

HY3GEN

Ein nachwachsendes Haus

R. Korab, E. Delugan-Meissl, C. Schweiger,
H. G. Ambrozy, H. Wimmer, N. Küblböck, H. Czaja,
R. Mischek, T. Belazzi, R. Lechner,
F. Waclawek

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

27/2007

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 sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>
oder unter:

Projektfabrik Waldhör
Währingerstraße 121/3, 1180 Wien
Email: versand@projektfabrik.at

HY3GEN

Ein nachwachsendes Haus

Arge HY3GEN

DI Uta Brenner, Horst Fuchs, Dr. Robert Korab,
DI Annika Schönfeld, DI Stingl-Larome Berndt
raum & kommunikation KORAB KEG

Arch. Elke Delugan-Meissl, DI Christoph Schweiger
Delugan-Meissl Associated Architects

DI Heinz Geza Ambrozy

Architekt DI Helmut Wimmer

Ing. Norbert Küblböck, DI Henryk Czaja
Vienna Öko Systems

DI Ronald Mischek, Dr. Thomas Belazzi
Mischek ZT GesmbH

Robert Lechner
Österreichisches Ökologie-Institut

Architekt DI Fritz Waclawek

Wien, März 2007

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

Kurzfassung

HY3GEN – Das hybride Gebäude der dritten Generation

Im urbanen Raum werden Standzeiten von Gebäuden immer kürzer. Das ist einerseits Resultat sich verändernder Bedürfnisse einer immer schnelllebigeren Gesellschaft, andererseits in der gebauten Struktur nach heutigem Standard vorprogrammiert. Die beträchtliche Belastung der Umwelt durch schwache Lebenszyklusbilanzen durchschnittlicher Bauten ist Ausgangspunkt für das vorliegende Projekt.

Um die ökologische Gesamtbilanz von Gebäuden zu verbessern, wurden im Projekt HY3GEN parallel drei Hauptziele für den Gebäudeentwurf verfolgt:

- Nutzungsflexibilität im Gebäudekonzept,
- Nachhaltigkeit in Konstruktion und Material
- und geringer Primärenergieeinsatz im Gebäudebetrieb.

Als Hybride werden in der Architektur Gebäude bezeichnet, die bei hoher städtebaulicher Dichte unterschiedliche Funktionen auf der Parzelle vereinen.

Als erste Generation hybrider Gebäude gilt die Bebauung ganzer Blocks mit komplexen Nutzungspaketen in amerikanischen Innenstädten ab Ende des 19. Jahrhunderts.

Die zweite Generation wurde mit dem Ziel entwickelt, im Bereich der Bauteile und Komponenten optimal auf individuelle Bedürfnisse der Nutzer zu reagieren und ein Maximum an Flexibilität zu bieten.

Das hybride Gebäude der dritten Generation, dessen Grundzüge im vorliegenden Projekt definiert werden, ergänzt die Entwurfsprinzipien Nutzungsmischung und Flexibilität um den Aspekt der ökologischen Nachhaltigkeit, um so zu einem hinsichtlich seiner Nutzungsoptionen, Wirtschaftlichkeit und Ökologie langlebigen und anpassungsfähigen Gebäude zu gelangen.

Im Einzelnen bedeutet das:

- Das Gebäude ist ökologisch optimiert durch sparsame Ressourcennutzung, Einsatz nachwachsender Rohstoffe und Minimierung von Emissionen bei der Errichtung und Nutzung des Gebäudes.
- Es ist nutzerfreundlich durch die nach individuellen Anforderungen auch nachträglich anpassungsfähigen Grundrisse und Ausstattungen.
- Durch diese Nutzerfreundlichkeit und optimierte Operationskosten erreicht das Gebäude ein hohes Marktpotenzial. Es soll über seine gesamte Lebensdauer hinweg sowohl für den Eigentümer als auch für den Nutzer wirtschaftlich und wertbeständig bleiben. Dazu tragen neben einer Vollkostenbetrachtung über den gesamten Lebens- und Nutzungszyklus des Gebäudes auch ein breites Angebot an sekundären Dienstleistungen im Bereich Informationstechnologien, Mobilität und Hausservices bei.

Es handelt sich um ein Gebäudekonzept, das sich den Anforderungen der sich in dauernder Veränderung begriffenen Umwelt anpassen lässt und so Baustein der „Stadtentwicklung im feinen Korn“ sein kann.

In mehr als zehn gemeinsamen Arbeitssitzungen und vielen Einzelbeiträgen wurden im Zusammenspiel unterschiedlicher Professionen und wirtschaftlicher Positionen die Entwicklungsbedingungen eines hybriden Gebäudeprototyps ausgelotet. Erarbeitet wurde ein Pflichtenheft, das im Laufe des Entwicklungsprozesses von den für unterschiedliche Work Packages zuständigen Professionisten immer weiter detailliert, ergänzt und revidiert und mit dem gesamten Team abgestimmt wurde. Es umfasst die Themenbereiche

Projektentwicklung, Flächenwidmung, Baukörpertypologien, Tragwerkssysteme, Bau- und Konstruktionsweisen, Bauökologie und technische Gebäudeausrüstung. Dabei ermöglichte die disziplinenübergreifende Kommunikation von Fachplanern, Architekten und Bauträgern von Beginn an die Entwicklung einer ganzheitlichen Gebäudelösung.

Gemäß den erarbeiteten Grundlagen war die Errichtung eines HY3GEN-Prototyps im Rahmen eines Pilotprojekts vorgesehen. Nach Akquisition eines geeigneten Grundstücks in Wien-Simmering wurde mit der Anwendung des HY3GEN-Ansatzes auf dem konkreten Standort begonnen. In Abstimmung mit dem Bauträger und der Behörde wurde dafür zunächst ein Flächenwidmungs- und Bebauungsplanentwurf erstellt, der den besonderen Ansprüchen eines HY3GEN-Gebäudes entspricht und im vorliegenden Bericht dokumentiert ist. Das Pilotprojekt wurde jedoch nicht ausgeführt.

Das Einzeldesign hybrider Gebäude ist abhängig von Standort, wirtschaftlicher Bauaufgabe und Raumprogramm. Nichtsdestotrotz gibt es eine Reihe verallgemeinerbarer planerischer und technischer Charakteristika und Kenndaten hybrider Gebäude, die für das Programm „Haus der Zukunft“ mit dem vorliegenden Beitrag erarbeitet wurden und zukünftigen Projektentwicklungen als Handbuch zur Verfügung stehen.

Abstract

HY3GEN – The Third Generation Hybrid Building

In urban areas the lifetime of buildings becomes shorter. This is on the one hand the result of the changing needs in a fast moving society. On the other hand this is programmed in contemporary standards of build structures. The considerable environmental impact through weak life cycle balances of average buildings is the starting point for the present project.

To strengthen the ecological performance of buildings the HY3GEN project pursued three main objectives in the design process:

- flexibility of utilisation,
- sustainability in construction and material
- and low primary energy consumption in the operation of the building.

In terms of architecture, hybrids are buildings that combine different functions with high density on one lot. Hybrid buildings were designed and built in American inner cities as early as at the end of the 19th century as multifunctional structures. The second generation of hybrid buildings was developed with the goal of using construction components optimally designed to respond to the individual needs of the building's users and a maximum of flexibility.

The "third generation hybrid building" (HY3GEN), whose main features are being defined in the present project, has expanded this approach to include the integration of aspects of efficient resource utilization in construction and operation as well as the use of regenerative raw materials and renewable energy.

The goal is to realize a building concept that is adapted to the requirements of its surroundings (environment, users and the market) in a holistic and flexible manner:

- The building is ecologically optimized owing to efficient resource utilization, the use of regenerative raw materials and the minimization of emissions during construction and use of the building.
- It is user-friendly due to the fact that the floor plans and furnishings are adaptable to the needs of the individual users whenever required.
- The fact that the building's uses can be changed if required in conjunction with optimized operation costs gives the building a very high market potential. The intention is to keep the building cost-efficient and competitive over its entire usable life for both the owner and the users. This is achieved by applying the full cost calculation approach over the entire usable life of the building as well as by a broad range of secondary services offered in areas like information technology, mobility and home services.

HY3GEN, the "regenerative building" is characterized by a modular construction typology. Based on a building block system, flexible floor plans and furnishing variants with standardized connections are designed to meet the most varied requirements and permit the flexible adaptation to changed needs.

In more than ten team meetings and lots of individual contributions the requirements of a hybrid building prototype have been elaborated in cooperation of different professions and economic positions. In the process the specifications were being detailed, complemented and revisited by the different professionals and coordinated with the whole team. The specifications include details concerning project development, zoning, urban structures, building structure, construction, building ecology and technical facilities. In the interdisciplinary discourse of planners, architects and housing developers it was possible to develop an integrated building solution.

The erection of a HY3GEN-prototype according to these principles was provided for within a pilot project. After the acquisition of an appropriate building lot in Vienna-Simmering the application of the HY3GEN specifications began. In accordance with the housing developer a zoning plan was designed which responds to the special requirements of a HY3GEN building. The zoning plan is being documented in this report. However the pilot project was not put into practice.

The specific design of hybrid buildings depends on the location, the economic building task and the functional programme. Nevertheless there is a set of technical and planning characteristics and features of hybrid buildings which for the programme "Haus der Zukunft" ("Building of Tomorrow") have been collected in this report and can be used as a handbook for future project developments.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	13
1.1	Problembeschreibung und Ausgangslage.....	13
1.2	Zielsetzung.....	13
1.3	Vorgangsweise	14
1.4	Aufbau der Arbeit	15
2	ZUSAMMENFASSUNG UND ERGEBNISSE	16
2.1	Pflichtenheft für einen HY3GEN-Prototyp	16
2.1.1	Raum- und Funktionsprogramm	17
2.1.2	Tragwerk.....	17
2.1.3	Baustoffe.....	17
2.1.4	Bauchemikalien	18
2.1.5	Passivhaus-Standard.....	18
2.1.6	Fassaden und Gebäudehülle.....	18
2.1.7	Fill In	19
2.1.8	Technische Gebäudeausrüstung.....	19
3	GRUNDLAGEN DER PROJEKTENTWICKLUNG	20
3.1	Einführung zu Funktionen und Raumprogramm hybrider Gebäude .	20
3.1.1	Typologie des Hybriden	20
3.1.2	Bekannte Beispiele mehrfachgenutzter Gebäude	20
3.1.3	Funktionelle Beschreibung städtischer Strukturen	21
3.1.4	Entwicklungsformen der Beziehung zwischen Arbeiten und Wohnen	22
3.1.5	Attraktivität der Kombinationen von Wohnen und Büro / Gewerbe	22
3.1.6	Wirtschaftliche Stabilität:.....	23
3.1.7	Räumliche Differenzierung bei der Kombination von Raumprogrammen.....	24
4	FLÄCHENWIDMUNG	26
4.1	Widmungsparameter für hybride Gebäude	26
4.1.1	Strukturwidmung.....	26
4.2	Entwurf für die Flächenwidmung des HY3GEN-Modellprojekts.....	27
4.2.1	Bebauungsbestimmungen	30
5	ENTWURFSGRUNDLAGEN	33
5.1	Entwurfsvoraussetzungen hybrider Gebäude	33
5.2	Baukörpertypologien und Tragwerke	34
5.2.1	Ausgangslage	34
5.2.2	Erschließung.....	35

5.2.3	Installationen und Lage der Schächte	36
5.2.4	Teilbarkeit	36
5.2.5	Belichtung/ Grundrissanordnung	37
5.2.6	Geschosshöhen.....	38
5.2.7	Festlegung von Baukörperarten und Tragwerkssysteme.....	38
6	PLANUNGSPARAMETER	43
6.1	Trennung von Konstruktion und Fill-in / Einsatz vorgefertigter Elemente.....	43
6.1.1	Trennung von Tragkonstruktion und Fill-in	43
6.1.2	Vorfertigung	43
6.1.3	Vorgefertigte Raumzellen	45
6.1.4	Vorgefertigte Sanitärzellen	49
6.2	Multifunktionale Fassaden.....	50
6.2.1	Verglasungen.....	51
6.2.2	Pufferräume	52
6.2.3	Transparente Wärmedämmung (TWD)	53
6.2.4	System Transparente Wärmedämmung mit Kartonwaben.....	55
6.2.5	Doppelschalige Fassadensysteme	58
6.2.6	Die Doppelfassade als Aussenhaut.....	66
6.3	Holzbausysteme	73
6.3.1	Grundsätzliches und Übersicht.....	73
6.3.2	Holzleichtbausysteme.....	73
6.3.3	Massivholzbau	85
6.4	Mobile Trennwände	91
6.4.1	Einführung	91
6.4.2	Systeme	91
6.4.3	Materialien	92
6.4.4	Mobile Trennwände im Wohnungsbau	93
6.4.5	Schallschutz.....	95
6.4.6	Kindertauglichkeit	95
7	AUSFÜHRUNGSPARAMETER	98
7.1	Passivhausstandard.....	98
7.1.1	Einleitung:	98
7.1.2	Kritische Punkte bei Planung und Ausführung	99
7.1.3	Wandstärken bei hohem Dämmstandard	99
7.1.4	Außendämmung - Befestigung	100
7.1.5	Befestigungssysteme und Wärmebrücken	101
7.1.6	Attika.....	103
7.1.7	Aufbauten am Dach / Kamine.....	104
7.1.8	Balkon und Loggia	105
7.1.9	Brandschürzen im Fassadenbereich	106
7.1.10	Geländer	107
7.1.11	Sonnenschutz und dessen Befestigung	107
7.1.12	Steildachsysteme.....	109
7.1.13	Flachdachsysteme.....	110
7.1.14	Sonderlösungen.....	111

7.1.15	Durchdringungen – Elektro/Blitzschutz	114
7.1.16	Elektro – und Sanitärinstallationen	114
7.1.17	Grauwasser	114
7.1.18	Kanal.....	114
7.1.19	Luftleitungen	114
7.2	Holzgeschossbau	115
7.2.1	Setzungsverhalten	115
7.2.2	Ebenheit und Materialübergang.....	117
7.2.3	Brandschutz.....	118
7.2.4	Schallschutz.....	125
7.2.5	Schutz der Holzkonstruktion vom Transport bis zur fertigen Übernahme	132
7.2.6	Luftdichtigkeit und Winddichtigkeit.....	134
7.2.7	Anwendung nachwachsender Rohstoffe (NAWARO) in Bauteilen.....	135
8	BAUÖKOLOGIE	139
8.1	Vorbemerkungen zur Bauchemie.....	139
8.1.1	Petrochemie versus NAWARO	139
8.1.2	Klima- und Gesundheitsschutz im Bauwesen	139
8.1.3	Allgemeine bauökologische Anforderungen an HY3GEN –konforme Planungen, Ausschreibungen und Ausführungen	140
8.1.4	Qualitätsicherung.....	145
8.2	Vorgaben und Richtlinien für bauökologisch relevante Gewerke.....	146
8.2.1	Schwarzdecker	146
8.2.2	Bodenleger	149
8.2.3	Maler.....	152
8.2.4	Fenster.....	153
9	TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG	155
9.1	Haustechnik	155
9.1.1	Allgemeine Grundlagen	155
9.1.2	Steuerung	156
9.2	Wärme	157
9.2.1	Warmwasserbereitung.....	157
9.2.2	Brennstoffzellen	157
9.2.3	Blockheizkraftwerke	158
9.2.4	Betonkernaktivierung	159
9.2.5	Solarfassade, Solarfolien.....	160
9.2.6	Erdsonden	162
9.2.7	Geothermie	162
9.2.8	Stirling Motor.....	163
9.2.9	Pelletsheizung	164
9.3	Klimatisierung.....	164
9.3.1	Solar-Cooling	164
9.3.2	Lüftungsanlage für den Wohnteil der Anlage.....	165
9.3.3	Sonnenschutz und Verschattung.....	167
9.4	Licht.....	170

9.4.1	Tageslichttransformation und -einspiegelung	170
9.4.2	Lichtlenksysteme	171
9.5	Kommunikation	175
9.5.1	Telefon-Internet-Netzwerkssysteme	175
9.5.2	Telefonie	177
9.5.3	Gegensprechanlagen	178
9.5.4	TV	178
9.5.5	Communities	179
10	RESÜMEE UND AUSBLICK	180
11	LITERATURVERZEICHNIS	181
12	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	182

1 Einleitung

1.1 Problembeschreibung und Ausgangslage

Im urbanen Raum werden Standzeiten von Gebäuden immer kürzer. Das ist einerseits Resultat sich verändernder Bedürfnisse einer immer schnelllebigeren Gesellschaft, andererseits in der gebauten Struktur nach heutigem Standard vorprogrammiert, weil Gebäude oft für sehr spezifische und nur kurzfristige Nutzungen mit entsprechend minderwertigem Standard gebaut werden. Die beträchtliche Belastung der Umwelt durch schwache Lebenszyklusbilanzen durchschnittlicher Bauten ist Ausgangspunkt für das vorliegende Projekt.

Die Weiterentwicklung der unter dem Schlagwort „Hybride Gebäude“ bereits seit über hundert Jahren entwickelten Ideen bietet einen Ansatz zur Entwicklung eines nachhaltigen Gebäudetyps. Als Hybride werden in der Architektur Gebäude bezeichnet, die bei hoher städtebaulicher Dichte unterschiedliche Funktionen in enger Verzahnung auf der Parzelle vereinen.

Als erste Generation hybrider Gebäude gilt die Bebauung ganzer Blocks mit komplexen Nutzungspaketen in amerikanischen Innenstädten ab Ende des 19. Jahrhunderts. Maßstab und Größe dieser Gebilde waren geprägt vom festgelegten Straßenraster.

Bevölkerungswachstum und gestiegene Grundstückspreise zwangen diese Bauwerke in die Höhe. Gleichzeitig wurde der Bau größerer und komplexerer Gebäude durch eine Reihe technischer Erfindungen möglich (Stahlskelett, elektrischer Aufzug, Telefon, Elektrifizierung, Zentralheizungs- und Lüftungssysteme).

Die zweite Generation hybrider Gebäude wurde mit dem Ziel entwickelt, im Bereich der Bauteile und Komponenten optimal auf individuelle Bedürfnisse der Nutzer zu reagieren und ein Maximum an Flexibilität zu bieten.

Hybride Gebäude sind ein großstädtisches Phänomen. Mit der Durchsetzung des Leitbilds der räumlichen Trennung der unterschiedlichen städtischen Funktionsbereiche wie Wohnen, Arbeiten, Freizeit und Verkehr nahm die kleinteilige Mischung der Städte ab, monofunktionale Gebäude und Stadtbereiche gewannen an Bedeutung. Die Probleme dieser „Entmischung“ traten jedoch bald zutage: großer Flächenverbrauch, starke Verkehrserzeugung und Verödung großer Stadtbereiche.

Die in den letzten zwei Jahrzehnten aufgekommene Diskussion um die Nachhaltigkeit von Architektur und Stadtplanung brachte auch das Thema Nutzungsmischung wieder in die Diskussion. Die Entwicklung zur Dienstleistungsgesellschaft eröffnete zudem neue Möglichkeiten der weitgehend störungsfreien Kombination von Arbeits- und Wohnbereichen. In diesem Zusammenhang rückt der Entwurf hybrider Gebäude wieder in den Fokus.

1.2 Zielsetzung

Um die ökologische Gesamtbilanz von Gebäuden zu verbessern, hat sich das Projekt HY3GEN die Entwicklung von Grundlagen für ein hybrides Gebäude der dritten Generation zum Ziel gemacht. Daran anschließend war die Errichtung eines Prototyps vorgesehen.

Für den Gebäudeentwurf wurden im Projekt HY3GEN parallel drei Hauptziele verfolgt:

- Nutzungsflexibilität im Gebäudekonzept,
- Nachhaltigkeit in Konstruktion und Material
- und geringer Primärenergieeinsatz im Gebäudebetrieb.

Das hybride Gebäude der dritten Generation, dessen Grundzüge im vorliegenden Projekt definiert werden, soll die Entwurfsprinzipien Nutzungsmischung und Flexibilität um den Aspekt der ökologischen Nachhaltigkeit ergänzen, um so zu einem hinsichtlich seiner Nutzungsoptionen, Wirtschaftlichkeit und Ökologie langlebigen und anpassungsfähigen Gebäude zu gelangen.

Im Einzelnen bedeutet das:

- Das Gebäude ist ökologisch optimiert durch sparsame Ressourcennutzung, Einsatz nachwachsender Rohstoffe und Minimierung von Emissionen bei der Errichtung und Nutzung des Gebäudes. Es soll zu einem hohen Anteil mit nachwachsenden Rohstoffen gebaut werden und hinsichtlich des Heizwärmeverbrauchs Passivhausstandard erreichen.
- Es ist nutzerfreundlich durch die nach individuellen Anforderungen auch nachträglich anpassungsfähigen Grundrisse und Ausstattungen.
- Durch diese Nutzerfreundlichkeit und optimierte Operationskosten erreicht das Gebäude ein hohes Marktpotenzial. Es soll über seine gesamte Lebensdauer hinweg sowohl für den Eigentümer als auch für den Nutzer wirtschaftlich und wertbeständig bleiben. Dazu tragen neben einer Vollkostenbetrachtung über den gesamten Lebens- und Nutzungszyklus des Gebäudes auch ein breites Angebot an sekundären Dienstleistungen im Bereich Informationstechnologien, Mobilität und Hausservices bei.

Es handelt sich um ein Gebäudekonzept, das sich den Anforderungen der sich in dauernder Veränderung begriffenen Umwelt anpassen lässt und so Baustein der „Stadtentwicklung im feinen Korn“ sein kann.

Mit dem Fokus auf der ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbetrachtung von Gebäuden arbeitet HY3GEN exakt im Kernbereich der Programmlinie „Haus der Zukunft“.

1.3 Vorgangsweise

In der ersten Bearbeitungsphase wurde zunächst aus den Grundlagen und möglichen Anwendungstechniken ein Katalog typologischer Elemente hybrider Gebäude in Passivhausstandard erarbeitet. Dieser von kleinen Sub-Arbeitsteams nach Themenbereichen getrennt erstellte Katalog typologischer Ausführungselemente wurde danach im Team ausführlich diskutiert.

In mehr als zehn gemeinsamen Arbeitssitzungen und vielen Einzelbeiträgen wurden im Zusammenspiel unterschiedlicher Professionen und wirtschaftlicher Positionen die Entwicklungsbedingungen eines hybriden Gebäudeprototyps ausgelotet. Erarbeitet wurde ein Pflichtenheft, das im Laufe des Entwicklungsprozesses von den für die unterschiedlichen Arbeitspakete zuständigen HY3GEN-Partnern immer weiter detailliert, ergänzt und revidiert und mit dem gesamten Team abgestimmt wurde. Es umfasst alle für die Umsetzung der Projektergebnisse im Rahmen eines konkreten Bauprojektes relevanten Themenbereiche von der Baukörpertypologie über die Bauökologie bis zur technischen Gebäudeausrüstung. Dabei ermöglichte die disziplinenübergreifende Kommunikation von Fachplanern, Architekten und Bauträgern von Beginn an die Entwicklung einer ganzheitlichen Gebäudelösung.

Gemäß den erarbeiteten Grundlagen war die Errichtung eines HY3GEN-Prototyps im Rahmen eines Pilotprojekts vorgesehen. Nach Akquisition eines geeigneten Grundstücks in Wien-Simmering wurde mit der Anwendung des HY3GEN-Ansatzes auf den konkreten Standort begonnen. In Abstimmung mit dem Bauträger und der Behörde wurde dafür zunächst ein Flächenwidmungs- und Bebauungsplanentwurf erstellt, der den besonderen Ansprüchen eines HY3GEN-Gebäudes entspricht und im vorliegenden Bericht dokumentiert ist. Das Pilotprojekt wurde jedoch nicht ausgeführt.

1.4 Aufbau der Arbeit

Gemeinsame Festsetzung von Zielvorgaben für HY3Gen-Bauwerke durch die einzelnen Mitglieder des Projektteams:

→ Kapitel 1 „Einleitung“

Zusammenfassung der auf Grundlage dieser Ziele im Rahmen der Projektarbeit erarbeiteten Ergebnisse in Form eines Pflichtenheftes für die Konzeption, Planung und Ausführung von HY3GEN-Bauwerken:

→ Kapitel 2 „Zusammenfassung und Ergebnisse“

Einführung in die Themenbereiche Typologie, Funktionen und Raumprogramme hybrider Gebäude als

→ Kapitel 3 „Grundlagen der Projektentwicklung“

Inhalte und Ergebnisse der, von den einzelnen Projektpartnern erarbeiteten, an Umsetzungs- und Planungsschritten orientierten, sowie intern abgestimmten Themenbereiche:

→ Kapitel 4 „Flächenwidmung“

→ Kapitel 5 „Entwurfsgrundlagen“

→ Kapitel 6 „Planungsparameter“

→ Kapitel 7 „Ausführungsparameter“

→ Kapitel 8 „Bauökologie“

→ Kapitel 9 „Technische Gebäudeausrüstung“

Aus den Ergebnissen der genannten Kapitel können dann, beeinflusst durch das Scheitern des ursprünglich projektbegleitenden Realisierungsvorhabens, in

→ Kapitel 10 „Resümee und Ausblick“

verfasst werden.

Die Bearbeitung der Themengebiete erfolgte durch die genannten HY3GEN-Projektpartner, wobei diese schwerpunktmäßig wie folgt bearbeitet wurden:

raum & kommunikation:	Ziele, Projektgrundlagen und Flächenwidmung
Delugan-Meissl:	Doppelfassaden
Ambrozy:	Holzbau und Tragwerkstypologie
Wimmer:	Mobile Trennwände
Vienna Öko Systems:	Technische Gebäudeausrüstung
Mischek / Belazzi:	Vorfertigung, Bauökologie
Österr. Ökologie-Institut:	Nachwachsende Rohstoffe
Waclawek:	Passivhaus

2 Zusammenfassung und Ergebnisse

Ein Gebäude im HY3GEN-Standard ist ökologisch optimiert durch sparsame Ressourcennutzung, Einsatz nachwachsender Rohstoffe und Minimierung von Emissionen bei der Errichtung und Nutzung des Gebäudes.

Es ist nutzerfreundlich durch die nach individuellen Anforderungen auch nachträglich anpassungsfähigen Grundrisse und Ausstattungen.

Durch die Möglichkeit nachträglicher Änderungen der Nutzung und günstige Betriebs- und Adaptierungskosten erreicht das Gebäude ein hohes Marktpotential. Es soll über seine gesamte Lebensdauer hinweg sowohl für den Eigentümer als auch für den Nutzer wirtschaftlich und wertbeständig bleiben. Dazu tragen neben einer Vollkostenbetrachtung über den gesamten Lebens- und Nutzungszyklus des Gebäudes auch ein breites Angebot an sekundären Dienstleistungen im Bereich Informationstechnologien, Mobilität und Hausservices bei.

Das Einzeldesign hybrider Gebäude ist abhängig von Standort, wirtschaftlicher Bauaufgabe und Raumprogramm. Nichtsdestotrotz gibt es eine Reihe verallgemeinerbarer planerischer und technischer Charakteristika und Kenndaten hybrider Gebäude, die für das Programm „Haus der Zukunft“ mit dem vorliegenden Beitrag erarbeitet wurden und zukünftigen Projektentwicklungen als Handbuch zur Verfügung stehen. Im Folgenden wird der Inhalt des Pflichtenheftes in Form einer Checkliste zusammengefasst, detaillierte Ausführungen und Grundlagen finden sich bei den einzelnen Kapiteln.

2.1 Pflichtenheft für einen HY3GEN-Prototyp

Es ist gelungen, aus den Ergebnissen und Beziehungen der untersuchten Ansätze und Grundlagen einen Gebäudetypus zu formulieren, der HY3GEN-Gebäude eindeutig und kurz charakterisiert.

HY3GEN ist:

- Urbaner Standort
- Wohn- und Dienstleistungsgebäude
- (Lauben-) gangerschlossene Typologie
- Passivhaus
- Skelettbau
- Konsequente Anwendung ökologischer Baustoffe und Technologien

Das Pflichtenheft unterscheidet

- + eindeutige Ausführungsempfehlungen
- mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließende Ausführungen, sowie
- ? annähernd gleichwertige Ausführungsvarianten, über die standort- und projektabhängig entschieden werden muss.

2.1.1 Raum- und Funktionsprogramm

- + Grundvoraussetzung einer gesicherten langfristigen hybriden Nutzung ist die Bildung eines „Inneren Milieus“ sowie weitergehend die Schaffung eines mikrozentrumartigen Funktionsgeflechts
- + 12,5 % mehr Bruttoraumvolumen als ein herkömmliches Wohngebäude; respektive Geschosshöhen von 3,30 m statt 2,90 m (äquivalent Bürohausstandard)
- + potenziell erzielbare Mindestgröße zusammenhängender Nutzflächen (frei überspannte Nutzfläche ohne Scheidewände): ca. 200 m²
- + Die Erschließung muss grundsätzlich „hierarchisch“ angelegt sein, wobei bei gemeinsamer Erschließung der Gewerbe-/ Büroteile und der Wohnteile den Anforderungen der gewerblich genutzten Teile der Vorrang einzuräumen ist
- ? Hierarchisch strukturierte Erschließung:
 - in der ersten bis zweiten Hierarchieebene ist eine hybride Erschließungslösung möglich (gemeinsamer Eingang und Vertikalerschließung für Gewerbe-/ Büroteile und Wohnteile – gemeinsamer Erschließungskern)
 - in der dritten Hierarchieebene (Horizontalerschließung der Nutzeinheiten) ist eine Trennung erforderlich, z.B. in Form einer mehrhüftigen Horizontalerschließung

2.1.2 Tragwerk

- + Grundhaltung der Tragwerksplanung: vom Industriebau lernen – „Befreiung von der Tragstruktur“ – große zusammenhängende Flächen
- + Zusätzlich Ermöglichung geschossübergreifender, zusammenhängender Nutzeinheiten
- ? Ausführungsvarianten der Tragkonstruktion, abhängig von Standort, Zuschnitt und Bebaubarkeit des Grundstücks, sind:
 - Skelettbauweise mit aussteifenden Scheiben
 - Tragende Außenwand mit Stützen/Scheiben
 - „abgehängte“ Konstruktion: bauwerkshohe Pfeiler mit abgehängten Decken
- + Tendenziell sollen die Decken als primäre Speichermasse fungieren und nicht die Außenbauteile oder Scheidewände.
- ? Ausführungsvarianten der Decken sind:
 - (vorgespannte) Stahlbeton-Massivdecken
 - Brettstapeldecken mit Aufbeton
- keine Schottenbauweise

2.1.3 Baustoffe

- + Naturbaustoffe und Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWAROs) werden priorisiert (z.B. Holz, Lehm, Linoleum, ...)
- + Stahlbetonanwendung nur in einer massereduzierten Primärtragstruktur
- ? in bauökologischer Hinsicht sind alle in Frage kommenden Baustoffe und Werkstoffe zu bewerten hinsichtlich:
 - Recyclierbarkeit – Zerlegbarkeit – Ökobilanz
 - Eignung für nachträgliche Umrüstung/ Zurüstung/ Aufrüstung
 - Möglichkeit zum Austausch von Bauwerkskomponenten
- keine Compounds (Verbundwerkstoffe)

2.1.4 Bauchemikalien

- + Chemikalien auf Basis natürlicher und nachwachsender Rohstoffe sind zu favorisieren
- + Es müssen, soweit technisch möglich, lösungsmittelfreie und emissionsarme Produkte zum Einsatz kommen
- keine klimaschädlichen Chemikalien (z.B. H-FKW, SF6 u.ä.)
- kein PVC und andere halogenhaltigen Kunststoffe

2.1.5 Passivhaus-Standard

- + Im gesamten Objekt durchgehend baulicher Passivhausstandard aber nicht unbedingt durchgehend energetischer Passivhausstandard
- + Für Tragwerk und Erschließungskerne/ Schächte ist eine massive Ausführung zu bevorzugen – in erster Linie (vorgefertigter) Stahlbeton
- ? Ausführungsvarianten der Außenhülle/ Außenwand sind:
 - Ausfachung in Massivbauweise
 - (vorgefertigte) hochwärmegeämmte Leichtbauelemente
 - in Teilbereichen sind flächige Glasfassaden und Glas-Doppelfassaden möglich (z.B. Atrien, Stiegenhäuser), insbesondere wenn damit gut nutzbare Pufferräume geschaffen werden können

2.1.6 Fassaden und Gebäudehülle

- + Die Fassadengestaltung soll auf die Belichtung größerer Raumtiefen abzielen, etwa durch Glasflächenanordnung, Tageslichtführung und Tageslichteinspiegelung
- + Das sogenannte „Wintergartenprinzip“ könnte im Bereich von Atrien und Pufferräumen (im Verband mit den Erschließungsflächen) zum Einsatz kommen
- + Die sommerliche Überwärmung und Blendfreiheit von Arbeitsplätzen soll durch Südorientierung und die Kombination eines feststehenden außenliegenden Sonnenschutzes und innenliegender Abschattung mit Blendschutzfunktion erreicht werden
- + Es ist vorteilhaft, diesen feststehenden Sonnenschutz zugleich als Wartungssteg für die Fassade auszubilden
- + Fassadenbegrünung hat hohe Wertigkeit; sie bietet sich besonders bei vorgehängten / abgehängten Konstruktionen an, die zugleich als feststehender Sonnenschutz und Wartungssteg genutzt werden können
- Kein Einsatz transparenter Wärmedämmung auf Kunststoff- oder Glasbasis als Wanddämmsystem
- ? Ein anderer Einsatz transparenter Wärmedämmung ist zu überprüfen:
 - TWD als Direktgewinnsystem eingesetzt (d.h. als lichtstreuender Ersatz für Fensterflächen und nicht als Vorwanddämmung)
 - Selbststeuernde Solarfassade mit Kartonwabendämmung
- ? Mögliche Maßnahmen zur Tageslichtführung in die Gebäudetiefe sind:
 - passiv: sturzlose Fenster und Fensterbänder
 - aktiv: (kostenaufwendigere) Lichtlenksysteme und vertikale Lamellen
- Doppelfassaden sowie Zu- und Abluffassaden kommen (außer fallweise punktuell im Bereich von Atrien oder bei immissionsbelasteten Standorten (z. B. Schallschutzfunktion) nicht zum Einsatz

2.1.7 Fill In

- + Einsatz von stockwerksweise vorgefertigten Sanitärschächten und von vorgefertigten, an die Schächte anschließenden, mobilen „Sanitärwänden“ mit integrierten multivalenten Anschlüssen
- + Vorzugsweise Anordnung der Versorgungs- und Installationsebene in abgehängten Decken, besonders in den Nebenraumzonen.
Zusatznutzen: Ausbildung als Akustikdecken;
wahlweise größere Raumhöhen und höhere aktivierbare Speichermassen in Bereichen ohne zwingender horizontaler Installationsebene (Gewerbeflächen und Wohnteile)
- ? Die Sinnhaftigkeit einer Aufsplittung bzw. getrennten Führung von vertikalen Lüftungs- und Sanitärschächten ist zu untersuchen
- keine Doppelböden: als Standardausstattung für Wohnnutzung im Hybridteil zu kostenaufwendig; konterkariert erhöhte lichte Raumhöhen
- keine vorgefertigten Raumzellen
- keine standardmäßige Verwendung mobiler Trennwände
- ? mögliche Einsatzgebiete mobiler Trennwände sind:
 - als Büroausstattung (Schallproblematik; wichtig ist nicht die Mobilität, sondern die leichte Umbaubarkeit von Leichtbau-Trennwänden zwischen benachbarten Nuteinheiten)
 - Verwendung als mobile Scheidewände bei bewusst als kurzfristig wandelbar konzipierten Wohneinheiten

2.1.8 Technische Gebäudeausrüstung

- + TGA-Auslegung Gewerbeteil: zentrale Lüftungsanlage, Blockheizkraftwerk (BHKW) oder Fernwärmeversorgung; fallweise Biomasse-Heizung oder -BHKW; Stromerzeugung aus BHKW für den Wohnteil (Betrieb der Lüftungsaggregate und allfälliger Wärmepumpen)
- + TGA-Auslegung Wohnteil: dezentrale Lüftungs-/Heizungs-Kompaktgeräte mit integrierter Abluft-Wärmepumpe
- ? im Wohnteil ist die Wirtschaftlichkeit und ökologische Sinnhaftigkeit einer Nachheizung und Warmwasserbereitung mit Strom (aus eigenem BHKW) zu untersuchen, ebenso die Errichtung und Auslegung einer thermischen Solaranlage für Warmwasserbereitung und allenfalls solare Kühlung
- ? Eine Photovoltaikanlage könnte eventuell für die Steuerung der Verschattungseinrichtungen bzw. als baulicher Bestandteil der Verschattungseinrichtung eingesetzt werden
- keine Fassadenkollektoren (bei dichter, innerstädtischer Verbauung)
- kein Stirlingmotor-BHKW (zu geringe Effizienz für Passivhaustechnologie)
- keine standardmäßige Bauteilkühlung, keine Betonkernaktivierung (BKA), vor allem im Wohnteil (im Passivhaus durch Zuluftkühlung und Fortlüftung innerer Wärmelasten lösbar)
- ? möglicher Einsatz der BKA in Bereichen mit Gewerbe-/Büronutzung mit langfristig feststehenden hohen inneren Wärmelasten

3 Grundlagen der Projektentwicklung

3.1 Einführung zu Funktionen und Raumprogramm hybrider Gebäude

3.1.1 Typologie des Hybriden

J. Fenton [1] unterscheidet zwei funktionale Kategorien von Hybridität:

- das thematische Programm, wo funktional ähnliche Teile interagieren: z.B. Gerichte, Krankenhäuser, Universitäten
- das disparate Programm, bei dem wirtschaftliche Vorteile oder symbiotische Beziehungen zwischen thematisch verschiedenen Teilen eine Rolle spielen. Die Vermietung eines Teils macht einen anderen attraktiver („Stadtentwicklung im feinen Korn“).

Im Hy3Gen-Typus wird das Konzept disparater Funktionen verfolgt.

C. Körner [4] stellt die Entstehung von Hybriden bei Veränderung der Rahmenbedingungen fest:

In der Zeit der Jahrtausendwende sind die Tendenzen wie Globalisierung, multikulturelle Strömungen und mediale Kommunikation.

Zeitgenössische Hybridtypen versuchen, Antworten auf eine von der Suburbanisierung und Dezentralisierung zergliederte Stadt zu geben. Bestimmend für deren heutige Konzeption ist weniger der Straßenblock als vielmehr ein Netzwerk aus Transport- und Kommunikationslinien.

Für das Wesen eines komplexen Gebäudes ist daher das Verhältnis zwischen Form, Funktion, Technologie, städtischem Kontext und Gesellschaft ausschlaggebend.

3.1.2 Bekannte Beispiele mehrfachgenutzter Gebäude

Die angeführten einfachen Beispiele sind allgemein geläufig und drücken daher plakativ das Wesen mehrfachgenutzter oder hybrider Gebäude aus:

Stadthaus mit Geschäft / Gewerbe im Erdgeschoß

- die zum Wohnen ungünstigste Lage ist zum Verkaufen die günstigste

innerstädtisches Wohnhaus mit nachträglicher Büronutzung

- Altbauten bieten neutrale Hüllen für modernere Nutzungen,
- nicht alle gewerblichen Nutzungen haben Kundenverkehr. Für sie wird dafür die Nutzung der Obergeschoße möglich
- Attraktivität der Gebäude durch Lage, Ambiente, wirtschaftliche Aspekte

Universitätscampus

- neben allen Funktionen des Unibetriebs auch Wohnungen und städtische Infrastruktur wie z.B. Gastronomie, Sport, Läden, ...
- dadurch Konzentration und Effizienz

Bahnhof/ Flughafen

- die Hauptfunktion zieht unabhängige Nebenfunktionen nach sich (Einkauf, Dienstleistung)
- praktisch nutzbare Ballung von Infrastruktur

Krankenhaus

- Nebenfunktionen wie Versorgung haben keine ursächliche, aber mittelbare Verbindung

Hotel

- zeitweiliges Wohnen und damit verbundene Funktionen
- überlagernde Funktionen (z.B. größere Veranstaltungen), die die gleiche Infrastruktur nutzen

Sportzentrum

- Konglomerat von Freizeiteinrichtungen

Unité d' Habitation (Le Corbusier, Marseille, Firmini)

- konstruierte Struktur für Wohnen und soziale Infrastruktur
- nur teilweise funktionsfähig

Im Allgemeinen zieht bei Mehrfachnutzung eine Hauptfunktion inhaltlich ähnliche oder komplettierende Funktionen nach sich. Reines Wohnen spielt dabei als Attraktor in diesem Maßstab eher selten eine Rolle.

3.1.3 Funktionelle Beschreibung städtischer Strukturen

Eine Klassifizierungsmöglichkeit für städtische Strukturen ist die Einteilung nach der Nutzung im Spannungsverhältnis zwischen Individuum und Gesellschaft:

private Nutzung:

- Wohnen: Miete, Eigentum, Altenheim/ Internat etc.

kommerzielle Nutzung:

- Geschäft: Einzelhandel, Versorgung, Dienstleistung
- Büro: Dienstleistung, Ärzte, Verwaltung
- Gewerbe: verarbeitendes od. veredelndes Gewerbe, Industrie/Produktion, Großhandel/ Distribution/ Lager/ Manipulation, Sonderbetriebe, Spedition etc.

öffentliche Nutzung:

- allgemein: Ambulanz, Spital, Veranstaltungssaal, Postamt, Polizeistation, Verwaltung etc.
- Bildungseinrichtungen: Kindergärten, Schulen, Bibliotheken, Wohnfolgeeinrichtungen
- Sondernutzungen: Gefängnisse, Kraftwerke, Kläranlagen u.a.
- Verkehr: Bahnhöfe, Flughäfen, U-Bahn-Stationen etc.

M. Vogel [5] stellt fest, dass Altbauwohnungen als Prototyp einer Hülle für vielfältige Funktionen (jedoch nur in kleinem Maßstab) gelten können, da sie durch die Baustruktur großteils nur unklar definiert sind.

Aus der Zielvorgabe des Projektes bzw. aus der angestrebten von Gewerbe- und Wohnnutzung ergibt sich, dass für HY3GEN nur die kleinmaßstäblichen Nutzungen in Frage kommen.

3.1.4 Entwicklungsformen der Beziehung zwischen Arbeiten und Wohnen

Verschiebung von Berufsbildern

In der modernen Gesellschaft ermöglichen vor allem die neuen Technologien die beginnende Verschiebung von Betriebsformen. Orts- und zeitunabhängiges Arbeiten (z.B. Telearbeit) bedeutet für Unternehmen weniger und anders strukturierte Büroflächen.

Kritischer Punkt für das Raumprogramm ist dabei die Bereitstellung flexibler Räume für neue und zukünftige Arbeitsweisen (z.B. arbeiten Zuhause; Gemeinschaftsbüroräume mit gemeinsamer Büroinfrastruktur).

Ein Lösungsansatz ist die Konstruktion von Mietverträgen für kostengünstige Schalträume mit Büroinfrastruktur oder Mehrfachnutzung.

Verschiebung von Wohnmustern

Kritischer Punkt für das Raumprogramm ist die Ermöglichung von an moderne Wohnerfordernisse angepasste Strukturen (z.B. kleine Wohnungen als Zweit- oder Singlehaushalt, andere Organisation für Wohngemeinschaften).

Lösungsansätze dazu sind:

- Raumverbund von getrennt erschließbaren Schalträumen
- Flexboxen als kleine autarke Raumzellen für temporäre Nutzung.

3.1.5 Attraktivität der Kombinationen von Wohnen und Büro / Gewerbe

Verschiedene Nutzungen können durch unterschiedliche räumliche Anforderungen günstig nebeneinander platziert werden. So können Nutzungen, die wenig oder kein Tageslicht benötigen unten und innerhalb großer Baukörper lokalisiert sein; Funktionen mit Bedürfnis nach Licht und Aussicht oben; und solche, die sich nicht mit direkter Sonneneinstrahlung vertragen, nach Norden. Die öffentlich zugänglichen Bereiche (die zum Wohnen eher ungeeignet wären) sind für Geschäftszwecke prädestiniert. Es kann somit eine Besetzung von Leerstellen durch komplementäre Nutzungen stattfinden.

Durch die tageszeitliche Verschiebung verschiedener Nutzungen ergeben sich ungleiche Nutzungsintensitäten und -zeiten. Damit können Räume/ Infrastrukturen mehrfach genutzt werden.

Die Art öffentlicher Funktionen und deren Einzugsbereich hängen vor allem von der Lage des Gebäudes ab. Für Nutzer relevante Qualitäten müssen architektonisch etabliert werden. Dabei müssen Ambiente, Funktionalität, Infrastruktur, Erreichbarkeit, Lage und Preis in Einklang gebracht werden.

Wenn gegenseitige Beeinträchtigungen wie Staub- oder Geruchsbelästigung durch Nutzungsvereinbarungen oder Verträge ausgeschlossen sind, bleiben folgende zu lösende Konfliktpotentiale zu lösen:

3.1.5.1 Problempunkt Lärm:

Da Wohnen eine eher ruhige Funktion ist, bedeutet Lärm die größte Schwierigkeit. Dieses Problem ist insbesondere von der abendlichen Gastronomie bekannt.

Lösungsansätze sind:

- Standard des Schallschutzes der Trennbauteile über dem Bauordnungsstandard.
- Horizontale Staffelung oder komplette räumliche Trennung und Ausrichtung können für den Schallschutz notwendig werden.

3.1.5.2 Problempunkt Erschließung

Umfragen (M. Vogel) haben ergeben, dass bei gemeinsamer Erschließung Bewohner sich durch unangenehme Kundschaft der gewerblichen Teile gestört fühlen, und gewerbliche Nutzer sich im Wesentlichen durch stehengelassene Fahrräder und Kinderwagen behindert fühlen. Wobei weder das eine noch das andere unüberwindliche Barrieren darstellt.

Lösungsansätze sind:

- Die Teilung der Erschließung in getrennte Zugänge oder die Formulierung einer komplexeren Erschließung kann die unerwünschte Mischung privater und öffentlicher Nutzung verhindern.
- Weiters ist ein Ausschluss bestimmter Nutzungen per Festlegung denkbar
- Zwischen Nutzungen mit viel und wenig Kundenverkehr sollte differenziert werden.

