 m betragen. Bei einer größeren Spannweite ist der Werkstoff Holz einfach zu unwirtschaftlich. Bei dem gewählten Grundriss und einer Büronutzung, die ein Maximum an Flexibilität fordert, ist eine Flachdecke

ausgeschlossen. Möglich wäre eine so genannte Multibox. Diese ist ähnlich aufgebaut wie eine Röhrenbetondecke. Oben eine Mehrschichtplatte auf Druck bemessen, unten eine Mehrschichtplatte auf Zug bemessen und dazwischen Holzrippen, die mit den Platten schubfest verleimt werden. Die dabei aber entstehenden Hohlräume könnten für einen unentdeckten Schwelbrand Raum lassen. Sie ist daher nicht geeignet.

Die wirtschaftlichste und für uns interessanteste Methode ist eine Decke mit Unterzug im Achsabstand von 4,5 m. Die Unterzüge spannen dann über 7,5 m. Das bedeutet ein kleinteiliges System mit wenig Gewicht, guter Austauschbarkeit der Elemente und ist eine materialextensive Lösung. Detaillierte Angaben sind im folgenden Kapitel der Holzforschung zu finden.

Eine Möglichkeit größerer Spannweiten haben wir bei Holz-Beton-Verbunddecken. Hier gibt es jedoch keine guten probaten Lösungen, die als Fertigteil auf die Baustelle kommen. Eine Untersuchung zu diesem Thema wäre wertvoll und würde einige Probleme beseitigen.

Und eine Ortbetonlösung wie in dem 7-geschossigen Holz-Gebäude der Architekten Kaden Klingenbeil in Berlin den haben den Nachteil, dass zu viel Feuchtigkeit in den Baukörper gerät, die nur mühsam wieder entweichen kann.

Elementierung der Konstruktion

Holzkonstruktionen werden fast immer in der Werkstatt vorgefertigt und dann als Großelemente oder in kleinen Teilen auf die Baustelle zum Zusammenbau geführt. Diese Art der Verarbeitung des Materials Holz gehört zu den großen Vorteilen. Es lässt eine Präfabrikation in der geschützten Halle zu, macht sie also witterungsunabhängig. Durch die Leichtigkeit des Materiales sind auch große Elemente in der Manipulation kein Problem. Kriterien für die Elementgröße sind meistens der Transport auf der Straße, Tunnel und Durchfahrten und nicht etwa das Gewicht des Bauteiles.

Für das Projekt *achtplus* haben wir zwei Ansätze zur Elementierung verfolgt. Einmal das Großelement für maximale Vorfertigung und somit kürzeste Bauzeit und einmal das Kleinelement, das gut mittels Autokran manipulierbar ist und sich sehr oft in der Konstruktion wiederholt.

Das Großelement oder 700 Pieces

Der Ausgangspunkt für die Überlegung ist, ein Minimum an unterschiedlichen Elementen für die komplette Holzkonstruktion zu entwickeln. Als Konstruktionsprinzip haben wir das Kurbelviereck herangezogen, da hier alle Steher immer geschossweise unterbrochen sind. Grundrissform ist das Rechteck, das für die statische Untersuchung festgelegt wurde. So hat sich eine horizontale Elementierung ergeben, um geschossweise das Gebäude zu entwickeln.

Das Gesamtgebäude soll mit fünf unterschiedlichen Elementen in seinem Rohbau – die reine Konstruktion – errichtet werden können. Drei Elemente benötigt die Wandkonstruktion, ein Element für die Deckenkonstruktion und ein weiteres für die Mittelstütze.

700 Pieces
20 Stockwerk
5 Elemente
700 Stücke

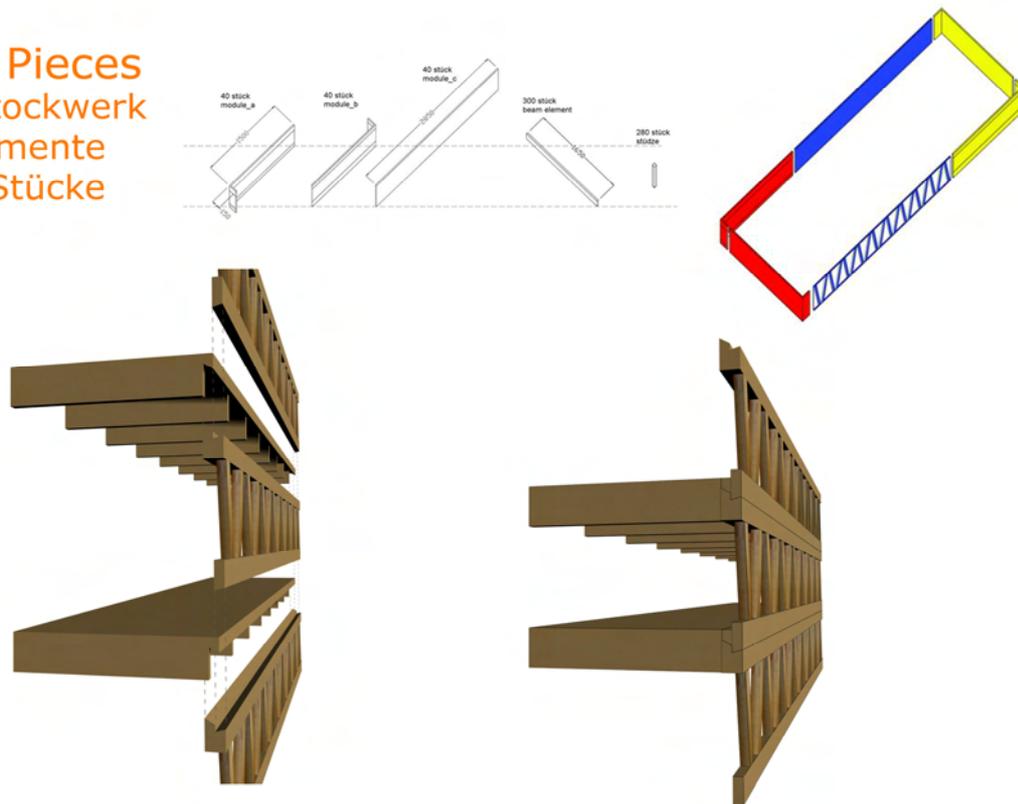


Abb. 53 Das Grosselement oder 700 Pieces

Alle Elemente sind mittels LKW auf österreichischen Strassen transportierbar und auf der Baustelle mittels Kran versetzbar.

Bei der statischen Abschätzung der Elemente und deren Verbindung hat sich herausgestellt, dass damit wahrscheinlich eine max. Geschossanzahl von 12 erreicht werden kann. Tiefere Bearbeitungsschritte sind hier aber notwendig.

Das Kleinelement oder der USB-Stick

Hierbei wurde das Augenmerk auf ein anderes Thema gelenkt. Ausgangspunkt war das Konstruktionsprinzip Netz 2 Auermann. Das gesamte äußere Tragsystem ist eine Netzstruktur, die sowohl horizontale als auch vertikale Lasten abträgt. Das System ist vielversprechend, da es eine sehr große Steifigkeit in das Gebäude bringt. Nachteilig ist die große Anzahl an Knoten.

Wir haben also die Stäbe von eingeschossig auf zweigeschossig gestreckt und in der Mitte die Verbindung nur durch den Stab geführt. So konnte die Anzahl der Knoten auf 50 % reduziert werden, ohne dass konstruktiv ein Nachteil entsteht.

Auch hier gilt: Eine näher Untersuchung des Systems ist empfehlenswert. Das Potenzial aber ist hoch.



Abb. 54 USB-Stick

Die Fassade

Vom Fördergerber Haus der Zukunft wurde als zusätzlicher Punkt zum Forschungsprojekt *achtplus* eine Untersuchung in energetischer Hinsicht gefordert. Als Grundlage einer derartigen Untersuchung aber benötigt man genaue Kenntnisse über die Fassade. Wir haben also als Basis für unsere Fassadenkonstruktion das Netz 2, Auermann hergenommen und dafür eine Fassade entwickelt, die den Vorteilen des Holzbaus gerecht wird.

Ein wichtiger Punkt dabei ist die gute Dämmeigenschaft von Holz. Wir haben beim Prinzip Auermann ca. 50 % der Fassadenfläche mit der Holzkonstruktion besetzt. Das kommt daher, dass wir die netzartige Struktur mit einer Dimension von 40 x 70 cm so in der Fassade einsetzen, dass die breite Seite der Hölzer zur Fassade wird. Da somit die Netzstruktur zur Fassade wird, muss diese nur noch witterungsgeschützt werden. Auf die 70 cm Netzstruktur wird lediglich ein einscheibiges Glas geklebt. Damit ist erstens das Holz nach außen sichtbar und zweitens das Fassadenelement mit besten Dämmeigenschaften versehen (siehe energetische Untersuchung; Arsenal Research). Für diese Verklebung gibt es in der Holzforschung Austria bereits Untersuchungen. Der transparente Glasanteil in der Fassade – die Portale – bedeckt die anderen 50 % der Fassade. Diese werden vor die Holzkonstruktion gesetzt und können geöffnet werden. Alle Fassadenelemente sind vom gleichen Format, um möglichst kostengünstig produzieren zu können.

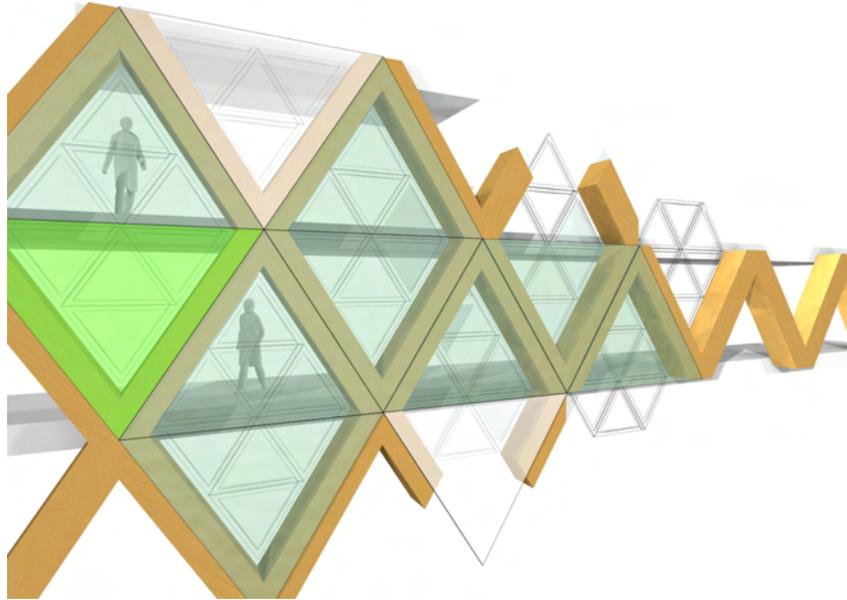


Abb. 55 Fassade, Render

Die Kostenersparnis, die durch eine so konzipierte Fassade erreicht werden kann, wurde in der Kalkulation von Rhomberg Bau nicht erfasst und wird im Ergebnis der Gegenüberstellung daher auch nicht berücksichtigt. Die Kosten für die Fassade für ein Hochhaus sind aber nicht unerheblich. Es steckt also hier noch einiges an Potenzial für den Holzbau.

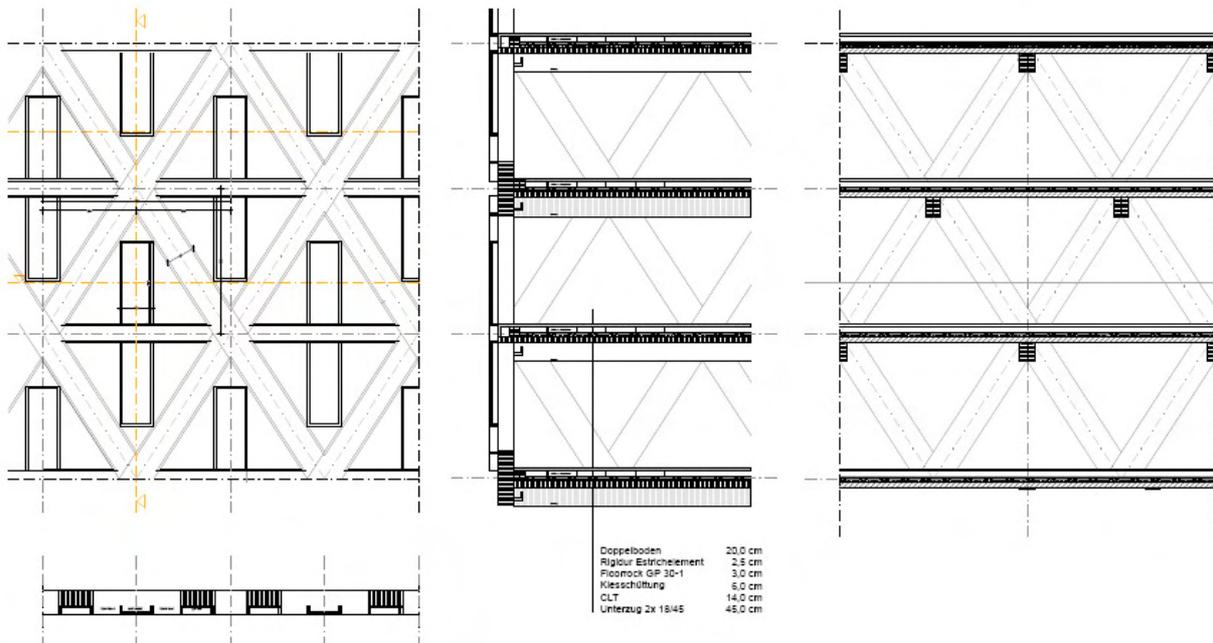


Abb. 56 Fassade, Schnitt

4.4.3. Holz Forschung Austria; DI Peter Schober, Dr. DI Martin Teibinger

Deckenkonstruktion Anforderungen

An die Trenndeckenkonstruktionen wurden seitens des Projektteams folgende Anforderungen festgelegt:

○ **Brandschutz**

Die Decken bei Hochhäusern müssen entsprechend der baugesetzlichen Vorgaben einen Feuerwiderstand von REI 90 aufweisen und aus Baustoffen der Euroklasse des Brandverhaltens mindestens A2 bestehen [1]. Da die Tragstruktur aus brennbaren Baustoffen errichtet werden soll, wurde im Brandschutzkonzept festgelegt, dass keine Hohlräume vorhanden sein dürfen und die Holzkonstruktion sichtbar ohne zusätzliche Beplankungen bzw. abgehängte Unterdecke eingesetzt wird. Die Anforderungen an den Feuerwiderstand werden eingehalten.

○ **Schallschutz**

Die Anforderungen an den Schallschutz werden für Österreich in der ÖNORM B 8115-2 [2] geregelt. Für Trennbauteile ergeben sich folgende Anforderungen:

Bezüglich des Luftschallschutzes von Trenndecken in Gebäuden zwischen Aufenthaltsräumen unterschiedlicher Nutzungseinheiten ist eine bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ von mindestens 55 dB einzuhalten. Diese Anforderung des Luftschallschutzes ist mit den üblichen Holzdeckensystemen, die auch den geforderten Trittschallschutz aufweisen, gewöhnlich leicht zu erreichen.

Der Trittschallschutz wird durch den höchstzulässigen bewerteten Standard-Trittschallpegel $L_{nT,w}$ charakterisiert. Zu Aufenthaltsräumen aus Räumen angrenzender Nutzungseinheiten darf dieser maximal 48 dB betragen.

Diese Anforderungen können sowohl von Holzrahmenbau- als auch von Massivholzdecken erfüllt werden. Ein Bauteilkatalog mit nachweisfreien Konstruktionen steht unter www.dataholz.com [3] kostenlos zur Verfügung.

○ **Flächengewicht**

Von den Statikern wurde ein maximales Flächengewicht der Decke mit 250 kg/m² festgelegt.

○ **Sonstiges**

Wie generell für den Bürobau üblich, ist für die Installationsführung ein Doppelboden auszubilden. Zusätzlich legte das Projektteam fest, dass die Vorteile des Holzbaus hinsichtlich trockener Bauweise grundsätzlich eingehalten werden. Dies schließt sowohl Holz/Betonverbund-Decken als auch einen Nässestrich aus.

¹ www.ris.bka.gv.at

² ÖNORM B 8115-2: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau – Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz, Österreichisches Normungsinstitut 2002.

³ www.dataholz.com

Bauakustisch optimierte Deckenkonstruktionen

Gegenüber schweren, biegesteifen mineralischen Konstruktionen, bei denen der Schallschutz durch die Bauteilmasse bewerkstelligt wird, sind die akustischen Eigenschaften von Holzkonstruktionen wesentlich schwieriger abschätzbar. Hier ist zwischen dem Skelettbau, der eindeutig zu den biegeweichen Konstruktionen gezählt werden kann und dem Massivholzbau (Leimholz, Brettstapel etc.) zu unterscheiden, der aufgrund der physikalischen Eigenschaften der Hölzer weder eine biegeweiche noch eine biegesteife Konstruktion darstellt. Bei Massivholzelementen übernimmt eine massive Platte die tragende Rolle, deren Einbruch der Schalldämmung im Bereich der Koinzidenz-Grenzfrequenz bei üblichen Konstruktionsstärken im Bereich von 250-500 Hz zu finden ist [⁴]. Eine akustische Kompensation im Bauteil ist hier erforderlich. Im Holzbau setzen sich die Bauteile daher aus mehreren Schichten zusammen. Während die Schalldämmung einschaliger Bauteile nur auf ihrer Masse und Biegesteifigkeit beruht, können im Holzbau durch mehrschalige Konstruktionen mit entkoppelten Schalen und Hohlraumdämmstoffen gleiche Schalldämmwerte bei wesentlich geringeren Massen erreicht werden [⁵]. Schalltechnisch funktionieren mehrschalige Bauteile nach dem Feder-Masse Prinzip. Dabei sind zwei Schalen über eine „Feder“ miteinander verbunden. Betrachtet man hier eine Geschossdecke, so stellen die Rohdecke und der Estrich die jeweiligen Schalen mit entsprechender flächenbezogener Masse m' und die Trittschalldämmung dazwischen mit ihrer dynamischen Steifigkeit s' die Feder dar. Durch Schallanregung kann nun dieses System zum Schwingen gebracht werden, wobei besonders bei der Resonanzfrequenz, welche durch m' der Schalen und s' der Feder definiert wird, die schalldämmenden Eigenschaften am schlechtesten sind. Deshalb wird versucht, die Resonanzfrequenz möglichst weit in den unteren, bauakustisch weniger relevanten Frequenzbereich unter 50 Hz zu verschieben. Akustisch am günstigsten wirken sich demnach zwei möglichst schwere Schalen (Rohdecke und Estrich) und eine möglichst weiche Trittschalldämmplatte aus. In der Praxis sind der bauakustischen Optimierung baupraktische Grenzen gesetzt, die in erster Linie bei der erforderlichen Stabilität der Trittschalldämmung zu suchen sind. Je nach Estrichart werden unterschiedliche Materialien eingesetzt. So können beispielsweise bei Zementestrichen aufgrund ihrer hoher Stabilität Trittschalldämmplatten mit geringer dynamischer Steifigkeit eingesetzt werden, was in Kombination mit dem hohen Estrichgewicht zu guter Schalldämmung auch im tiefen Frequenzbereich führt. Die ebenfalls häufig eingesetzten Gussasphaltestriche weisen eine geringere flächenbezogene Masse auf. Der schalltechnische Nachteil der geringeren Masse wird jedoch z.T. durch die hohe innere Dämpfung kompensiert, die dazu führt, dass ein Teil der Schallenergie bereits in der Estrichplatte vernichtet wird [⁶].

⁴ Bednar, T., Vodicka, M., Dreyer, J. (2000): Entwicklungen im mehrgeschossigen Holzbau am Beispiel des Schallschutzes der Trenndecken. Jahrestagung der ÖPG-FA Akustik, Graz.

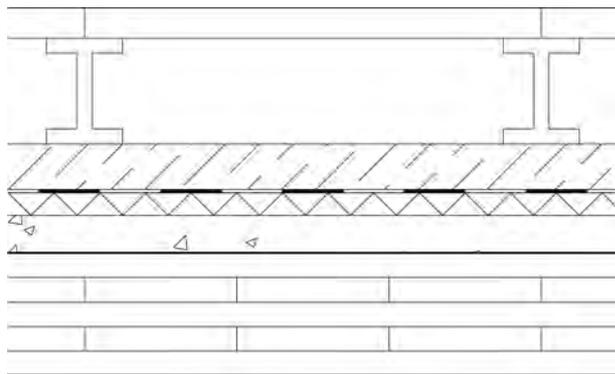
⁵ Holtz, F. (1999): Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken. Informationsdienst Holz: Reihe 3, Teil 3, Folge 3, Rosenheim.

⁶ Holtz, F. (1999)

Konstruktive Lösungen

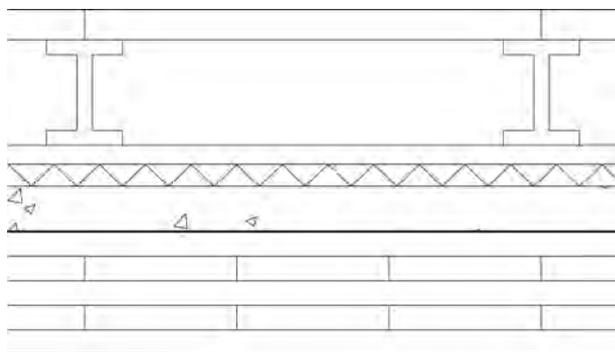
Die Dämmwirkung des Fußbodenaufbaus wird dadurch definiert, dass der Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ einer Decke frequenzabhängig einmal ohne, also nur die Rohdecke mit ihrem äquivalenten Norm-Trittschallpegel $L_{n,eq}$ und einmal mit Fußbodenaufbau, L_n , gemessen wird, wobei die Differenz als Verbesserung bzw. Trittschallminderung bezeichnet wird. Bewertet über den Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz ergibt sich daraus die bewertete Trittschallminderung. Dabei ist zu beachten, dass die bei mineralischen Decken (z.B. 14 cm Stahlbetondecke) bestimmten Trittschallverbesserungsmaße nicht direkt bei Holzdecken angesetzt werden können.

Für den Bürobau mit Doppelboden ergeben sich die in Tabelle 8 angeführten Deckenkonstruktionen. Aufgrund der vom Projektteam festgelegten Vorgabe hinsichtlich des Flächengewichts reduzieren sich die für das vorliegende Projekt nutzbaren Konstruktionen auf Variante 2. Optimierungsmaßnahmen sind durch schallschutztechnische Prüfungen möglich.



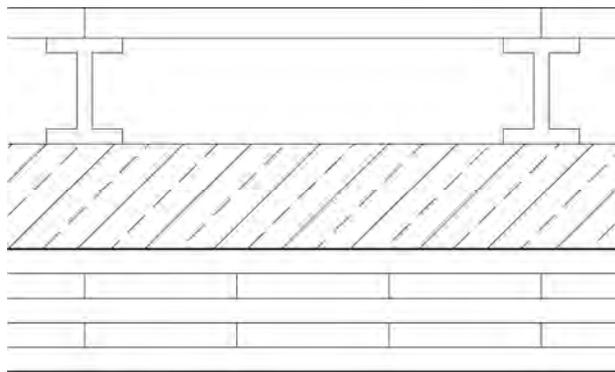
- 200 mm Doppelboden Nortec
- 60 mm Zementestrich
- Trennschicht
- 28 mm Floorrock HP30-2
- 50 mm Splittschüttung, Schüttdichte rd.1300 kg/m³
- 162 mm Brettsperrholz

Abb. 57 Brettsperrholz mit Estrich



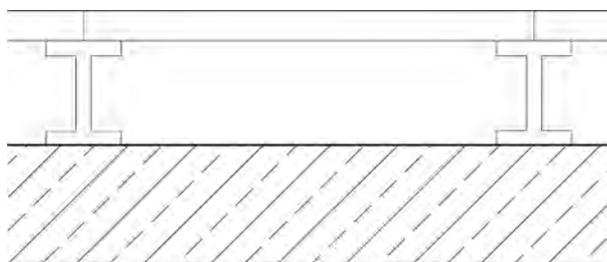
- 25 mm Rigidur Estrichelement
- 28 mm Floorrock HP30-1
- 50 mm Splittschüttung 4/8
- 162 mm Brettsperrholz
- 200 mm Doppelboden Nortec

Abb. 58 Brettsperrholz mit Trockenestrich



200 mm Doppelboden Nortec
 140 mm Beton
 160 mm Brettsperrholz

Abb. 59 Holz-Betonverbunddecke



200 mm Doppelboden Nortec
 160 mm Beton

Abb. 60 Betondecke

Tabelle 13 Mögliche Deckenkonstruktionen in Abhängigkeit der Spannweite

Nr.	Tragstruktur	Spannweite [m]	Flächengewicht [kg/m ²]	Bauteilhöhe [mm]	Ln,w [dB]
1	Brettsperrholz mit Estrich	4,5	325	500	< 42 dB
2	Brettsperrholz mit Trockenestrich	4,5	240	477	< 43 dB
3	Holz-Betonverbunddecke	7,5	430	500	46
4	Beton	7,5	410	360	47

4.4.4. TU Wien, ITI; Professor DDI Wolfgang Winter, Dr. DI Kamyar Tavoussi; Dr. DI Yoshiaki Amino, MSc Tamir Pixner

Brandbelastung

- Konzeptionell sind folgende Maßnahmen erwähnenswert:
- Verwendung kompakter Querschnitte
- Anordnung einer brandschützenden Schicht
- Schutz durch tragendes Holz (Abbrandgeschwindigkeit 6 cm/h)
- Eventuell Verringerung des Abbrandes durch Einsatz von speicherfähigen Materialien wie zum Beispiel Stahleinlagen (anderes Forschungsprojekt am ITI –TU WIEN), dadurch Verringerung der Brandlast
- Brandfortleitung unterbinden
- Rauchausbreitung konstruktiv im Auge behalten

4.4.5. Protokoll der Besprechung vom 3.Juli 2008

Ort: HolzForschung Austria
A-1030 Wien, Franz Grill-Straße 7

Zeit: Donnerstag, den 3. Juli 2008
13.30 Uhr

Agenda:

13.30 – 13.45	Begrüßung
13.45 – 14.45	Deckensystem
	Darstellung der präferierten Deckensysteme anhand festgelegter Parameter
	Auswahl eines Deckensystemes
14.45 – 15.00	Pause
15.00 – 16.30	Tragstruktur
	Überblick der untersuchten Systeme
	Stärken-Schwächenanalyse der gewählten Systeme
	Auswahl eines Tragesystemes
16.30 – 17.00	Fassade
	Ausblick zum Fassadensystem

Teilnehmerliste (ohne Titel):

Michael Schluder	schluderarchitektur ZT GmbH
Peter Krabbe	schluderarchitektur ZT GmbH
Bugra Ceteci	schluderarchitektur ZT GmbH
Wolfgang Winter	ITI, TU Wien
Yoshiaki Amino	ITI, TU Wien
Peter Schober	Holzforschung Austria
Martin Teibinger	Holzforschung Austria
Alfons Brunauer	Wiehag
Lothar Heinrich	Vasko + Partner
Ulrich Forster	Rhomberg Bau GmbH

Begrüßung der Anwesenden durch Michael Schluder

Deckensystem:

Herr Teibinger stellt die von der HFA erstellten Deckenaufbauten vor. Die Parameter dazu wurden vorher besprochen.

Eckdaten

- Spannweite 7,5 / 1,5 / 7,5 m oder 4,5 m
- Kein Ortbeton
- Doppelboden
- Schalldämmmaß: 48 dBA
- keine abgehängte Decke optional
- keine Unterzüge (Kosten)
- geringes Gewicht (2,5 kN/m² Eigengew.)
- gute Montagefähigkeit

Die Präsentation wurde verteilt und die Frage nach einer Auswahl in den Raum gestellt. Es soll nur ein Bodenaufbau stehen bleiben. Mit diesem wird das Projekt dann auch abgeschlossen.

Von Prof. Winter wurden ebenfalls Deckenvariationen dargestellt und schriftlicher Form verteilt.

Kernfrage dabei: Spannweite 4,5 m oder 7,5 m?

Für das Projekt 8+ wurde einstimmig eine Spannweite von 4,5 m bevorzugt. Folgende Gründe sind dafür anzuführen:

- Geringere Spannweite bedeutet weniger konstruktiven Holzeinsatz. Dies schlägt sich auch in den Kosten nieder.
- Geringerer Holzeinsatz bedeutet geringeres Gewicht. Um die Berechnungen für die Konstruktion nicht zu gefährden, darf eine Eigenlast von 250 kg /m² nicht überschritten werden.
- Die Deckenhöhe darf die festgelegten 50 cm nicht überschreiten. Ansonsten sind Wettbewerbsnachteile für die Konstruktion zu erwarten.
- Bei CLT-Decken gestalten sich die Erfahrungswerte derart, dass ab einer Spannweite von 5,5 m die Konstruktion nicht mehr ökonomisch ist.

Holzbetonverbunddecken:

Daraus ließe sich sicherlich eine ökonomische Lösung erarbeiten. Voraussetzung dafür ist aber, dass das Element vorgefertigt auf die Baustelle kommt.

Bei einer solchen Deckenkonstruktion ist eine Spannweite von 7,5 m sinnvoll. Die Konstruktionshöhe liegt dann bei 50 cm, das Gewicht aber bei 431 kg /m². Aus diesem Grund wurde der Ansatz einer Holz-Beton-Verbunddecke auch wieder verworfen.

Eine Bauteilaktivierung wurde ebenfalls diskutiert. Diese könnte etwa durch Einlegen von Heiz- und Kühlschlangen in den konstruktiven Beton oder in den Estrich erfolgen, allenfalls in einen schweren (Beton-) Bauteil. Es ist anzunehmen, dass für ein Holzgebäude in dieser Größe eine solche Maßnahme bessere klimatische Bedingungen bringt.

In unserem Projekt wurde auf diese Maßnahme vorerst verzichtet. Grund dafür ist die energetische Untersuchung. Diese soll ein reines Holzgebäude untersuchen und dieses mit einem in Beton gebauten Gebäude vergleichen. Dann kann entschieden werden, ob mehr Masse ins Gebäude eingebracht werden muss.

Aus dieser Diskussion wurde ein Typ zur Weiterbearbeitung vorgeschlagen. Dieser setzt sich aus der Variante 3 der HFA und der Variante 1 von Prof. Winter zusammen. Daraus entsteht folgender Typus:

20 cm Doppelboden
2,5 cm Rigidur Estrichelement
3,0 cm Floorrock GP30-1
6,0 cm Kiesschüttung
CLT 14 cm
Unterzug 2x 18/45 e=4,5 m

Gewicht: ca. 250 kg/m²

Tragsystem

In Form einer PowerPointPräsentation werden nochmals alle untersuchten Tragsysteme vorgestellt. Es wird festgehalten, dass der Kerntyp am weitesten untersucht wurde.

Tragwerk, Tragwerkskosten und ein Vergleichswert zum Massivbau sind für diesen Typus vorhanden.

Der Innen Kern Typ hat einen kleinen, nicht unbedingt flächenökonomischen Grundriss und wird deshalb mit dem vorliegenden Untersuchungsergebnis eingefroren.

Zum Vergleich stehen vier Typen mit einem rechteckigen Grundriss von 45 x 16,5 m. In der statischen Untersuchung hatten alle dasselbe Datenblatt zur Grundlage.

- Type 1: Rahmenscheibengitter
- Type 2: Netz 1- Kurbelviereck
- Type 3: Netz 2- Prinzip Auermann
- Type 4: Diagonale

Es wird vom Büro Schluder eine Liste mit den Kennwerten der einzelnen Typen verteilt. Herr Heinrich gibt noch einige Werte für die Typen 2, 3 und 4 bekannt. Diese Tabelle ist dann Entscheidungsgrundlage für die Bewertung der Konstruktionen.

Nach Vorstellung der Typen wird gemeinsam eine Tabelle mit verschiedenen Parametern erarbeitet. Die Typen werden dann über diese Tabelle nur mit + und - bewertet. Dies soll eine erste Abschätzung geben.

Kriterien	Typus 1	Typus 2	Typus 3	Typus 4
Sicherheit Erdbeben	+	-	+	-
Architektur	+	+	+	-
Fassade	+	-	+	-
Holzbedarf	+	-	-	+
Knoten				
Signifikanz				
Funktionalität				
Invest				
Unterhalt				

4.5. Projektphase 5 , Workshop

4.5.1. Zusammenfassung

Zeitfenster

20. Juni 2008

Hauptsächlich involvierte Projektbeteiligte

schluderarchitektur ZT GmbH

TU Wien, Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau

Holz Forschung Austria

UNIQA Sachversicherungen AG

BrandRat ZT GmbH

Rhomberg Bau GmbH

PE CEE GmbH

Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH

WIEHAG Holding GmbH

Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH

Aufgabenstellung

Eintägige Klausur mit allen Projektbeteiligten, die hier die Ergebnisse ihrer jeweiligen Untersuchungen präsentieren werden. Das gesamte Forschungsteam wird so auf den Letztstand der Arbeit gebracht. Weiters sollen bisher möglicherweise unbeachtete Problemstellungen aufgespürt werden. In mehreren Arbeitsgruppen sind danach die aufgezeigten Problemstellungen zu überarbeiten. Diese Überarbeitungen werden zwei Wochen nach dem Workshop von den Projektbeteiligten abgefragt.

Es folgt ein Brainstorming zum Thema „Weiterentwicklung des vielgeschossigen Holzbaus, aufbauend auf dem erreichten Forschungsergebnis“. Die weiteren Entwicklungsmöglichkeiten des behandelten Themas sind daraus resultierend aufzuzeigen.

Ziel

Zusammenfassung der Ergebnisse, Überarbeitung der Ergebnisse, Entwickeln von Zukunftsperspektiven für das Projekt *achtplus*.

Zusammengefasstes Ergebnis

Der Workshop, abgehalten in Räumlichkeiten unseres Projektpartners Arsenal Research, war fast mit dem kompletten Projektteam besetzt. Lediglich Herr Heinrich von Vasko & Partner konnte krankheitsbedingt nicht erscheinen.

Es wurden alle bisherigen Ergebnisse mittels Projektor von den einzelnen Projektbeteiligten gezeigt

Arsenal Research und Rhomberg haben sich dem Projektteam als neue Partner präsentiert. Rhomberg konnte auch gleich mit einem Zwischenergebnis bezüglich der Kalkulation und einer Gegenüberstellung zum Massivbau aufwarten. Das Ergebnis sorgte für viel Diskussionsstoff.

Der Beitrag von der Holzforschung Austria hatte ebenfalls Sprengkraft. Von den Herren wurde die Deckenkonstruktion nochmals eingehend betrachtet. Die Decke ist aufgrund des großen Anteiles an der Konstruktion ein wesentlicher Teil. Es stellte sich heraus, dass die angenommene Decke nicht den Anforderungen der Normen entspricht. Dieses Ergebnis führte zu großen Diskussionen, deren Führung unbedingt notwendig war. Der geplante Zukunftsworkshop wurde daher aus zeitlichen Gründen nicht abgehalten.

Für die Klärung der beim Workshop aufgeworfenen Teilprobleme wurde sogleich ein Folgetermin vereinbart, allerdings nur mit den betroffenen Teilnehmern.

Insgesamt kann man diesen abschließenden Workshop als sehr positiv bewerten. Kurz vor Abschluss nochmals alle Ergebnisse auf den Tisch zu legen, hat das Ergebnis geschärft und notwendige weitere Bearbeitungen aufgezeigt.

4.5.2. Protokoll

Workshop für das Forschungsprojekt *achtplus*

Vielgeschossiger Holzbau im urbanen Raum

Ort: Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H.
1210 Vienna, Giefinggasse 2 im Veranstaltungsraum W 403

Zeit: Freitag 20. Juni 2008
9 bis 16:45

Anwesende:

Architekt Michael Schluder	schluderarchitektur ZT GmbH
DI Peter Krabbe	schluderarchitektur ZT GmbH
MSc.B.Arch. Bugra Ceteci	schluderarchitektur ZT GmbH
Margit Grausam	schluderarchitektur ZT GmbH

Prof.DDI Wolfgang Winter	ITI, TU Wien
MSc Tamir Pixner	ITI, TU Wien
Dr. DI Kamyar Tavoussi	ITI, TU Wien

DI Peter Schober	Holzforschung Austria
Dr. DI Martin Teibinger	Holzforschung Austria

DI Alfons Brunauer	Wiehag
Oliver Weghaupt Alexander Huter	Uniqa Uniqa
DI Frank Peter	BrandRat ZT GmbH
Ing. Wolfgang Hacker	PME Haustechnik
Dr. Adolf Merl	PE International
Mag. Michael Zangerl DI Ulrich Forster	Rhomberg Bau GmbH Rhomberg Bau GmbH
Ing. Anita Preisler MSc Pinell (Bitte Namen kontrollieren)	Arsenal Research Arsenal Research

09:30 Begrüßung und Vorstellung der neuen Projektbeteiligten durch Michael Schluder

Vorstellung der Zwischenpräsentation für die neuen Teilnehmer Arsenal Research und Rhomberg und Einstieg in das Projekt durch Peter Krabbe.

Vorstellung Rhomberg:

Firmenvorstellung von Hr. Zangerl.

Vorstellung des HDZ Projektes ImmoRating. Dieser Tool kann eine gute Anwendung im Projekt 8+ bekommen. Hr. Zangerl stellt einige Punkte daraus vor. Die Präsentation wird auf den FTP Server gestellt.

Hr. Zangerl bekundet die Absicht der Fa. Rhomberg, das Projekt über die Forschungsarbeit 8+ hinaus in eine Realisierung bringen zu wollen. Dazu ist aber noch einiges an weiterer Forschungsarbeit notwendig.

Hr. Forster präsentiert die erste Gegenüberstellung der Baukosten des Kerntypus. Verglichen werden die von Hr. Brunauer kalkulierten Kosten vom Holzbau mit den von Hr. Forster berechneten Kosten des Kerntypus, errichtet in Stahlbeton. Basis der Stahlbetonkosten ist eine statische Berechnung der Firma Rhomberg mit denselben Gebäudeabmessungen wie sie der Kerntypus aufweist. Außenstützen sind rund angenommen, die Decke ist mit 30 cm Flachdecke angesetzt, der Kern ist mit Platten stabilisiert.

Das Ergebnis: Die Konstruktionskosten im Holzbau sind bei diesem Typus um 70 % höher als im Stahlbeton. Maßgebend sind die Decken. Für das Gesamtgebäude bedeutet das Mehrkosten von 14 %. Dabei sind noch keine Reduktionen eingerechnet, die es infolge des Holzbaues geben wird. Fazit: Es

soll noch ein weiterer Grundrisstypus (rechteckiger Grundriss) in Stahlbeton kalkuliert und einer optimierten Holzkonstruktion gegenübergestellt werden. Weiters müssen Kostenreduktionen, die aus dem Holzbau resultieren, erfasst und bewertet werden.

11:00 **Pause**

11:20 **Vorstellung Arsenal Resarch**

Fr. Preisler stellt die Firma Arsenal Research vor. Die Bearbeitung des Projektes 8+ wird Fr. Preisler und Hr. Pinell (bitte Namen kontrollieren) vornehmen. Ansatzpunkt von Arsenal Research im Projekt 8+ ist die energetische Untersuchung des Holzgebäudes ohne massive Bauteile. Das Ergebnis daraus soll derselben Gebäudekonfiguration mit massiven Deckenkonstruktion gegenübergestellt werden. Die Ergebnisse sind zu interpretieren und die Bodenaufbauten gegebenenfalls zu korrigieren. Folgende Themen sind bei der Simulation zu beachten: Welche Auswirkungen kann der Doppelboden mit Massivanteil haben? Holz ist hygroskopisch: Wie wirkt sich diese Tatsache auf die Kühlleistung aus, wie müssen die Oberflächen beschaffen sein, damit das Holz einen Beitrag für das Raumklima haben kann?

Nächster Schritt: Definition der Fassade mit allen Kennwerten als Basis für die Gebäudesimulation. Zeitfenster: Fassade im Juli; Simulation Juli / August. Die Präsentation wird auf den FTP Server gestellt.

11:40 **Uniqa – Hr. Huter**

Für einen Holzbau in dieser Dimension gibt es keine Erfahrungswerte; es wird vermutet, dass das Risiko eines Großschadensfalls in Bezug auf Feuer erhöht ist.

In Bezug auf Sturmschäden wird keine erhöhte Gefahr vermutet.

Problem Wasserschaden – Fragen zu den Leitungen, Austrocknung und Tragfähigkeit nach einem Schadensfall

Versicherungssumme: angepasst über Baukostenindex.

Wird behandeltes Holz verwendet: Nein, d. h., bei der Entsorgung ist kein Sondermüll zu erwarten

Hacker – Gebäude ist voll gesprinklert, seiner Meinung nach sind Wasserschäden in den Griff zu bekommen.

Peter – Ja, ein Großschadensfall ist problematisch; aber: Es gibt in Österreich für keinerlei Hochhausbrände Erfahrungen. Reagiert werden kann darauf nur mit erhöhten Sicherheiten und Redundanzen.

Winter – fragt nach Höhe der Prämie.

Huter – Dreimal so hoch für Holz als für herkömmliche; bezieht sich nur auf die Feuerversicherung (Sektor Bürogebäude) – Privatbereich keine Unterscheidung.

Je mehr Sicherheit, desto geringer die Feuerversicherung.
Büronutzung: 0,12 ‰ des Bauwertes bisher bei Feuerversicherung

12:00

Brandrat – Peter

Präsentation

Brandschutz: Erhöhung der Redundanzen.

Kleine Büroeinheiten – 3 außen liegende Stiegenhäuser.

Vorschrift in Hochhäusern (OIB-Richtlinie): 2 Fluchtwege max. 40 m zum Ausgang, davon dürfen nur 15 m gemeinsamer Fluchtweg bestehen.

Mit 2 Stiegenhäusern könnte man das Gebäude fluchtwegmäßig halbieren und käme bei einer Geschossgröße von 750 m² auf Büroeinheiten in der Größenordnung von 250 m² und 500 m².

Eine Viertelung ist nur mit 3 Stiegenhäusern möglich (Flächen der Büroeinheiten wären dann 150-200 m² je nach Ausnutzung).

Schluder – Frage nach Fluchtbalkon /-geschossen.

Peter – Abgesetzte Stiegenhäuser besser. – Fluchtwege gleich bei Massivbau

Zangerl – Brandschutzbestimmungen international?

Peter – wird sich kundig machen.

Brandwiderstand der Konstruktion: 90 min. ohne Sprinkleranlage – wie bei Stahlbau; Problem entsteht nur, wenn Sprinkleranlage versagt; Holzbau hat dabei aber Vorteile gegenüber dem Stahlbau: kein Kollaps.

Sprinkler: Erhöhte Redundanz.

Fluchtwege sollen verkürzt werden.

Keine Hohlräume in der Holzkonstruktion: versteckte Brände müssen vermieden werden.

Erschließung: Bei 8 m Abrückung vom Gebäude ist die Anforderung F0-Holzstiegenhaus möglich – der Übergang sollte dann mit Stahlbetonplatten errichtet werden. Vorteil der außen liegenden Stiegenhäuser: keine Druckbelüftung notwendig.

Am Gebäude anliegendes Stiegenhaus: Stahlkonstruktion brandgeschützt (F 90).

12:30

Mittagspause

13:20

Wiehag – Brunauer

schätzt auf 1 Mio. Einsparungspotenzial im Deckenaufbau (Deckenraster, Nebenträger usw.) bei Variante Kern.

Ein Kubikmeter Beton € 160,00; bei Holzdecke sind die Kosten mindestens doppelt so hoch.

Einsparungspotenzial in den Verbindungsmitteln; zurzeit ca. 1 Mio. in der Fassade.

Reduktion der Knoten bringt weiteres Einsparungspotenzial.

Keine Trocknungszeiten während der Bauphase: Man kann in den bereits errichteten Stockwerken sofort mit dem Ausbau beginnen.

Errichtung – Pro Stockwerk 1 Woche für 750 m²/Geschoss (Faktor 2 im Massivbau).

Decken sind sofort tragfähig.

Gebäudeabdeckung (Regen) während der Errichtung ist notwendig.

13:30

TU – Winter

Kern Typus: CLT-Platten sind zu weich für einen statischen Kern;

Rahmenscheibengitter hat die besseren Voraussetzungen; durchlaufende Stütze mit teilbiegesteif angeschlossenen Trägern.

Der Kubikmeterpreis für Holz ist im Vergleich zum Beton im Moment sehr hoch; es muss daher mit einem Mehrpreis in der Errichtung gerechnet werden; siehe 9-Geschosser in London: Mehrpreis von ca. 20 % für die Konstruktion.

Höhenbewegung der Konstruktion: Diese muss beachtet werden; sie könnte 5-10 cm betragen; die Fassade muss so konzipiert sein, dass diese Bewegung aufgenommen werden kann.

Teibinger- Brandschutz RSG: Alle Teile müssen F90 verkleidet werden. Momentan sind diese mit F0 in die Kalkulation eingeflossen.

14:35

Holzforschung – Teibinger

Deckenkonstruktion: Die aktuell angenommene Deckenkonstruktion entspricht nicht der normativen Anforderung an den Schallschutz von min. 48 dB; es wird mehr Masse in den Deckenaufbau reklamiert; trotzdem gilt: Die 250 kg/m² sollen wenn möglich nicht überschritten werden.

Diskussion Teibinger – Hacker bzgl. Lüftungskanäle und Schallschutz; deren Verbesserungsmaß muss noch eruiert werden.

Alternative Deckenkonstruktionen, die der Norm entsprechen, werden vorgestellt und diskutiert.

Holzbetonverbunddecke ist nicht ausgeschlossen, aber wahrscheinlich zu schwer für die kalkulierte Konstruktion.

Entscheidend ist die Spannweite der Deckenkonstruktion; aktuell sind 7,5 m und 4,5 m diskutiert worden; bei der nächsten Besprechung muss das auf eine Spannweite fixiert werden.

Hacker – 12-15 cm lichten Raum reicht für einen Lüftungsboden.