3.1.6 Wirtschaftliche Stabilität:

Die HY3GEN-Mehrfachnutzung für einen einzelnen Bauplatz ist für Investoren mit einem verringerten Risiko verbunden. Gegenüber Investitionen, die kurzfristig maximale Rendite erzielen, wie z. B. zur Zeit in attraktive Einkaufszentren, deren langfristige Entwicklung oft sehr ungewiss ist, wird beim HY3GEN-Konzept ein durchschnittlicher Ertrag auf lange Perioden ausgelegt. Mit diesem Modell werden Kalkulierbarkeit und wirtschaftliche Nachhaltigkeit erhöht. Gleichzeitig werden auch die stofflichen und gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsaspekte trotz wirtschaftlichem Gewinn berücksichtigt und überzeugend umgesetzt.

3.1.7 Räumliche Differenzierung bei der Kombination von Raumprogrammen

In der Fassade wird sich der Unterschied zwischen reinen Wohnbereichen- und Bürobereichen klar dokumentieren, durch Ausrichtung, Geschosshöhen, Öffnungsgrößen, Verschattung etc. Die Erschließungsbereiche sind wegen abweichender Anforderungen verschieden gestaltet.

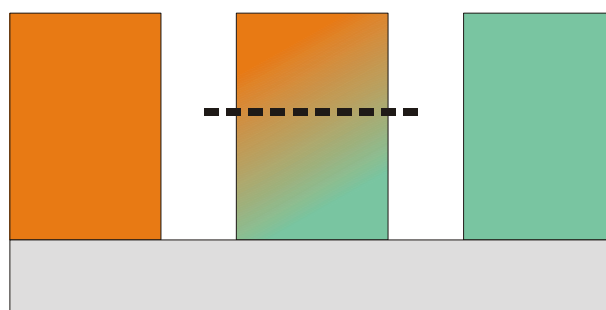
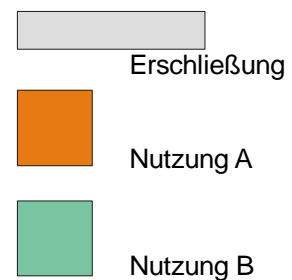
Gemeinsame Bereiche müssen allen Anforderungen gerecht werden. Während sich gewerbliche Nutzungen mit geringem Kundenverkehr mit Wohnnutzungen vertragen, erfordert eine große Kundenmenge auch eine besondere Gestaltung repräsentativer Bereiche (dazu gehört auch die Erreichbarkeit) und erhöhte Privatheit für Nachbarn. Der Differenzierung öffentlicher und halböffentlicher Bereiche muss besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Bei Gebäudeteilen mit verschiebbaren Grenzen zwischen Nutzungen und Nutzungseinheiten erscheint eine Unterscheidung in der Fassadengestaltung nicht angebracht bzw. auch nicht möglich.

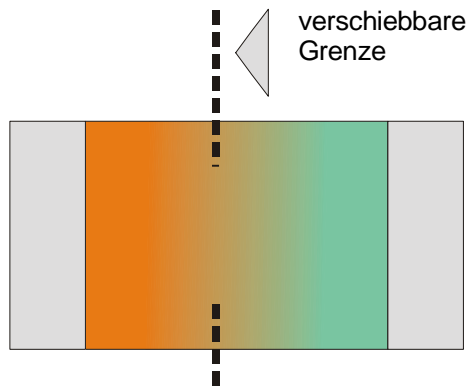
Es ist daher im Rahmen eines konkreten Umsetzungs- und Bauprojektes zu untersuchen, wie der Architekturtypus des Hybridteils ausformuliert wird.

Varianten und Funktionsschemata räumlicher Beziehungen:

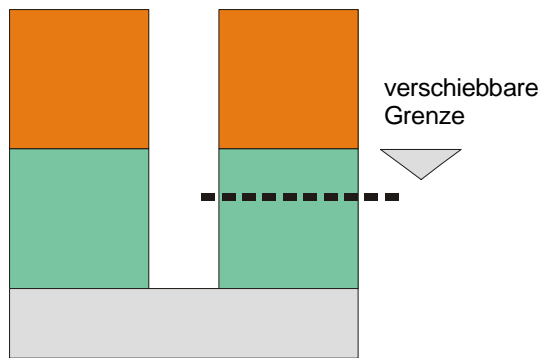
Legende der Funktionen:



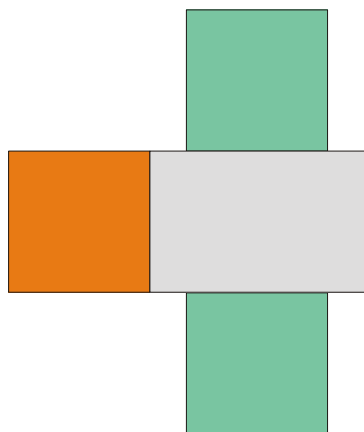
abgekoppelte Nutzungen



Hybridteil mit getrennter Erschließung



Nutzungen horizontal geschichtet, gemeinsame Erschließung



getrennte Gebäudeteile mit Zugriff auf zentrale Erschließung

Abb. 1 Grafiken: Raum&Kommunikation Funktionsschemata

4 Flächenwidmung

4.1 Widmungsparameter für hybride Gebäude

Die gemischte und in Folge auch variierende Nutzung von HY3GEN erfordert eine entsprechende Bebauungswidmung.

Grundsätzlich werden lt. Wiener Bauordnung zwei verschiedene Widmungsarten unterschieden. Die Bebauungspläne im Bauland enthalten entweder

- die Bauklassen (§ 75) und Bauweisen (§ 76) oder
- die Strukturen (§ 77).

Die Flächenwidmung für HY3GEN ist a priori eine Strukturwidmung, da durch divergierende Kubatur- und Flächenwidmungen Einfluss auf die Geschosshöhen genommen werden kann. Die einzelnen Einheiten können durch detaillierte Bebauungsbestimmungen in Widmungskategorien stark differenziert werden. Der Verzicht auf Bauklassen und Bauweisen öffnet den nötigen Spielraum für Erschließung und Typologie

Die Wiener Bauordnung definiert Strukturen im § 77 folgendermaßen:

4.1.1 Strukturwidmung

Aus städtebaulichen, gesundheitlichen und Gründen der Stadtstruktur können in sich geschlossene Teile des Baulandes als Strukturgebiete im Bebauungsplan ausgewiesen werden. Hier ist festzusetzen, ob ein Strukturgebiet in seiner Gesamtheit oder welche in sich geschlossene Teile eine Struktur bilden.

Jede Struktureinheit besteht grundsätzlich aus einem Bauplatz. Über jede Struktureinheit muss der Bebauungsplan folgende Festsetzung enthalten:

- welche Teile des Bauplatzes unmittelbar bebaut werden dürfen;
- das höchste zulässige Ausmaß des umbaubaren Raumes der Gebäude und baulichen Anlagen auf dem Bauplatz;
- die höchste zulässige Höhe, die die Gebäude und baulichen Anlagen haben dürfen.

Darüber hinaus können die Bebauungspläne für Strukturen zusätzlich enthalten:

- Grenzmaße für die zulässige Gebäudehöhe auf dem Bauplatz;
- verschiedene Widmungen der Grundflächen auf dem Bauplatz;
- die Zweckbestimmungen innerhalb der Widmungskategorie, denen die Gebäude zuzuführen sind.

Zur Bemessung der zulässigen Gebäudehöhe von Gebäuden an der Baufluchtlinie ist anstelle der Bauklasse jene durchschnittliche Gebäudehöhe anzuwenden, die sich bei Ausnützung der für das Strukturgebiet festgesetzten höchsten zulässigen Kubatur auf die gesamte zulässige bebaubare Fläche bei Einhaltung einer einheitlichen Gebäudehöhe ergäbe.

4.2 Entwurf für die Flächenwidmung des HY3GEN-Modellprojekts

Für das geplante Modellvorhaben HY3GEN wurde unter mehreren ein geeigneter Baugrund von 15.500 m² im Stadterneuerungsgebiet „Mehrwert Simmering“ gewählt. Es handelt sich um ein groß angelegte Neugestaltung eines ehemaligen Industriegebiets, das vorwiegend in Besitz der städtischen Gaswerke ist. Die Neunutzung der ehemaligen Gasbehälter in unmittelbarer Nachbarschaft zum gegenständlichen Baugrund führte hier zu international renommierte Architektur.

Im Vorfeld des Widmungsvorschlags des HY3GEN Teams wurden verschiedene Studien über Erschließung und Baukörper durchgeführt. Gegenstand dieser Varianten verschiedener HY3GEN-Partner waren bei divergierender Flächen- und Kubaturwidmung die mögliche Anordnung und Erschließung verschiedener Nutzungen.

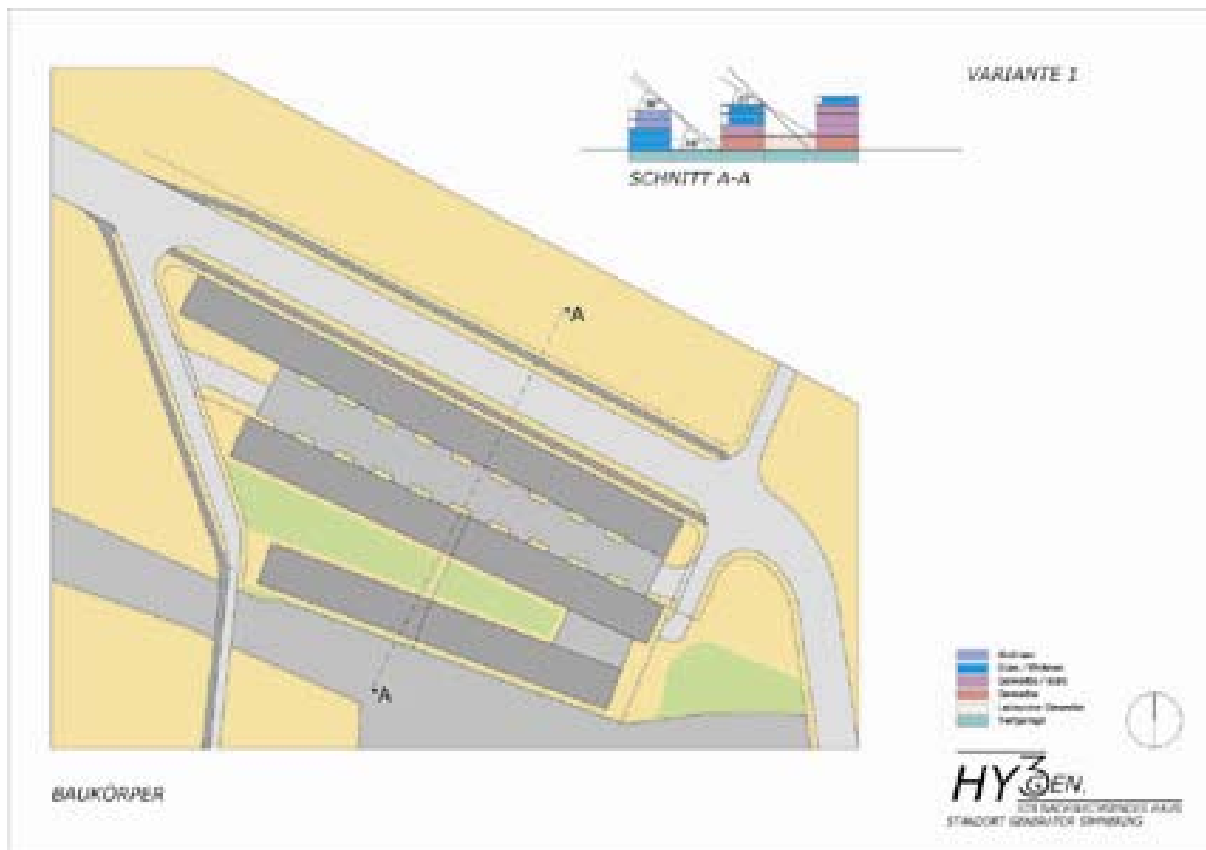


Abb. ARGE HY3GEN

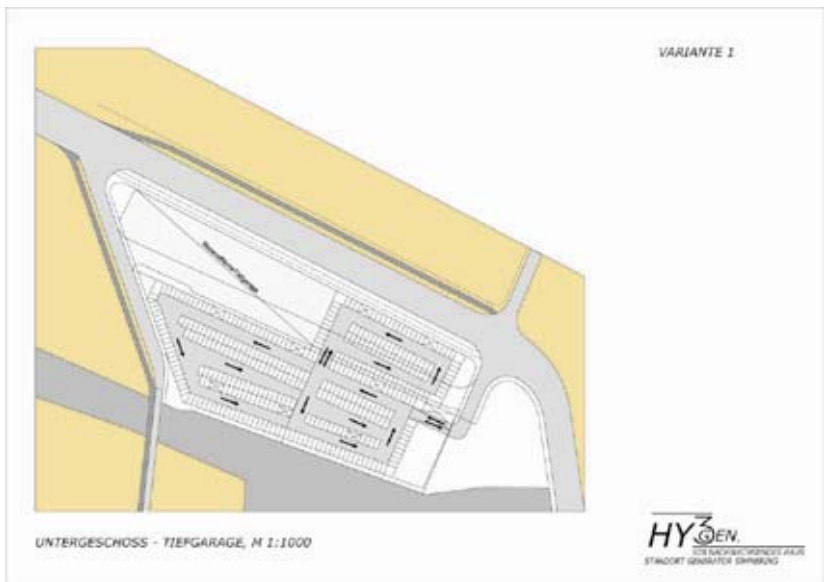
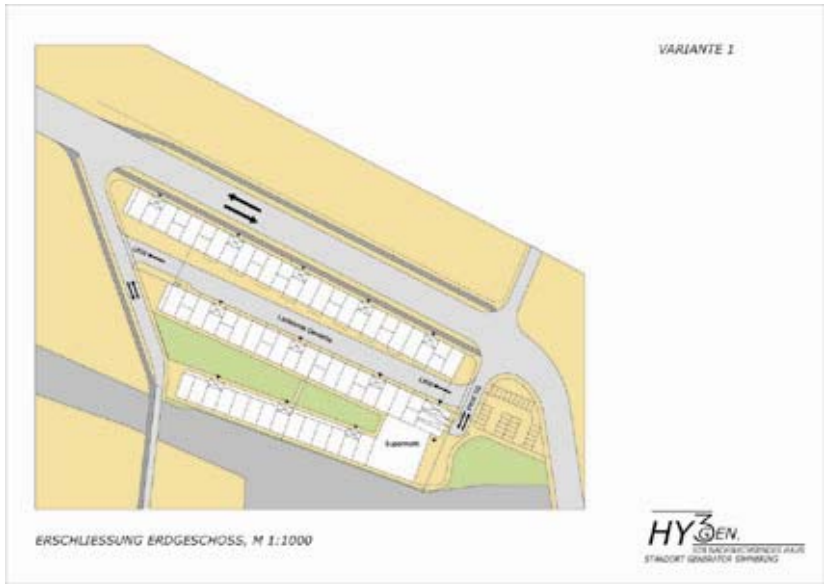


Abb. ARGE HY3GEN

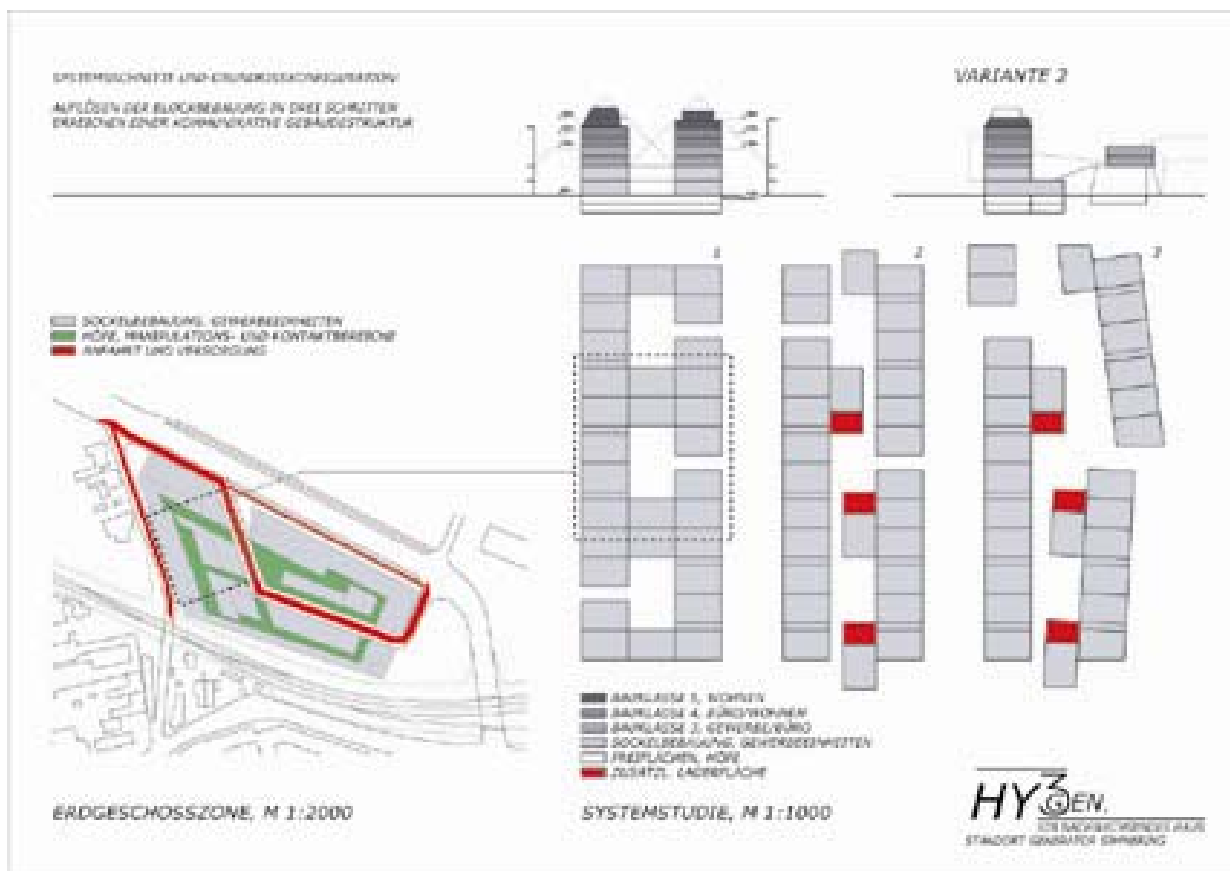


Abb. ARGE HY3GEN

4.2.1 Bebauungsbestimmungen

Die auf dem Plandokument verzeichneten Flächen für jede Struktureinheit sind in der jeweiligen Bebauungsbestimmung maximal zulässigen Kubaturen und Gebäudehöhen zugeordnet. Die vorgeschlagenen und in das Verfahren aufgenommenen Bebauungsbestimmungen sind hier in den Punkten 4 und 6 exemplarisch zitiert:

„4. Gemäß § 5 (4) der Bauordnung für Wien wird für Teile des Plangebietes mit eigener Kennzeichnung im Plan (BB) bestimmt:

- 4.1. auf den mit BB1 bezeichneten Flächen ist die Unterbrechung der geschlossenen Bauweise zulässig.
- 4.2 Die nach § 6 Abs.2 BO für Wien zulässigen Gebäude dürfen auf der mit BB3 bezeichneten und mit Fluchtlinien abgegrenzten Fläche eine Gebäudehöhe von 9,0 m nicht überschreiten. Die höchstens zulässige bebaubare Fläche wird mit 40 % dieser Fläche beschränkt.
- 4.3 Auf der mit BB4 bezeichneten Fläche ist die Errichtung von oberirdischen Gebäuden untersagt.
- 4.4 Die mit BB6 bezeichnete und mit Fluchtlinien abgegrenzte Fläche ist Einstellplätzen samt den dazugehörigen Nebenanlagen vorbehalten und zu 20% gärtnerisch auszugestalten.
- 4.5 Für die mit BB15 bezeichnete Fläche wird bestimmt: Sofern das Gesamtausmaß der bebauten und versiegelten Bodenfläche 50 % der Bauplatzfläche überschreitet, sind die Dächer der zur Errichtung gelangenden Gebäude im Ausmaß dieser Überschreitung als begrünte Flachdächer mit einer Erdauflage von mindestens 30,0 cm Höhe auszuführen.
- 4.6 Für die mit BB17 bezeichneten Flächen darf das Ausmaß des umbauten Raumes über dem anschließenden Gelände maximal je 10.500 m³ betragen.

„6. Gemäß § 77 der Bauordnung von Wien wird bestimmt:

- 6.1 Die gemäß § 77 der Bauordnung für Wien ausgewiesene Struktureinheiten StrE1 und StrE5 bilden ein Strukturgebiet. Dabei sind die mit StrE1 und StrE5 bezeichneten und durch Fluchtlinien begrenzten Flächen unmittelbar bebaubar.
- 6.2 Für die einzelnen Struktureinheiten beträgt das höchste zulässige Ausmaß des umbaubaren Raumes der Gebäude: für StrE1 60.000 m³, für StrE2 40.000 m³, für StrE3 20.000 m³, für StrE4 12.000 m³ und für StrE5 36.000 m³.
- 6.3 Im gesamten Strukturgebiet sind die zur Errichtung gelangenden Dächer als Flachdächer auszubilden.
- 6.4 Die zulässige Gebäudehöhe, welche auf der mit BB7 bezeichneten Fläche errichtet werden kann, beträgt 20,0 m. Der Fußboden von zur Errichtung gelangenden Wohnungen muss an jeder Stelle mindestens 14,0 m über der anschließenden Verkehrsfläche liegen.
- 6.5 Die zulässige Gebäudehöhe, welche auf der mit BB8 bezeichneten Fläche errichtet werden kann, beträgt 16,0 m.
- 6.6 Die zulässige Gebäudehöhe, welche auf der mit BB7 bezeichneten Fläche errichtet werden kann, beträgt 20,0 m. Die Errichtung von Wohnungen ist untersagt.
- 6.7 Die zulässige Gebäudehöhe, welche auf der mit BB10 bezeichneten Fläche errichtet werden kann, beträgt 12,0 m. Die Errichtung von Wohnungen ist untersagt.
- 6.8 Die zulässige Gebäudehöhe, welche auf der mit BB11 bezeichneten Fläche errichtet werden kann, beträgt 16,0 m.

- 6.9 Die zulässige Gebäudehöhe, welche auf der mit BB12 bezeichneten Fläche errichtet werden kann, beträgt 12,0 m. Die Errichtung von Wohnungen ist untersagt.
- 6.10 Die zulässige Gebäudehöhe, welche auf der mit BB13 bezeichneten Fläche errichtet werden kann, beträgt 18,0 m. Die Errichtung von Wohnungen ist untersagt.
- 6.11 Die zulässige Gebäudehöhe, welche auf der mit BB14 bezeichneten Fläche errichtet werden kann, beträgt 12,0 m. Die Errichtung von Wohnungen ist untersagt.“

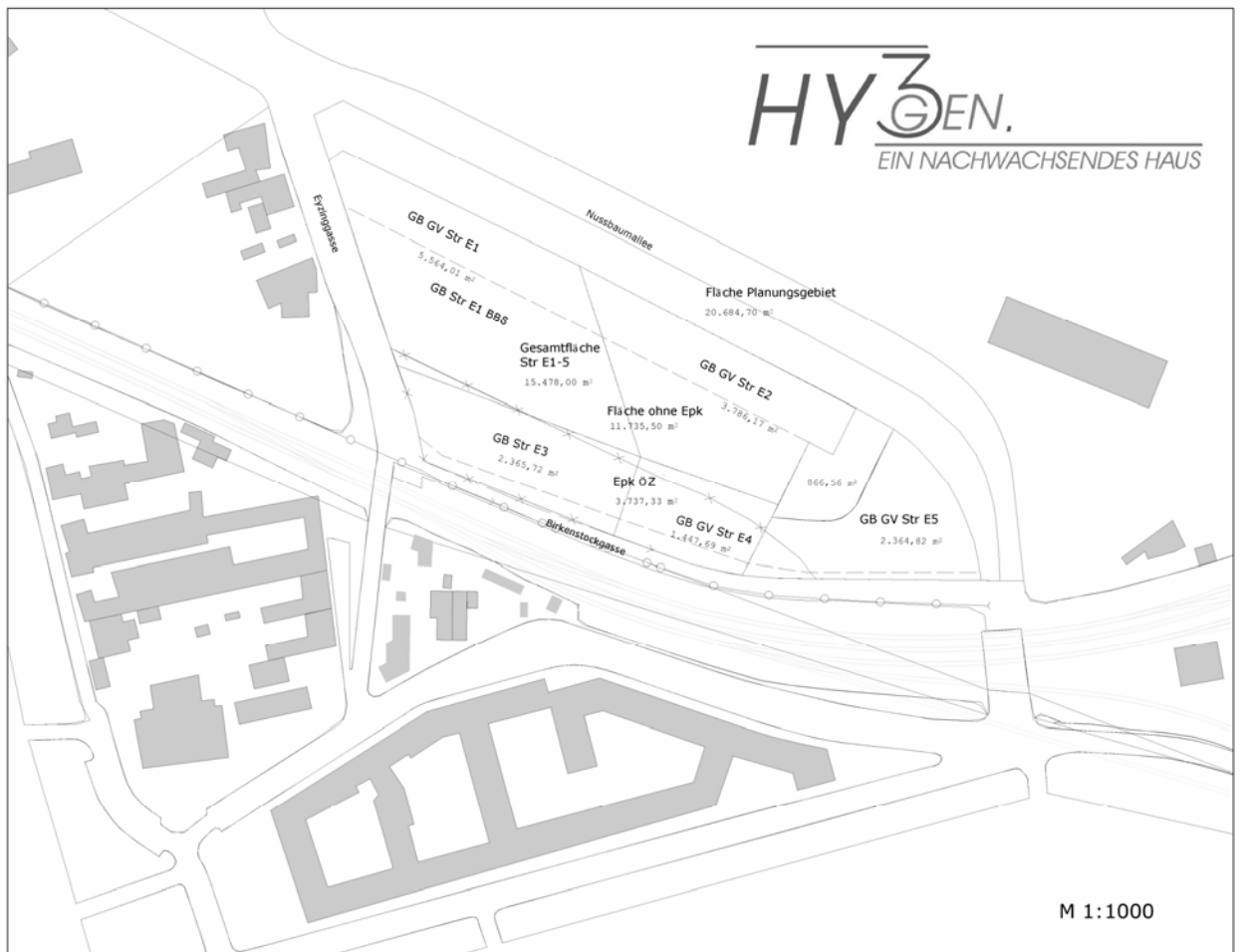


Abb. Strukturwidmung aus dem vorliegenden Rotdruck

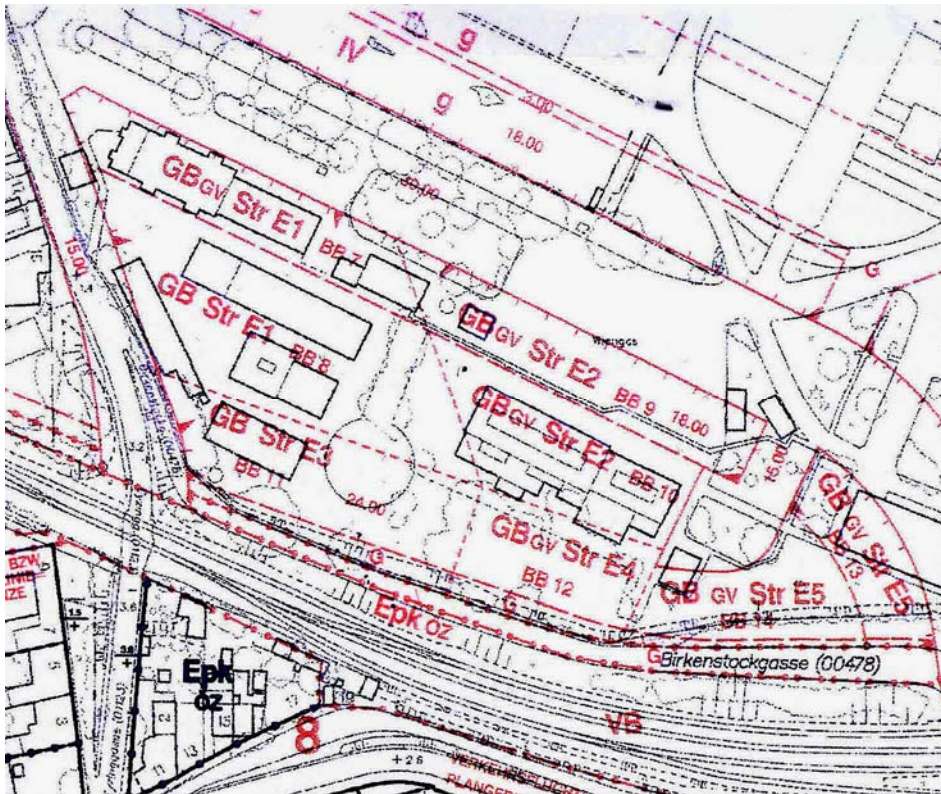


Abb. Letztstand des Rotdruckes Rotdrucks MA 21

Der Widmungsvorschlag unterscheidet fünf Strukturen, in denen mit verschiedenen Kubaturen und Bebauungshöhen nach Bauplatz und Nutzung lt. Bebauungsbestimmung differenziert werden.

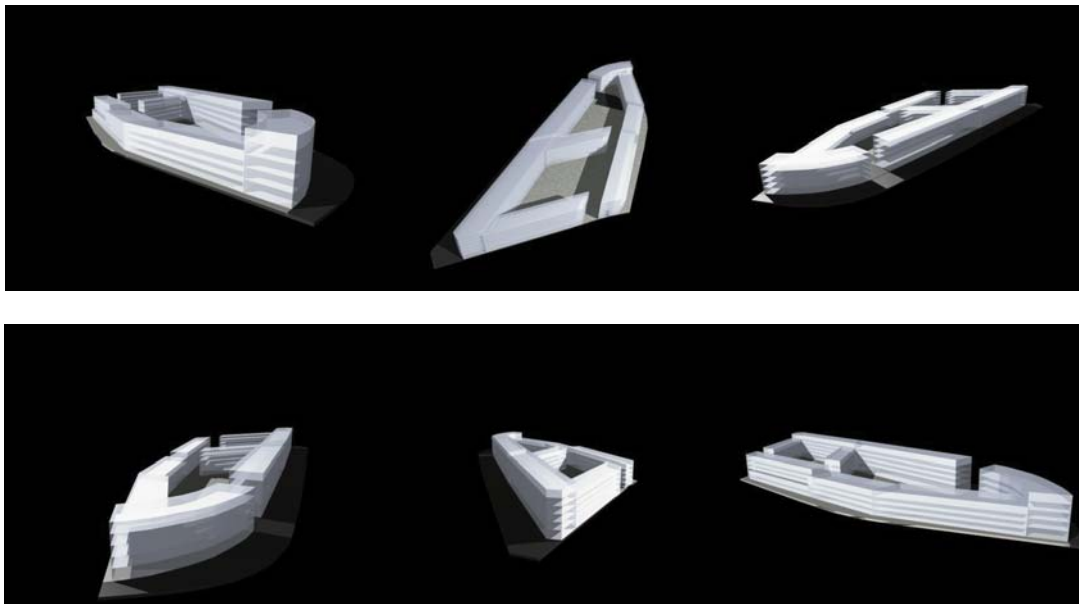


Abb. Visualisierung der Strukturwidmung

Das Widmungsverfahren hatte bereits Blau- Grün und Rotdruck passiert. Trotzdem konnte dieses Pilotprojekt leider nicht ausgeführt werden, obwohl dies von allen Projektbeteiligten des Forschungsprojektes bis zum Schluss als Ziel verfolgt worden war.

5 Entwurfsgrundlagen

5.1 Entwurfsvoraussetzungen hybrider Gebäude

Aus den im ersten, einleitenden Kapitel dargelegten Grundlagen, Motivationen und Ziele ergeben sich für die Konzeption eines hybriden Gebäudes der 3. Generation grundlegende Parameter betreffend Baukörpertypologie, Tragwerksauslegung, Funktionsschemata, Baustoffe und Haustechnik.

Die von gesellschaftlichen und städtebaulichen über energietechnische bis zu ressourcenschonenden Bauweisen reichenden Zielsetzungen müssen bei der Planung und der Umsetzung eines HY3GEN Gebäudes gleichermaßen berücksichtigt werden. Dieser umfassende und den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes berücksichtigende Ansatz des HY3GEN-Gebäudetypus erzeugt gegenüber im Rahmen des Üblichen angesiedelten Projektzielen einen Mehrwert. Durch nachhaltige Konzepte und Bauweisen, Flexibilität, sowie energiesparende und nutzerorientierte Haustechnik wird erreicht, dass sich der in vermietbare Flächen und Nutzungszeiten umgelegte Gebäudelebenszyklus – auf einem hohen Komfortniveau – verlängert, da durch die Variabilität der Nutzungseinheiten in Verbindung mit dem Hybridgedanken Leerstände leichter vermieden werden können und langfristig auch umfassendere Nutzungsänderungen schon systemimmanent im Konzept berücksichtigt, ja sogar vorgesehen sind.

Bei den Arbeitssitzungen des HY3GEN-Teams wurden für das geplante Umsetzungsprojekt die folgenden Punkte als unabdingbare Entwurfsgrundlagen erarbeitet.

- Baukörper müssen Flexibilität und Variabilität im Raumprogramm sicherstellen
- 50% der Nettonutzfläche für hybride Nutzungen
- Auslegung des Hybridteiles auf Büro- und Kleingewerbenutzung mit besonderem Augenmerk auf „mitwachsende Nutzungseinheiten“
- Richtwert der Durchschnittsgröße einer durchgehenden Brutto-Grundrissfläche: 150 m²
- Hybridteile: lichte Raumhöhe mind. 2,8m (von RDOK bis RDUK 3,5m)
- Besonderes Augenmerk auf Schallschutz zwischen den unterschiedlichen Nutzungen
- Besonderes Augenmerk auf geeignete Erschließungsformen
- Kontrollierte Be- und Entlüftung für alle Hybrid- und Wohnflächen
- Besonderes Augenmerk auf Lüftung aller Nicht-Hybridflächen
- 100% der bebauten Fläche als Horizontal- oder Vertikalbegrünung (außen und innen – keine Topfpflanzen)
- Reduzierung der grauen Energie
- Reduzierung des Aufwandes bei der Gebäudeentsorgung
- Größtmöglicher Einsatz nachwachsender Rohstoffe und Vermeidung klimaschädigender Bauprodukte
- Sicherstellung eines gesunden Raumklimas
- Geringer Energieverbrauch in der Nutzungsphase – Passivhausstandard
- Einsatz umweltfreundlicher und trotzdem leistbarer Konzepte bei der Erzeugung der benötigten Energie

In den folgenden Kapiteln werden dazu Grundlagen und wichtige Detailpunkte genauer untersucht und erläutert.

5.2 Baukörpertypologien und Tragwerke

5.2.1 Ausgangslage

Für die Sicherstellung des angestrebten Raumprogrammes und zur Festlegung eines geeigneten Tragwerksrasters sind folgende Punkte zu klären bzw. es sind dabei Lösungen zu finden, die im Rahmen des üblicherweise baulich Umsetzbaren die HY3GEN-Ziele unterstützen:

1. Erschließung
2. Installation
3. Teilbarkeit
4. Belichtung
5. Geschosshöhen

Die Flexibilität im Hy3Gen-Konzept bezieht sich auf die Nutzung, die Ausstattung, das Angebot beim erstmaligen Bezug und die Erweiterung bzw. serielle Schaltung von Raumeinheiten.

Aus der exemplarischen Betrachtung für einen (zeilenartigen) Baukörper werden zu Beginn Grundlagen für die HY3GEN-gerechte Festsetzung von Erschließung, Installation, Teilbarkeit, Belichtung und Geschosshöhen abgeleitet.

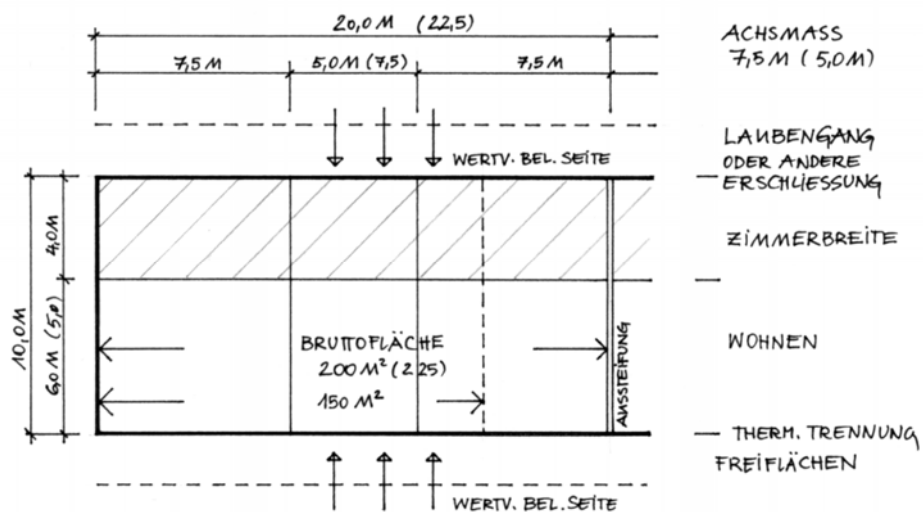


Abb. ² Grafik: AMBROZY Heinz G

5.2.2

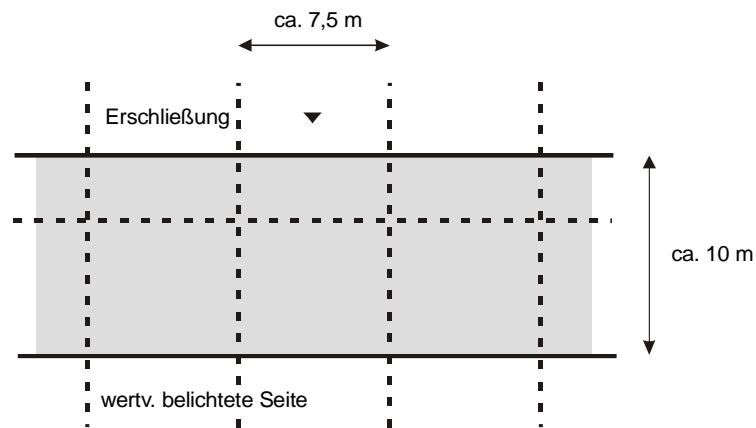


Abb. ³ Grafik: raum & kommunikation: Grundraster

5.2.3 Erschließung

Die Einzelererschließung durch Stiegehäuser ist an den kleineren Einheiten (Wohnungen) ausgerichtet. Die Lage der Eingänge ist damit festgelegt. Privatheit wird geschützt, da keine Fenster zum Gang gerichtet sind. Jedoch ist eine Gangerschließung rationeller, die Versorgung mit Aufzügen ist einfacher möglich und die Eingänge zu den einzelnen Einheiten sind freier festlegbar.

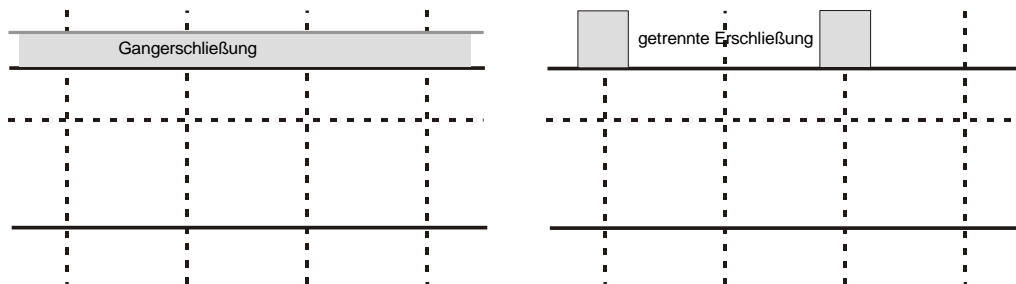


Abb. ⁴ Grafik: raum & kommunikation Erschließung

5.2.4 Installationen und Lage der Schächte

Die Lage der Installationsschächte ist optimiert für die angestrebte Durchschnitts-Wohnungsgröße. Daher werden Schächte im Abstand von ca. 15 m vorgesehen. Sie liegen auf der weniger besonnten Seite des Gebäudes, da sich dort die dienenden Räume befinden.

Wartung und Nachrüstung müssen gewährleistet sein, was die Notwendigkeit der Zugänglichkeit und eine gewisse Mindestgröße der Schächte bedeutet. Bei diesbezüglichen Problemen in Zusammenhang mit einem konkreten Bauprojekt kommt als Lösungsansatz eventuell eine höhere Anzahl an Schächten in Frage.

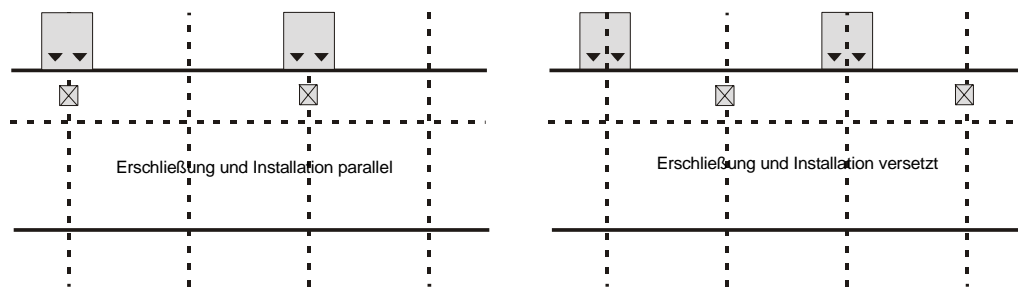


Abb. ⁵ Grafik: raum & kommunikation Installationen

5.2.5 Teilbarkeit

Zwischen zwei notwendigen Aussteifungswänden ist eine maximale zusammenhängende Bruttofläche von ca. 200 - 225 m² möglich.

Die Wohnungstrennwände können frei angeordnet werden, jedoch höchstens zwei Wohnungen zwischen zwei Installationsschächten.

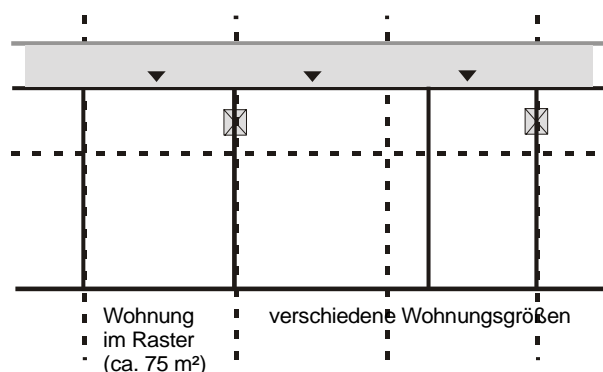


Abb. ⁶ Grafik: raum & kommunikation Teilbarkeit

5.2.6 Belichtung / Grundrissanordnung

In Wohnungen sind die stärker besonnten Räume Hauptwohnräume. Die Nebenfunktionen sind im Norden angeordnet.

Jeder Wohnung sollte eine eigene Freifläche auf der besonnten Seite zugeordnet sein (Terrasse, Garten, Balkon). In den Obergeschossen werden Balkone angeordnet, durchgehend (flexibler für Zugang) oder in regelmäßigen Abständen. Das Kostenverhältnis nachträglich eingebauter Balkone wäre zu prüfen.

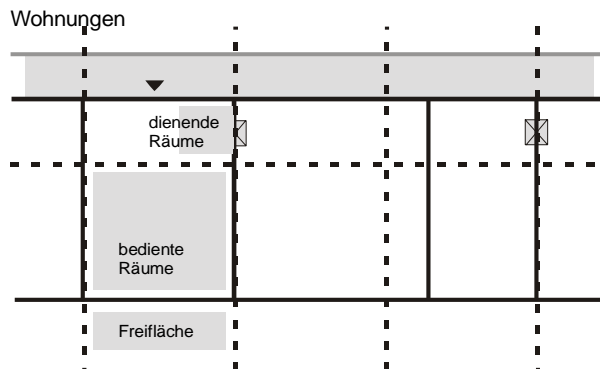
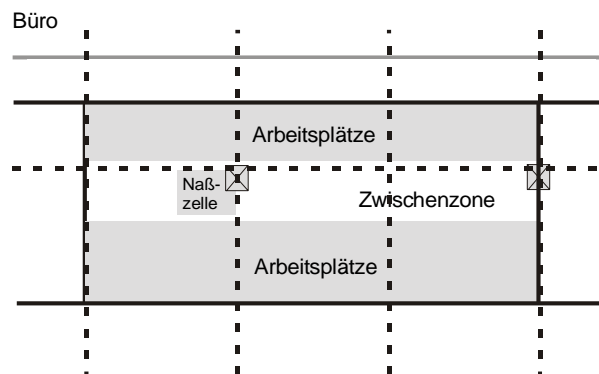


Abb. 7 Grafik: raum & kommunikation Belichtung/Grundriss



In einem Büro liegen die Arbeitsplätze vorzugsweise nahe beim Fenster, wobei direkte Sonneneinstrahlung ungünstig ist (Blendung). Das bedeutet, dass die Arbeitsplätze möglichst bei der Nordfassade liegen sollten. Für die Südfassade ist eine ausreichend regelbare Verschattung vorzusehen. Da Tageslicht eine höhere Qualität hat als Kunstlicht, kann eine Tageslichtlenkung die Raumtiefe besser nutzbar machen.

Die unbesonnte Seite kann für Arbeitsplätze genutzt werden. In diesem Fall sind die Nebenräume eher mittig anzuordnen, d.h. die Installationsschächte sollten nicht in der Fassadenebene liegen.

Bei dieser Gebäudetiefe ist ein Großraumbüro genauso möglich wie ein Zellenbüro (beidseitig) oder Zwischenformen wie das Combibüro.

Eine abgehängte Decke ermöglicht die Bedienung tiefer Räume, und damit Freiheit für Grundrissgestaltung und Einrichtung. Ein Zellenbüro verlangt die Frischluftzufuhr in jedem Raum, was für eine abgehängte Decke spricht, während ein Großraumbüro eine Belüftung vom Rand möglich macht. Eine Alternative zur abgehängten Decke ist der Doppelfußboden, der jedoch teurer ist, da er überall eingebaut wäre. Der Schallschutz wird dadurch erhöht.

Jedenfalls ist nachzuweisen, dass abgehängte Decken und Doppelböden nicht die Funktion der zum Schutz vor sommerlicher Überwärmung notwendigen inneren aktivierbaren Speichermassen der Betondecken stark einschränken. Aus diesem Grund ist eine gleichzeitige Anwendung von Decken und Doppelböden auszuschließen.

Sturzlose Fenster ermöglichen eine tiefere Raumausleuchtung, widersprechen aber einer abgehängten Decke. Eine Alternative bietet ein Bus-System im Parapetbereich, jedoch nur für geringere Erschließungstiefen.

Allgemein sollten aus diesen Gründen sowohl abgehängte Decken als auch Doppelfußböden möglichst vermieden werden.

5.2.7 Geschosshöhen

Da sich die Geschosshöhe im Hybridteil nach den Anforderungen für Büros (Raumhöhe in der Regel min. 2,80m) richtet, beträgt die Geschosshöhe mindestens 3,30 ...3,50 m.

5.2.8 Festlegung von Baukörperarten und Tragwerkssysteme

5.2.8.1 *Typ A: Zeilenartiger Baukörper mit einseitiger wertvoller Belichtungsfläche*

Das Gebäude besteht aus einem Hauptbaukörper (mit passivhaustauglicher Hülle) mit Raumtiefen von ca. 4,5m Minimum bis ca. 5,5m Maximum plus einer Nebenraumzone von mindestens ca. 2,5m. Dies ergibt eine Durchschnittstiefe von insgesamt ca. 7,5m, gerechnet von Achse zu Achse der Tragkonstruktion. Dahinter können noch Kernflächen, Gänge, Erlebnisflächen, Geschäfte usw. liegen. Das gewählte Breitenmodul von 7,5m bezieht auch die Stellplatzfrage mit ein. Eine teure Abfangplatte im Keller kann vermieden werden, wenn die Geschosslasten über Abfangscheiben in die Stützen der Garagenebene eingeleitet werden. Diese Abfangscheiben sind derart auszubilden, dass sie keine großen Durchbrüche (z.B. Türen.....) aufweisen.

Es sind ausreichend aussteifende Wände für die horizontale Stabilität des Gebäudes in den Hauptrichtungen des Gebäudes anzuordnen. Hierfür ist alle 22,5m eine durchgehende Aussteifungsscheibe notwendig; dazwischen können die Konstruktionsfelder in Stütze und Träger aufgelöst werden.

Um einen mehrgeschossigen Grundriss zu erhalten sind Öffnungen in der Decke möglich – jedoch in Abhängigkeit von der aussteifenden Kernfläche.

Die thermisch getrennten Freiflächen können als eigenständige Konstruktion vor den Baukörper - horizontale Stabilität vorausgesetzt - gestellt werden. Bei einer mit dem Tragsystem des Gebäudes verbundenen Konstruktion (auskragende Decke, auskragende Konsolen u. dgl.) ist die Verwendung von Isokörpern und eine Überprüfung der Passivhaustauglichkeit durch Wärmebrückenberechnungen erforderlich.

Mögliche Tragsysteme:

Bei der Deckenspannrichtung Fassade zu Fassade ist eine maximale Flexibilität in Gebäudelängsrichtung möglich, jedoch müssen in den Fassadenebenen Auflagerlinien für die Deckenlasten geschaffen werden. Dies erfolgt z. B. durch Wandpfeiler mit Unterzügen, die den Deckeneinfluss von 3,75 m Tiefe ableiten müssen. Um die Unterzugshöhen zu minimieren, bietet sich die Möglichkeit, die Wandebene der Nebenraumzone tragend auszuführen und somit die Deckenspannweite auf 4,5 – 5,5 m zu reduzieren.

Ein Drehen der Deckenspannrichtung in Gebäudelängsrichtung erfordert die Ausbildung von tragenden Linien im max. Abstand von 7,5 m. Trotzdem sind für Sicherung der horizontalen Stabilität zumindest in einer Wandebene in Gebäudelängsrichtung aussteifende Wände vorzusehen.

Bei einer Deckenspannweite von 7,5 m ist der Einsatz vorgespannter Decken erforderlich, oder es sind erhöhte Deckenstärken vorzusehen (Formänderung).

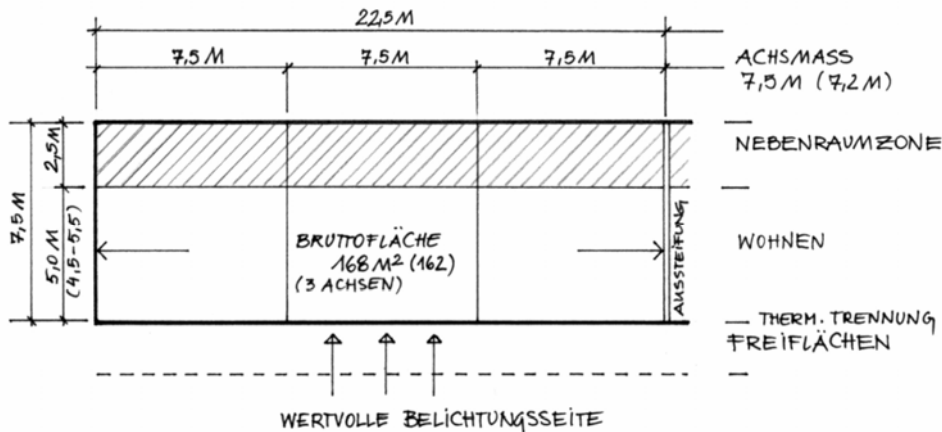


Abb. 8: Baukörpertyp A

5.2.8.2 Typ B: Zeilenartiger Baukörper mit zweiseitiger wertvoller Belichtungsfläche

Das Gebäude besteht aus einem Hauptteil von 6m Tiefe und einer zweiten Zone in Zimmertiefe (z.B. 4m). Das ergibt eine Gesamtbaukörpertiefe von ca. 10m plus Erschließungstiefe (z B. Laubengang).

Als Breitenmodul könnte wieder 7,5m + 7,5m oder eine Kombination von 7,5m + ca. 5m angenommen werden (damit ist eine Garage mit 45 Grad Schrägparken und einer Fahrspur mit 4,5m Breite möglich).

Bei einer Deckenspannrichtung in Gebäudelängsrichtung ergibt sich eine Spannweite von 7.5 bzw. 5,0 m. Dies erfordert, dass in diesen Abständen tragende Wände bzw. Auflagerlinien vorzusehen sind. Dadurch ergibt sich eine Schottenbauweise im Raster 7,5 und 5 m.

Bei einer Deckenspannrichtung Fassade zu Mittelwand und Mittelwand zu Laubengang ist es erforderlich, die Mittelwand als tragende Linie auszuführen. Zur Aussteifung des Gebäudes sind in beiden Richtungen ausreichend Wände anzuordnen.

Für den Laubengang und die Freiflächen gelten die Aussagen für Typ A.

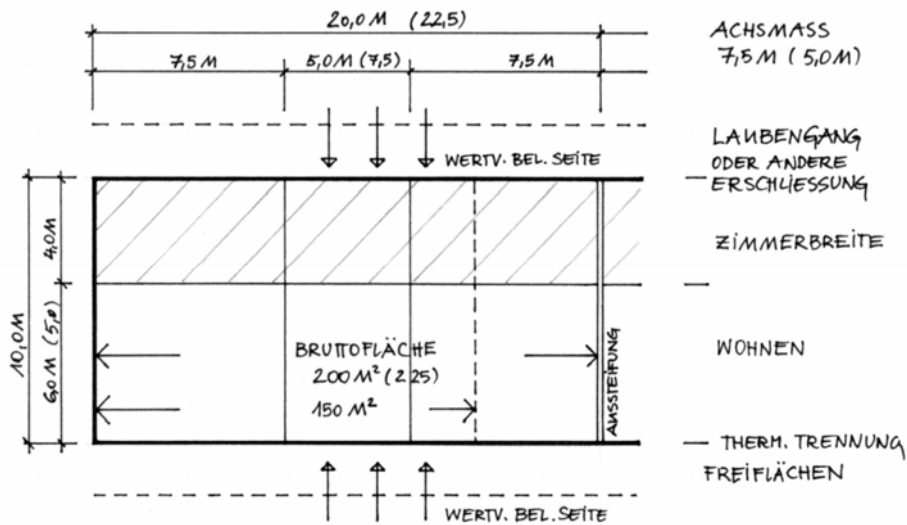


Abb. 9: Gebäudetyp B

5.2.8.3 Typ C: Zentrierter Baukörper mit dreiseitiger wertvoller Belichtungsfläche

Das Gebäude erlaubt an drei Seiten Wohnfunktion plus Nordbelichtungsfläche für Büros oder Geschäfte. Im Zentrum befindet sich ein Kern mit Erschließung bei Gebäudetiefen analog Typ A oder ein größerer, gedeckter Hof (wärmeverlustminimiert) bei Gebäudetiefen analog Typ B bzw. eine Kombination aus Typ A und B.

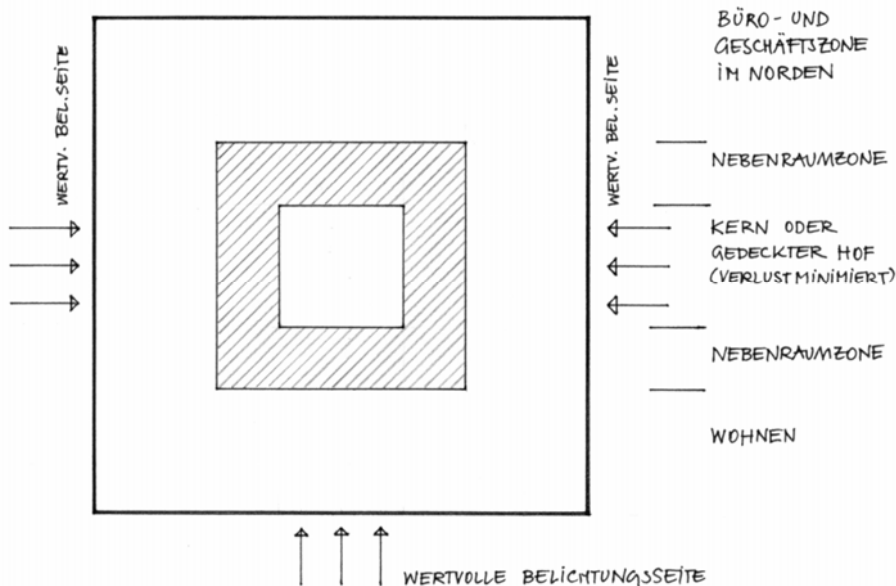


Abb. 10: Gebäudetyp C

5.2.8.4 Kritische Punkte des Tragwerkssystems

Beim Tragsystem ist folgendes zu beachten:

- Konstruktion bestehend aus Träger und Stützen:
Stütze über mehrere Geschosse durchgehend oder geteilt
- Aussteifung vertikal in jedem Feld außerhalb der Fassade durch Zug und Druckglieder oder in der Fassadenebene (als Gestaltungselement) möglich.
- Skelettkonstruktion eingespannt (Geschossanzahlbeschränkung)
- Aussteifung horizontal durch Deckenscheiben.

5.2.8.4.1 Außenecke Typ C

Dieser Gebäudebereich statisch gesondert zu betrachten.

1. Lösungsansatz

Im Außeneckbereich ist aufgrund der größeren Spannweite (Diagonale) eine Pfeilerausbildung notwendig oder es wird im Raum eine zusätzliche Stütze (liegt auf der Achse der Raumdiagonale) vorgesehen. Die Decken in diesem Bereich sind auf Durchstanzen zu bemessen.

2. Lösungsansatz

Die tragenden Wände der Kernfläche werden bis zur Fassade verlängert (diese Wände können großzügige Öffnungen aufweisen) und in der Fassade Auflagerlinien in Form von Unterzügen vorsehen, die auf Wandpfeilern aufgelagert werden.

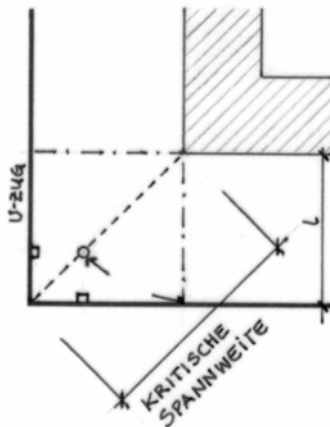


Abb. 11: Gebäudetyp C – Außenecke

5.2.8.4.2 Ausdehnung

Lösungsansatz

Ab 40 m Gebäudelänge ist eine Fuge anzuordnen.

5.2.8.4.3 Gebäudehöhe

Problemstellung

Ab einer Gebäudehöhe von 25 Metern ist die Schwingungsanfälligkeit (Erdbeben) bei einseitig offenen Gebäuden erhöht.

Lösungsansatz

Bei hohen Häusern ist ein doppelt symmetrischer Grundriss empfehlenswert.

6 Planungsparameter

6.1 Trennung von Konstruktion und Fill-in / Einsatz vorgefertigter Elemente

6.1.1 Trennung von Tragkonstruktion und Fill-in

Definition und Motivation:

Die Hauptmotivation dieses Ansatzes liegt in der Veränderbarkeit von Räumen und Raumabschlüssen bei gleichbleibender Gebäudestruktur.

Dabei wird analog dem Denkansatz des Skelettbaus die Tragstruktur von allen anderen Funktionen wie Raumbildung oder Wärmedämmung befreit. Diese Struktur kann dann additiv mit anderen Gebäudekomponenten wie Trennwänden, Sanitärbausteinen, Doppelbodenelementen, etc. ergänzt oder befüllt werden.

Die Tragstruktur ermöglicht es damit diesen „Fill-in“-Bauteilen, optimal deren Aufgaben wie dämmen, teilen, belichten, versorgen zu erfüllen, ohne mit dem Gesamtgebäude in einer Art verbunden zu sein, bei der das gesamte Gebäude bei Entfernung oder Veränderung von „Fill-in“-Teilen versagt.

Die folgenden Punkte sind also Motivation und Ergebnis gleichermaßen:

- Flexibilität
- Variabilität
- Umnutzung
- Demontierbarkeit
- Optimierung der Ausbaukomponenten und deren Funktionen
- Erleichterung der Vorfertigung

6.1.2 Vorfertigung

Definition und Motivation:

Der Vorfertigungsgrad im eigentlichen Sinn kann als jener Grad an Vorproduktion einer Produktes bzw. seiner Elemente definiert werden, der unabhängig von Kundeneinflüssen (Ausstattung, Varianten ...) vonstatten gehen kann (Serienproduktion).

Um auf z.B. architektonische, stadtplanerische und nutzerspezifische Anforderungen eingehen zu können, ist es notwendig von Variantenfertigung zu sprechen, da in Summe jedes Bauwerk seinen dem Standort spezifischen Anforderungen entsprechen muss.

Drei wesentliche Punkte bzw. Vorteile, die durch größtmögliche Vorfertigung erreicht werden können, sind:

1. **Verringerung der Herstellkosten:**

Die Herstellkosten werden im Wesentlichen durch den Wegfall der Rüstkosten durch Verminderung von Arbeitsstunden, aber auch durch Materialersparnis, bedingt durch genauere Produktionsmöglichkeiten, beeinflusst.

2. **Verkürzung der Bauzeit:**

Eine Verkürzung der Bauzeit wird zum Beispiel dadurch erreicht, dass gleichzeitig zur Herstellung der Fundamente eines Gebäudes auch schon Teile und Abschnitte der Obergeschosse im Werk vorgefertigt werden können.

Durch die Möglichkeit der unmittelbaren Belastbarkeit nach der Montage ist mit einer erheblichen Verkürzung der Bauzeit zu rechnen.

3. **Qualitätsverbesserung:**

Eine Qualitätsverbesserung ergibt sich in der Hauptsache aus verbesserten Herstellungsbedingungen der Bauteile an der Produktionsstätte, Wiederholungsfaktoren bei oftmals auftretenden Bauteilen und verbesserter Qualitätskontrolle.

Vorfertigungsgrade:

Die Reihung der Vorfertigungsgrade erfolgt nach dem prozentuellen Anteil von vorgefertigten Bauteilen am gesamten Gewerk.

- a) Einsatz von Fertigteilen, lediglich bei Aufzugsschächten und Stiegenläufen.
- b) Ergänzung von Teilfertigteilen, z.B. Elementdecken, die jedoch eine Ortbetonerfüllung erfordern.
- c) Ausführung von flächigen Fertigteilen, die durch aneinanderfügen von mehreren Elementen eine Raumbildung ermöglichen.
- d) Einsatz von Raumzellen, d.h. Einsatz eines Raumbildenden Kubus, der in seiner Gesamtheit transportiert und versetzt wird. Hier besteht zusätzlich die Möglichkeit verschiedener Ausbaustufen, d.h. Ausbau der Raumzelle im Werk bzw. auf der Baustelle.
- e) Vorfertigung eines Serienproduktes, das vorproduziert wird und das bei Nachfrage sofort verfügbar ist. (Nachteil: ermöglicht keine Variante bzw. geringe Individualität)

6.1.2.1 Fundamente

Die Vorfertigung von Fundamenten ist nur in beschränktem Maß möglich.

Einschränkungen:

- Baugrundspezifische Gegebenheiten, insbesondere Grundwasser
- Bodenverhältnisse
- Nachbarbebauung
- Fundierung von aussteifenden, tragenden Gebäudekernen

6.1.2.2 Kellergeschosse, Garagengeschosse

Randbedingungen:

- Regelmäßigkeit durch Raumerfordernis Stellplatz - Fahrgasse - Stellplatz
- Vorfertigung der Einzelelemente möglich (Stützen Unterzüge, Decken)
- Zusammensetzen auf der Baustelle

Einschränkungen:

- Hubgewichte
- Transportabmessungen
- Toleranzen
- Statische Anforderungen

6.1.2.3 Obergeschosse:

Randbedingungen:

- Regelmäßigkeit der Grundrisslösung und des Tragwerks
- Abmessungen und Deckenspannweiten
- Statische Anforderungen

Einschränkungen:

- Hubgewichte
- Transportabmessungen
- Toleranzen
- Transport und Montage
- Statik: z. B. Notwendigkeit von Ortbetonteilen zur Gebäudeaussteifung

Transportmöglichkeiten:

- LKW
- Bahn
- Spezialtransport: z.B. Cargo Lifter

Einschränkungen:

- Verfügbarkeit der Transportmittel
- Kosten

Transportbeschränkungen:

- Breite max.: 2,5m
- Höhe max.: 4,25 m
- Länge: max.: 12,0 m
- Gewicht: 40 t
- Lichtraumprofil der Bahn

Je größer der Vorfertigungsgrad der Elemente, desto geringer ist der prozentuelle Anteil der Transportkosten pro Element.

Elementgrößen:

Maximale Größe ist erstrebenswert, um eine optimale Ausnutzung der Hubwerkzeuge und einen geringstmöglichen Manipulationsaufwand an der Produktionsstätte wie auch auf der Baustelle zu ermöglichen.

Beschränkungen der Elementgrößen :

Transportabmessungen, Hubwerkzeug, Lagerplatzgrößen

6.1.3 Vorgefertigte Raumzellen

6.1.3.1 Definition

Raumzelle:

Ein raumbildender Kubus, der als Gesamtheit transportiert und versetzt wird.

Unterscheidungsmöglichkeiten:

- Statisches System
- „Kubus“ als Tragkonstruktion oder eingehängtes „Füllelement“ einer primären Tragstruktur
- Bauweise: „Massivbau“ oder „Leichtbau“
- Material und Aufbau: Beton, Sandwichaufbauten, Holzbau, Stahlbau, Sandwichbauteile, Verbundbauteile
- Vorfertigungsgrad: Rohbauteile - mit Fenster und Türen - mit Endoberflächen

Systemgrenzen:

- Hebezeug zum Versetzen der Raumzellen, z.B. Kran mit 10t Tragkraft
- Transportgröße, z.B. Tiefladerabmessungen

6.1.3.2 Kritische Punkte im Raumzellenbau

6.1.3.2.1 Stöße – vertikale und horizontale Fugen

- a) Verbindung mit den anderen Raumzellen
- b) Luftdichtheit der einzelnen Raumzelle
- c) Luftdichtheit der Hüllfläche aller Raumzellen

Lösungsansatz:

Labyrinthfugen mit Dichtungsbändern

6.1.3.2.2 Verbindung der Versorgungs- und Entsorgungsleitungen

zwischen

- a) Primärstruktur oder Kellerbauteilen und den Raumzellen
- b) den Raumzellen untereinander

Lösungsansatz

Flexible Verbindungen (auch zum nachträglichen Ändern)

6.1.3.2.3 Maßhaltigkeit

geringere Toleranzen als Auswirkung des additiven Raumzellenbaus

Lösungsansatz

Übergang bei der Ausführung von cm (massivbautypisch) auf mm bzw. Planen mit \pm Toleranzen wie im Maschinen- oder Stahlbau

6.1.3.2.4 Raumverlust durch doppelschalige Decken und Wände der Raumzellen

Lösungsansatz:

Reduktion der Deckenkonstruktion der Raumzellen

Die Aussteifung der Raumzelle muss dabei jedoch gewährleistet sein

6.1.3.2.5 Schallschutz bei „Leichtkonstruktionen“

nur bei doppelschaligen Decken und Wände der Raumzellen gegeben

Lösungsansatz

Optimierung der Konstruktion durch schalltechnische Versuche

6.1.3.2.6 Statik

Bei höheren Bauten ist mit zusätzlichen Aussteifungskonstruktionen zu rechnen

6.1.3.3 Beispiele

a) Hotelanbau in Bezau

Die gleich ausgestatteten Hotelzimmer der Obergeschosse bestehen aus selbsttragenden geschoßhohen Holzboxen mit bereits eingebautem Heizstrich und Sanitärgegenständen.

Terrassen, Dachdeckung sowie das Schließen der Fugen wurden nachträglich hergestellt.



Abb. ¹²



Abb ¹³

b) Bürogebäude in Fellbach

Die Raumzellen, Stahlkonstruktionen mit Füllelementen, beinhalten Sanitär- und Besprechungsräume, die in eine dreigeschossige Primärkonstruktion eines Stahltragwerkes eingehängt werden. Die Herstellung der umhüllenden Fassaden und des Daches erfolgten in konventioneller Weise auf der Baustelle.

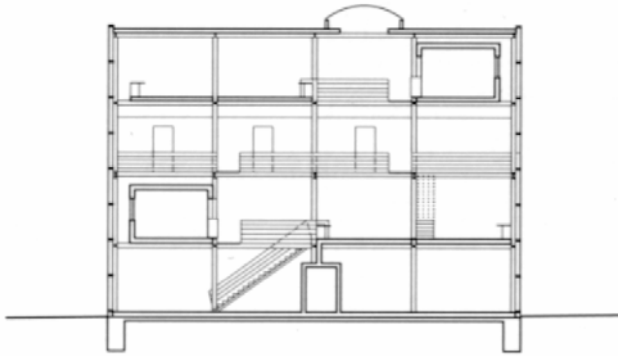


Abb. ¹⁴ Schnitt

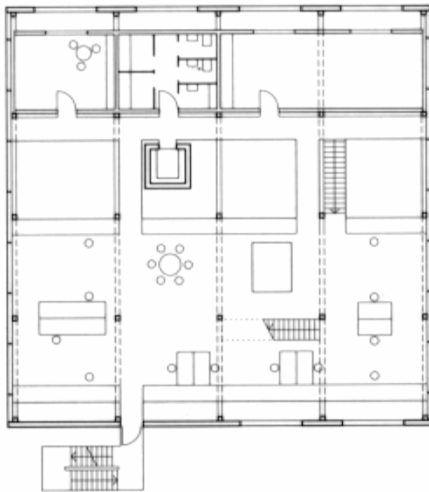


Abb. ¹⁵ 2. Obergeschoss

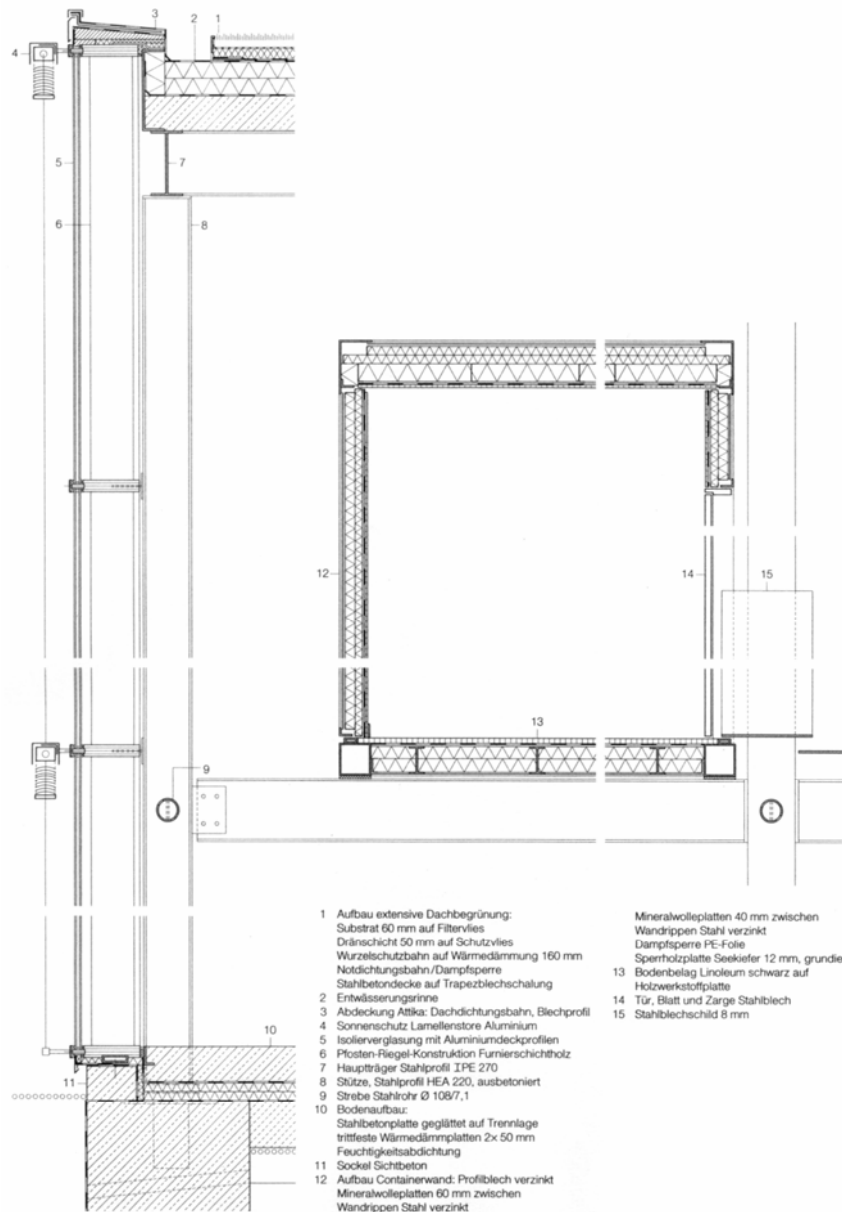


Abb. 16

6.1.4 Vorgefertigte Sanitärzellen

6.1.4.1 Definition:

Sanitärzelle:

Eine Sanitäreinheit als raumbildender Kubus wird als Gesamtheit transportiert und versetzt

Unterscheidungsmöglichkeiten:

- Statisches System
- „Sanitärzelle“ als Tragkonstruktion oder eingehängtes oder hineingestelltes „Ausbauelement“ in eine primäre Tragstruktur
- Bauweise: „Massivbau“ - „Leichtbau“

- Material und Aufbau: Beton, Sandwichtaufbauten, Holzbau, Stahlbau, Sandwichbauteile, Verbundbauteile
- nach dem Vorfertigungsgrad
- Rohbauteile mit UP- Installationen - mit Endoberflächen und Sanitärgegenständen

Systemgrenzen:

- Hebezeug zum Versetzen der Sanitärzellen
- normalerweise geringere Abmessungen und geringeres Gewicht als Raumzellen
- Transportgröße z.B. Tiefladerabmessungen

6.1.4.2 Stöße – Luftdichtheit

Schwierigkeiten ergeben sich nur, wenn die Sanitärzelle selbst den Trennbauteil bildet.

6.1.4.3 Verbindung der Versorgungs- und Entsorgungsleitungen

Problematisch zwischen Sanitärzelle und Sanitärschacht

Lösungsansatz:

Flexible Verbindungen (Brandschutzanforderungen!)

6.1.4.4 Maßhaltigkeit

Lösungsansatz:

Angabe von Bautoleranzen für die Schnittstellen zwischen anderen Bauteilen und der vorgefertigten Sanitärzelle;

Übergang der Ausführung von cm auf mm

6.1.4.5 Raumverlust durch doppelschalige Decken und Wände

Lösungsansatz:

Reduktion bei „eingestellten“ Sanitärzelle möglich

Schallschutz/Brandschutz bei „eingestellten“ Sanitärzellen gegeben

6.2 Multifunktionale Fassaden

Als multifunktional werden hier Fassaden bezeichnet, die mehrere Funktionen oder Anforderungen für ein HY3GEN-Gebäude gleichzeitig erfüllen. Per Definition wäre ja eine ungedämmte tragende Außenwand schon eine multifunktionale Fassade, da sie außer der tragenden auch eine raumabschließende Funktion hat.

In dieser Arbeit liegt der Focus auf technisch komplexeren Fassaden, die außer Raumbildung und den minimalen bauphysikalischen Aufgaben weitere Funktionen erfüllen (oder diese besonders gut erfüllen) und dabei Mehrwerte bei Wärmegewinn, Belichtung, Schallschutz oder Mehrfachnutzung erbringen.

6.2.1 Verglasungen

Für Passivhäuser, als HY3GEN-Zielvorgabe definiert, werden üblicherweise Dreifachverglasungen eingesetzt.

Durch infrarot-reflektierende Beschichtungen und wenig leitende Gasfüllungen (Argon/Krypton/Xenon) werden durchschnittliche Kennwerte von:

$U=0,7\text{W/m}^2\text{K}$ und
 $g=50-60\%$

erreicht.

Verglasung	k-Wert (W/m ² K)	g-Wert (%)	Format (m)	Preis *
HIT, 2 S (L) (Firma Geilinger, Winterthur)	0.7	42	1.6x2.5	sFr. 800
SPACIA, 2 S (V) (Firma NSG, Japan)	0.5	63	1.0 x1.0	Forschung
CLIMATOP@solar, 3 WS (Kr) (Firma Vegla, Aachen)	0.7	60	1.0 x 1.0	DM 200
2 WS (A)	1.2	63	1.0 x1.0	sFr. 110
2 WS (A/Kr)	0.8	52	1.0 x1.0	sFr.140
2 WS (X)	0.9		1.0 x1.0	sFr. 190
3 WS (A)	0.7	64	1.0 x1.0	sFr. 300
3 WS (Kr)	0.4	42	1.0 x1.0	sFr. 390

* die Preise beziehen sich auf Angaben 1997 verschiedener Hersteller für Kleinbauten, ohne Rabatte und ohne Gewähr

Kosten diverser Verglasungstypen, Herstellerangaben 1997

Abb. 17 [4] S.95 Verglasungspreise

Da die größten Energieverluste über die Rahmen erfolgen, sollte der Rahmenanteil gering gehalten werden (hoher Anteil an Fixverglasungen, große Fenster).

Aus ökologischen Beweggründen sind Verglasungs- und Fensterrahmen aus Holz zu wählen (siehe dazu auch Kapitel Bauökologie – „Das richtige Fenster“).

In Bezug auf die Winddichtigkeit haben die Wandanschlüsse eine besondere Bedeutung (Ausführungsqualität).

Gedämmte Fensterläden zum nächtlichen Wärmeschutz sind bei guter Wärmeschutzverglasung von nur noch geringem Nutzen.

Sommerlicher Wärmeschutz

Als Sonnenschutz zur Vermeidung sommerlicher Überwärmung bei Glasfassaden kommen in Betracht:

- Feststehende Verschattung: Balkone, Dachüberstände, Vordächer
- Bewegliche Verschattung (regelbar entsprechend Einstrahlung und Bedarf, manuell oder automatisch): Lamellen, Markisen, Jalousien oder Schiebeläden (außenliegend)
- Bepflanzung vor der Fassade, sommergrün. Horizontale Begrünung für räumliche Qualität und Mikroklima
- beweglicher Sonnenschutz in der Verglasung

Innenliegende Verschattung verhindert nicht die unerwünschte Aufheizung.

Süd- und Westfenster tragen besonders zur sommerlichen Überhitzung bei und sollten daher mit einer beweglichen Verschattungsmöglichkeit ausgestattet sein.

Feststehender Sonnenschutz, bei dem steil einfallende Sommersonnenstrahlung abgeschattet wird und die Wintersonne flach auf die Fassade trifft, kann daher nur bei südorientierten Fassaden zum Einsatz kommen.

6.2.2 Pufferräume

Eigenschaften von Pufferräumen:

- hochgradig verglaster Raum / Gebäudeteil mit Möglichkeit der Speicherung gewonnener Solarenergie in massiven Bauteilen; Energieaustausch mit angrenzenden Räumen
- energetische Nutzung der vorgewärmten Luft möglich
- passive Solarenergienutzung in sonst unbeheizten Räumen, dadurch Erweiterung von Nutzungsmöglichkeiten
- besondere Eignung für innere Begrünung durch gutes Tageslichtangebot
- durch Begrünung Schaffung eines speziellen Klimas mit besonderen Aufenthaltsqualitäten
- Hauptnutzung im Sommer und in den Übergangszeiten, da Pufferräume wie Wintergärten nur mit Verlust beheizt werden können, eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten im Winter
- Eignung ein- oder mehrgeschossiger Pufferräume für besondere Nutzung, insbesondere halböffentliche Zonen, Erschließungs- und Kommunikationsbereiche
- Sommertauglichkeit: Da flach geneigte Glasflächen (Glasdächer) vorwiegend bei hochstehender Sommersonne Energie gewinnen, benötigen sie eine Verschattung.

Die Nutzbarmachung des Wintergartenprinzips für Außenräume ist besonders bei der Verglasung öffentlicher und halböffentlicher Bereiche zwischen Gebäuden (Atrium) möglich.

Dabei gilt:

- zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung muss vertikale Lüftung garantiert sein: Lüftungsklappen im Sockel- und Dachbereich
- ein Atrium kann eine Pufferzone am Eingang kleinerer Einheiten (Windfang) überflüssig machen
- Rechtfertigung eines Wintergartens/Atriums nicht durch Energiegewinn, sondern durch Nutzung (Erweiterung des Raumprogramms)

6.2.3 Transparente Wärmedämmung (TWD)

Die wichtigsten solaren Nutzungsarten der TWD sind:

- Kollektor (mit Absorber), thermisch von der Raumheizung abgekoppeltes System (vor der Fassade),
- direkte Nutzung zur Raumheizung und Belichtung als Direktgewinnsystem (anstelle einer Isolierverglasung),
- indirekte Nutzung zur Raumheizung (über Speichermedium Wand), „Solarwandsystem“/ Trombé-Wand.

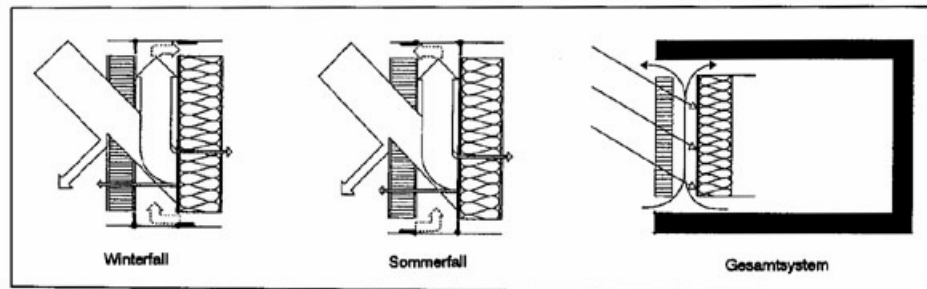


Abbildung 2-4: Funktionsprinzip eines thermisch abgekoppelten Systems mit direkter Zirkulation ohne separaten Wärmespeicher

Abb. ¹⁸ S.13 thermisch abgekoppeltes System

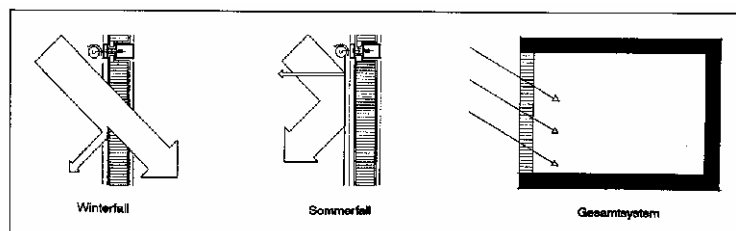


Abbildung 2-1: Funktionsprinzip eines Direktgewinnsystems

Abb. ¹⁹ S.11 Direktgewinnsystem

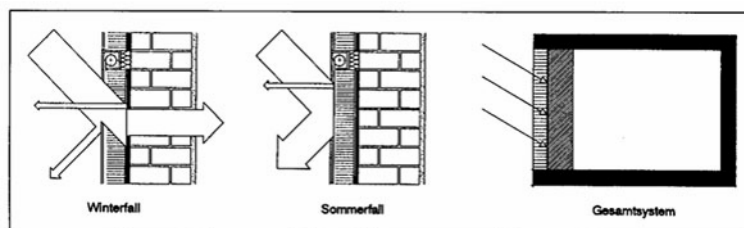
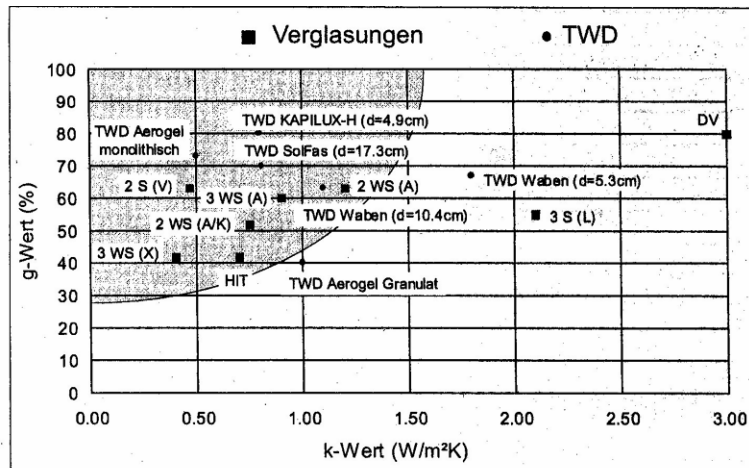


Abbildung 2-2: Funktionsprinzip eines Solarwandsystems

Abb. ²⁰ S.12 Solarwandsystem

erzielbare Netto-Energiegewinne (ohne Verluste durch Rahmen):

- 50...150 kWh/m²a
- Nordfassade: 20...40 kWh/m² (Herstellerinformation Sto, Wärmedämmverbundsystem)



g-Wert und k-Wert diverser Verglasungstypen, der schraffierte Bereich bezeichnet die für die passive Solarnutzung geeigneten Verglasungen.

Abb. ²¹ [S.93 Verglasungen und TWD

Direktgewinnsystem (ohne puffernde Absorberwand):

- bessere Raumausleuchtung als herkömmliche Isolierverglasung
- bes. für tiefe Räume geeignet
- Blendfreiheit/diffuses Licht/Sichtschutz: Empfehlung für transluzente Wände als Ersatz für großflächige Fenster, z.B. in Werkhallen, Ateliers, oder dort, wo eine direkte Transparenz nicht notwendig oder erwünscht ist, z.B. im Oberlichtbereich und bei Sichtschutzverglasung

Besonders im Bürobereich, wo durch Computernutzung Blendfreiheit und eine gute Tiefenausleuchtung großer Räume erforderlich sind, könnten Teile der transparenten Fassadenbereiche durch TWD ersetzt werden.

Speicherwände mit TWD:

- zur Amplitudendämpfung und Phasenverschiebung eingestrahelter Solarenergie
- Da Trombé-Wände als massive Außenwände ausgebildet sind, können die erforderlichen U-Werte für Passivhäuser nicht erreicht werden. Transmissionswärmeverluste werden durch solare Gewinne nicht kompensiert.
- Eine Eignung für Sonderkonstruktionen/ besondere Nutzung ist jedoch zu prüfen.

Die Wirkung von TWD bei einer hochgedämmten Fassade ergibt sich nicht nur durch eine Verringerung der Wärmeverluste nach außen, sondern vor allem durch eine Erhöhung der Außenwandtemperatur und damit eine Reduktion der Transmissionswärmeverluste. Die Effizienz (Kosten/ Wirksamkeit) einer solchen Konstruktion ist jedoch bis auf einzelne Einsatzgebiete fraglich und meist nicht gegeben.

Produkte:

Transparente Wärmedämmungen werden in Sandwich-Paneelen geliefert.

- Kapilux-H: Glaspaneel (beidseitig ESG), innen Kapipane (PMMA, Kapillarstruktur), Edelgasfüllung; $U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,8$
- Die Kapillaren bestehen i.d.R. aus PMMA (Acrylat) oder PC (Polycarbonat).

Produkt	Dicke (mm)	k-Wert (W/m ² K)	Preis (m ²)
Richtpreise für Kapipane-Kapillardämmung (PMMA) von Okalux	40	1.50	DM 65
	60	1.30	DM 85
	80	1.10	DM 105
	90	1.00	DM 115
	120	0.80	DM 145
Richtpreise für Kapilux-H von Okalux	49	0.82	DM 410
SolFas von Schweizer AG (ohne Montage)	173	0.81	sFr. 690
Helioran Modul (Glas TWD) von Glaswerken Arnold (ohne Montage)	100	1.10	DM 680
StoTherm Solar von sto AG	100	0.8	sFr. 350

Abb. ²² S. 105 Kosten für TWD-Module

Im Vergleich zu den erzielten Energiegewinnen sind die Kosten von TWD relativ hoch. Insbesondere bei Verbundkonstruktion ist die Trennbarkeit/ Recyclingfähigkeit im Einzelnen kritisch (Verklebung).

6.2.4 System Transparente Wärmedämmung mit Kartonwaben

(GAP-Solarfassade)

Das System kombiniert die Wirkung von herkömmlicher Wärmedämmung mit aktiver wie auch passiver Sonnenenergienutzung. Dazu sind Waben aus Altpappe in Verwendung, die vor einer Glasplatte befestigt werden. Die Wabenstruktur bewirkt eine Abschattung der steilen Sonneneinstrahlung im Sommer (ohne technische Vorrichtungen, kein Bedienungs- und Wartungsaufwand erforderlich). In der kühlen Jahreszeit wird die Sonnenenergie der tief stehenden Sonne sowohl direkt als auch indirekt zur Erwärmung der Wände genutzt.

Die Solarfassade ist im Gegensatz zur TWD kein energiemaximierendes System wie eine Wandheizung, sondern ein System, das im Bereich der Kartondeckelung eine warme Zone schafft – vergleichbar mit einer warmen Klimazone- und durch die Aufhebung der Temperaturunterschiede zwischen Wandinnen- und Wandaußenseite den Wärmestrom von Innen nach Außen stoppt.

Durch die Wärmegewinne der Sonne erreicht die Solarfassade über die Heizperiode gemittelt effektive k-Werte von bis zu 0,0 W/m²K. Die Vorteile des Systems sind:

- Durch Nutzung der Solareinstrahlung geringere Konstruktionsstärken der Solarfassade gegenüber gleichgut dämmenden Wandaufbauten (Gewinn an nutzbarer Raumfläche, Materialeinsparung am statischen Wandaufbau)
- Behagliches und gesundes Raumklima durch höhere Wandtemperaturen
- Wartungsfreie Fassade (keine teuren mechanischen Abschattungsvorrichtungen nötig)
- Einsparung von Heizkosten
- Kostenreduktion gegenüber vergleichbaren Verfahren aus Kunststoff
- die gute Verwendbarkeit bei der Vorfertigung (wärmebrückenfreies Wandelement), im Selbstbau bzw. zum Nachrüsten von ungedämmten Altbauten (bestehender Putz/Wärmedämmung muss nicht zwingend entfernt werden)
- ausgezeichnete ökologische Verträglichkeit
- Das Dämmsystem ist in unterschiedlicher Farbgebung, Glasstruktur und Rastergrößen lieferbar (individuelle Möglichkeiten zur Fassadengestaltung) und kompatibel mit bestehenden Verkleidungssystemen

Als Richtwert für die Standardausführung kann man üblicherweise 380-580 €/m² für die montierte Fassade ansetzen. Der Paneelpreis selbst richtet sich nach der Paneelgröße und liegt bei 200-280 €/m² (Firmenangaben).

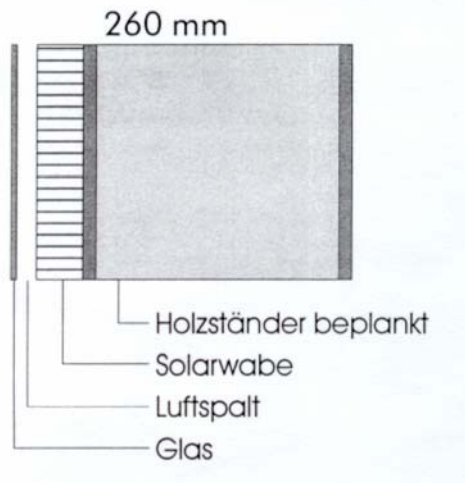


Abb. 23

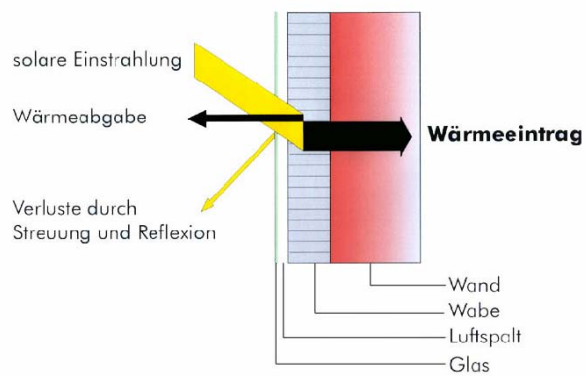


Abb. 24

Abb. 1 und 2: Aufbau und Wirkungsweise Solarfassade1



Abb. 25

Ein ausgeführtes Beispiel für ein Passivhaus mit ESA-Solarfassade an allen 4 Seiten ist das Einfamilienhaus Pree in Linz (Planung O. Pankratz). Es handelt sich hierbei um ein Pilotprojekt, durch das wertvolle Informationen für die Serienfertigung gewonnen werden konnten. Erstmals kamen Doppel-T-Träger aus Holz zwischen den Solarwaben zum Einsatz. Die Solarwände wurden mit einem U-Wert von $0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$ berechnet.