Schober – Im Massivbau: 20 cm Beton + Doppelboden entspricht den geforderten 48dB; eine geeignete Holzbaukonstruktion mit den Anforderungsprofil von 8+ muss noch gefunden werden; die bekannten Konstruktionen können dafür nicht hergenommen werden, weil nicht entsprechend; es fehlt wie so oft das Referenzprojekt.

Bauteilaktivierung: Heizen und kühlen über eine statisch relevante Betonschicht oder über einen Estrich kann für das Gebäude wichtig werden; dafür wird aber erst der Input von Arsenal Research benötigt; dann kann

entschieden werden, ob man sich dafür entscheidet und wie viel diese Maßnahme für die Klimatisierung bringt.

Die unerwartet intensive Diskussion um die Deckenkonstruktion bringt den geplanten Zeitplan mit den Gruppenarbeiten aus der Bahn. Diese Diskussion ist aber zu diesem Zeitpunkt sehr wichtig und dient dem Projektfortschritt. Es wird daher beschlossen, dass die Diskussion geführt wird und deshalb auf die Gruppenarbeit verzichtet werden muss.

15:50 **PE International- Merl**

Hr. Merl stellt sein Leistungsbild den neuen Projektpartnern vor. Für ihn beginnt die Arbeit, wenn das Projekt steht und nicht mehr verändert wird. Das heißt: wichtig ist, welche Variante es wird. Holz-Beton-Verbund hat z. B. negative Auswirkungen auf die Ökobilanz. Folgende neue Parameter werden in die Bilanz aufgenommen: Kühlen, Heizen, Lüften werden als Extrapunkte bewertet; eine Nutzungsdauer von 25 Jahren wird für den Bürobau angenommen. Für die abgefragten Leistungen werden 3 Wochen Vorlauf projektiert.

16.10 **Ausblicke für 8+ - Büro Schluder: Krabbe**

Vorgestellt wird die Genesis des Projektes anhand der fortlaufenden Renderings, die für das Projekt 8+ erstellt wurden. Vom gedrehten Baumstumpf bis zum urbanen, optimierten Baukörper, der ein Selbstverständnis im städtischen Kontext hat. Ein Stadtmöbel, das Modernität, Business und Ökologie miteinander verbindet.

Präsentiert wird auch eine der ersten Tabellen, die die Weiterentwicklung des Projektes von der Forschungsstudie hin zum realisierten Projekt zeigt. Zeitfenster dafür: ca. 2 Jahre.

Weiters soll noch ein Abriss über die noch zu beforschenden und die weiterzuentwickelnden Teilbereiche aus heutiger Sicht gegeben werden: Im Wesentlichen geht es dabei um Optimierung und Weiterentwicklung der Konstruktion, Elementierung, Entwicklung von Indikatoren für den Zustand des Gebäudes, Fassadenentwicklung, Haustechnik und Vermarktung.

16:45 **Abschluss der Veranstaltung mit Ausklang im Leopoldauerhof.**

4.6. Projektphase 6, Bewertung

4.6.1. Zusammenfassung

Zeitfenster

August bis November 2008

Hauptsächlich involvierte Projektbeteiligte

Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH

UNIQA Sachversicherungen AG;

Brandrat ZT GmbH

PE CEE GmbH

Rhomberg Bau GmbH

Aufgabenstellung

Die letzte Phase soll die ökonomische Untersuchung des Projektes beinhalten. Dazu gehören eine Kostenanalyse in Gegenüberstellung zu einem konventionell errichteten Gebäude sowie eine Bearbeitung im Sinne einer technischen Due Diligence mit einer systematischen Stärken-Schwächen-Analyse. Abschließend sollen mit einer Versicherungsgesellschaft das Risikomanagement diskutiert und ein allfälliges Brandversicherungsmodell für das Projekt erarbeitet werden.

Ziel

Technische Due Diligence, Kostenanalyse, Versicherungsmodell, Brandschutzgutachten, ökologisches Gutachten, Objektrating.

Zusammenfassung aller Ergebnisse des Forschungsprojektes in einem Schlussbericht und in weiterer Folge Veröffentlichung der gesamten Studie über die Schlussveranstaltung.

Zusammengefasstes Ergebnis

- **Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH, Herr Heinrich**

Die Errichtung eines zwanzigstöckigen Hauses mit Holz als ausschließlich tragendem Element ist möglich. Bei rationalem Planen und Investieren kann dem Holzhochbau ein weites Feld erschlossen werden, auch wenn das Höhenpotenzial nicht völlig ausgeschöpft wird.

Ziel des Forschungsprojekts *achtplus* war ein Gebäude mit zwanzig Geschossen nur in Holz als tragendem Bauteil.

Dies schließt den Denkansatz nicht aus, dass Holzhochhäuser als hybride Konstruktionen errichtet werden, mit Stiegenhäusern, Schächten und Brandschutzteilen aus Stahlbeton, um im Realisierungswettbewerb besser zu bestehen und Höhen bis 120 m zu erreichen, die Höhen der größten Bäume der Erde.

- **UNIQA Sachversicherungen AG, Herr Huter**

Für das Gebäude gemäß Punkt 1 ergibt sich im Vergleich zu einem „herkömmlich“ errichteten Gebäude folgende Gesamtprämie für die Gefahren Feuer, Sturm, Leitungswasser, Glasbruch und Haus- und Grundbesitzhaftpflicht:

Prämienfaktor für ein massives Gebäude	2,06
Prämienfaktor für eine überwiegende Holzkonstruktion	3,05

Die Gefahren Naturkatastrophen und Terror sind getrennt zu betrachten, da sich der versicherte Wert nicht aus den Baukosten ableitet und von der Risikobewertung her auch kein Unterschied besteht.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Kosten für Versicherungsprämien für das Gebäude gemäß Punkt 1 um bis zu 48 % höher sein könnten als für ein Gebäude herkömmlicher Bauart.

- **Brandrat ZT GmbH, Herr DI Peter**

Die Bestimmungen der ONR 22000 „Gebäude mit besonderen brandschutztechnischen Anforderungen (Hochhäuser)“ werden grundsätzlich eingehalten. Die Tragkonstruktion, Wände und Decken bestehen jedoch aus brennbaren anstatt nicht brennbaren Baustoffen. Für den Feuerwiderstand der Tragkonstruktion, der Wände und Decken wird der Nachweis erbracht, dass die gemäß ONR 22000 geforderte Feuerwiderstandsdauer ohne Berücksichtigung der Sprinkleranlage erreicht wird. Eine Brandausbreitung wird u.a. durch eine Sprinkleranlage in Vollschutz mit erhöhter Redundanz und zusätzlichem „Fassadenschutz“ beschränkt.

Trotz aufwändigster Sicherheitstechnik ist es nicht möglich, ein Schadensereignis gänzlich auszuschließen.

Durch eine gebäudespezifische Auswahl der Brandschutzmaßnahmen und Anwendung von Ingenieurmethoden ist es möglich, die Schutzziele einzuhalten und das Brandrisiko unabhängig von der Bauweise und unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit auf einem allgemein akzeptierten Maß zu halten.

- **PE CEE GmbH, Herr Dr. Merl**

PE CEE GmbH hat für das Projekt die ökologische Untersuchung in Form einer Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment) erstellt. Auf Basis der Angaben der Projektpartner wurden die erforderlichen Baumaterialmengen für die Errichtung sowie der Energiebedarf für den Gebäudebetrieb über 25 Jahre ermittelt. Aus diesen Informationen wurden die Materialmengen und der Primärenergiebedarf von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung bzw. Verwertung der verwendeten Materialien sowie des Gebäudebetriebes ermittelt. Aufgrund der Verwendung des Baustoffes Holz ist einerseits der Anteil erneuerbarer Energie hoch. Diese Energie kann bei der Verwertung der Materialien in einem hohen Ausmaß wieder in Energie umgewandelt werden und so nicht erneuerbare Energie ersetzen. Bei den Umweltwirkungen zeigt sich, dass durch die Verwendung des

erneuerbaren Baumaterials Holz der Treibhauseffekt besonders gering ist. Die verwendeten Materialien haben ein hohes Recyclingpotenzial. Sowohl stoffliche als auch energetische Verwertung am Lebenszyklusende können durch Material- und Energiesubstitution die Umweltwirkungen reduzieren. Somit ist eine hohe Ressourceneffizienz erreichbar.

- **Rhomberg Bau GmbH; Mag. Zangerl**

Der (mehrgeschossige) Holzbau deckt jedenfalls weitgehend die Anforderungen eines nachhaltigen Gebäudes ab. Einige Kriterien des Immobilienratings gelten unabhängig von den eingesetzten Baumaterialien und der Konstruktionsart. Einige haben jedoch sehr wohl Einfluss auf das Rating und bieten Potenziale für eine stärkere Differenzierung als nachhaltiges Projekt.

Setzt man eine nachhaltigen Ausgestaltung der Bauweise (z.B. Flexibilität, Grad der Vorfertigung, Wiederverwertbarkeit der Bauteile nach „Abbruch“) sowie einer hochwertigen energieeffizienten technischen Ausstattung voraus, kann der beim Projekt überwiegend eingesetzte Baustoff Holz vor allem im Bereich „Markt“ und „Objekt“ – im Vergleich zu anderen nachhaltigen Gebäuden – zu einem positiveren Rating beitragen.

4.6.2. Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH; Lothar Heinrich

In Form einer Due Diligence-Prüfung hat das Ingenieurbüro Vasko + Partner das Forschungsprojekt 8+ hinsichtlich seiner Stärken und Schwächen analysiert.

Due Diligence

Due diligence für ein noch nicht errichtetes Gebäude, dessen Eigenschaften durch das Forschungsprojekt *achtplus* erst definiert werden?

Das ist durchaus sinnvoll, um Forschung und Neuentwicklungen in brauchbaren realen Ergebnissen vorzudenken und letztlich umzusetzen, also eine Planungsphase „due diligence development“ und einer Analyse der wesentlichen Ergebnisse der mitwirkenden Disziplinen.

Was sind die Vorgaben?

- Ausschließliche Verwendung von Holz für die tragende Konstruktion
- Brandschutz
- Erdbebensicheres Bauen
- Den klimatischen Verhältnissen angepasste Bauphysik
- Schallschutz nach Standard der Normen im EU-Raum
- Leichte Deckenkonstruktionen
- Erdgeschoss Massivbauweise

Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit und Ökologie leiten sich aus dem fertigen Produkt ab und sind Ergebnisse aus den Vorgaben. Damit ist für diese Parameter eine Vergleichbarkeit zu anderen Bauweisen einfach herzuleiten.

Forschungsansatz

Moderner Holzbau zeigt sich in weit gespannten Hallentragwerken, Brückenbauten mit intelligenten Tragwerken, symmetrischen und frei räumlichen Dachtragwerken. Der konstruktive Hochbau erreicht aktuell neun Geschosse. Das Projekt 8+ untersucht die Machbarkeit des konstruktiven Holzhochbaus bis zwanzig Geschosse. Die Anwendung des modernen Holzbaus wird damit wesentlich erweitert.

Die Frage ist: „Wie sieht dieser Gebäudetyp in Holz aus, der weltweit aufgestellt werden kann, wobei maßgeblich die Einwirkungen aus Erdbeben und Wind sind?“

Ausgangssituation

8+ ist ein Projekt, das weltweit realisiert werden kann. Die holzspezifischen Parameter hinsichtlich Brandschutz und Einwirkungen aus Erdbeben und Wind basieren auf EU-Normen, anerkannten Richtlinien, dem Stand der Wissenschaft und Technik, Erkenntnissen aus ausgeführten Bauten und auf dem Wissen um die traditionelle Zimmermannskunst. Kostenparameter basieren auf österreichischem Kostenniveau als Referenzmarke.

Lösungsansätze

Grundgedanke ist die Errichtung eines Gebäudes mit 20 Stockwerken zur Gänze in Holz als ausschließlich tragendes Element für Stützung, Ebenen, Aussteifung, Stiegen und Aufzugsschächte.

Fassade und Innenausbau sind Materialien wie Glas und Leichtbaustoffen in durchaus konventioneller Bauweise zugeordnet.

Die Lösungsansätze für den Brandschutz sind:

Holzqualität
behandeltes Holz
Holzquerschnitte
Verhinderung der Hitzeentwicklung
Rauchmelder
Sprinklerung
Evakuierungsgeschosse
verkürzte Fluchtwege
Evakuierungsmaßnahmen in den einzelnen Geschossen

Die Lösungsansätze für erdbebensicheres Bauen sind :

Konstruktive Einfachheit
Regelmäßigkeit, Symmetrie und Redundanz
Bidirektionale Beanspruchbarkeit (Widerstand) und Steifigkeit
Torsionsbeanspruchbarkeit und Torsionssteifigkeit
Scheibenwirkung der Decken auf Geschossebene
Ausreichende Gründung

Bauphysik

Erfüllung der Standards im EU-Raum

Angleichung an klimatische Verhältnisse

Deckenkonstruktionen Holz

Leichtkonstruktion: Flächengewicht einschließlich Fußboden kleiner als 250 kg/m^3 .

Erdgeschoss

Die Massivbauweise des Erdgeschosses entspringt traditionellen Gebräuchlichkeiten, die sich bewährten und „massive“ Vorteile mit sich bringen.

Statische Modelle

Aus den untersuchten Grundrisstypen wurde ein Rechtecktyp mit Fassadenkorsett zur Auswertung ausgewählt. Seine Abmessungen von 16,5 m Breite, 45 m Länge und einer Höhe von bis zu 75 m entsprechen ungefähr dem Wiener Ringturm, wobei dieser mit 14,5 m Breite schlanker ist.

Das Fassadenkorsett mit den Decken übernimmt die Aussteifung, sodass Schächte, Stiegenhäuser und Aufzüge frei im Grundriss angeordnet werden können. Die Kapazität der Aussteifung über die Haut ist größer als die über Kerne.

Untersucht wurden vier Konstruktionen der aussteifenden Fassade, die zur Unterscheidung wie folgt benannt wurden:

- Rahmenscheibengittersystem
- Kurbelviereck
- Auermann
- Diagonale

In allen statischen Modellen ist die Knotenausbildung der Fassadenstäbe der statisch und auch wirtschaftlich bestimmende Bauteil des Systems.

Vergleichend wurde statisch ein Kerntyp (ITI TU Wien) untersucht.

Das Rahmenscheibengittersystem (ITI TU Wien), hat nur Vertikale und Horizontale und nimmt horizontale Lasten über die Knotenmomente gleich einem Vierendeelträger auf. Es sind daher die Knoten steif mit Knotenblechen und hochpräzise auszubilden.

Das Kurbelviereck (V+P), ist aus einem Diagonalverband durch Versatz der Schnittpunkte entstanden. Architektonisch ansprechend, muss der Versatz der Schnittpunkte durch einen aufwändigen Knoten statisch wirksam gemacht werden.

Prinzip Auermann (V+P), ist ein Diagonalverband, der sich geometrisch zu einem Netz verdichtet. Die Aussteifung und das System sind statisch einwandfrei gegeben. Das Prinzip Auermann hat eine große Kapazität gegenüber Erdbeben.

Zurzeit wird im Büro Vasko +Partner ein einfacher Knoten im Zusammenhang mit Materialoptimierung entwickelt.

Die Diagonale (V+P), ist konstruktiver Minimalismus durch Verwendung von bloß statisch erforderlichen Diagonalen, bemessen nach den äußeren Einwirkungen Wind oder Erdbeben. Es kann der noch in Entwicklung stehende Auermannknoten verwendet werden.

Wirtschaftlichkeit

Allen Systemen ist ein hoher Vorfertigungsgrad bei wenigen Elementen gemeinsam. Dies ist eine natürliche Eigenschaft nicht nur des modernen Holzbaus, sondern hat jahrtausendealte Zimmermannstradition.

Wirtschaftlich entscheidend sind primär die Knoten, sekundär der Materialbedarf.

Erforderliche Präzision des Holzzuschnitts

Form der Stahlteile des Knotens

Fügung und Zusammenbau

Statistik Materialverbrauch in m³ Holz je m² Brutto Fläche

Kern	0,307 m ³ /m ²
Rahmenscheibengittersystem	0,238 m ³ /m ²
Kurbelviereck	0,292 m ³ /m ²
Auermann	0,257 m ³ /m ²
Diagonale	0,209 m ³ /m ²

Einfluss der Bauzeit durch Montage

Senkrechte Elemente sind konventionell einfach zu montieren. Schrägstäbe verlangen intelligente Logistik der Montage und Vorfertigung.

Entscheidend bleibt jedoch die Knotenausbildung.

Deckenkonstruktionen

Von Holz Forschung Austria wurden sechs Deckenkonstruktionen auf Schallschutz untersucht. CLT (cross laminated timber, Brettsperrholz), mit Trockenestrich entspricht dem ausschließlichen Bauen mit Holz. Das Flächengewicht mit 239 kg/m² ist 30 % geringer als der Mittelwert der Flächengewichte der bewerteten Konstruktionen und kleiner als die Bedingung < als 250 kg/m².

Das bewertete Schalldämmmaß mit < 43 dB ist 14,4% (linear) besser als der Mittelwert der bewerteten Konstruktionen und kleiner als die Bedingung < als 48 dB.

Erdbeben

Die äußeren Einwirkungen auf jedes Gebäude sind Wind und Erdbeben. Aus der Dokumentation historischer Erdbeben weiß man, dass Holzbauten besonders erdbebensicher sind.

Es gibt Zonen ohne Erdbeben, aber mit hohen Windgeschwindigkeiten und Zonen mit großen Erdbebenlasten. Die Höhe eines Holzhauses wird neben architektonischen und Investitionsüberlegungen im Wesentlichen von der wirtschaftlichen Optimierung des Tragwerks abhängig sein. Im Forschungsprojekt 8+ wurde eine Maximalhöhe von 75 Metern bei Wiener Erdbebenverhältnissen untersucht. In Erdbebengebieten kann die Höhe des Gebäudes den jeweils auftretenden seismischen Kräften angepasst werden, um bei gleichartiger Konstruktion und Holzquerschnitten eine durch Höhenreduktion ausreichende Kapazität und Redundanz des Tragwerks zu erreichen

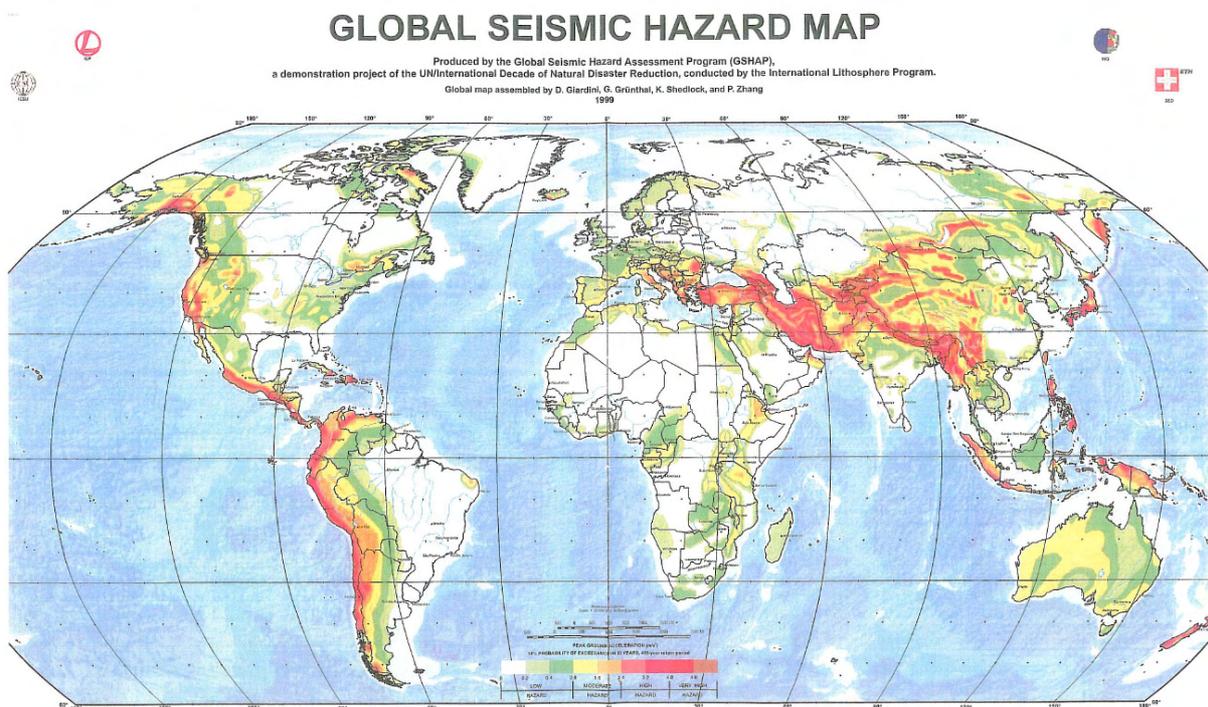


Abb. 61 Global Seismic Hazard Map

Verhaltenszustände beim Erdbeben (nach Prof. Hugo Bachmann, Zürich)

- Schadensgrenze (damage onset)
- Funktionstüchtig (operational)
- Benutzbar (continued occupancy)
- Reparierbar (repairable)
- Überlebenssicher (life-safe)
- Einsturz (collapse or near collapse)

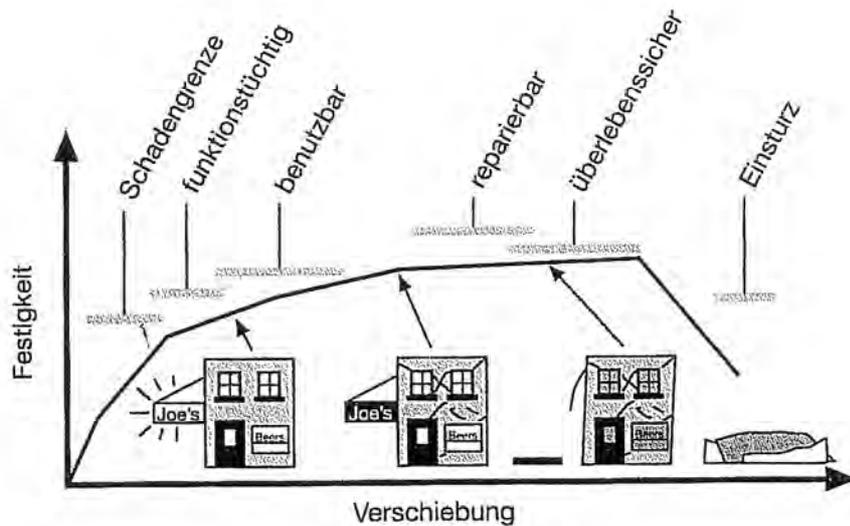


Abb. 62 seismische Verhaltenszustände

Die das Verhalten beschreibenden Begriffe sind so gewählt, dass sie durch Gebäudeeigentümer und -nutzer sowie Risikoexperten ohne ingenieurmäßige Begriffsdefinitionen leicht verstanden werden können. Für die Umsetzung in Berechnung und Konstruktion sind Präzisierungen erforderlich.

Festigkeits-Verschiebungsbeziehung eines Gebäudes mit seismischen Verhaltenszuständen

Das Verhalten ist von der Festigkeits-Verschiebungsbeziehung im Bauwerk und der Einwirkungsgröße und Dauer abhängig und reicht von Schadensgrenze (Beginn des Schadenseintritts) bis Einsturz.

Die verhaltensbasierte Planung eines Gebäudes braucht die Vereinbarung der anzustrebenden Verhaltenszustände und der dazugehörigen Niveaus der Erdbebengefährdung und Sicherung.

Grundlage zur Planung und Bemessung bilden die neu entwickelten Normen. Mit neuen Verfahren wird eine weitere Konsolidierung ausreifen. Einen großen Beitrag kann die Forschung an der Weiterentwicklung von Holzbauwerken liefern, da hier neue Tendenzen die Zukunft für erdbebensicheres Bauen revolutionieren könnten.

Zur Beschreibung der sechs Verhaltenszustände:

Schadensgrenze (damage onset)

Zustand mit geringen Schäden an Tragwerk oder nicht tragenden Bauteilen, die aus Gründen der Ästhetik, der Funktion oder der Sicherheit keine oder nur kleine Reparaturen erforderlich machen.

Funktionstüchtig (operational)

Zustand mit keinen oder geringen Schäden an Tragwerk oder nicht tragenden Bauteilen, bei denen das Gebäude ohne Unterbrechung wie bis dahin genutzt werden kann – mit geringfügigen Instandsetzungsarbeiten.

Benutzbar (continued occupancy)

Zustand mit kleineren Schäden am Tragwerk und nicht tragenden Bauteilen, bei dem das Bauwerk nach Unterbrechung für Wiederinbetriebsetzung der Strom- und Wasserversorgung, zerbrochenen Fenstergläsern etc. wieder benützbar ist. Die Schäden müssen voll reparierbar und die Sicherheit bei Nachbeben oder zukünftigen Erdbeben gewährleistet sein.

Reparierbar (repairable)

Zustand mit Schäden, die repariert werden müssen, um das Gebäude wieder sicher, benutzbar und funktionstüchtig zu machen. Die Reparaturen müssen physikalisch und ökonomisch sinnvoll sein und die Sicherheit darf nicht wesentlich beeinträchtigt sein.

Überlebenssicher (life-safe)

Zustand mit geringem Risiko für die Gebäudebenutzer, bei dem das Tragwerk noch eine angemessene Reserve gegen Einsturz aufweist und Gefährdungen der Benutzer durch Zerstörung oder Herabfallen von nicht tragenden Bauteilen, wie abgehängte Decken, gering sind. Die Schäden und Reparaturkosten können jedoch so groß sein, dass das Gebäude abgerissen werden muss.

Einsturz (collapse or near collapse)

Zustand, der dem Teileinsturz oder Totaleinsturz unmittelbar vorangeht, bei dem jedoch noch eine substantielle Überlebenschance für die Benutzer besteht. Im Allgemeinen wird eine Reparatur nicht sinnvoll sein.

Analyse der Stärken, Schwächen und Chancen

○ Stärken

Leichtkonstruktion

Günstige Ökobilanz: nachwachsender Rohstoff, Nachhaltigkeit, Lebenszyklus

Im Vergleich zu Beton und Stahl relativ zum Querschnitt geringeres Gewicht

Grundfläche tragender Bauteile: Holz 3 %, Beton 2,9 %, Stahl 2,5 %

Trockene und rasche Bauzeit

Bauphysikalische Vorteile zu Beton und Stahl

○ Schwächen

Widerstand gegen das Bauen mit Holz ist nach wie vor vorhanden, da es zu wenig Aufklärung und einen allgemein geringen Wissensstand über den Holzbau gibt.

Die Erfüllung behördlicher Auflagen, die dem modernen Holzhausbau nicht mehr entsprechen, ist schwierig.

Für eine nachhaltige Verwendung und lange Lebensdauer sind die Klimaeinflüsse zu berücksichtigen und die Holzkonstruktion mit einer adäquaten Fassade zu kombinieren

- Chancen

Im Lebenszyklus und ökologisch betrachtet ist Holz jener Rohstoff, der zum Bauen am besten zu nutzen ist.

Die Investitionskosten sind im Vergleich zu anderen Baumaterialien mit dem globalen Vergleichsindikator, der sich im Rahmen von 20 % bis 120 % zu den in der Studie angenommenen österreichischen Preisen bewegt und den örtlichen Ressourcen zu messen und zu ermitteln.

Hier liegen die großen Chancen in den walddreichen Gegenden der Erde, von denen es noch genug Transferpotenzial in waldarme Gebiet gibt.

Die Momentaufnahme der Kosten im Vergleich zu Beton und Stahl verzerrt das Verhältnis, da die globale Preisentwicklung eine Steigerung bei Stahl und Beton zeigt, Holz hingegen zukünftig vergleichsweise billiger sein wird.

Erforderliche Entwicklungsarbeit

Eigenschaften von behandeltem Holz

Kompositionswerkstoffe mit Holz

Verbindungs- und Fügechnik, Knoten

Bauordnungen aufgrund neuer Entwicklungen im Holzhochbau

Erdbebenversuche wie zum Beispiel in Japan

Erkenntnisgewinn und Ausblick

Die Errichtung eines zwanzigstöckigen Hauses mit Holz als ausschließlich tragendes Element ist möglich. Bei rationalem Planen und Investieren kann dem Holzhochbau ein weites Feld erschlossen werden, auch wenn das Höhenpotenzial nicht völlig ausgeschöpft wird.

Ziel des Forschungsprojekts *achtplus* war ein Gebäude mit zwanzig Geschossen nur in Holz als tragender Bauteil.

Dies schließt den Denkansatz nicht aus, dass Holzhochhäuser als hybride Konstruktionen errichtet werden, mit Stiegenhäusern, Schächten und Brandschutzteilen aus Stahlbeton, um im Realisierungswettbewerb besser zu bestehen und Höhen bis 120 m zu erreichen, der Höhe der größten Bäume der Erde.

GLOBAL COST INDICATORS 2005

Based on UK (South East) = 100

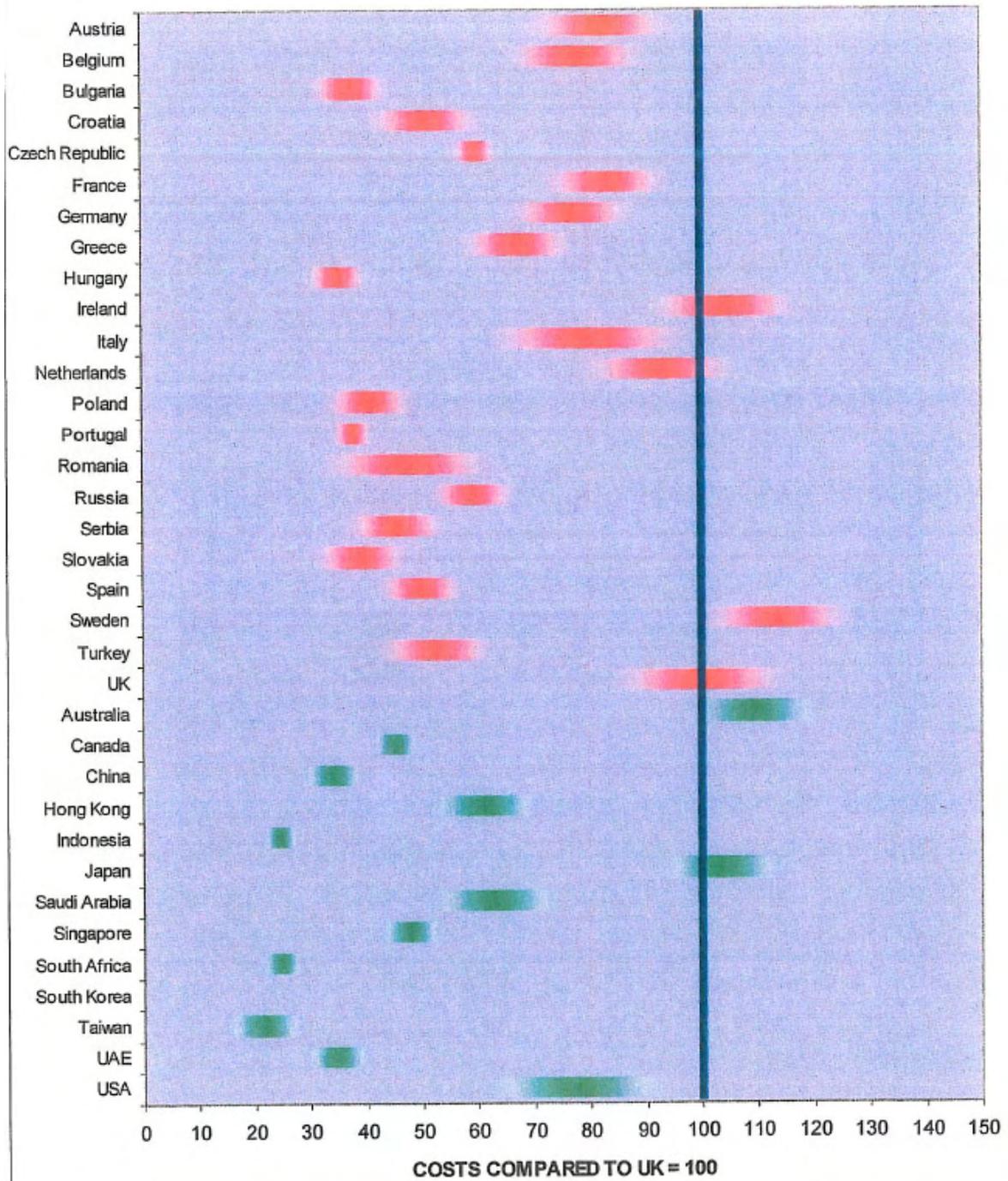


Abb. 63 Paul Moore EC Harris „International Building costs“ April 2005.

4.6.3. UNIQA Sachversicherungen AG; Alexander Huter, Oliver Weghaupt

Ausgangslage

Versicherungstechnisch bewertet wird ein freistehendes Bürogebäude in Wien.

Die ersten drei Etagen werden massiv (siehe Erläuterungen im Text) errichtet. Ab der vierten bis zur siebzehnten Etage wird das Gebäude in Holzbauweise errichtet. Es besteht eine Sprinkleranlage.

Die Scheiben der Glasfassade werden mit dem Holztragwerk verklebt.

Abriss Versicherungstechnik

Die Versicherungstechnik versucht, auf Basis von objektiven Risikofaktoren und der Analyse von subjektiven Faktoren, welche aus dem versicherten Bestand gleichartiger Risiken gezogen werden können, dem individuellen Risiko z.B. eines Bürogebäudes eine Prämie zuzuweisen.

Objektive Risikofaktoren sind z.B. die nicht brennbare Bauweise eines Gebäudes in der Feuerversicherung.

Subjektive Faktoren sind z.B. Häufigkeit oder Ausmaß definierter Ereignisse, beispielsweise eines Brandes.

Zur Treffsicherheit der Analyse ist es von entscheidender Bedeutung, dass ein hinreichend großer Bestand an gleichartigen Risiken vorhanden ist und eine ausreichende Anzahl an Schadensereignissen bereits eingetreten ist.

Detaillierung der einzelnen Gefahren im Vergleich zu einem Gebäude herkömmlicher Bauart

Bei den folgenden Erläuterungen wird nur vom UNIQA-Tarif sowie einem üblichen Deckungskonzept ausgegangen.

Die tatsächlich am Markt erzielbare Prämie für ein Gebäude gemäß Punkt 1 muss mit den dargestellten Werten nichts gemein haben.

- **Feuer**

Die gefahrenmäßige Einstufung von Gebäuden in der Feuerversicherung wird aufgrund von vier Risikomerkmale vorgenommen.

Gedekte Ereignisse in der Feuerversicherung sind Schäden durch:

- Brand
- Blitzschlag
- Explosion
- Anprall von Luftfahrzeugen

Die vier Risikomerkmale sind: die Bauart, die Dachhaut, die Nutzung und die örtliche Lage des Gebäudes.

Die Bauart wird in drei Klassen eingeteilt, abgeleitet von der Beschaffenheit der tragenden Konstruktionsteile (z.B. Mauern, Pfeiler, Säulen, Stützen, Fachwerke) und der Außenwände vom Erdniveau bis zur Dachunterkante.

i) Bauartklassen

Bauartklasse 1 (massive Bauweise):

Das Gebäude besteht zur Gänze aus

- Ziegeln, Wandbausteinen (mindestens 25 cm dick und ohne brennbare Dämmschicht), Beton, Stahlbeton (auch Spannbeton) oder Stein,
- Stahlbetonskelett, ausgefacht mit vorerwähnten Baustoffen,
- Stahlbetonskelett mit Außenwänden aus Blech, ohne Verwendung brennbarer Baustoffe,
- Stahlskelett, ausgefacht mit Ziegeln, Wandbausteinen (mindestens 25 cm dick und ohne brennbare Dämmschicht), Beton, Stahlbeton (auch Spannbeton) oder Stein und freiliegende Flächen der Stahlkonstruktion allseitig brandbeständig ummantelt, z.B. mit mindestens 2,5 cm Putz auf Putzträger oder mit Spritzasbest in gleicher Dicke.

Bauartklasse 2 (Riegelbauweise, Holzleimbinderbauweise, nicht brandbeständig ummantelte Stahlbauweise):

Das Gebäude besteht zur Gänze aus

- Stahlbetonskelett mit Außenwänden aus Blech unter Verwendung brennbarer Baustoffe,
- Stahlskelett oder Eisenriegeln, unabhängig davon, ob ausgefacht oder nicht, wenn nicht alle freiliegenden Flächen der Stahlkonstruktion brandbeständig ummantelt sind,
- Stahlskelett, nicht brandbeständig ummantelt mit Außenwänden aus Blech,
- Holzriegeln, Holzleimbinderkonstruktionen, jeweils ausgefacht mit Ziegeln, Wandbausteine (mind. 25 cm dick und ohne brennbare Dämmschicht), Beton, Stahlbeton (auch Spannbeton) oder Stein,
- Baustoffen der Bauartklasse 1 und vorerwähnten Baustoffen der Bauartklasse 2.

Bauartklasse 3 (Unterbau gemischt oder aus Holz):

- Alle Gebäude, die nicht in die Bauartklasse 1 oder 2 fallen, also Gebäude zur Gänze oder teilweise aus Holz (ausgenommen Holzleimbinderkonstruktionen der Bauartklasse 2), Kunststoff oder gleichwertigen Baustoffen.

ii) Dachhaut

Die Einstufung der Dachhaut von Gebäuden wird aufgrund der Baustoffe, aus denen die Dachhaut besteht, nach folgenden Gruppen vorgenommen:

Harte Dachung:

Die Dachhaut besteht aus

- nicht brennbaren Baustoffen wie Ziegeln, Asbestzement (Eternit), Schiefer, Beton, Metall, Glas,
- Holzzement, Presskies, Dachpappe, Dachfilz, Asphalt.

Einbauten in der Dachung aus Kunststoff, die z.B. zur Belichtung, Belüftung oder Energiegewinnung (Solaranlagen) dienen, bleiben unberücksichtigt, sofern sie nicht mehr als 10 % der Dachfläche betragen.

Nicht harte Dachung:

- Alle Dachungen, die den Bestimmungen für harte Dachungen nicht entsprechen, u. a. Holz, Hartfaserplatten, Kunststoffe (PVC und andere).

iii) Nutzung

Die Nutzung wird unterteilt in

- Wohn- und Bürogebäude
- Sonderbauten (z.B. Kirchen)
- landwirtschaftliche Nutzung
- gewerbliche Nutzung > bei gewerblicher Nutzung wird in über hundert verschiedene Betriebsarten unterteilt, die aufgrund ihrer Produktionsweise, des Maschinenparks oder der Lagerhaltung besondere Gefahren aufweisen (z.B. Munitionserzeugung)

iv) Örtliche Lage

Bei der örtlichen Lage des Gebäudes werden folgende Merkmale berücksichtigt:

- im städtischen Bereich (z.B. Wien, Linz, Innsbruck usw.) > hier wird davon ausgegangen, dass eine Berufsfeuerwehr mit entsprechender Ausrüstung, Ausbildung und Mannschaftsstärke vorhanden ist > differenziert wird hier noch zusätzlich nach subjektiven Faktoren,
- restliches Bundesgebiet,
- Gebäude über 800 m Seehöhe.

Auf Basis der beschriebenen Merkmale wird die Prämie für ein Gebäude ermittelt.

Für das Gebäude gemäß Punkt 1 ergibt sich im Vergleich zu einem „herkömmlich“ errichteten Gebäude folgende Kalkulation für eine Jahresprämie:

Prämienfaktor für ein massives Gebäude	0,16
Prämienfaktor für eine überwiegende Holzkonstruktion	1,15

Die Prämienfaktoren sind in Promille der Versicherungssumme angegeben und enthalten die derzeit gültige Versicherungssteuer von 11 %, sowie die Feuerschutzsteuer von 4 %.

Für überwiegend aus Holz errichtete Hochhäuser ist demnach, da es sich um brennbare Baumaterialien handelt, die Gefahr grundsätzlich höher einzuschätzen. Auswertbare Schadenerfahrungen oder Analysen aus Brandversuchen existieren jedoch nicht.

- **Sturm**

Die gefahrenmäßige Einstufung von Gebäuden in der Sturmschadenversicherung wird grundsätzlich nach denselben Risikomerkmale wie in der Feuerversicherung vorgenommen.

Ausgenommen davon ist die Nutzung des Gebäudes, da die in der Sturmschadenversicherung gedeckten Ereignisse immer nur von außen auf das Gebäude einwirken.

Gedekte Ereignisse in der Sturmschadenversicherung sind Schäden durch:

- Sturm (ab 60 km/h)
- Hagel
- Schneedruck
- Erdbeben
- Felssturz
- Muren

Für das Gebäude gemäß Punkt 1 ergibt sich im Vergleich zu einem „herkömmlich“ errichteten Gebäude folgende Kalkulation für eine Jahresprämie:

Prämienfaktor für ein massives Gebäude	0,21
Prämienfaktor für eine überwiegende Holzkonstruktion	0,21

Die Prämienfaktoren sind in Promille der Versicherungssumme angegeben und enthalten die derzeit gültige Versicherungssteuer von 11 %.

Für überwiegend aus Holz errichtete Hochhäuser ist demnach, da es sich um von außen einwirkende Gefahren handelt, die Bewertung gleich.

- **Katastrophenschäden**

Die gefahrenmäßige Einstufung von Gebäuden für die Versicherung von Katastrophenschäden wird grundsätzlich nach denselben Risikomerkmale wie in der Sturmversicherung vorgenommen.

Als zusätzliches Kriterium werden auf Basis der örtlichen Lage des Gebäudes die Hochwasseranschlagslinien überprüft.

Gedekte Katastrophenergebnisse sind Schäden durch:

- Erdbeben
- Hochwasser
- Überschwemmung

- Rückstau
- Lawinen

Eine Grunddeckung bis 7.300,- EUR ist in jedem Vertrag obligatorisch enthalten. Eine Erhöhung dieser Summe bis maximal 750.000,- EUR (davon 10 % für Erdbeben) ist möglich, sofern das Gebäude nicht in einem Gebiet mit einem 30- oder geringerer)-jährigen Wiederholungsereignis eines Hochwassers steht.

Für das Gebäude gemäß Punkt 1 ergibt sich im Vergleich zu einem „herkömmlich“ errichteten Gebäude folgende Kalkulation für eine Jahresprämie:

Prämienfaktor für ein massives Gebäude	2
Prämienfaktor für eine überwiegende Holzkonstruktion	2

Die Prämienfaktoren sind in Promille der Versicherungssumme, die zusätzlich zur Grunddeckung versichert wird, angegeben und enthalten die derzeit gültige Versicherungssteuer von 11 %.

Da beim angedachten Projekt die untersten drei Stockwerke massiv errichtet sind und Hochwasser, Überschwemmungen, Rückstau und Lawinen eigentlich nur auf den unteren Teil des Gebäudes einwirken, ist die Bewertung analog vorzunehmen.

Die Widerstandskraft gegen Erdbeben könnte im Vergleich besser sein, aber auswertbare Schadenerfahrungen existieren jedoch nicht.

- **Leitungswasser**

Die gefahrenmäßige Einstufung von Gebäuden in der Leitungswasserversicherung wird grundsätzlich nach der Art und dem Umfang der Ausstattung an wasserführenden Einrichtungen vorgenommen.

Gedckte Leitungswassereignisse sind Schäden:

- durch Wasseraustritt am Gebäude,
- an den Rohren durch Bruch, Korrosion.

Ebenso sind die Kosten für die Behebung von Dichtungsmängeln und Verstopfungen mitversichert.

Für das Gebäude gemäß Punkt 1 ergibt sich im Vergleich zu einem „herkömmlich“ errichteten Gebäude folgende Kalkulation für eine Jahresprämie:

Prämienfaktor für ein massives Gebäude	0,98
Prämienfaktor für eine überwiegende Holzkonstruktion	0,98

Die Prämienfaktoren sind in Promille der Versicherungssumme, die zusätzlich zur Grunddeckung versichert wird, angegeben und enthalten die derzeit gültige Versicherungssteuer von 11 %.

Für überwiegend aus Holz errichtete Hochhäuser ist demnach, da der Umfang an Installationen gleich hoch ist wie in massiven Gebäuden, die Bewertung gleich. Auswertbare Schadenerfahrungen wie solche Bauten bei massiver Wassereinwirkung von innen beschädigt werden existieren nicht. Versicherungstechnisch müsste ein Sicherheitszuschlag aufgeschlagen werden.

- **Glas**

Die gefahrenmäßige Einstufung von Gebäudeverglasungen wird grundsätzlich nach der Art der verwendeten Gläser und der Größe der Einzelscheiben vorgenommen.

Gedckte Glasschäden sind:

- Sprung oder Zerbrechen des Glases,
- Schäden, welche in Zusammenhang mit einer Demonstration, Zusammenrottung, einem Krawall oder Tumult böswillig entstehen.

Für das Gebäude gemäß Punkt 1 ergibt sich im Vergleich zu einem „herkömmlich“ errichteten Gebäude folgende Kalkulation für eine Jahresprämie:

Prämienfaktor für ein massives Gebäude	0,40
Prämienfaktor für eine überwiegende Holzkonstruktion	0,40

Die Prämienfaktoren sind in Promille der Versicherungssumme angegeben und enthalten die derzeit gültige Versicherungssteuer von 11 %.

Für überwiegend aus Holz errichtete Hochhäuser ist demnach, da nur die Verglasung bewertet wird, die Bewertung gleich.

- **Haus- und Grundbesitzhaftpflicht**

Die gefahrenmäßige Einstufung von Gebäuden in der Haus- und Grundbesitzhaftpflichtversicherung wird grundsätzlich nach dem Gebäudewert vorgenommen.

Für das Gebäude gemäß Punkt 1 ergibt sich im Vergleich zu einem „herkömmlich“ errichteten Gebäude folgende Kalkulation für eine Jahresprämie:

Prämienfaktor für ein massives Gebäude	0,31
Prämienfaktor für eine überwiegende Holzkonstruktion	0,31

Die Prämienfaktoren sind in Promille der Versicherungssumme, die zusätzlich zur Grunddeckung versichert wird, angegeben und enthalten die derzeit gültige Versicherungssteuer von 11 %.

Für überwiegend aus Holz errichtete Hochhäuser ist demnach, da nur der Bauwert in die Bewertung einfließt, die Bewertung gleich.

- **Terror**

Grundsätzlich sind alle Gebäude im Rahmen der Feuerversicherung bis zu 5,000.000,- EUR gegen Terrorschäden versichert.