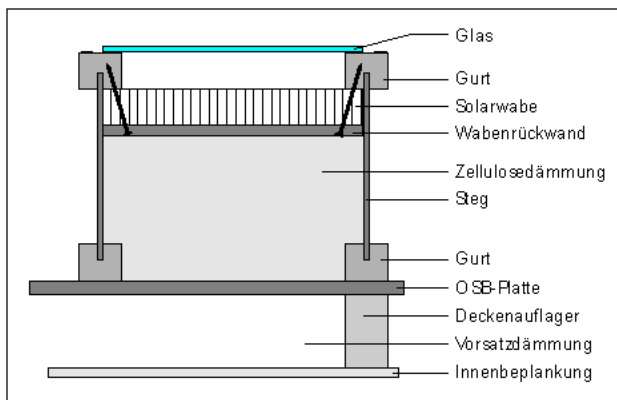


Abb. 26 Schnitt durch Fassadenelement2

Weitere ausgeführte Beispiele mit Solarfassade:
 Doppelhaus Riedmann-Hoch, Vorarlberg; Arch. W. Unterrainer
 Haus Zink, CH; Arch. Thaler Lenel Locher

Allgemeine Informationen unter:
www.gap-solar.at

6.2.5 Doppelschalige Fassadensysteme

Einführung:

Doppelschalige Fassaden haben in der modernen Architektur einen großen Stellenwert. Frühes Beispiel einer umlaufenden doppelschaligen Glasaußenwand ist das 1903 errichtete Produktionsgebäude der Firma Steiff in Giengen a. d. Brenz. Die Anwendungen der doppelschaligen Fassaden reichen vom Einfamilienhaus bis zum Hochhaus. Ebenso vielfältig sind die unterschiedlichen Systeme für Wand- und Glasflächen.

Im Allgemeinen wird unter doppelschaligen Fassaden eine Konstruktion verstanden, bei der die gestellten Anforderungen an die Außenfassade als Summe von zwei hintereinander liegenden Ebenen erfüllt werden, wobei die Zuordnung der Funktionen (Witterungs-, Schall-, Wärme-, Brandschutz usw.) als auch der Abstand zwischen diesen Ebenen sehr unterschiedlich sein kann.

In der Regel handelt es sich um "konvektive Systeme", bei denen eine Weitergabe der solaren Energiegewinne hauptsächlich über Luft erfolgt. [11]

Kriterien zur Unterscheidung von doppelschaligen Fassadensystemen beziehen sich beispielsweise auf die Anordnung und Art der Doppelschale bzw. auf die Unterteilung des Fassadenzwischenraums.

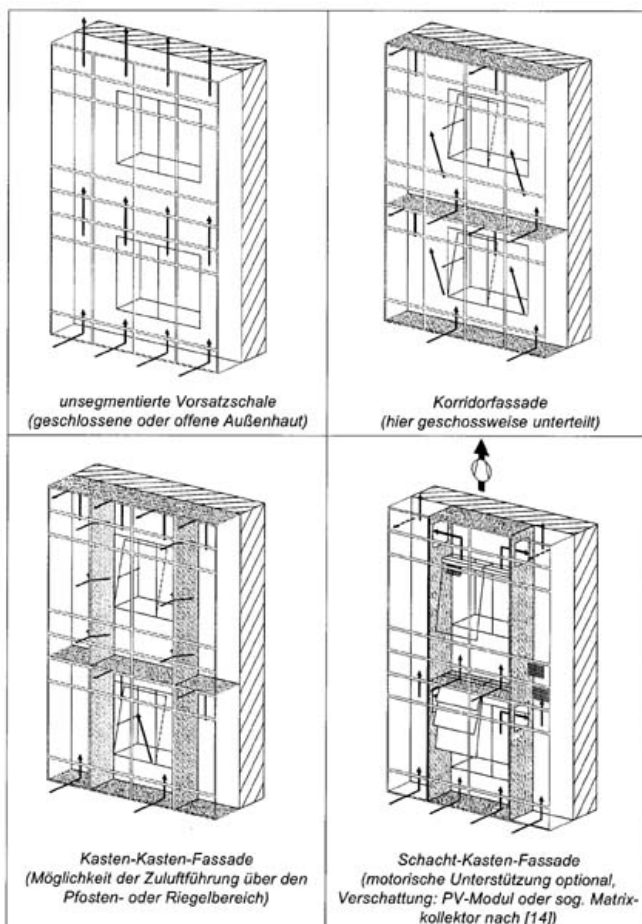


Abb. 27, Fassadenzwischenraum

Es gibt ein breites Spektrum von möglichen Beziehungen zwischen Innen- und Außenraum eines Gebäude, das von der Abgeschlossenheit eines Zimmers einer Lochfassade bis zur gegenseitigen Durchdringung reicht. [15]

Architektonische Intention:

Die moderne Transparenz verwischt die Grenzen zwischen Innen und Außen, und der Ort, der dem Innen allein vorbehalten war, verschwindet. Transparenz bezeichnet hier nicht so sehr die durchsehbare Fassade, sondern das Auslöschen der Grenze zwischen intimum und kommerziellem Raum. In diesem Sinne wird also die Schwelle auf das gesamte Gebäude ausgeweitet, und für die Zone des räumlichen Übergangs müsste ein eigenes Wort gefunden werden. [15]

6.2.5.1 Doppelwandfassade

Eine massive, ungedämmte Speicherwand mit herkömmlichem Isolierglas-Fenster wird durch eine äußere Glashülle im Abstand von ca. 30cm ergänzt. [11] Findet auch in der Sanierung Anwendung.



Abb. ²⁸, Beispiel Suva-Gebäude, Architekten Herzog & de Meuron

6.2.5.2 "Double Envelope"-Fassade

Bei diesem System wird ein Luftspalt zwischen zwei Dämmschichten durchströmt. Dabei wird eine vollständige Luftzirkulation zwischen südorientierten, warmen Räumen (z. B. Wintergarten), durch doppelwandig gedämmte Dach- und Nordwand-Konstruktionen hindurch und über einen Luftraum unter dem Bodenniveau zurück zum warmen Raum ermöglicht. [11]

6.2.5.3 Glas-Doppelfassade

Die GDF erscheint als bestmögliche Umsetzung der architektonischen Konzeption von transparenten Baukörpern.



Beispiel Galaxy-Hochhaus, Architekturbüro Delugan_Meissl

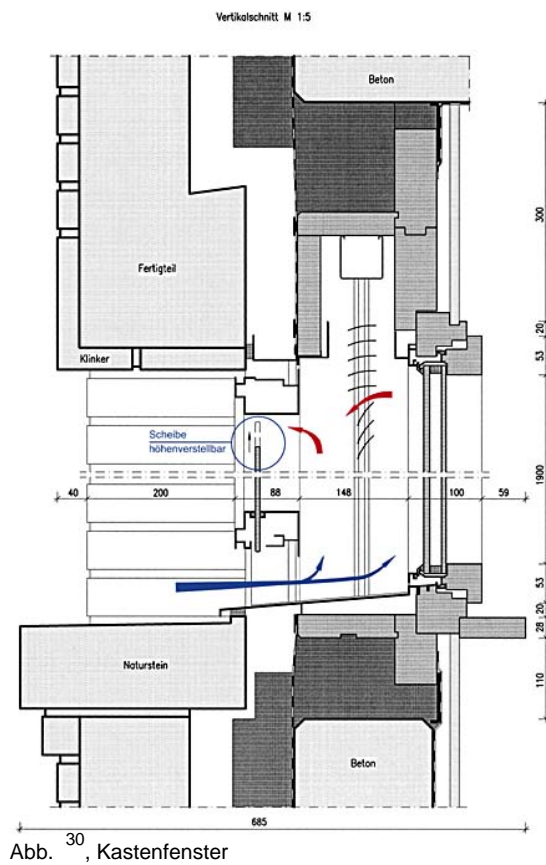
Abb. 29

6.2.5.4 Hybride Fotovoltaik-Doppelfassade

Hybride Fassaden beinhalten aktive und passive Elemente, wobei Photovoltaikmodule in Form von Wandkollektoren in die Fassade integriert werden. [11]

6.2.5.5 Kastenfenster

Durchlüftete Kastenfensterkonstruktionen in opaken, gedämmten Lochfassaden gelten als doppelschalige Fassade. [11]



6.2.5.6 Kollektoren

Eine Möglichkeit zur aktiven Nutzung der Solarenergie stellen Kollektoren, in Form von Luft- oder Wasserkollektoren (Flach- oder Vakuumkollektoren) dar, wobei im Rahmen dieser Studie nur fassadenintegrierte Systeme, d. h. Dach- oder Wandkollektoren in Verbindung mit separaten Speichermedien oder Bauteil-Speichermassen in Betracht gezogen werden. [11]

6.2.5.7 Luftkollektor

Der Luftraum zwischen einer Glasschicht und der Außenwand wirkt als thermischer Sonnenkollektor. Die erwärmte Luft wird (mechanisch) abgeführt und zur Raumbelüftung verwendet. Die Außenluft wird über Klappen der Fassade zugeführt.

Solar-Luft-Absorber:

- in Fassade integriert anstelle von Isolierverglasung
- im Absorbersystem erwärmte Luft wird der Zuluft beigemischt (Frischluftvorwärmung)

- Luftkollektoren sind für Passivhäuser geeignet, da die Zuluft vorgewärmt werden muss.

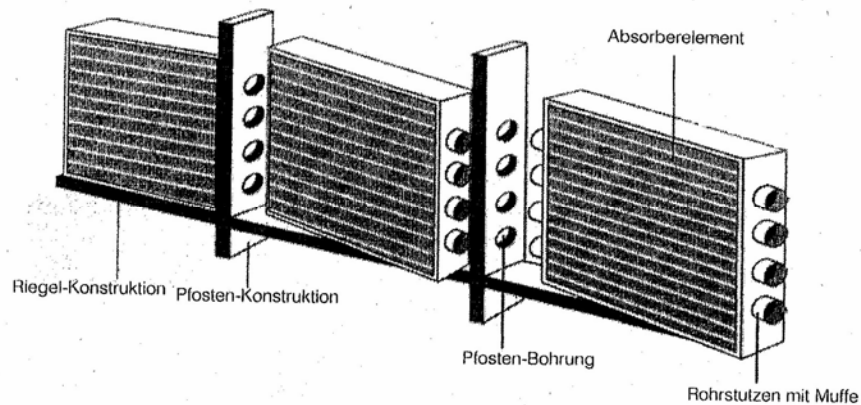


Abb. ³¹ S .578 Luftkollektor

Eine zweischalige Fassade wirkt als Klimapuffer. Steuerbare Reflektor-/Absorberlamellen wirken als Blend- und Sonnenschutz. Bei Aktivierung der Absorberlamellen wird die Fassade zum Luftkollektor. Regelbare Lüftungsklappen im Boden- und Attikabereich führen Luft zu und ab.

"Wärmeumverteilung" in Pufferräume:

Eine Verwendung zur Temperierung von unbeheizten Räumen (Stiegenhäusern, Erschließungsräumen, Atrien) ist in manchen Fällen sicher empfehlenswert.

Luftkollektor – Ausführungsvariante:

Hinter einer Glasscheibe wird schwarzes Blech von der Sonne erwärmt. Zum Abtransport der Energie wird Luft an dem Blech vorbeigeleitet. Die Luft wird über Ventilatoren in einen Massespeicher geblasen. Die Wärmeverteilung erfolgt über ein System von Hohlräumen im Haus, sogenannten Hypokausten. [12]

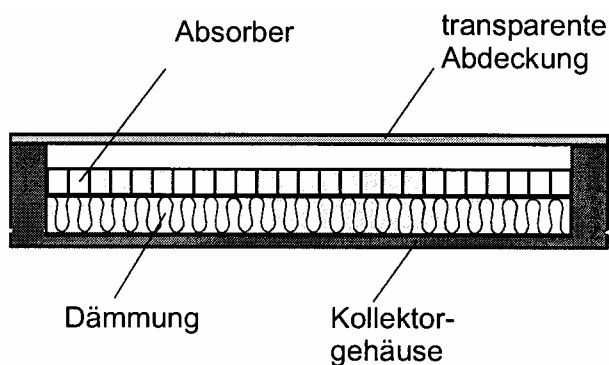


Abb. ³² , Luftkollektor

6.2.5.8 Trombe-Wand

Die Kombination aus Kollektor- und Speicherwand ist unter dem Namen "Trombe-Wand" geläufig. Es handelt sich um eine massive, dunkle, südorientierte Wand hinter einer Einfachverglasung zur Wärmegewinnung. Unter mitteleuropäischen Verhältnissen werden jedoch solare Gewinne durch den höheren Transmissionswärmeverlust der ungedämmten Massivwand stark verringert. [11]

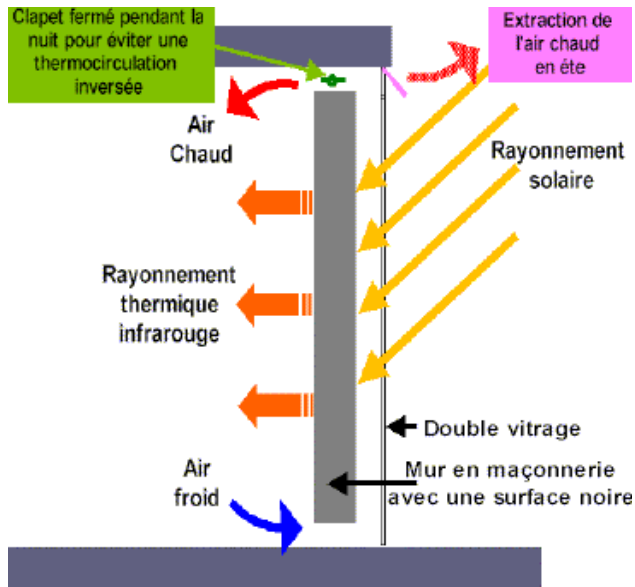


Abb. ³³, Trombewand

6.2.5.9 "Zweite Haut"-Fassade

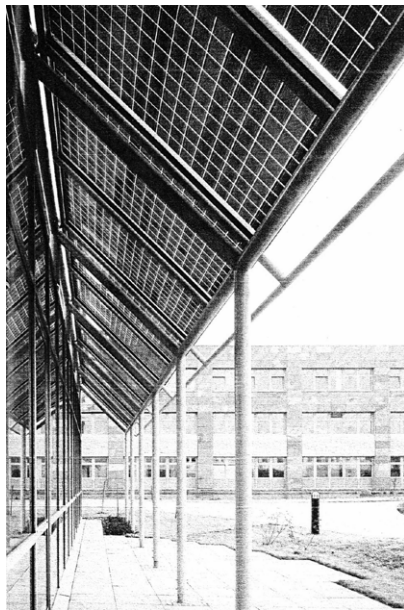
Vor eine vollwertige Außenwand wird eine zusätzliche Glasebene gestellt [11], ohne dass die natürliche Lüftung unterbunden wird. Hierbei ist die äußere Schale in der Regel als nichttragendes Element vorgehängt und dient nicht zur Energieeinsparung. [13]



Abb. ³⁴, Beispiel Wimberggasse, Architekturbüro Delugan_Meissl

6.2.5.10 Photovoltaik

Photovoltaik-Paneele können (hinterlüftet / nicht hinterlüftet) direkt als Fassadenoberfläche verwendet werden. Ebenso bietet sich eine Integration in andere Fassadenteile an: Vordächer, Lamellen, Brüstungen. Es sind auch lichtdurchlässige (g-Werte 0,2...0,8) und farbige Solarzellenmodule am Markt. Vorzugsweise können bewegliche Verschattungselemente autark durch PV betrieben werden.



	alt.	lat.					
	440 m	47° 30'	1155	1155	1155	1155	1155
	1560 m	46° 50'	1368	1368	1368	1368	1368
	210 m	46° 10'	1360	1360	1360	1360	1360
	440 m	47° 30'	1072	1199	1250	1199	1072
	1560 m	46° 50'	1270	1475	1560	1475	1270
	210 m	46° 10'	1260	1474	1562	1474	1260
	440 m	47° 30'	987	1149	1213	1149	987
	1560 m	46° 50'	1170	1430	1545	1430	1170
	210 m	46° 10'	1160	1435	1550	1435	1160
	440 m	47° 30'	885	1055	1122	1055	885
	1560 m	46° 50'	1050	1334	1456	1334	1050
	210 m	46° 10'	1040	1336	1462	1336	1040
	440 m	47° 30'	650	771	808	771	650
	1560 m	46° 50'	773	995	1088	995	773
	210 m	46° 10'	763	995	1090	995	763

440 m: North side of the Alps
 1560 m: In the Alps
 210 m: South of the Alps (Calculated values)

Abb. 35 S. 68 Kombination von Verschattung und Solarenergienutzung

Abb. 36 [5] S.97 jährlicher Ertrag von Solarzellen in kWh/kWp

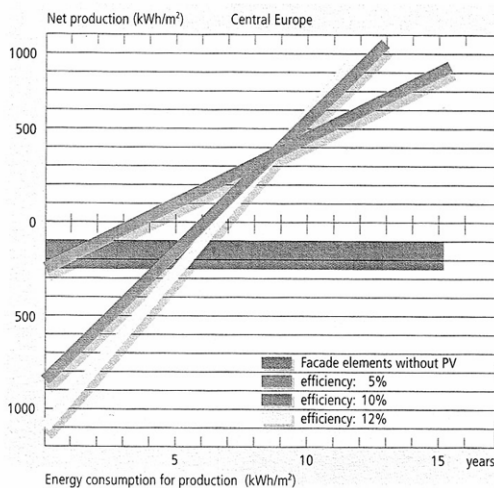


Abb. 37 [5] S.188 Energetische Rückzahlfristen

Wirkungsgrade verschiedener Solarzellenarten: (Produktion)

- Solarzelle aus monokristallinem Silizium: etwa 24 % (Labor) bzw. 14 bis 17%
- Solarzelle aus polykristallinem Silizium: etwa 18 % (Labor) bzw. 13 bis 15%

- Solarzelle aus amorphem Silizium: etwa 13 % (Labor) bzw. 5 bis 7 % (nach: <http://www.solarserver.de/lexikon/solarzelle.html>)
- Schnittstelle zur Haustechnik: Wechselrichter.
- Einspeisung in das öffentliche Stromnetz ist möglich (Nutzung überschüssiger Energie).

Anbringungsarten von PV-Paneelen an der Fassade:

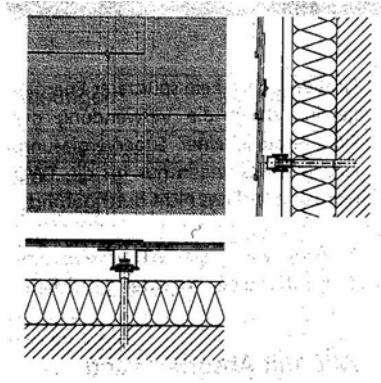


Abb. 38 [15] S.108 Schindeltechnik, Unterkonstruktion in Aluminium

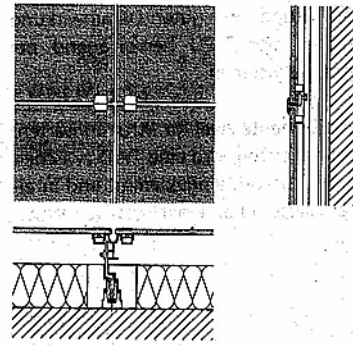


Abb.39 [15] S.108 flache Fassaden-Elemente

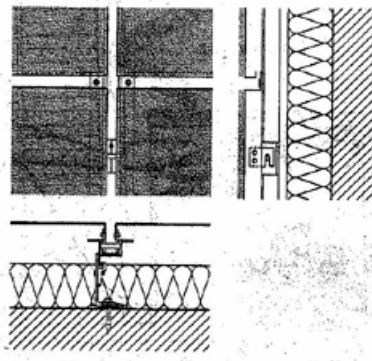


Abb.40 [15] S.108 eingehängte Kassetten

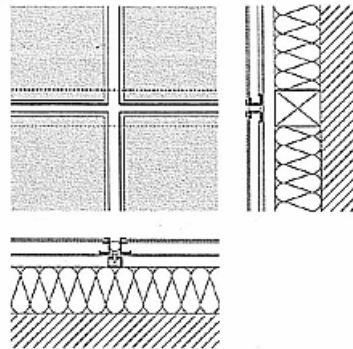


Abb.41 [15] S.109 System Rütihof für kleinflächige Fassaden

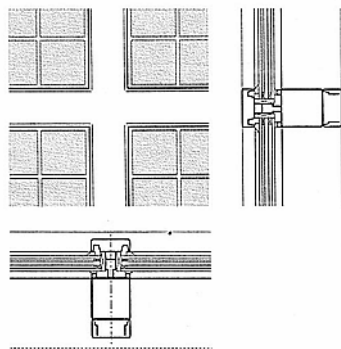


Abb.42 [15] S.109 System Flagsol, Isolier- oder Lärmschutzgläser nach Bedarf

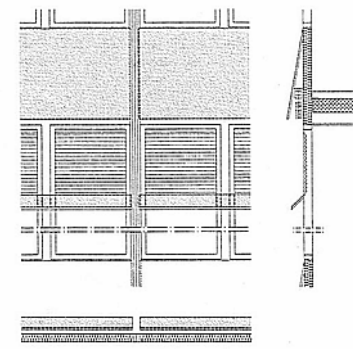


Abb.43 [15] S.109 System Fassaden 2000, Kombination verschiedener Arten der Solarenergienutzung

6.2.6 Die Doppelfassade als Aussenhaut

6.2.6.1 transparente Doppelfassade (GDF, "zweite Haut"-Fassade)

Die Ausführung von zweischaligen Glasfassaden erfordert ein wärmelastabhängiges, Zusammenwirken von mehreren Verglasungsebenen. Positiv wirken sich die Verbesserung des Schallschutzes, die Möglichkeit der natürlichen Lüftung von Innenräumen über längere Zeiträume des Jahres hinweg, auch unter extremen Lastbedingungen (z. B. Hochhäuser) aus. Die äußere Schale übernimmt die Funktion des Witterungsschutzes, des Sonnenschutzes (Positionierung) und des Einbruchschutzes. Die Solarenergienutzung wird unterstützt. [11]

Problembeschreibung:

Auswertungen zeigen, dass hinsichtlich der Energiebilanz keine wegbereitenden Verbesserungen gegenüber herkömmlichen hochgedämmten Konstruktionen nachzuweisen sind [11]. Die Kosten sind jedoch höher.

Lösungsansatz:

Aufgrund der Mehrkosten und haustechnischer Nachteile sollen transparente Doppelfassaden in Teilbereichen und/oder in Abhängigkeit der Orientierung bzw. an wind- und emissionsbelasteten Standorten angewendet werden.



Abb. 44, Beispiel Paltramplatz; Architekturbüro Delugan_Meissl

6.2.6.2 *Passivhaustauglichkeit von Doppelfassaden und Fassadenkollektoren*

6.2.6.2.1 Fassaden – Luftkollektoren:

Die abgebildete Fassadenkonstruktion wirkt als "Primitivkollektor, der zwar keine aktiven solaren Wärmegevinne produziert, aber die Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle reduziert, indem in der Heizperiode die Temperaturunterschiede zwischen Wandinnen- und Wandaußenseiten reduziert oder umgekehrt werden (vgl. Kartonwaben-Solarfassade). Der für die Niedrigenergiebauweise typische U-Wert von unter $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ – was einer Wärmedämmung von mindestens 20 cm entspricht, lässt sich selbst an der Nordseite weiter um etwa 40% reduzieren, an der Südseite sind auch negative U-Werte möglich. Ein passivhaustauglicher Wandquerschnitt kann dadurch bei ausreichender solarer Einstrahlung mit einem geringeren Gesamtaufbau von 25 cm, statt der bislang üblichen 40 cm, erreicht werden. [14] Die Passivhauseignung ist jedoch nur theoretischer Natur, da bei fehlender Sonneneinstrahlung die für Passivhäuser notwendige geringe Heizlast nicht erreicht wird.



Abb ⁴⁵, Beispiel Nürnberger Hypothekenbank, Architekt Petzinka

Problembeschreibung – Sommerverhalten:

Die Überhitzung des Luftzwischenraumes im Sommer führt laut Quellenangabe bei sommerlicher Belüftung zwar nicht zu einer merklichen Aufheizung des Innenraumes, wohl aber zu einer außerordentlichen Materialbeanspruchung. [14]

Tatsächlich stellt der Sommerbetrieb ein Problem dar, in einem nicht belüfteten Luftkollektor herrschen Temperaturen von ca. $70\text{-}90^\circ\text{C}$, so dass dieses System in unserer Klimazone laut haustechnischer Empfehlung nicht verwendet werden sollte.

Lösungsansatz

Anordnung von Schutzschichten vor der Dämmebene, in Form von Kartonwaben aus Altpapier als kostengünstige Möglichkeit. Oder man setzt wasserdurchströmte Absorbiermatten ein, die die überschüssige Energie für die Warmwasserbereitung oder Wandtemperierung nutzbar machen [14]. Dies bedeutet aber eine Funktionsänderung zur Solarthermie.

6.2.6.2 Doppelfassaden

Für Passivhausprojekte gibt es keinen bauphysikalischen Nutzen von doppelschaligen Fassaden.

6.2.6.3 Überhitzung

Problembeschreibung:

Der gewünschte Effekt der Gebäudeerwärmung im Winter kann im Sommerbetrieb zur Überhitzung führen.

Lösungsansatz:

Die unerwünschte Zufuhr vorgewärmter Fassadenluft in den Raum kann durch eine vollständige Öffnung der äußeren Schale (Lamellensystemen) oder eine Umgehung der Fassade ("Bypass") verhindert werden, [11] ebenso durch Beschattungsanlagen (siehe Punkt Beschattungsanlagen).



Abb ⁴⁶, Beispiel Absam, Architekturbüro Delugan_Meissl

6.2.6.4 Lüftung

Zweischalige Glasfassaden ermöglichen den natürlichen Luftwechsel, auch unter Extrembedingungen (siehe Punkt transparente Doppelfassade), was zur einer Reduzierung der Gebäudetechnik führt: Vermeidung des "Sick-Building-Syndroms".

Problembeschreibung:

Bei Zu- oder Abluftfassaden erfolgt die Durchströmung des Fassadenzwischenraumes mit erwärmter Luft, die von oder bis zur Klimazentrale geführt wird. Der Zwischenraum als luftführender Kanal ist als Teil der klimatechnischen Anlage zu betrachten. [13]

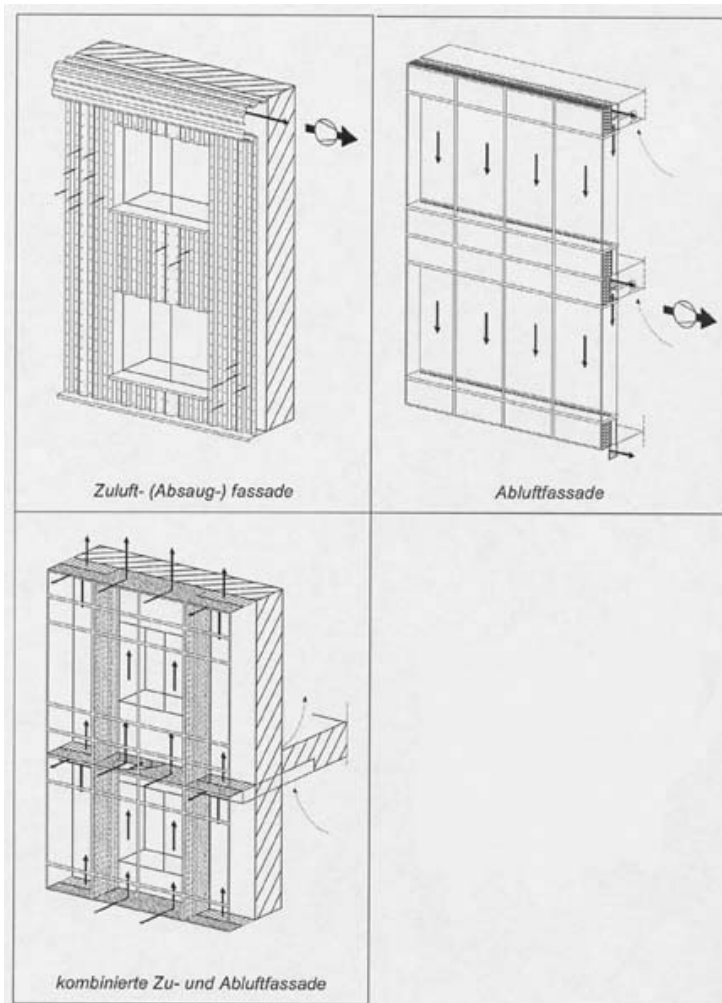


Abb. 47, Luftführung

Lösungsansatz

Eine dezentrale, geschossweise Ausbildung des Systems beinhaltet neben dem Vorteil kleinerer Komponenten die Möglichkeit einer individuellen Beeinflussung der thermischen Zustände und damit auch der Tauwasserbildung bei extremen Außentemperaturen. [11]

6.2.6.5 Beschattung

Sonnenschutz kann in konstruktiver Form beispielsweise als Auskragung oder durch Beschattungsanlagen angebracht werden.

Problembeschreibung:

Tiefe Auskragungen können die Belichtung und die solaren Gewinne im Winter beeinträchtigen, außenliegender Sonnenschutz ist windanfällig.

Lösungsansatz

Anbringung der Sonnenschutzanlagen an der Innenseite der äußeren Glashülle.

6.2.6.6 Brandschutz/Schallschutz

Problembeschreibung:

Feuer und Rauch können sich ungehindert im Fassadenzwischenraum ausbreiten. Schallschutzprobleme, es entsteht der „Telefonieffekt“ bei zum Zwischenraum orientierten Fenstern verschiedener Nutzungseinheiten.

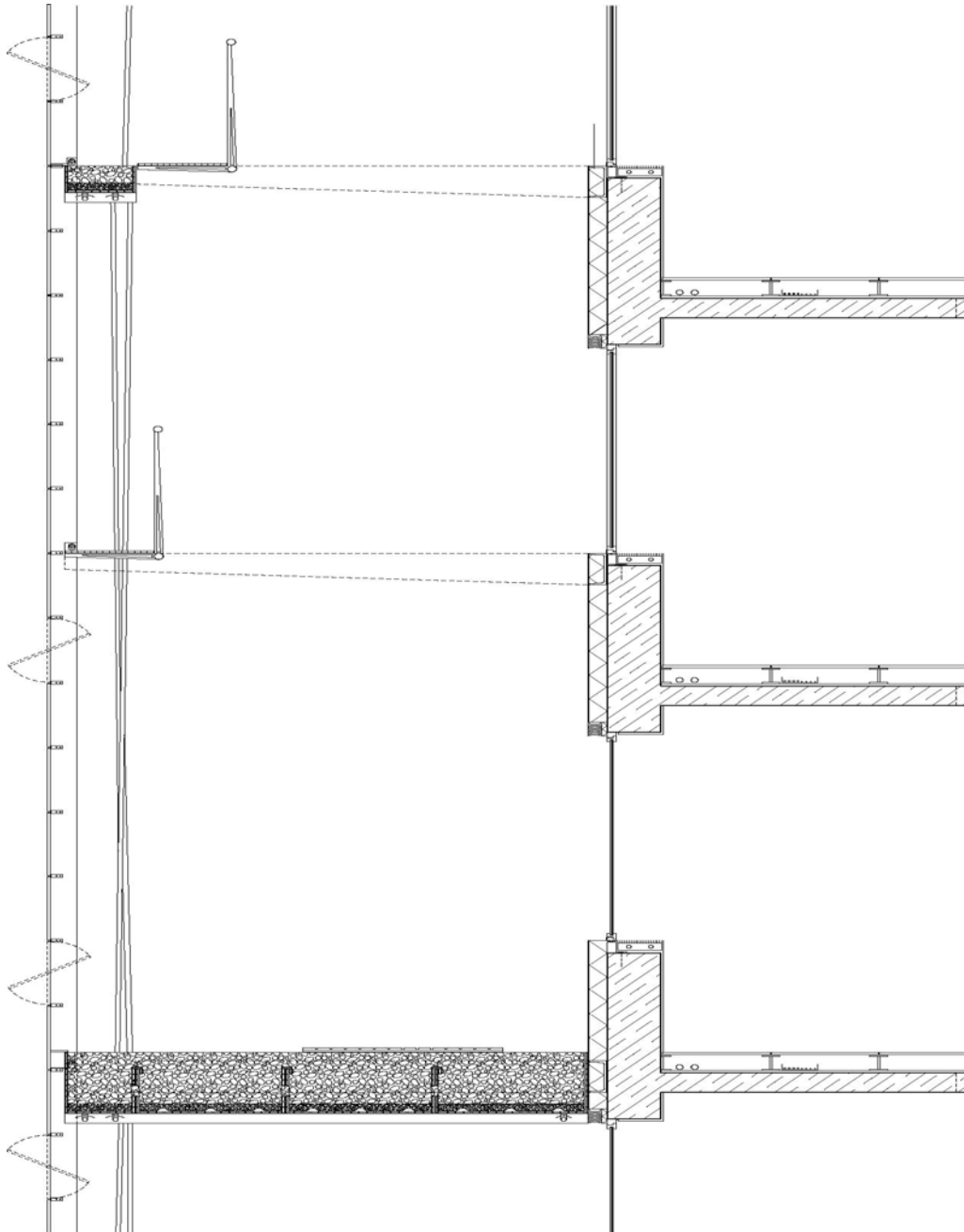


Abb. ⁴⁸, Schnitt Galaxy, Architekturbüro Delugan_Meissl

Lösungsansatz

Zweischalige Glasfassaden mit Unterteilung sind zu bevorzugen.

6.2.6.7 Nutzbarkeit des Fassadenzwischenraumes

Die Tiefe des Zwischenraumes bei zweischaligen Glasfassaden wird in der Regel durch die Nutzung bestimmt. Tiefe Zwischenräume in Form von Loggien oder Wintergärten sind beim Wohnbau, schmale beim Bürobau üblich.

Problembeschreibung:

Tiefe Zwischenräume sind in Hinblick auf eine Hybridnutzung zu hinterfragen.

Lösungsansatz

Schmale Zwischenräume und ein nach hinten erweiterbarer, offener Raum als Antwort auf die Hybridnutzung ist denkbar.

6.2.6.8 Bepflanzung

Eine hundertprozentige bzw. großflächige Begrünung der Fassade wird angestrebt. Die Bepflanzung kann einen gewissen Beitrag im Hinblick auf klimatechnische Aufgaben wie Schadstoffreduktion, Sauerstoffanreicherung und Raumlufbefeuchtung leisten. [13]

Problembeschreibung:

Begrünungen vor Fassadenkollektoren stehen im Widerspruch zur Energiegewinnung. Bei Pflanzen im Zwischenraum stellen Überhitzung (sie verbrennen) und eventuell Frost ein Problem dar.

Lösungsansatz

Der Fassadenzwischenraum ist so zu dimensionieren, dass Pflanztröge mit Abstand vom Glas positioniert werden können. Gegebenfalls ist eine Bewässerungsanlage erforderlich.

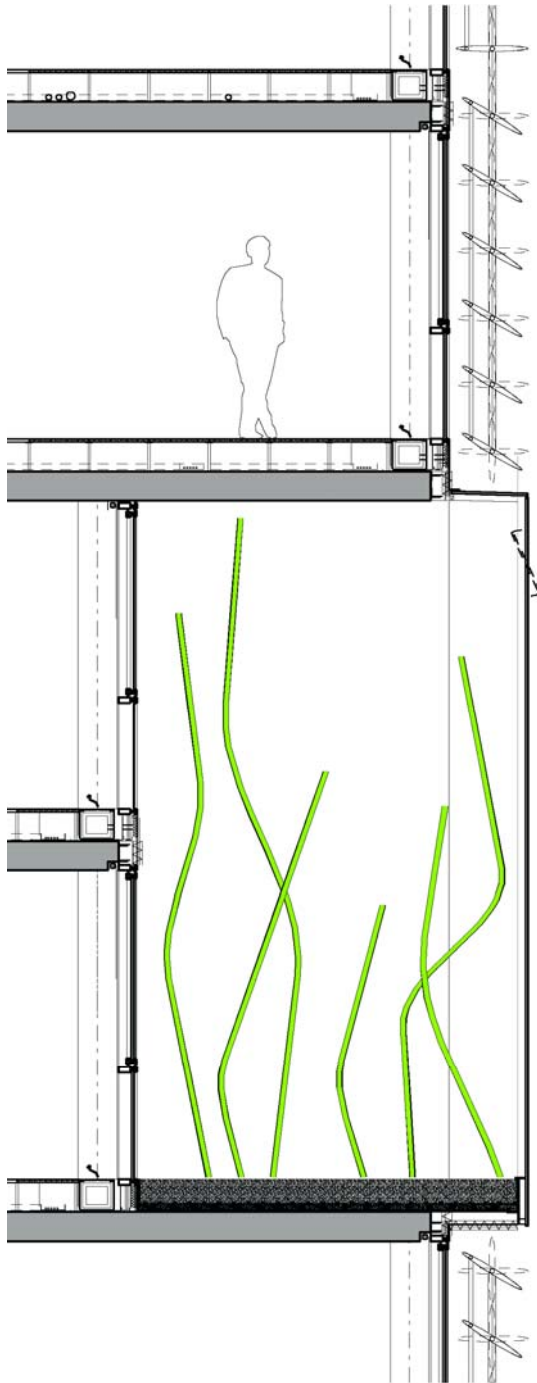


Abb. ⁴⁹, Schnitt p&t Hamburg, Architekturbüro Delugan_Meissl

6.2.6.9 Putzbarkeit und Reinigung

Problembeschreibung:

Auf Glasoberflächen sind Verschmutzungen gut sichtbar und reduzieren die notwendigen solaren Einträge.

Lösungsansatz

Es gibt folgende Möglichkeiten: Fassadenaufzüge für großen Flächen, Putzbalkone oder Wartungsgänge im Zwischenraum und öffnbare Elemente. Eine Strukturierung oder Bedruckung des Glases beispielsweise im Brüstungsbereich ist hilfreich.

6.3 Holzbausysteme

6.3.1 Grundsätzliches und Übersicht

Auf Grund seiner guten ökologischen Gesamtbewertung (die richtige Anwendung und Verarbeitung vorausgesetzt) ist der Baustoff Holz den meisten anderen schon allein durch die Reduzierung der grauen Energie aus Gründen des Klimaschutzes vorzuziehen.

Da derzeit nur Holz als NAWARO für mehrgeschossiges Bauen zugelassen ist, werden in dieser Arbeit nur Bausysteme aus Holz untersucht.

Eine grundsätzliche Einteilung der verschiedenen Bausysteme nach der Verwendung der Holzteile als Tragstruktur ergibt 2 Hauptkategorien:

- **Massivbau**
- **Leichtbau**

Durch die gute Wärmedämmeigenschaft des Holzes im Vergleich zu mineralischen Baustoffen, das geringere Gewicht und die einfachen Verbindungen ergibt sich die besondere Eignung des Holzbaues zum Einsatz bei vorgefertigten und hochgedämmten Außenbauteilen.

Damit und auch aus ökologischen Gründen sind vorgefertigte Holzbausysteme bei HY3GEN-Bauten bevorzugt einzusetzen.

6.3.2 Holzleichtbausysteme

Im Gegensatz zur Massivbauweise, wo die Funktionen Dämmen und Tragen eindeutig in eigene Aufbauschichten getrennt werden, werden diese beim Leichtbau in einer Ebene erfüllt werden.

Vorteile sind:

- geringere Wandstärken, daher weniger Konstruktionsfläche als beim Massivbau
- geringere Kosten durch niedrigeren Holzanteil
- geringeres Gewicht

Nachteil:

- keine wärmebrückenfreie, passivhaus-taugliche Konstruktion ohne weitere Dämmebene möglich
- geringere Speichermassen

6.3.2.1 *Platform-System*

Das Plattformsystem wird charakterisiert durch:

- Stabförmiges Traggerippe aus Kanthölzern mit stabilisierender Beplankung für Horizontallasten (Sperrholz, Spanplatten)
- Eingeschossige Wandrippen
- Standardisierte Querschnitte
- Enger Raster der Konstruktionshölzer
- Einfache Verbindungen (Nagel, Schraube, Klammer)

Kritischer Punkt:

Setzungsverhalten (siehe Kapitel Holzgeschossbau)

Zu Abb. 1: Zwischengedämmtes System; kritischer Punkt für U-Wert: Holzanteil – Lösung: „Verschmierung“ des Holzanteils mittels durchgehender, vorgesetzter Wärmedämmung

Zu Abb. 2: Bei erhöhter Brandschutzanforderung beidseits des Brettschichtholzstehers, Gipsfaserplatte und nicht brennbare Bekleidung (Faserzementplatten) als Witterungsschutz, Hinterlüftungsebene geschossweise geschlossen.

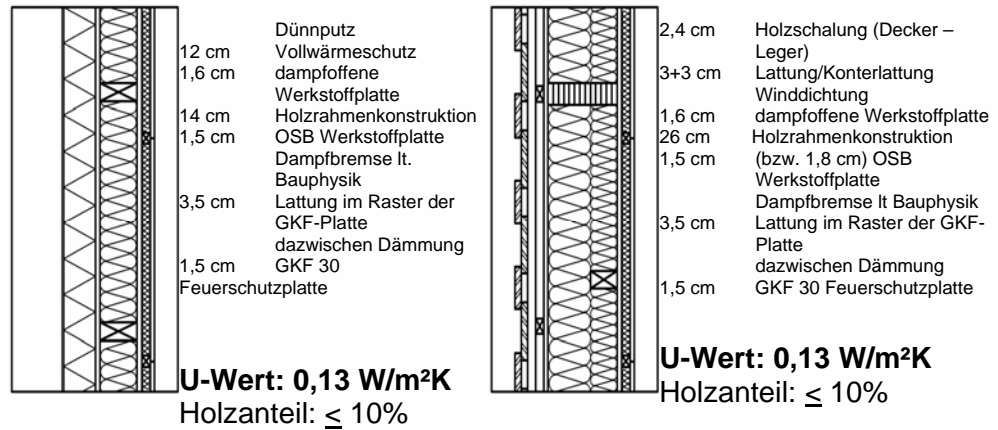


Abb.: 50

Wandaufbauten

Passivhaus: U-Wert: 0,10 - 0,15 W/m²K

Kritischer Punkt: Deckenaufleger, Problemzone für Ausführung der Luftdichtigkeitsschicht

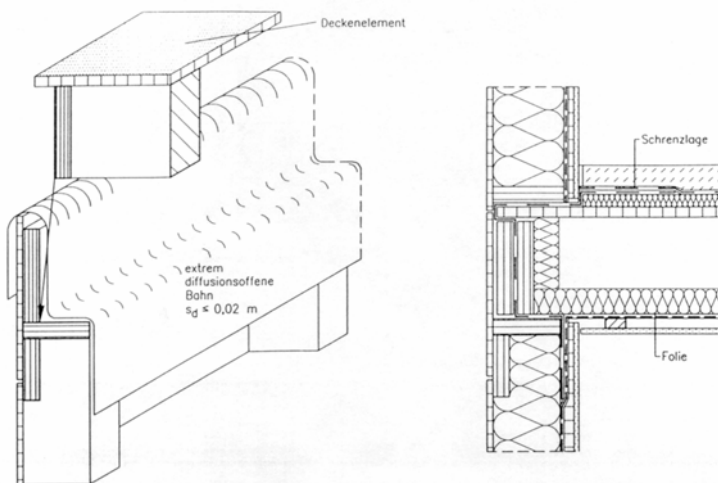


Abb. 51: Deckenaufleger

Für den Passivhausbau ist wegen des Genauigkeitsanspruches (Luftdichte, Feuchtigkeitstransport,...) ein hoher Vorfertigungsgrad sinnvoll, weshalb in der Praxis die im Werk gefertigte Tafelbauweise die Plattform-Bauweise ersetzt.

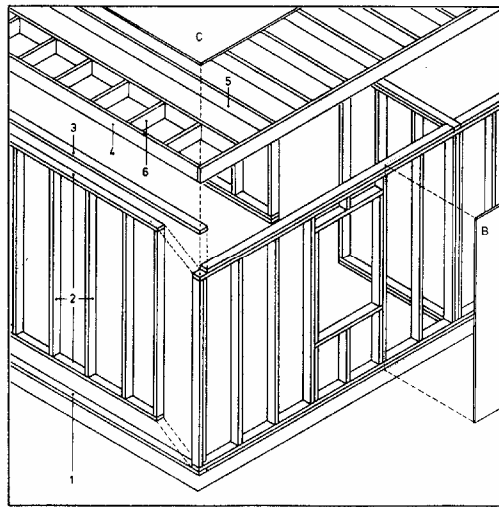


Abb. 52 : Platform-System

- 1 Fußschwelle
- 2 Holzrahmen
- 3 Pfette oder Kopfschwelle
- 4 Randbalken
- 5 Balkenlage
- 6 Stichbalken

- B Vertikalaussteifung
- C Horizontalaussteifung

6.3.2.2 Balloon-Frame-System

Ständerbau, Stützen durchlaufend über mehrere Stockwerke, Deckenbalken werden seitlich gegen Stützen vernagelt (kritischer Punkt: Exzentrizität der Anschlüsse)

Im amerikanischen Holzbau entwickelt, Ausführung unter Einsatz ungelerner Fachkräfte mit Anweisung eines Vorarbeiters.

standardisierte Querschnitte, mehrfach verbunden je nach statischem Erfordernis

Vorteil Anschlussbereich Decke - Wand:

Die luftdichte Schicht kann an der Innenseite der Außenwand durchgehend ausgeführt werden.