Eine höhere Versicherungssumme könnte im Rahmen des österreichischen Terrorpools oder über eine Rückversicherung abgeschlossen werden.

Vorteile der Holzbauweise

Durch die modulare Bauweise und den hohen Vorfertigungsgrad der Einzelteile können beschädigte Teile sehr einfach und kostengünstig getauscht werden.

Nachteile der Holzbauweise

Besonders in der Feuerversicherung muss mit einer erhöhten Großschadenswahrscheinlichkeit gerechnet werden. Das bedeutet, dass die Gefahr einer kompletten Zerstörung des Gebäudes umso größer ist, je mehr brennbare Bauteile verwendet wurden.

Verbesserungsmöglichkeiten in der Bauausführung

Die angeführten Verbesserungsmöglichkeiten beziehen sich auf die versicherungstechnische Beurteilung und nicht auf technische Machbarkeit. Ebenso werden dadurch eventuell höhere Baukosten nicht berücksichtigt.

- **Feuerversicherung**

- i) **Risikotechnische Trennung der Gebäudeteile**

Durch die brandschutztechnische Trennung von Bauteilen unterschiedlicher Bauweise (Kellergeschosse und die ersten drei Etagen) kann die Prämie für die Bauteile mit unterschiedlichen Prämienfaktoren berechnet werden.

- ii) **Innenausbau**

Beim Innenausbau kann durch brandhemmende Materialien erreicht werden, dass – falls im Inneren des Gebäudes ein Brand ausbricht – dieser sich nicht oder nur geringfügig ausbreiten kann.

- **Leitungswasserversicherung**

Durch die bautechnische Errichtung von wasserdichten Wannen in den Zwischendecken – zumindest unter den Nassräumen – kann eine großflächige Beschädigung des Gebäudes durch austretendes Leitungswasser vermindert werden.

Je nach Kostenlage ist die Errichtung solcher Wannen unter dem gesamten Stockwerk ebenso sinnvoll, um die Beschädigung des Gebäudes nach Einsatz der Sprinkleranlage zu minimieren.

Fazit

Für das Gebäude gemäß Punkt 1 ergibt sich im Vergleich zu einem „herkömmlich“ errichteten Gebäude folgende Gesamtprämie für die Gefahren Feuer, Sturm, Leitungswasser, Glasbruch und Haus- und Grundbesitzhaftpflicht:

Prämienfaktor für ein massives Gebäude	2,06
Prämienfaktor für eine überwiegende Holzkonstruktion	3,05

Die Gefahren Naturkatastrophen und Terror sind getrennt zu betrachten, da sich der versicherte Wert nicht von den Baukosten ableitet und von der Risikobewertung her auch kein Unterschied besteht.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Kosten für Versicherungsprämien für das Gebäude gemäß Punkt 1 um bis zu 48 % höher sein könnten als für ein Gebäude herkömmlicher Bauart.

Zu berücksichtigen bleibt auch noch, dass bei hohen Versicherungswerten keine Versicherung das Risiko alleine trägt, sondern zum Teil an andere Versicherungen im Beteiligungsweg oder an eine Rückversicherung abgibt.

Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass sich die Einschätzung des Risikos von Hochhäusern in Holzbauweise nicht nur in einem Versicherungsunternehmen ändert, sondern am gesamten Versicherungsmarkt.

Ausblick

Da die Versicherungswirtschaft zu einem großen Teil auf statistischen Auswertungen der Erfahrungen der Vergangenheit beruht, wird sich die Risikoeinschätzung in dem Maße ändern, als eine Vielzahl von Gebäuden gleichartiger Bauweise in Österreich errichtet wird.

Das bedeutet: Je mehr Gebäude gemäß Punkt 1 gebaut werden, umso größer ist der Risikoausgleich und umso exakter kann kalkuliert werden.

Stellt sich zusätzlich heraus, dass die Schadenshäufigkeit nicht höher ist als bei „herkömmlich“ errichteten Gebäuden, so wird sich auch die Prämie im Lauf der Zeit jener von massiv errichteten Gebäuden annähern.

Ebenso sind allerdings auch Verschiebungen in die andere Richtung möglich.

Fest steht, dass zurzeit nach versicherungstechnischer Einschätzung die laufenden Prämien höher sein werden als (aus unserer Sicht) für massiv errichtete Gebäude.

4.6.4. BrandRat ZT GmbH; DI Frank Peter

Einleitung

In Wien sind in den letzten Jahren mehrere Hochhäuser in den Himmel gewachsen. Im April 1999 wurde der „Millennium-Tower“ in Wien, Österreichs höchstes und Europas dritthöchstes Gebäude, offiziell eröffnet. Der Turm weist eine Höhe von 202 m und eine Bürofläche von 38.000 m² auf 50 Stockwerken auf.

Das gegenständliche Gebäude unterscheidet sich von den bestehenden Hochhäusern insbesondere durch die Verwendung von Holz als brennbarem Baustoff für die Tragkonstruktion, Wände und Decken anstelle nicht brennbarer Baustoffe.

Gemäß Wiener Bautechnikverordnung, LGBI für Wien Nr. 31/2008, gelten die bautechnischen Vorschriften des Teils 9 der Bauordnung für Wien als erfüllt, wenn die in den Anlagen enthaltenen Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik eingehalten werden. Von diesen Richtlinien kann abgewichen werden, wenn der Bauwerber nachweist, dass das gleiche Schutzniveau wie bei Anwendung der Richtlinien erreicht wird.

Gemäß der OIB Richtlinien gelten bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m die für den Brandschutz relevanten bau- und anlagentechnischen Bestimmungen der ONRegel ONR 22000 - Gebäude mit besonderen brandschutztechnischen Anforderungen. Grundsätzlich werden beim gegenständlichen Projekt die Bestimmungen der ONR 22000 eingehalten. Die Tragkonstruktion, Wände und Decken bestehen jedoch aus brennbaren anstelle von nicht brennbaren Baustoffen. Es muss daher nachgewiesen werden, dass die Anforderungen an Bauwerke bezüglich des Brandschutzes (§ 88, Abs. 1 und 2 der Bauordnung für Wien) eingehalten werden. Im Einzelnen sind dies die nachfolgenden „Schutzziele“ (Auszug aus dem 3. Abschnitt Brandschutz §§ 91 bis 96 der Bauordnung für Wien mit den wesentlichsten Bestimmungen):

Allgemeine Anforderungen

§ 91. Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass der Gefährdung von Leben und Gesundheit von Personen durch Brand vorgebeugt sowie die Brandausbreitung wirksam eingeschränkt wird.

Tragfähigkeit des Bauwerkes im Brandfall

§ 92. (1) Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass bei einem Brand die Tragfähigkeit mindestens für den Zeitraum erhalten bleibt, der für die sichere Fluchtmöglichkeit oder Rettung der Benutzer des Bauwerks erforderlich ist. Es sind dabei alle für die sichere Flucht oder Rettung maßgeblichen Umstände zu berücksichtigen, insbesondere die Größe und der Verwendungszweck des Bauwerkes sowie die Zugangsmöglichkeiten für die Rettungsmannschaften.

(2) Sollte es aufgrund der Lage und Größe des Bauwerkes erforderlich sein, muss darüber hinaus gewährleistet werden, dass nicht durch Einsturz des Bauwerks oder von Bauwerksteilen größere Schäden an der auf Nachbargrundstücken zulässigen Bebauung entstehen können.

Es wird der Nachweis erbracht, dass die Tragfähigkeit des Bauwerkes ohne Berücksichtigung der Sprinkleranlage 90 min. gemäß ONR 22000 beträgt. Tragende und aussteifende Bauteile sowie die Verbindungselemente weisen eine Feuerwiderstandsdauer von 90 min. auf.

Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerkes

§ 93. (1) Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass bei einem Brand die Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerkes begrenzt wird.

(2) Bauteile zur Abgrenzung von Nutzungseinheiten, z.B. Decken oder Wände zwischen Wohnungen, müssen einen Feuerwiderstand aufweisen, der

1. die unmittelbare Gefährdung von Personen in anderen Nutzungseinheiten ausschließt und

2. die Brandausbreitung wirksam einschränkt.

Dabei ist der Verwendungszweck und die Größe des Bauwerkes zu berücksichtigen.

Es wird der Nachweis erbracht, dass die Feuerwiderstandsdauer der raumabschließenden Bauteile (Wände, Decken) ohne Berücksichtigung der Sprinkleranlage 90 min. gemäß ONR 22000 beträgt.

(3) Bauwerke sind in Brandabschnitte zu unterteilen, wenn es aufgrund des Verwendungszweckes oder der Größe des Bauwerkes zur Sicherung der Fluchtwege und einer wirksamen Brandbekämpfung erforderlich ist. Insbesondere ist eine zweckentsprechende Größe und Anordnung der Brandabschnitte erforderlich. Die den einzelnen Brandabschnitt begrenzenden Bauteile müssen die Brandausbreitung wirksam einschränken.

○ Die Bestimmungen der ONR 22000 werden bezüglich der Feuerwiderstandsdauer eingehalten. Die Feuerwiderstandsdauer ist unabhängig vom Baustoff.

(5) Fassaden, einschließlich der Dämmstoffe, Unterkonstruktion und Verankerungen, müssen so ausgeführt sein, dass bei einem Brand ein Übergreifen auf andere Nutzungseinheiten und eine Gefährdung von Rettungsmannschaften weitestgehend verhindert werden. Dabei ist die Bauwerkshöhe zu berücksichtigen.

(6) Hohlräume in Bauteilen, z.B. in Wänden, Decken, Böden oder Fassaden, dürfen nicht zur Ausbreitung von Feuer und Rauch beitragen. Haustechnische Anlagen, z.B. Lüftungsanlagen, dürfen nicht zur Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch beitragen.

○ Horizontaler und vertikaler Brandüberschlagsweg werden kompensiert durch Sprinkleranlage in Vollschutz mit erhöhter Redundanz und zusätzlichem „Fassadenschutz“

○ Die zentralen Haustechnikschächte aus Stahlbeton befinden sich an der Außenseite der Stirnseiten des Gebäudes. Jedes Geschoss wird einzeln von diesen Schächten versorgt. Innerhalb der Schosse werden durch eine entsprechende Leitungsführung Hohlräume vermieden.

(7)...

(8) Um die Ausbreitung eines Brandes im Entstehungsstadium bekämpfen zu können, müssen ausreichende und geeignete Einrichtungen für die erste und erweiterte Löschhilfe

vorhanden sein; dabei müssen Lage, Größe und Verwendungszweck des Bauwerkes oder Bauwerksteiles berücksichtigt werden. Überdies müssen geeignete Brandschutzeinrichtungen, wie z.B. automatische Brandmeldeanlagen, ortsfeste Löschanlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, vorhanden sein, wenn dies aufgrund der Brandaktivierungsgefahr oder der Brandlast erforderlich ist.

- Die Bestimmungen der ONR 22000 werden eingehalten. Das Gebäude wird u.a. mit nachfolgenden sicherheitstechnischen Einrichtungen ausgestattet:
 - Brandmeldeanlage in Vollschutz gemäß TRVB S 123 mit Alarmweiterleitung zu einer öffentlichen Brandmeldestelle
 - Alarmierungseinrichtung – Elektroakustisches Notfallsystem gemäß TRVB S 158
 - Sprinkleranlage in Vollschutz gemäß TRVB S 127 mit erhöhter Redundanz und zusätzlichem „Fassadenschutz“. Entlang der Außenfassade wird eine zusätzliche Sprinklerreihe mit eigenem Leitungsnetz und eigener Versorgung installiert.
 - Nassesteigleitung mit Wandhydranten und tragbare Feuerlöschgeräte

Ausbreitung von Feuer auf andere Bauwerke

§ 94. (1) Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass der Ausbreitung von Feuer auf andere Bauwerke vorgebeugt wird.

(2) Die Außenwände von Bauwerken müssen so ausgeführt werden, dass das Übergreifen eines Brandes auf andere Bauwerke verhindert wird oder, sofern dies aufgrund der Größe und des Verwendungszweckes der Bauwerke genügt, ausreichend verzögert wird. Eine solche Ausführung der Außenwände ist nicht erforderlich, wenn die Bauwerke in einem entsprechenden Abstand voneinander errichtet werden. Dabei ist auch die zulässige Bebauung auf Nachbargrundstücken zu berücksichtigen.

(3)...

(4)...

- Die Abstände zu Nachbarn werden eingehalten
- Zusätzlich ist eine Sprinkleranlage in Vollschutz mit erhöhter Redundanz und zusätzlichem „Fassadenschutz“ vorhanden

Fluchtwege

§ 95. (1) Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass bei einem Brand den Benutzern ein rasches und sicheres Verlassen des Bauwerkes möglich ist oder sie durch andere Maßnahmen gerettet werden können.

(2) Bauwerke müssen Fluchtwege im Sinne des Abs. 3 aufweisen, soweit dies unter Berücksichtigung des Verwendungszweckes, der Größe und der Anwendbarkeit von Rettungsgeräten für ein rasches und sicheres Verlassen des Bauwerkes erforderlich ist.

(3) Die in Fluchtwegen verwendeten Baustoffe wie z.B. Fußbodenbeläge, Wand- und Deckenverkleidungen, müssen so ausgeführt sein, dass bei einem Brand das sichere Verlassen des Bauwerkes nicht durch Feuer, Rauch oder brennendes Abtropfen

beeinträchtigt wird. Aufgrund der Größe und des Verwendungszweckes des Bauwerkes können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein wie z.B. Brandabschnittsbildung, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen oder Fluchtweg-Orientierungsbeleuchtung.

- Die Primärgefährdung der Personen besteht im Brand der mobilen Brandlast (Einrichtungsgegenstände etc.) Es besteht hierbei kein Unterschied zu Massivbauten
- Das Gebäude wird durch drei außen liegende Sicherheitsstiegenhäuser in Massivbauweise erschlossen. Es ergibt sich daher eine sehr gute Fluchtwegsituation mit kurzen Fluchtweglängen und grundsätzlich Fluchtwegen in entgegengesetzten Richtungen (Abb. 64 und Abb. 65).
Durch die Situierung der drei Stiegenhäuser wird auch eine hohe Flexibilität bezüglich der Größe und Gestaltung der Nutzungseinheiten erzielt.
- Die Sekundärgefährdung von Personen außerhalb des vom Brand betroffenen Brandabschnitt erfolgt i.a. durch Brandfortleitung und Rauchübertragung. Die Brandfortleitung und Produktion von Rauchgasen wird durch die Sprinkleranlage beschränkt.

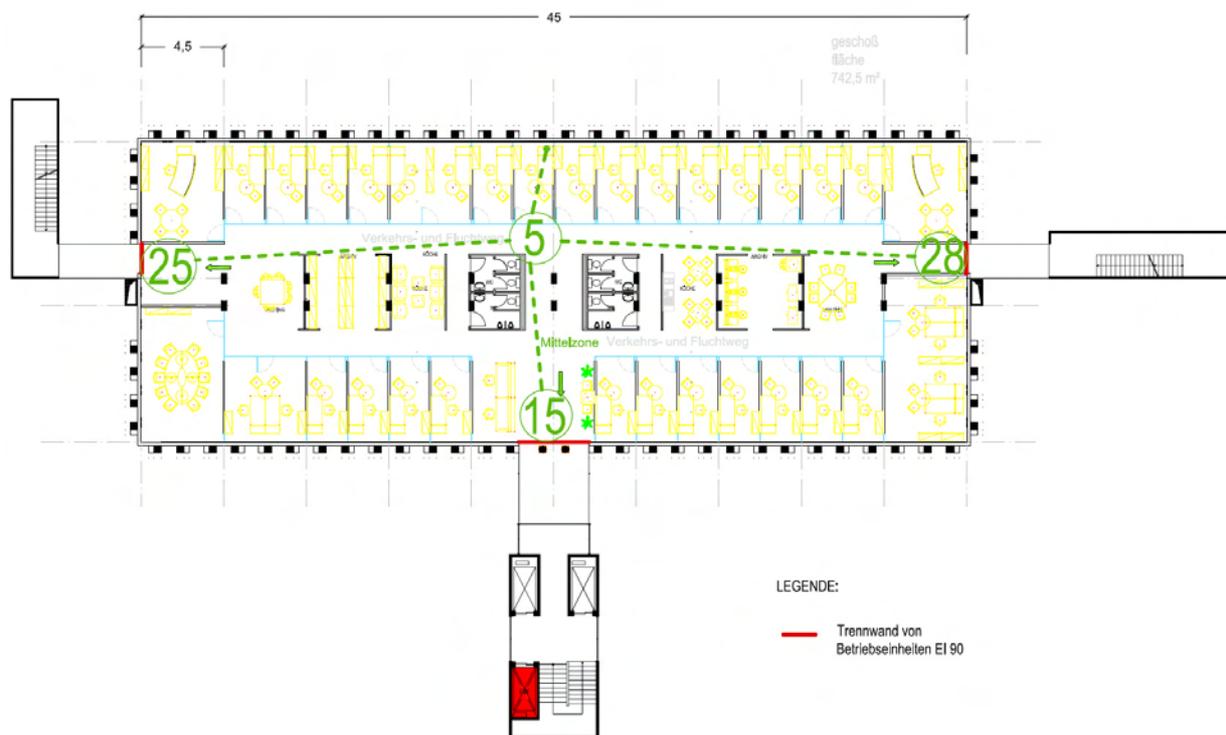


Abb. 64 Gesamtes Geschöß eine Nutzungseinheit

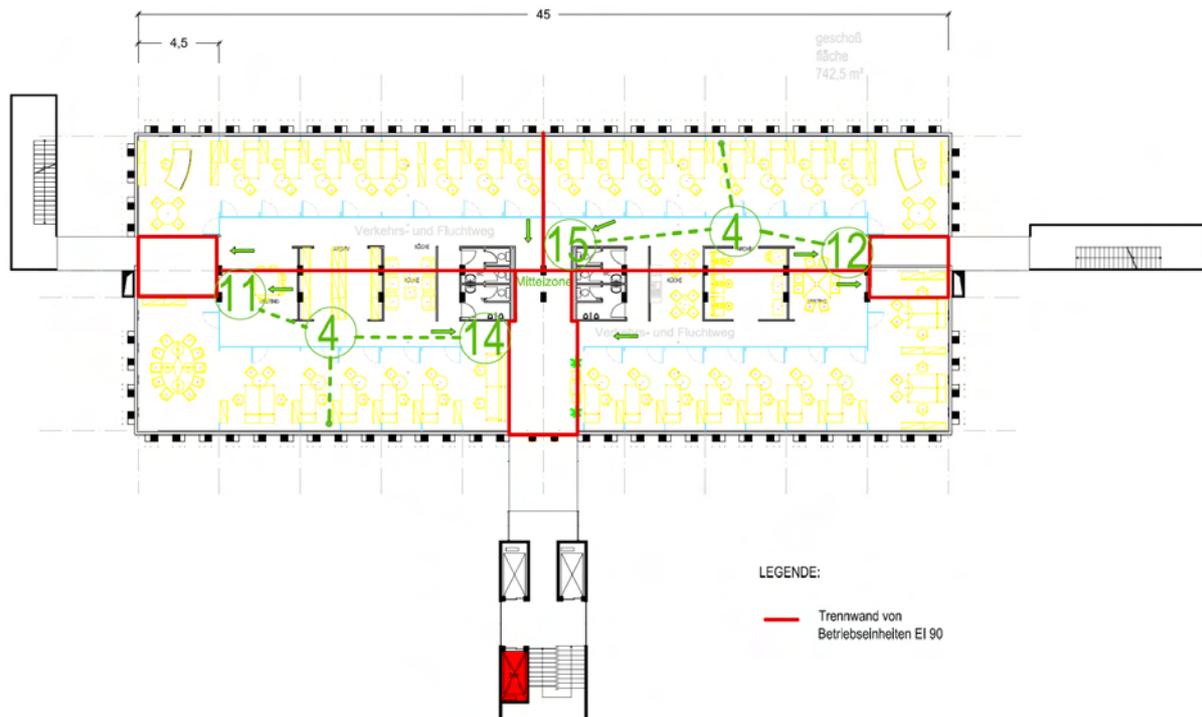


Abb. 65 Geschoß unterteilt in 4 Nutzungseinheiten

Erfordernisse für Rettung und Löscharbeiten im Brandfall

§ 96. (1) Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass bei der Brandbekämpfung die Sicherheit der Löschkräfte und der Rettungsmannschaften weitestgehend gewährleistet ist und wirksame Löscharbeiten möglich sind.

(2) Unter Berücksichtigung von Größe, Lage und Verwendungszweck des Bauwerkes müssen die für die Rettungs- und Löscharbeiten erforderlichen Zugänge, Aufstellflächen und Bewegungsflächen sowie sonstige technische Einrichtungen (z.B. Löschwasserleitungen, Feuerwehraufzüge) vorhanden sein.

- Die Bestimmungen der ONR 22000 sind eingehalten.
- Zusätzlich sind die außen liegenden Sicherheitsstiegenhäuser mit Feuerwehraufzügen ausgestattet. Durch die Situierung der Stiegenhäuser kann ein gezielter Löschangriff von mehreren Seiten erfolgen.

Zusammenfassung

Die Schutzziele bestehen darin, der Gefährdung von Leben und Gesundheit von Personen vorzubeugen (Personenschutz), die Ausbreitung eines Brandes auf ein Ausmaß zu begrenzen, sodass eine wirksame Brandbekämpfung möglich ist und die Auswirkungen eines Brandes auf Sachgüter und das gegenständliche sowie benachbarte Bauwerke begrenzt bleiben.

Die Bestimmungen der ONR 22000 „Gebäude mit besonderen brandschutztechnischen Anforderungen (Hochhäuser)“ werden grundsätzlich eingehalten. Die Tragkonstruktion, Wände und Decken bestehen jedoch aus brennbaren anstelle von nicht brennbaren Baustoffen. Für den Feuerwiderstand der Tragkonstruktion, der Wände und Decken wird der Nachweis erbracht, dass die gemäß ONR 22000 geforderte Feuerwiderstandsdauer ohne Berücksichtigung der Sprinkleranlage erreicht wird. Eine Brandausbreitung wird u.a. durch eine Sprinkleranlage in Vollschutz mit erhöhter Redundanz und zusätzlichem „Fassadenschutz“ beschränkt.

Das gesamte Gebäude wird mit folgenden betriebstechnischen Brandschutzeinrichtungen ausgestattet:

- Brandmeldeanlage in Vollschutzausführung mit Alarmweiterleitung zur Feuerwehr.
- Alarmierungseinrichtungen brandabschnitts- bzw. geschossweise. Elektroakustisches Notfallsystem (ENS) gemäß TRVB S 158.
- Sprinkleranlage in Vollschutz mit erhöhter Redundanz und zusätzlichem „Fassadenschutz“.
- Schleusen und allenfalls vorhandene Gänge im Verlauf von gesicherten Fluchtwegen werden mit Rauchverdünnungsanlagen mit einem 30-fachen Luftwechsel ausgestattet.
- Örtliche Rauchabzugsanlagen zur Unterstützung eines Feuerwehreinsatzes
- Feuerwehraufzüge.
- Nasssteigleitungen und Wandhydranten sowie tragbare Feuerlöscher.
- Sicherheitsbeleuchtung gemäß ÖVE/ÖNORM E 8002.
- Objektfunkanlage gemäß TRVB S 159.

Trotz aufwändigster Sicherheitstechnik ist es nicht möglich, ein Schadensereignis gänzlich auszuschließen.

Durch eine gebäudespezifische Auswahl der Brandschutzmaßnahmen und Anwendung von Ingenieurmethoden ist es möglich, die Schutzziele einzuhalten und das Brandrisiko unabhängig von der Bauweise und unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit auf einem allgemein akzeptierten Maß zu halten

4.6.5. PE CEE GmbH; Dr. DI Adolf Merl

Kurzfassung

Global zeigt sich, dass im Bürobau die kalkulierte Nutzungsdauer immer kürzer angesetzt wird. Für die ökologische Bewertung des Projekts 8+ wurden daher 25 Jahre angenommen. Diese veränderten Rahmenbedingungen erfordern flexible Konstruktionen, die Wiederverwendung, thermische Verwertung oder Recycling auf hohem Niveau ermöglichen. Die Basis der Ökobilanz, die Rohmaterialgewinnung, Transporte, Vorfertigung, Einbau, Gebäudenutzung sowie Verwertung und Entsorgung umspannt, bilden die für die Errichtung benötigten Materialien.

Die Massenermittlung der 17 Holzgeschosse (13.474 m² Nutzfläche) ohne mineralischen Unterbau verdeutlicht die Leichtigkeit der Konstruktion, die ca. 30 % an Materialmassenbedarf im Vergleich zu konventionellen Bauweisen aufweist. Auffallend ist, dass die Bodenkonstruktion, die auch als Massenspeicher dient, dieselbe Masse wie der Rohbau (46,5 % des Gesamtgewichts) aufweist.

Der Verbrauch nicht regenerativer Energien liegt bei knapp 176 Mio. MJ (13.052 MJ/ m² Nutzfläche). 108 Mio. MJ (8.015 MJ/ m²) regenerativer Primärenergie werden für die Herstellung, Nutzung und das „End of Life“ benötigt. Durch die energetische Verwertung können über 22 Mio. MJ an nicht erneuerbarer Energie ersetzt werden. Das bedeutet, dass 45 % der Errichtungsenergie durch Nutzung der im eingebauten Holz gespeicherten erneuerbaren Energie zurückgewonnen werden können. Damit reduziert sich der nicht regenerative Primärenergieeinsatz für die Herstellung von 49,3 Mio. MJ (3.657 MJ/ m²) auf etwa 27 Mio. MJ (2.005 MJ / m²).

Die CO₂-Bilanz zeigt, dass über die Nutzungsdauer von 25 Jahren eine CO₂-Reduktion von minus 1.785 t CO₂ (minus 132 kg CO₂/m² Nutzfläche) durch Bindung im Gebäude erreicht wird. Der im eingebauten Holz gespeicherte Kohlenstoffanteil (ca. 4100 Tonnen CO₂) wird erst am Ende des Lebenszyklus bei der energetischen Verwertung der Bauteile in Form von CO₂ wieder freigesetzt. Das sind unter Einbeziehung der Transporte und der thermisch verwerteten Kunststoffe rund 4.730 Tonnen. Dabei kommt es durch Energiesubstitution zu Gutschriften von 1461 Tonnen CO₂. Damit ergibt sich, ohne Berücksichtigung der Nutzung, für Errichtung und Verwertung ein Saldo von plus 1490 Tonnen CO₂ (110 kg CO₂ pro m² Nutzfläche).

Die Wirkungsabschätzung berücksichtigt den Einfluss alle für eine bestimmte Wirkkategorie relevanten Emissionen. Das Treibhauspotenzial wird in der Errichtungsphase vom eingespeicherten Kohlenstoff in den Holzprodukten geprägt. Damit ergibt sich ein positiver Beitrag gegen den Treibhauseffekt von minus 1.537 t CO₂ Äquivalenten (minus 114 kg/ m² Nutzfläche) für die Errichtung. Die Einbeziehung der Verwertung und Entsorgung ergibt einen Saldo von ca. 1.734 t (128 kg/ m² Nutzfläche). Diese verhältnismäßig geringen Emissionen sind nur mit Holzkonstruktionen erreichbar. Der Gebäudebetrieb über 25 Jahre verursacht weitere 9.000 t an Treibgasemissionen.

Durch die Nutzung des Gebäudes und dem damit verbundenen Energieverbrauch wird die Nutzungsphase zu einem wichtigen Faktor mit Anteilen zwischen 45 % und 70 % an den einzelnen Umweltwirkungen. Werden aber die von der Bauphysik errechneten Optimierungspotenziale mittels entsprechender Veränderung der Qualität der Gebäudehülle und der Steuerung des Gebäudes in weiteren Entwicklungsschritten umgesetzt, kommt es durch Reduktion des Energieverbrauchs im Betrieb und Erhöhung des materiellen und energetischen Aufwandes auf der Konstruktionsseite zu Verschiebungen. Damit können während der Nutzungsphase der Bedarf an elektrischer Energie noch um bis zu 50 % und an thermischer Energie noch um bis zu 75 % gesenkt werden. Daher rücken besonders bei thermisch optimierten Gebäuden die Aspekte der Baumaterialwahl und die Art und Weise des Einbaues wieder in den Mittelpunkt, um Problemverlagerungen zu verhindern.

Vor allem hinsichtlich Energieverbrauch und Treibhauseffekt schneidet dieses Gebäudekonzept gut ab. Vor der thermischen Verwertung der Holzkonstruktion ist bei entsprechend sorgfältigem Rückbau auch die mehrmalige Wiederverwendung der Konstruktionsteile möglich. Generell bieten leichte Bauweisen mit demontierbaren Einzelteilen die Aussicht auf hochwertige Weiterverwendung, was aus ökologischer Sicht ein Vorteil ist.

Einleitung

Der Begriff „Nachhaltige Entwicklung“ (Sustainable Development) hat unter dem Eindruck von Umwelt- und Entwicklungsproblemen in nahezu allen Bereichen des menschlichen Handelns als Grundsatz Einzug gehalten. Bei Neu- und Weiterentwicklungen werden daher die Fragen der Nachhaltigkeit vom Anfang an Projekt begleitend untersucht. Das Bauwesen steht in Wechselwirkung mit der soziokulturellen, der ökonomischen und der ökologischen Säule der Nachhaltigkeit. PE CEE beschäftigt sich im Zuge dieses Projektes in erster Linie mit der ökologischen Säule der Nachhaltigkeit in Form einer ersten ökologischen Bewertung auf Basis der von den Projektpartnern gelieferten Information.

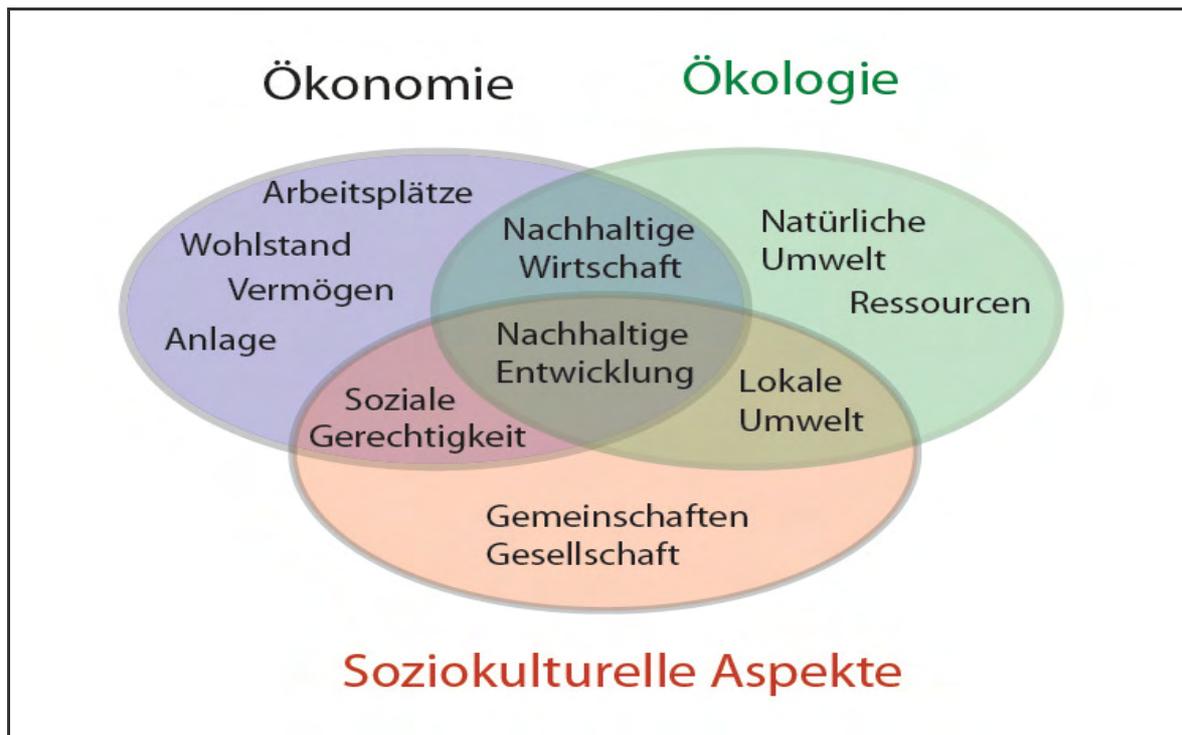


Abb. 66 Die drei Säulen der Nachhaltigkeit [Merl 2005]

Die ökologische Bewertung erfolgt mittels einer Ökobilanz (LCA), welche anhand der Sachbilanzgrößen (Primärenergiebedarf, Abfallaufkommen, etc.) und der Wirkungsbilanzgrößen (Umweltwirkungskategorien gemäß CML, Version Dezember 2007) ausgewertet wird. Zusätzlich zur Bewertung erfolgt eine qualitative Einschätzung der gewählten Konstruktion hinsichtlich Verwertungsmöglichkeiten der Materialien am Lebenszyklusende (End of Life). Dabei wird der gesamte Lebenszyklus von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung betrachtet. Damit sollen die Entwerfer und Konstrukteure bereits in der Entwurfsphase neben vielen anderen Kriterien eine weitere Entscheidungshilfe bei der Auswahl der optimalen Konstruktion erhalten.

Da für den ökologischen Teil des Projekts insgesamt nur 100 Stunden Bearbeitungszeit zur Verfügung stehen, ist die mögliche Untersuchungstiefe entsprechend eingegrenzt. Aus den gewonnenen Erkenntnissen kann bezogen auf das Gesamtgebäude und auf einen Quadratmeter Büronutzfläche eine Bezugsgröße (Benchmark) für den Vergleich mit anderen Projekten bzw. mit Weiterentwicklungen und damit einher gehender ökologischer Optimierung in Folgeaufträgen dieses Forschungsprojekts als Ergebnis erhalten werden. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Teil der Holzkonstruktion, der mineralische Sockel ist in der ökologischen Bewertung nicht enthalten, ein Vergleich mit anderen Gebäuden somit nicht ohne Anpassung der Systemgrenzen möglich.

Das Bauwesen und alle damit verknüpften Sektoren setzen von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung große Mengen an Ressourcen um. Die daraus resultierenden Umweltwirkungen verursachen großen Druck auf die ökologische Säule der Nachhaltigkeit. Daher ist es wichtig, die durch ein Bauvorhaben verursachten Material- und Stoffflüsse sowie die damit verbundenen Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus zu kennen und auszuweisen. Gleichzeitig verändern sich die Anforderungen an Bauwerke. Bei Wohnbauten werden Lebensdauern von 80 bis 100 Jahren angesetzt. Bei Bürobauten werden mit

abnehmender Tendenz 30 – 50 Jahre Nutzungsdauer und bei Produktionsstätten sind es oft nur mehr 10 Jahre oder gar weniger [7]. Für das vorliegende Projekt mit geplanter Büronutzung wurde eine Nutzungsdauer von 25 Jahren angenommen. Diese veränderten Rahmenbedingungen erfordern Konstruktionen, welche flexibler sind und so konstruiert werden, dass eine Wiederverwendung, eine thermische Verwertung oder zumindest Recycling auf hohem Niveau möglich ist. Holzbauweisen stellen in diesem Kontext ein hohes Umsetzungspotential dar und können diesen Anforderungen bei entsprechender Planung und Konstruktion gerecht werden. Auf der ökonomischen Seite müssen dabei die Lebenszykluskosten betrachtet werden. Wie bei der Berechnung der ökologischen Wirkungen müssen bei der Ermittlung der Lebenszykluskosten alle Prozesse von der Rohstoffbereitstellung bis zur finalen Entsorgung inklusive Kosten und Erlösen der stofflichen und energetischen Verwertung berücksichtigt werden. Aus der Literatur geht hervor, dass die Errichtungskosten einen relativ geringen Anteil der gesamten Lebenszykluskosten aufweisen. Bei der Entwicklung neuer Prototypen ist es daher wichtig, die ökonomischen und ökologischen Verbesserungspotentiale, welche oft eng miteinander verknüpft sind, mittels geeigneter Indikatoren zu identifizieren und umzusetzen. Mittels der Einbringung des so erarbeiteten Wissens in die Baupraxis kann somit eine signifikante Reduktion der Umweltwirkungen und der Lebenszykluskosten im Bauwesen erreicht werden.

Ziel und Untersuchungsrahmen

Nachfolgend werden Zielsetzung und Untersuchungstiefe der Studie dargelegt. Weitere Arbeitsschritte im Zuge der Projekterstellung sind im Anhang dargestellt.

• Ziel der Ökobilanz

Ziel ist die Quantifizierung der ökologischen Auswirkungen des im Projekt „Achtplus“ entwickelten Hochhauses in Holzbauweise. Dabei ist das Gesamtsystem von der „Wiege bis zur Bahre“, also von der Rohstoffgewinnung bis zur finalen Entsorgung der verwendeten Materialien sowie aller damit verbundenen Stoff- und Energieströme, zu betrachten. Die so erhaltenen Ergebnisse dienen als Basis für Folgeprojekte, welche sich mit der Weiterentwicklung und Optimierung dieses Gebäudetypus beschäftigen. Folgende Ergebnisse sind zu erwarten:

- Grobanalyse von drei in der ersten Phase erarbeiteten Gebäudekonzepten als Entscheidungshilfe bei der Auswahl des auszuarbeitenden endgültigen Konzepts in Form von Diskussionen der Projektpartner im Rahmen von Projekttreffen. (Im Anhang dokumentiert)
- Ökologische Bewertung der ausgewählten Konstruktion mittels einer Lebenszyklusanalyse (LCA - Life Cycle Assessment) gemäß den Angaben der beteiligten Projektpartner.
- Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen.

• Methodik

⁷ Maydl P. (2005): Educating for a Sustainable Built Environment. p. 147 – 155. Proceedings. Committing Universities to Sustainable Development. Graz, April 20 – 23, 2005.

Die Bewertung erfolgt mittels der Methode der Ökobilanzierung, um eine möglichst breite Erfassung und Bewertung der Umweltwirkungen zu erhalten. Der begrenzte Bearbeitungszeitraum ermöglicht keine Durchführung einer detaillierten Ökobilanz gemäß ISO 14.040ff, aber die Leitlinien dieser Norm werden weitgehend eingehalten. Ein Critical Review nach ISO 14040 bzw. ISO 14044 ist für diese Studie nicht vorgesehen.

Die Ökobilanz wird mit der LCA Software GaBi 4 [⁸] mit den entsprechenden konsistenten Datensätzen erstellt. Es wird die Methodik der Ganzheitlichen Bilanzierung angewendet [⁹]. Damit werden neben den klassischen Umweltwirkungsgrößen, welche aus der Sachbilanz gemäß der CML-Methode [¹⁰] ermittelt werden, auch die wichtigsten Materialflussgrößen dargestellt.

Zusätzlich erfolgt eine grobe Analyse und Interpretation der Sachbilanz in einem regionalen sowie in einem konstruktiven Kontext, soweit das in dieser Projektphase möglich ist. Damit werden lebenszyklusweite Verbesserungspotentiale hinsichtlich Materialherkunft, Konstruktionsweisen und damit verbundenen Entsorgungs- und Verwertungsoptionen in Verbindung mit den regionalen Gegebenheiten identifiziert.

- **Funktionelle Einheit**

Die funktionelle Einheit in diesem Projekt ist das errichtete Gebäude von der Oberkante mineralischer Sockel an gerechnet. Die ersten drei mineralischen Geschosse sowie Keller und Fundamente sind somit nicht im analysierten System enthalten. Für Vergleiche mit anderen Gebäuden ist dieser Umstand zu berücksichtigen bzw. nicht direkt möglich.

Die Bewertungsergebnisse werden für die gesamte funktionelle Einheit sowie bezogen auf einen Quadratmeter Büronutzfläche dargestellt. Mit dem Bezug auf einem Quadratmeter Büronutzfläche kann ein Bezug bzw. eine Anhaltsgröße zur Gegenüberstellung mit anderen Gebäuden dargestellt werden. Vergleiche sind aber nur mit funktional identischen Systemen möglich. Aufgrund der vorliegenden Einschränkungen des betrachteten Systems können daher die auf einen Quadratmeter bezogenen Ergebniswerte nur als Orientierungshilfe, nicht jedoch als Vergleichsgröße dienen.

Für aussagekräftige Gebäudevergleiche ist es notwendig, für das Gesamtgebäude den gesamten Lebenszyklus der verwendeten Materialien zu berücksichtigen sowie alle Aufwendungen für den Gebäudebetrieb (Heizung, Lüftung, Kühlung, Reparatur und Wartung) sowie die erwartbare Gebäudelebensdauer mit einzubeziehen. Für die Nutzungsphase wurden gemäß Angaben der Bauphysik der Bedarf thermischer Energie

⁸ GaBi (2006): GaBi 4: Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. PE INTERNATIONAL GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 2006

⁹ Eyerer P., Reinhardt H.-W., (2000): Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden. Wege zu einer ganzheitlichen Bilanzierung. Unter Mitarbeit von: J. Kreißig, M. Baitz, M. Betz, H. Schöch. Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser, 2000 (Baupraxis) ISBN 3-7643-6207-3

¹⁰ Guineé J., M. Gorrèe, R. Heijungs, G. Huppes, R. Kleijn, A. de Koning, L. van Oers, A.W. Sleeswijk, S. Suh, H.A.U. de Haes, H. de Bruijn, R. van Duin, M.A.J. Huijbregts, E. Lin-deijer, A.A.H. Roorda, B.L. van der Ven and B.P. Weidema (2001): Life cycle assessment – An operational guide to the ISO standards. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment and Centre of Environmental Science - Leiden University, 2001.

sowie elektrischer Energie für Heizung, Kühlung und Belüftung berücksichtigt, nicht jedoch Reparatur, Wartung und Reinigung sowie sonstige mit dem Betrieb verbundene Aufwände.

- **Systemgrenzen**

Die gewählten Systemgrenzen umfassen folgende Bereiche:

Die Herstellungen der Baumaterialien einschließlich der Rohstoffgewinnung sowie deren Transporte und der Vorketten des energetischen Bedarfs bis zum fertig verpackten Produkt am Werkstor (Cradle to gate) der Produktionsstandorte.

Die erforderlichen Transporte zur Baustelle werden auf Basis der gewählten Materialien im regionalen Kontext zu Wien abgeschätzt.

Der Errichtungsprozess und der Abbruchprozess werden auf Basis von Literaturdaten quantitativ erfasst und bewertet. Die anfallenden Abfälle auf der Baustelle und deren Vorkette werden in Form des Verschnitts berücksichtigt.

Der Anteil der Nutzungsphase wird auf Basis der Angaben der Bauphysik auf Grund des jährlichen Energieeinsatzes im entsprechenden Energiemix modelliert. Es wurden der Strombedarf und der Bedarf thermischer Energie in Form von Fernwärme zur Gebäudebeheizung bzw. Kühlung sowie für Be- und Entlüftung bilanziert.

Das Lebenszyklusende (End of Life) inkludiert die Transporte der Materialien zur stofflichen bzw. thermischen Verwertung mit Energiegewinnung. Für die so erzeugte Energie wird der Substitutionsansatz angewendet. D.h. die erzeugte thermische Energie und der erzeugte Strom werden in das öffentliche Netz eingespeist und ersetzen so konventionell in Österreich erzeugte Energie im entsprechenden Energie Mix. Dabei werden die bei der Verwertung entstehenden Emissionen den vermiedenen Emissionen gegengerechnet.

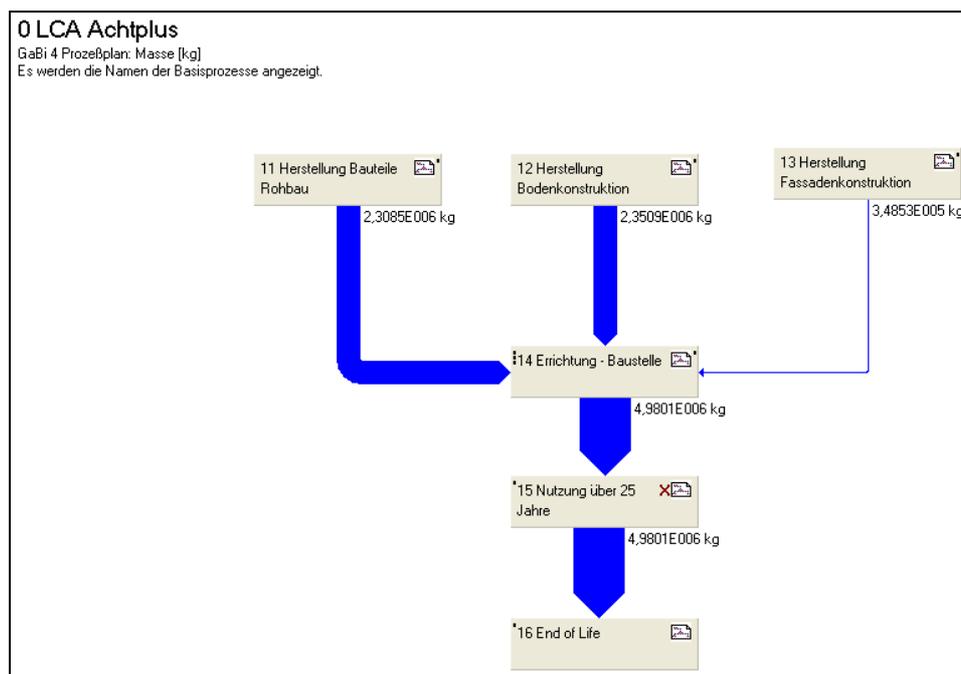


Abb. 67 Modelliertes System für *Achtplus*. Oberste Ebene des in GaBi 4 erstellten Modells.

- **Zeitliche und räumliche Rahmenbedingungen**

Als geographischer Standort wird die Stadt Wien angenommen. Die Errichtungsphase sowie die dazugehörigen Vorketten können als Zeitpunkt mit der Dauer von ca. 1 Jahr betrachtet werden. Die dazugehörigen Umweltwirkungen finden innerhalb eines Jahres statt.

Vom Projektteam wird eine Gebäudenutzungsdauer von 25 Jahren festgelegt. Für diese Nutzungsdauer wird der Gebäudebetrieb bilanziert und dargestellt. Die Umweltwirkungen der Gebäudenutzung sind somit die Summenwerte für die gesamte Nutzungsdauer, die Umweltwirkungen pro Jahr sind somit ein Fünfundzwanzigstel der Nutzungsdauer.