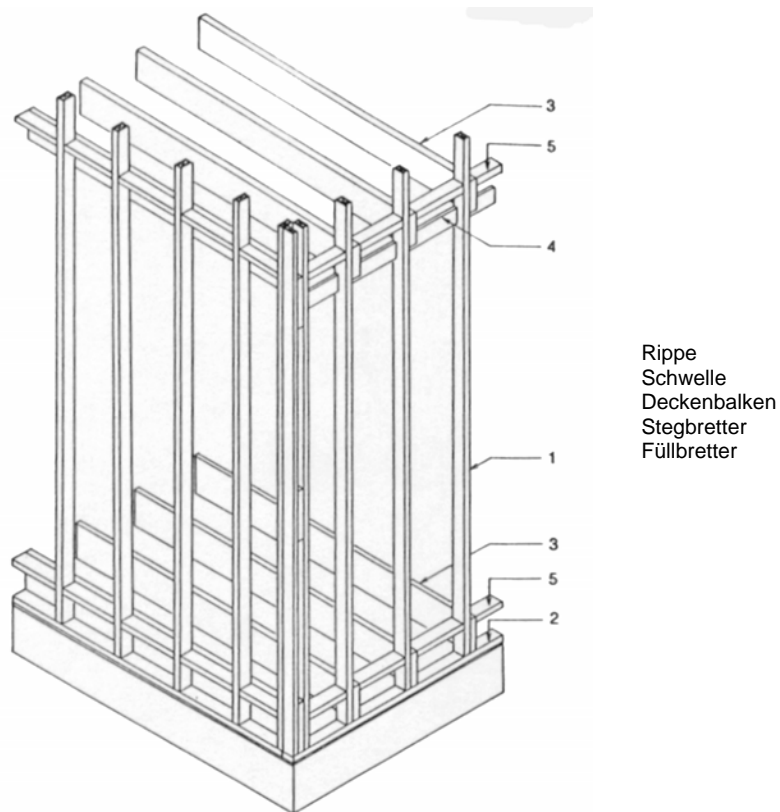


Abb. ⁵³: Balloon-Frame-System

Im Passivhausbau wird bei über die Geschosse durchgehenden Außenwänden jedoch die verwandte Tafelbauweise bevorzugt (Durchdringungsproblematik bei der Elementverbindung).

6.3.2.3 Mischsystem Balloon-Frame und Platform-System

Balloon-Frame für die Außenfassade und Platform-System für die Reihenhaustrennwände

Vorteilhaft bei gewinnmaximierten Passivhäusern (große Südöffnung)

Deckenlasten werden über die Innenwände abgetragen (kleine Holzquerschnitte in der Fassade) siehe Bild 6

Der problematische Horizontalstoß an der kalten Außenwand entfällt (siehe Bild 3 Platform-System)

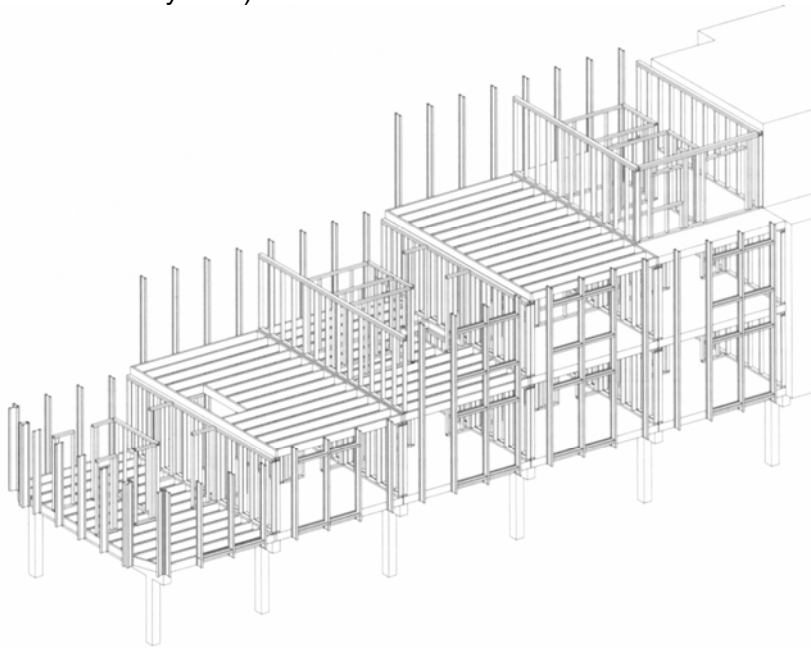


Abb.54

Öffentlich geförderter sozialer Mietwohnungsbaubau in Schopfheim, 1995;

Bausystem des Mietwohnungsbaus; für Passivhäuser Verwendung von thermisch getrennten Stegprofilen in der Außenwand

Verwendung des Mischsystems beim Wohnbau in Neuseeland:

In der City von Wellington wurde auf dem Dach (3. und 4. OG) eines Parkhauses ein Gebäude in Holzleichtbauweise für 40 Wohnungen errichtet. Die „Platform-frame“ bzw. „Balloon-frame“-Konstruktion reicht von zwei bis fünf Geschossen. Da die Konstruktion sehr leicht sein musste, wählte man den Werkstoff Holz. Die vorgeschriebene Brandwiderstandsklasse für Wohnungstrennwände, Wohnungstrenndecken und für Außenwände zu Fluchtwegen (Stiegenhäusern) ist hier: FRR 60 / 60 / 60 (**Fire Resistance Rate**)

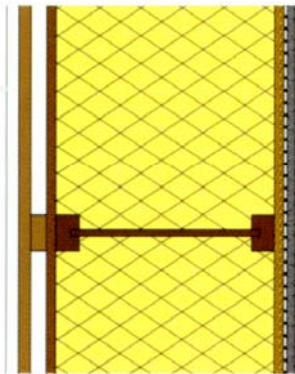
Die drei Kennzahlen der FRR (60 / 60 / 60: stability, integrity, insulation) stehen für den in Minuten ausgedrückten Widerstand des Bauteils gegen das Feuer.



Abb. ⁵⁵: Wellington, Neuseeland

Außenwand Leichtbau verschalt

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Außen / kalt	
Lärchenstulpschalung	2,0 cm
Lattung / Hinterlüftung	2,5 cm
MDF-Platte	1,6 cm
TJI 350 / Zellulose	35,0 cm
OSB-Platte	1,5 cm
Baupapier	-----
Gipskartonplatte	1,25 cm
Dünnputz	0,5 cm
Innen / warm	

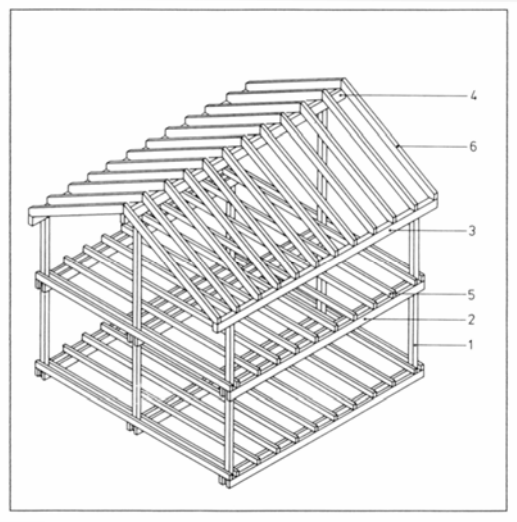
Leichtbau verputzt $U = 0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Abb. ⁵⁶: Beispiel einer Außenwand Leichtbau verschalt mit der Verwendung von I-Trägern

6.3.2.4 Skelettbausystem

Merkmale des Skelettbausystems sind:

- Großer Raster
- Klarheit der Konstruktion, Tragwerk als Gestaltungselement
- Tragskelett unabhängig vom Raumabschluss, individuelles Bauen
- Ingenieurmäßige Verbindungen
- Unterschiedliche Systeme je nach Lage der Konstruktionsteile zueinander:
Zangen-, Pfosten/Riegel-Konstruktion
- Vergleichsweise geringeres Gewicht der ausfachenden/ergänzenden Bauteile durch die Verlagerung des Konstruktionsholzes in das Skelett (Material- und Transportkosten)



- 1 Stütze
- 2 Zange, Träger, Unterzug
- 3 Wandträger
- 4 Firstpfette
- 5 Balken
- 6 Sparren

Abb. ⁵⁷: Skelettbau-System Zangenbauweise

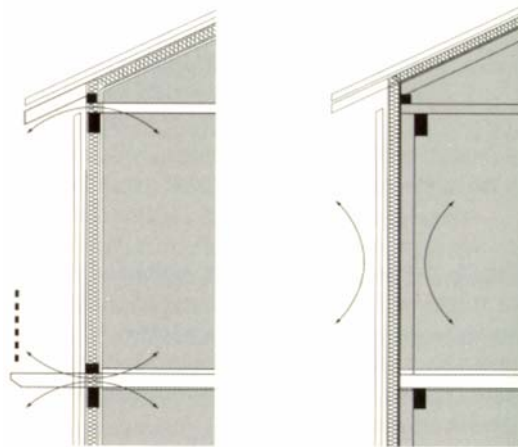


Abb. ⁵⁸

Linke Abbildung:

Kritischer Punkt für Passivhaus: Dämmhülle liegt in der Ebene der Skelettkonstruktion, daher großer Anteil an Wärmebrücken bzw. Probleme mit der Luftdichtigkeit wegen Durchdringungen (unterschiedliches Schwinden und Quellen des durchdringenden Holzbauteils wegen verschiedener Feuchtebelastung an Innen- und Außenseite)

Rechte Abbildung:

durchgehendes, wärmegeädmmtes Element vor der Skelettkonstruktion, daher geringerer Holzanteil und weniger Dämmstoffstärke nötig bei gleichem U-Wert (im Vergleich zu linkem Bild); Nachteil: Stützen im Raum sind mit Raumteilung und Möblierung abzustimmen.

6.3.2.5 Tafelbau

Merkmale des Tafelbaus sind:

- Entwicklung aus der Rippenkonstruktion (Platform oder Balloon-System vorgefertigt)
- Im Werk zeitunabhängig hergestellte Elemente, kurzfristige Realisierung
- Präzise und witterungsunabhängige Produktion, Verwendung von trockenen Hölzern (Maßhaltigkeit - Luftdichtigkeit)
- Geringer Gewichts-, Transport- und Montageaufwand (Holz Fichte: spezifisches Gewicht: 6 kN/m³)
- Lieferung inkl. aller notwendiger Ausbauteile (Haustechnik, Fenster- und Türelemente) möglich – Fertighausbau
- termingerechtes Liefern der Elemente vor dem Versetzen (Lagerung auf der Baustelle entfällt)

Vorfertigung

Vorfertigung ist der Übergang vom traditionellen Handwerk zur industriellen Fertigung. Def.: „Industrialisierung ist ein Prozess, der mit Hilfe von technischen Entwicklungen, organisatorischen Konzepten und Methoden und investiertem Kapital dazu dient, die Produktivität zu steigern und die Leistung zu verbessern.“

Beeinflussende Faktoren auf die Ausführung und Art der Elemente:

- Entwurfsgestaltung
- Anzahl der Geschosse
- Raumgrößen und -aufteilung
- Wirtschaftliche Spannweiten, Knoten- und Auflagerpunkte
- Raster des sekundären Tragwerks
- Handelsübliche Formate der Verkleidungsmaterialien, Normmasse von Fenster- und Türelementen
- Transportmöglichkeit
- Verfügbare Hebewerkzeuge für Montage vor Ort
- Standardisierte Elemente (Unterscheidung nach Tafelgröße):
Kleintafeln: Maße auf Ausbauraster bezogen (n x 62,5 z. B. mit 125 cm Breite)
Großtafeln: liegende Elemente – geschosshoch (abhängig von Förderbandbreite im Werk) mit z.B. Einfamilienhauslänge
- Stehende Elemente – 2 bis 3 Geschosse hoch
- Zulässige Abmessungen und -gewichte für Transport auf Straße und Schiene beachten, im Fall Sondergenehmigungen einholen; siehe auch Kapitel Vorfertigung
- Gebäuderaster kompatibel mit handelsüblichen Plattenbreiten

Beispiel für standardisierte, tragende Elemente im Holztafelbau:

Standard-Querschnitt

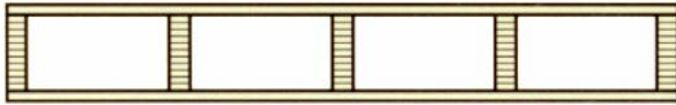
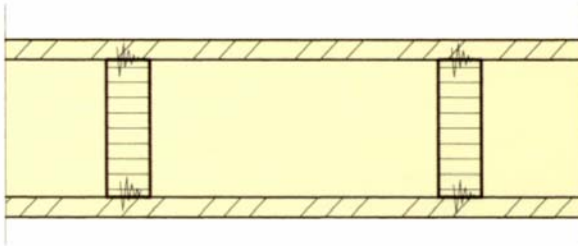


Abb. 59

Kmultibox:



Kmultisteg:

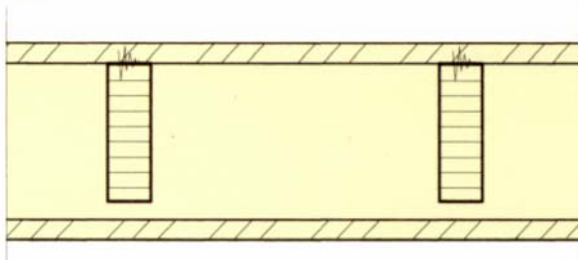


Abb. 60

Hohlkastenelemente:

K Multibox und K Multisteg (Fa. Kaufmann) sind Tafелеlemente aus Rippen mit aufgeleimter Beplankung (Verbundquerschnitt mit starrer Verbindung). Im Gegensatz zur K Multibox sind die Rippen beim System K Multisteg nur einseitig verleimt.

Die Elemente sind in flexiblen Querschnittsabmessungen, unterschiedlichen Beplankungen (3-S-Platten, OSB-Platten) und Rippen (K BS Holz oder Vollholz) erhältlich. Sie können als Dach-, Decken- oder Wandelement zum Einsatz kommen, wobei unterschiedliche statische Systeme möglich sind (Quer- und Hauptträger sind ins Element einbaubar). Der Hohlraum kann die diversen Installationen für Lüftung, Elektro, etc. aufnehmen.

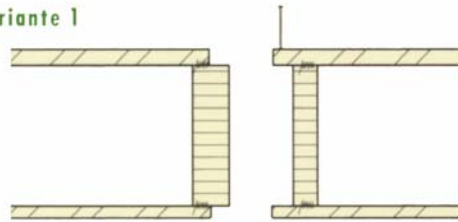
Fugenausbildung und Anzahl:

Aufnahme von Toleranzen zwischen den Ausbauelementen und zur Tragkonstruktion (gestoßene, einfach verdeckte, gleitende oder doppelt verdeckte Fugen)

Konstruktiver Holzschutz: im Außenbereich muss das Austrocknen von konstruktiven Teilen nach Durchfeuchtung durch entsprechende dampfhohe Fugenausbildung bzw. Belüftung gewährleistet sein.

Längsstösse

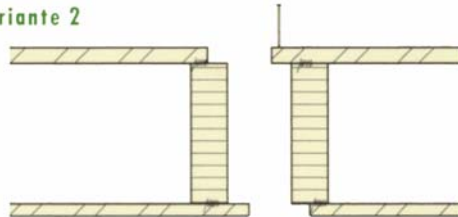
Variante 1



Variante 1:

C-Stoss
Einbau des Elementes von der Seite
Scheibenausbildung durch
Montagenagelung

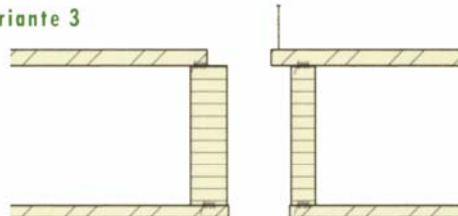
Variante 2



Variante 2:

Z-Stoss
Einbau des Elementes von oben
Scheibenausbildung durch
Montagenagelung

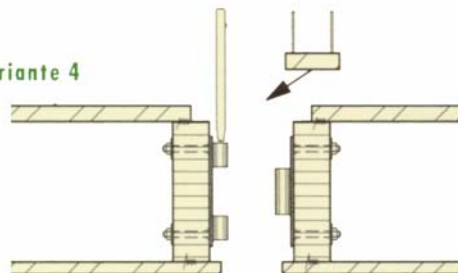
Variante 3



Variante 3:

Einbau des Elementes von oben
Scheibenausbildung durch
Montagenagelung

Variante 4



Variante 4:

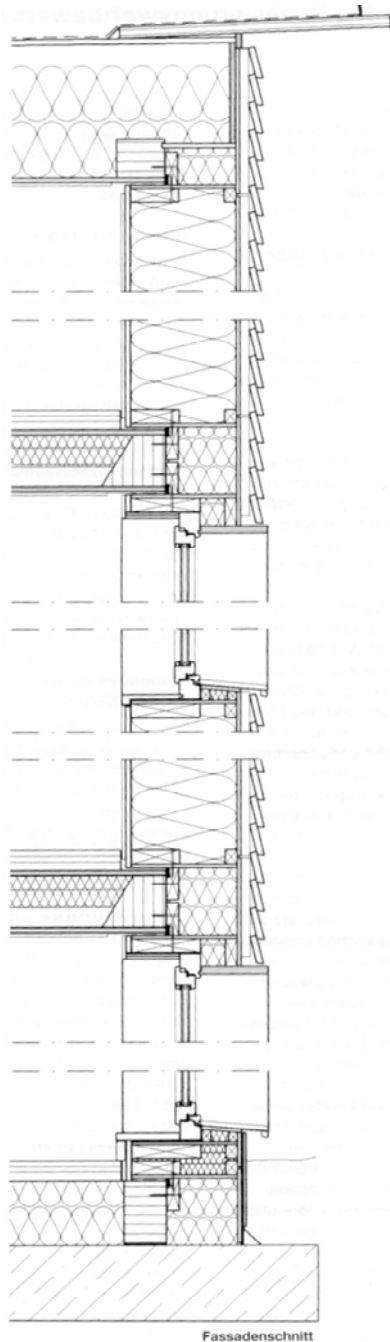
Einbau des Elementes von der Seite
Einfache Steckmontage mit
Stahldorn von oben
In der Regel werden nur zwei
Verbindungen pro Element benötigt
Scheibenausbildung durch
schubfeste Verbindung

Abb. ⁶¹: Elemente K Multibox und K Multisteg Fa. Kaufmann

Wandaufbauten im Holztafelbau:

Eine Darstellung von Beispielen kann an dieser Stelle unterbleiben, da die Regelaufbauten bezüglich Wandstärken, Dämmstärken und Holzanteil vom Prinzip her denen der anderen Kapitel über den Holzleichtbau entsprechen.

6.3.2.6 Mischsystem aus Skelett- und Tafelbau



Beispiel Wohnanlage Ölbündt, Reuthe

Bauträger: Anton Kaufmann
Planung: DI Hermann Kaufmann
Systementwicklung: Arge Holzbausystem
Bauzeit: 5 Monate inkl. Garage
Fertigstellung: Mai 1997

In Passivhaus-Standard ausgeführt; Konzeption der Holztragkonstruktion als „Tischsystem“ auf Untergeschoss in Massivbauweise

Verwendung von stockwerkshohen Holzstützen im Raster von 2,4 x 4,8 m und punktgelagerten Decken – und Dachelementen (System K Multibox)

Ausbildung des Stützenkopfes aus Metall mit 4 Dornen, die in gleicher Ebene in Deckentafel eingreifen;
Skelettsystem in Wand integriert (möblierungsneutral);
Verwendung von hochgedämmten vorgefertigten Außenwandelementen (wie Innenwände nichttragend)

Balkone und Laubengängerschließung als selbständige Tragelemente in Stahl-Holzbauweise vor die Fassade gestellt (thermisch getrennt), über die Hauptkonstruktion ausgesteift

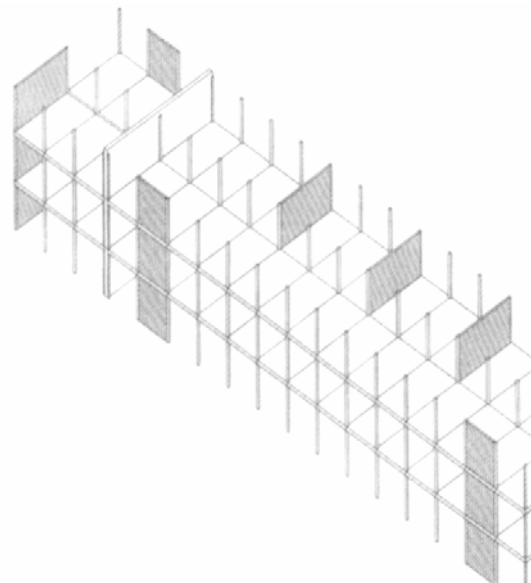


Abb. ⁶²: Fassadenschnitt Wohnanlage Ölbündt, Vorarlberg
Abb. ⁶³: Axonometrie vertikale aussteifende Elemente

Beispiel Wohnanlage Ölbündt, Reuthe

Bauträger: Anton Kaufmann
Planung: DI Hermann Kaufmann
Systementwicklung: Arge Holzbausystem
Bauzeit: 5 Monate inkl. Garage

Fertigstellung: Mai 1997

In Passivhaus-Standard ausgeführt; Konzeption der Holztragkonstruktion als „Tischsystem“ auf Untergeschoss in Massivbauweise;
 Verwendung von stockwerkshohen Holzstützen im Raster von 2,4 x 4,8 m und punktgelagerten Decken – und Dachelementen (System K Multibox);
 Ausbildung des Stützenkopfes aus Metall mit 4 Dornen, die in gleicher Ebene in Deckentafel eingreifen;
 Skelettsystem in Wand integriert (möblierungsneutral);
 Verwendung von hochgedämmten vorgefertigten Außenwandelementen (wie Innenwände nichttragend);
 Balkone und Laubengangerschließung als selbständige Tragelemente in Stahl-Holzbauweise vor die Fassade gestellt (thermisch getrennt), über die Hauptkonstruktion ausgesteift;
 Decken und Dachelemente zu großflächigen aussteifenden Horizontalscheiben verbunden.

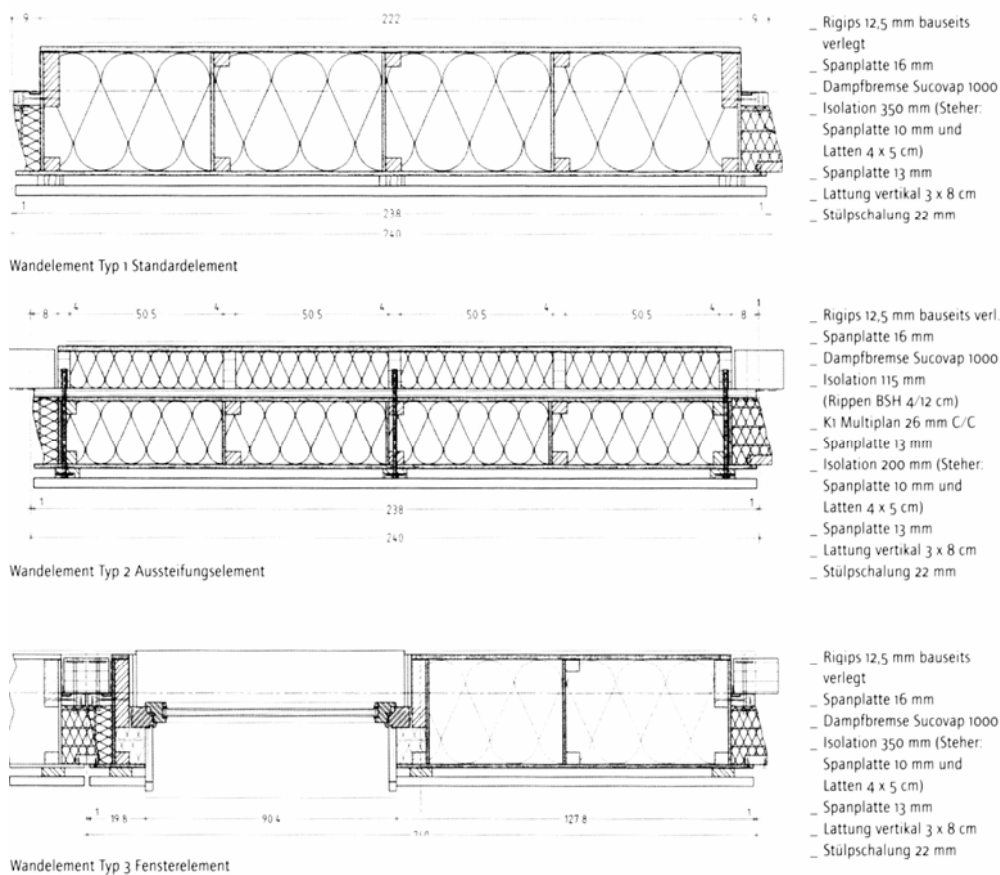


Abb. 64: Schnitt Wandelemente

U-Werte-Aufbauten:

Dach	0,10 W/m²K
Boden EG	0,12 W/m²K
Wand	0,11 W/m²K
Verglasung	0,70 W/m²K

6.3.2.7 Raumzellen

(siehe auch Kapitel 6.1)

Merkmale und Eigenschaften:

- Entwicklung aus der Tafelbauweise
- Herstellung dreidimensionaler, stapelbarer Raumstrukturen
- Einbau aller ver- und entsorgenden Systeme im Werk (Kostenvorteil), Anschluss auf der Baustelle an die vorbereiteten Fundamente
- Begrenzung des Systems durch Gewicht und Transport (Breite 3 m)
- Kostenvorteil der Fertigungseinrichtungen und -flächen für Raumzellen aus Holz verglichen mit Stahlbeton

6.3.3 Massivholzbau

6.3.3.1 Einleitung

Im Gegensatz zur Rahmenbauweise, wo die Funktionen Dämmen und Tragen in einer Ebene erfüllt werden, sind diese beim Massivholzbau eindeutig getrennt.

Vorteile:

- wärmebrückenfreie, passivhaus-taugliche Konstruktion möglich
- höhere Speichermassen
- gute Eignung für schlanke Wand- und Deckenkonstruktionen, falls keine Zusatzdämmung erforderlich ist (Decken, tragende Innenwände)

Nachteile:

- größere Wandstärke, daher mehr Bruttofläche als beim Rahmenbau, jedoch geringere Wandstärke als beim mineralischen Massivbau
- höhere Kosten durch höheren Holzanteil
- höheres Gewicht

Ist die letzte Schicht bei Brettsperrholzelementen in Sichtqualität gefertigt, steht das Element als Speichermasse zur Verfügung (wenn nicht durch Vorsatzschale abgedämmt)

Massivholzelement dient bei nicht versiegelter Oberfläche als guter Feuchtespeicher bzw. -ausgleich.

Wärmedämmung an der Außenseite: Ausführung ohne Dampfsperre oder -bremse möglich; das Element muss in diesem Fall luftdicht hergestellt sein (z.B. letzte Lage der Brettsperrholzplatte als Einschichtplatte an der Rauminnenseite)

6.3.3.2 Systeme

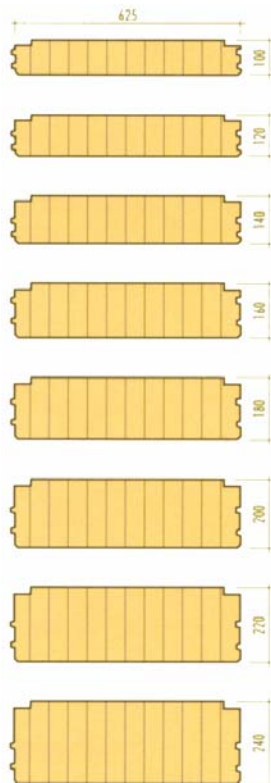
tragende Brettstapelelemente:

- ökologische Holzbauweise – Verbindung durch Hartholzdübel: (Dübel stärker als Bretter getrocknet, daher nach Einstellen der Ausgleichsfeuchte Verpressen der aufquellenden Dübel mit den Brettern), Systeme z.B. Fa. Longin (stehende Bretter zueinander verdübelt) oder Fa. Thoma (liegende Bretter)
- Alternativ: Verbindung durch Nagelung (hauptsätzliches Einsatzgebiet derzeit: Deckenkonstruktionen)
- Verbindungsart: Verleimen: z.B. Fa. Santner, Fa. KLH; Bei Annahme einer 10 cm starken Brettsperrholzwand, müssen ca. 30 cm Wärmedämmung eingesetzt werden, um einen U-Wert von 0,10 W/m²K zu erreichen.

tragende Elemente aus verleimtem Kreuzlagenholz:

- je nach Einsatzart unterschiedliche Stärken und Schichtanzahl
- Variante: Bretter der inneren Lagen mit Abständen angeordnet; darin Anordnung von Installationen und Dämmstoffen möglich

Beispiel Massivholzbauteile:



Massivholzelemente:

Profildecke aus BSH-Elementen mit einer Lamellenstärke von 40 mm
Melaminharz-Leim
Elementunterseite in Sichtqualität

Dicken:

100, 120, 140, 160, 180, 200, 220
und 240 mm

Deckbreiten: 625 ± 40 mm

Länge: bis 18 m

Abb. ⁶⁵: Elemente Fa. Kaufmann

Beispiel fertiges Massivholz-Wandelement:

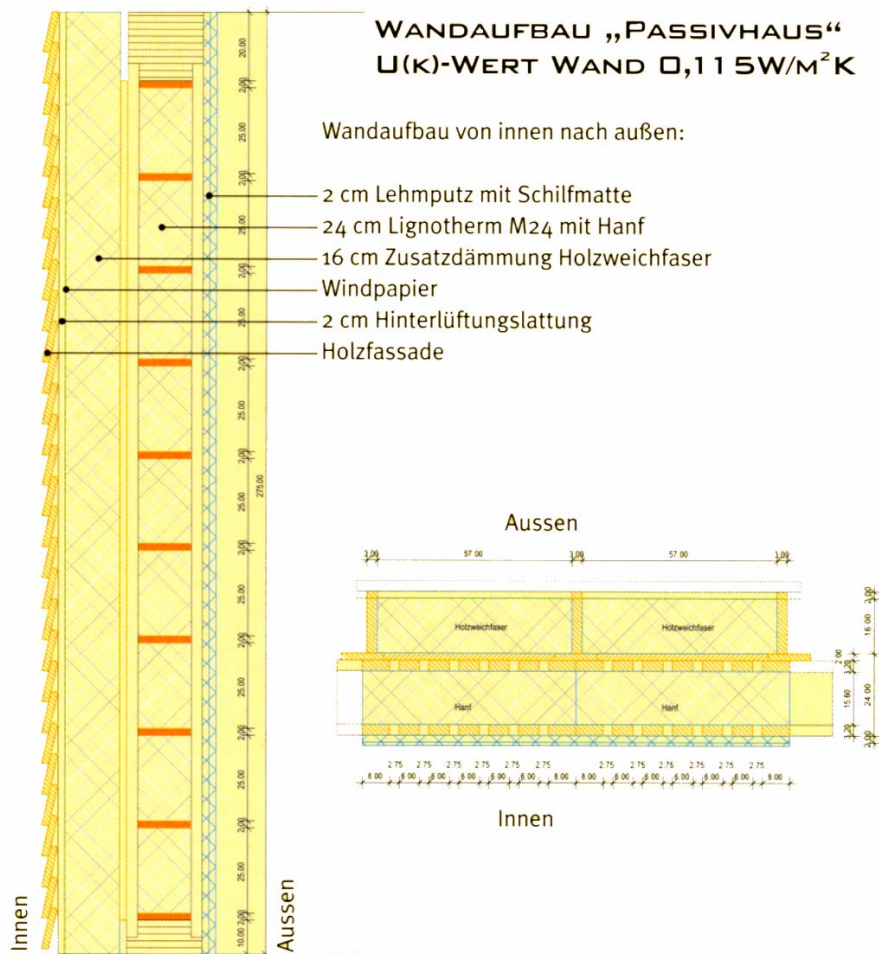


Abb. 66: Wandaufbau Passivhaus aus Massivholz-Fertigelementen Fa. Lignotherm

Bei einer Zusatzdämmung von 16 cm Holzweichfaser ohne Traglattung, vollflächig verlegt, erreicht man einen U-Wert von 0,11 W/m²K. Die Wand kann in Bezug auf die Speichermasse noch durch Verwendung von Lignotherm-Lehm im Innenbereich verbessert werden kann.

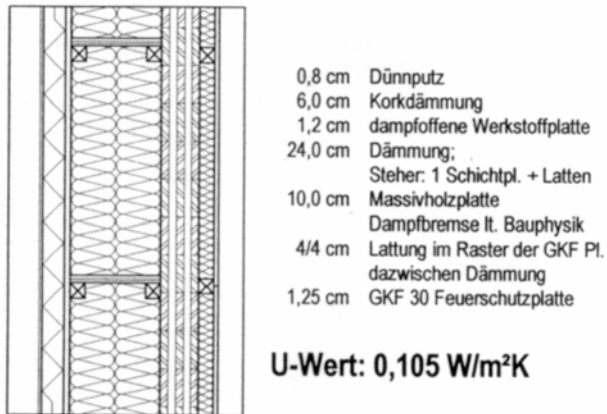


Abb. 67: Schnitt Wandaufbau Passivhaus

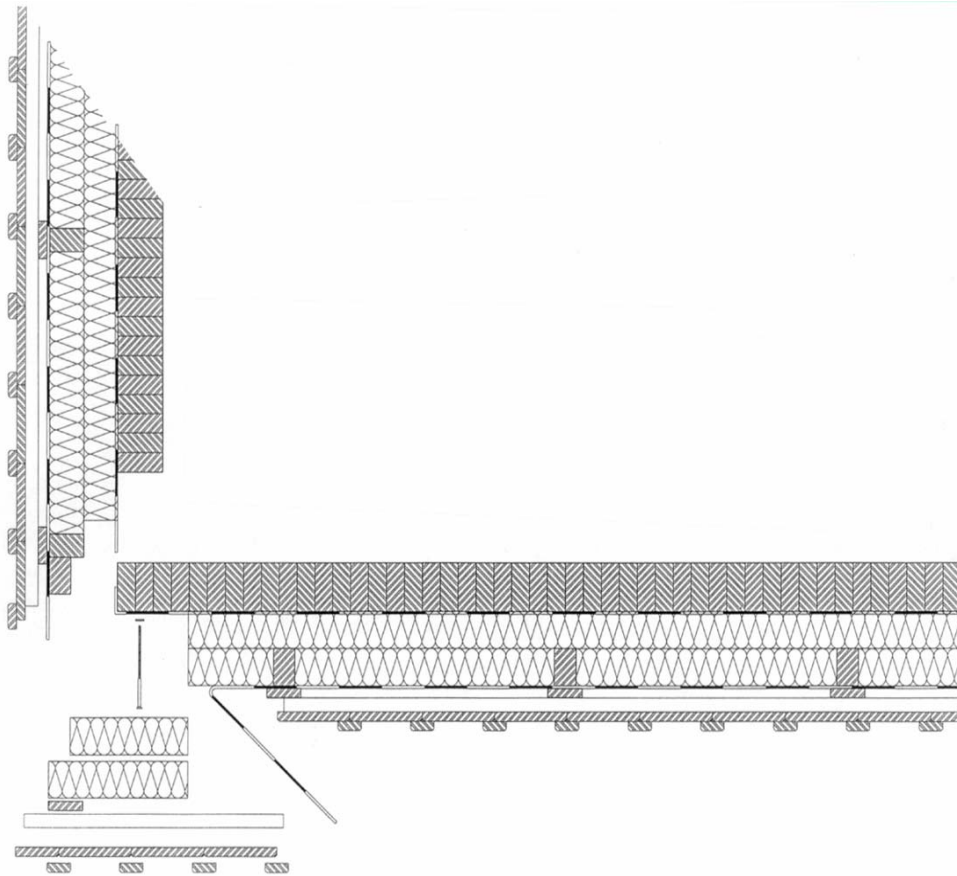


Abb. 68: Eckdetail Wohnhaus, Schnitt waagrecht:

Ökologischer Wandaufbau von Fa. Longin:
 Brettstapelwand, Verbindung mit Buchenhartholzdübeln
 Kreuzstafel, dazwischen Dämmung
 Hinterlüftete Sichtschalung
 Nachträgliche Eckausbildung inkl. Ausführen der Luftdichtigkeitsschicht auf der Baustelle

Plattenstärken in mm	Schichten	Dimension	
95 (Standard)	3	225/250/275/295cm x 1600cm	vorwiegend als Wand
95 (Standard)	5	225/250/275/295cm x 1600cm	
129 (Standard)	5	225/250/275/295cm x 1600cm	
60 (Standard)	3	295cm x 1600cm	vorwiegend als Decke
90 (Standard)	3	295cm x 1600cm	
102 (Standard)	3	295cm x 1600cm	
118	5		
145 (Standard)	5	Mindestlänge 1400 cm	
163 (Standard)	5	Mindestlänge 1400 cm	
170	6		
200	7		
238	7		

Toleranzstärke: +/- 1 mm, Toleranzlänge und -breite: +/- 2 mm je Standardplatte

Abb. ⁶⁹: Standardbauteile Fa. KLH

Das Kreuzlagenholz aus schichtweise übereinander gestapelten Holzlamellen wird flächendeckend miteinander verleimt (je nach Anforderung und Stärke der Platte mit 3-, 5- oder 7-schichtigem Aufbau). Die kreuzweise Anordnung der Längs- und Querlamellen reduziert das Quell- und Schwindmaß auf ein Minimum, die statische Belastbarkeit und Formbeständigkeit ist beträchtlich erhöht. Lasten können allseitig abgetragen werden (Scheibenwirkung).

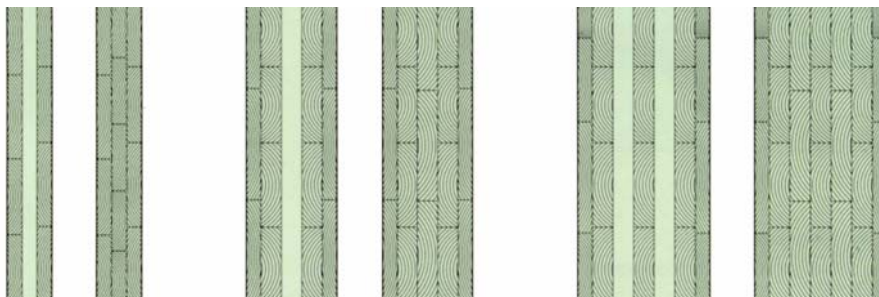


Abb. ⁷⁰: Elemente Fa. Santner Holz

Elementabmessungen: Elementlänge: bis zu 18 m
Elementdicke: 75 bis 365 mm (Zentimetersprünge)
Elementbreite: max. 125 cm (genormtes Rastermaß)

Verleimung: PU-Leim (formaldehydfrei)
Aufbau: mehrlagig paralleler bzw. gekreuzter Aufbau
3-, 5-, 7- und 9-schichtig

Bei mehrlagigem Aufbau: Deckschichtlage aus einer Einschichtplatte (daher auch paralleles Verleimen möglich)

Holz100 Wandverbindung geschlossen

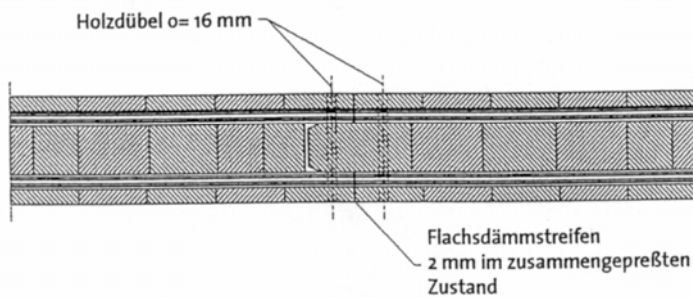


Schaubild Holz100 Wandverbindungen

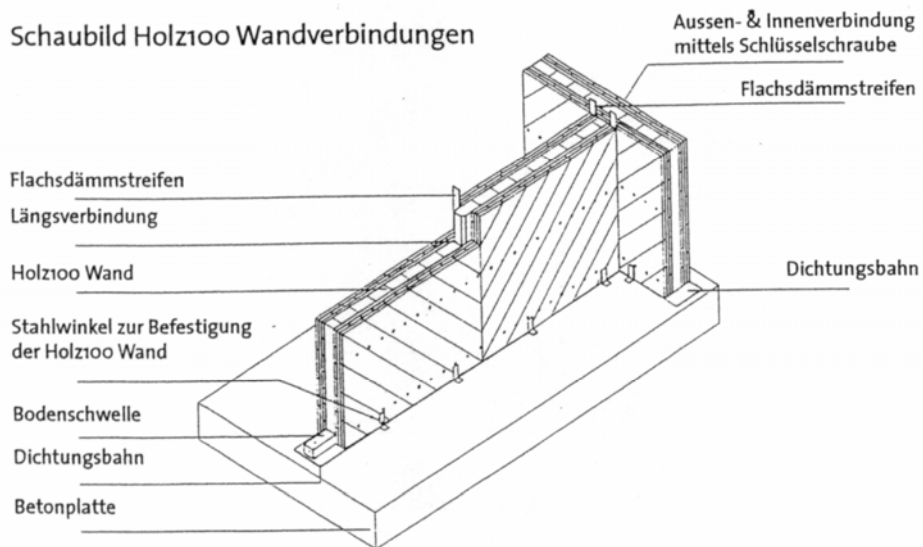


Abb. 71: Fa. Thoma Holz100-Wand

Wandaufbau Thoma Holz100-Wand (36,8 cm):

U-Wert 0,24 W/m²K

Jeweils 6 Brettschichten mit 24 mm innen und außen, sowie einem stehenden Kern von 80 mm verbunden mit Buchendübeln d=16-20 mm. Die Brettschichten sind kreuzweise verlegt (horizontal, vertikal und diagonal). Innenseitig befindet sich zwischen den Brettlagen eine Luftdichtung.

In Verbindung mit Brandschutzplatten und einer Zusatzdämmung wird Passivhaus-Standard erreicht.

Es wird darauf hingewiesen, dass jede konstruktive Lösung in Abhängigkeit von äußeren Bedingungen wie Standort, Belastungen... und den jeweiligen Baubestimmungen von zuständigen Sonderfachleuten (wie z.B. Statiker, Bauphysiker, Holztechnologen.. und Baupolizisten) im Einzelfall berechnet bzw. beurteilt werden muss. Für die in dieser Studie dargestellten Details wird keinerlei Haftung übernommen.

6.4 Mobile Trennwände

6.4.1 Einführung

In Zukunft wird es nicht mehr darum gehen, Gebäude in ihren Einzelteilen zu entwerfen. Stattdessen geht es darum, Strukturen vorzugeben, in denen sich das Gebäude selbst entwickeln kann.

Einen Lösungsansatz zur geforderten Flexibilität stellen mobile Trennwände dar. Die mobilen Trennwandsysteme finden ihre Anwendung v.a. in Büros, Industrie und Gewerbe. Dort stimmt die Kosten - Nutzen Relation und technisch sind diese Systeme weitgehend ausgereift.