Das End of Life ist wiederum ein punktuell Ereignis am Lebenszyklusende. Die Umweltwirkungen wirken somit innerhalb eines Jahres auf die Umwelt ein.

- **Datenqualität**

Die Ermittlung der zur Gebäudeerrichtung erforderlichen Materialien erfolgt gemäß der vom Architekturbüro Schluder und den Projektpartnern zur Verfügung gestellten Pläne und Kostenkalkulationen des ausgewählten Gebäudetyps.

Die Ökobilanz wird mit der LCA Software GaBi 4 [¹¹] mit den entsprechenden konsistenten Datensätzen aus industriellen Quellen erstellt. Die gewählten Datensätze stellen somit den durchschnittlichen Produktgruppen Mix der verwendeten Baumaterialien (z.B. durchschnittliches Brettschichtholz, durchschnittliche Aluminiumfassadenprofile, durchschnittliche Mineralwolle, usw.) dar.

- **Allokation**

Es war keine Allokation erforderlich.

Datenerfassung

Auf Basis der Verfügung gestellten Pläne wurden die erforderlichen Materialmassen berechnet.

Für diese Massenermittlung wurden die 17 Holzgeschosse beginnend mit der Erdgeschossdecke bis zur Dachkonstruktion berücksichtigt, der mineralische Unterbau wurde nicht berücksichtigt. Dafür wurden die Massen des Rohbaues (alle tragenden Stützen im Innen- und Außenbereich, Unterzüge der Deckenkonstruktion, tragende Horizontalelemente der Fassade, CLT – Deckenplatten), der nicht tragenden Aluminium-Glasfassadenkonstruktion (Aluminiumkonstruktion, Isolierglaselement mit innen VSG und einzelner Außenscheibe, alle Dichtprofile aus Kunststoff des Fassadensystems sowie die aufgeklebten Glasplatten auf die Holzbauteile) sowie der Bodenkonstruktion (nicht tragender Aufbau samt Doppelboden und nicht tragender Dachkonstruktion) ermittelt.

Für die Errichtung der 17 Holzgeschosse mit 13.474 m² Nutzfläche sind gemäß der Berücksichtigten Bauelemente ca. 5.039 Tonnen (374 kg pro m² Nutzfläche) an Baumaterialien erforderlich, welche mittels LKW von der Produktions- bzw. Vorfertigungsstätte zur Baustelle transportiert werden. Davon werden 4,980 Tonnen (knapp 370 kg/m² Nutzfläche) im Gebäude über die angenommene Nutzungsdauer von 25 Jahren

¹¹ GaBi 2006

gespeichert. Knapp 60 Tonnen an Abfällen (Verschnitt) werden entweder thermisch zur Energiegewinnung verwertet (31 Tonnen Holzabfälle und 0,3 Tonnen Kunststoffabfälle) oder auf einer entsprechenden Baurestmassendeponie entsorgt (26,6 Tonnen mineralischer Verschnitt). Die notwendigen Hilfsmittel zur Montage wurden nicht berücksichtigt.

Die Nachfolgende Tabelle 14 fasst die Materialmengenermittlung der zur Errichtung notwendigen Baumaterialien zusammen:

Tabelle 14 An die Baustelle transportierte Baumaterialien für das Projekt Achtplus.

Materialien	Dichte		Volumen m ³	Verschnitt %	Masse	
	kg / m ³	Masse kg			Versch kg	Masse total kg
Rohbau:						
Unterzüge Decken	470,00	530.391,24	1.128,49	0,02	7.955,87	538.347,11
KLH - Decke	470,00	959.364,00	2.041,20	0,01	9.593,64	968.957,64
Vertikalelemente						
Vertikalelemente						
Säulen vertikal innen	470,00	63.428,85	1.079,64	0,01	634,29	64.063,14
Säulen vertikal außen	470,00	18.041,98	38,39	0,01	180,42	18.222,40
Unterzug Außen	470,00	95.936,40	204,12	0,01	959,36	96.895,76
Fassadenstützen	470,00	476.076,16	1.012,93	0,03	11.901,90	487.978,06
Summe BSH	470,00	2.143.238,63	5.504,77	0,015	31.225,48	2.174.464,12
Stalverbindungsmitel	7.850,00	159.049,72	20,26			159.049,72
Elastomerlager	1.250,00	1.226,25	0,98		-	1.226,25
Imprägniergrund	850,00	5.016,68	5,90			5.016,68
Eingebaut		2.308.531,28				2.339.756,77
Bodenkonstruktion						
PE Folie	920,00	2.414,45	2,62	0,02	48,29	2.462,74
Kiesschüttung	1.800,00	1.487.160,00	826,20	0,01	14.871,60	1.502.031,60
Floorrock GP 30	25,00	51.637,50	413,10	0,03	1.549,13	53.186,63
Gipsfaserplatte	920,00	316.710,00	344,25	0,03	9.501,30	326.211,30
MetallStänder	7.850,00	10.327,50	1,32		-	10.327,50
Stahlplatte	7.850,00	54.047,25	6,89		-	54.047,25
PU-Kleber 200 g/m ²	1.210,00	76,50	0,06	0,03	2,30	78,80
PVC Umleimer	1.400,00	2.776,03	1,98	-	-	2.776,03
Spanplatte	740,00	366.832,80	495,72	-	-	366.832,80
Steinwolle	180,00	21.870,00	121,50	0,03	656,10	22.526,10
Bitumenbahn Dreilagig	1.100,00	8.019,00	7,29	0,02	160,38	8.179,38
EPS	30,00	1.944,00	64,80	0,03	58,32	2.002,32
Trennflies PE	920,00	243,00	0,26	0,02	4,86	247,86

Eingebaut		2.324.058,03				2.350.910,30
Fassadenkonstruktion						
Alu-Profil	2.700,00	59.016,38	21,86	-	-	59.016,38
Dichtung EPDM	1.300,00	6.850,12	5,27	-	-	6.850,12
VSG	2.500,00	140.515,20	56,21	-	-	140.515,20
Außenscheibe	2.500,00	93.676,80	37,47	-	-	93.676,80
PVB Folie	1.150,00	2.046,84	1,78	-	-	2.046,84
Abstandleiste Alu	2.700,00	1.856,86	0,69	-	-	1.856,86
Dichtung	1.250,00	1.289,48	1,03	-	-	1.289,48
Scheibe auf Holz	2.500,00	42.126,00	16,85	0,03	1.053,15	43.179,15
PU Kleber	1.210,00	95,20	0,08	0,03	2,86	98,06
Eingebaut		347.472,88				348.528,89

Diese Materialmengen wurden in der Ökobilanz berücksichtigt.

Für die dazugehörigen Transportentfernungen zur Anlieferung zur Baustelle wurden die jeweils Wien am nächsten liegenden Produktionsstätten heran gezogen. Die Distanzen, über welche die Materialien mittels LKW transportiert werden, wurden mittels Routenplaner ermittelt, welche zwischen 50 km und 698 km liegen.

Für die Transportentfernungen des End of Life wurden die Distanzen auf die gleiche Weise eruiert. Es wurden die jeweils Wien am nächsten gelegenen Verwertungs- und Entsorgungsstandorte ausgewählt. Im End of Life sind Transportwege zwischen 20 km und 189 km notwendig.

Ergebnisse

Die Stoff- und Energieströme werden ausgehend von der Massenermittlung des Endmaterialbedarfs zum Einbau in das Gebäude als Basis heran gezogen. Das sind gemäß Angaben des Planungsteams folgende Tabelle 15 in dargestellte Materialmengen:

Tabelle 15 Verwendete Baumaterialien gruppiert in Materialkategorien

Material	Rohbau	Fassadenkonstruktion	Bodenkonstruktion/Dach	Summe
Einheit	[t]	[t]	[t]	[t]
BSH	2.179			2.179
Spanplatten			367	367
Stahl	159		64,4	223
Aluminium		60,9		61

Kunststoffe	1,23	10,3	13,7	25
Dämmstoffe			77,7	78
Mineralisch			1.828	1.828
Glas		277		277
Summe	2.340	349	2.351	5.039

Auffallend ist, dass die Bodenkonstruktion (46,6 % des Gesamtgewichts) dieselbe Masse als der Rohbau (46,5 % des Gesamtgewichts) aufweist. Dafür ist seitens des Bodens die Kiesschüttung in jedem Geschoß und am Dach verantwortlich, welche ca. 65 % der Masse des Bodenaufbaues ausmacht. Weitere bedeutende Anteile an der Bodenkonstruktion haben die Spanplatten im Doppelboden (15,6 %) und die Gipsfaserplatten (13,5 %). Durch die Wahl der geringen Spannweite der Deckenkonstruktion wurde eine sehr schlanke Konstruktion der CLT-Platte möglich, wodurch ein geringer Materialverbrauch in der Tragkonstruktion erreicht wurde. Am Rohbau haben die CLT-Platten einen Anteil von ca. 41 %, die innen liegenden Deckenunterzüge ca. 23 %, die aussteifenden schräg liegenden Fassadenstützen ca. 20 %, die an der Fassadeninnenseite liegenden Unterzüge ca. 4,1 % und die vertikalen Stützen innen und außen liegend ca. 3,5 %. Die Stahlverbindungsstücke und Befestigungsmittel haben einen Anteil von 6,7 %.

Die Fassade hat an der Gesamtgebäudemasse einen Anteil von 7 %. Dominierend ist der Glasanteil mit über 79 % an der Fassadenkonstruktion, Aluminium hat einen Anteil von ca. 17,4 % an der Fassade.

Auf Basis dieser Materialströme wurde das Lebenszyklusmodell erarbeitet, welches dann auch die vor und nach gelagerten Stoff- und Materialströme mittels der LCA – Software GaBi (Ganzheitliche Bilanzierung) errechnet.

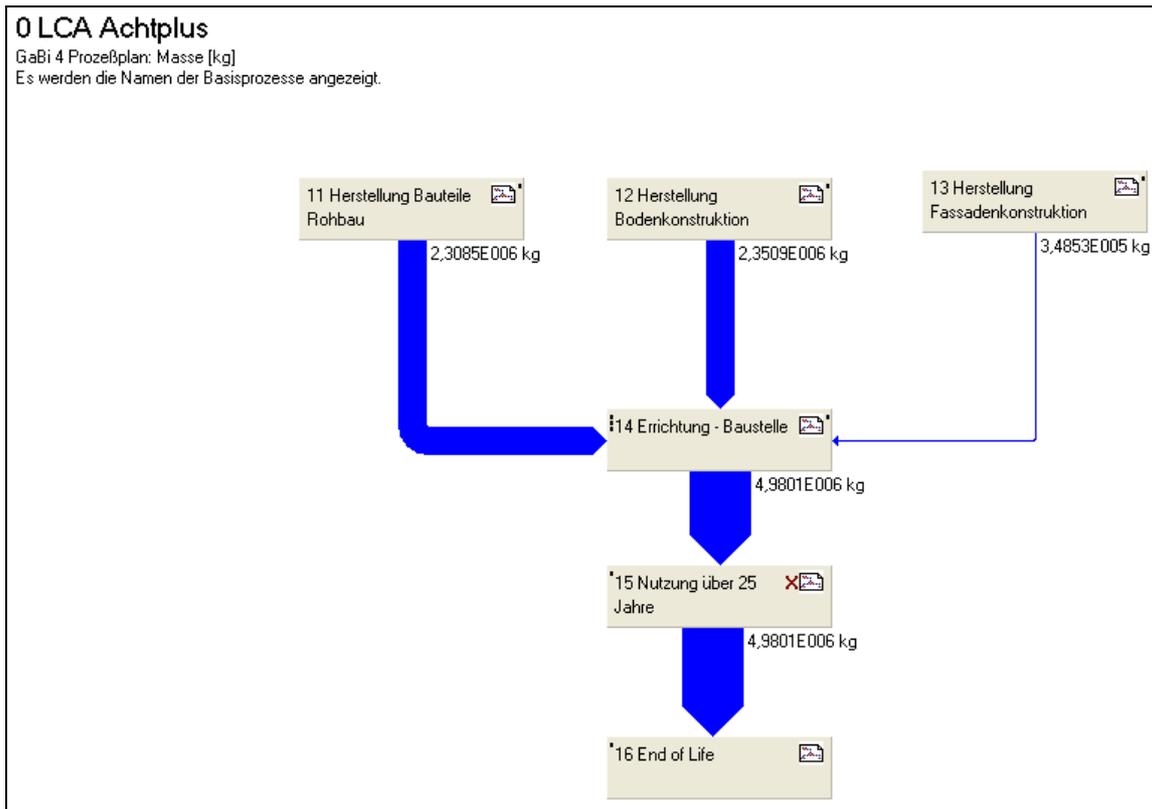


Abb. 68 Lebenszyklus *Achtplus* – oberste Ebene des in GaBi 4 erstellten Modells.

Für die Nutzungsphase wurde der Energieaufwand für Heizen, Kühlen und Belüftung eingerechnet. Die Angaben stammen von aus der bauphysikalischen Simulation von Arsenal Research. Je nach Systemwahl kann der Bedarf an elektrischer und thermischer Energie schwanken. Das berücksichtigte Szenario hat einen Bedarf von 558 MWh pro Jahr an elektrischer Energie und 876 MWh pro Jahr an thermischer Endenergie. Für die drei anderen Szenarios liegt der Energiebedarf in einem ähnlichen Bereich, durch Änderungen im Gebäudebetrieb und die Wahl einer besser gedämmten Gebäudehülle könnte der Bedarf an elektrischer Energie ca. um die Hälfte und der Bedarf thermischer Endenergie um bis zu ca. 75 % reduziert werden. Dazu wäre allerdings ein aufwändigeres System der Außenhaut erforderlich, was wiederum Auswirkungen auf der Materialseite der Ökobilanz hätte. Eine nähere Untersuchung dieser Aspekte würde daher eine detailliertere Untersuchungsebene erfordern.

Am Lebenszyklusende wird das Gebäude rück gebaut. Holz- und Kunststoffe werden energetisch verwertet, die daraus entstehenden Substitutionseffekte werden mittels Verrechnung der durch die Verbrennung entstehenden Emissionen mit den durch die erzeugte Energie substituierten Emissionen im österreichischen Energie Mix berücksichtigt. Stahlteile, Glas und Aluminium werden Recyclingprozessen zugeführt. Die mineralischen Baustoffe sowie vom Recycling nicht erfasste Materialverluste werden in einer Baurestmassendeponie entsorgt. Die Transporte mittels LKW zur Verwertungs- bzw. Entsorgungsstätte sind berücksichtigt.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Sachbilanz und der Wirkungsbilanz dargestellt.

- **Sachbilanz**

Die Stoff- und Energieströme entlang des Lebenswegs des Hochhauses werden in diesem Schritt bestimmt und – auf das Endprodukt bezogen - addiert. Man erhält eine Liste an Stoffen, Energien und Emissionen. Diese sind in der Summe wesentlich höher als der Materialverbrauch vor Ort, da durch die gesamtheitliche Betrachtung auch die in der Energie- und Ressourcengewinnung verursachten Materialflüsse integriert sind. Die Umweltwirkungen wie Treibhauseffekt, welche auf den In- und Outputflüssen basieren, werden jedoch erst im nächsten Teilschritt, der Wirkungsanalyse ermittelt und auch dort dargestellt werden.

i) **Energieverbrauch Gebäudeerstellung**

Für die Bilanzierung des Energieverbrauchs erneuerbar und nicht erneuerbar wurde konsequent der untere Heizwert herangezogen. Die nachfolgende Tabelle 16 zeigt den Primärenergieverbrauch für die Errichtung des Gebäudes.

Der Verbrauch nicht regenerativer Energien liegt bei knapp 176 Millionen MJ je m³ (13.052 MJ/m² Nutzfläche). Die Errichtung hat einen Anteil von knapp 50 Millionen MJ (3.657 MJ/m²) und die Nutzung von knapp 150 Millionen MJ. Durch die energetische Verwertung im End of Life können über 22 Millionen MJ an nicht erneuerbarer Energie substituiert werden, woraus sich der Gesamtbedarf ergibt.

Zusätzlich werden noch über 108 Millionen MJ regenerativer Primärenergie (in der Biomasse gespeicherte Sonnenenergie sowie Wind- und Wasserkraft) für die Herstellung und Nutzung benötigt.

Tabelle 16 Bedarf an Primärenergie über den gesamten Lebenszyklus

Phase	Summe Errichtung	Nutzung 25 Jahre	End of Life	Total
Einheit	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]
PE ne	49.276.102	148.833.877	-22.260.278	175.849.701
Pro m ² NF	3.657	11.046	-1.652	13.052
PE reg	61.118.851	48.877.635	-1.698.703	108.297.783
Pro m ² NF	4.536	3.628	-126	8.038

Eine genauere Betrachtung der Zusammensetzung des regenerativen Primärenergieverbrauchs zeigt, dass 56 % der erneuerbaren Primärenergie in Form von in Biomasse eingespeicherter Sonnenenergie vorliegt, welche zu einem großen Teil im eingebauten Holz gespeichert bleibt und im End of Life energetisch verwertet wird und dabei nicht erneuerbare Energie ersetzt. Knapp 43 % des regenerativen Energieverbrauchs sind Wasserkraft (hoher Anteil im österreichischen Strom Mix in der Nutzungsphase) und ein weiteres Prozent steuert die Windkraft bei.

Die nähere Auswertung des nicht regenerativen Energiebedarfs über den gesamten Lebenszyklus zeigt, dass als wesentlicher Primärenergieträger Erdgas eingesetzt wird, das 65 % der eingesetzten Primärenergie ausmacht. Etwa 13,5 % des Energiebedarfs werden durch Steinkohle und 5 % durch Braunkohle gedeckt. Erdöl hat einen Anteil von 11,4 %, weitere 5 % Anteil deckt Uran (Strom Mix) ab.

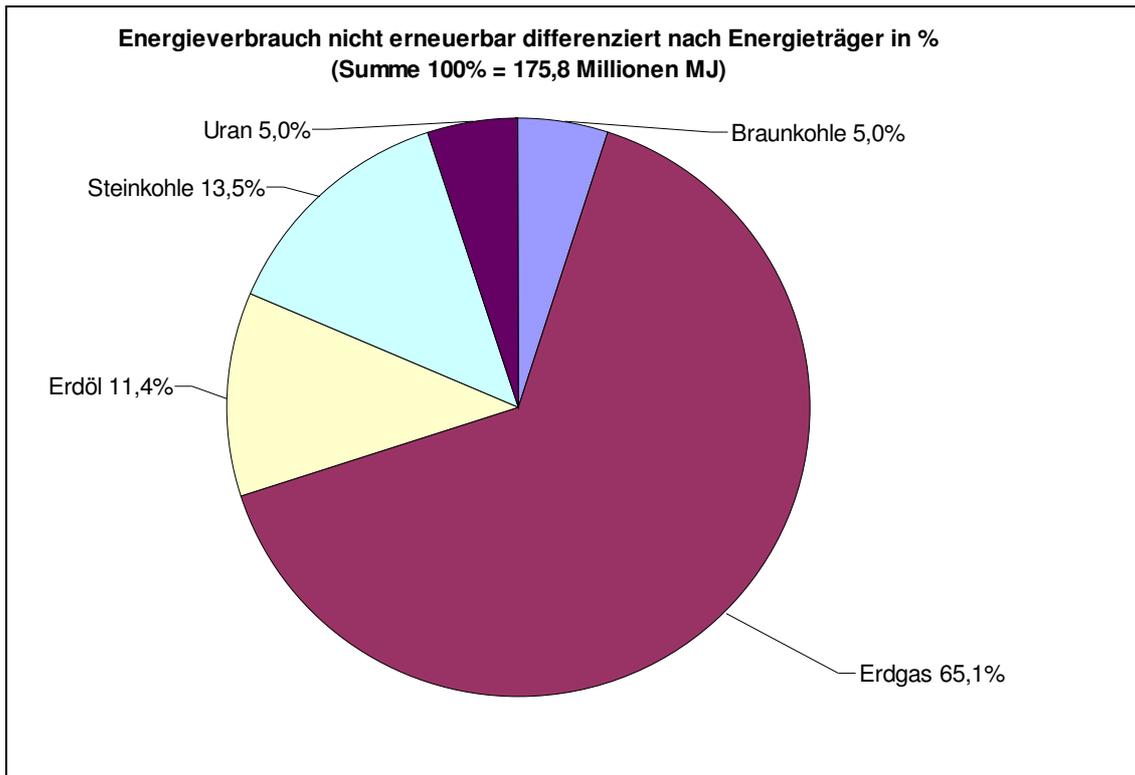


Abb. 69 Primärenergiebedarf über den gesamten Lebenszyklus.

Die Auswertung über den gesamten Lebenszyklus wird durch die Nutzungsphase im Besonderen, aber auch durch die Substitutionseffekte beeinflusst.

Betrachtet man nur die Baumaterialproduktion samt der Rohmaterialgewinnung sowie die Transporte zur Baustelle und den Einbau der Materialien samt Entsorgung des Verschnitts, so ergibt sich folgendes Bild für den Primärenergiebedarf (Abbildung 70):

Für den Bereich der Materialproduktion hat Erdöl den relativ höchsten Anteil mit 28,6 %. Erdgas hat einen Anteil von 26,5 %, etwa 20,3 % des Energiebedarfs werden durch Steinkohle und 9 % durch Braunkohle gedeckt, weitere 15,6 % Anteil deckt Uran (EU Strom Mix bzw. Strom Mix der Vorketten für die Rohmaterialgewinnung) ab.

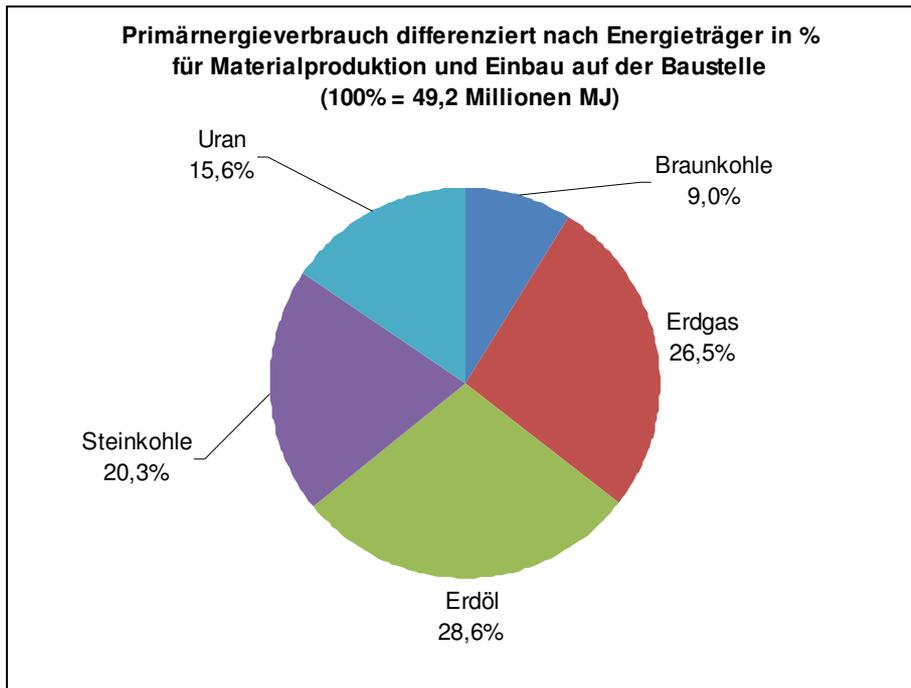


Abb. 70 Primärenergieverbrauch aufgeteilt auf die Energieträger für die Herstellung und den Einbau der Baumaterialien

Abbildung 71 zeigt die Verteilung des nicht regenerativen Primärenergiebedarfs auf die Herstellung der einzelnen Bauteilgruppen, den Einbau und des End of Lifes. Die Herstellung und Vorfertigung des Tragwerks haben einen Anteil von 46,6 %, die Fassadenkonstruktion einen Anteil von 35,8 % und die Bodenkonstruktion von 9,5 %. Der Einbau auf der Baustelle, welcher anhand von Literaturdaten abgeschätzt wurde, hat einen Anteil von knapp 2 %. Das heißt, dass im Lebenszyklus auch bei einer Verdoppelung des Energieeinsatzes für die Errichtung die Bedeutung der Errichtung eine untergeordnete ist.

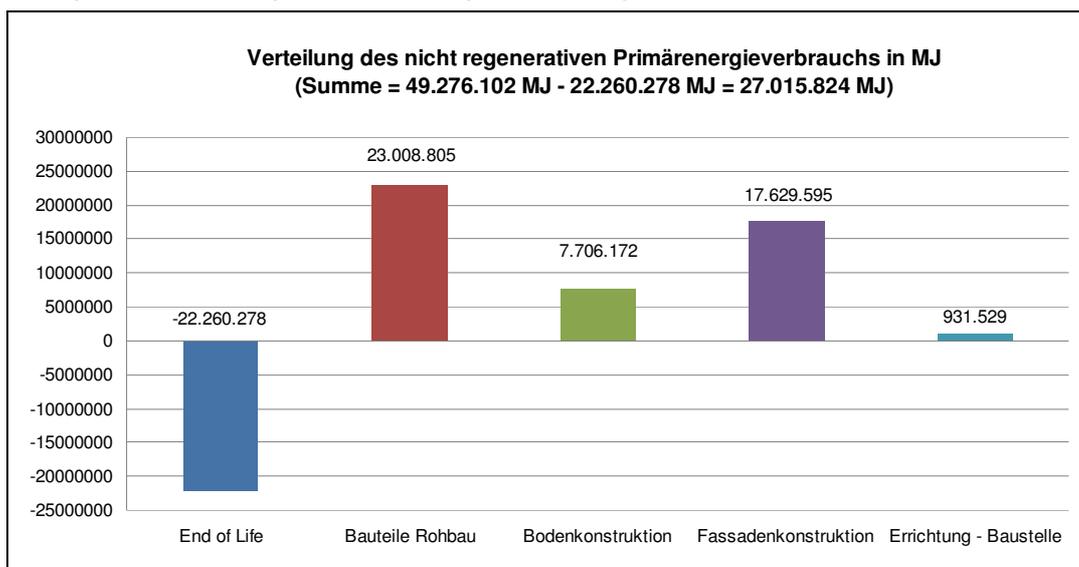


Abb. 71 Verteilung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs auf Rohbau, Bodenkonstruktion, Fassadenkonstruktion und Einbau

Betrachtet man, wie in Abbildung 72 dargestellt, Herstellung der Baumaterialien, Errichtung und End of Life (Verbrennung der thermisch verwertbaren Brettschichthölzer, Spanplatten und Kunststoffe in einer Müllverbrennungsanlage mit durchschnittlichem europäischem Standard unter Berücksichtigung aller Transporte sowie der Entsorgung der thermisch nicht verwertbaren Materialien), so stellt man fest, dass die Energiegutschrift für Strom und Dampf (Gutschrift für Österreichischen Strom-Mix und Erdgasverbrennung) 22,26 Millionen MJ nicht erneuerbarer Energieträger für das Gebäude beträgt (1.652 MJ/m² Nutzfläche). Damit reduziert sich der nicht regenerative Primärenergieeinsatz bei einer Verrechnung von Herstellung und End of Life von 49,3 Millionen MJ (3.657 MJ/m²) auf etwa 27 Millionen MJ (2.005 MJ/m²).

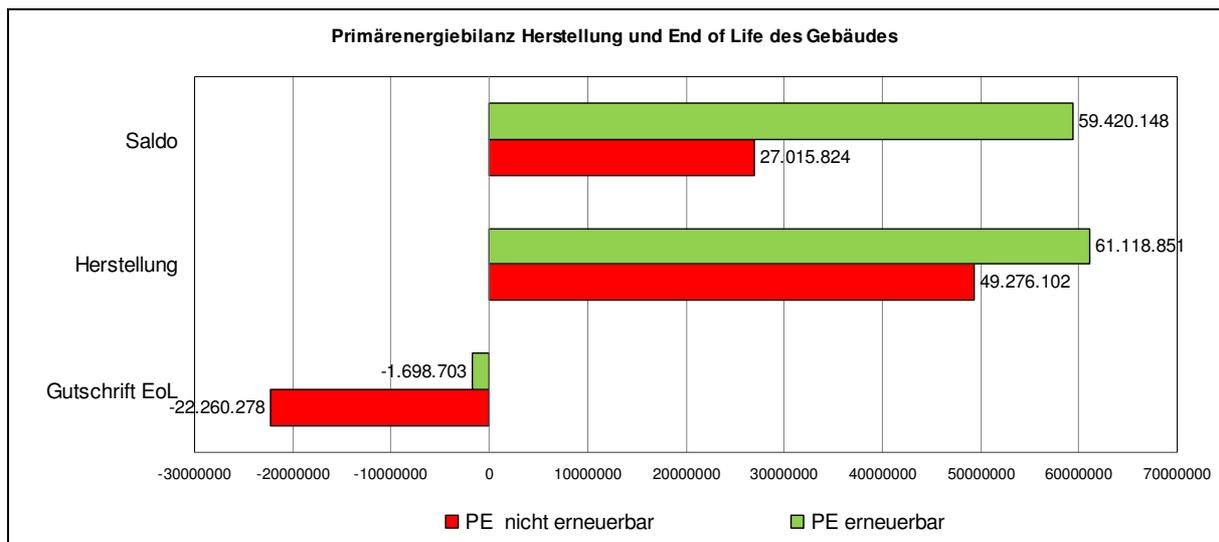


Abb. 72 Primärenergiebilanz Herstellung und End of Life des Gebäudes

Dabei wird die in den Bauteilen gespeicherte Energie noch zur Erzeugung von nutzbarer Energie verwendet.

ii) CO₂-Bilanz

Die CO₂-Bilanz in Abbildung 73 zeigt, dass die Herstellung des Gebäudes ca. 4.534 Tonnen CO₂ Emissionen verursacht, von denen 2.215 Tonnen CO₂ aus der direkten thermischen Verwertung von Holz in der Produktionsphase stammen und weitere 2.319 Tonnen CO₂ fossile Emissionen sind. Demgegenüber werden durch die Herstellung des Gebäudes insgesamt 6.319 Tonnen CO₂ im Verlauf des Baumwachstums aus der Luft über die Photosynthese im Holz gespeichert, von denen 4.104 Tonnen CO₂ im Gebäude über die Nutzungsdauer von 25 Jahren gebunden bleiben. Verrechnet man CO₂-Aufnahme (Balken Input) und CO₂-Emissionen (Balken Output) der Herstellung und Errichtung, so erhält man für die Phase des Lebenszyklus in Saldo eine CO₂- Reduktion von 1.785 Tonnen CO₂ (Balken Saldo Herstellung) durch Bindung im Produkt. Der im Gebäude im eingebauten Holz gespeicherte C-Anteil von 4.104 Tonnen wird erst am Ende des Lebenszyklus bei der thermischen Verwertung der Bauteile in Form von CO₂ wieder freigesetzt (Balken Emission Verbrennung – in diesem Balken sind auch die im End of Life anfallenden zusätzlichen fossilen Emissionen aus Transportprozessen und den thermischen Verwertungsprozessen

selbst sowie die Kunststoffverbrennung enthalten). Dabei kommt es noch einmal zu einer CO₂ Substitution von 1.461 Tonnen CO₂ (Balken Gutschrift Verbrennung). Der Saldo der Gesamtbilanz ergibt somit einen Betrag von 1.490 Tonnen CO₂ (Balken Lebenszyklus).

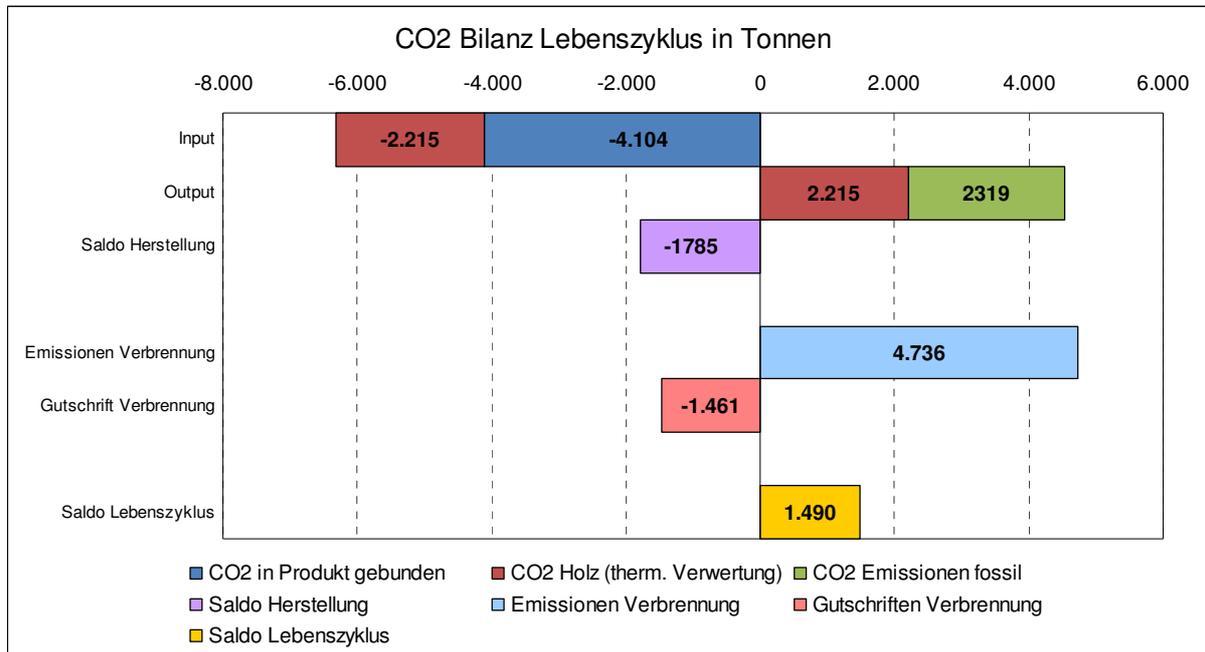


Abb. 73 CO₂ Bilanz des *Achtplus* Gebäudes

Die CO₂ Emissionen des Gebäudebetriebs sind in dieser Graphik nicht berücksichtigt. Diese Darstellung zeigt somit den „Carbon Footprint“ für die Gebäudeherstellung samt Vorketten und den End of Life Prozess. In der Wirkungsbilanz werden im Kapitel □ auch noch die restlichen zum Treibhauseffekt beitragenden Emissionen in Form von CO₂ Äquivalenten berücksichtigt. Die reine Betrachtung der CO₂ Emissionen deckt rund 90 % der treibhauswirksamen Emissionen des in diesem Projekt betrachteten Systems ab. Sowohl bei der Primärenergiesubstitution als auch bei der CO₂ Substitution hängt die erzielte Wirkung von der Effizienz der Prozesse und den substituierten Energieträgern ab. Die hier betrachteten Verbrennungsprozesse wurden mit einer Effizienz von etwa 50 % modelliert. In modernen Anlagen sind durchaus 85 % Wirkungsgrad erreichbar. Sinngemäß dasselbe gilt auch für stoffliches Recycling. Die höchste Effizienz gewährleistet beim Recycling eine Wiederverwendung, dadurch können dann entsprechend Primärmaterialien ersetzt werden und die daraus entstehenden Umweltwirkungen vermieden werden.

iii) Abfälle

Über den gesamten Lebenszyklus fallen wie in Tabelle 17 dargestellt ca. 17.412 Tonnen an Ablagerungsgütern an, das ist mehr als 3 Mal die Menge der eingebauten Baumaterialien.

Tabelle 17 Summe der Ablagerungsgüter über den Lebenszyklus des Gebäudes

Ablagerungsgüter	Bauteilherstellung und Einbau	Nutzung	End of Life	Total
Menge [t]	8789	6979	1644	17412

In der Bauwerkserstellung und der Vorkette fallen insgesamt ca. 8.789 Tonnen an, die Energiebereitstellung in der Nutzungsphase verursacht 6.979 Tonnen und das End of Life 1.644 Tonnen.

Die nachfolgende Tabelle 18 unterteilt die Ablagerungsgüter in die Kategorien Haldengüter, Radioaktive Abfälle (globale Vorkette, welche Atomstrom enthält), Siedlungsabfälle und Sonderabfälle.

Tabelle 18 Aufspaltung der Ablagerungsgüter auf die wichtigsten Unterkategorien.

Kategorie	Total LCA [kg]	11 Herstellung Bauteile Rohbau [kg]	12 Herstellung Bodenkonstruktion [kg]	13 Herstellung Fassade Konstruktion [kg]	14 Errichtung - Baustelle [kg]	15 Nutzung über 25 Jahre [kg]	16 End of Life [kg]
Haldengüter	1735084	4653967	1401966	2636987	46147	6978468	1633309
Radioaktive Abfälle	3073,12	1419	308	993	2	367	-15,7
Siedlungsabfälle	20341	2689	2142	15510	0,00	0,00	0,36
Sonderabfälle	38225	6432	9977	10751	63	0,00	11001

Die Tabelle zeigt, dass vor allem in den Vorketten die größten Abfallmengen in der Produktion der Materialien und der Energiebereitstellung anfallen. Die geringe Abfallmenge bei der Errichtung ist darauf begründet, dass auf der Baustelle relativ wenig Verschnitt bei der Montage der vorgefertigten Bauteile anfällt und dieser Verschnitt vielfach in Form von Holz und Metallen wieder dem Recycling zugeführt werden kann und somit ein Wertstoff bleibt. Außerdem konnten die Transportverpackungen sowie diverses Hilfsmaterial (Gerüste, Abdeckungen, etc) nicht in die Betrachtung aufgrund des eingeschränkten Untersuchungsrahmens aufgenommen werden konnten. Der Abfallanfall am Lebenszyklusende beträgt nur ca. ein Drittel der im Errichtungsprozess verwendeten Materialien. Das ist ebenfalls auf die hohe Verwertbarkeit der ausgebauten Materialien zurück zu führen.

- **Wirkungsabschätzung**

Nachfolgend werden der Reihe nach die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung des *Achtplus* Gebäudes dargestellt. Dafür werden jeweils die Beiträge der Errichtung und des End of Life sowie der Nutzung zu den Wirkungskategorien Treibhauspotenzial (GWP 100), Ozonabbaupotenzial (ODP), Versauerungspotenzial (AP), Eutrophierungspotenzial (EP) und Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial (Sommersmogpotenzial POCP) dargestellt. Außerdem werden die Größen Primärenergie regenerierbar (PE reg.) und die Primärenergie nicht erneuerbar (PE ne) noch einmal angeführt.

Tabelle 19 zeigt die Beiträge der einzelnen Prozesse zu den Wirkungskategorien unterteilt in Erstellung (beinhaltet jeweils samt Vorketten der Einzelmaterialien Fassade, Bodenkonstruktion, Rohbau und Errichtung), Nutzung (Strom und thermische Energie für den Gebäudebetrieb) und End of Life (Entsorgung und Verwertung der Materialien unter Berücksichtigung der Energiegutschriften).

Tabelle 19 Zusammenfassung der Wirkungsbilanzergebnisse

	PE ne	PE reg.	GWP 100	ODP	AP	EP	POCP
Einheit	MJ	MJ	kg CO ₂ - Äqv.	kg R11- Äqv.	kg SO ₂ - Äqv.	kg Phosphat -Äqv.	kg Ethen- Äqv.
Fassade	17629595	3110014	1239593	0,075	6096	546	529
Boden	7706172	7821654	-180444	0,023	1591	191	186
Rohbau	23008805	50082225	-2665326	0,107	6571	1099	773
Errichtung	931529	104959	69586	0,000	720	116	73
			-				
Erstellung	49.276.102	61.118.851	1.536.590	0,206	14.978	1.952	1.562
Nutzung	148833877	48877635	1055214 2	0,029	13942	1586	1365
Summe H+N	198.109.979	109996486	9.015.552	0,235	28.920	3.537	2.927
End of Life	-22260278	-1698703	3271481	-0,001	979	291	6
Total	175.849.701	108.297.783	12.287.033	0,234	29.899	3829	2933

Der Primärenergiebedarf erneuerbar und nicht erneuerbar wurde bereits in der Sachbilanz beschrieben.

Errichtungsphase samt Vorketten (Siehe auch Abbildung 74)

Das Treibhauspotenzial wird in der Errichtungsphase vom eingespeicherten Kohlenstoff in den Holzprodukten geprägt (Saldo von minus 2.665 Tonnen CO₂ Äquivalent. Damit ergibt sich ein negativer Treibhauseffekt von minus 1.537 Tonnen CO₂ Äquivalenten (114 kg/m² Nutzfläche) für das Gesamtgebäude. Durch die Verwendung von Spanplatten im Doppelboden weist auch die Bodenkonstruktion ein negatives Treibhauspotenzial auf. Die Fassadenkonstruktion trägt mit 1.240 Tonnen CO₂ Äquivalent zum Treibhauspotenzial bei, der Errichtungsprozess mit weiteren ca. 70 Tonnen.

Das **Ozonabbaupotenzial** spielt eine untergeordnete Rolle. Für die Errichtung samt Vorketten fallen ca. 0,2 kg R11-Äquivalente an.

Das **Versauerungspotenzial** beträgt knapp 15 Tonnen SO₂ Äquivalent (1,11 kg/m² Nutzfläche), wobei der Anteil der Fassadenkonstruktion in Relation zum Gewichtsanteil hoch ist.

Das **Eutrophierungspotenzial** beträgt knapp 2 Tonnen an Phosphat Äquivalent, auch hier ist der Anteil der Fassadenkonstruktion im mit 0,5 Tonnen bedeutend, der Rohbau trägt mit ca. 1 Tonne bei.

Beim **Photooxidantienpotenzial** mit 1,56 Tonnen Ethen Äquivalent zeigt sich ein ähnliches Bild wie beim AP und EP. Bei AP, EP und POCP weist auch der Errichtungsprozess mit einem Anteil von rund 5 % einen relativ höheren Anteil auf als bei Energieverbrauch und Treibhauseffekt.

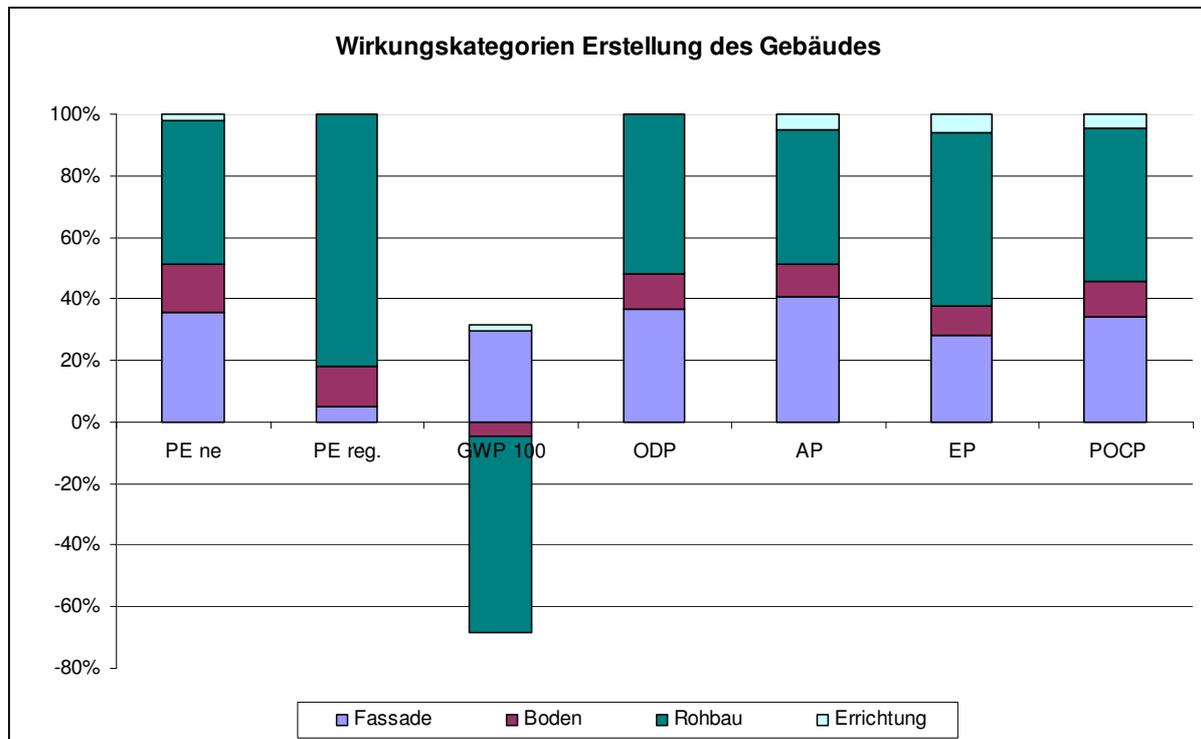


Abb. 74 Darstellung der Anteile der Erstellungsprozesse zu Primärenergiebedarf und Wirkungskategorien.

Nutzungsphase samt Vorkette (Siehe auch Abbildung 75)

Durch die Nutzung des Gebäudes und dem damit verbundenen Energieverbrauch wird die Nutzungsphase zu einem wichtigen Faktor mit Anteilen zwischen 45 % und 70 % an den Umweltwirkungskategorien in der Gesamtökobilanz. Werden aber die errechneten Optimierungspotenziale mittels entsprechender Veränderung der Qualität der Gebäudehülle und der Steuerung des Gebäudes in weiteren Entwicklungsschritten umgesetzt, dann kommt es durch Reduktion des Energieverbrauchs im Betrieb und einer Erhöhung des materiellen und energetischen Aufwandes auf der Konstruktionsseite zu Verschiebungen. Damit würden während der Nutzungsphase der Bedarf elektrischer Energie um bis zu 50 % und der Bedarf thermischer Energie um bis zu 75 % gesenkt werden, wodurch die Umweltwirkungen der Errichtungsphase und des End of Life dominant werden würden. Es zeigt sich daher, dass für weitere ökologische Optimierungen eine gesamtheitliche Vorgehensweise notwendig ist, um die Verschiebungen innerhalb des Gesamtsystems und damit verbundene Problemverlagerungen vermieden werden.