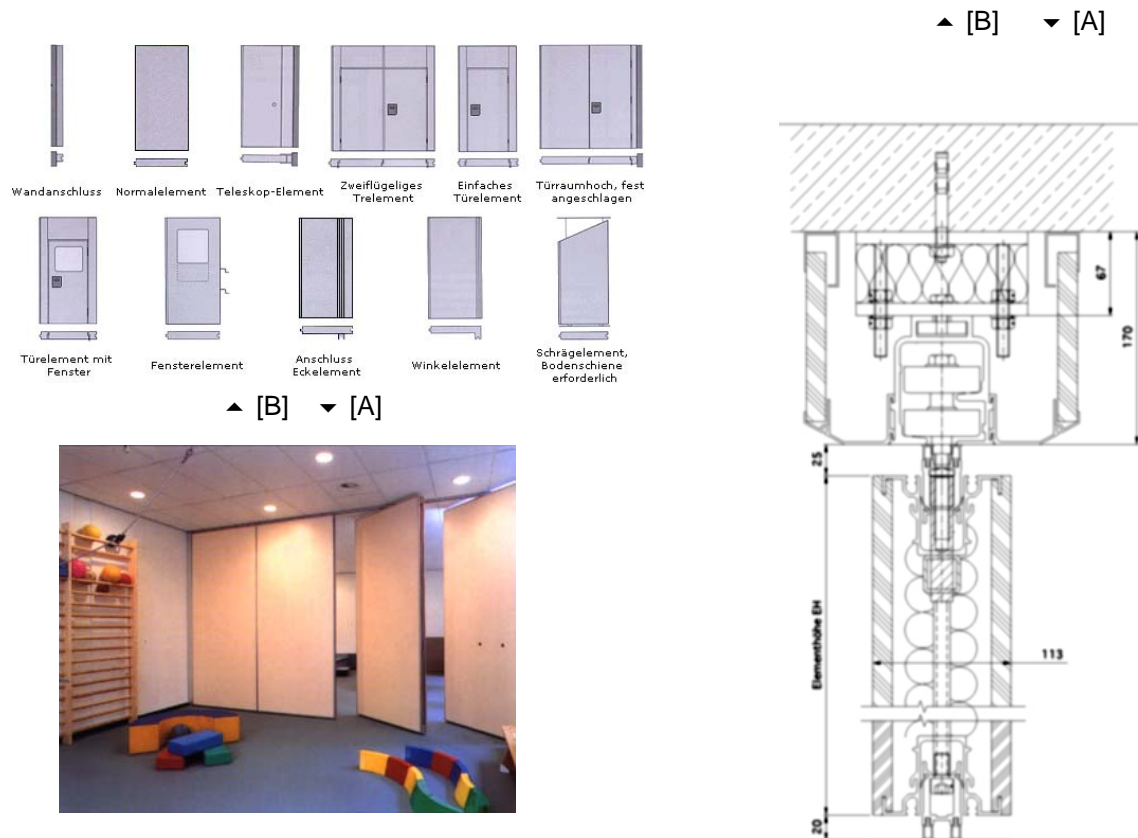
6.4.2 Systeme

Sind einteilbar in zwei Grundtypen:

1. Falten
2. Schieben und Parken

Dabei jeweils:

1. Aufhängung: 1- / 2-Punkt
2. Bodenschiene / Bodenbefestigung: mit / ohne
3. Bedienung: manuell / elektrisch



6.4.3 Materialien

Elemente:

Holz mit Alu-Ramen, Alu-Umfassungsprofil, Stahl, Glas mit Alu- oder Kunststoffprofilen

Oberflächen:

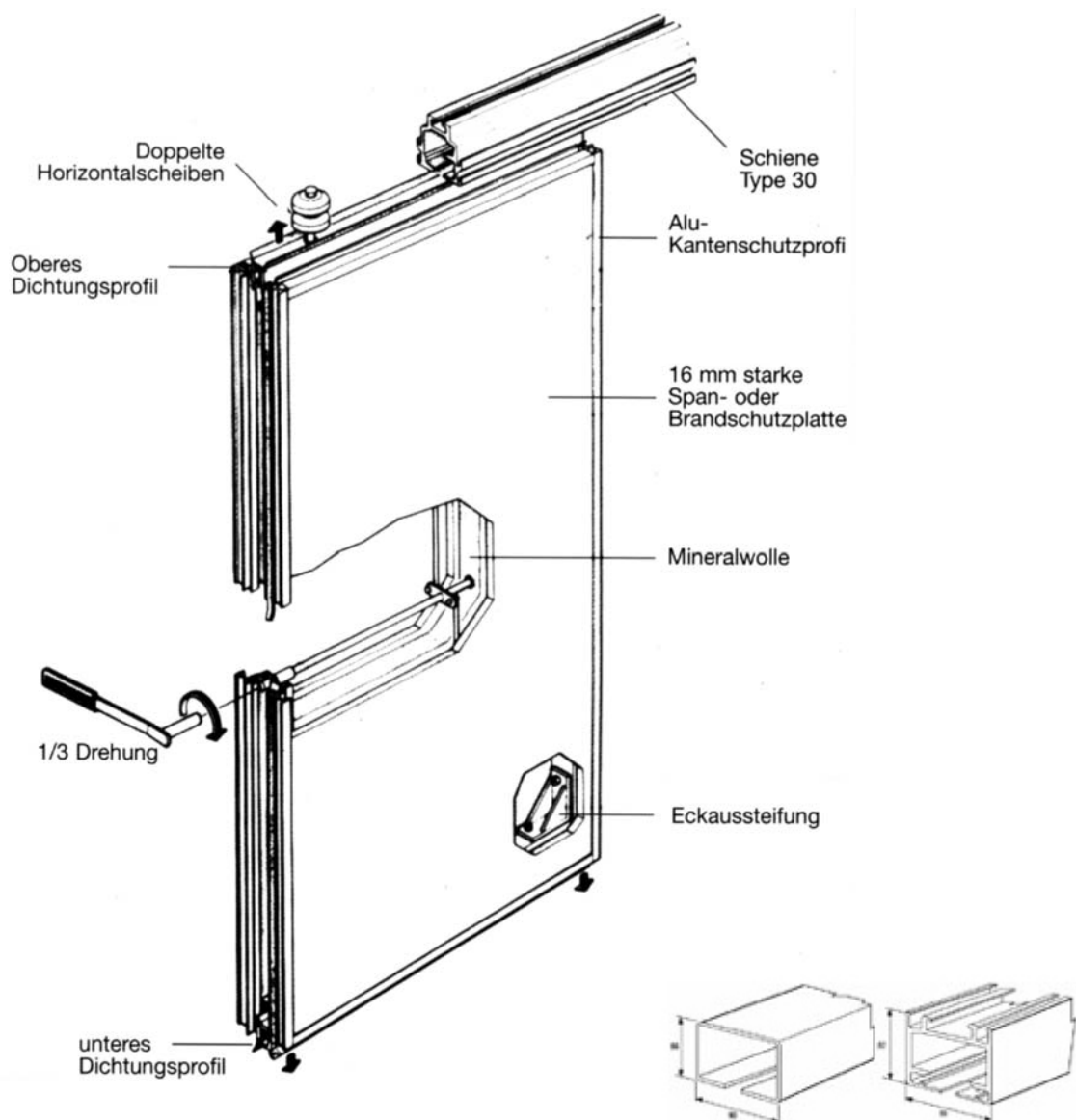
Holz Melamin, Laminate, Vinyl auf Papier- oder Textilbasis, MDF, Nadelfilz, furniert mit Lasur oder lackiert, Foliert, lackierte Vertäfelung, alle RAL-Farben, Textilgewebe, Gipskarton, Glas Alu, Stahl (Brandschutz)

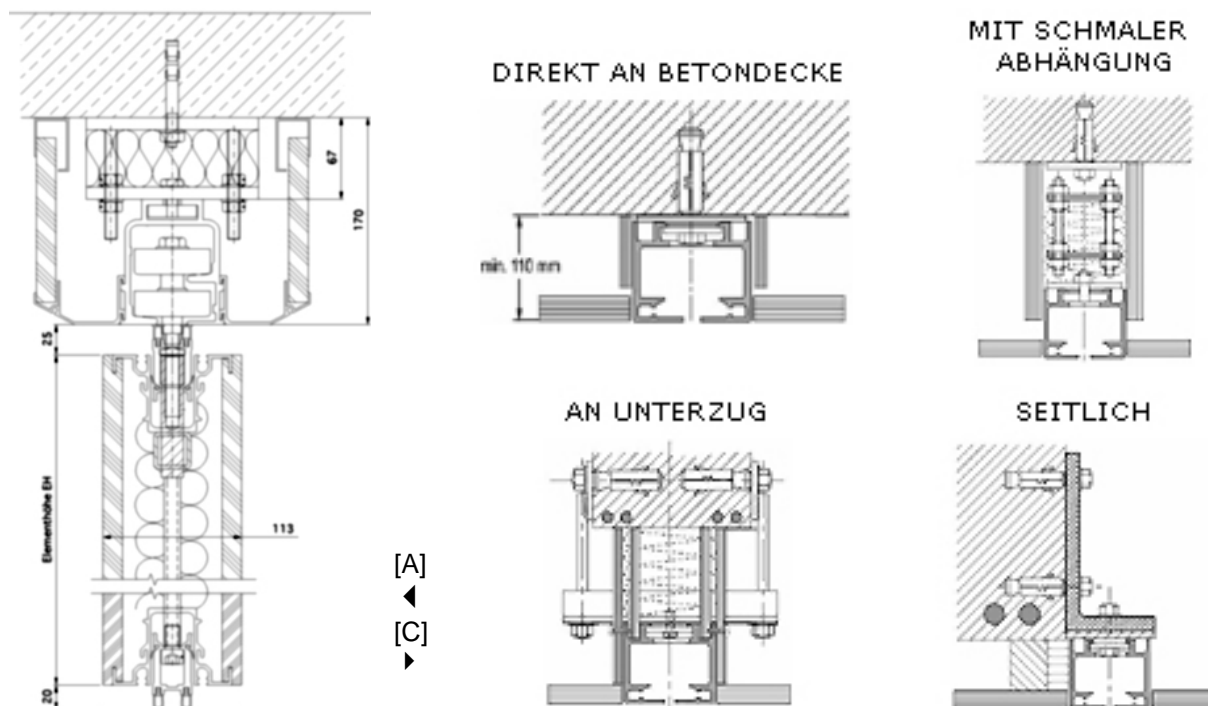
Schienen:

Decke: Alu mit Kunststoff-Lauffläche, vertikal Stahlrollen, horizontal gehärtete Kunststoffscheiben; Stahl

Boden: Kunststoff,

▼ [C]





6.4.4 Mobile Trennwände im Wohnungsbau

Flexibilität - und zwar permanente, "brauchbare" - ist eine Frage der Gleichwertigkeit der Räume (im Sinne einer emanzipatorischen Neutralität), der Disposition von Räumen (im Sinne einer vielfältigen "Schaltbarkeit") und eine Frage der Konstruktion der "Wände" (im Sinne einer schnellen Veränderbarkeit).

Anpassungsfähige Wohnungen oder mobile Menschen?

Die Forderung der Moderne: "Jede Generation baut sich ihre Welt neu!" hat sich als Utopie erwiesen. Im Klima eines grundsätzlichen gesellschaftlichen Paradigmenwechsels und unter verschärften wirtschaftlichen Randbedingungen wird die Dauerhaftigkeit und die Nachhaltigkeit von Bauten heute zur Notwendigkeit. Die Wohnung wird zum kostbaren Gut, das vielmehr einer Wertanlage als einem Wegwerfartikel entspricht.

Doch ist es nicht nur die schwierige Finanzierbarkeit, die der einst geforderten Mobilität entgegenwirkt. Neben der grundsätzlichen Frage der Verankerung von Beweglichkeit in der Mentalität der Bewohner ist es vor allem auch die Geschwindigkeit der sich ändernden Rahmenbedingungen. Das Wohnen unterliegt natürlich wie alle anderen Bereiche unserer Gesellschaft auch einer andauernden Beschleunigung.

So tritt neben (oder statt) einer Mobilisierung der Menschen vor allem die Anpassungsfähigkeit der Wohnungen an veränderte Wohnbedürfnisse wieder in den Vordergrund. Eine Wohnung soll sich also im Tagesverlauf wie auch im Laufe des Lebens einer Generation mitverändern können, soll natürlich so groß wie möglich sein und auch immer mehr ausgeprägte Bedürfnisse nach Individualität und Repräsentation befriedigen können.

Flexibilität - einmalig oder dauerhaft?

Wie stellt sich nun eine flexible Wohnung, die diesen Ansprüchen genügt, dar? Grundsätzlich müssen zwei Dinge gewährleistet sein: auf Veränderung muss erstens schnell und zweitens billig reagiert werden können. Flexibilität muss nämlich permanent gewährleistet sein. Versuche in diese Richtung hat es schon viele geben. Die meisten blieben in der sogenannten "Erstflexibilität" stecken.

Zum einen gibt es das Modell der Partizipation im Planungsprozeß. Die so entstandenen Wohnungen entsprachen "Maßanzügen" für die Menschen, die damals einzogen. Heute zeichnet sich deren Situation meist sehr verändert, ihre Wohnungen sind aber noch die gleichen.

Das Konzept der demontierbaren Zwischenwände - ohnedies sehr selten gebaut - kann ebenfalls als gescheitert betrachtet werden. Was sehr oft sogar als "Versagen des Mieters" konstatiert wurde, spiegelt einfach die Komplexität der Beziehungen von Bewohnern untereinander (z.B. innerhalb einer Familie) wieder. Nicht nur die Aufwendigkeit eines Umbaus, sondern vielmehr die "Wertigkeiten" und "Bedeutungen" von Größenveränderungen von Zimmer wurden unterschätzt.

Raumdisposition und Schiebewände

So muss vor auf allem zwei Ebenen gearbeitet werden, um eine moderne und veränderbare Wohnung anzubieten. Zum einen muss die innere Logik eines Grundrisses so angelegt sein, daß er bei den notwendigsten (und minimierten) Fixpunkten soviel wie möglich offen lässt und zum anderen muss die Technik der Veränderbarkeit "unmittelbar" funktionieren.

Es geht also um gewisse Festlegungen in einer Wohnung. Dies sind primär die Nasszellen bzw. Nebenräume. Auf den zweiten Blick allerdings sind in jeder Wohnung eine Bündel "unsichtbarer Strukturlinien" angelegt. Sie trennen (und verbinden!) die einzelnen Räume. Unser Hauptanliegen dabei ist es, so viele gleich große und gleichwertige, neutrale Räume wie möglich zu entwerfen.

Und diese einzelnen Räume werden nun eben nicht nur voneinander getrennt, sondern zusätzlich auch noch als potentiell miteinander verbunden gesehen. Das lässt sich nicht mit einer Zwischenwand (auch nicht mit einer demontablen) gewährleisten. Hier genau kommen nun die verschiebbare Wände zum Einsatz. Statt der Türen gibt es raumhohe Schiebetafeln, die sich über die Hälfte oder ein Drittel einer Wand erstrecken.

Permanente Flexibilität und vielschichtiges Raumangebot

Die interpretierbare, aber festgelegte Struktur der Grundrisse erleichtert vorübergehendes Wohnen, da die Anpassung an den jeweiligen Nutzer keine umfangreichen Umbauarbeiten erfordert. Durch das Verstellen der Schiebewände können Räume jederzeit erweitert werden, andere "verschwinden".

So kann sich innerhalb von Sekunden die räumliche Qualität einer Wohnung von einer Ansammlung von einzelnen Zimmern (entsprechend den funktionalistischen Gangtyp-Grundriß) bis zu einem offenen fließenden Raumkontinuum (entsprechend den Loft-Grundrissen) verändern.

Vor allem die gänzliche Öffnung der Wohnung spielt eine wichtige Rolle: Größe nämlich wird nicht nur physisch (d.h. real über das "Ergehen" einer Wohnung) sondern auch psychologisch vermittelt und empfunden. Das Erleben der gesamten Wohngrundrissflächen und/oder das Wandern der Augen über die gesamte Wohnungsdiagonale sind somit wichtige "Raumqualitäten" einer Wohnung, die für das gleiche Geld immer weniger an Grundrissfläche bieten kann.

Kritische Punkte und Lösungsansätze

Im sozialen Wohnbau ist der Kostenfaktor teilweise problematisch. Besonders das Schalldämmmaß verhält sich direkt proportional zum Preis.

Die erreichbaren Werte bewegen sich im Bereich von 23dB – 35dB (Tischlerausführung) bis 33dB - 55dB (Firmensysteme)

Ein weiteres wesentliches Kriterium ist die Tauglichkeit der Systeme im Bezug auf Kinder und behinderte Menschen als Nutzer.

Beispiele zu den einzelnen Punkten:

6.4.5 Schallschutz

Problemstellung:

Mobile Bauteile erfüllen oftmals nicht die laut Normen erforderlichen Schalldämmmaße. Das trifft besonders dann zu, wenn das Know How fehlt.

Mittlerweile ist allerdings es möglich, die geforderten Werte zu erreichen.

Für Scheidewände schreibt die Wiener Bauordnung keine Werte vor, für Trennwände liegen diese bei 65dB bzw.: 58dB, für Wohnungseingangstüren bei 33dB

Lösungsansatz

Gute Werte werden durch folgende Maßnahmen erreicht:

Ausfahrbare obere und untere Klappleiste, die mit Druck (ca. 45kg) abdichtet.

Vertikales Teleskopelement mit Horizontaldruck (ca. 110kg)

Elementkonstruktion mit schallabsorbierenden Materialien mit einem Gewicht bis ca. 75kg/m²(abh. Vom geforderten Schalldämmmaß)

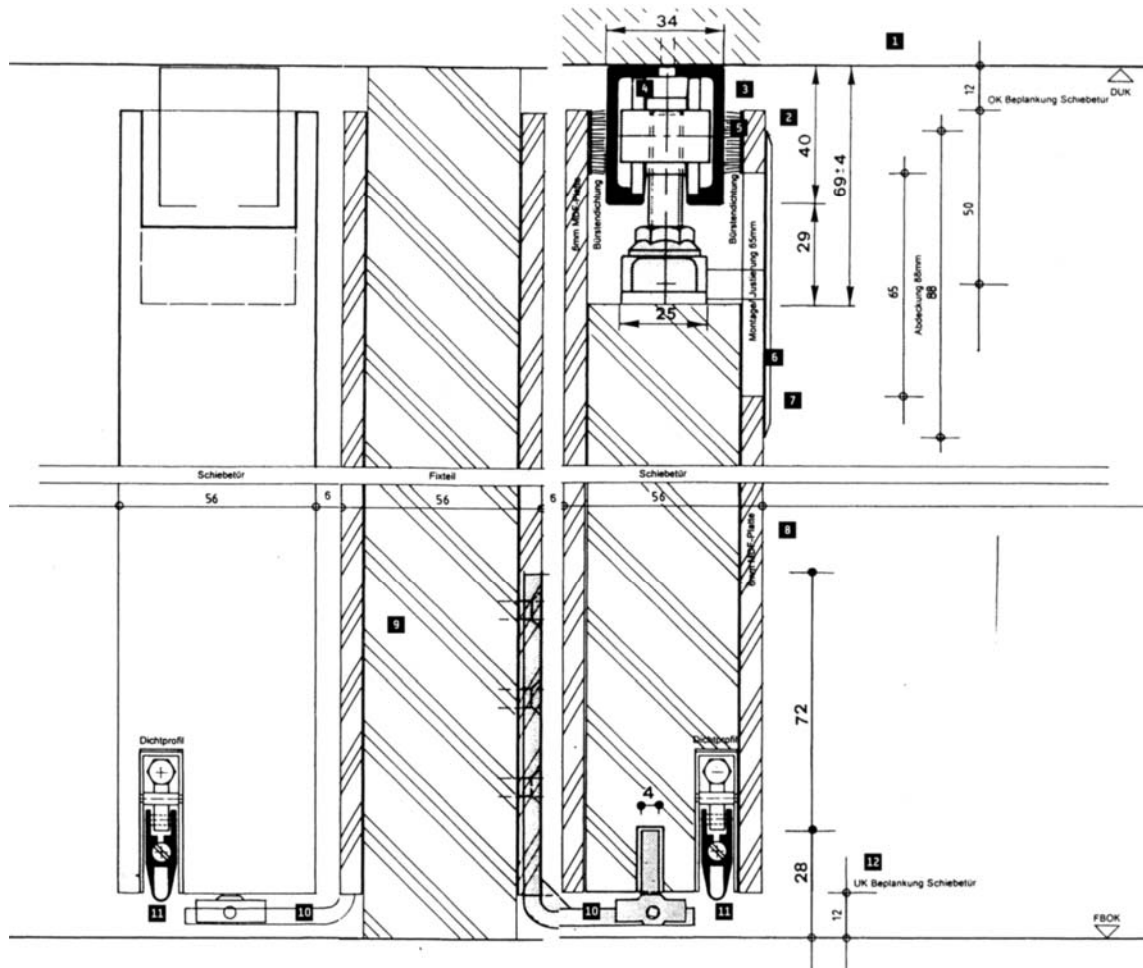
6.4.6 Kindertauglichkeit

Problemstellung:

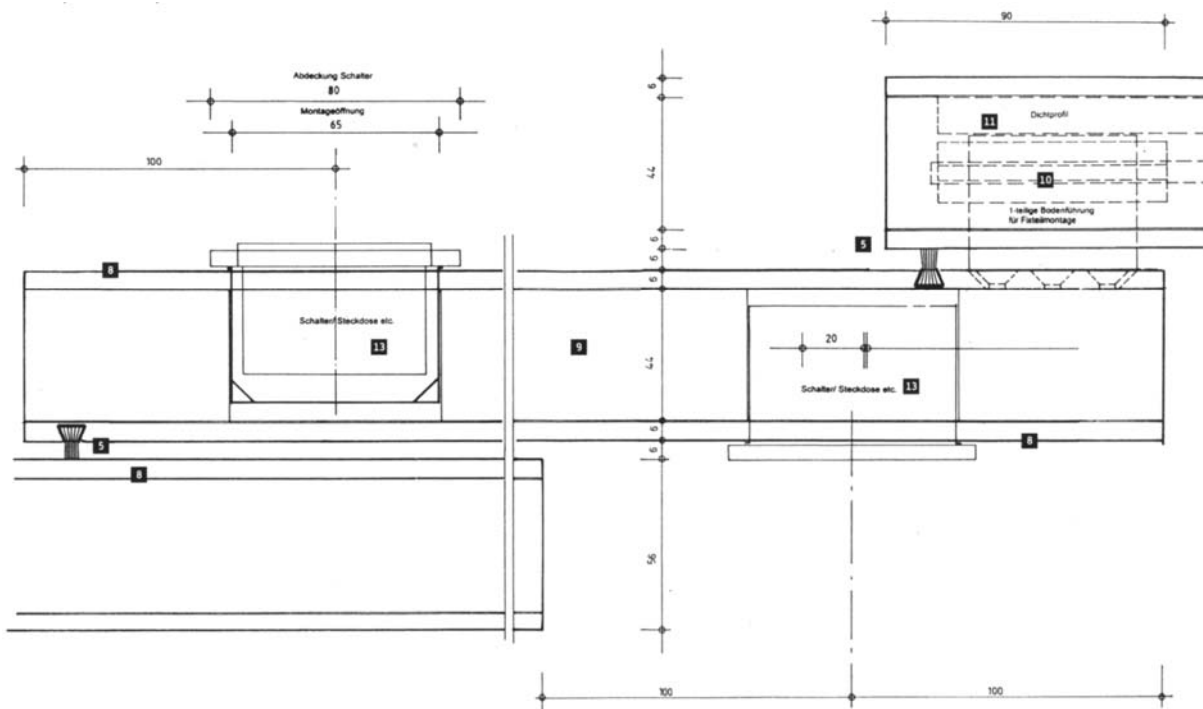
Wesentlich ist „leichtes“ Laufen der Elemente und einfaches Zusammenschieben bzw. Fixieren ohne großen Kraftaufwand.

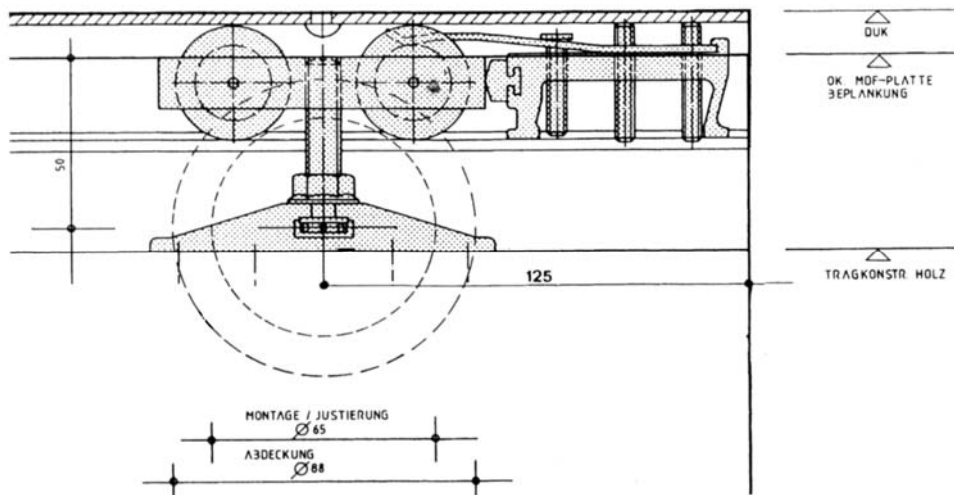
Lösungsansatz

Kugelgelagerte, selbstschmierende Laufrollen (Ein- und Zweipunktaufhängung) oder horizontale Drehscheiben (Zweipunktaufhängung). Abgestimmte Systeme (besonders Schienen und Rollen)

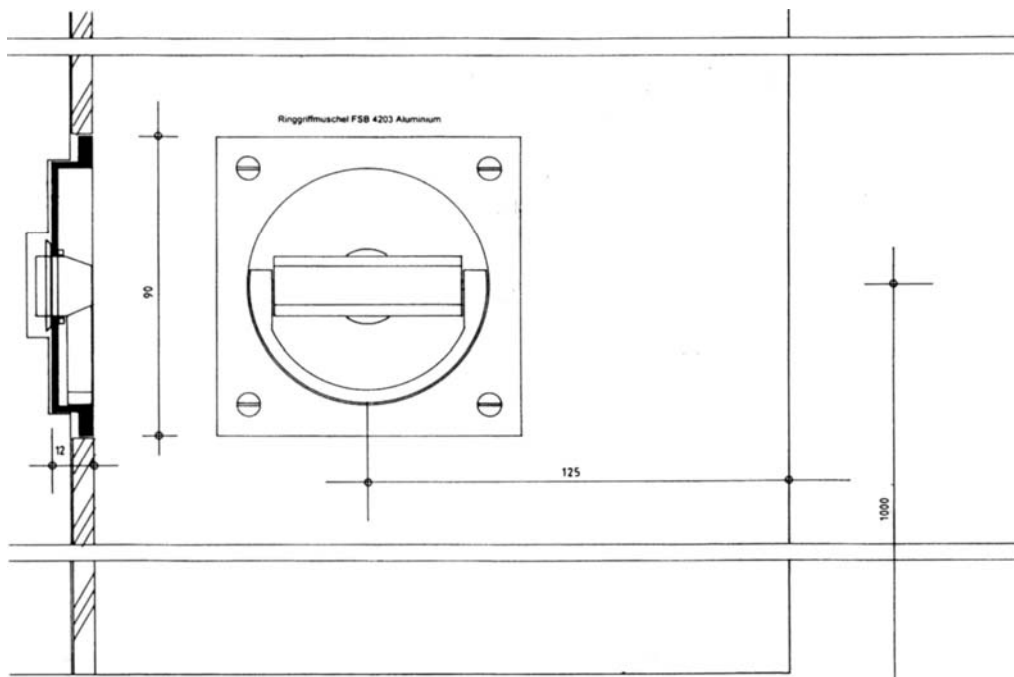


▲ ▼ [D]





▲ ▼ [D]



Quellen:

- [A] Fa. Hufcor
- [B] Fa. HD-Systeme
- [C] Fa. Estfeller
- [D] eigene Arbeiten Büro H. Wimmer

7 Ausführungsparameter

7.1 Passivhausstandard

7.1.1 Einleitung:

Die für diese Arbeit wesentliche Definition und Funktion eines Passivhauses, wonach die Wärmeverluste soweit minimiert werden, daß die Wärmegewinne aus internen Quellen und solarer Einstrahlung die weitere oder externe Wärmezufuhr zur Raumheizung nahezu vollständig ersetzen

wird als bekannt vorausgesetzt und, da in der Literatur ausreichend dargestellt, nicht weiter verfolgt.

Für ein zukunftsweisendes Gebäude wie einem „HY3GEN“-Gebäude wurde die Erreichung des Passivhausstandards als Vorgabe definiert. Darum sollen hier diejenigen Parameter bei der Planung und Ausführung eines Passivhauses untersucht werden, die auch große Relevanz für die weiteren Einzelaspekte eines „HY3GEN“-Gebäudes haben, wie sie in den Kapiteln dieser Arbeit erarbeitet werden. Wesentlich hierbei sind allgemeingültige und besondere Einzelaspekte der Konzeption und Ausführung der thermischen Gebäudehülle, die für ein wandelbares und multifunktionales Gebäude beachtet werden müssen.

Zu erwähnende Eckpunkte der Passivhaustechnologie sind:

- Zur Grundausstattung eines Passivhauses gehört ein **Be- und Entlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung**:
Die im Abluftwärmetauscher mit der Wärme der Abluft vorgewärmte Zuluft wird beim „klassischen“ Passivhaus als alleinige Raumheizung in einem Nachheizregister auf maximal 50°C aufgeheizt, bevor sie in die beheizten Räume eingeblasen wird. Der verwendete Energieträger steht frei (Fernwärme, Biomasse, Gas, Strom 5 , ...).
- **Massivbau**:
Während die konstruktiven Passivhaus-Details in Holzbauweise bereits weitgehend gelöst sind, fehlen für das massiv gebaute Passivhaus noch einige bautechnisch erprobte und wirtschaftliche Detaillösungen.
- **Wärmebrücken**:
Lineare Wärmebrücken können in der Berechnung vernachlässigt werden, wenn der lineare Beiwert $\psi < 0,01 \text{ W/mK}$ liegt. Für Fenster ist der lineare Beiwert von innen betrachtet von $\psi_i = 0 \text{ W/mK}$ einzuhalten. Punktförmige Wärmebrücken sind zu berücksichtigen, wenn ihr Wert bei $> 0,01 \text{ W/K}$ liegt und mehr als eine Befestigung pro Quadratmeter Außenhülle vorliegt.
- **Luftdichtheit**:
Grundvoraussetzung für eine effizient arbeitende Lüftungsanlage mit hohen Rückgewinnungsraten und geringen Falschluftraten ist die Luftdichtheit der Gebäudehülle mit geprüften Luftwechselzahlen unter $l_d < 0,6$ pro Stunde (bei 50 Pascal Druckunterschied). Darüber hinaus ist die Luftdichtheit Voraussetzung für einen dauerhaften schadenfreien Bestand der Gebäudehülle, da es sonst in der Heizperiode in undichten Bereichen mit von innen nach außen strömender kondensierender Luft zu Kondensatschäden kommt. Nach bisherigen Erfahrungen treten neben baulichen Ausführungsmängeln gelegentlich auch systematische Konstruktionsfehler auf, die Luftundichtheiten nach sich ziehen. Alle diese Fehler können nach Baufertigstellung nur mehr mit hohem Aufwand

und destruktiv ausgebessert werden. Damit Luftundichtheiten der Gebäudehülle noch mit vertretbarem Aufwand behebbar sind, muss die Überprüfung der Luftdichtheit nach Herstellung der Luft- und Winddichtungsschichten, aber noch vor Endfertigung der Innenoberflächen erfolgen.

7.1.2 Kritische Punkte bei Planung und Ausführung

Fehlende Passivhaus-Kenntnisse der PlanerInnen und ArchitektInnen.

- Weiterbildungsangebote, etwa der Architekten- und Ingenieurkammer.
- Inanspruchnahme (international) bestehender Kurse und Schulungsangebote

Defizite bei den bauausführenden Firmen, insbesondere betreffend die Ausführung von Passivhaus-Details (z.B. wärmebrückenfreie Konstruktionen).

- Qualifizierung der Unternehmen und Schulung ihrer MitarbeiterInnen durch
- Berufsverbände und Bildungseinrichtungen der Wirtschaft. Qualifizierung durch die Zusammenarbeit regionaler Unternehmen mit im Passivhausbau versierten Unternehmen von außerhalb der Region.

Fehlen erprobter und marktgängiger Produkte und Lösungen.

- Bei ausreichendem Marktvolumen wird dieses Problem erfahrungsgemäß sehr schnell von der Industrie selbst gelöst.

Hohe Kosten aufgrund mangelnden Wettbewerbs

- Überregionale Ausschreibungen und gezielte InteressentInnensuche. Auch dieses Problem löst sich primär durch die Steigerung des Marktvolumens für Passivhäuser.

Wie bereits aus den Abhilfen zu den genannten kritischen Punkten ersichtlich, liegt ein wesentlicher positiver Struktureffekt der Verbreitung von Passivhausstandard in den auch allgemein wirksamen Qualifikationsimpulsen und in der Folge auch im Qualifizierungsdruck im Bausektor. Jene selektiv begünstigten planenden und ausführenden Unternehmen, die hohe Bauqualitätsstandards wie etwa den Passivhausstandard qualitativ und kostengünstig realisieren können, sind in der Regel auch in technologischer und logistischer Hinsicht Vorreiter ihrer Branche bzw. Sparte. Bestehende Modernisierungsimpulse im Sektor werden weiter verstärkt.

7.1.3 Wandstärken bei hohem Dämmstandard

Aus bauwirtschaftlicher Sicht stellen die Verluste an Nettonutzfläche infolge voluminöserer Bauteile und die höheren Kosten einzelner Bauteile und Bauelemente Hemmnisse seitens der Bauträger und Generalunternehmer dar.

Lösungsansatz

Trennung der tragenden Konstruktion und Auflösung in Stützen bzw. auch die Integration dieser Bauteile in die Wand (bei mehrschichtigen Wandsysteme) und die Trennung von der füllend-dämmenden Konstruktion ermöglicht die Reduktion des Flächenverlustes um die Stärke tragender Wände.

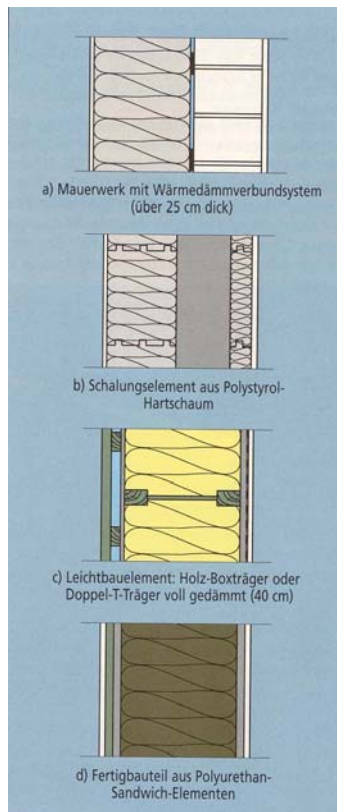


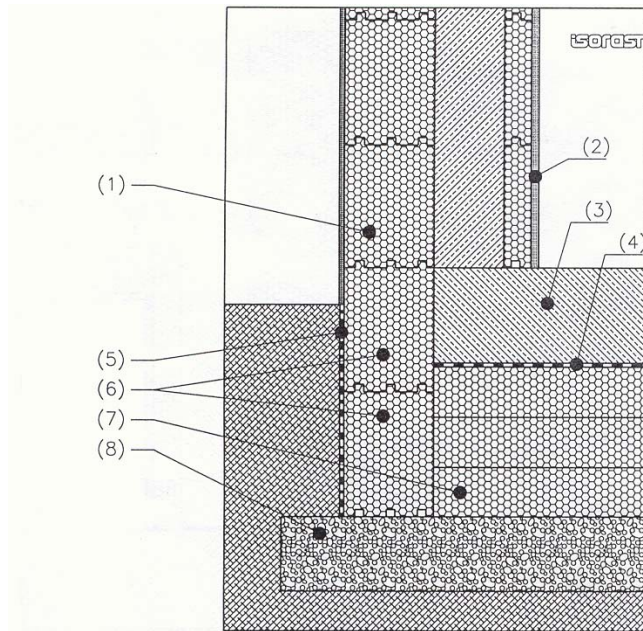
Abb. ⁷² : unterschiedliche Wandaufbauten

7.1.4 Außendämmung - Befestigung

Die genormte und beim Niedrigenergiestandard technisch und kostenmäßig sinnvolle Sicherung mit Kunststoffdübeln ist bei großen Dämmstärken riskant, die Dübel werden durch thermische Beanspruchung und große Länge/Gewicht verformt, und Materialermüdungen und thermische Schwachpunkte bis zum Bruch sind die Folge.

Lösungsansatz

Vorbereitung des Untergrundes und Klebung der Dämmung, Nachweis der normgemäßen Sicherung durch Festlegung der geeigneten Verarbeitung und Überprüfung durch den Labor-Versuch.



Gründung ohne Keller (k-Wert Bodenaufbau = 0,11 W/m²K)
 Hinweis: Bei Hanglage und bei höheren Grundwasserständen im Randbereich ein Streifenfundament zur frostfreien Gründung anlegen!

- (1) Dickwandstein oder Superdickwandstein System 2000
- (2) Innenputz
- (3) 20cm bewehrte Bodenplatte
- (4) PE-Folie
- (5) lösungsmittelfreie Bitumenbeschichtung
- (6) Dickwandung System 2000
- (7) 3 St. PS-Hartschaumplatten je 10cm, RG 30g/l, λ 0,035 W/mK
- (8) 15cm Mineralbeton

Abb. 73 Systemdetail Fa. Isorast

7.1.5 Befestigungssysteme und Wärmebrücken

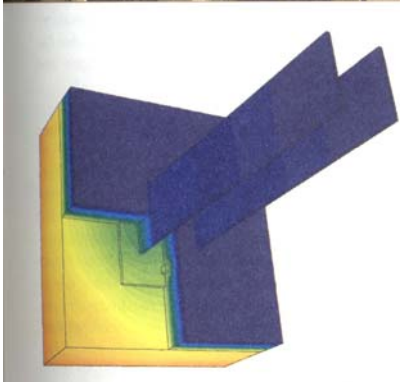
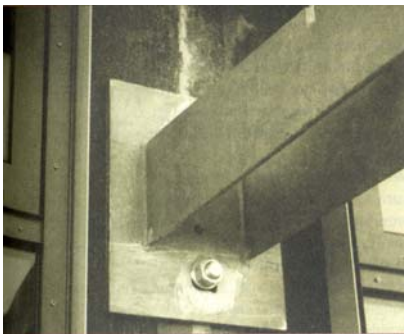


Abb. 74 Wärmebrückenproblem bei Befestigungspunkt

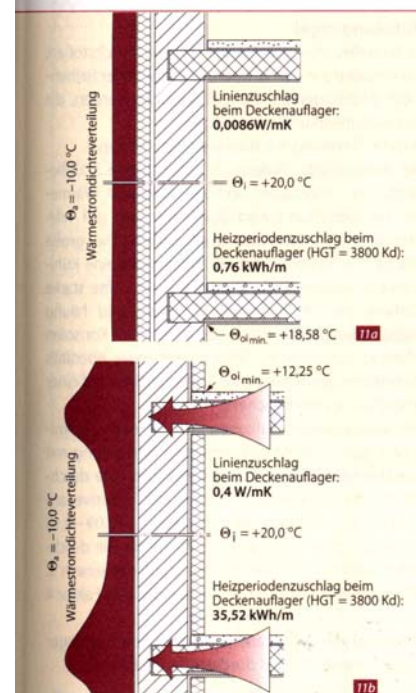


Abb. 75 Linienförmige Wärmebrücke

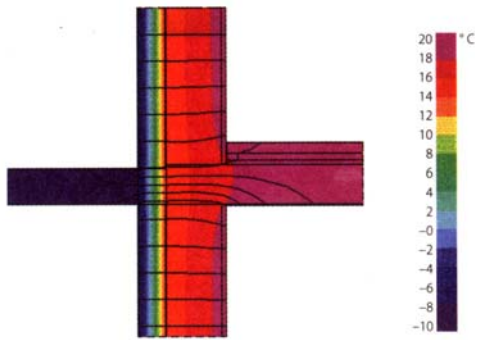


Abb. 76 Vermeidung einer liniennförmigen Wärmebrücke: thermisch getrennte Balkonplatte

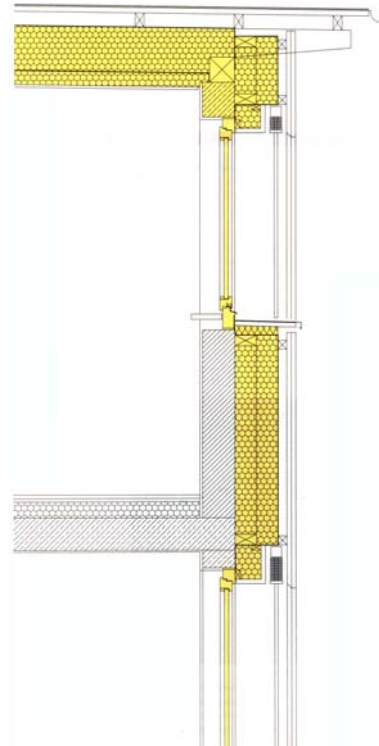


Abb. 78 Wärmebrückenminimierung im Bereich Dachvorsprung

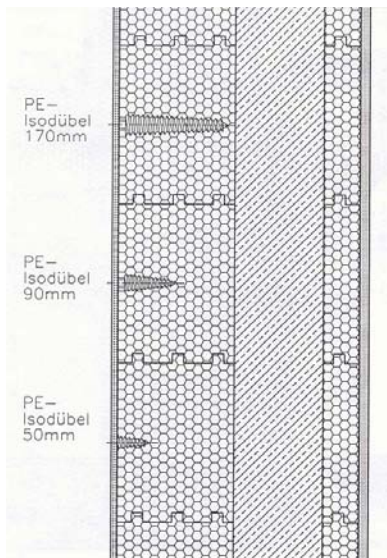


Abb. 77 Systemdetail Fa. Isorast

7.1.6 Attika

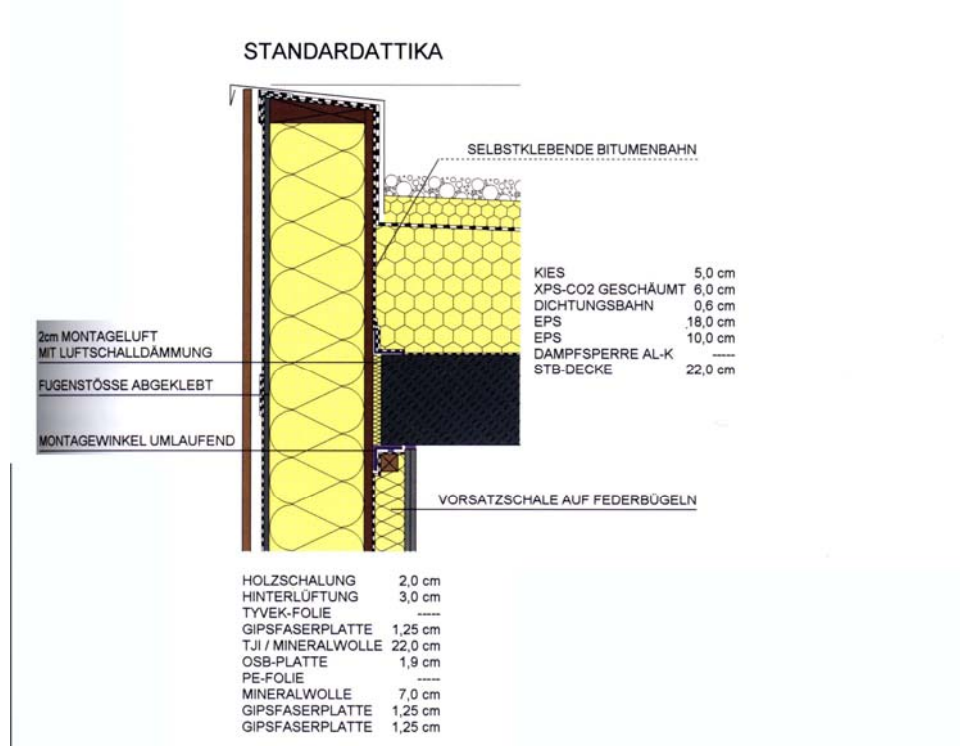


Abb. 79 Wärmebrückenfreie Attikalösung

Abhängig von der Konstruktion und Nutzung des Daches sind thermische Probleme zu lösen.

Bei erhöhten Anforderungen und bei größerer Höhe der Attika bzw. brüstungsartiger Ausbildung, und abhängig vom erforderlichen „Rammstoß-Nachweis“, ist die thermische Trennung mit einer „Isokorb“ / Nirostaverankerungen im Massivbau ein Schwachpunkt.

Die Montagemöglichkeiten von Attikablechen bei Polystyrolämmungen sind durch die großen Dämmstärken erschwert und bilden Wärmebrücken.

Lösungsansatz

Einsatz von Lösungen, die die einfache thermische Trennung und den Einsatz von Fertigteilen ermöglichen, oder Einsatz von Konstruktionen ohne Verankerung in Teilen der Außenwände. Vermeidung von Kühlrippen. Vermeidung „üblicher“ Attikakonstruktionen und Integration des Bauteiles in die Dachkonstruktion, Ausbildung von auskragenden Gesimsen mit Innenentwässerung oder auch Außenabläufen. Der Verzicht auf spenglermäßige Verblechungen ist zu prüfen, realisiert wurde eine Lösung, nach 3 Jahren sind keinerlei Mängel erkennbar.

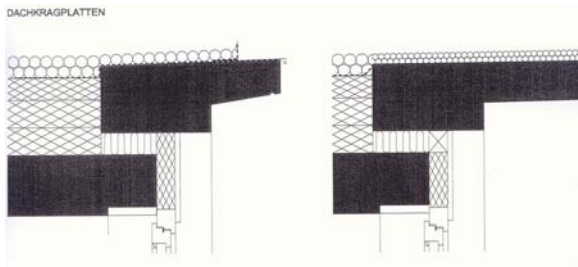


Abb. ⁸⁰ Detail zur Wärmebrückenvermeidung, Büro Waclawek

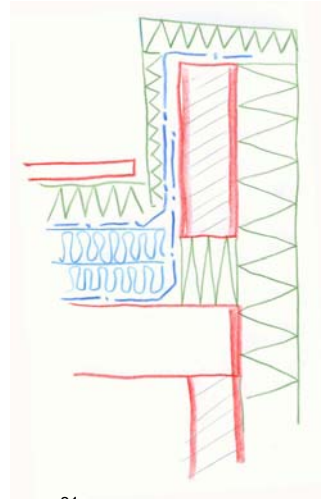


Abb. ⁸¹ Detail zur Wärmebrückenvermeidung, Büro Waclawek

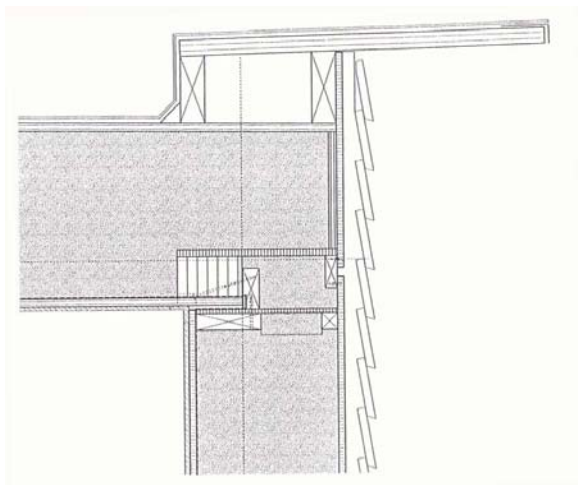


Abb. ⁸² Detail zur Wärmebrückenvermeidung, Büro Waclawek

7.1.7 Aufbauten am Dach / Kamine

Kamine, Lüftungs- und Maschinenteile sind über die Zu- und Ableitungen zwischen Außen- und Innenbereichen offen und dadurch potentielle Energievernichter.

Lösungsansatz

Verzicht auf die nicht erforderlichen Kamine / Rauchabzüge, in Abstimmung mit der Baubehörde.

Anwendung von selbstschließenden Konstruktionen, die Wärmeverluste verhindern. Zusammenfassung von Zu- und Abluftöffnungen, und Führung im Gebäudeinneren in gedämmten Schächten.

Sonderlösung: Einhausung und Dämmung, mit geringstmöglichem Oberflächen-Volumsverhältnis, Beachtung der Wartungsmöglichkeit.

7.1.8 Balkon und Loggia



Abb. ⁸³ Wärmebrückenvermeidung durch vorgestellte Bauteile mit Punktbefestigung, Büro Waclawek

Auskragungen aus der Außenwand und den sich daraus ergebenden ungünstigen Wärmebrücken ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Lösungsansatz

Abhängig von der Lage zur Baulinie / Baufluchtlinie sind auskragende bzw. gesondert fundierte Balkone und Loggien möglichst unabhängig von anderen Konstruktionen zu fundieren. Die Abhängung aus der Fassade erleichtert Lösungen, wenn eine gesonderte Fundierung nicht erwünscht ist. Ein anderer Lösungsansatz sind vollständig thermisch vom Gebäude getrennte und tragende Dachkonstruktionen. Diese erlauben die Abhängung von Balkonen und Loggien; erforderlich ist dabei die Aufnahme von Windlasten in der Hängekonstruktion.