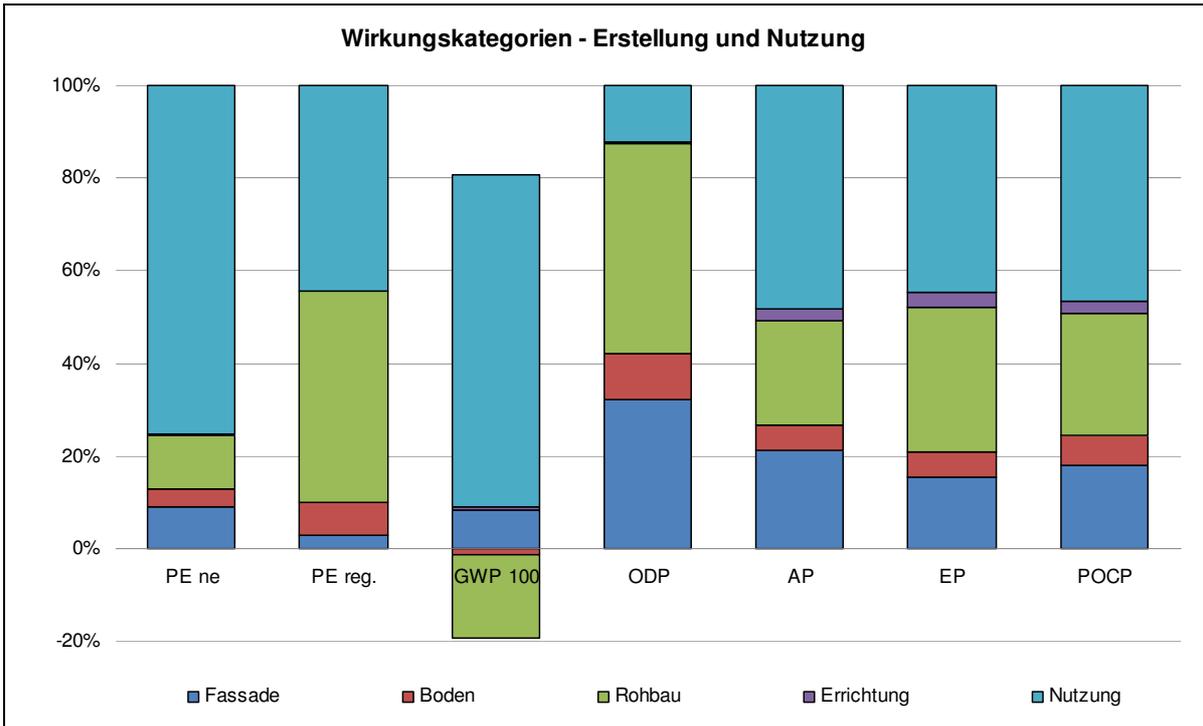


Abb. 75 Darstellung der Anteile der Erstellungsprozesse und der Nutzungsphase zu Primärenergiebedarf und Wirkungskategorien.

Gesamter Lebenszyklus (Abbildung 76)

Der Einfluss des End of Life zeigt sich vor allem im Bereich der nicht erneuerbaren Primärenergie und beim Treibhauseffekt.

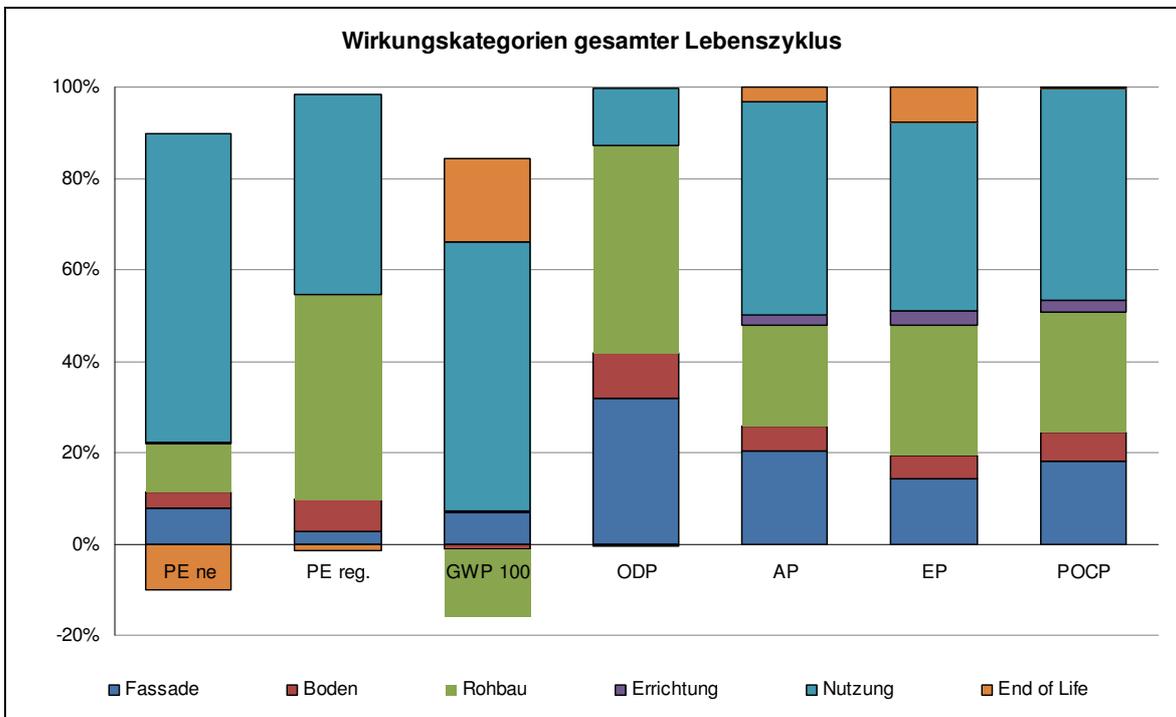


Abb. 76 Darstellung der Anteile der Erstellungsprozesse, der Nutzungsphase und des End of Life zu Primärenergiebedarf und Wirkungskategorien.

Durch die Energiesubstitution kann der Treibhauseffekt deutlich abgemindert werden. Die Größenordnung liegt bei ca. 1.250 Tonnen CO₂ Äquivalent (ca. 95 kg pro m² Nutzfläche), welche durch effizientere Energieerzeugungssysteme noch einmal um ca. 20 – 30 % erhöht werden kann.

Zusammenfassend kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass vor allem hinsichtlich Energieverbrauch und Treibhauseffekt dieses Gebäudekonzept hervorragend abschneidet. Vor der thermischen Verwertung der Holzkonstruktion sind bei entsprechend sorgfältigem Rückbau auch mehrmalige Wiederverwendungen der Konstruktionsteile möglich. Damit können Primärressourcen zusätzlich geschont werden und durch die Verteilung der Umweltbelastungen auf mehrere Nutzungsperioden ist eine weitere Verbesserung der Ökobilanz möglich. Für eine Quantifizierung der Größenordnung dieser Effekte sind weiter gehende Untersuchungen und Detaillierungen der Konstruktion notwendig. Generell bieten leichte Bauweisen wie die vorliegende mit entsprechender Demontierbarkeit der Einzelteile die Möglichkeit einer hochwertigen Weiterverwendung und die damit verbundenen ökologischen Vorteile gegenüber monolithischen Bauweisen. Werden die von Seiten der Bauphysik vorgeschlagenen Optimierungspotenziale umgesetzt, so verschiebt sich der Anteil der Umweltwirkungen von der Nutzung hin zu den Materialien.

Technik und Wirtschaftlichkeit

Im Projekt 8+ konnten wichtige Erkenntnisse und Rückschlüsse für eine gute Verwertung eines Holzbauprojektes gewonnen werden. Die technische Machbarkeit eines Holzbauprojektes mit 20 Geschossen wurde nachgewiesen. Es gibt aber noch klar erkennbare Fragestellungen (z.B. Knotenkonstruktion, Fassadenkonstruktion, Deckenkonstruktion, Haustechnik, rationelle Fertigungstechnik), die in einem Folgeprojekt behandelt werden sollten, einer Machbarkeit jedoch nicht im Wege stehen.

Die Umsetzung eines konkreten Bauprojektes kann aber erst dann erfolgen, wenn seine Wirtschaftlichkeit nachgewiesen ist und die Bedürfnisse der Zielkunden bzw. Zielmärkte bekannt und berücksichtigt sind.

Wirtschaftlichkeit

Um eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit treffen zu können, müssen die Kosten eines Gebäudes in Holzbauweise den Kosten eines Gebäudes, welches in konventioneller Stahlbetonbauweise errichtet wird, gegenübergestellt werden.

Eine Vergleichskalkulation wurde anhand der vorliegenden Konstruktionsart „Kerntyp“ vorgenommen. Dabei wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

- 17 Stockwerke
- Geschossfläche von 750 m²
- Geschosshöhe von 3,25 m

Das Ergebnis der Kalkulation zeigt, dass die Kosten der Primärkonstruktion in Holzbauweise um 70 % höher liegen als bei einer Primärkonstruktion in Stahlbetonweise.

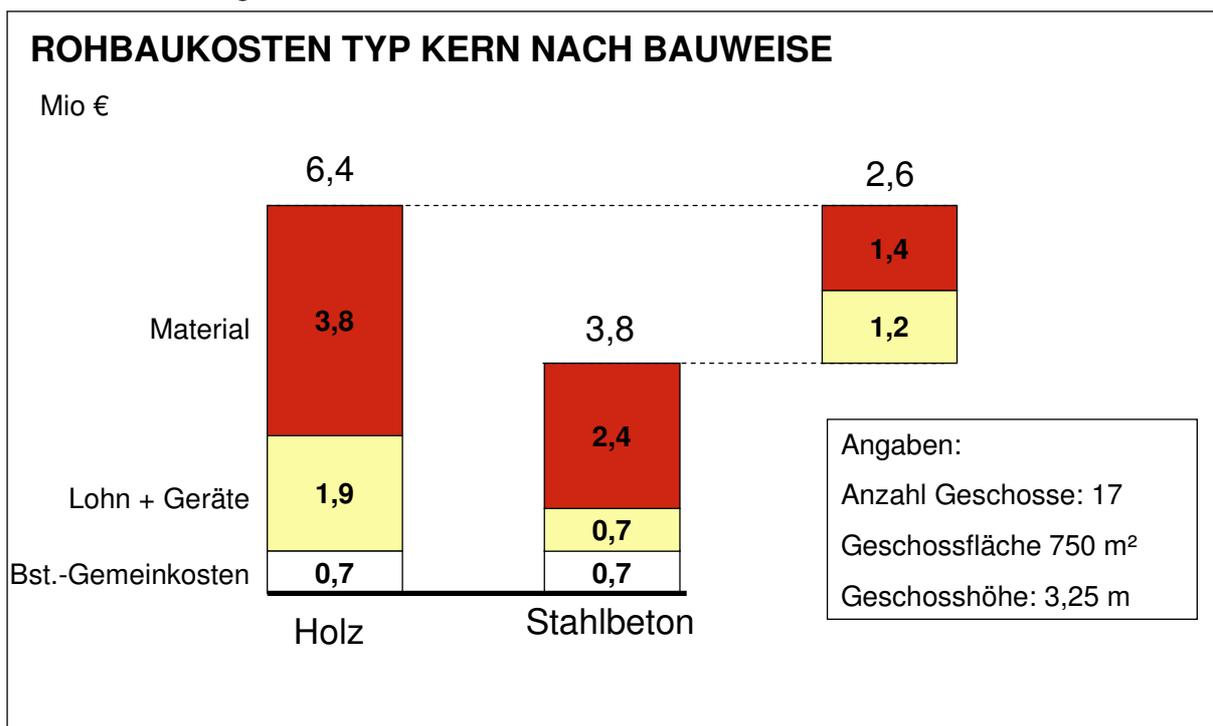


Abb. 77 Holzbauweise um 70 % teurer als Stahlbeton

Die Kostendifferenz ergibt sich im Holzbau durch die höheren Material- sowie Lohn- und Montagegerätekosten (Differenz 2,6 Mio. €). Dennoch ist die Wirtschaftlichkeit des Holzbaus trotz der höheren Kosten für den Rohbau nicht ausgeschlossen.

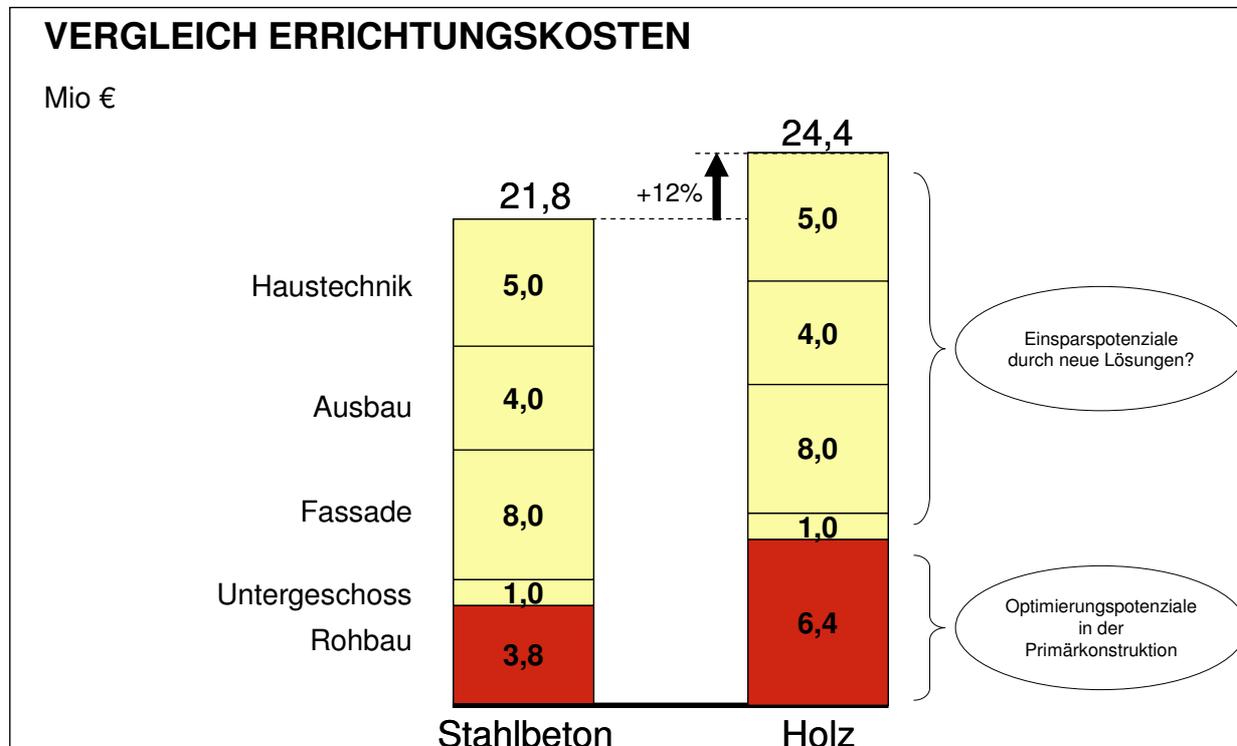


Abb. 78 Errichtungskosten gesamtes Gebäude

Gemessen am Schlüsselfertigpreis eines Gebäudes beträgt die Kostendifferenz zum Stahlbetonbau „nur mehr“ 12 %. Im Bereich Holzbau liegen dabei noch wesentliche Optimierungspotenziale:

- Der Holzbau lässt Einsparungen im Bereich Fassade, Ausbau und Haustechnik zu.
 - Einsparungen können durch eine sichtbare Konstruktion als Fassadenelement erfolgen.
 - Durch geringeres Gewicht der Konstruktion sind geringere Kosten für das Fundament zu erwarten.
- Die Geschosshöhen können durch Verzicht auf abgehängte Decken reduziert werden. Dadurch wird ein geringeres Bauvolumen erzielt, was mit reduzierten Fassadenflächen einhergeht.
- In der kalkulierten Holzkonstruktion wurde stark auf Sicherheit hin geplant. Die dadurch generierten Massen lassen noch ein erhebliches Optimierungspotenzial zu.
- Durch die zu erwartenden kurzen Bauzeiten können frühere Rückflüsse von Mieterträgen und somit ein Zinseffekt erzielt werden

- Zu berücksichtigen sind auch die stark steigenden Preise für Stahl und Energie. Die Zementherstellung ist sehr energieeffizient. Somit sind künftig höhere Kosten bei Stahlbetonkonstruktionen zu erwarten.

Um die wirtschaftliche Machbarkeit der Holzkonstruktion zu erreichen, sind in weiterer Folge sowohl neue Lösungen für Fassade, Haustechnik und Ausbau speziell für Holzkonstruktionen als auch Optimierungspotenziale in der Primärkonstruktion zu untersuchen und zu entwickeln.

Differenzierung von Mehrgeschossigen Holzbauten im Immobilienrating

Ziel eines Immobilienratings

Das Projektrating ist ein standardisiertes Verfahren, um die Qualität des Projekts in seinem relevanten Markt unter Berücksichtigung der nachhaltigen Qualität der fiktiv fertig gestellten Immobilie sowie der Entwicklungsrisiken und -chancen darzustellen.

Maßstab der Qualität ist die Verkäuflichkeit des Projekts am Ratingstichtag zu einem angemessenen Preis zwischen Experten, denen alle Projekt- und Marktinformationen zur Verfügung stehen (Definition nach TEGoVA, 2003).

Immobilienrating für nachhaltige Wohnbauten – was ist das?

Was hat eine Kreditvergabe mit dem Energieverbrauch oder der Größe von wohnungsbezogenem Grünraum eines Wohnbaus zu tun?

Bei näherer Betrachtung sehr viel! (Wohn)Baufinanzierung sind idR langfristig ausgerichtete Investitionen. Je länger der Betrachtungszeitraum einer Immobilie ist, desto wichtiger werden Nachhaltigkeitsaspekte.

Dabei beinhaltet „nachhaltiges Bauen“ nicht nur den Aspekt des Energieverbrauches, sondern geht von grundsätzlichen Überlegungen zum (Wohn-)baumarkt aus wie z.B. Standortqualitäten. Auf Basis dieser Rahmenbedingungen werden optimale Objekteigenschaften definiert; dies stellt optimale Bedingungen für einen nachhaltigen Cash Flow der Immobilie sicher.

Im Rahmen des „Haus(es) der Zukunft“ Projektes IMMO-RATE, welches im Jahre 2006 in einer Kooperation des Österreichischen Ökologieinstituts, der Erste Bank sowie Rhomberg Bau durchgeführt wurde, wurde ein Leitfaden für nachhaltiges Immobilienrating von Wohnbauten erarbeitet. Zielgruppe des Leitfadens sind Banken sowie die Bauwirtschaft.

Für den Leitfaden IMMO-RATE wurden sämtliche relevanten Kategorien des Immobilienratings gesammelt und nach der Logik des Europäischen Projekts- und Marktratings (PaM) der TEGoVA (The European Group of Valuers´ Association) aufbereitet.

Grundsätzlich kann ein Immobilienrating-System alle möglichen Objektkategorien abdecken. Im Projekt Immo-Rate wird vor allem auf die Objektkategorie „Wohnen“ eingegangen.

Struktur des Immobilienratings

Das Immobilienratingsystem besteht aus verschiedenen Kriteriengruppen:

- Markt
- Standort
- Objekt
- Cash Flow
- Entwicklungspotenzial (für Projektentwicklungen)

Die ersten vier Kriteriengruppen betrachten Bestandsobjekte und bewerten diese. Bei Projektentwicklungen wird zusätzlich noch eine fünfte Kriteriengruppe zusätzlich betrachtet, um zu einer Einschätzung der zukünftigen Entwicklung der geplanten Immobilie kommen zu können:

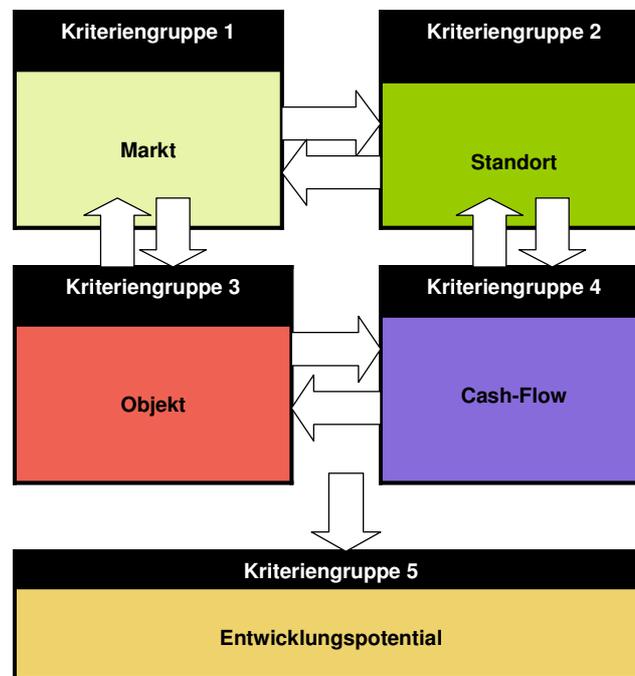


Abb. 79 Die Kriteriengruppen eines Immobilienratings

Die Kriteriengruppen sind jedoch nicht isoliert voneinander zu betrachten, sie beeinflussen sich gegenseitig. Insbesondere die Qualität des in Kriteriengruppe 4 betrachteten Cash Flows wird sehr stark von den anderen Kriteriengruppen beeinflusst. Insgesamt entstehen somit in 4 Kriteriengruppen 26 Kriterien für Bestandsobjekte; bei der Bewertung von Projektentwicklungen kommen noch weitere 4 Kriterien dazu. Die Bedeutung der einzelnen Kriteriengruppen wird in den meisten Rating-Systemen unterschiedlich stark betrachtet.

Markt

In der Kriteriengruppe Markt werden vor allem wirtschaftliche und soziodemografische Faktoren beurteilt, aber auch höhere Gewalt oder nationale Rahmenbedingungen fließen mit ein.

Weitere Kriterien für eine mittelfristige Verkäuflichkeit der Immobilie:

- Betrachtung des Immobilienmarktes
- Miet- und Preisniveau und deren Entwicklung
- Grad des Wohnungsleerstandes
- Marktphase

Nachhaltige Bauwerke heben sich beispielsweise dadurch von herkömmlichen Bauwerken ab, als sie ihre CO₂-Emissionen sowie durch ihre Standortwahl die Risiken potenzieller Naturgefahren (Überschwemmungen, Hangrutschungen usw.) reduzieren, auf die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des Objektes eingehen und diese optimal nutzen oder die vorhandenen Förderbedingungen erfüllen und somit eine energie- und umweltschonendere Bauweise als andere Bauwerke aufweisen.

Standort

Der Standort wird von vielen Gutachtern oft als wichtigstes wertbeeinflussendes Kriterium einer Immobilie bezeichnet. Entscheidend ist die Verkehrsanbindung des Standortes, aber auch die Nahversorgung oder das Image des Viertels sind ausschlaggebend. Es wird dabei zwischen der Region, in der das Objekt gelegen ist und seiner unmittelbaren Umgebung unterschieden.

Bei der Standortwahl schließen nachhaltige Gebäude Störungspotenziale negative Umwelteinflüsse aus dem Wohnumfeld aus (Industrie, Nutzungen mit hoher Verkehrsfrequenz, usw.), berücksichtigen verstärkt Imagefaktoren, befinden sich in direkter Nähe zu Einrichtungen des öffentlichen Verkehrs und zeichnen sich durch eine hohe Nahversorgungsinfrastruktur aus.

Objekt

Objektkriterien sind naturgemäß entscheidende Faktoren für den Marktwert einer Immobilie. Dazu zählen beispielsweise

- die Architektur und Bauweise eines Objektes,
- seine Ausstattung und
- der Zustand.

In der Kategorie Objekt fließen mit 10 % auch rein ökologische Faktoren ein.

Der Leitfaden IMMO-RATE hat es sich zur Aufgabe gemacht aufzuzeigen, dass Kriterien nachhaltigen Bauens eine wesentlich höhere Bedeutung für den Marktwert einer Immobilie haben.

Nachhaltige Gebäude zeichnen sich gegenüber herkömmlichen Objekten beispielsweise durch hochwertige Architektur und Bauweisen aus. Sie besitzen einen extrem niedrigen Energieverbrauch und bestehen zu einem hohen Anteil aus nachwachsenden Rohstoffen.

Barrierefreiheit sowie zielgruppenspezifische Wohnungs- und Objektausstattung sind ein Prinzip, modulare Grundrisse erhöhen die Flexibilität gegenüber Nutzungsänderungen.

Cash Flow

In dieser Kriteriengruppe sind die

- Qualität der Mietzahlungen,
- die MieterInnen- bzw. NutzerInnenstruktur und der
- Vermietungsstand abgebildet.

Entscheidend ist hier auch eine Einschätzung des Potenzials der Immobilie, um eine Aussage über die nachhaltige Qualität des Objekt Cash Flows treffen zu können.

Im Rahmen dieser Kriteriengruppe stechen nachhaltige Gebäude dadurch hervor, dass sie einen eindeutigen Zielgruppenbezug bieten bei gleichzeitig niedrigen Kosten, eine sichere Investitionsentscheidung darstellen. Sie zeichnen sich durch geringe Betriebskosten aus und bestechen durch Flexibilität in der Umnutzung und Grundrissgestaltung.

Entwicklungspotenzial

Bei Projektentwicklungen müssen zusätzlich noch die Entwicklungsrisiken und -chancen eines Projektes mit einbezogen werden. Hier werden Kriterien, die sich auf Vermietung und Verkauf beziehen, betrachtet. Zusätzlich werden Planungs- und Herstellungsrisiken mit einbezogen, um möglicherweise zusätzliche entstehende Kosten oder Hindernisse nicht zu übersehen.

Folgende Aspekte sind für die Entwicklung nachhaltiger Bauten in der Kriteriengruppe „Entwicklungspotenzial“ von besonderer Bedeutung:

- Fachübergreifende Planungsteams
- Umfassende Gebäudezertifikate
- Qualitätskontrolle während des Baus und nach Fertigstellung
- Laufende Kostenkontrolle, laufendes Zeitmanagement

Gesamtrating

Das Gesamtrating für die Verkäuflichkeit des Projektes am Ratingstichtag wird schließlich über eine Matrix erstellt, die alle möglichen Kombinationen des Ratings für die fiktiv fertiggestellte Bestandsimmobilie und des Ratings für die Risiken und Chancen der Entwicklung berücksichtigt. Die Note 5 stellt durchschnittliche Entwicklungsrisiken bzw. –chancen dar, alle Bewertungen über 5 stellen Risiken, alle unter 5 Chancen dar.

Rating des Bestandsobjektes	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	katastrophal
	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	9	Sehr schlecht
	8	8	8	8	9	9	10	10	10	10	8	schlecht
	7	7	7	7	8	8	8	9	10	10	7	mäßig
	5	5	5	6	6	7	7	8	9	10	6	leicht unterdurchschnittlich
	4	4	4	5	5	6	7	8	9	10	5	durchschnittlich
	3	3	3	4	4	5	6	7	8	10	4	Leicht überdurchschnittlich
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	10	3	gut
	2	2	2	3	3	4	5	6	8	10	2	Sehr gut
	1	1	2	2	3	4	5	6	8	10	1	exzellent

Rating der Entwicklungsrisiken und -chancen

Abb. 80 Matrix für die Abbildung der Verkäuflichkeit eines Projektes

Anwendbarkeit für Projekt 8+

Immorate wurde für den Wohnbau entwickelt. Daraus können ohne Weiteres auch Kriterien für den Bürobau abgeleitet werden. Diese sind die Basis für die systematische Eruiierung von Differenzierungsmöglichkeiten für den mehrgeschossigen (Büro-)Holzbau.

Einige Kriterien gelten unabhängig von den eingesetzten Baumaterialien und Konstruktionsart. Einige haben jedoch sehr wohl Einfluss auf das Rating und bieten Potenziale für eine stärkere Differenzierung als nachhaltiges Projekt.

In nachfolgender Tabelle (siehe Anhang) sind die Kriterien für die Gruppen Markt, Standort, Objekt, Cash Flow und Entwicklung mit einer generellen Beschreibung aufgelistet. Daneben wird gekennzeichnet, ob Differenzierungsmöglichkeiten vorhanden sind und wenn ja, worin diese bestehen. Diese Merkmale sollten in der Konzeption und Planung eines Gebäudes besonders berücksichtigt werden.

Im Folgenden werden die wesentlichsten Differenzierungsmerkmale einer jeden Kriteriengruppe kurz angeführt.

Markt

In diesem Bereich ist die ökonomische Relevanz eines Holzbaus maßgebend. Holz ist ein CO₂-neutraler Baustoff. Sowohl die Gewinnung als auch die Verarbeitung kann mit sehr geringem Energieeinsatz erfolgen. Das Bauwerk reduziert somit nicht nur durch seinen geringeren Energieausstoß, sondern bereits durch seine Materialwahl die CO₂-Emissionen.

Betrachtet man zudem die Entsorgung, ist der Baustoffkreislauf eines Holzbaus nachhaltig zu bewerten.

Zudem verfolgt der Holzbau den allgemeinen Trend zu nachhaltigen Bauten, was sich am Immobilienmarkt gerade im Bereich Gewerbe-Bürobau positiv auswirken wird.

Standort

Da die Kriteriengruppe Standort weitgehend unabhängig von der Wahl des Baumaterials ist, ergeben sich in diesem Bereich wenig bis keine Differenzierungsmerkmale.

Objekt

Der Bereich der Kriteriengruppe Objekt birgt großes Potenzial für den mehrgeschossigen Holzbau. Zum einen hebt sich das Objekt durch seine Holzkonstruktion in Ästhetik, Konstruktion und Bauweise hervor, zum anderen wird ein Gebäude in Holzbau bereits durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe und Verwendung unbedenklicher Materialien höchsten Ansprüchen an die Umweltperformance gerecht. Ein hoher Vorfertigungsgrad sowie die Möglichkeit der Demontage und Weiternutzung wesentlicher Komponenten tragen zur Wirtschaftlichkeit und besseren Umweltverträglichkeit bei.

Cash Flow

Die Objekte sollten eine klare Zielgruppenausrichtung (z.B. „Fangemeinde für Holz“) haben. Das Objekt profitiert im Bereich der Kriteriengruppe Cash Flow durch den hohen zukunftsweisenden Baustandard, den ein Hochhaus in Holzbauweise aufweisen würde. Darüber hinaus wäre auf niedrige Energiekosten sowie – wenn möglich – auf flexible Grundrissgestaltung zu achten.

Entwicklungspotenzial

Durch kurze Bauzeiten im Holzbau könnte das durch Bauzeitenüberschreitung erzeugte Kostenrisiko stark minimiert werden.

Fazit

Der (mehrgeschossige) Holzbau deckt jedenfalls weitgehend die Anforderungen eines nachhaltigen Gebäudes ab. Einige Kriterien des Immobilienratings gelten unabhängig von den eingesetzten Baumaterialien und der Konstruktionsart. Einige haben jedoch sehr wohl Einfluss auf das Rating und bieten Potenziale für eine stärkere Differenzierung als nachhaltiges Projekt.

Setzt man eine nachhaltige Ausgestaltung der Bauweise (z.B. Flexibilität, Grad der Vorfertigung, Wiederverwertbarkeit der Bauteile nach „Abbruch“) sowie einer hochwertigen energieeffizienten technischen Ausstattung voraus, kann der beim Projekt überwiegend eingesetzte Baustoff Holz vor allem im Bereich „Markt“ und „Objekt“ – im Vergleich zu anderen nachhaltigen Gebäuden – zu einem positiveren Rating beitragen.

5. Zusatz Energie

Als Auflage vom Fördergeber wurde zur Abrundung des Ergebnis eine energetische Untersuchung des Projektes gefordert. Auszug aus den Brief der Jury vom 6. Juni 2007: „Die Berücksichtigung eines hohen energetischen Standards ist in die Planung einzubeziehen. Der Passivhausstandard muss für die Gebäudehülle und Haustechnik (Relevanz für das statische Konzept) angestrebt werden.“ Hierzu wurde Arsenal Research beauftragt.

5.1. Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH; Ing. Anita Preisler, MSc.B.eng Patrice Pinel

Dieser Bericht beinhaltet erste Analysen zur energieeffizienten Heizung, Kühlung und Lüftung eines 17-geschossigen Hochhauses in Holzkonstruktion von schluder architektur ZT GmbH. Es wurden unterschiedliche Parameter wie Bodenaufbauten, Verglasungsqualität und Lüftungsstrategien variiert, um deren Auswirkungen auf das energetische Verhalten des Gebäudes zu analysieren. Dabei wurde untersucht, welche Maßnahmen zur Erreichung des Passivhausstandards erforderlich sind. Abschließend wurde der jährliche Energiebedarf zur Heizung, Kühlung und Lüftung für ein derartiges Gebäude mit unterschiedlichen Energieversorgungssystemen abgeschätzt. Diese Ergebnisse wurden für erste Lebenszyklusanalysen durch 8-Plus Projektpartner herangezogen.

5.1.1. Gebäude Modell

Abbildung 81 zeigt die Gebäudeansicht. Das Gebäude besteht aus 17 Geschossen, jedes mit einer Geschosshöhe von 3,5m. Da alle Geschosse identisch sind wurden für die Simulationen lediglich 5 Geschosse modelliert und die Ergebnisse des mittleren Geschosses wurde 13 mal multipliziert um das energetische Verhalten des gesamten Gebäudes abzubilden.

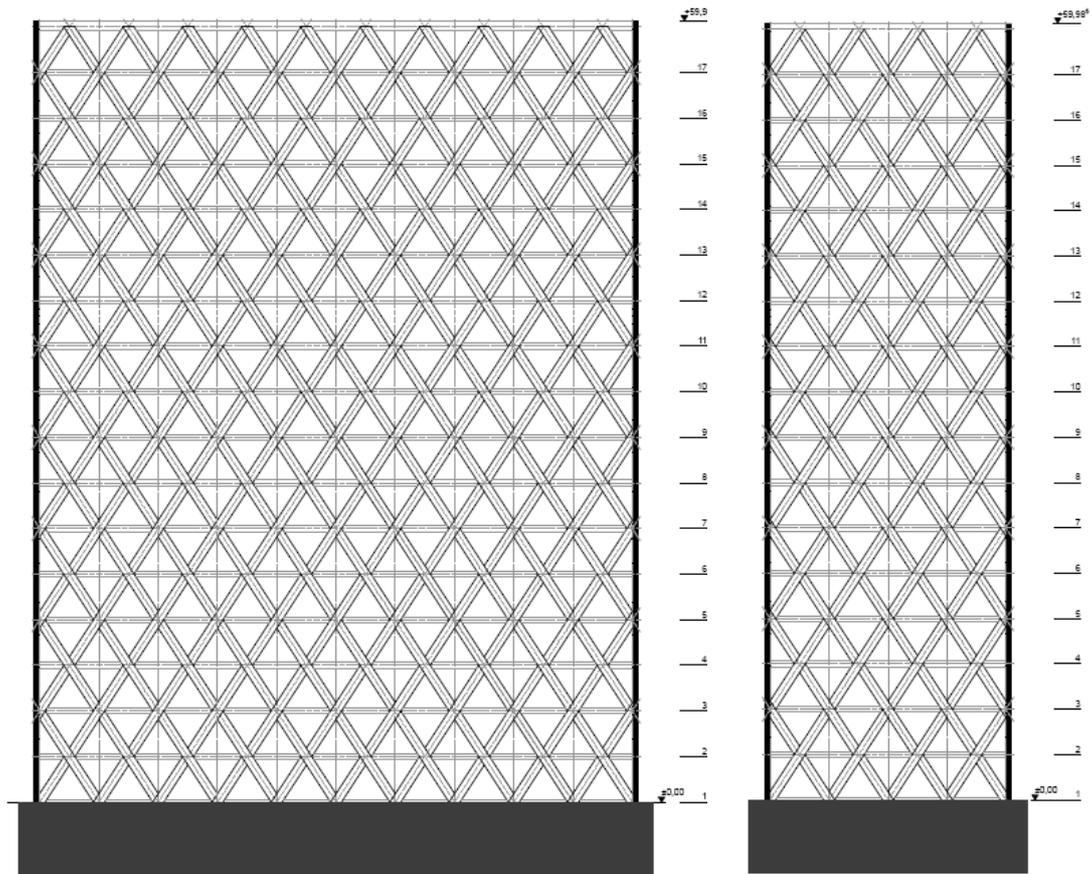


Abb. 81 Gebäudeansicht

Beschreibung der Geschosse

Jedes Geschoss des Gebäudes hat eine Länge von 45m und eine Breite von 18m. Die angenommene Aufteilung in den Geschossen ist in Abbildung 82 dargestellt.

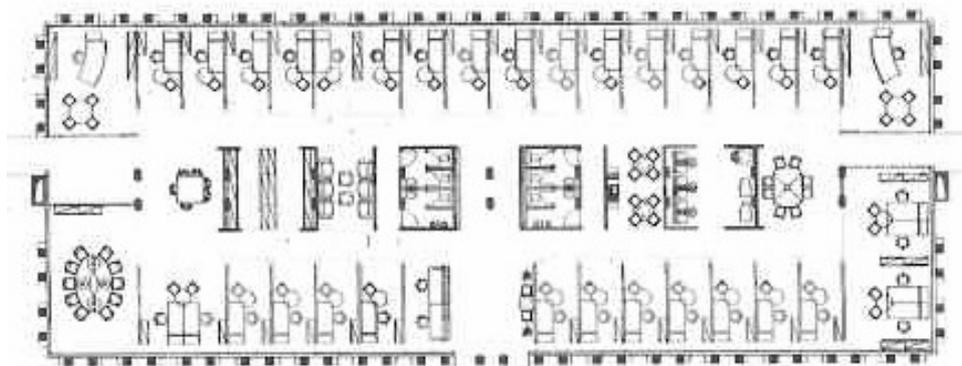


Abb. 82 Floor repartition

In den Simulationen wurden Bereiche mit ähnlichen Lasten zu thermischen Zonen zusammengefasst. Daraus ergaben sich 5 Zonen, eine Kernzone und 4 äußere Zonen,

welche in der Abbildung 83 dargestellt sind .Tabelle 20 zeigt die geometrischen Charakteristiken jeder Zone, welche für das thermisch Verhalten relevant sind.

Tabelle 20 Geometrical characteristics of thermal zones

Zone	Use	Floor area m ²	Exposed Walls m ²	Partitions m ²
Center	60% circulation 20% washrooms 20% copy/printing	324	0	126 – South 31.5 – West 126 – North 31.5 – East
South	100% offices	182.5	157.5 South orientation	126 – Center 22.25 – West 22.25 – East
West	50% offices 50% meeting rooms	60.75	63 West orientation	31.5 – Center 22.25 – South 22.25 – North
North	100% offices	182.5	157.5 North orientation	126 – Center 22.25 – West 22.25 – East
East	50% offices 50% food/drink	60.75	63 East orientation	31.5 – Center 22.25 – South 22.25 – North

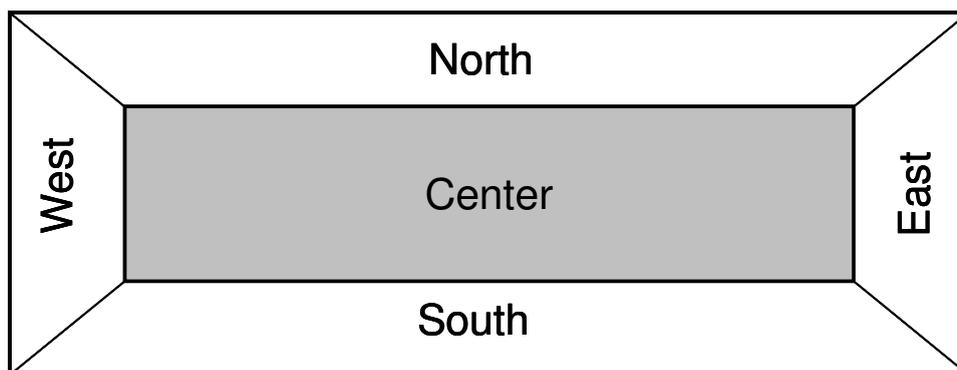


Abb. 83 Floor thermal zones

Außenwände

A zeigt die Ansicht auf eine Außenwand; in der Basisvariante wurden folgende Annahmen getroffen:

- 57.4% 2-fach Verglasung gefüllt mit Argon
 - U-Wert = $1.26 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - G-Wert = 0.397
 - 10% Rahmenanteil ($U_{\text{Rahmen}} = 2.27 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- 42.6% Holzkonstruktion (40 cm) mit Einfachglas außen
 - U-Wert = $0.309 \text{ W/m}^2\text{K}$

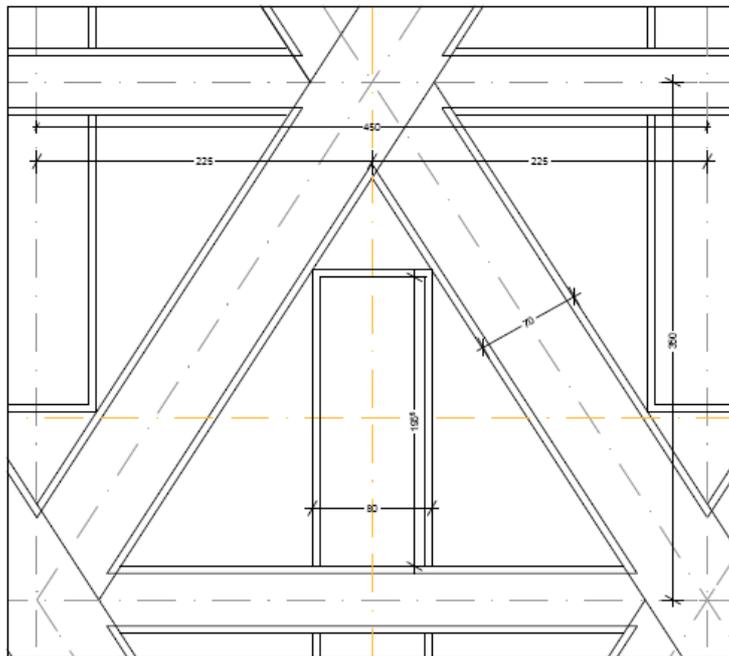


Abb. 84 Aussenwand

Decken

Für die Holzdecken dieses Gebäudes wurde in der Basisvariante folgender Aufbau angenommen:

Doppelboden: 20 cm

Estrichelemente: 2.5 cm

Trittschalldämmung: 3 cm

Kiesschüttung: 6 cm

CLT-Brettsperrholz: 14 cm

Unterzug: 45cm Holz

Der daraus resultierende äquivalente U-Wert liegt bei: $0.426 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Oberstes und unterstes Geschoss

Für das unterste Geschoss wurde angenommen, dass sich darunter ein konditioniertes Geschoss befindet, welches ähnliche Temperaturen wie das übrige Gebäude hat. Für das oberste Geschoss wurde eine gut gedämmtes Dach angenommen ($U = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Lüftung und Infiltration

Das Gebäude wurde als relativ Luftdicht definiert. Die Infiltration wurde konstant mit $0,2 \text{ h}^{-1}$ angesetzt.

Die Luftwechselrate entspricht den Anforderungen für Büronutzung. Es wurde eine konstante Luftwechselrate von 2 h^{-1} angenommen. Die Lüftungsanlage ist mit einer Wärmerückgewinnung mit folgenden Kennwerten ausgestattet:

Effizienz bei 0°C : 70%

Effizienz bei -25°C : 75%

Effizienz im Kühlmodus: 50%

Strombedarf: 0.6 Wh/m^3 bewegte Luft

Interne Lasten

Die internen Lasten für Personen, Beleuchtung und Geräte wurden laut NCM (National Calculation Method – Building Research Establishment: <http://www.ncm.bre.co.uk/>) Datenbank für jede Zone angenommen. Die Zuweisung der internen Lasten für jede thermische Zone erfolgte gemäß der Nutzung und Flächenaufteilung wie in Tabelle 20 beschrieben.

Abbildung 85, Abbildung 86 und Abbildung 87 zeigen die Annahmen der internen Lasten für jede Stunde einer Arbeitswoche. Für die Wochenenden und Feiertage wurden die Werte während der Nacht angenommen. Für die künstliche Beleuchtung wurden energieeffiziente Werte verwendet ($3,4 \text{ W/m}^2/100 \text{ lux}$, 20% Strahlungsanteil). Die Beleuchtung wird abgeschaltet, wenn die Solarstrahlung auf die Fassade 50 W/m^2 übersteigt.

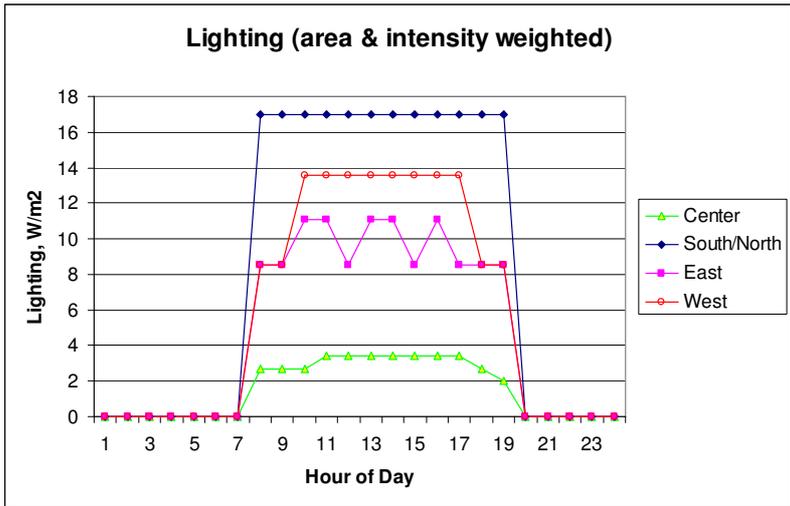


Abb. 85 Personenbelegung in den einzelnen Zonen

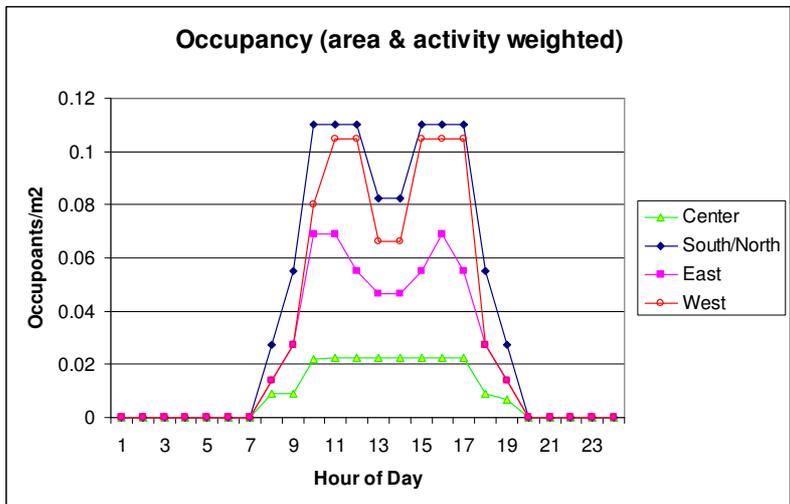


Abb. 86 Interne Lasten durch Beleuchtung

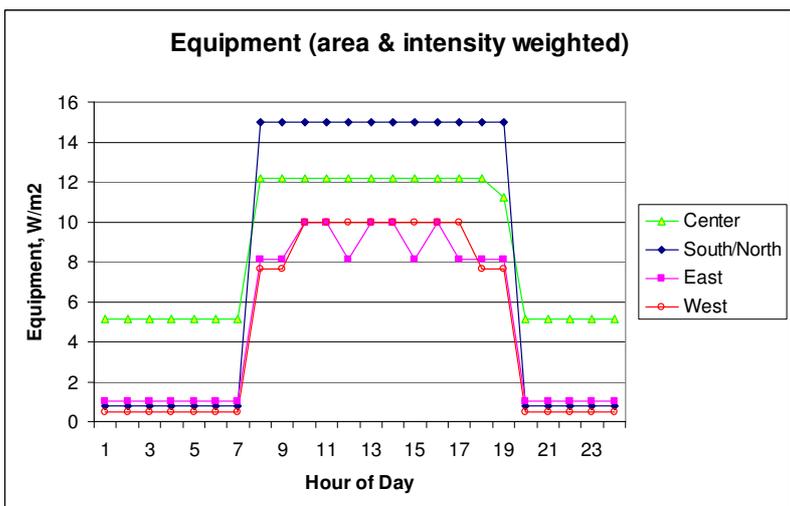


Abb. 87 Interne Lasten durch Geräte

Verschattung

Das Verschattungssystem an der Süd-, West- und Ostfassade wird aktiviert, wenn die Solarstrahlung auf der jeweiligen Fassade 200 W/m^2 überschreitet. Es wurde ein Verschattungsfaktor von 80% angenommen.

Wetterdaten

Für das Gebäude wurde ein mittlerer Wiener Wetterdatensatz laut 110360.tn2 für TRNSYS 16 verwendet.

Simulation

Das Gebäudemodell wurde gemäß den vorher beschriebenen Eingabedaten mit TRNBuild (Transsolar 2004) erstellt. Die TRNSYS 16 (Klein et al., 2004) Software wurde weiters verwendet zur Evaluierung der Lasten. TRNSYS ermöglicht dynamische Simulationen, daher werden das dynamische Verhalten des Gebäudes und die Interaktionen zwischen den einzelnen Komponenten des Modells berücksichtigt.

5.1.2. Ergebnisse der Simulation

In diesem Kapitel sind die Ergebnisse der Basisvariante und Modifikationen (Alternativvarianten) ausgehend von der Basisvariante dargestellt. Dadurch wurde in einer ersten Annäherung der Energiebedarf des Gebäudes erhoben und die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen um unterschiedliche Energieeffizienzziele zu erreichen analysiert.

Die untersuchten Alternativvarianten sind:

- Verwendung von Betondecken anstelle der Holzdecken
- Änderung des Energiedurchlassgrads der Verglasung
- Änderung der Lüftungsstrategie
- Nacht-/Wochenendabsenkung der geforderten Raumtemperatur
- Bessere Wärmedämmung
- Natürliche Lüftung in der Nacht
- Kombination dieser Maßnahmen

Jede dieser untersuchten Varianten ist in den folgenden Kapiteln beschrieben.

Variante 1: Basisvariante

Abbildung 88 und Abbildung 89 zeigten den kalkulierten Energiebedarf für die Basisvariante. Die Ergebnisse sind für jede thermische Zone eines Geschosses sowie für jede Jahreszeit dargestellt. Der daraus resultierende jährliche Energiebedarf für dieses Gebäude beträgt:

- Heizung: 876 MWh (63.6 kWh/m^2)
- Kühlung: 178 MWh (13 kWh/m^2)
- Strombedarf Lüftung: 507 MWh (36.8 kWh/m^2)

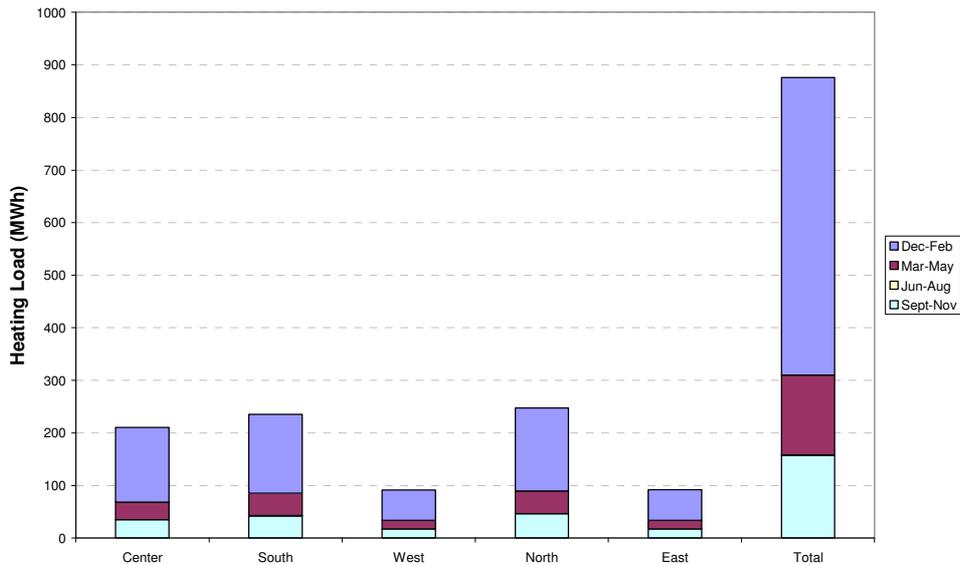


Abb. 88 Heizlasten Basisvariante

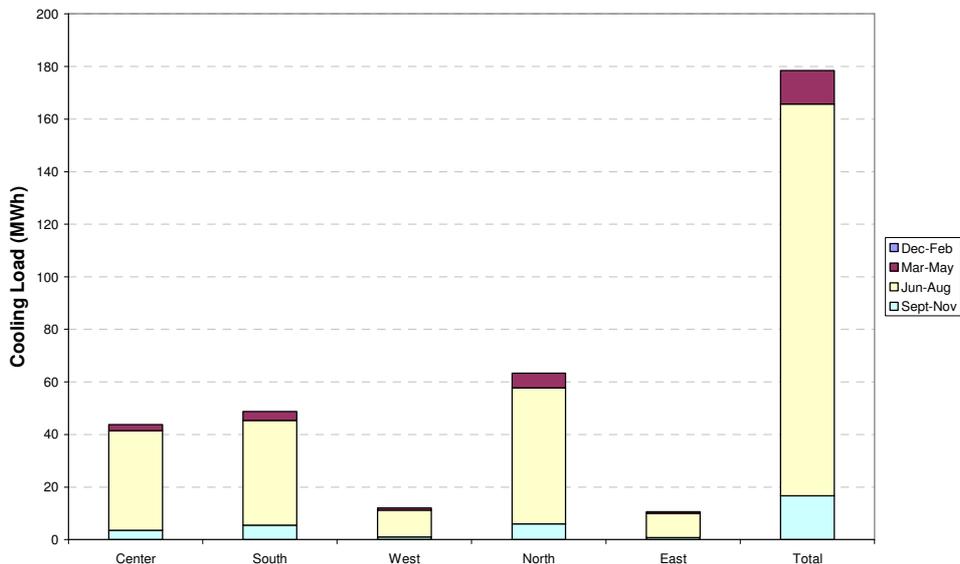


Abb. 89 Kühllasten Basisvariante

Wie erwartet ist der Heiz- und Kühlenergiebedarf im Winter bzw. im Sommer am höchsten. Etwas überraschend ist die Tatsache, dass der Kühlenergiebedarf in der Nordzone höher ist als in der Südzone. Dieser Umstand ergibt sich durch die hohe Wirksamkeit des Verschattungssystems an der Südfassade.

Abbildung 90 zeigt denselben Energiebedarf in Abhängigkeit zur Geschosslage. Der Energiebedarf im obersten Geschoss ist etwas höher, da in diesem Geschoss ein zusätzlicher Wärmeaustausch über die gesamte Dachfläche erfolgt; dieses Geschoss hat um 2,4 mal mehr Außenflächen als die anderen Geschosse. Ein um 20% höherer Energiebedarf ist daher durchaus erklärbar.

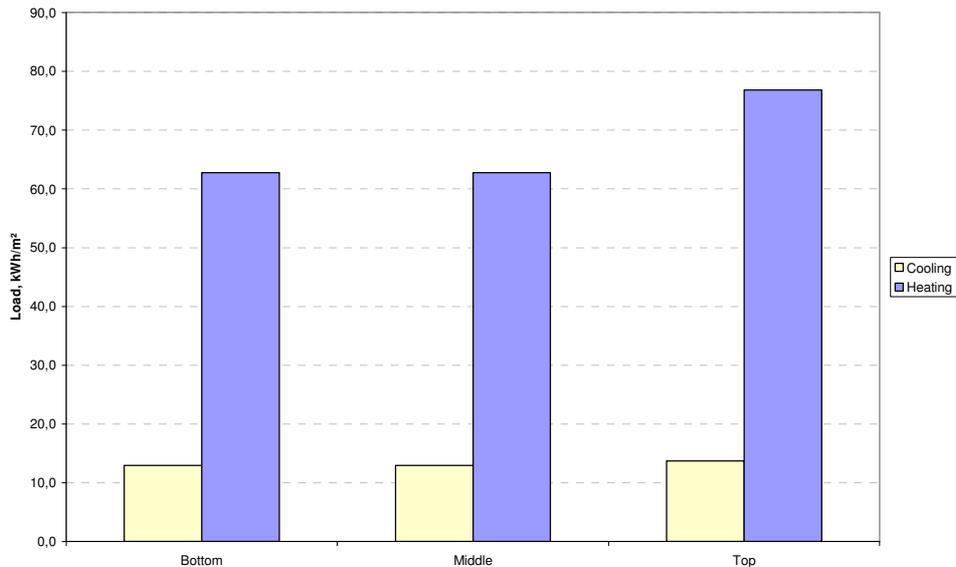


Abb. 90 Energiebedarf in Abhängigkeit zur Geschosslage

Abbildung 91 zeigt eine detaillierte Auswertung der auftretenden Heizlast in der Südzone. Der überwiegende Teil der Heizlast (schwarze Linie) wird durch Infiltration (violette Linie) und Lüftung (rote Linie) verursacht. Weiters sieht man, dass die solaren (grüne Linie) und internen (blaue Linie) Gewinne die Heizlast an den Wochentagen, in denen das Gebäude genutzt wird, aufheben. Es gibt daher ein Energieeinsparungspotential durch Reduzierung der Solltemperatur und der Luftwechselraten in den Zeiten, in denen das Gebäude nicht genutzt wird (nachts, Wochenende). Das würde auch den Strombedarf für die Lüftung reduzieren.

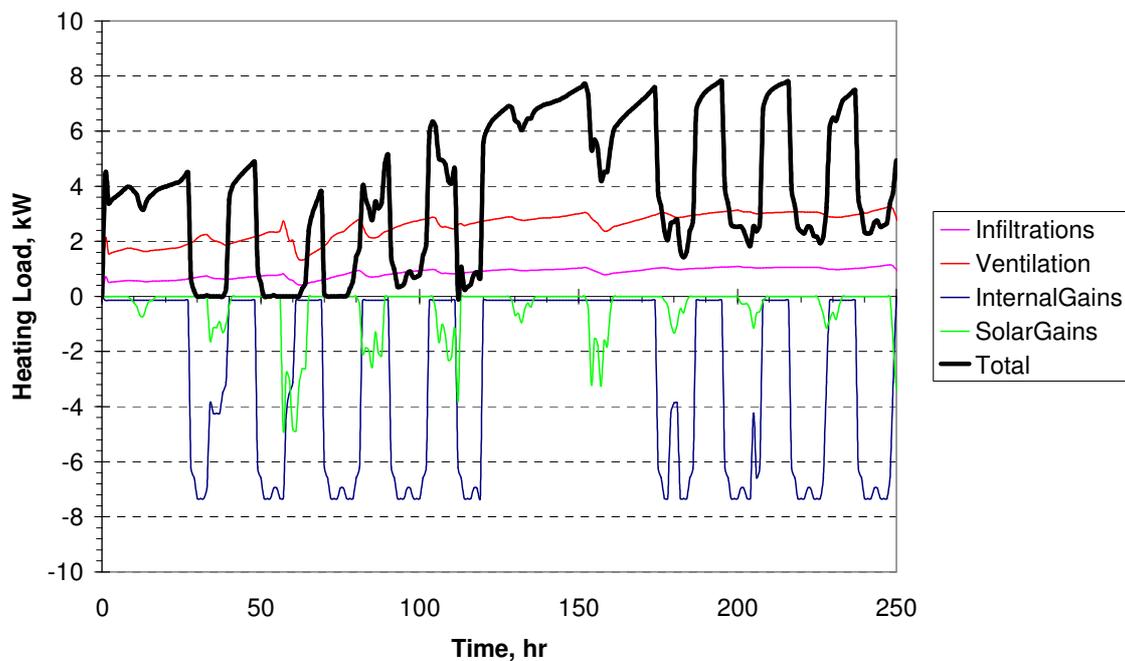


Abb. 91 Detaillierte Auswertung der Heizlast in der Südzone

Variante 2: Verwendung von Betondecken

Die Verwendung einer Betondecke, welche typischerweise eine hohe Wärmeträgheit aufweist, kann den Heiz- und Kühlenergiebedarf reduzieren indem die Fähigkeit der Wärmespeicherung ausgenutzt wird. Beispielsweise können die Decken Wärme zu Zeiten mit hohen Gewinnen (interne und solare) speichern, um damit in Zeiten mit niedrigeren Gewinnen den Heizenergiebedarf zu reduzieren. Während der Kühlperiode können die Decken beispielsweise während der Nacht gekühlt werden und können dann am Tag Wärme aufnehmen und dadurch den Kühlenergiebedarf reduzieren.

Um diesen Einfluss zu analysieren wurden die Holzdecken in der Basisvariante durch folgenden Deckenaufbau ersetzt:

- 5 mm Bodenbelag
- 5 cm Estrich (900 kg/m³)
- 20 cm Beton (1400 kg/m³)
- Zwischendecke

Das daraus resultierende Deckengewicht beträgt ca. 325 kg/m².

Abbildung 92 zeigt den daraus resultierenden Energiebedarf:

- Heizung: 855 MWh (62.1 kWh/m²) – 2% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Kühlung: 155 MWh (11.2 kWh/m²) - 13% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Strombedarf für Lüftung: 507 MWh (36.8 kWh/m²)

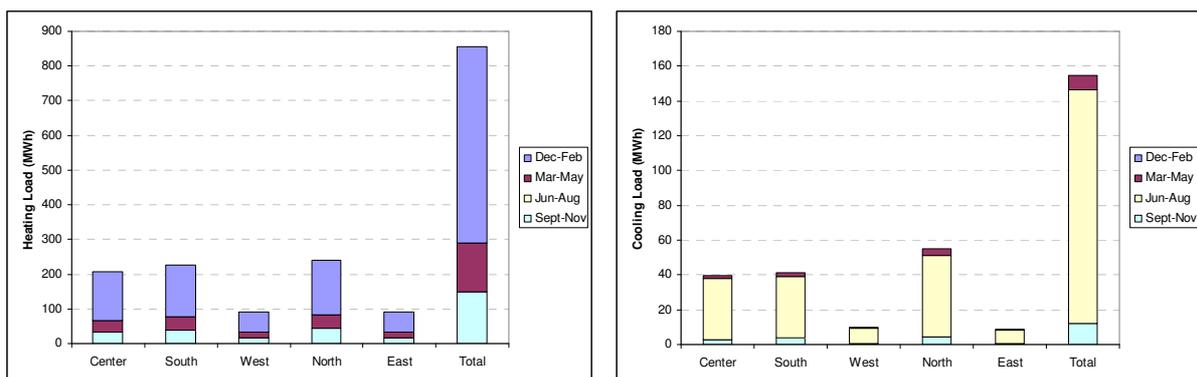


Abb. 92 Resultierender Energiebedarf mit Betondecken

Abbildung 93 zeigt einen Vergleich mit der Basisvariante. Die linke Grafik zeigt, dass das Potential zur Energieeinsparungen in den Übergangszeiten vorliegt, da hier die Lasten oft die Tendenz haben von Heizung zu Kühlung zu wechseln und hier die Trägheit der Betondecke entgegenwirkt. Die rechte Grafik zeigt, dass die erzielbare Energieeinsparung in den Zonen mit hohen solaren Gewinnen vorherrscht.

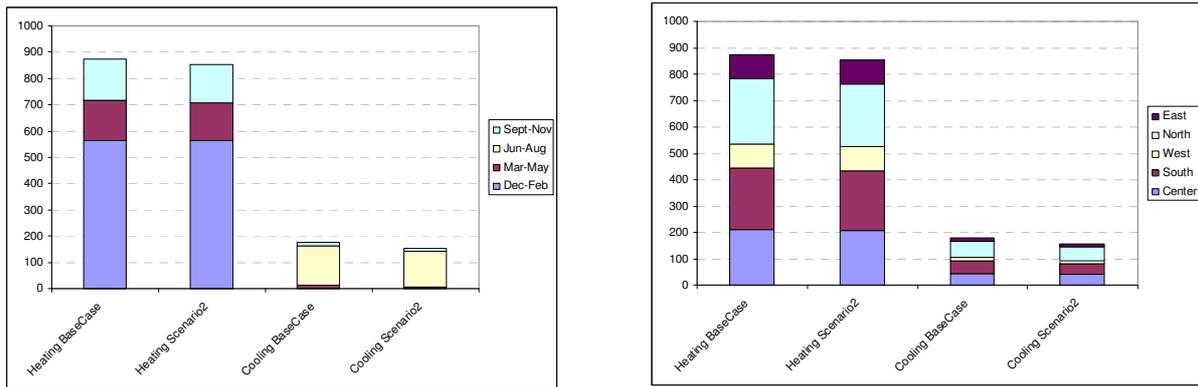


Abb. 93 Vergleich Variante 2 mit Basisvariante

Es sollte noch erwähnt werden, dass durch den Einsatz von Betondecken die gebäudetechnische Anlage effizienter genutzt werden können, was in diesem Bericht jedoch nicht evaluiert wurde. Die höhere Wärmeträgheit führt zu gleichmäßigeren Lasten und daher üblicherweise zu weniger Anlagenschaltungen (ein/aus) was zu einer besseren Effizienz führt. Weiters erlaubt der Einsatz von Betondecken die Verwendung von Bauteilaktivierung zur Energieverteilung, welche durch ihren hohen Strahlungsanteil einen Komfortvorteil bietet.

Variante 3: Höherer Energiedurchlassgrad der Verglasung

Der Einsatz von Verglasung mit einem höheren Energiedurchlassgrad würde zu höheren solaren Gewinnen und daher einer Reduktion des Heizenergiebedarfes führen. Um eine erste Aussage über die Auswirkung dieser Maßnahme zu erhalten wurde eine Verglasung mit dem gleichen U-Wert wie in der Basisvariante, aber einem G-Wert von 0,591 (Basisvariante G-Wert von 0,397) verwendet.

Abbildung 94 zeigt den daraus resultieren Energiebedarf:

- Heizung: 802 MWh (58.2 kWh/m²) – 8% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Kühlung: 293 MWh (21.2 kWh/m²) - 64% Energieerhöhung im Vergleich zur Basisvariante
- Strombedarf für Lüftung: 507 MWh (36.8 kWh/m²)

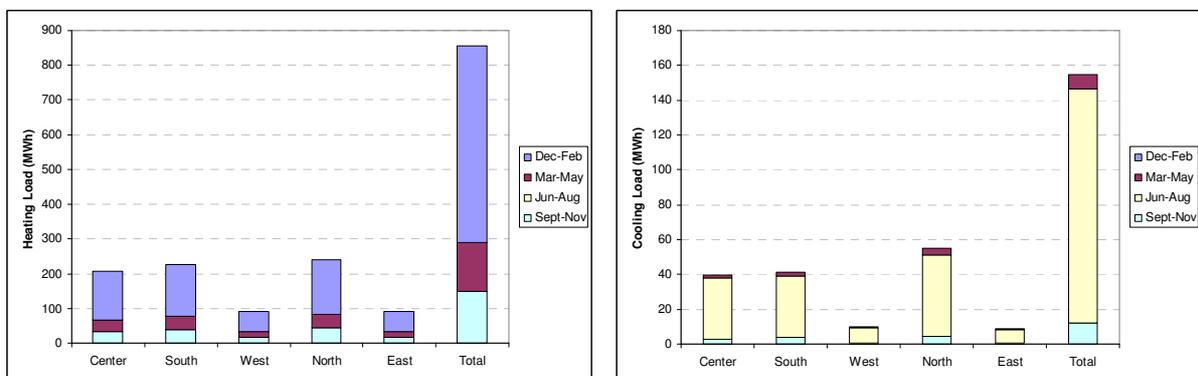


Abb. 94 Resultierender Energiebedarf mit höherem Energiedurchlassgrad

Abbildung 95 zeigt den Vergleich mit der Basisvariante. Die linke Grafik zeigt, dass die höchste Energieeinsparung in den Übergangszeiten auftritt, während die Erhöhung des Kühlenergiebedarfes zu allen Jahreszeiten außer im Winter zum Tragen kommt. Die rechte Grafik zeigt, dass die Energieeinsparung/Energieerhöhung in allen Zonen mit Fenstern auftritt (nicht in der Kernzone).

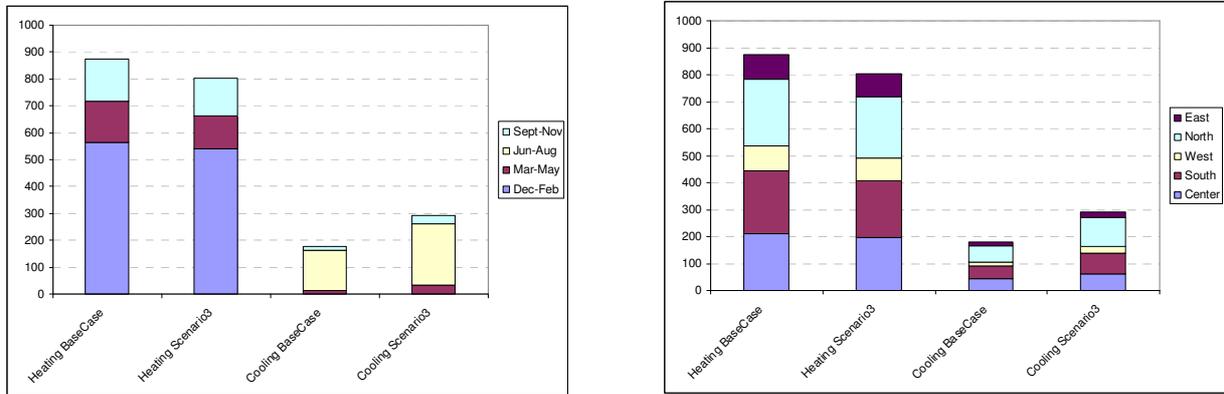


Abb. 95 Vergleich Variante 3 mit Basisvariante

Variante 4: Reduktion der Lüftung

Wie schon in der Basisvariante erwähnt, ergibt sich ein großes Energieeinsparpotential in der Reduktion der Luftwechselraten zu Zeiten in denen das Gebäude nicht genutzt wird. In dieser neuen Variante wird die Lüftung zwischen 20:00 und 6:00 an Wochentagen, sowie an Wochenenden und Feiertagen abgeschaltet.

Abbildung 96 zeigt den daraus resultierenden Energiebedarf:

- Heizung: 453 MWh (32.9 kWh/m²) – 48% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Kühlung: 299 MWh (21.7 kWh/m²) - 68% Energieerhöhung im Vergleich zur Basisvariante
- Strombedarf für Lüftung: 218 MWh (15.8 kWh/m²) - 57% Energieeinsparung in Vergleich zur Basisvariante

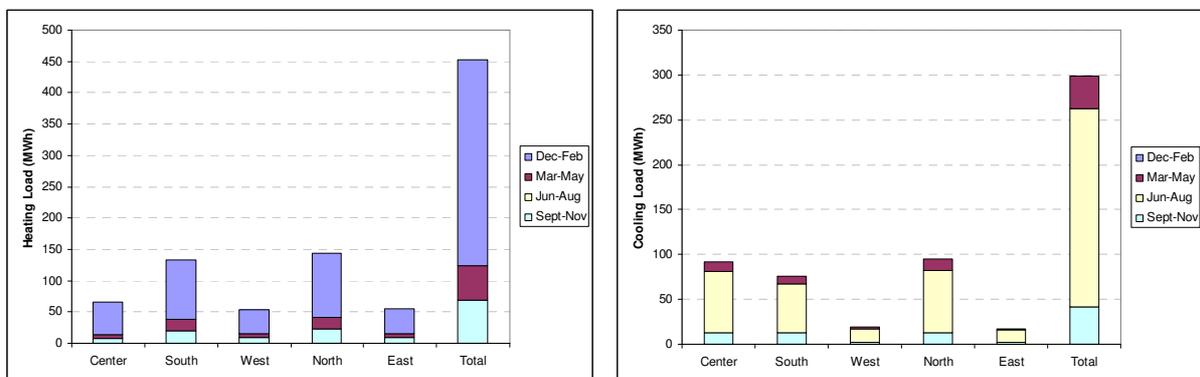


Abb. 96 Resultierender Energiebedarf mit reduzierter Lüftung

Während der Heizenergiebedarf tatsächlich erheblich reduziert werden kann, erhöht sich gleichzeitig der Kühlenergiebedarf. Das zeigt, dass die Lüftung im Sommer eine wichtige Rolle spielt um die solaren und internen Gewinne aus dem Gebäude zu bringen. Es gibt daher ein hohes Kühlpotential über die Nutzung der natürlichen Lüftung im Sommer.

Abbildung 97 vergleicht die Ergebnisse dieser Variante mit der Basisvariante. Die Reduzierung des Heizenergiebedarfes und die Erhöhung des Kühlenergiebedarfes treten gleichmäßig in allen Jahreszeiten und thermischen Zonen auf, da der Luftwechsel über das Jahr und für alle Zonen gleich angenommen wurde.

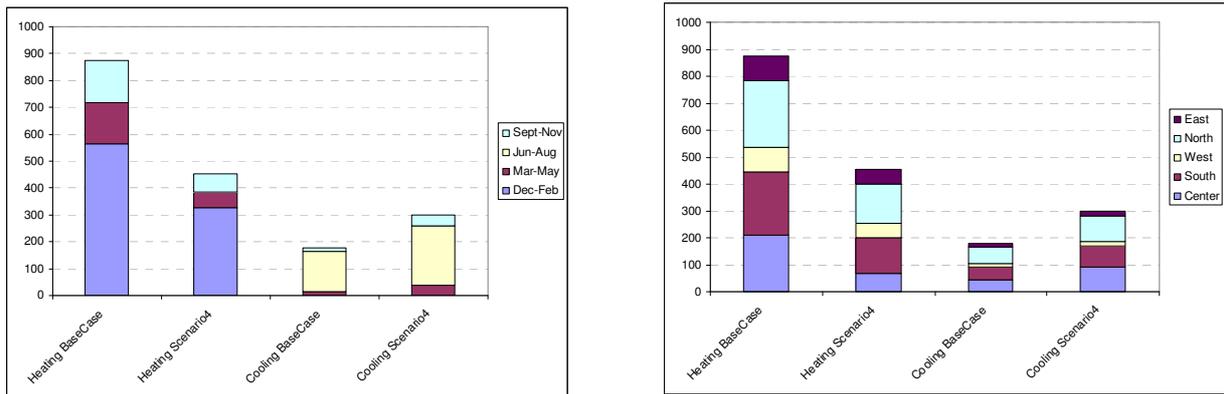


Abb. 97 Vergleich Variante 4 mit Basisvariante

Variante 5: Nacht-/Wochenendabsenkung der Solltemperaturen

Wie bereits in der Basisvariante angeführt, erscheint die Nacht-/Wochenendabsenkung der Solltemperaturen als sinnvolle Maßnahme zur Energieeinsparung. Für diese Variante wurde für die Heizung eine Solltemperatur von 15°C und für die Kühlung 28°C, für die Zeiten zwischen 20:00 und 6:00 sowie an Wochenenden und Feiertagen, angenommen.

Abbildung 98 zeigt den daraus resultierenden Energiebedarf:

- Heizung: 620 MWh (45 kWh/m²) – 30% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Kühlung: 148 MWh (10.7 kWh/m²) - 17% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Strombedarf für Lüftung: 507 MWh (36.8 kWh/m²)

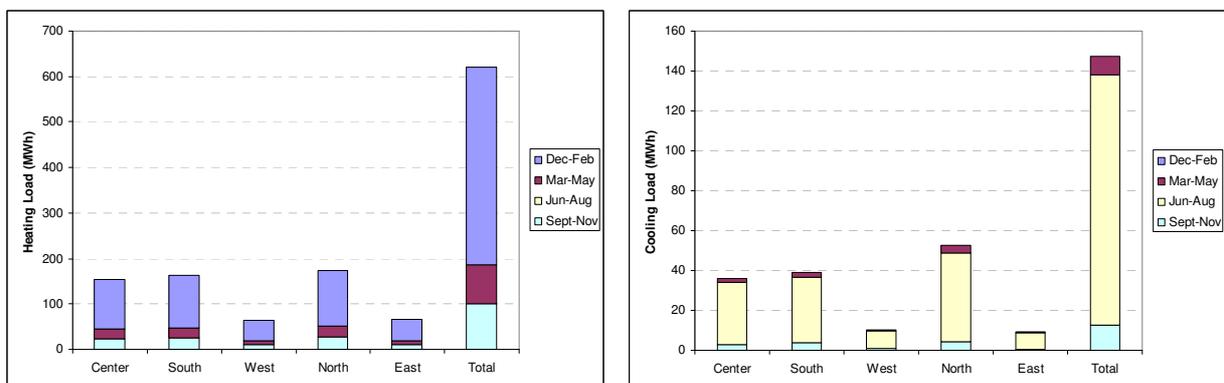


Abb. 98 Resultierender Energiebedarf mit Nacht-/Wochenendabsenkung der Solltemperaturen

Dadurch kann vor allem in der Heizperiode eine erhebliche Energieeinsparung erzielt werden.

Abbildung 99 zeigt den Vergleich zwischen dieser Variante und der Basisvariante. Auch hier verteilen sich die Einsparungen relativ gleichmäßig über alle thermische Zonen und Jahreszeiten.

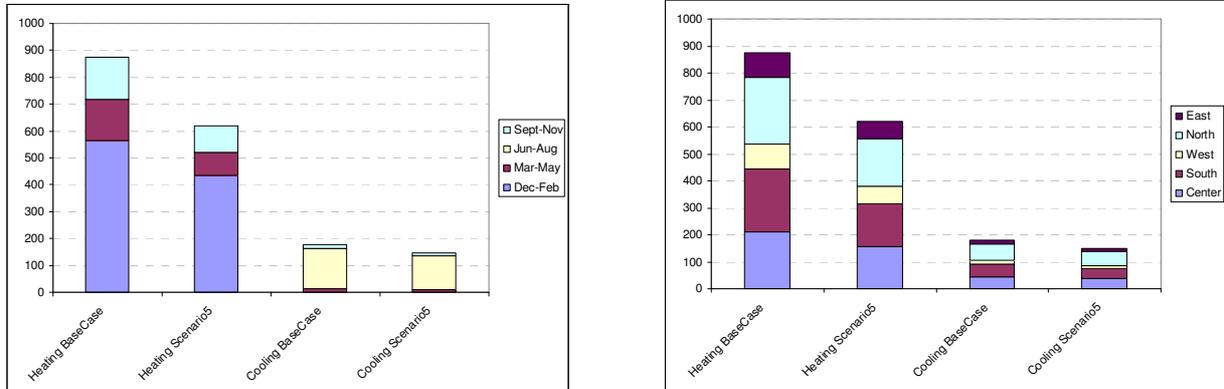


Abb. 99 Vergleich Variante 5 mit Basisvariante

Variante 6: Kombination von Variante 4 und Variante 5

In dieser Variante wurde die Reduktion der Lüftung (Variante 4) mit der Nacht-/Wochenendabsenkung der Solltemperatur (Variante 5) verbunden.

Abbildung 100 zeigt den daraus resultierenden Energiebedarf:

- Heizung: 355 MWh (25.8 kWh/m²) – 60% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Kühlung: 258 MWh (18.7 kWh/m²) - 44% Energieerhöhung im Vergleich zur Basisvariante
- Strombedarf für Lüftung: 218 MWh (15.8 kWh/m²) - 57% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante

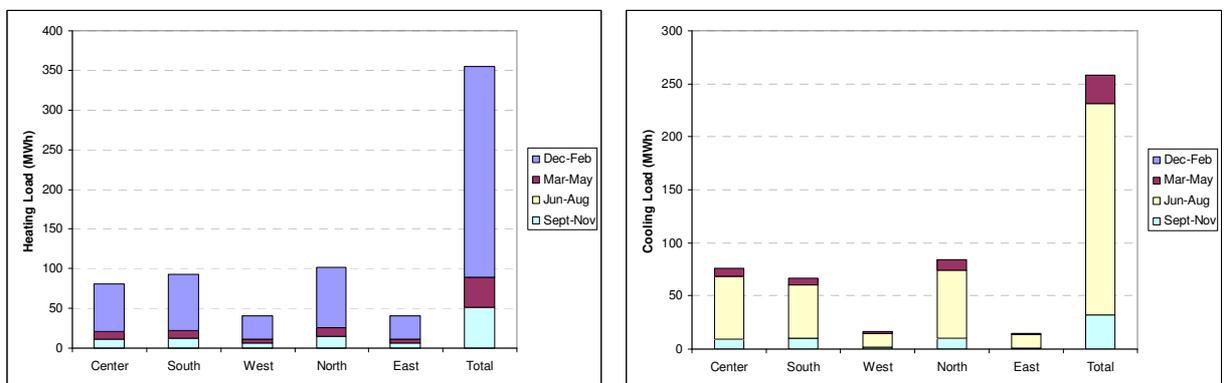


Abb. 100 Resultierender Energiebedarf bei Kombination von Variante 4 und 5

Während der Heizenergiebedarf, wie schon in den beiden individuellen Varianten, gesenkt werden kann, zeigt sich eine Erhöhung des Kühlenergiebedarfs. Das zeigt wieder, dass die

Lüftung während der Nachtstunden in der Kühlperiode einen großen Beitrag zur Kühlenergiebedarfssenkung beitragen kann.

Abbildung 101 zeigt den Vergleich zwischen dieser Variante und der Basisvariante. Auch hier verteilen sich die Einsparungen relativ gleichmäßig über alle thermische Zonen und Jahreszeiten.

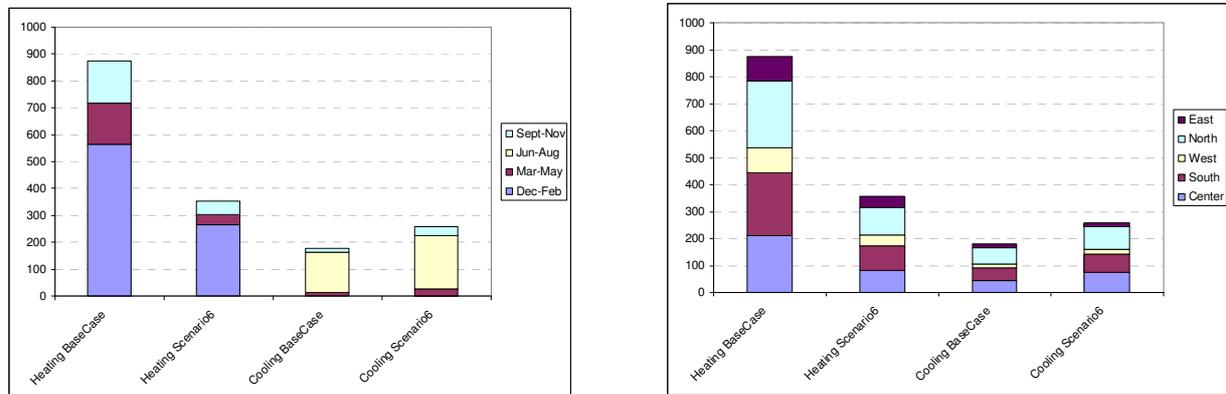


Abb. 101 Vergleich Variante 4 und 5 mit Basisvariante

Variante 7: Variante 6 mit besserer Fensterqualität

In dieser Variante wurde versucht, den Gebäudehüllenstandard durch eine Verbesserung der Fensterqualität derart zu verändern, dass Passivhausstandard erreicht wird. Dies bedeutet, dass sowohl der Heizenergiebedarf, als auch der Kühlenergiebedarf unter 15 kWh/m²a liegen.

Da die Fenster in der Basisvariante einen deutlich schlechteren Wärmedämmstandard haben als die Holzwände (U-Wert von 1,26 W/m²K im Vergleich zu 0,309 W/m²/K) liegt hier eindeutig das höhere Optimierungspotential. Es wurde für diese Variante Krypton gefüllte Zweifach-Verglasung untersucht (U-Wert von 0,68 W/m²K; G-Wert von 0,407).

Abbildung 102 zeigt den daraus resultierenden Energiebedarf:

- Heizung: 188 MWh (13.6 kWh/m²) – 79% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Kühlung: 362 MWh (26.3 kWh/m²) - 100% Energieerhöhung im Vergleich zur Basisvariante
- Strombedarf für Lüftung: 218 MWh (15.8 kWh/m²) - 57% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante

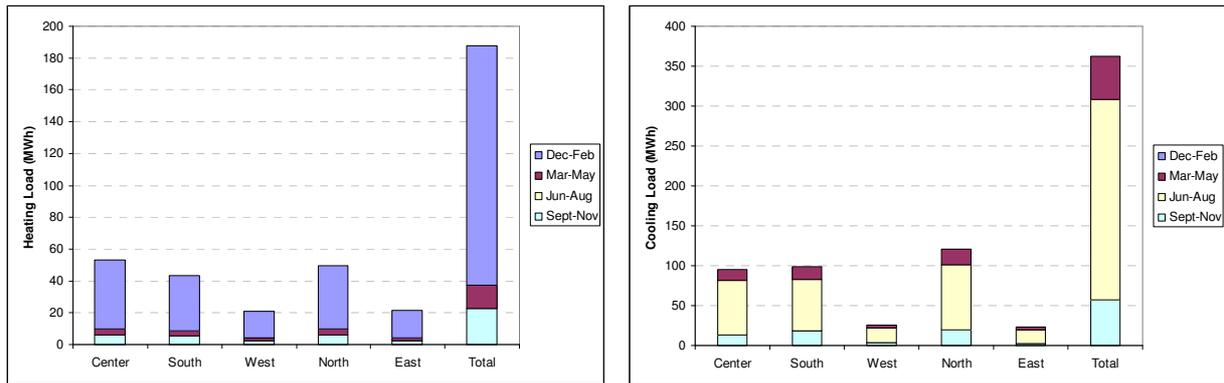


Abb. 102 Resultierender Energiebedarf mit besserer Wärmedämmung

Es zeigt sich, dass durch die Kombination von niedrigeren U-Wert und etwas höheren G-Wert für die Verglasung, sowie der Nacht-/Wochenendabsenkung der Solltemperaturen und der Reduzierung der Lüftung, wenn das Gebäude nicht genutzt wird, ausreicht um Passivhausstandard für die Heizung zu erreichen. Andererseits wird durch den etwas höheren G-Wert und den niedrigeren U-Wert der Kühlenergiebedarf wieder signifikant erhöht. Daher konnte in dieser Variante der Passivhausstandard für Kühlung nicht erreicht werden.

Variante 8: Variante 7 mit natürlicher Lüftung im Sommer

Da in Variante 4 und 6 das Potential der natürlichen Lüftung zur Reduzierung des Kühlenergiebedarfs aufgezeigt wurde, wurde in dieser Variante untersucht, ob dadurch der Passivhausstandard auch für Kühlung erreicht werden kann. Zu diesem Zweck wurde die Infiltration auf 2 h^{-1} erhöht, wenn die Außentemperatur in den Monaten Juni, Juli und August unter 26°C liegt.

Abbildung 103 zeigt den daraus resultierenden Energiebedarf:

- Heizung: 198 MWh (14.4 kWh/m^2) – 77% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Kühlung: 160 MWh (11.6 kWh/m^2) - 11% Energieeinsparung im Vergleich zur Basisvariante
- Strombedarf für Lüftung: 218 MWh (15.8 kWh/m^2) - 57% Energieeinsparung im Vergleich zur

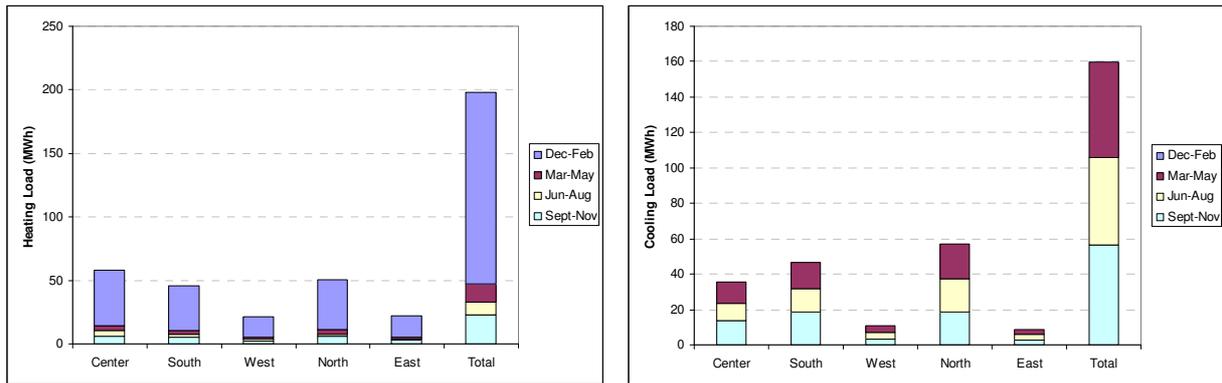


Abb. 103 Resultierender Energiebedarf bei Nutzung natürlicher Lüftung in den Sommermonaten

Hiermit konnte gezeigt werden, dass Passivhausstandard für beide Bereiche, Heizung und Kühlung, erreicht werden kann. Die natürliche Lüftung kann demnach einen großen Teil der solaren und internen Gewinne im Sommer vom Gebäude wieder abführen.

5.1.3. Energiebedarf der Anlage

Um die Nachhaltigkeit des Gebäudes zu beurteilen wurden weiters Lebenszyklusanalysen (LCA) von 8-Plus Projektpartnern durchgeführt. Da diese Analysen auch den Energiebedarf der gebäudetechnischen Anlagen berücksichtigen, wurde in diesem Kapitel eine erste Abschätzung über den Gesamtenergiebedarf der Anlagen getroffen. Diese ersten Abschätzungen sollten in einem späteren Stadium der Planung mit entsprechender Simulation des Gebäudes mit den darin befindlichen Anlagen überprüft werden.

Für diese Abschätzung wurden folgende Varianten ausgewählt:

1. Wärmepumpe (JAZ = 4) für Heizung, Wärmepumpe (JAZ = 3.7) für Kühlung
2. Fernwärme für Heizung; Wärmepumpe (JAZ = 3.5) für Kühlung
3. Fernwärme für Heizung; Fernwärme mit Absorptionskältemaschine ($\eta_{\text{thermisch}}=70\%$, $\text{COP}_{\text{elektrisch}}=75$) für Kühlung
4. Fernwärme für Heizung; Kompressionskältemaschine (JAZ=2.5) für Kühlung

Hierbei wird die Hypothese aufgestellt, dass die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe in Variante 1 höher ist, als in Variante 2, da durch die Nutzung der Wärmepumpe auch zur Heizung günstigere Erdtemperaturen zu erwarten sind.

Unter diesen Voraussetzungen konnte der Energiebedarf der Anlagen für jede Variante wie folgt berechnet werden:

Variante 1:

$$\text{Strom} = \text{Strombedarf}_{\text{Lüftung}} + \frac{\text{Heizenergiebedarf}}{\text{JAZ}_{\text{WP,heizen}}} + \frac{\text{Kühlenergiebedarf}}{\text{JAZ}_{\text{WP,kühlen}}}$$

Variante 2:

$$\text{Strom} = \text{Strombedarf}_{\text{Lüftung}} + \frac{\text{Kühlenergiebedarf}}{\text{JAZ}_{\text{WP,kühlen}}}$$

$$\text{Fernwärme} = \text{Heizenergiebedarf}$$

Variante 3:

$$\text{Strom} = \text{Strombedarf}_{\text{Lüftung}} + \frac{\text{Kühlenergiebedarf}}{\text{COP}_{\text{KM}}}$$

$$\text{Fernwärme} = \text{Heizenergiebedarf} + \frac{\text{Kühlenergiebedarf}}{\eta_{\text{KM}}}$$

Variante 4:

$$\text{Strom} = \text{Strombedarf}_{\text{Lüftung}} + \frac{\text{Kühlenergiebedarf}}{\text{JAZ}_{\text{AKM,kühlen}}}$$

$$\text{Fernwärme} = \text{Heizenergiebedarf}$$

Unter Verwendung dieser Formeln und Effizienzzahlen ergeben sich für die 8 untersuchten Varianten folgende Ergebnisse:

Building Scenario				HVAC Scenario1		HVAC Scenario2		HVAC Scenario3		HVAC Scenario4	
	Heating MWh/yr	Cooling MWh/yr	Ventilation MWh/yr	Electricity MWh/yr	District Heat MWh/yr						
1	876	178	507	774	0	558	876	509	1130	578	876
2	855	155	507	763	0	551	855	509	1076	569	855
3	802	293	507	787	0	591	802	511	1221	624	802
4	453	299	218	412	0	303	453	222	880	338	453
5	620	148	507	702	0	549	620	509	831	566	620
6	355	258	218	376	0	292	355	221	724	321	355
7	188	362	218	363	0	321	188	223	705	363	188
8	198	160	218	311	0	264	198	220	427	282	198

Abb. 104 Effizienzzahlen

5.1.4. Schlussfolgerungen

Dieser Bericht beinhaltet erste Analysen zur energieeffizienten Heizung, Kühlung und Lüftung eines 17-geschossigen Hochhauses in Holzkonstruktion. Die Berechnungen wurden mittels dynamischer Simulation (TRNSYS 16) durchgeführt. In der Basisvariante wurde ein Heizenergiebedarf von 63,6 kWh/m²a, ein Kühlenergiebedarf von 13 kWh/m²a, sowie ein Strombedarf für Lüftung von 36,8kWh/m²a erreicht.