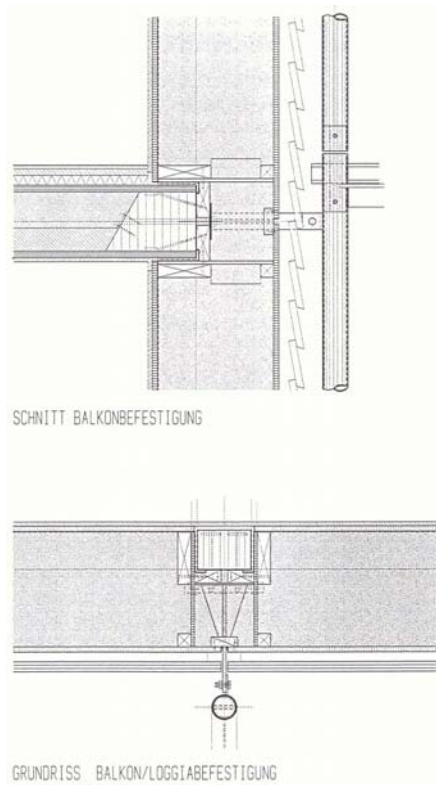


Abb. 84
Wärmebrückenvermeidung durch vorgestellte Bauteile mit Abhängung und Punktbefestigung, Büro Waclawek

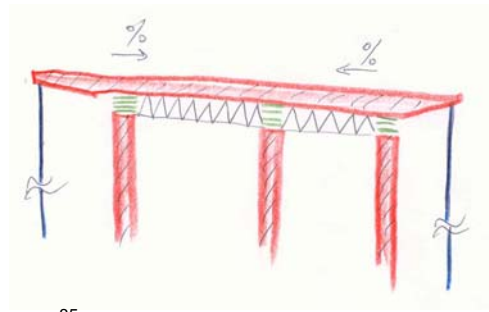


Abb. 85
Detail zur Wärmebrückenvermeidung, Büro Waclawek

7.1.9 Brandschürzen im Fassadenbereich

Bei der Verwendung von brennbaren Dämmstoffen ist den von der Behörde geforderten Brandschutzauflagen zu entsprechen; z.B. bei der Verwendung von Polystyrol sind die einzuhaltenden Auflagen EU-weit, national und lokal unterschiedlich und zum Teil widersprüchlich geregelt. In Wien ist eine Regelung hierfür seitens der Behörden erfolgt.

Lösungsansatz

- Klärung von zu erwartenden Auflagen, und Abstimmung mit den Erfordernissen auf der Basis des „Standes der Technik“
- Wahl geeigneter / zugelassener Materialien und / oder Schutzkonstruktionen, Klärung der Anforderungen bereits in der konzeptiven Phase des Entwurfes.
- **Brandriegel in VWS-Fassaden lt. Wiener Vorschriften:**
Richtlinie der MA 37-B56: „WD-VS aus Polystyrol mit einer Dicke über 10m“. Dabei wird festgelegt, dass bei Gebäuden mit mehr als 2 Geschossen über jeder Außenwandöffnung ein mit Dübeln befestigter Mineralwollestreifen statt der Polystyrol-Dämmung als Brandriegel auszuführen ist.

7.1.10

7.1.11 Geländer

Im wärmegeprägten Bereich von z.B. begehbaren Terrassen sind Isolierungsanschlüsse aufwändig und in die Dachhaut nur schwer einzubinden.

Lösungsansatz

Unabhängige selbsttragende Konstruktion oder Verwendung von thermisch mehrschichtigen getrennten Konstruktionen.

7.1.12 Sonnenschutz und dessen Befestigung

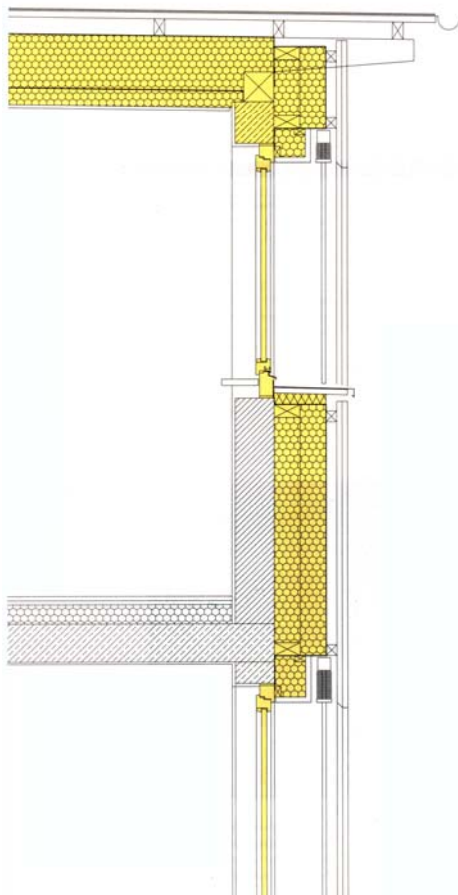


Abb. ⁸⁶ hochwärmegeprägte Fassade

Die Vermeidung der Überhitzung hoch wärmegeprägter Gebäude ist besonders zu beachten. Siehe dazu Kapitel 9.3.3 – Sonnenschutz und Verschattung.

Lösungsansatz

Sonnenschutzsysteme sind den unterschiedlichen Anforderungen entsprechend zu entwickeln. Feststehende – bewegliche – verstellbare – temporäre usw.. Besonderes Augenmerk ist auf die Verankerung in der Fassade zu verwenden. Die konstruktive Trennung von der Fassade kann durch Abhängung vom Dachbereich oder von thermisch getrennten Kragkonstruktionen erreicht werden, die Integrierung in die äußere Ebene der Fassade (z.B. bei Holzkonstruktionen) oder die Anordnung von

nutzbaren Balkonen und Loggien als Sonnenschutz sind Lösungsansätze, wenn die Dimensionierung nach den Kriterien der Lage und Himmelsrichtung erfolgt.



Abb. 87 thermisch optimierte Fassade

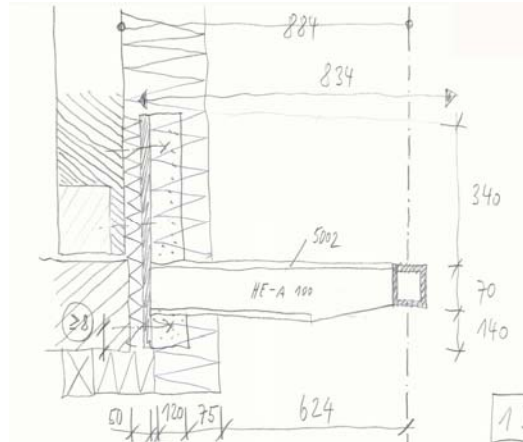


Abb. 88 Detailskizze Befestigungspunkt der Fassade

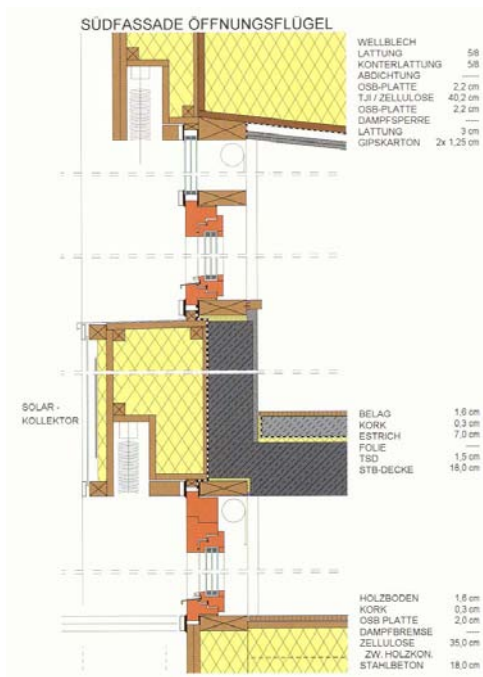


Abb. 89

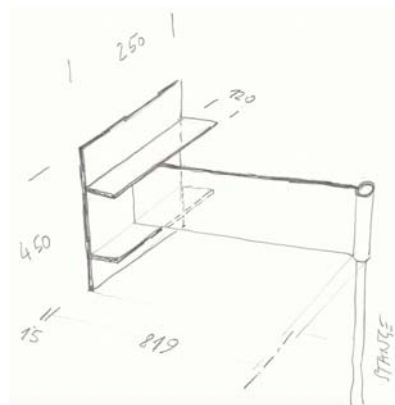


Abb. 90 Detailskizze Abhängung für Bauteile vor der Fassade

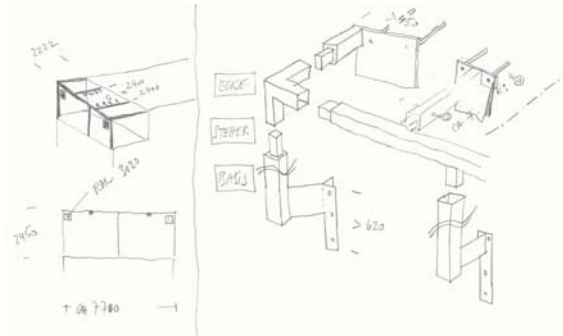


Abb. ⁹¹ Detailskizze Schlosserarbeiten an der Fassade

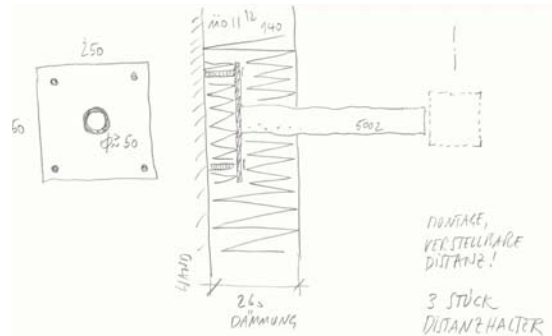


Abb. ⁹² Detailskizze Schlosserarbeiten an der Fassade

7.1.13 Steildachsysteme

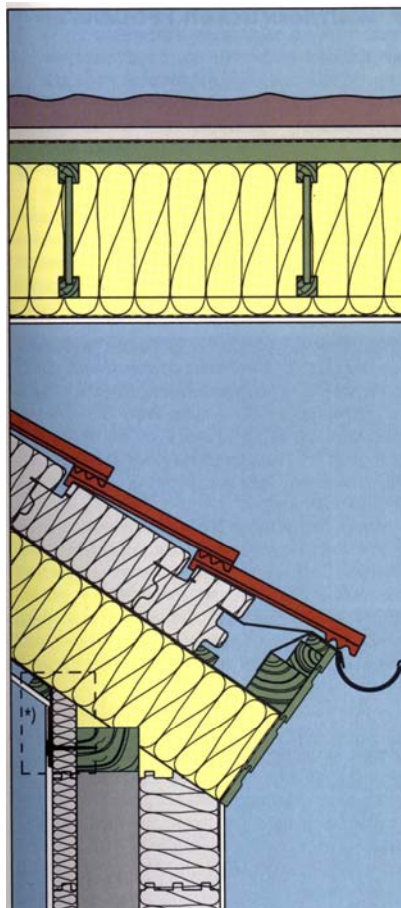


Abb. ⁹³ Detailpunkt Anschluß Außenwand an Steildach

Planung und Ausführung von hochgedämmten Regeldachaufbauten stellen keine Schwierigkeiten da. Ein wichtiges zu lösendes Problem stellt der luft- und winddichte sowie wärmebrückenfreie Übergang zu den Außenwänden dar.

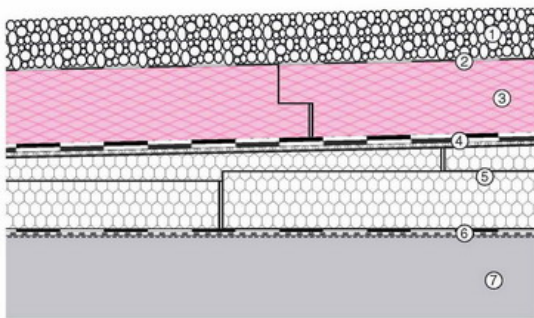
7.1.14 Flachdachsysteme

Wenn nicht Vakuumkonstruktionen verwendet werden, sind die erforderlichen Dämmstärken groß, sie erschweren die kostengünstige Ausbildung als begehbare Flachdächer und/oder Gründächer und die Anbindung an andere Bauteile. Bei Schäden sind fehlerhafte Stellen erschwert auffindbar, sind Wasser- und Feuchtigkeit aufnehmende Materialien nur mit großem Aufwand zu entfernen und zu ersetzen. Die Dachentwässerung erfordert besondere Aufmerksamkeit: dauerhaft und unverformbare Einbindung der Abläufe in die Dachhaut sind schwieriger als bei üblichen Konstruktionen, bei Dimensionierung und Einbindung der Abläufe in die Dämmung ist erhöhten Anforderungen zu entsprechen.

Lösungsansatz:

Mehrschichtige Konstruktionen wie das Duodach vermindern Risiken, die Entwässerung aus einer oder besser zwei Ebenen erhöht die Sicherheit, ebenso der Einsatz von nicht Wasser aufnehmenden Materialien.

Gefälle können mit kostengünstigen und auch leichten Baustoffen hergestellt werden. Überläufe in jeder Isolierebene machen Schadstellen einfacher auffindbar.



1. Kiesschicht (16/32)
2. Filter-/Schutzschicht (Vlies)
3. Austrotherm XPS® 30 bzw. Austrotherm TOP® 30
4. Dachabdichtung
5. Austrotherm EPS® Gefälledach
6. Dampfbremse und Dampfdruckausgleichsschicht
7. Rohdecke

Abb. ⁹⁴ Duodachaufbau

7.1.15 Sonderlösungen

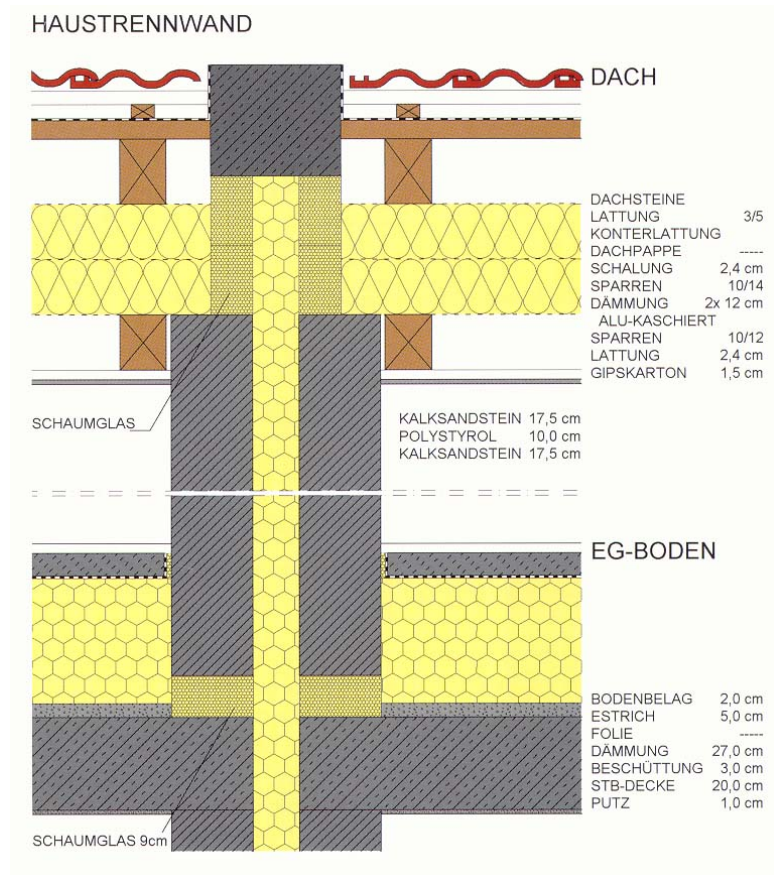


Abb. ⁹⁵ Wärmebrückenvermeidung im Bereich Dach / Wohnungstrennwand

Beim Einsatz von Innendämmung im Bereich unter einer tragenden Decke sind Schwierigkeiten im Hinblick auf bauphysikalische Eigenschaften und die Anschlüsse zu tragenden Wänden zu bewältigen.

Lösungsansatz:

Die Trennung der Dachkonstruktion in eine das Dach tragende äußere und eine zweite innere nichttragende für Innenverkleidung und Wärmedämmung (entspricht auch eigenem „System Waclawek“) vermeidet schwierige Anschlüsse, sie erfordert die Berücksichtigung der Installationen in diesen Unterkonstruktionen.

7.1.15.1.1 Durchdringungen / Ab- / Anschlüsse

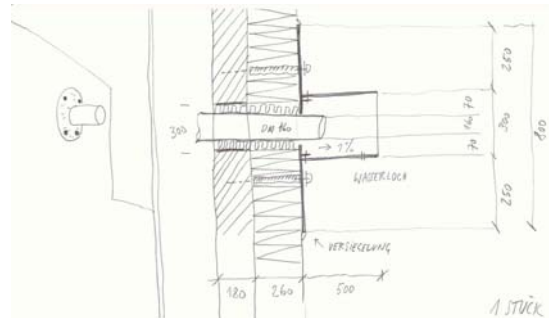
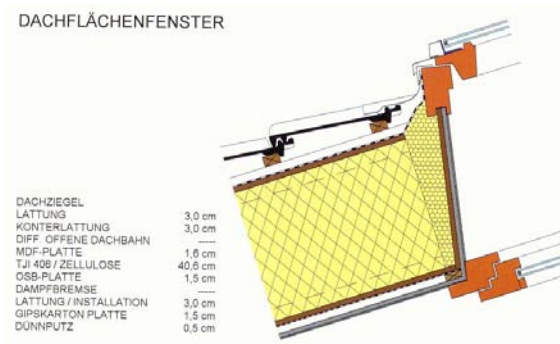


Abb. 96 Problempunkt Dachflächenfenster

Abb. 97 Skizze Bereich Wanddurchdringung

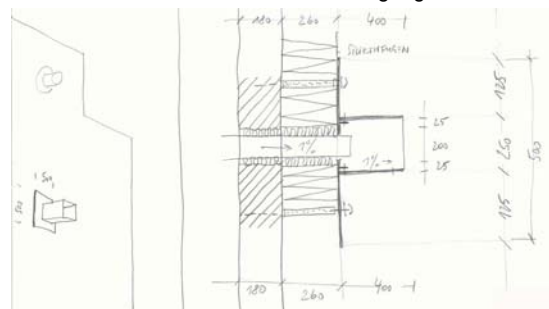
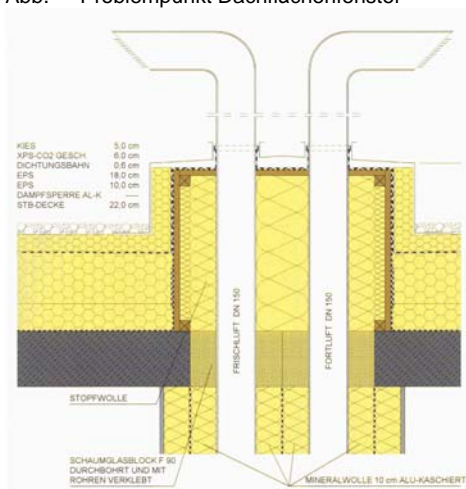


Abb. 98 Problempunkt Dachdurchdringungen (Lüftung)

Abb. 99 Skizze Bereich Wanddurchdringung

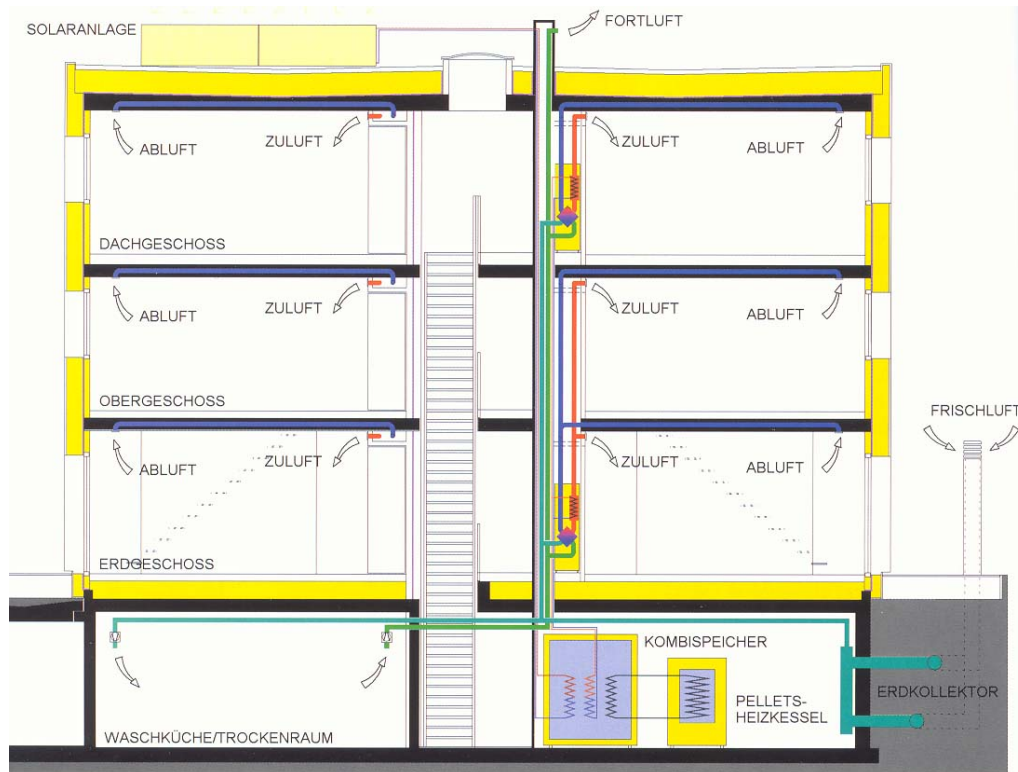


Abb. ¹⁰⁰ Lüftungssystem Passivhaus / Problempunkte Durchdringungen: Schnittdarstellung

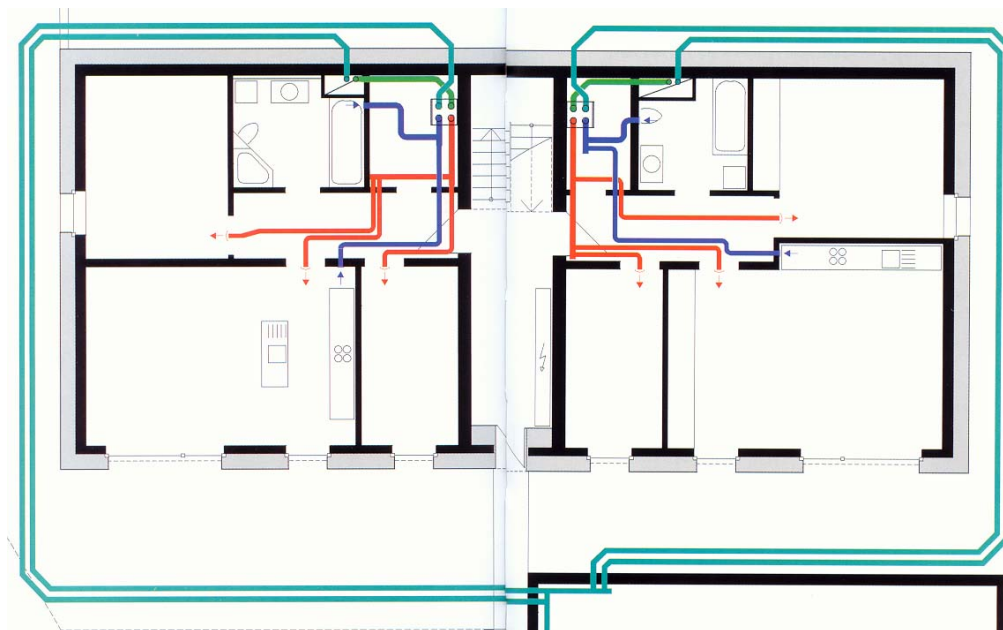


Abb. ¹⁰¹ Lüftungssystem Passivhaus / Problempunkte Durchdringungen: Grundrißdarstellung

7.1.16 Durchdringungen – Elektro/Blitzschutz

Die Integration von Leitungen und „Blitzkasterln“ in die Fassade macht im Hinblick auf Blitzschäden und deren Behebung bei Außendämmungen Schwierigkeiten.

Lösungsansatz

Genaue Planung der Lage der Bauteile, Vermeidung von baulich schwierig umzusetzenden Durchdringungen.

7.1.17 Elektro – und Sanitärinstallationen

Die Einleitung der Anschlüsse in das Gebäude erfordert im Hinblick auf Druckdichtheit Sondermaßnahmen. Dies gilt auch für Dachdurchdringungen.

Lösungsansatz

Berücksichtigung und Schaffung eines lagemäßig geeigneten und wartbaren Platzanbotes, Entkoppelung der Einrichtungen von der Fassade und der Dachdämmung, usw.

7.1.18 Grauwasser

Beim Einsatz von Grauwasser sind durch die üblicherweise angestrebte Verwendung für Dachbewässerung, Gartenbewässerung, usw. planerische Vorkehrungen zu treffen.

Lösungsansatz

Trennung der Leitungsführung von anderen Zuleitungen und wartbare Führung in auch thermisch getrennten Bereichen.

7.1.19 Kanal

Große Längen durch die erforderlichen Gefälle. Abgabe von Wärme an Kaltbereiche und Abgabe von Kälte an Warmbereiche. Im Dachbereich und bei Gullys ergeben sich durch das Gefälle und als Folge der erforderliche Dämmung der Leitungen Platzprobleme. Die Entlüftung über Dach ist kontraproduktiv.

Lösungsansatz

- Thermisch getrennte Führung mit möglichst kurzen Wegen, in wartbaren Installationsschächten, Trennsystem im Gebäudebereich bei angestrebter Wärmerückgewinnung, Pluvia-System für Dachwässer.
- Automatische Verschlussysteme für die Kanalentlüftung. (in Wien nicht gestattet)

7.1.20 Luftleitungen

Die Integration von Abluftleitungen in die Fassade ist im Hinblick auf Anschlüsse, und Schäden im Fassadenmaterial und die zeitliche Abwicklung der baulichen Maßnahmen zu prüfen.

Lösungsansatz

Genaue Planung der Lage der Bauteile, Vermeidung von baulich schwierig umzusetzenden Durchdringungen und Planung der Anschlüsse

7.2 Holzgeschossbau

7.2.1 Setzungsverhalten

Rahmenbau, Platform-Framing:

Durch Massivholzlahme und –schwelle und v.a. durch die hohen Deckenträger ergibt sich beim mehrgeschossigen Bauen im System Platform-Framing durch das unterschiedliche Schwinden und Quellen des Holzes in tangentialer und radialer Richtung in Summe ein Setzmaß (im %-Bereich), das mehrere Zentimeter betragen kann. Das führt zu Problemen bei Anschlüssen an massive Kerne, Lifte, Installationen.

Das Schwinden und Quellen des Holzes ist von Holzqualität, Jahresringbreite, unterschiedlicher Feuchtebelastung und Geometrie abhängig. Die Belastung normal zur Faser (Kriechen) führt ebenfalls zu Setzungserscheinungen.

Konstruktive Lösungsansätze:

a) Lösungsansatz im Rahmenbau:

Um dieses Setzmaß auf ein Minimum zu reduzieren, können Träger bzw. Rahme und Schwelle aus vergüteten Holzwerkstoffen (I-Träger mit OSB-Platten als Steg und Flansche aus Furnierschichtholz, Schwelle und Rahme aus Furnierschichtholz) eingesetzt werden (Abb. 1).

Wird eine Kombination aus Deckenträgern mit vergüteten Holzwerkstoffen und Schwelle und Rahme aus Massivholz eingesetzt, reduziert sich das Setzmaß größtenteils auf das Schwinden und Quellen der Rahme und Schwelle (Abb. 2).

Es wird empfohlen, die Massivholzteile stark vorzutrocknen (in Neuseeland: 4% relative Holzfeuchte empfohlen).

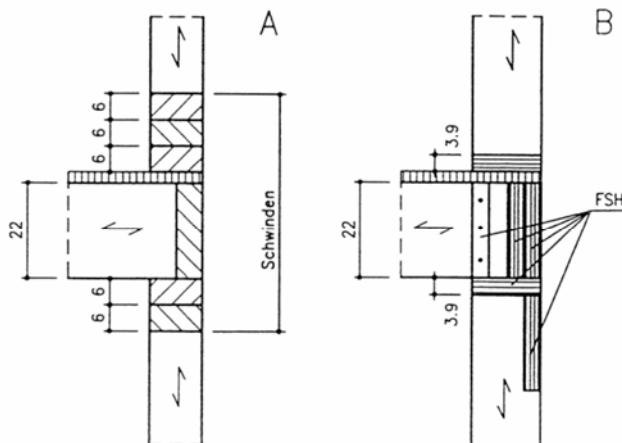


Abb. 102

A – Wand-Decken-Anschluß im klassischen Holzbau mit hohen Setzungen

B – Anschluß mit geringe Setzungen durch die Verwendung von Furnierschichtholz

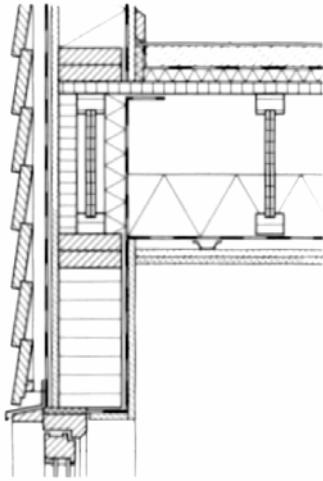


Abb. 103
 Beispiel amerikanischer Holzrahmenbau in Europa:
 Anschlusskombination von Massivholz mit vergüteten Holzwerkstoffen

b) **Lösungsansatz Balloon-Framing:**

Bei diesem System laufen die Wandrippen über zwei oder mehrere Geschosse durch. Die Deckenträger werden an der Innenseite mittels Balkenschuhen etc. eingehängt. Wenn hier Vollholzbalken verwendet werden, wirkt sich das Setzmaß nur geschossweise aus und wird nicht auf die gesamte Bauwerkhöhe aufsummiert (Setzungen parallel zur Holzfaser nur im ‰-Bereich).

Da die Deckenträger in diesem System die Außenwand nicht durchdringen, ergibt sich auch ein wesentlicher Vorteil für die Ausführung der Luftdichtigkeit. Siehe auch Absatz Luftdichtigkeit.

c) **Lösungsansatz Massivholzwände:**

Vertikal angeordnete Bretter werden durch mechanische Verbindungsmittel (Holzdübel, Nägel etc.) zu mehrgeschossigen Wandtafeln zusammengesetzt. Durch die Orientierung der Holzfaser in Längsrichtung werden die Setzungen minimiert (Schwindung im ‰-Bereich).

d) **Lösungsansatz für Übergänge:** Die Anschlüsse an massive Bauteile, Lifte etc. müssen im Detail gleitend ausgebildet werden.

- e) **Lösungsansatz für Installationen:** Installationen müssen mit entsprechenden Dehnungsschlaufen oder teleskopartig ausgeführt werden.

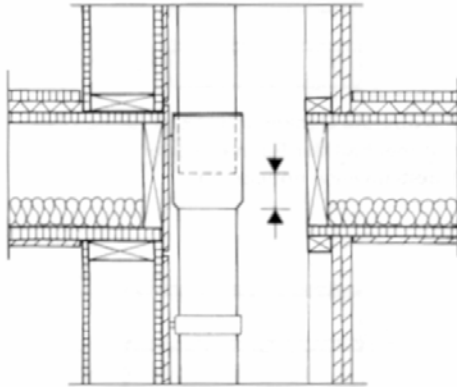


Abb. 104

7.2.2 Ebenheit und Materialübergang

Bei der Kombination von Ortbetonbauteilen mit vorgefertigten Holzbauteilen kommt es zu systembedingten Ungenauigkeiten. Um z.B. Undichtigkeiten zu vermeiden, müssen die Ungenauigkeiten zwischen den Betonbauteilen und den aufgehenden Holzwänden ausgeglichen werden.

Lösungsansatz Konstruktion

Durch eine nivellierte Ausgleichsschicht aus Beton werden Unebenheiten der Ortbetonbauteile im Bereich der aufgehenden Holzkonstruktion ausgeglichen

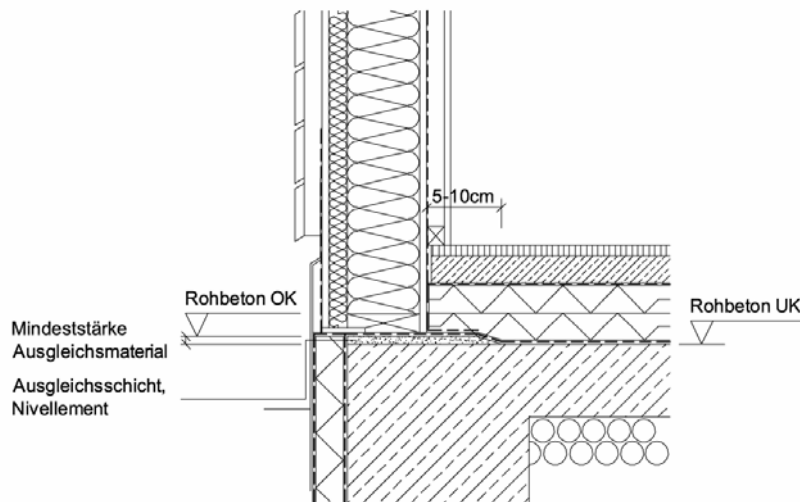


Abb. 105

Die Differenz der Betonober- und Betonunterkante (Ungenauigkeit im cm-Bereich) wird durch eine Betonausgleichsschicht nivelliert. Diese ist unter der Holzkonstruktion und ca. 5 - 10 cm innerhalb der tragenden Wand zu führen. Der Luftdichtigkeitsanschluss kann somit durch ein Verkleben der Dampfbremse mit der Ausgleichsschicht (glatt abgezogen) erfolgen.

7.2.2.1 Fugenausbildung beim Holzbau

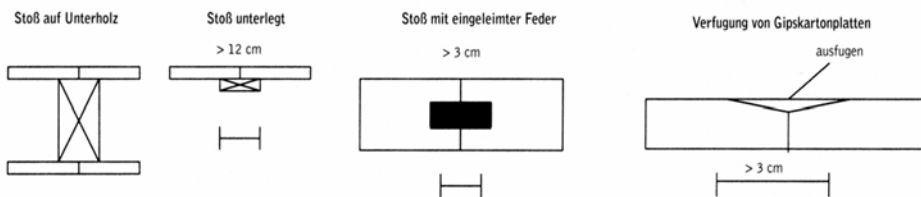


Abb. 106 Ausbildung von Stößen

7.2.3 Brandschutz

7.2.3.1 Grundlagen und gesetzlicher Brandschutz

Baustoffe sind in Brennbarkeitsklassen eingeordnet und hinsichtlich ihres Brandverhaltens gemäß ÖNORM B 3800 (Teil 1) folgendermaßen klassifiziert. Diese Norm kennt zwei **Brennbarkeitsklassen**. „A“ steht für nichtbrennbar, „B“ steht für brennbar. Bei der Brennbarkeitsklasse B unterscheidet man zwischen „B1“ schwerbrennbar, „B2“ normalbrennbar und „B3“ leichtbrennbar.

Beispiel: Der Baustoff Holz ist brennbar und damit der Brennbarkeitsklasse B zuzuordnen. Je nach Holzart, Dicke und Behandlung (z. B. Flammschutz) ist Holz als B1, B1 oder B3 zu klassifizieren. Die Einteilung in die Brandwiderstandsklassen erfolgt in ÖNORM B 3800, Teil 4. Die Norm unterscheidet zwischen salzhaltigen und dämmschichtbildenden Feuerschutzmitteln

Bauteile werden in Brandwiderstandsklassen (nach ÖNORM B 3800 Teil 1) eingeordnet. Ihr Brandverhalten wird durch die Brandwiderstandsdauer und eine Reihe weiterer Kriterien gekennzeichnet. Die Brandwiderstandsdauer ist die Zeit in Minuten, die der Bauteil im genormten Brandversuch dem Feuer Widerstand leistet. Daraus ergeben sich folgende Brandwiderstandsklassen.

F30	$30 \leq t < 60$	brandhemmend
F60	$60 \leq t < 90$	hochbrandhemmend
F90	$90 \leq t < 180$	brandbeständig
F180	$180 \leq t$	hochbrandbeständig

Der gesetzliche Brandschutz verfolgt vor allem den Schutz von Menschenleben. Maßnahmen des baulichen Brandschutzes sind:

- möglicher 2. Rettungsweg, auch im Brandfall begehbar
- standsichere Konstruktion auch im Fall von Rettungsarbeiten
- Feuermauern zur Vermeidung des Feuerübertritts auf Nachbargebäude

7.2.3.2 Brandschutz im Holzbau

Obwohl Holz ein guter Brennstoff ist, können diese Anforderungen für zahlreiche Gebäudetypen auch mit Holzbauweise erfüllt werden, da für die Ausbreitung und Entstehung von Bränden v.a. das Mobiliar, Geräte, Lagerware und Verkleidungen (= Brandlast) wesentlich sind. Nichtbrennbare Baustoffe sind nur dort zwingend, wo keine anderen Brandlasten vorhanden sein dürfen (bei Rettungswegen). Im Brandfall sind die Bewohner viel stärker durch die hochgiftigen Gase von verschwelenden Kunststoffen gefährdet, als durch Rauchgase des Holzes. Für die Brandentwicklung ist besonders die Oberflächenausbildung der Bauteile zu beachten (einfache Verbesserung des Feuerwiderstands von Holzkonstruktionen durch z.B. GK-Platten-Verkleidung). Der Abbrand von Holz vollzieht sich gleichförmig und berechenbar (im Gegensatz zum schlagartigen Versagen von Stahlkonstruktionen). Holz besitzt nur eine geringe Wärmeleitung und -dehnung, die im Brandfall vernachlässigbar ist.

Die Abbrandgeschwindigkeiten von Holz und Holzwerkstoffen zum Nachweis des Brandwiderstandes werden durch die ÖNORM B 4100, Teil 2 geregelt.

Legislative Grundlagen für Wien:

laut Techniknovelle der Wiener Bauordnung (beschlossen am 15.2.2000) sind Wohnbauten im städtischen Bereich bis zu 4 Geschossen in Holzbauweise + 1 massives Sockelgeschoss möglich. Dabei ist das Dachgeschoss um 2 m zurückzusetzen oder die Dachgeschossaußenseite nicht brennbar auszuführen. Unter Einhaltung der Brandwiderstandsklasse von F 90 ist der Brandabschnitt von Holzbauten mit max. 1000 m² begrenzt (sonst mit Sprinkler und Alarmierung). Mehrgeschossige Hohlräume sind nicht zulässig (außer vorgehängte Fassadenteile bis zu 6 cm Tiefe). Alle Bekleidungen sind brandschutztechnisch wirksam auszubilden und müssen nicht brennbare Oberfläche haben. Jede Wohneinheit muss über einen zweiten Rettungsweg verfügen. In Wien gilt allgemein:

Außenwände			
Bis 2 Hauptgeschosse	nicht tragend	fh	F30
Bis 4+1 Hauptgeschosse		hfh	F60 (Erdgeschoss fb F90)
Wohnungstrennwände und tragende Wohnungsinnenwände			
Ebenerdig		fh	F30
Bis 4+1 Hauptgeschosse		hfh	F60 (Erdgeschoss fb F 90)
Brandwände und –decken (innerhalb des Grundstücks)		fb	F90 brennbar
Feuermauer (an der Grundstücksgrenze)		fb	F90 nicht brennbar
Decken			
Über Keller		fb	F90 nicht brennbar
Ebenerdig		fh	F30
Bis 4+1 Hauptgeschosse		hfh	F60 (Erdgeschoss fb F90)

7.2.3.3 Brand- bzw. Rauchfortleitung durch Hohlräume in Decken und Wänden

Lösungsansatz

Auffüllen des Hohlraumes durch schwere, nicht brennbare Dämmung (Rohdichte mind. 120 kg/m³)

Abschottung durch „Fire-stops“ aus Vollholz oder Holzwerkstoffen



Abb. 107: Einsatz von Feuerstoppschwellen

7.2.3.4 Brandüberschlag vertikal (Terrassentüren, Hinterlüftung)

Lösungsansatz

- Anordnung eines auskragenden Bauteils (in der Tiefe und Breite) bei übereinanderliegenden Terrassentüren im Bereich der Decke
- Brandsichere Abtrennung des Hinterlüftungsbereichs durch einen gesimsartigen Bauteil, der bis zum tragenden Element der Außenwand reicht; dabei ist es wichtig, die Abtrennung über die Außenflucht der Fassade hinauszuführen.

7.2.3.5 Brandüberschlag horizontal (bei Wohnungstrennwänden)

Lösungsansatz für Detailpunkt Dach / Wohnungstrennwand:

a) Hochführen der Trennwände

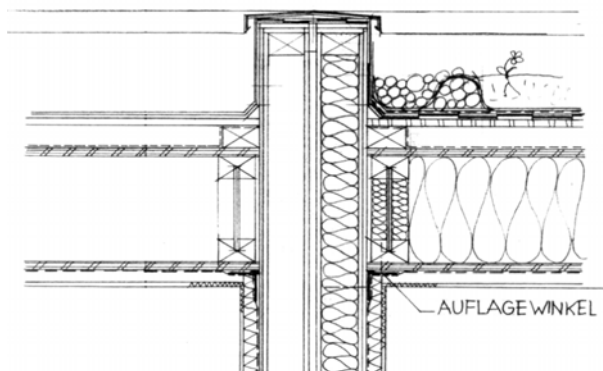


Abb. ¹⁰⁸: Detail Dachlösung bei Reihenhäusern mit zwei Wohnungstrennwänden in Holzbauweise

Traditionelle Ausführung zur Verhinderung des Brandüberschlags im Dachbereich mit Hochführen der Trennwände über die Dachebene („Badewanne“), hier extensives Gründach mit Kiesstreifen im Anschlussbereich (siehe auch TRVB B108 – Baulicher Brandschutz, Brandabschnittsbildungen).

- b) **Ausbildung eines Brandschutzkastens**
(entspricht vom System der Lösung für Detailpunkt Außenwand –
Wohnungstrennwand)

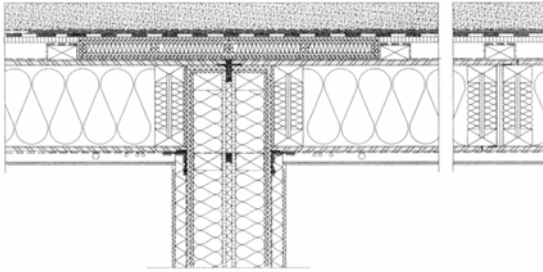


Abb. ¹⁰⁹ Verdeckter Brandschutzkasten

Architektonisch anspruchsvolle Variante mit durchgehendem Gründach über die Reihenhaustrennwände; Verhinderung des Brandüberschlages durch Anordnen eines Brandschutzkastens aus für den Hinterlüftungsbereich geeigneten Brandschutzplatten. Am oberen Ende der Fuge der Wohnungstrennwände ist ein im Brandfall aufschäumendes Quellband anzuordnen

Lösungsansatz Detailpunkt Anschluss Außenwand an Wohnungstrennwand

c) Analog der Lösung b) im Dachbereich

Anordnen einer verputzbaren Feuerschutzplatte im Hinterlüftungsbereich, Stärke bis zur Vorderkante der Fassade, Breite links und rechts 1m von der Fuge der Wohnungstrennwand (lt. Verordnung TRVB B 108)

7.2.3.6 Verhinderung der Brand- und Rauchfortleitung in Installationsvorsatzschalen, Hinterlüftungen und Schächten

Lösungsansatz

Schließen der Hohlräume mit Mineralwolle bzw. bei Schächten horizontales, geschossweises Abschotten

- Bei Installationsvorsatzschalen ist die Brandschutzplatte direkt an der Konstruktionssinnenseite auszuführen, um ein Durchdringen der brandschutzbildenden Schicht zu verhindern.
- Eine weitere Möglichkeit ist die Herstellung eines Brandschutzkastens, der den durchdringenden Bauteil umschließt (z.B. bei Elektro-Dosen).