Folgende Effekte zeigten sich durch die Variation unterschiedlicher Parameter:

Verwendung von Betondecke anstelle der Holzdecke:

- Niedrigerer Heizenergiebedarf
- Niedrigerer Kühlenergiebedarf

Höherer Energiedurchlassgrad der Verglasung:

- Niedrigerer Heizenergiebedarf

- Höherer Kühlenergiebedarf
- Reduktion der Lüftung in der Nacht und am Wochenende:
- Niedrigerer Heizenergiebedarf
 - Höherer Kühlenergiebedarf
 - Niedrigerer Strombedarf für Lüftung
- Nacht-/Wochenendabsenkung der Solltemperatur:
- Niedrigerer Heizenergiebedarf
 - Niedrigerer Kühlenergiebedarf
- Höhere Fensterqualität:
- Niedrigerer Heizenergiebedarf
 - Höherer Kühlenergiebedarf
- Nutzung von natürlicher Lüftung im Sommer:
- Niedrigerer Kühlenergiebedarf

Ziel war diese Parameter so zu kombinieren um Passivhausstandard sowohl für Heizung als auch für Kühlung zu erreichen. Das resultierende System beinhaltet alle oben angeführten Maßnahmen um den Energiebedarf auf Passivhausstandard reduzieren zu können, außer der Verwendung von Betondecken anstelle der Holzdecken.

Abbildung 105 fasst die Ergebnisse der 8 untersuchten Varianten zusammen.

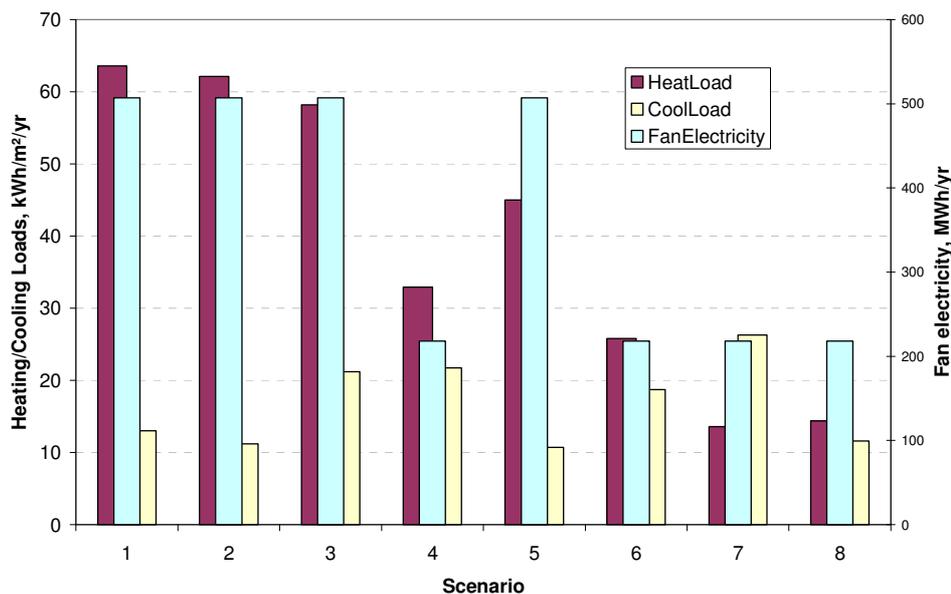


Abb. 105 Zusammenstellung der untersuchten Varianten

Abschließend wurden erste Abschätzungen über den Gesamtenergiebedarf unterschiedlicher Anlagen zur Energieversorgung getroffen. Diese Ergebnisse wurden für erste Lebenszyklusanalysen herangezogen.

Für die Simulationen wurden viele Annahmen getroffen, daher sollten die Ergebnisse als erste Abschätzungen angesehen werden, bis eine detailliertere Planung vorliegt. Sie zeigen jedoch welche Maßnahmen notwendig sind um den Energiebedarf für Heizung, Kühlung und Lüftung wesentlich zu senken.

6. Schlussfolgerung zu den Projektergebnissen

6.1. Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklungen

Das hier vorliegende Projekt *achtplus* entspricht in allen Punkten den Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklungen, die von der FFG als Programmleitlinien definiert sind.

6.2. Zusammenfassung der Ergebnisse nach Projektphasen

Die vorne angeführten Arbeitspakete - die sechs Projektphasen - sind die Leitlinien des Forschungsprojektes. An dieser Stelle werden die Ergebnisse aus den einzelnen Phasen in chronologischer Abfolge zusammengefasst und so in einen größeren Kontext gestellt.

6.2.1. Typenentwicklung

In einem ersten Schritt haben wir die Erschließungstypologien für ein Hochhaus analysiert. Diese Typologien haben wir auf die Anforderungen an den Holzbau adaptiert. Die daraus erwachsenen Grundrissformen sind eingehend diskutiert und in der Folge wurde daraus von der TU Wien ein Gebäude zur Abschätzung statisch berechnet. Aus dem gewonnenen Ergebnis wurden folgende Schlüsse gezogen:

Das Stiegenhaus, in Holz konstruiert, ist für das gesamte Gebäude statisch nicht relevant. Wirksam ist das außen liegende Korsett der Tragkonstruktion.

Für weitere statische Untersuchungen kann das Stiegenhaus also außer Acht gelassen werden.

Es scheint aufschlussreicher, Rahmenbedingungen für den Grundriss und die Deckenkonstruktion festzulegen und dann die außen liegende Tragkonstruktion, die hauptsächlich die Kräfte in der Folge von Erdbeben und Wind abträgt, in unterschiedlichen Varianten zu untersuchen.

Mit dieser Erkenntnis wird ein Grundriss definiert. Der festgelegte Typus ist rechteckig, mit außen liegender Erschließung. Das so erhaltene Ergebnis kann verglichen und interpretiert werden.

Zusätzlich soll ein punktförmiges Gebäude statisch und kalkulatorisch untersucht werden.

6.2.2. Tragwerksentwicklung

Die Tragwerksentwicklung wird hauptsächlich von der TU Wien und dem Ingenieurbüro Vasko & Partner getragen. Während die TU Wien die erste Annäherung an die Tragwerksentwicklung macht (Außen-Kern-Typ mit zwei Baukörper und Innen-Kern-Typ) und

dabei einige wesentliche Erkenntnisse für den weiteren Projektverlauf aufzeigt, werden vom Ingenieurbüro Vasko & Partner in Folge insgesamt drei Tragwerksvarianten zum Außen-Kern-Typ statisch bemessen. Die TU Wien untersucht anschließend noch eine vierte Variante zum Außen-Kern-Typus (RSG).

Die WIEHAG Holding GmbH erfasst während dieser Phase fortlaufend die entwickelten Konstruktionen kostenkalkulatorisch.

Unsererseits werden die Konstruktionen mitentwickelt und visualisiert.

Wie schon in der Einleitung erwähnt gibt es im Projektverlauf eine Verschiebung der Prioritäten. Es geht weg von einer allzu detaillierten Bearbeitung der Konstruktion - wie z. B. Knotenentwicklung, Bauphysik und Brandschutz im Detail - hin zu einer Vertiefung der Tragwerksentwicklung.

Zuerst untersucht wird der Innen-Kern-Typ. Dieser ist prinzipiell als Typus geeignet, aber nicht optimal. Da der Kern - mit CLT konstruiert - einen großen Anteil der Baumasse darstellt, aber statisch nicht die erwartete Verbesserung des Gesamtsystems bringt, muss dieser Grundriss-Typus als zu wenig ökonomisch eingestuft werden.

Weitere Untersuchungen werden also an dem in der Typenentwicklung festgesetzten Außen-Kern-Typ durchgeführt. Wie oben erwähnt werden in der Folge vier unterschiedliche Konstruktionsarten für diesen Grundriss erarbeitet, statisch bemessen und auch seitens der Ausführung monetär bewertet. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2, Hauptdatenblatt auf Seite 64 zusammengefasst.

Die dabei gewonnene Erkenntnis zeigt die Vielfalt, die sich zu diesem Thema eröffnet. Es gibt nicht nur eine Möglichkeit mittels Holzkonstruktion vielgeschossig zu bauen, sondern es gibt mehrere Varianten mit unterschiedlicher Eignung.

Als zusammenfassendes Ergebnis der TU Wien kann gesagt werden, dass eine Tube-Konstruktion (Tragsystem in der Außenhaut) für den Holzbau in dieser Dimension der richtige Weg ist. Wie diese Außenhaut für horizontale und vertikale Lasten konzipiert ist, lässt einen gewissen Spielraum zu. Sämtliche in der oben stehenden Tabelle aufgelisteten Konstruktionen sind nach Euro-Code berechnet und somit funktionstauglich.

Die Deckenkonstruktion sollte aus wirtschaftlichen Überlegungen nicht als Flachdecke, sondern mit Unterzügen versehen, idealerweise in einem 4,5-m-Raster ausgeführt werden.

6.2.3. Konstruktive Untersuchung

Wie schon im vorangegangenen Kapitel erwähnt, reduziert sich die weitere Untersuchung der Konstruktion (Bauphysik) und der Schwerpunkt liegt in der Tragwerksplanung. Um dennoch ein gutes Ergebnis für die konstruktive Untersuchung des Projektes zu erzielen, sind die Ziele klar definiert.

Ein äußerst wichtiges und für das Bauwerk einflussreiches Element ist die Deckenkonstruktion. Circa 70 % der Holzkonstruktion entfallen auf die Decke. Diese beeinflusst maßgeblich den Stützenabstand und auch die Stellung der Stützen im Grundriss sowie das Eigengewicht des Gebäudes. In der Berechnung von Dr. Merl beträgt das Gewicht der Deckenkonstruktion ca. 50 % der restlichen Konstruktion. Das bedeutet, dass hier auch das meiste Potenzial für eine Gewichtsreduktion liegt.

In der Arbeitsgruppe für die konstruktive Untersuchung werden Parameter definiert, mit denen die Holzforschung Austria in weiterer Folge eine geeignete Konstruktion erarbeitet und bauphysikalisch betrachtet. Die wesentlichen Eckpunkte daraus sind:

2. Ständige Sichtbarkeit aller Holzbauteile – Kontrolle der Knoten und Bauteile für eventuelle Schadensfälle
3. Tauschbarkeit der einzelnen Elemente im Schadensfall, um eine gute Situation für den Versicherer zu erreichen
4. Präfabrikation größtmöglicher Elemente für kurze Bauzeiten oder
5. kleine, gut manipulierbare Bauteile, die immer gleich sind und in großer Stückzahl produziert werden können
6. keine geschossweisen Durchbrüche in den Holzdecken
7. weitere Reduktion des Eigengewichts der Decke, Ziel sind 250 kg/m²
8. Keine Holz-Beton-Verbunddecken, um in der Bauphase keine unnötige Wassermenge in das Gebäude einzubringen und das Gewicht des Gebäudes gering zu halten.
9. Keine Flachdecken, da die Spannweiten zu groß sind und damit unwirtschaftlich. Außerdem ist die Schwingungsanfälligkeit der Flachdecke in Holz zu groß. Alternative: Unterzüge im Achsabstand von 4,5 m.
10. Geringe Geschosshöhe aufgrund des Fehlens von abgehängten Decken und der geringen Bauhöhe der Holzdecke

Das Ergebnis, das aus diesen Vorgaben resultiert ist wie folgt:

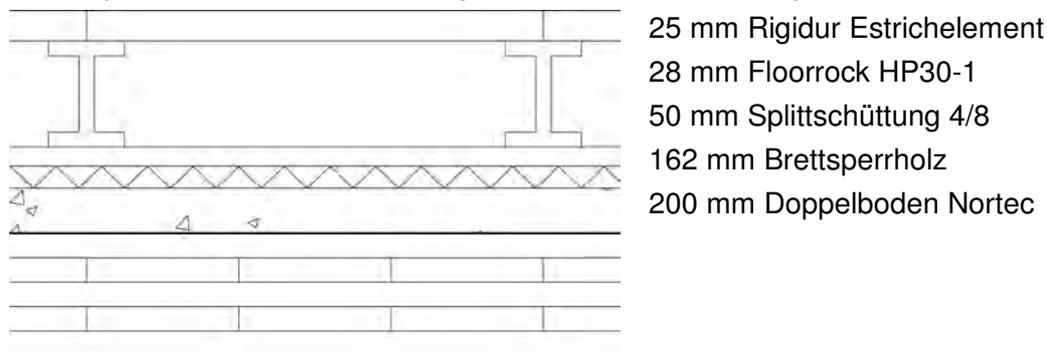


Abb. 106 Brettsperrholz mit Trockenestrich

Ein weiteres Hauptaugenmerk im konstruktiven Teil der Untersuchung liegt auf der Elementierung der Bauteile. Dies ist ein wesentlicher Aspekt im Holzbau und verschafft dem Projekt einen gewissen Vorteil. Darin liegt sehr viel Potenzial für den Holzbau.

Für das Projekt achtplus verfolgen wir zwei Ansätze zur Elementierung – einerseits das Großelement für maximale Vorfertigung und somit kürzeste Bauzeit und andererseits das Kleinelement, das gut mittels Autokran manipulierbar ist und sich sehr oft in der Konstruktion wiederholt. Beide Systeme sind für sich funktionell und müssen anhand einer konkreten Bauaufgabe erprobt werden.

Weiters können wir bei der Entwicklung der Fassade Vorteile für den Holzbau entdecken, die eine Kostenreduktion bedeuten. Der springende Punkt dabei ist die gute Dämmeigenschaft von Holz. Beim Prinzip Auermann besetzen wir ca. 50 % der Fassadenfläche mit der Holzkonstruktion. Das kommt daher, dass wir die netzartige Struktur mit einer Dimension von 40 x 70 cm so in der Fassade einsetzen, dass die breite Seite der Hölzer zur Fassade wird. Da somit die Netzstruktur die Fassadenkonstruktion bildet, muss diese nur noch witterungsgeschützt werden. Auf die 70 cm hohe Struktur wird lediglich einscheibiges Glas geklebt. Damit ist das Holz nach außen sichtbar und das Fassadenelement gleichzeitig mit besten Dämmeigenschaften versehen.

6.2.4. Positionierung

Für die Rhomberg Bau GmbH hat der Holzbau neben der ökologischen Komponente die Vorteile des modularen Bauens, der kurzen Bauzeit und der trockenen Baustelle. Diese Faktoren machen den Holzbau in Zukunft auch in großvolumigen Gebäuden im städtischen Bereich interessant.

International gibt es dafür eine Klientel mit unterschiedlicher Motivation: einerseits für den Einsatz nach einem Großereignis, andererseits auch für sehr hochpreisige Lagen, wo schnelles Bauen eine erhebliche Kostenersparnis bedeutet.

Der (mehrgeschossige) Holzbau deckt jedenfalls weitgehend die Anforderungen an ein nachhaltiges Gebäude ab. Einige Kriterien des Immobilienratings gelten unabhängig von den eingesetzten Baumaterialien und der Konstruktionsart. Einige haben jedoch sehr wohl Einfluss auf das Rating und bieten Potenziale für eine stärkere Differenzierung als nachhaltiges Projekt.

Setzt man eine nachhaltige Ausgestaltung der Bauweise (z.B. Flexibilität, Grad der Vorfertigung, Wiederverwertbarkeit der Bauteile nach „Abbruch“) sowie einer hochwertigen energieeffizienten technischen Ausstattung voraus, kann der beim Projekt überwiegend eingesetzte Baustoff Holz vor allem im Bereich „Markt“ und „Objekt“ – im Vergleich zu anderen nachhaltigen Gebäuden – zu einem positiveren Rating beitragen.

Wirtschaftlichkeit:

Um eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit treffen zu können, müssen die Kosten eines Gebäudes in Holzbauweise den Kosten eines Gebäudes, welches in konventioneller Stahlbetonbauweise errichtet wird, gegenübergestellt werden.

Eine Vergleichskalkulation wird anhand der vorliegenden Konstruktionsart „Kerntyp“ vorgenommen. Dabei liegen folgende Parameter zugrunde:

- 11. 17 Stockwerke
- 12. Geschossfläche von 750 m²
- 13. Geschosshöhe von 3,25 m

Das Ergebnis der Kalkulation zeigt, dass die Kosten der Primärkonstruktion in Holzbauweise um 70 % höher liegen als bei einer Primärkonstruktion in Stahlbetonweise.

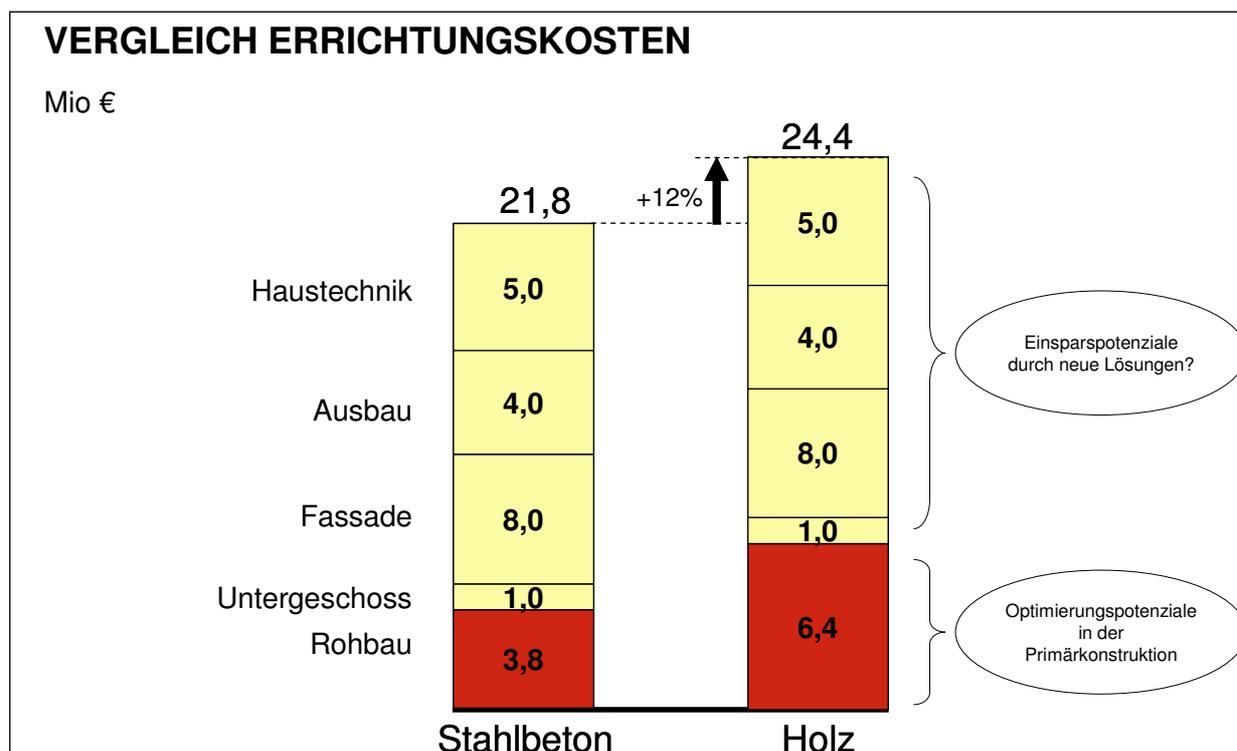


Abb. 107 Errichtungskosten gesamtes Gebäude

Um die wirtschaftliche Machbarkeit der Holzkonstruktion zu erreichen sind in weiterer Folge sowohl neue Lösungen für Fassade, Haustechnik und Ausbau speziell für Holzkonstruktionen als auch Optimierungspotenziale in der Primärkonstruktion zu untersuchen und zu entwickeln.

Das Beispiel Mexikopark

Wir als Architekturbüro nehmen diese Ergebnisse zum Anlass, ein Projekt an einem Standort in Wien zu entwickeln. Der gewählte Ort ist der Mexikopark im 2. Wiener Gemeindebezirk, direkt an der Donau. Die Parameter für ein achtplus Projekt scheinen in diesem Umfeld optimal.

Für die Donauschifffahrt wird ein signifikantes Gebäude benötigt, das auch als Brückenkopf funktionieren kann. Weiters sprechen der dortige Grundstückspreis und die anliegende Wohnbebauung für eine kurze Bauzeit. Zudem ist ein Gebäude mit diesem Zuschnitt für eine zukunftsorientierte Stadt wie Wien ein wichtiges Signal in Richtung einer ökologischen Stadtentwicklung.



Abb. 108 Mexikoplatz, Schaubild

6.2.5. Bewertung des Projektes anhand unterschiedlicher Expertisen

Vasko & Partner Ingenieure ZT GmbH, Herr Heinrich

Die Errichtung eines zwanzigstöckigen Hauses mit Holz als ausschließlich tragendem Element ist möglich. Bei rationalem Planen und Investieren kann dem Holzhochbau ein weites Feld erschlossen werden, auch wenn das Höhenpotenzial nicht völlig ausgeschöpft wird.

Ziel des Forschungsprojekts achtplus ist ein Gebäude mit zwanzig Geschossen, ausschließlich in Holz als tragendes Bauteil.

Dies schließt den Denkansatz nicht aus, dass Holzhochhäuser als hybride Konstruktionen errichtet werden, mit Stieghäusern, Schächten und Brandschutzteilen aus Stahlbeton, um

im Realisierungswettbewerb besser zu bestehen und Höhen von bis 120 m zu erreichen, die Höhen der größten Bäume der Erde.

UNIQA Sachversicherungen AG, Herr Huter

Für das Gebäude gemäß Punkt 1 ergibt sich im Vergleich zu einem „herkömmlich“ errichteten Gebäude folgende Gesamtprämie für die Gefahren Feuer, Sturm, Leitungswasser, Glasbruch und Haus- und Grundbesitzhaftpflicht:

Prämienfaktor für ein massives Gebäude	2,06
Prämienfaktor für eine überwiegende Holzkonstruktion	3,05

Die Gefahren Naturkatastrophen und Terror sind getrennt zu betrachten, da sich der versicherte Wert nicht aus den Baukosten ableitet und von der Risikobewertung her auch kein Unterschied besteht.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Kosten für Versicherungsprämien für das Gebäude gemäß Punkt 1 um bis zu 48 % höher sein könnten als für ein Gebäude herkömmlicher Bauart.

Brandrat ZT GmbH, Herr DI Peter

Die Bestimmungen der ONR 22000 „Gebäude mit besonderen brandschutztechnischen Anforderungen (Hochhäuser)“ werden grundsätzlich eingehalten. Die Tragkonstruktion, Wände und Decken bestehen jedoch aus brennbaren anstatt nicht brennbaren Baustoffen. Für den Feuerwiderstand der Tragkonstruktion, der Wände und Decken wird der Nachweis erbracht, dass die gemäß ONR 22000 geforderte Feuerwiderstandsdauer ohne Berücksichtigung der Sprinkleranlage erreicht wird. Eine Brandausbreitung wird u.a. durch eine Sprinkleranlage in Vollschutz mit erhöhter Redundanz und zusätzlichem „Fassadenschutz“ beschränkt.

Trotz aufwändigster Sicherheitstechnik ist es nicht möglich, ein Schadensereignis gänzlich auszuschließen.

Durch eine gebäudespezifische Auswahl der Brandschutzmaßnahmen und Anwendung von Ingenieurmethoden ist es möglich, die Schutzziele einzuhalten und das Brandrisiko unabhängig von der Bauweise und unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit auf einem allgemein akzeptierten Maß zu halten.

PE CEE GmbH, Herr Dr. Merl

PE CEE GmbH erstellt für das Projekt die ökologische Untersuchung in Form einer Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment). Auf Basis der Angaben der Projektpartner werden die erforderlichen Baumaterialmengen für die Errichtung sowie der Energiebedarf für den Gebäudebetrieb über 25 Jahre ermittelt. Aus diesen Informationen werden die

Materialmengen und der Primärenergiebedarf von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung bzw. Verwertung der verwendeten Materialien sowie des Gebäudebetriebes ermittelt. Aufgrund der Verwendung des Baustoffes Holz ist einerseits der Anteil erneuerbarer Energie hoch. Diese Energie kann bei der Verwertung der Materialien in einem hohen Ausmaß wieder in Energie umgewandelt werden und so nicht erneuerbare Energie ersetzen. Bei den Umweltwirkungen zeigt sich, dass durch die Verwendung des erneuerbaren Baumaterials Holz der Treibhauseffekt besonders gering ist. Die verwendeten Materialien haben ein hohes Recyclingpotenzial. Sowohl stoffliche als auch energetische Verwertung am Lebenszyklusende können durch Material- und Energiesubstitution die Umweltwirkungen reduzieren. Somit ist eine hohe Ressourceneffizienz erreichbar.

Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH; Ing. Anita Preisler, MAsc.B.eng Patrice Pinel

Das Österreichische Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH hat sich des Themas energetische Untersuchung des Projektes angenommen. In einer Simulation des Gebäudes wurden acht unterschiedliche Szenarien erstellt und bewertet, immer mit dem Ziel, ein Bürohaus mit den Anforderungen eines Passivhausstandards zu erreichen.

Der Bericht beinhaltet erste Analysen zur energieeffizienten Heizung, Kühlung und Lüftung eines 17-geschossigen Hochhauses in Holzkonstruktion. Die Berechnungen wurden mittels dynamischer Simulation (TRNSYS 16) durchgeführt. In der Basisvariante wurde ein Heizenergiebedarf von 63,6 kWh/m²a, ein Kühlenergiebedarf von 13 kWh/m²a, sowie ein Strombedarf für Lüftung von 36,8 kWh/m²a erreicht.

Die untersuchten Alternativvarianten sind:

- Verwendung von Betondecken anstelle der Holzdecken
- Änderung des Energiedurchlassgrads der Verglasung
- Änderung der Lüftungsstrategie
- Nacht-/Wochenendabsenkung der geforderten Raumtemperatur
- Bessere Wärmedämmung
- Natürliche Lüftung in der Nacht
- Kombination dieser Maßnahmen

Ziel ist, diese Parameter so zu kombinieren, den Passivhausstandard sowohl für Heizung als auch für Kühlung zu erreichen. Das resultierende System beinhaltet alle oben angeführten Maßnahmen, um den Energiebedarf auf Passivhausstandard reduzieren zu können, außer der Verwendung von Betondecken anstelle der Holzdecken.

In Variante 8 ist ein Passivhausstandard erreicht.

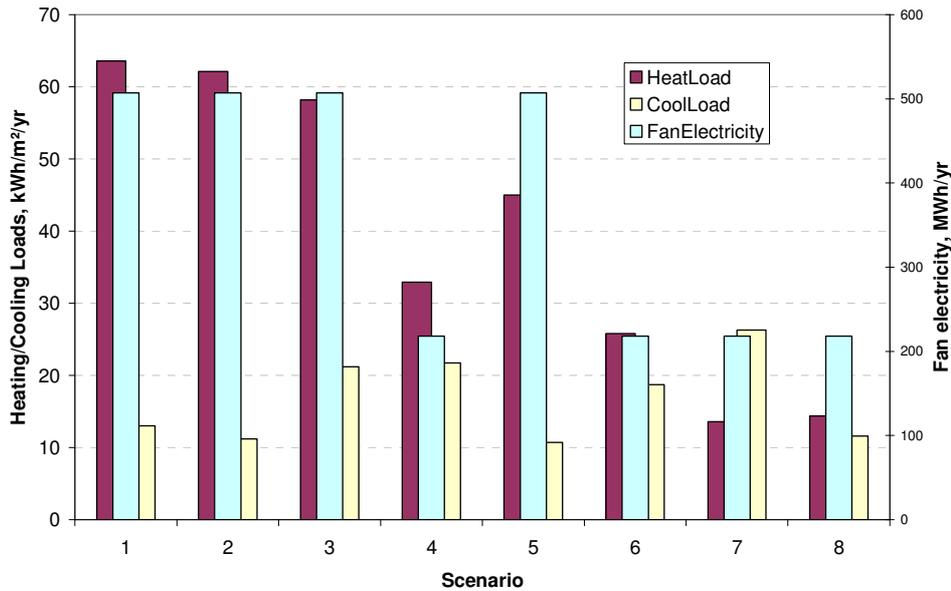


Abb. 109 Zusammenstellung der untersuchten Varianten

Für die Simulationen werden viele Annahmen getroffen, daher sollten die Ergebnisse als erste Abschätzungen angesehen werden, bis eine detailliertere Planung vorliegt. Sie zeigen jedoch welche Maßnahmen notwendig sind, um den Energiebedarf für Heizung, Kühlung und Lüftung wesentlich zu senken.

6.3. Einbeziehung der Zielgruppen

Die Projektteilnehmer haben mit dem Forschungsprojekt *achtplus* ein stark spezialisiertes Wissen für den Hochbau mit Holz erlangt.

In Anbetracht der Komplexität der Aufgabe erschien es uns sinnvoll und zielführend, diese Aufgabe nur mit den kompetentesten Firmen und Institutionen anzugehen. Das Team wurde also bereits im ersten Schritt der Forschung so zusammengestellt, dass in einem weiteren Schritt dieselben Firmen ihre Spezialgebiete vertiefen können.

Weitere Partner aus Wirtschaft und Politik waren und sind informell in das Projekt eingebunden:

Fa. Rigips, Mag. Koch
 Fa. Isover, DI Debartoli
 Fa. Saint Gobain, Robert Schild
 Fa. Würth, Herr Glösel
 Fa. Getzner, Herr Dr. Pfefferkorn
 Stadt Wien, StR.e Dr. Ludwig, Dr. Mailath-Pokorny
 Pro Holz Austria, Mag. Binder
 Holzbau Austria, Dr. Ammann

Alle hier genannten Betriebe oder Institutionen haben ein Interesse an der Weiterentwicklung des Projektes *achtpius*. Unterschiedlich ist nur die Motivation. Bei einigen liegt diese in neuen Marktchancen, die sich mit der Urbanisierung des Holzbaus eröffnen, bei anderen dominiert eine politische Motivation, die in der Ökologisierung der Stadt liegt. Eine mit Sicherheit fortschreitende Entwicklung, wie wir glauben.

6.4. Das Marktpotenzial des vielgeschossigen Holzbaus

Wir denken, aufgrund der hier erarbeiteten Ergebnisse des Forschungsprojektes *achtpius*, kann dem gestellten Thema eine sehr positive Zukunft vorhergesagt werden. Nicht zuletzt aufgrund der aktuellen Entwicklungen im Holzbau, wie den Bau von beispielsweise 6 Geschossen in Steinhausen (CH), 7 Geschossen in Berlin, 8 Geschossen in Växjö (S) oder 9 Geschossen in London, ist eine internationale Tendenz zum vielgeschossigen Bauen erkennbar. Vor diesem Hintergrund sind die von uns untersuchten 20 Geschosse auch keine ferne Zukunftsvision mehr. Eine Realisierung sollte das mittelfristige Ziel sein. Österreich hat hier die Chance, seinen Ruf als Technologieland zu festigen und gleichzeitig der Holzwirtschaft, die international beste Referenzen hat, einen deutlichen Impuls zu geben.

Unserer Ansicht nach sind für eine Realisierung, grob umrissen, folgende Schritte notwendig:

- In Zusammenarbeit mit einem Entwickler und den Holzlobbyisten (oder eines Konsortiums) muss eine personelle Tragstruktur entwickelt werden, die zum Ziel hat ein prototypisches Projekt umzusetzen.
- Diverse Fragestellungen, die sich aus dem hier bearbeiteten Forschungsprojekt ergeben, müssen mit Hilfe von Wirtschaftspartnern und der FFG bearbeitet werden.
- Unserem Wissen nach wird in diversen Ländern auf universitärer Ebene an diesem oder ähnlichen Themen gearbeitet. Es muss eine Plattform geschaffen werden, wo diese Informationen verwaltet und abgerufen werden können. Denkbar wäre die Einrichtung eines Kompetenzzentrums für die Weiterentwicklung des Holzbaus im urbanen Raum.
- Es wird nun wichtig, die lokale Baubehörde verstärkt in das Projekt einzubeziehen. Die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen für eine prototypische Realisierung in Form einer Ausnahmegenehmigung müssen eruiert werden.
- Um die Konkurrenzfähigkeit dieses Gebäudetypus mit konventionellen Hochbauten zu erreichen, müssen Verbindungen und Bauteile systematisiert und standardisiert werden. Das Thema der Systematisierung ist generell ein Schwachpunkt im Holzbau. Hierbei in Richtung Standards zu arbeiten, könnte für die gesamte Branche von Vorteil sein.
- Bei einer Realisierung eines Demonstrationsprojektes sollte schon von der Produktion weg ein Monitoring stattfinden, die beim fertig gestellten Objekt in eine

Überwachung übergeht. Höchster Qualitätsstandard und genaueste Überwachung sind die Voraussetzung für ein solches Projekt.

6.5. Das Potenzial für ein Demonstrationsprojekt

- Zum jetzigen Zeitpunkt sind folgende Vorteile für den Holzbau erkennbar:
- Kurze Bauzeiten durch hohen Vorfabrikationsgrad, besonders in Ländern mit - klimatisch bedingt - kurzer Bauphase (z. B. Sibirien), sind von großem Vorteil. Auch wenn z. B. plötzlich ein hoher Bedarf an Infrastruktur benötigt wird, wie nach einem Großereignis, kann mit einem Systembau schnell reagiert werden.
- Die leichtgewichtigen, großen Bauteile sind leicht manipulierbar und auch z. B. via Container gut in abgelegene Regionen transportierbar.
- Das geringe Gewicht der Konstruktion bietet weitere Vorteile, wie z. B. die wesentlich reduzierte Fundierung des Bauwerkes oder auch geringer auftretende Kräfte in den Knotenpunkten.
- Es gibt keine Austrocknungszeit in der Bauphase, der Innenausbau kann schon in der Errichtungszeit beginnen.
- Unter gewissen Voraussetzungen kann die Geschosshöhe um ca. 30 cm gegenüber konventionellen Hochbauten reduziert werden, d. h. statt 3,60 m werden nur 3,30 m benötigt. Die Volumensparnis beträgt bei 20 Geschossen 6,00 m.
- Der Anteil des Konstruktionsholzes in der Fassadenebene ist relativ hoch (30-50%). Die Tatsache, dass Holz ein schlechter Wärmeleiter ist, schafft eine gute Ausgangssituation für die Wärmedämmung der Fassade. Damit einher geht eine Kostenreduktion der Fassadenkonstruktion, die nicht unerheblich ist.
- Holz ist ein in vielen Ländern gut verfügbarer, nachwachsender Rohstoff. Das Bauen mit Holz garantiert damit ein ressourcenschonendes Wachstum.
- Die ökologische Komponente des Projektes ist durch die Arbeit von Dr. Merl bewertet. Sollte, wie in London, der Carbon Footprint auch im kontinentalen Europa Fuß fassen, dann ist mit einer Holzkonstruktion ein eindeutiger Wettbewerbsvorteil erkennbar.

6.6. Erkenntnisse für das Projektteam

Das Nachdenken und Entwickeln eines Holzhochhauses ist für das Projektteam von Anfang an eine sehr große Herausforderung gewesen. Das Fehlen jeglicher Referenzprojekte oder etwaiger Literatur zum Thema hat zu Beginn der Studie sehr viel Einsatz von allen Partnern gefordert. Die Grundlagen für das Projekt mussten erst einmal erarbeitet werden. Diese intensive Auseinandersetzung mit dem Thema aber hat, so meinen wir, allen Partnern eine gute Basis geschaffen.

Jetzt zum Projektabschluss haben sich doch Seilschaften gebildet, die für eine weitere Bearbeitung des Themas auch notwendig sind. Dass eine weitere Bearbeitung Sinn macht, ist bei allen Projektbeteiligten unumstritten, das Potenzial ist erkannt.

So ist projiziert, dass unser Büro, das Büro Schluder Architektur mit Rhomberg Bau eine weitere Entwicklung des Projektes vorantreiben wird. Die genaue Vorgehensweise wird gerade verhandelt. Dafür ist auch ein Holzbauunternehmen notwendig. Mit WIEHAG wurden dazu schon Gespräche aufgenommen.

Professor Winter, TU Wien, hat bereits seit längerer Zeit mit dem Lehrgang „Urban Wood“ in Richtung Holz im Einsatzfeld Stadt gearbeitet. Durch das *achtplus*-Projekt wird die Forschung für eine vertikale Entwicklung des Holzbaus forciert. Es werden aktuell vier Dissertationsthemen am Institut vergeben, die in den Themenkreis vielgeschossiger Holzbau fallen. Die Erkenntnisse aus diesen Arbeiten werden für ein Demonstrationsprojekt von großem Nutzen sein.

Das Büro Vasko & Partner mit Lothar Heinrich, hat die Bearbeitung des Themas zu einer eigenständigen Weiterarbeit gebracht. Der schwierige Punkt des Hochleistungsknotens wurde vom Büro Vasko & Partner bereits grob konzipiert.

Die Firma PE CEE als Dienstleistungsunternehmen konnte ebenso wie die Firma Brandrat und auch die Holz Forschung Austria wichtige Erfahrungen sammeln, die für ein kommendes Demonstrationsprojekt eine solide Basis bilden. Diese Büros werden für ein kommendes Projekt in dieser Zusammensetzung wieder miteinbezogen werden müssen.

Auch UNIQA als Sachversicherung hat bei diesem Projekt erstmals tieferen Einblick in die Entstehung eines großvolumigen Holzbaus erhalten. Die Inputs von Seiten des Versicherers haben das Projekt entscheidend mitgeprägt. Der Output für die UNIQA ist sicherlich eine wesentlich differenziertere Betrachtung von Gebäuden aus Holz. Es bleibt zu hoffen, dass sich die Auseinandersetzung mit dem Thema positiv auf die Versicherungssumme von Holzgebäuden niederschlägt.

Arsenal Research hatte die schwierige Aufgabe, das Projekt auf seine Tauglichkeit in Hinblick eines Passivhausstandards hin zu untersuchen. Es ist ein Gebot der Stunde, dass diese Technologie für alle neuen Gebäude ein Muss bedeutet. In einem großvolumigen Holzgebäude ist eine fehlende Masse oft ein Problem. Für das Projekt konnte in der Simulation eine Lösung gefunden werden. Uns erscheint es aber wichtig, die erhaltenen Ergebnisse in einem Demonstrationsprojekt zu überprüfen. Es gibt einfach noch zu wenig Erfahrung und Ergebnisse für das Verhalten von großvolumigen Holzgebäuden.

7. Ausblick und Empfehlungen

7.1. Chancen und Risiken eines Demonstrationsprojektes

Solch ein Pilotprojekt hat in mehrfacher Hinsicht Signalwirkung. Zum einen gibt es nach unserer Recherche weltweit kein derartiges Projekt. Die zu erwartende mediale Resonanz wäre also groß. Wien hat dabei die Chance sich als nachhaltig entwickelnde Stadt einer Weltöffentlichkeit zu präsentieren. Zum anderen bewegt sich durch ein solches Projekt der Holzbau aus dem Badehütten-Image heraus und zeigt sich als High-Tech-Produkt. Ein Image, das dem Holzbau wesentlich zuträglicher ist.

Für die österreichische Holzwirtschaft wird der Imageschub eine ausgesprochen positive Wirkung haben. Heimische Unternehmen (z.B. der Projektbeteiligte WIEHAG GesmbH), die ohnehin schon einen relativ hohen Exportanteil haben, werden durch eine Kompetenzerweiterung gerade im Export große Wettbewerbsvorteile erlangen können.

Auf den Standort Österreich bezogen sind folgende positive regionale Effekte auszumachen:

- Durch bestens qualifizierte Holzbaufirmen bleibt die Wertschöpfung eines solchen Hochbauprojektes in der Region.
- Unsere Forste haben im Moment mehr Zuwachs als durch die Nutzung entnommen wird. Der Rohstoff kann also direkt aus der Umgebung bezogen werden. Es sind keine Importe notwendig und die Wege vom Wald über den Verarbeiter zur Baustelle sind sehr kurz.
- Für die Stadt als Struktur gilt: Ein nachwachsendes Holzlager in den Gebäuden bewirkt einen temporären Positiveffekt gegen den Klimawandel durch verstärkte Kohlenstoffbindung und stellt langfristig betrachtet ein energetisches Potenzial in der Stadt dar.

Abgesehen von den wirtschaftlichen Auswirkungen eines solchen Projektes sind die ökologischen Impulse ganz wesentlich. Um einen Schritt in Richtung Ökologisierung unserer Städte zu machen, sind Signale aus dieser Richtung ganz wichtig. Ein Bürohaus, das sich mit einer Glasfassade und dem sichtbaren Holzskelett dahinter, wie ein modernes Stadtmöbel, schick, präzise und zeitgemäß präsentiert, entfaltet eine Signalwirkung. Solch ein Imageträger symbolisiert einerseits ein modernes, technisch versiertes und wirtschaftlich orientiertes Arbeiten und steht gleichzeitig für eine verantwortungsbewusste, den Prinzipien der Nachhaltigkeit verpflichtete und ökologisch verträgliche Stadtentwicklung.

Entscheidend werden eine präzise Planung des Projektes sowie ein Monitoring in der Errichtung sein. Auch wird nicht die gesamte Forschungsarbeit in Form von Simulationen geschehen können. Für gewisse Bauteile, wie die Deckenkonstruktion oder der schon besprochene Hochleistungsknoten, werden Versuche notwendig sein. Diese sind immer sehr kostenintensiv und brauchen deshalb erhebliche finanzielle Unterstützung. Über die Ausmaße wird man in kommenden Projekten sprechen müssen.

Für kommende Projekte wird aber eines entscheidend sein: Die Entwicklung des Demonstrationsprojektes muss mit größter Sorgfalt gemacht werden, denn dieses wird die Messlatte für weitere Projekte sein. An diesem Ergebnis wird man entscheiden ob und in welcher Weise der Einsatz von Holz in großvolumigen Gebäuden Sinn macht.

7.2. Weiterführende Arbeiten

Um den Vorteil und das Potenzial, das im Holzbau steckt, voll nützen zu können, sollte an der Präfabrikation und an den kurzen Bauphasen weitergearbeitet werden. Für uns bedeutet das, dass wir eine Gebäudestruktur erarbeiten wollen, die allen Anforderungen an die Sicherheit von Gebäuden entspricht und für eine Geschosshöhe von 5 bis 20 einsetzbar ist. Gemeint ist dabei nur die Tragstruktur. Fassade, Gebäudetechnik und Innenausbau sind Elemente, die im Sinne eines Plug-In auf die Gebäudestruktur aufgesetzt werden. Diese



Abb. 110 Gebäudekomponenten

Struktur soll in einem ersten Schritt an den Standort Wien angepasst werden, in weiterer Folge aber das Potenzial erlangen, international einsetzbar zu sein.

7.3. Weiterführende Projekte

Das vorliegende strategische Forschungsprojekt *achtplus* hat das Thema vielgeschossiger Holzbau auf sehr vielen Ebenen untersucht. Dadurch konnten viele Themen angerissen und dabei Tendenzen und Lösungsmöglichkeiten aufgespürt werden. Was jetzt beginnt, ist eine tiefere Bearbeitung der aufgeworfenen Fragen.

In der hier aufgeführten Liste sind die Fragen für potenzielle zukünftige Projekte aufgereiht.

Forschungsprojekte:

- Holz-Beton-Verbundsystem als Fertigteildecken; Spannweite 7,5 bis 16,5m
- Bauteillagerung mit Elastomere (Schallübertragung, Erdbeben,...)
- Hochleistungsknoten im Holzbau
- Indikatoren für den Zustand des Gebäudes nach einem Ereignis
- Anwendungsmöglichkeiten diverser Passivhaustechnologien im Büro-Gebäude aus Holz
- Energetische Bauteilaktivierung (Fassade, Deckenkonstruktion)

Entwicklungsprojekte:

- Weiterentwicklung der gewählten Konstruktionen und Ausloten des Optimierungspotenzials (Reduktion der Querschnitte)
- Elementierung der Konstruktion und Strukturierung der Bauphase
- Transportierbarkeit eines großvolumigen Gebäudes (Schiff, Bahn, LKW)
- Recyclierbarkeit
- Anpassung eines Systemes an mehrere potentielle Märkte
- Low Tech: Optimierung der TGA nach den Gesichtspunkten des geringsten techn. Aufwand

Versuche:

- Holz-Beton-Verbundsysteme als Fertigteildecken
- Bauteillagerung mit Elastomere
- Hochleistungsknoten im Holzbau
- Indikatoren für den Zustand des Gebäudes nach einem Ereignis

Die unten angeführte Tabelle wurde schon beim Projektantrag mitgeliefert. Leicht modifiziert, angepasst auf den heutigen Wissenstand soll sie den Schlusspunkt des Projektes setzen. Die Tabelle zeigt rot das strategische Forschungsprojekt *achtplus*, das mit dem vorliegenden Bericht abgeschlossen ist. Anliegend sind weiterführende Projekte, die sich bis zur Umsetzung eines Demonstrationsprojektes durchziehen.

Tabelle 21 Entwicklungs Struktur

Aussichten: Übergang vom strategischen Forschungsprojekt zur weiterführenden Forschung bis zum Pilotprojekt
Stand 02. November 2008

Langfristige Projektphasen:		WEITERFÜHRENDE FORSCHUNGS PROJEKTE	STANDORT-ANPASSUNG DES FORSCHUNGS-ERGEBNIS	PROJEKT-ENTWICKLUNG	UMSETZUNG	VERWERTUNG DER ERGEBNISSE
Projektbeteiligte:	STRATEGISCHES-FORSCHUNGS-PROJEKT HDZ					
Zeitfenster:	2007/2008	2009/2010	2009/2010	2009/2010	Bis Ende 2010	Ab 2009
ARCHITEKT Büro Schluder;	Projektleitung, Entwicklung, Einreichung	Projektleitung, Entwicklung, Zusammenführung der Ergebnisse	Projektbeteiligung	Projektbeteiligung, Baumassenstudie, Städtebaul. Studie	Entwurf, Einreichung, Bauabwicklung	Know-how, Spezialkompetenz
UNIVERSITÄT TU-Wien; ITI	Gutachten, Beratung, Dissertation, Diploma	Dissertation, Diploma				Know-how, Spezialkompetenz, Publikationen
FORSCHUNGLABOR Holz Forschung Austria	Gutachten, Beratung	Gutachten, Beratung			Beratung, Gutachten	Know-how, Spezialkompetenz, Publikationen
DEVELOPER Rhombeg Bau	Gutachten, Beratung	Projektleitung, Entwicklung, Zusammenführung der Ergebnisse	Investorensuche, Finanzierung	Standortsuche, Investor	Bauträger	Signifikantes Projekt, Spezialkompetenz
HOLZVERARBEITER z. B. WIEHAG	Gutachten, Beratung	Gutachten, Beratung		Bauphysik	Errichtung	Know-how, Spezialkompetenz
HOLZINDUSTRIE ProHolz	Finanzierung, Informell eingebunden	Finanzierung, Beratung	Beratung	Beratung		Signifikantes Projekt, neue Markt
BAUINDUSTRIE z.B. Saint Gobain	Informell eingebunden	Finanzierung, Entwicklung, spez. Bauteile			Zulieferung	Signifikantes Projekt, neue Markt
VERSICHERUNG UNIQA	Finanzierung, Beratung, Gutachten	Finanzierung, Beratung, Gutachten		Versicherungsmodell		Signifikantes Projekt, Spezialkompetenz
STADTVERWALTUNG z.B. Wien	Informell eingebunden	Finanzierung über Forschungs Förderung	Standortsuche, Bauordnung anpassen	Standortsuche	Baugenehmigungen, Ausnahmegenehm.	Signifikantes Projekt, Vorreitreffe, Nachhaltigkeit
BUND Österreich	Finanzierung über Forschungsförderung	Finanzierung über Forschungs Förderung		Finanzierung Demonstrationprojekt	Politische Unterstützung	Signifikantes Projekt, Vorreitreffe, Beitr. Nachhaltigkeit
EU		Förderung wenn internat. Partner				Marktkompetenz, Forschungskompetenz

8. Tabelle

Tabelle 1 Vorgeschlagene Indikatoren gemäß dem Normenentwurf ISO DIS 21 930.....	30
Tabelle 2 Hauptdatenblatt	63
Tabelle 3 Vergleich der Ergebnisse Kernstruktur voll ausgekreuzt – teilweise ausgekreuzt..	68
Tabelle 4 Kubatur Kernstruktur in m ³	69
Tabelle 5 Maximal horizontal wirkende Lasten im obersten Geschoss auf teilweise ausgekreuzte Kernstruktur in Abhängigkeit der Lastfallkombinationen	70
Tabelle 6 Kubatur Rahmenscheibengitterstruktur in m ³	73
Tabelle 7 Gegenüberstellung der Ergebnisse für die Kernstruktur und die Rahmenscheibengitterstruktur	76
Tabelle 8 Kern Type	84
Tabelle 9 RahmenScheibenGitter	85
Tabelle 10 Diagonal	86
Tabelle 11 Netz-Kurbelviereck.....	87
Tabelle 12 Netz – Prinzip Auermann	88
Tabelle 13 Mögliche Deckenkonstruktionen in Abhängigkeit der Spannweite	98
Tabelle 14 An die Baustelle transportierte Baumaterialien für das Projekt Achtplus.	142
Tabelle 15 Verwendete Baumaterialien gruppiert in Materialkategorien	143
Tabelle 16 Bedarf an Primärenergie über den gesamten Lebenszyklus	146
Tabelle 17 Summe der Ablagerungsgüter über den Lebenszyklus des Gebäudes	150
Tabelle 18 Aufsplittung der Ablagerungsgüter auf die wichtigsten Unterkategorien.....	151
Tabelle 19 Zusammenfassung der Wirkungsbilanzergebnisse	152
Tabelle 20 Geometrical characteristics of thermal zones.....	166
Tabelle 21 Entwicklung Struktur	197

9. Abbildung

Abb. 1 Murray Grove, London, England	26
Abb. 2 Mexikoplatz Rendering.....	28
Abb. 3 Schnitt.....	29
Abb. 4 Lageplan	29
Abb. 5 Schema thermische Verwertung/stoffliche Verwertung [Merl 2005 und Merl 2007] ...	31
Abb. 6 Der Innen-Kern-Typus.....	38
Abb. 7 Beispiel, Uniqa Tower	39
Abb. 8 Der Peripherie-Kern-Typus	39
Abb. 9 Beispiel, Mischek Tower.....	40
Abb. 10 Der Außen-Kern-Typus	40
Abb. 11 Beispiel, Hannover Tower	41
Abb. 12 Gebäudetypus.....	41
Abb. 13 Innen-Kern-Typus, Render	42
Abb. 14 Innen-Kern-Typus, Plan	42
Abb. 15 Außen-Kern-Typus, Plan.....	43
Abb. 16 Außen-Kern-Typus, Render	43
Abb. 17 Peripherie-Kern-Typus, Render.....	43
Abb. 18 Peripherie-Kern-Typus, Plan	43
Abb. 19 Typus	44
Abb. 20 Außen-Kern-Typus, Plan.....	45
Abb. 21 Außen-Kern-Typus. Schnitt	45
Abb. 22 Grundriss: Basisstruktur	49
Abb. 23 Grundriss: Stiegehäuser.....	50
Abb. 24 Grundriss: Schächte.....	51
Abb. 25 Grundriss: Mittlere Zone	52
Abb. 26 Systemschnitt für die Haustechnik.....	52
Abb. 27 Grundriss mit einem einzigen Mieter	53
Abb. 28 Grundriss mit zwei Mietern auf gleich großen Fläche	53
Abb. 29 Grundriss mit zwei Mietern auf unterschiedlicher Flächengröße.....	54
Abb. 30 Grundriss mit vier Mietern	54
Abb. 31 3D-Ansicht American Type (RSTAB).....	65
Abb. 32 Einzelnes Geschoss American Type	65
Abb. 33 Grundriss American Type.....	65
Abb. 34 3D - Ansicht Kernstruktur voll ausgekreuzt (li.)-teilweise ausgekreuzt (re.).....	67
Abb. 35 Windlast (dynamisch) auf Kernstruktur	67
Abb. 36 3D-Ansicht, Ansicht und Grundriss der Kernstruktur – teilweise ausgekreuzt	68
Abb. 37 Einzelnes Geschoss mit Querschnitten der Kernstruktur – teilweise ausgekreuzt ...	69
Abb. 38 Vergleich horizontale Lasteinwirkungen für ULS auf teilweise ausgekreuzte Kernstruktur.....	70
Abb. 39 Horizontale Verformung der teilweise ausgekreuzten Kernstruktur infolge LK5	71
Abb. 40 Detailskizze Anschluss Diagonale Struktur-Kern	71
Abb. 41 3D-Ansicht und Ansicht der Struktur Rahmenscheibengitter (RSG)	72
Abb. 42 Einzelnes Geschoss mit Querschnitten der Struktur Rahmenscheibengitter (RSG)	73
Abb. 43 Horizontale Verformung der Rahmenscheibengitterstruktur infolge LK5.....	74
Abb. 44 Detailskizze (teil)biegesteifer Anschluss Struktur Rahmenscheibengitter	75
Abb. 45 Verbundkonstruktion	77
Abb. 46 Hybridkonstruktionen.....	78
Abb. 47 Breitere Querschnitte	78
Abb. 48 RSG Strukturmodelle	82
Abb. 49 Netz-Kurbelviereck Strukturmodelle	82
Abb. 50 Netz-Auermann, Strukturmodelle	82
Abb. 51 Diagonale, Strukturmodelle	83
Abb. 52 Kern, Strukturmodelle.....	83

Abb. 53 Das Grosselement oder 700 Pieces	92
Abb. 54 USB-Stick.....	93
Abb. 55 Fassade, Render.....	94
Abb. 56 Fassade, Schnitt	94
Abb. 57 Brettsperrholz mit Estrich	97
Abb. 58 Brettsperrholz mit Trockenestrich.....	97
Abb. 59 Holz-Betonverbunddecke	98
Abb. 60 Betondecke	98
Abb. 61 Global Seismic Hazard Map	116
Abb. 62 seismische Verhaltenszustände	117
Abb. 63 Paul Moore EC Harris „International Building costs“ April 2005.	120
Abb. 64 Gesamtes Geschoß eine Nutzungseinheit	132
Abb. 65 Geschoß unterteilt in 4 Nutzungseinheiten	133
Abb. 66 Die drei Säulen der Nachhaltigkeit [Merl 2005].....	137
Abb. 67 Modelliertes System für Achtplus. Oberste Ebene des in GaBi 4 erstellten Modells.....	140
Abb. 68 Lebenszyklus Achtplus – oberste Ebene des in GaBi 4 erstellten Modells.....	145
Abb. 69 Primärenergiebedarf über den gesamten Lebenszyklus.....	147
Abb. 70 Primärenergieverbrauch aufgeteilt auf die Energieträger für die Herstellung und den Einbau der Baumaterialien	148
Abb. 71 Verteilung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs auf Rohbau, Bodenkonstruktion, Fassadenkonstruktion und Einbau	148
Abb. 72 Primärenergiebilanz Herstellung und End of Life des Gebäudes.....	149
Abb. 73 CO2 Bilanz des Achtplus Gebäudes	150
Abb. 74 Darstellung der Anteile der Erstellungsprozesse zu Primärenergiebedarf und Wirkungskategorien.....	153
Abb. 75 Darstellung der Anteile der Erstellungsprozesse und der Nutzungsphase zu Primärenergiebedarf und Wirkungskategorien.....	154
Abb. 76 Darstellung der Anteile der Erstellungsprozesse, der Nutzungsphase und des End of Life zu Primärenergiebedarf und Wirkungskategorien.	154
Abb. 77 Holzbauweise um 70 % teurer als Stahlbeton	157
Abb. 78 Errichtungskosten gesamtes Gebäude.....	157
Abb. 79 Die Kriteriengruppen eines Immobilienratings	159
Abb. 80 Matrix für die Abbildung der Verkäuflichkeit eines Projektes.....	162
Abb. 81 Gebäudeansicht.....	165
Abb. 82 Floor repartition.....	165
Abb. 83 Floor thermal zones	166
Abb. 84 Aussenwand	167
Abb. 85 Personenbelegung in den einzelnen Zonen	169
Abb. 86 Interne Lasten durch Beleuchtung.....	169
Abb. 87 Interne Lasten durch Geräte.....	169
Abb. 88 Heizlasten Basisvariante	171
Abb. 89 Kühllasten Basisvariante	171
Abb. 90 Energiebedarf in Abhängigkeit zur Geschosslage	172
Abb. 91 Detaillierte Auswertung der Heizlast in der Südzone	172
Abb. 92 Resultierender Energiebedarf mit Betondecken	173
Abb. 93 Vergleich Variante 2 mit Basisvariante	174
Abb. 94 Resultierender Energiebedarf mit höherem Energiedurchlassgrad.....	174
Abb. 95 Vergleich Variante 3 mit Basisvariante	175
Abb. 96 Resultierender Energiebedarf mit reduzierter Lüftung	175
Abb. 97 Vergleich Variante 4 mit Basisvariante	176
Abb. 98 Resultierender Energiebedarf mit Nacht-/Wocheendabsenkung der Solltemperaturen	176
Abb. 99 Vergleich Variante 5 mit Basisvariante	177
Abb. 100 Resultierender Energiebedarf bei Kombination von Variante 4 und 5.....	177
Abb. 101 Vergleich Variante 4 und 5 mit Basisvariante	178

Abb. 102 Resultierender Energiebedarf mit besserer Wärmedämmung	179
Abb. 103 Resultierender Energiebedarf bei Nutzung natürlicher Lüftung in den Sommermonaten.....	180
Abb. 104 Effizienzzahlen.....	181
Abb. 105 Zusammenstellung der untersuchten Varianten	182
Abb. 106 Gebäudekomponenten.....	196

10. Literatur

www.ris.bka.gv.at

ÖNORM B 8115-2: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau – Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz, Österreichisches Normungsinstitut 2002.

www.dataholz.com

Bednar, T., Vodicka, M., Dreyer, J. (2000): Entwicklungen im mehrgeschossigen Holzbau am Beispiel des Schallschutzes der Trenndecken. Jahrestagung der ÖPG-FA Akustik, Graz.

Holtz, F. (1999): Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken. Informationsdienst Holz: Reihe 3, Teil 3, Folge 3, Rosenheim.

Eyerer P., Reinhardt H.-W., (2000): Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden. Wege zu einer ganzheitlichen Bilanzierung. Unter Mitarbeit von: J. Kreißig, M. Baitz, M. Betz, H. Schöch. Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser, 2000 (Baupraxis) ISBN 3-7643-6207-3

GaBi (2006): GaBi 4: Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. PE INTERNATIONAL GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 2006

Guineé J., M. Gorrée, R. Heijungs, G. Huppes, R. Kleijn, A. de Koning, L. van Oers, A.W. Sleeswijk, S. Suh, H.A.U. de Haes, H. de Bruijn, R. van Duin, M.A.J. Huijbregts, E. Lin-deijer, A.A.H. Roorda, B.L. van der Ven and B.P. Weidema (2001): Life cycle assessment – An operational guide to the ISO standards. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment and Centre of Environmental Science - Leiden University, 2001.

Illomäki (2005): SETAC Europe 13th LCA Case Studies Symposium. Proceedings Environmental Product Declarations (EPD) 7-8 December, Stuttgart, Germany.

ISO 14040 ISO FDIS 14040 Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework, 2006

ISO 14044 ISO FDIS 14044 Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines; 2006

Maydl P. (2005): Educating for a Sustainable Built Environment. p. 147 – 155. Proceedings. Committing Universities to Sustainable Development. Graz, April 20 – 23, 2005.

Merl A. (2005): Bau - Ressourcenmanagement in urbanen Räumen. Fallstudie Wien. Nachhaltiger Einsatz von Holz im Rohbau. Dissertation. Institut für

Architekturwissenschaften: Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau. Fakultät für Bauingenieurwesen. Technische Universität Wien.

Merl A. (2007): Design of Wooden Building Materials Based on LCA and Regional Metabolism. In Materials Design and Systemanalysis, Workshop Proceedings, May 16-18, 2006, Forschungszentrum Karlsruhe, Germany.

WCED (1987): Der Brundtland-Report 1987: „Unsere gemeinsame Zukunft (Our Common Future). Vorsitz: Gro Harlem Brundtland. WCED (World Commission on Environment and Development). Genf, London 1987.

Prof. Hugo Bachmann, Zürich, Fachartikel „Verhaltenszustände beim Erdbeben“

Dipl.Ing.ETH/SIA Hermann Blumer, Fachartikel „Mit Holz in luftige Höhen“

Paul Moore EC Harris „International Building costs“ April 2005.

11. Anhang

11.1. Weiterführende Literatur

Becker et al. 1997: Becker, K., Tichelmann, K., Hoser, D., El-Hariri, M., Wesche, J., Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz mehrgeschossiger Gebäude in Holzbauweise. Teil 1, Theoretische Grundlagenuntersuchungen. DGFH-Forschungsbericht F96/10, München, 1997

Bosse, R.: Holzkonstruktionen im mehrgeschossigen Wohnungsbau, Studienarbeit an der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 1997

Fischer, J.: Holzbau auf vier Kontinenten, 1. Internationales Holzbausymposium, Artikel in der Zeitschrift „mikado“, Ausgabe 10/2001, 2001

Francis, S.: International Building Code: More Options with Greater Opportunity for Wood-Frame Design, in: Wood Design Focus, Washington D.C., 2006

Frühwald, A. 1995: Frühwald, A., Wegener, G., Krüger, S., Beudert, M. Informationsdienst Holz: Holz – ein Rohstoff der Zukunft, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., München, 10.1994, S23

Gauzin-Müller, D.: Neue Wohnhäuser aus Holz – 25 internationale Beispiele, Base 2004

Handa, O. C.: Temple Architecture of the Western Himalaya –Wooden Temples, Indu Publishing Company, New Delhi, 2001

Heinzinger, W.(Hrsg.): Die Chance Holz – der andere Weg, Leuschner & Lubensky Verlag, Graz, 1988

Henrichsen, C.: Historische Holzarchitektur in Japan, Statische Ertüchtigung und Reparatur, Arbeitsheft des Landesamtes für Denkmalpflege Hessen, Band 2, Konrad Theiss Verlag, Stuttgart, 2003

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung: Hessen baut Kostengünstiger Wohnungsbau in Holz aus Hessen, Wiesbaden, 2000

Hoadley, B. 1990: Hoadley, B., Holz als Werkstoff, O. Meier Verlag, Ravensburg, 1990

Hömmerich, H.: Holzarchitektur im Detail, Traditionelle und neuzeitliche Holzverbindungen, Verlagsgesellschaft Rodolf Müller, Köln, 1988

Hochschule für Architektur, Bau und Holz Biel (HSB) (Hrsg.): Holz wird zum
Markenzeichen, Der Holz(haus)bau und seine vielen Gesichter, Biel, 2005

IABSE/AIPC/IVBH: IABSE Conference Lahti 2001 –Innovative Wooden Structure and
Bridges, Zürich, 2001

IBK, 2000: Maag, T., Fontana, M., Brandversuche an Modulhotels in Holzbauweise, Institut
für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, Birkhäuser Verlag Basel, 2000

Kacik, 2001: Kacik, F., Giertlovà, Z., Marková, I., Osvald, A., Cunderlik, I., Chemische und
mikrostrukturelle Veränderungen des Holzes infolge Brandbelastung, Buchverlag Gräfeling,
München, 2001

Kirchner, 2003: Kirchner, U., Holz in NRW, Fachtagung am 17.07.2003, Holz-Ressource
und Werkstoff für die Zukunft: Brandschutz, Aktuelle Anforderungen und Beispiele im
Holzbau

Kunkelmann, 2001: Kunkelmann, J., Integrierter Umweltschutz im Bereich der
Holzwirtschaft. Entwicklung und Erprobung neuartiger Löschanlagen für den
mehrgeschossigen Holzbau zur Brandbekämpfung und Fluchtwegsicherung,
Forschungsbericht d. BMFT, Bonn 2001

Kessel, M.; Marutzky, R. (Hrsg.): Bauen mit Holz und Holzwerkstoffen – Stand de Technik
und Entwicklungstendenzen, Fraunhofer Institut für Holzforschung Wilhelm Klauditz-
Institut (WKI), WKI-Bericht Nr. 33, 1998

Lauber, W.: Paläste und Gehöfe im Grasland von Kamerun – Traditionelle Holzarchitektur
eines westafrikanischen Landes, Karl Krämer Verlag Stuttgart, 1990

Lavroy, L.: Baustoff Holz in der Russischen Architektur – gestern und heute, Beitrag für das
11. Internationale Holzbau-Forum 2005, 2005

Lissenko, L. M.: Die russische Holzbaukunst, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1989

Loren, P: Die Sakya-Pagode von Yingxian. Der älteste erhaltene mehrgeschossige
Holzbau in China, Holzzentralblatt, 1986

MRA, 2005: Rahn, B, Maschinelle Entrauchung, Berlin 01.2005

Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes Nordrhein Westfalen (MBW): Häuser
bauen mit Holz, Köln, 1999

Natterer, J.: Light-weight structure in Timber: a chance to use wood in construction field, in: IABSE/AIPC/IVBH: IABSE Conference Lahti 2001 – Innovative Wooden Structures and Bridges, Zürich, 2001

Natterer, 1994: Natterer, J., Herzog, T., Volz, M., Holzbau Atlas Zwei, Sonderausgabe der Gemeinschaft Holz – Düsseldorf, Arbeitsgemeinschaft Holz e.V. und Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München, 1994

Niederösterreichische Landesakademie, Bereich Umwelt und Energie: NÖ Wohnbauforschung – Dokumentation und Begleitung der NÖ Forschungsprojekte, St Pölten, 2005

Nauser A. 1995: Nauser A., Ökobilanzierung von Baustoffen unter besonderer Berücksichtigung von Holz und Holzwerkstoffen, Stand der Technik, Diplomarbeit (Institut für Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz) Technische Universität Wien, 1995

OIB: Österreichisches Institut für Bautechnik, Schenkenstrasse 4, A-1010 Wien, www.oib.or.at

ÖNORM B 3800-1 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe: Anforderungen und Prüfungen, Österreichisches Normungsinstitut
ANMERKUNG: Die ÖNORM B3800-1 wurde am 1.1.2004 zurückgezogen und von der ÖNORM EN 13501-1 ersetzt

ÖNORM B 3800-4, 2000: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Bauteile: Einreihung in die Brandwiderstandsklassen, Österreichisches Normungsinstitut, 2000-05-01

ÖNORM B 4100-2: Holzbau – Holztragwerke Teile 2: Berechnung und Ausführung, Österreichisches Normungsinstitut, 2004-03-01

ÖNORM EN 13501-1, 2002: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten, Österreichisches Normungsinstitut, 2002-06-01

ÖNORM EN 13501-2, 2004: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen, Österreichisches Normungsinstitut, 2004-06-01

ÖNORM EN 1991-1-2. 2003: Eurocode 1, Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke, Österreichisches Normungsinstitut, 2003-05-01

ÖNORM EN 1995-1-2, 2004: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall, ENTWURF ÖNORM EN 1995-1-2. Österreichisches Normungsinstitut, 2004-05-01

Österreichisches Normungsinstitut: Österreichisches Normungsinstitut, www.on-norm.at

Pamlitschka, 2005: Plamitschka, R., Brandschutzfachtagung 2005, Rauchkontrolle in Gebäuden

Rupp 1997: Rupp, M., Bestandsaufnahme und Analyse von Brandschäden bei Holzbauten – Ursache, Verlauf, Bewertung. Diplomarbeit, Studiengang Allg. Bauingenieurwesen, Fachhochschule Augsburg, 1997

Ruske, W.: Das Neue Zeitalter des Holzes, Artikel in der Deutschen Bauzeitschrift Ausgabe 9/2001, 2001

Ruske, W.: Globaler Rundblick, Holzbaukultur, Artikel in der Zeitschrift „mikado“ Ausgabe 7-8/2002 Schmid, P.: Holzarchitektur ist gesundheitsgerichtetes und umweltbewusstes Bauen in Heinzinger, W (Hrsg.): Die Chance Holz –der andere Weg, Leuschner & Lubensky Verlag, Graz, 1988

Schneider K. 2004: Schneider, K., Bautabellen für Architekten mit Berechnungshinweisen und Beispielen, Werner Verlag, 16. Auflage, 2004

Schneider, 2005: Schneider, U., Wiener Baustofflehre Blätter, Holz, Hrsg. U. Schneider, Schriftenreihe des Institutes für Hochbau und Technologie, Zentrum für Baustoffforschung, Werkstofftechnik und Brandschutz, Technische Universität Wien, 2005

Schnittich, C.: Holzbau in Japan – Tradition und Gegenwart, veröffentlicht in der Zeitschrift „Detail“, Ausgabe 1, 1997

Schweizerische Ingenieur- und Technikerschule für Holzwirtschaft (Hrsg.) Mehrgeschossiger Holzhausbau, Biel, 1997

Teischinger, A. 2002: Teischinger, A., Stingl, R., Holz: Rohstoff – Werkstoff – Energiequelle der Zukunft, Institut für Holzforschung (ihf) und der Verband Holzwirte Österreichs – VHÖ beide an der Universität für Bodenkultur Wien, 02.2002

TRVB F 137: Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz, Richtlinien für den Löschwasserbedarf, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband, 2003

TRVB N 115: Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz, Brandschutz in Büro und Wohngebäuden, Teil 1 – Bauliche Massnahmen, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband, Ausgabe 12/2000

TRVB N 116: Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz, Brandschutz in Büro und Wohngebäuden, Teil 2 – Betriebliche Massnahmen, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband, Ausgabe 05/2002

Veser, T: Holzarchitektur auf der UNESCO-Welterbeliste, in: UNESCO heute, Zeitschrift der Deutschen UNESCO-Kommission, Ausgabe 01/2004

VKF, Brandabschnitte, 2003: Brandschutzrichtlinie Schutzabstände Brandabschnitte, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 26.03.2003

VKF Brandmeldeanlagen, 2003: Brandschutzrichtlinie Brandmeldeanlagen, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 26.03.2003

VKF, Brandschutzrichtlinie, 2003: Brandschutzrichtlinie Tragwerke, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 26.03.2003

VKF RWA, 2003. Brandschutzrichtlinie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 06.04.2003

WBO: Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs-, und Baugesetzbuch (Bauordnung von Wien), Stand vom 11.04.2005

WBO Techniknovelle, 2001: Landesgesetzblatt für Wien, Jahrgang 2001, Ausgegeben am 26. April 2001, 37. Gesetz: Bauordnung für Wien (Techniknovelle)

World fire statistik: Brush, N; Sokolov, S; Wagner, P, World fire at the end of 20th century, aufbereitet durch Feuerwehr Eppingen, www.eppingen.de/feuerwehr, 20.04.2006

Autor nicht bekannt: „Auszeichnungen für eine finnische Wohnanlage in Holz“ in der Zeitschrift „Schweizer Holzbau“, Ausgabe 3, 2005 (Autor nicht bekannt – Autorenerkennung: „-bo-“)

www.arcguide.de

www.archin.at

www.archinform.net

www.archiwood.net

www.asconrohcon.com

www.awc.org

www.bauen.inaro.de

www.baufachinformtion.de

www.baulinks.de

www.baunet.de

www.baunetz.de

www.bdz-holzbau.de

www.braunschweig.de

www.bre.co.uk

www.brick.org.uk

www.constructireland.ie

www.dbu.de

www.designbuildmag.com

www.diplom.de

www.dpg-sachsen-anhalt.de

www.e3building.net

www.emporis.com

www.erco.com

www.eurob.info

www.fmcgroup.fi

www.forst.bayern.de

www.forum-holzbau.com

www.futurebuild.co.uk

www.google.de

www.gwathmey-siegel.com

www.hausderzukunft.at

www.holzbau-kunst.at

www.holzbaupreis-noe.at

www.holzbaupreis-ooe.at

www.holzbaupreis-stmk.at

www.holzhausen.ch

www.holzonline.de

www.ib-fachwerkhaeuser.de

www.ibk.ethz.ch

www.icomos.org

www.iez-natterer.de

www.imperial.ac.uk

www.informationsdienst-holz.de

www.internet-fuer-architekten.de

www.irb.fraunhofer.de

www.joensuuregion.info

www.klinker-portal.de

www.lignum.ch www.mathis.pl

www.metager.de

www.mjm.cc/de/news/xylovision.htm

www.nextroom.at
www.nichiren-etudes.net
www.portalu.de
www.proholz.at
www.proholz-kaernten.at
www.puuinfo.fi
www.schaefer-holzbautechnik.ch
www.scirus.org
www.structurae.de
www.tec21.ch
www.timber-frame.org
www.travelchannel.de
www.wienwood.at
www.wissenschaftliche-suchmaschinen.de
www.woodaward.be
www.wortwolke.de
http://de.chinabroadcast.cn
http://de.wikipedia.org
http://doku.uba.de
http://en.wikipedia.org
http://english.forestindustries.fi
http://forschungsportal.net
<http://geotourweb.com>
http://idw-online.de/pages/de/
http://news.google.de
http://scholar.google.de

11.2. Protokolle

11.2.1. Protokolle 1 – Kickoff Meeting, 07 August 2007

ACHTPLUS	
Betreff:	Besprechungsprotokoll „Kick off“ Meeting
Ort:	Veranstaltungsraum Wiesner-Hager, 1010 Wien, Gonzagagasse 15
Datum:	27/07/07
Zeit:	14:00 – 18:00 Uhr
Teilnehmer(p.T.):	Toshiaki Amino, Alfons Brunauer, Bugra Ceteci, Lothar Heinrich, Peter Krabbe, Werner Mayer Daniel Merl, Richard Molcik, Klaus Peter Schober, Michael Schluder, Wolfgang Winter
Folgetermin:	07. September 2007, 14:00 Uhr (Ort wird noch bekannt gegeben)
	PROGRAMMPUNKTE
01.01	Begrüßung durch Michael Schluder
02.01	Vorstellungsrunde der einzelnen Projektteilnehmer
03.01	Projektvorstellung durch Michael Schluder und Peter Krabbe
03.02	1. Thema: Motivation

Die mittlerweile für uns alle sichtbaren Zeichen der Klimaveränderung machen eine Sache klar: Wenn wir unseren Lebensstandard und -qualität auf dem bisherig hohen Niveau halten und diese auch kommenden Generationen bieten wollen, müssen wir bei der Nutzung und dem Verbrauch von energierelevanten Rohstoffen eine Wende in unserem Denken und Handeln herbeiführen. In der Baumasse unserer Städte steckt enorm viel gebundene Energie. Die meisten der bisher eingesetzten Rohstoffe sind jedoch nur begrenzt verfügbar. Wenn wir beginnen, für Teile der Baumasse einen nachwachsenden Rohstoff einzusetzen, ist ein umsichtiger und Lebensqualität sichernder Schritt zur Ökologisierung unseres Lebensraumes getan. Wir sehen als wichtige Strategie für unsere Städte den Holzbau nicht nur im Bereich der Peripherie (vier Geschosse), wo er seine Qualitäten bereits entfaltet, weiter zu entwickeln, sondern einen technisch hochwertigen Holzbau auch in den Kernstädten zu etablieren. Die höhere Bebauungsdichte und die Gebäudehöhe in den Kernstädten stellen den konstruktiven Holzbau freilich vor völlig neue Herausforderungen. So haben bisher die behördlichen Auflagen an den Brandschutz, sowie die im Hochhausbereich erhöhten Anforderungen an Evakuierungs- und Erdbebensicherheit ernsthafte Überlegungen

in Richtung eines konstruktiven Holzbaus von vornherein unterbunden. Dennoch hat die Entwicklung des Holzbaus in den letzten sechs bis sieben Jahren weitreichende Veränderungen erfahren. So wurde einerseits die Produktpalette der Bauelemente in Holz stark entwickelt und erweitert, während das Material Holz als urbaner Baustoff bereits wesentlich höhere Akzeptanz findet. Ein Indikator dafür ist etwa die Auslobung des Holzbauwettbewerbes „Wienwood“, ein Preis der sich auf Holzbauprojekte in und um Wien konzentriert und dessen Ergebnis hochqualitative Bauwerke im Wiener Raum zusammenfasst (Anerkennungspreis für das Büro Schluder). Andere Holzbaupreise und -wettbewerbe haben sich in den Bundesländern schon seit Jahren etabliert und zeigen immer wieder bemerkenswerte Ergebnisse. Entscheidend für die Entwicklung des Holzbaus in Wien war der Vorstoß der Wiener Bauordnung 2001 vier Geschosse in Holz zuzulassen, den Prof. Winter von der TU-Wien maßgeblich vorangetrieben hat. 2005 wurde in der Schweiz, mit großer Vorarbeit von „Lignum“, die gesetzliche Basis dafür geschaffen sechs Vollgeschoße in Holz zu errichten. Mitte 2006 schon wurde der erste „Sechsgeschoßer“ in Steinhausen (Schweiz) fertig gestellt.

Die hier kurz angerissenen Überlegungen und Entwicklungen nehmen wir zum Anlass ein Forschungsprojekt zu initiieren, das sich mit dem wirtschaftlichen Einsatz des Holzbaus im Hochhausbereich auseinandersetzt und alle Aspekte seiner Machbarkeit prüft. Die technische Umsetzbarkeit eines Hochhauses in Holz wird von den meisten Experten nicht bezweifelt. Nur das Ausloten, Erkennen und der richtige Umgang mit all den Materialeigenschaften von Holz ermöglichen eine Weiterentwicklung zu einem zeitgemäßen, funktionellen und leistungsfähigen Werkstoff, der einen sinnvollen Beitrag für eine zukunftsorientierte Entwicklung in unseren Städten leisten kann.

03.03	2. Thema: Forschungsziele
-------	----------------------------------

Synopsis:

Entwicklung und Untersuchung eines städtisch geeigneten Hochhaus-Typus (acht oder mehr Geschosse) in Holzverbundbauweise mit Büronutzung. Grundsätzliche Klärung der Machbarkeit in Bezug auf Tragwerk, Brandschutz und Personenschutz. Erstellen einer systematischen Stärken-Schwächen-Analyse samt Kostenanalyse zur Bewertung des Typus. Untersuchung der marktorientierten Positionierung des Typus in Bezug auf die ökonomische und ökologische Relevanz im städtischen Kontext.

Forschungsziele:

1. Wir wollen wissen: Marktorientierte Positionierung eines Hochhauses mit überwiegend konstruktivem Holzanteil im städtischen Gefüge. Herausgearbeitet werden sollen die Themen ökonomische und ökologische Relevanz mit Hinblick einer nachhaltigen Entwicklung unserer Städte.

2. Entwicklung eines Hochhaus-Typus mit dem Primärziel des optimalen Personenschutzes, weiters ein Evakuierungskonzept mit erhöhtem Sicherheitsfaktor. Rahmenbedingungen dafür sind eine Büronutzung und eine nicht brennbar ausgeführte Vertikalerschließung. Der Fokus wird auf 12 Regelgeschoße angelegt.

3. Entwicklung eines dem Typus angepassten Tragwerkes in Holz samt Leitdetails und einer statischen Vorbemessung.
4. Klärung der grundsätzlichen Brandschutzmaßnahmen laut der aktuellen Bauordnung für Wien, und der geltenden Normen und Richtlinien (TRVB, ONR 22000,...) ungeachtet aber der Untrennbarkeit des Werkstoffes Holz. Weiters sollen die grundsätzlichen bauphysikalischen Probleme angesprochen werden.
5. Erstellen einer Kostenanalyse für den erarbeiteten Typus und einer systematischen Stärken-Schwächen-Analyse des Projektes.
6. Energetische Untersuchung des Projektes. Erstellen eines Haustechnikkonzeptes mit Hinblick auf ein Passivhaus.
7. In einem Richtungsweisenden Bürohaus muss auch ein richtungsweisendes Ausbaukonzept Platz finden. Entwicklung eines Bürotypus ev. Mit Fa. Wiesner Hager in Richtung Büro der Zukunft.

04.01	Erläuterung des Terminplans
05.01	Anschließend erfolgte ein detailliertes Eingehen auf die Projektphasen.
05.02	Michael Schluder stellte fest, dass der Umfang des Zwischen- und Enberichts bei HDZ abzufragen ist (möglicherweise komprimiert auf 10 Seiten).
05.03	Daniel Merl wird bis Ende August die Parameter für die ökologische Bewertung festlegen. Diese werden für das gesamte Projekt angewandt.
05.04	Der Arbeits- Leistungsbereich der Teilnehmer an den einzelnen Projektphasen und die Konkretisierung der Aufgabenstellung wird zum nächsten Treffen als Tagesordnungspunkt aufgenommen und von den Partnern vorbereitet.
06.01	Das nächste Meeting wird terminisiert: 7. Septemer 2007, 14:00 Uhr, der Ort wird noch bekannt gegeben.
07.01	Michael Schluder stellte weitere Projektstrategien vor.
08.01	Organisatorisches:
08.02	Ein FTP-Server wird zum Datenaustausch installiert.
08.03	Es werden alle dringend angehalten, die gesetzten Termine einzuhalten um ein Fortkommen des Projektes nicht zu gefährden. Es wurde festgehalten, dass eine vertragliche Basis mit den Teilnehmern aufgrund der FFG voraussichtlich erst im Oktober 2007 möglich ist.
08.04	Inhalt, Auszüge und Bearbeitungsstand des Forschungsprojektes dürfen nur nach Absprache mit Michael Schluder an Dritte weiter gegeben werden. Erste gemeinsame Projektaussendung wird lt. Terminplan im Dezember 2007 erfolgen.
09.01	Die Aussichten für achtplus wurden von Michael Schluder kurz dargestellt. Solch ein Pilotprojekt hat in mehrfacher Hinsicht Signalwirkung. Zum einen gibt es nach unserer Recherche weltweit kein derartiges Projekt. Die zu erwartende mediale Resonanz wird also groß sein. Wien hat dabei die Chance sich als nachhaltig

	entwickelnde Stadt einer Weltöffentlichkeit zu präsentieren. Zum anderen bewegt sich durch ein solches Projekt der Holzbau aus dem Badehütten-Image heraus und zeigt sich als High-Tech-Produkt. Ein Image, das dem Holzbau wesentlich zuträglicher ist. Für die gesamte Holzindustrie in Österreich besteht hier die Chance eine Markterweiterung zu erreichen und sich auch auf technologischer Ebene von den Nachbarländern abzuheben.
10.01	Die Eindrücke der einzelnen Teilnehmer wurden in der folgenden Schlussrunde kurz dargestellt: Nach dem Leitsatz „Freiheit der Forschung“ soll eine ausschließliche Holzkonstruktion, auch der Erschließungs- Evakuierungskerne angestrebt werden.
10.02	Wolfgang Winter: Nach einem aufzählen von Beispielen die für das Projekt herangezogen werden können, wird die Arbeitsmethodik am Thema 20 geschossiges Stadtmöbel hinterfragt. „Jules Verne versus NASA“ dh. Vision versus realisierbarer Hightech; stellte fest, dass es funktionieren wird, die Frage der Wirtschaftlichkeit wird jedoch aufgeworfen, Ökologie versus Technologie.
10.03	Werner Mayer: ist skeptisch... ist das Projekt nachhaltig wirtschaftlich? Wie ist die Instandhaltung? Wie können Teilschäden repariert werden? Was ist nach Wasserschäden das Sanierungskonzept? Mögliche kritische Punkte: Stiegenhaus, Durchbrüche, beschädigte Primärkonstruktion (Säule)
10.04	Yoshiaki Amino: schließt sich Herrn Winter an: es wird funktionieren; eine Schwäche von Holz ist die Flexibilität, die Prämisse lautet daher Steifheit in den Verbindungen und Reduktion der Verbindungspunkte
10.05	Klaus Peter Schober: ist kritisch in Anbetracht der vielen offenen Fragen ist jedoch überzeugt das es funktionieren kann. Herr Schober schlägt vor 2 bis 3 Varianten bis zur Phase 3 (konstr. Untersuchung) parallel mitzuführen. Dieser Vorschlag muss budgetär analysiert werden.
10.06	Lothar Heinrich: Herr Heinrich sieht das Projektpotential auch für die zukünftige Bauentwicklung. Mögliche Ansätze wären eine Superstruktur mit mehreren Stiegenhäusern hochbrandgedämmte (F249); die Frage ob die Erschließung in Holz konstruiert wird oder mineralisch, muss in einer intensiven Bearbeitung betrachtet werden (Arch/Konstr./Brand).
10.07	Alfons Brunauer: Genauigkeit wird von WIEHAG gefordert und auch geleistet; Durchbiegung ist bei Holz gleich wie bei Beton oder Stahl; Herr Brunauer ist überzeugt, dass das Projekt funktioniert; Personenschutz ist Prämisse! Egal ob Holzbau oder Betonbau.

Verteiler

p.T.: Amino/ Brunauer/Heinrich/Krabbe/Mayer/Merl/Schober/Schluder/Winter

11.2.2. Protokolle 2 – Meeting 3, 21 September 2007 (siehe Seite 57)

11.2.3. Protokolle 3 – Meeting 4, 09 November 2007 (siehe Seite 58)

11.2.4. Protokolle 4 – Meeting 5, 13 December 2007

Datum: 13.12.2007/ 16:00 Uhr

Ort: Mayr am Pfarrplatz

Projekt: 5. Meeting 8+

Anwesende: Michael Schluder, Peter Krabbe, Yoshiaki Amino, Klaus Schober, Lothar Heinrich,
(ohne Titel) Tamir Pixner, Kamyar Tavoussi, Frank Peter, Adolf Merl, Holzer

Entschuldigt:
(ohne Titel) Alfons Brunauer, Wolfgang Winter, Peter Lackner, Martin Gludovatz

Verteiler: Michael Schluder, Peter Krabbe, Alfons Brunauer, Wolfgang Winter, Yoshiaki Amino,
(ohne Titel) Kamyar Tavoussi, Tamir Pixner, Klaus Schober, Lothar Heinrich, Frank Peter, Adolf Merl, Martin Teibinger, Peter Lackner, Franziska Leeb, Robert Freund

Agenda

7. Begrüßung
8. Änderung des Forschungsprojektes
9. Änderung der Zeitschiene
10. Aufgabenverteilung

Änderung des Forschungsprojektes

Anhand einer Power-Point Präsentation wird vom Büro Schluder nochmals die eingereichte Forschungsprojektstruktur erläutert und anschließend auf die geplanten Änderungen zum Forschungsantrag eingegangen.

Das strategische Forschungsprojekt 8+ basiert im Wesentlichen auf 4 Säulen.

- Typenentwicklung
- Entwicklung des Tragwerkes
- Bewertung des Projektes durch diverse Fachleute
- Ökonomische und ökologische Positionierung des Projektes

Untersucht werden sollte das Projekt anhand eines durchentwickelten Typus mit exemplarischer Struktur für eine Büronutzung, sowie der Fassade.

Vom Projektstand her haben wir nun die Typenentwicklung abgeschlossen und sind auch mit dem Tragwerk schon tief in die Thematik eingetaucht. Dabei können wir bisher folgendes festhalten:

15. wir erreichen mit einem reinen Holzbau, ohne statische Mitbewertung des Stiegenhauses 20 Regelgeschosse. Dazu gibt es einen Nachweis. (TU-Wien)
-

16. Alle Risiken für Personen in einem solchen Gebäude können nach den vorliegenden Konzepten minimal gehalten werden, alle kalkulierbaren Sicherheiten werden erhöht.
17. Es gibt nicht nur ein Konstruktionskonzept um dorthin zu gelangen, sondern es bestehen mehrere Optionen.
18. Die wesentlichen Faktoren für das Projekt sind im Rohbau enthalten. Dazu gehören auch die Kosten. Diese sind aktuell bei ca. 890,00/m² Rohbau (TU-Wien/WIEHAG). Für eine gute marktorientierte Positionierung des Projektes liegen die Kosten hier um 30 – 50 % zu hoch (VASKO).

Angesichts dieser bisherigen Erkenntnisse, erscheint es uns als Projektleitung und auch dem Forschungsteam als sinnvoll, das Projekt 8+ in folgenden Punkten abzuändern:

- Phase 3 – Tragwerksentwicklung und
Phase 4 – Konstruktive Untersuchung
Der Anteil der Holzforschung wird reduziert, das heißt, die Bauphysik (Wandaufbauten, Deckenaufbau in Bezug auf Akustik und Beständigkeit der Konstruktion), sowie der Brandschutz werden nicht in der vorgesehenen Tiefe bearbeitet. Es wird stattdessen ein ca. 5-seitiger Bericht zum Thema Schallschutz und eine brandschutztechnische Beurteilung des Projektes in Zusammenarbeit mit Herrn DI Peter (ca. 10 Seiten) von der Holzforschung erstellt.
- Phase 3 – Tragwerksentwicklung
Anstatt nur einem ausentwickeltem Tragwerk sollen in Summe 4 Tragsysteme gegenübergestellt werden. Die Bearbeitungstiefe der Konstruktionen wird bis zum Rohbau erfolgen, d.h. untersucht wird die komplette Holzkonstruktion mit allen erforderlichen Nachweisen und einer grundsätzlichen Lösung der Knoten. Weiters soll für jeden Typus eine Kostenkalkulation der Holzbaukonstruktion erfolgen, um eine aussagekräftige Gegenüberstellung zu bekommen. Der Anteil der Tragwerksentwicklung wird durch die Untersuchung weiterer Rohbautypen aufwendiger, d.h. auf Seiten des Büro Schluder, des Tragwerkslehrinstitutes, der Firma WIEHAG und dem Büro Vasko ist eine Aufwandmehrung festzuhalten. Für die energetische Untersuchung hat die Änderung des Projektes folgende Konsequenz: Es wird für einen Typus ein haustechnisches Gebäudekonzept entwickelt. Dieses Konzept soll auf alle entwickelten Hochhaustypen appliziert werden können.

Für das Forschungsbudget bedeutet das folgendes:

der freiwerdende Budgetanteil von der Holzforschung verschiebt sich hin zu den Budget's des Tragwerkslehrinstitutes, der Firma WIEHAG, dem Büro Vasko und dem Büro Schluder. Die Höhe der bewilligten Förderung bleibt gleich.

Diese Verschiebungen der Arbeitskapazitäten im Forschungsprojekt werden uns helfen, dass Ergebnis zu schärfen und für eine weitere Bearbeitung über das Projekt 8+ hinaus bessere Ansätze zu finden.

Änderung der Zeitschiene

Zur Terminalschiene des Projektes gibt es ebenfalls Korrekturen. Aufgrund der noch nicht

fixierten vertraglichen Situation mit der FFG sind wir gezwungen das Projekt mit eingeschränkter Leistung zu fahren. Das hat natürlich eine Auswirkung auf den Terminplan.

Die Zwischenpräsentation wird voraussichtlich am 28. März 2008 (vormittag) stattfinden. Bitte diesen Termin freihalten. Ort wird noch bekannt gegeben.

Es wird von unserer Seite her urgiert, die Veranstaltung im Haus der Industrie abzuhalten. Geladen werden sollen Vertreter aus der Industrie, den magistratischen Bezirksämtern und der FFG.

Vorher wird es noch ein Meeting geben.

Termin:

Fr. 1.2.2008 – 15.00 Uhr

Ort wird noch bekannt gegeben.

Es ist wichtig, dass alle Partner einen Vertreter zu dem finalisierenden Meeting senden.

11.2.5. Protokolle 5 – Workshop Meeting, 20 Juni 2008 (siehe Seite 105)

11.2.6. Protokolle 6 – Meeting 7, 03 Juli 2008 (siehe Seite 101)