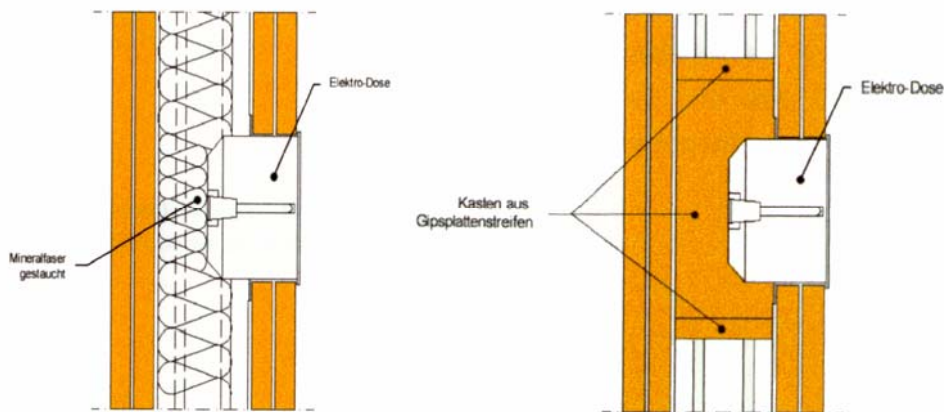


Abb.:¹¹⁰ Einbau von Elektro-Dosen

Feuerwiderstandsklassen von Wand-, Decken-, Unterdecken- und Dachgeschoßbekleidungen (Fa. Knauf)					
Knauf System	Knauf Produkt	Dicke mm	Dämmschicht Mm / kg / m ²	Brandschutz	
Außenwand					
Holzständer	Gipsplatte GKF	12,5	80 / 30	F 30-B	
Holzständer	Gipsplatte GKF	2 x 18	zulässig	F 90-B	
Gebäudeabschluß- und Brandwand					
Holzständer	Gipsplatte GKF	12,5 / 2 x 18	40 / 30	F 30-B innen	F 90-B außen
Holzständer mit Federschiene	Gipsplatte GKF	2 x 18	ohne / B2	F 90-B	
W 131 Brandwand - Metallständer	Gipsplatte GKF	3 x 12,5	ohne	F 90-A	
W 132 Brandwand A1 - Metallständer	Fireboard	2 x 15	ohne	F 90-A	
Tragende Innenwand					
W 121 Holzständer	Gipsplatte GKF	12,5	ohne / B2	F 30-B	
W 122 Holzständer	Gipsplatte GKF	12,5 + 15	ohne / B2	F 60-B	
Holzständer ohne / mit Federschiene	Gipsplatte GKF	12,5 - 2 x 18	40 / 30 - ohne / B2	F 30-B	F 90-B
Nichttragende Innenwand					
W 1 21 Holzständer	Gipsplatte GKF	12,5	40 / 30	F 30-B	
W 122 Holzständer	Gipsplatte GKB / GKF	2 x 12,5	40 / 40 - 80 / 100	F 30-B bis F 90-B	
Wohnungstrennwand					
W 125 Holz-Doppelständer	Gipsplatte GKF	2 x 12,5	80 / 100	F 90-B	
W 115 Metall-Doppelständer	Gipsplatte GKF	2 x 12,5	80 / 30	F 90-A	
Vorsatzschale / Installationswand					
W 628 Schachtwand	Gipsplatte GKF	2 x 12,5	zulässig / B2	F 30-A	
	Massivbauplatte GKF	2 x 25	zulässig / B2	F 90-A	
W 116 Metallständer	Gipsplatte GKF	2 x 12,5	40 / 30	F 30-A	
W 356 Metallständer	Massivbauplatte GKF	25	80 / 30	F 90-A	
W 376 Metallständer	Perlcon	2 x 12,5	80 / 30	F 90-A	
W 164 Metallständer	Drystar	18	zulässig / B2	F 30-A	
Holzbalkendecken					
D 150 ohne Unterkonstruktion	Massivbauplatte GKF	25	≥ 100 / ≥ 35	F 30-B	
D 151 Holz- Unterkonstruktion	Gipsplatte GKF	12,5	≥ 100 / B1	F 30-B	
D 152 Metall- Unterkonstruktion	Gipsplatte GKF	12,5	zulässig	F 30-B	
D 152 Metall- Unterkonstruktion	Massivbauplatte GKF	25	≥ 100 / A	F 90-B	
D 153 Federschiene	Gipsplatte GKF	12,5	≥ 100 / B1	F 30-B	
D 153 Federschiene	Massivbauplatte GKF	25	≥ 100 / A	F 90-B	
Dachgeschoß- Bekleidungen					
D 610 ohne Unterkonstruktion	Massivbauplatte GKF	25		F 30-B	
D 611 Holz- Unterkonstruktion	Gipsplatte GKF	12,5	≥ 100 / B1	F 30-B	
D 612 Metall- Unterkonstruktion	Gipsplatte GKF	12,5	≥ 100 / B1	F 30-B	
D 612 Metall- Unterkonstruktion	Massivbauplatte GKF	25	≥ 100 / A	F 90-B	
D 613 Federschiene	Gipsplatte GKF	12,5	≥ 100 / B1	F 30-B	
D 613 Federschiene	Massivbauplatte GKF	25	≥ 100 / A	F 90-B	
D 681 Holz-UK, Metall-UK, Federsch.	Vidiwall GF	10	≥ 160 / A	F 30-B	

Abb. 111: Tabellenübersicht Ausführungsmöglichkeiten Bauteile

7.2.4 Schallschutz

7.2.4.1 Gesetzliche Schallschutzanforderungen

Vorgeschriebene Bauschalldämm-Maße (vor Ort gemessen) finden sich in der ÖNORM B 8115-2.

Im Gegensatz zu den Bedingungen im Labor beinhaltet die Messung des Schalls vor Ort auch die Schallübertragung durch die anderen Bauteile (Flanken).

- **Mindestanforderungen für den Luftschallschutz in Gebäuden:**

Mindest erforderliche bewertete Normschallpegeldifferenz $D_{n,t,w}$ zwischen den Räumen:

Zwischen Wohneinheiten (ohne Verbindung durch Türen, Fenster): >55 dB,
zwischen den schützenden Räumen innerhalb einer Wohneinheit (ohne Verbindung durch Türen, Fenster): 44 dB

- **Höchstzulässige Werte für den Trittschallschutz:**

Für den bewerteten Normtrittschallpegel $L_{n,t,w}$ für Decken und Wohnungsstiegen zwischen den Geschossen: <48 dB,

Geprüfte Aufbauten von Wänden und Decken sind in der ÖNORM B 8115-4 zu finden.

Wohnungstrenndecke: Tramdecke mit massivem Estrich

7.2.4.2 Schallübertragung im Holzbau

Die Schallschutzanforderungen an ein Gebäude betreffen die Schallabsorption (wenn sich Schallquelle und Hörer im selben Zimmer befinden) und die Schalldämmung. Die Hauptproblembereiche bei Verwendung des Werkstoffes Holz als NAWARO im Geschossbau ist die Erfüllung des Tritt- bzw. Körperschallschutzes durch Schallentkoppelung der Knoten von Wänden und Decken. Beim Trittschallschutz ist der Holzbau wegen seiner vergleichsweise geringen Bauteilmasse gegenüber dem Massivbau im niedrigen Frequenzbereich im Nachteil. Beim Luftschallschutz hingegen wirken sich mehrschalige Holz-Konstruktionen gegenüber massiven Bauelementen (bei gleicher flächenbezogener Masse) günstig aus. Grundsätzlich bestimmt bei allen schalltechnischen Maßnahmen das schwächste Glied in der Kette die Gesamtwirkung, daher ist die größtmögliche Ausschaltung von Schall-Nebenwegen entscheidend. Als Maß für die Schallübertragung dient der Schalltransmissionsgrad τ .

Das Labor-Schalldämm-Maß (R) wird als Widerstand definiert. Es wird nur die Schallübertragung über den Trennbauteil berücksichtigt unter größtmöglicher Ausschaltung der Nebenwege.

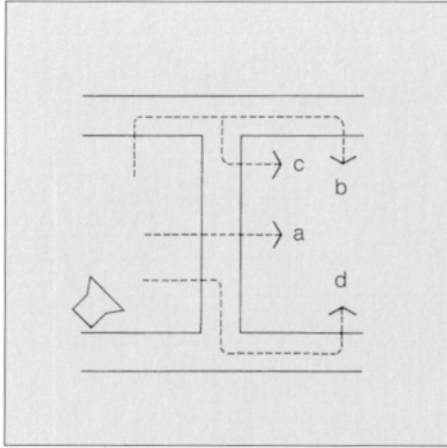


Bild 1 ¹¹²
Schallwege im Holzbau horizontal

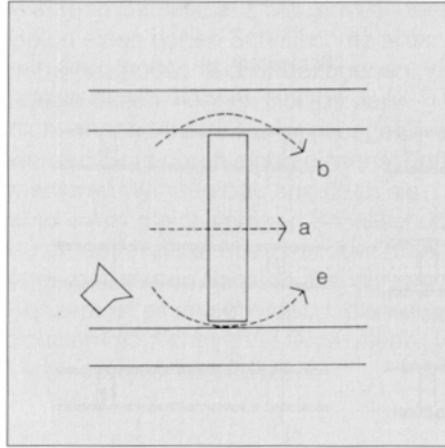


Bild 2 ¹¹³

Im Gegensatz zum Massivbau (Bild 1) besitzen Holzbaukonstruktionen auf Grund der biegeweichen Stoßstellen nur zwei Haupt-Schallübertragungswege a,b (Bild 2). Dadurch entfällt bei Holzbaukonstruktionen aber auch die verminderte Schallübertragung durch Stoßstellendämmung. Hinzu kommen mögliche, direkte Luftschallübertragungen durch Undichtigkeiten.

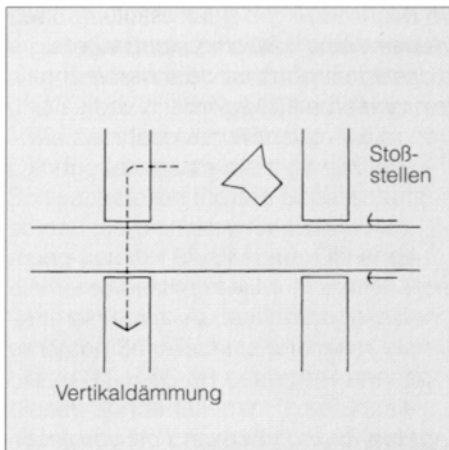


Bild 3 ¹¹⁴
Schallwege im Holzbau vertikal

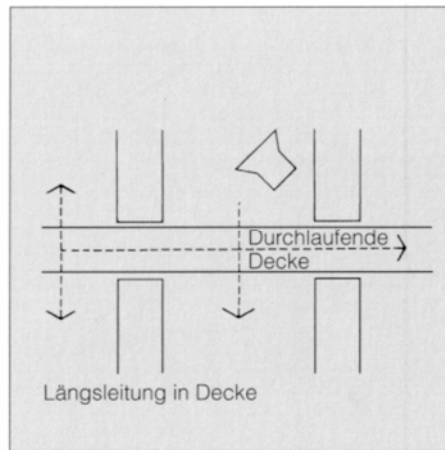


Bild 4 ¹¹⁵

Aufbau und durchlaufende Decken (entkoppelt) im Holzbau bewirken eine gute vertikale Dämmung (Bild 3), aber auch eine verstärkte horizontale Längsleitung des Schalls (Bild 4).

7.2.4.3 Schallübertragung über die Wände

Kritische Punkte:

- Körperschallübertragung in den Wandrippen durch Installationsgeräusche oder sonstige haustechnische Einrichtungen
- Schwachstelle Öffnungen in Außenbauteilen, wichtig ist daher das Verhältnis von Fenster- zu Wandfläche

Lösungsansätze:

- Zweischalige Wandausführung
- Volle Füllung des Zwischenraumes mit weichem Dämmstoff
- Ev. Aufdopplung der Schalen
- Bei Wohnungstrennwand z.B. Vorsatzschale auf Schwingbügel bei Gipskarton beschichteten Brettsper Holzplatten
- Punktweise Befestigung zweier Lagen GK-Platten (Nutzung der Reibungsdämpfung), Achtung: keine Verbesserung des Schallschutzes durch Einlegen von harten, porösen Stoffen wie Styropor
- Im gesamten Bereich der Trennwandkonstruktion möglichst keine Durchdringungen oder Öffnungen (Steckdosen,..)
- Zur Dämmung von Installationsgeräuschen Beschwerung der Schaleninnenseiten mit Gummi, Bitumenpappe oder Sand
- Alle Installationsanschlüsse entkoppeln, auch Hohlräume der Installationswand mit geeignetem Dämmstoff ausfüllen
- Geschlossene Fugen bei der Außenwand-Holzverkleidung, abgestimmte Dämmschichten



TW 1 Projekt: „Leistbares Wohnen“, Graz (Projektbeschreibung S. 37)

(Abb. 116) Wohnungstrennwand

7.2.4.4 Schallübertragung über die Decken

7.2.4.4.1 Deckenaufbauten im Holzbau

Wohnungstrenndecke: Deckenaufbau mit Trittschalldämmung und Estrich

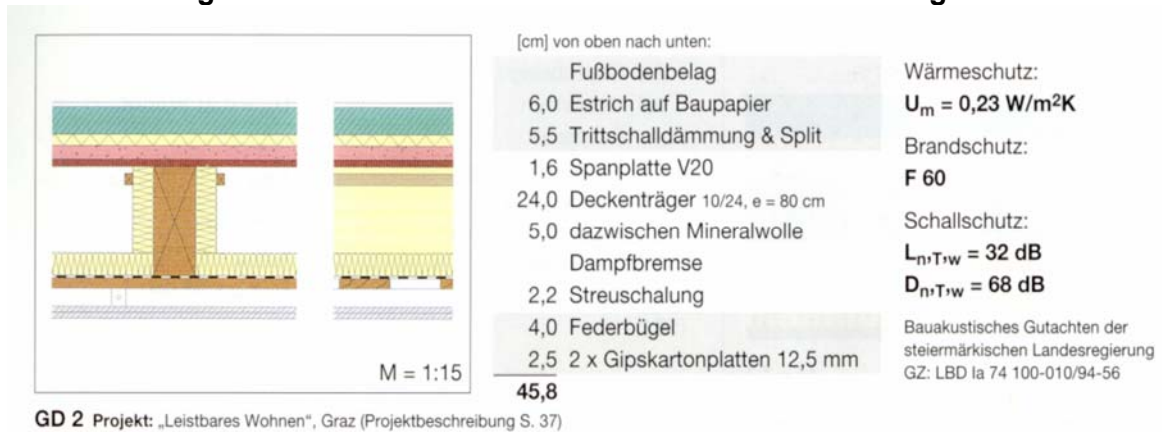
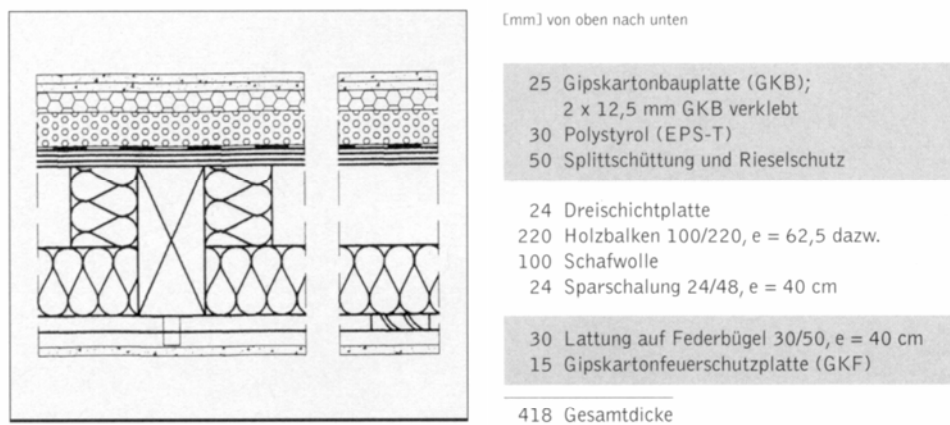


Abb. 117

Wohnungstrenndecke: Tramdecke mit Trockenestrich und Splittschüttung

Aufbau:

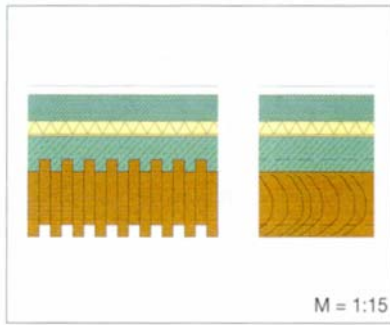


Kennwerte:

Brandwiderstandsklasse	F 30	
Bewertetes Schalldämm-Maß	$R_W \geq 65 \text{ dB}$	
Bewerteter Norm-Trittschallpegel	$L_{n,w} \leq 48 \text{ dB}$	
Wärmedurchgangskoeffizient	—	
Speicherwirksame Masse (oben/unten)	26,8 kg/m ²	14,3 kg/m ²
Speicherkapazität (oben/unten)	23,8 kJ/m ²	14,2 kJ/m ²
Wasserdampfdiffusion	—	

Abb. 118

Wohnungstrenndecke: Brettstapeldecke mit Aufbeton + Estrich



[cm] von oben nach unten:

- Fußbodenbelag
- 6,0 Estrich
- 3,0 Trittschalldämmung
- 0,5 Ausgleichsschicht Sand
- 8,0 Aufbeton
- 15,0 Brettstapel
- 32,5**

- Wärmeschutz:
 $U_m = 0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Brandschutz:
F 30 – F 60
- Schallschutz:
 $R_w = 62 \text{ dB}$
 $L_{n,T,w} = 46 \text{ dB}$

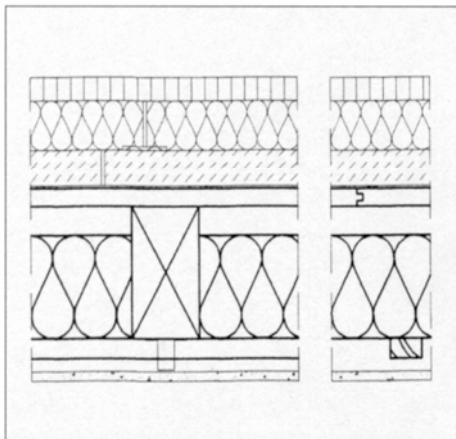
M = 1:15

GD 7 Projekt: Holzturm/Kuchl bei Salzburg

Abb. 119

Wohnungstrenndecke: Tramdecke mit Betonplatten und aufgeständerter Fußbodenkonstruktion

Aufbau:



[mm] von oben nach unten

- 32 Holzspanplatte in Nut und Feder
- 68 Tel Distanzfüße mit grünem Sylomerplättchen dazw.
- Mineralwolle
- 50 Betonplatten
- 3 PAE-Schaummatte
- 25 Nut und Federbretter
- 180 Holzbalken 80/180, e = 65 cm dazw.
- 140 Mineralwolle
- 45 Schwingbügel, e = 33 cm mit Lattung 47/27
- 10 Gipsfaserplatte

413 Gesamtdicke

Kennwerte:

Brandwiderstandsklasse	F 30	
Bewertetes Schalldämm-Maß	$R_w \geq 70 \text{ dB}$	
Bewerteter Norm-Trittschallpegel	$L_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$	
Wärmedurchgangskoeffizient	—	
Speicherwirksame Masse (oben/unten)	41,93 kg/m ²	11,7 kg/m ²
Speicherkapazität (oben/unten)	36,11 kJ/m ²	11,76 kJ/m ²
Wasserdampfdiffusion	—	

Abb. 120

7.2.4.4.2 Schallübertragung über die Decken-Konstruktionselemente

Kritische Punkte:

1. Schallübertragung direkt durch den Bauteil von Raum zu Raum.
2. Es kann zu direkter Schallübertragung über die Konstruktionselemente der Decken (Träme) sowie Flankenübertragung kommen.

Lösungsansätze:

ad 1.:

- Wahl eines geeigneten und zugelassenen Deckenaufbaus

ad 2.:

Entkopplung:

- Verlegung eines schwimmenden Estrichs/Trockenestrichs auf Trittschalldämmplatten und Entkoppeln mit Randstreifen
- Einbau einer weichen Dämmstoffeinlage zwischen den Trämen (Hohlraumbedämpfung)
- Punktweise, möglichst federnd befestigte Deckenuntersicht (Federbügel)
- Beschwerung der Rohdecke mit Betonplatten, Kies oder Sand (zusätzliche Masse), schwere Beplankung (z.B. doppelt)
- Unterbrechung der schallübertragenden Beplankung
- Abschottung durch den Trennbauteil

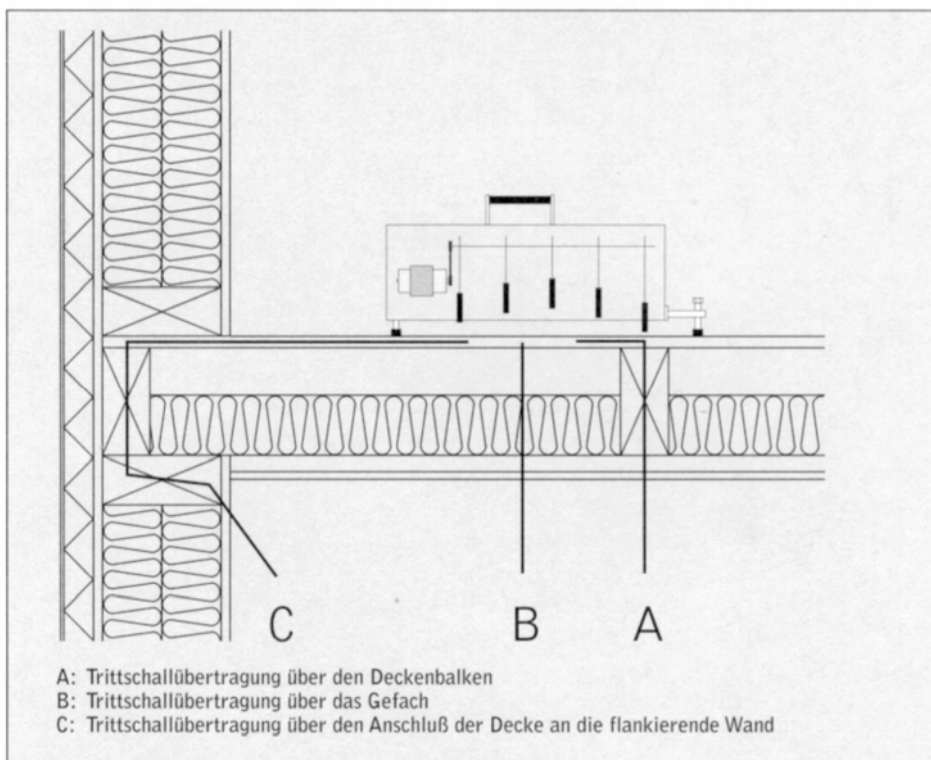


Bild 5¹²¹: Trittschallpegelübertragungswege bei Holzbalkendecken

7.2.4.5 Schallübertragung im Anschlussbereich Wand/Decke

7.2.4.5.1 Geeignete Trennung durch schalltechnisch optimierte Deckenaufleger

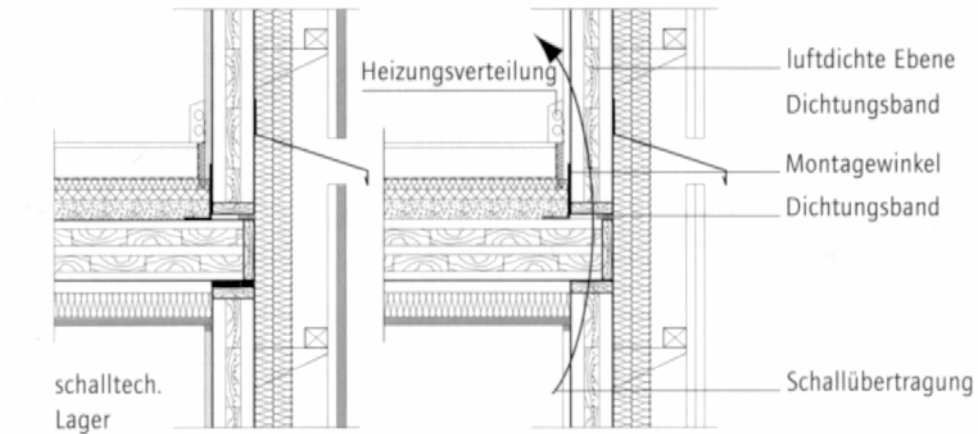


Abb 122:
Deckenknoten mit und ohne entsprechender Lagerung

7.2.4.5.2 Ausführung im Bereich Wohnungstrennwände / Deckenanschlüsse

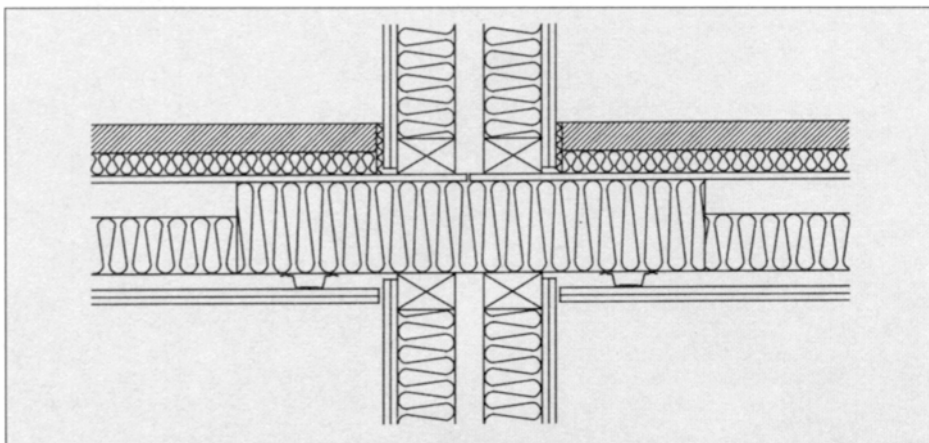


Abb 123:
Anschluss Wohnungstrennwand – Trennwand verläuft normal zu den Deckenbalken

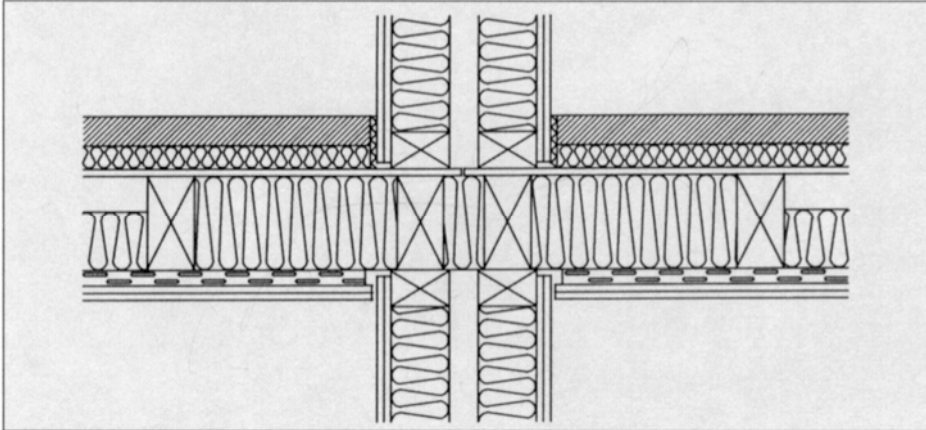


Abb ¹²⁴:

Anschluss Wohnungstrennwand – Trennwand verläuft parallel zu den Deckenbalken

7.2.5 Schutz der Holzkonstruktion vom Transport bis zur fertigen Übernahme

7.2.5.1 *Schutz vor Feuchtigkeit durch Witterungseinflüsse und Baufeuchte von angrenzenden mineralischen Bauteilen*

Lösungsansatz

Decklagen der rohen oder fertigen Elemente aus wasserabweisenden, nicht hygroskopischen Schichten (letzte Schicht vor der Hinterlüftungsebene z.B. aus bituminierte Faserplatte bzw. Unterdachplatte) oder Schutz der Innenseiten und gefährdeten Kantenbereiche durch Verpacken mit recyclebarer Kunststoffolie

Elemente bereits ab Werk allseitig geschlossen, ohne offenliegende Dämmung

Trennen der mineralischen Bauteile im Anschlussbereich zu den Holzbauteilen durch Feuchtigkeitssperren (z.B. Kellerdecke zu aufgehender Holzwand)

Zwischenlagerung auf der Baustelle auf Unterlagen und gedeckt

Schützen der Wand- und Deckenteile bei mehrgeschossigen Gebäuden im eingebauten Zustand durch wiederverwendbares, elementiertes Notdach oder durch dichte Planen (von Spezialfirma hergestellt, genau auf die Größe des Bauwerks abgestimmt)

7.2.5.2 *Mechanische Beschädigung und Verschmutzung*

Lösungsansatz

Trennung des tragenden, allseits geschlossenen Wandelementes von der wertvollen, sichtbaren Deckschicht (z.B. Lärchenverschalung, Eternitverkleidung) und extra Versetzen der in Kleintafeln (leichtere Wartung) vorgefertigten Deckschicht; bei oberflächenbehandelten Teilen Aufbringen der letzten Schicht auf der Baustelle

Fugenausbildung der Anschlussknoten ohne weit vorspringende Außenschichten (Gefahr des Abschlagens bei Transport oder Montage)

Verwendung von an die Kanten der Tafeln geschraubter Transportstaffel oder -pfosten, die über die fertigen Elementfluchten auskragen

Genaue Planung von Baustellenablauf („just in time“), Montage und Lagerung

7.2.5.3 Gewährleisten der nötigen Standsicherheit der Konstruktion von Baubeginn bis zur Fertigstellung

Lösungsansatz

Berücksichtigung genau definierter Hebepunkte bereits in der Statik
Verwenden von Transportaussteifungen (z.B. Flachstahldiagonalen) für Elemente, die erst durch das Zusammenfügen mit Aussteifungselementen auf der Baustelle standsicher werden

Berücksichtigung der in den verschiedenen Bauzuständen möglichen Lastfälle durch Wind (z.B. Angriff auf Wandinnenflächen durch Fassadenöffnungen), Schnee und Materiallagerungslastfälle, dynamische Belastungen durch Baumaschinen

7.2.5.4 Verfügbarkeit – Planer, Firmen, Materialien

Lösungsansatz

Finden geeigneter **Planer** durch Wettbewerbe, die mit Hilfe von Spezialisten im Bereich der NAWAROS gut vorbereitet wurden

Zusammenarbeit mit **Firmen**, die sich an bestimmte Qualitätsrichtlinien (Gütesiegel durch anerkannte Prüfstellen) halten oder zertifiziert sind

Bei Großbaustellen Berücksichtigung der Teilbarkeit des Auftrages bei Planung und Ausschreibung; Nützen bestehender Arbeitsgemeinschaften und Kooperationen

Verwendung von **Materialien** oder Halbfabrikaten, die in Bezug auf Preis und technologische Eigenschaften in etwa gleichwertig sind und von mind. 3 Firmen geliefert werden können (Vermeidung von Lieferproblemen, Einhalten des Fertigstellungstermins)

Beachten der Transportdistanzen – Stichwort „Gesamtökologiebilanz“

7.2.6 Luftdichtigkeit und Winddichtigkeit

7.2.6.1 *Einleitung:*

Eine entscheidende Verringerung des Heizenergieverbrauchs ist nur mit hochwertigem Wärmeschutz und luftdichter Gebäudehülle zu erreichen. Einer luftdichten Umschließung der Gebäudehülle kommt aber neben Gründen des Wärmeschutzes auch bezüglich der Vermeidung von Bauschäden und der Steigerung des Wohlbefindens (Reduktion übermäßiger Luftbewegungen im Gebäudeinneren) eine entscheidende Rolle zu.

Grundsätzlich sind zur Erreichung dieser Zielsetzung bezüglich der Materialwahl (aus gesamtökologischer Sicht) folgende Kriterien zu beachten (bautechnische und ausführungsrelevante Details werden an dieser Stelle nicht angegeben):

7.2.6.2 *Luftdichtung*

(bei meist gleichzeitiger Verwendung als Dampfbremse):

Aluminiumfolien, Polyäthylenfolien (PAE und PE), Aufsparrendämmplatten mit Nut-Federverbindung und Alukaschierung, beschichtete und/oder imprägnierte Kraftpapiere und Pappen mit oder ohne Fasergewebebewehrung.

Hinsichtlich der Umweltaspekte sind die letztgenannten Kraftpapiere und Pappen den anderen Produktvarianten gegenüber zu bevorzugen.

(Anmerkung: Sie werden beispielsweise z.T. aus recyceltem Altpapier hergestellt; Produktvorschläge: Siehe WIMMER et al (2001)).

7.2.6.3 *Winddichtung*

Holzfaserweichplatten (natur oder bitumisiert), Bitumenpappen auf Holzschalung (nur in Kombinationen mit funktionierender Dampfbremse), diffusionsoffene Unterspannbahnen (PAE, PE).

Für die Winddichtung sind insbesondere die Holzfaserweichplatten (natur) zu empfehlen (nachwachsender Rohstoff; Produktvorschläge: Siehe WIMMER et al (2001)).

7.2.6.4 *Nachweisverfahren / Qualitätssicherung*

Zum Nachweis der auszuführenden Qualitäten empfehlen sich der Blower-Door-Test und Thermografische Aufnahmen. Diese sollten in den entsprechenden Ausschreibungen und Pflichtenheften als Kontrollmethoden mit entsprechenden Qualitätsstandards für die ausführenden Unternehmen vorgegeben werden.

7.2.7 Anwendung nachwachsender Rohstoffe (NAWARO) in Bauteilen

7.2.7.1 Einleitung

Abgesehen von Holz, das vor allem als Tragstruktur und Aussteifung Verwendung findet, werden nachwachsende Rohstoffe in Bauteilen vor allem für nicht aussteifende Beplankungen, Folien und zur Wärmedämmung eingesetzt. Beispielhaft seien genannt:

- Kork (als Dämmstoff, auch Außenwanddämmsystem)
- Zellulose (als Dämmstoff, insbes. im Holzbau)
- Flachs, Jute, Hanf als Dämmstoff (im Innenbereich, z. B. in Zwischenwänden aus Gipskartonplatten),

Kritische Punkte bei der Verwendung nachwachsender Rohstoffe sind:

- Luftdichtigkeit (siehe Kapitel 6.2.6)
- Brennbarkeit (s.a. Kap. 6.2.3 - Brandschutz)
- Feuchtigkeitsempfindlichkeit und Schutz des Materials
- Langlebigkeit durch chemische Stabilisierung gegen Nagetiere und Insekten
- Preis

7.2.7.2 Chemische Vorbehandlung

Hanf, Baumwolle, Jute, Flachs und Zellulose sind von Herstellerseite chemisch vorbehandelt um bautechnisch wichtige Eigenschaften wie Reduktion der Brennbarkeit und Feuchtigkeitsempfindlichkeit und Abwehr von Schädlingsbefall (von Motten bis Nagetiere) zu erreichen. Dies erfolgt bei Dämmstoffen aus Zellulose (Altpapier; z. B.: Isofloc), Baumwolle (z. B.: Isocotton), Flachs oder Schafwolle durch Borate. Dabei kommt eine Mischung aus Borax (chemisch: Natriumborat) und Borsäure zum Einsatz. Damit erreicht etwa Isofloc (mit den Wärmeleitfähigkeitsgruppen 040 und 045 die Brandschutzklasse B1 und B2. (Anm.: „B1“ wird erreicht, wenn Isofloc an flächige A-Bauteile grenzt.). Isocotton hat Brandschutzklasse B2. Das Prinzip des Flammschutzes beruht auf Abspaltung des molekular gebundenen Wassers und anschließender Bildung eines glasartigen Überzugs. Toxikologisch ist dieser Flammschutz unbedenklich, ökologisch muss bei der Entsorgung beachtet werden, dass die gut wasserlöslichen Bor-Verbindungen (Feuchtigkeitsschutz beim Einbau notwendig!) pflanzentoxisch sind. Der Isofloc-Vertreiber bietet daher seit 1997 eine Rücknahmegarantie bei sortenreiner Entnahme an.

Ein wesentlicher Vorteil von Borax ist, dass es gleichzeitig fungizide Wirkung hat und auch gegen Insekten und Nagetiere wirkt. Diese – im Vergleich zu anderen Chemikalien unerreichte - Vielfachschutzfunktion bei sehr geringer Humantoxizität erklärt auch ihr breites Einsatzspektrum.

Bei Schafwolle kommt zumeist ein Chlorpestizid, Mitin FF, werkseitig zur Anwendung. Die toxikologische Bewertung der Auswirkungen dieses Pestizid-Einsatzes auf die Gesundheit der Bewohner ist nicht einheitlich. Es werden auch Bedenken geäußert, dass das Pestizid, dass sich auch im Hausstaub nachweisen lässt, ein Restrisiko darstellt.

7.2.7.3 Brennbarkeit bei nicht tragenden Wänden: Hanf, Jute, Flachs, Zellulose, Baumwolle, Kork

Hanf, Jute, Flachs, Zellulose, Baumwolle und Kork sind Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen. Sie sind daher gemäß ÖNORM als brennbar eingestuft. Je nach Eignung und baulichen und chemischen Schutzmaßnahmen sind ihre Anwendungsmöglichkeiten begrenzt.



Abb. ¹²⁵ Abb. Firmenprospekt

Lösung:

- Schutz- und Einbaumaßnahmen: gemäß Verbraucherangaben
- B) Chemischer Schutzmaßnahmen durch Hersteller: siehe Einleitung

7.2.7.4 Feuchtigkeitsempfindlichkeit und Schutz des Materials

Hanf, Jute, Flachs, Zellulose und Kork sind Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen. Sie müssen daher gegen Feuchtigkeit – und den später einsetzenden mikrobiellen Befall (Abbau) besonders geschützt werden, da sonst ihre technischen Eigenschaften und damit ihre langfristige Verwendbarkeit nicht erhalten bleiben.

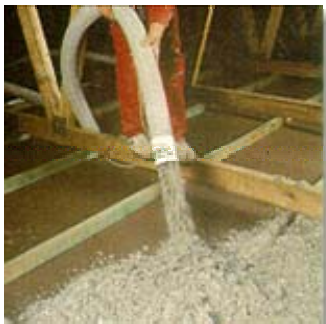


Abb. ¹²⁶ Zellulose-Einblasdämmung

Lösung:

- Chemische Schutzmaßnahmen durch Hersteller beachten (Tauglichkeit): siehe Einleitung bzw. gemäß Verbraucherangaben
- Sorgfältiger Umgang auf der Baustelle: vorbeugender Feuchtigkeitsschutz, genaues Logistikmanagement bei Anlieferung von vorgefertigten Elementen mit NAWARO-Dämmstoffen

7.2.7.5 Preise & Kosten

Grundsätzlich ist unumstritten, dass Baustoffe und Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen (mit Ausnahme des Werkstoffs Holz) in vielen Fällen gegenüber konventionellen Produkten nach wie vor im Preisnachteil sind. Die Betonung auf die Formulierung „in vielen Fällen“ wird hier bewusst gewählt: In zahlreichen Bereichen (wie bei Alternativprodukten zu PE-Folien, Klebern, Dichtungsbändern, nicht tragenden

Ständerkonstruktionen im Trockenbau usw.) sind sehr wohl preislich konkurrenzfähige Alternativen aus (zumindest überwiegend) nachwachsenden Rohstoffen am Markt erhältlich.

Der Bereich der Wärmedämmung ist für das Bauwesen und den Einsatz nachwachsender Rohstoffe sicherlich jenes Einsatzgebiet, in dem der Preisdruck (und somit auch die Mehrkosten von Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe) am stärksten ins Gewicht fällt.

Dass aber bei entsprechender Ausschreibung und vor allem qualitativer Ausrichtung der Pflichtenhefte auch im Dämmstoffbereich konkurrenzfähige Alternativen zu Österreichs Dämmstoff Nr. 1 (EPS) am Markt verfügbar sind, zeigt eine Auswertung der Energie Tirol aus dem Jahr 2001:

Die folgende Tabelle zeigt exemplarisch unterschiedliche Dämmstoffarten und ihre Kosten im Vergleich.

Berechnet wurden die Kosten auf Basis einer Außenwand mit 25 cm Ziegel und Wärmedämmverbundsystem. In der Tabelle geht es ausschließlich um einen Kostenvergleich, bauphysikalische Erfordernisse sind nicht berücksichtigt. Um einen U-Wert von 0,20 W/m²K (Wert für ein Niedrigenergiehaus) zu erreichen, benötigt man folgende Dämmstärken (Notwendige Dämmung einer Außenwand in Niedrigenergiehaus-Qualität)

Dämmstoffart	Vergleichsdämmstärke	Materialpreis in €/ m ²	Preis pro cm
Kork	15 cm	18,53-39,24	1,09-2,61
Schafwolle	13 cm	18,90-28,34	1,45-2,18
Zellulosedämmstoff	14 cm	7,27-14,24	0,52-1,02
Expand. Polystyrol (EPS)	14 cm	10,90-21,80	0,78-1,56
Extrud. Polystyrol (XPS)	11 cm	23,18-27,98	2,11-2,54
Polyurethan	9 cm	17,66-22,89	1,96-2,54
Schaumglas	15 cm	43,60-65,41	2,91-4,36
Mineralschaumplatte	16 cm	27,91	1,74
Mineralwolle	14 cm	13,23-45,78	0,94-3,27
Holzwohle-Leichtbauplatte	34 cm	59,22-61,77	1,74-1,82
Vakuumdämmung	2,5 cm	127,18	50,87

Hier zeigt sich, dass Dämmstoffe auf Zellulosebasis ohnehin bereits mit EPS konkurrenzfähig sind und zumindest in Teilbereichen auch Kork und Schafwolle in die Nähe des Marktleaders kommen. Gleichzeitig scheint jedoch erwiesen, dass Mineralwolle trotz eines entschieden höheren Marktanteiles im Kostenvergleich mit Kork und Schafwolle eigentlich gleichgezogen hat.

Maßnahmen: Ausschreibungen und Pflichtenhefte mit vorhergehender Marktsondierung im NAWARO-Bereich; bei Kostengleichheit ist NAWARO-Produkt zu bevorzugen.

7.2.7.6 *Langlebigkeit durch chemische Stabilisierung gegen Nagetiere und Insekten*

Hanf, Jute, Flachs, Zellulose und Kork sind Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen. Sie stellen daher auch eine potentielle Nahrungsquelle für Insekten und Nagetiere dar.



Abb. ¹²⁷ Der böse Schädling

Lösung:

- Es ist darauf zu achten, dass die chemische Ausrüstung gemäß Verbraucherangaben das Produkt für diesen Anwendungszweck als geeignet ausweist.
- Aus ökologischer und humantoxikologischer Sicht sollte jedoch beim Hersteller erfragt werden, welche chemischen Substanzen dafür eingesetzt wurden. Es gibt zumeist unterschiedliche Optionen, die verschieden zu bewerten sind. (siehe auch Einleitung).

8 Bauökologie

8.1 Vorbemerkungen zur Bauchemie

8.1.1 Petrochemie versus NAWARO

Betrachtet man die derzeitige Ausgangsbasis für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) im Baubereich gegenüber Produkten aus der Petrochemie oder mit hohem Anteil an fossilen Energieträgern im gesamten Produktionsprozess, dann erkennt man trotz zahlreicher Initiativen und Bemühungen der letzten Jahre einen großen Nachholbedarf. Beispielsweise nehmen im Dämmstoffbereich Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen einen Marktanteil von 3 bis 5 Prozent ein. Marktleader ist die Mineralwolle (knapp 60 Prozent), gefolgt von Schaumstoffen mit rund 35 Prozent.

Gleichzeitig konnten sich „alternative“ Produkte in den letzten Jahren sowohl hinsichtlich ihrer Kosten als auch in Bezug auf die Verarbeitungsqualität, Liefersicherheit und Image („Wohlbehagen“) entscheidend verbessern und sind somit zusehends konkurrenzfähig. Darüber hinaus werden zukünftig auch im Baubereich die „Externen Kosten“ (Stichwort: Graue Energie) und noch früher die Entsorgungskosten für den Abbruch eine immer größere Rolle spielen. In Summe ist aus all diesen Überlegungen der sukzessive Übergang zu umweltfreundlichen Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen im innovativen Bausektor unabdingbar.

8.1.2 Klima- und Gesundheitsschutz im Bauwesen

Die Klimarelevanz diverser Bauchemikalien in Bauprodukten (Anstriche, Grundierungen, Kleber, Dichtungs- und Montageschäume; aber auch in Form der Grauen Energie von Baustoffen auf Basis PVC (Folien, Dichtungen, ...), Dämmstoffen usw.) ist in den letzten Jahren bereits umfassend diskutiert und belegt worden. Als Ergebnis dieser zum Teil hitzig geführten Diskussionen und entsprechender Änderungen der Gesetzgebung liegen nunmehr in nahezu allen Einsatzgebieten zahlreiche Ersatzstoffe und alternativen für den Baubereich vor.

In unseren Breiten halten sich Menschen immer öfter und immer länger in geschlossenen Räumen auf. Eine gleichzeitige Verbesserung der Dichtigkeit der Gebäudehülle trägt, falls keine ausreichende automatische Raumlüftung vorhanden ist, zur Konzentration von Schadstoffe und zur Erhöhung der Gesundheitsbelastung durch Schadstoffe aus Bau-, Baunebenprodukten und Einrichtung bei. Eine getrennte Betrachtung von klima- oder umweltschädlichen und gesundheitsgefährdenden Stoffen und Produkten erscheint nicht sinnvoll, da für die Auswahl geeigneter Bauprodukte beide Aspekte wichtig sind und viele Stoffe sowohl aus Gründen des Gesundheitsschutzes als auch des Klima- und Umweltschutzes vermieden werden sollten.

Kurzgefasst lassen sich für Baustoffe und Materialien folgende grundsätzliche Richtlinien ableiten.

- Verzicht auf HFCKW-hältige Substanzen in Bauprodukten
- Ersatz von PVC-Materialien durch Alternativen aus nachwachsenden Rohstoffen und/oder Übergang zu Kunststoffen mit geringer Umweltwirkung (z.B. PE, PP)

- Grundsätzlich: Erhöhung des Anteils an Bauprodukten auf Basis nachwachsender Rohstoffe (insbesondere im Bereich der Dämmstoffe). Für den Ökologiefaktor ist aber auch der Rohbau allein durch die umgesetzten Massen besonders einflussreich.
- Verwendung von Recyclingbaustoffen
- Bei Baustoffen und vor allem Verbundbaustoffen ist auf Trennbarkeit bei der Entsorgung und auf Recyclingfähigkeit zu achten bzw. sind solche Baustoffe vorzuziehen.
- Verwendung von Baustoffen und Produkten, die mit Zertifikaten ihre gesundheitliche und umweltbezogen Unbedenklichkeit belegen. Dabei hat die Auswahl der Oberflächenmaterialien von Boden, Wand und Decke für die Qualität der Atemluft in Gebäuden durch die Größe der Oberflächen besondere Bedeutung.
- ausschließliche Verwendung lösemittelfreier und als sehr emissionsarm klassifizierter Bauprodukte
- Begrenzung der Formaldehydkonzentration in Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen (vor allem Holzwerkstoffe)

8.1.3 Allgemeine bauökologische Anforderungen an HY3GEN –konforme Planungen, Ausschreibungen und Ausführungen

für Baustoffe, Bauprodukte und technische Ausrüstungsgegenstände

Die Ansprüche an „gesunde“ Bauprodukte sind mit der Zeit stetig angestiegen und konnten speziell in den letzten Jahren umfassend in Gesetze, Richtlinien und Standards integriert werden. So finden sich die Aussagen der folgenden Kapiteln in den klima:aktiv-Kriterien sowie in den Beschaffungsvorschriften (Ökobox, Ökokauf Wien,...).

Es sind dies Grundsätze, die für ein HY3GEN-Gebäude bei Planung, Ausführung und Leistungsbeschaffung (LV-Erstellung) zu gelten haben.

Da das auf Grundlage dieser Arbeit geplante Realisierungsvorhaben in Wien geplant war, werden an dieser Stelle speziell die für Wien relevanten Produktauswahlkriterien hervorgehoben.

8.1.3.1 Verzicht auf halogenorganische Verbindungen / PVC-Freiheit

Erzeugnisse und deren Verpackungen, die halogenorganische Verbindungen (z.B. PVC) über 1 Masseprozent enthalten, dürfen grundsätzlich nicht verwendet werden. Es betrifft dies v. a. folgende Produktgruppen:

- Rohre aus Kunststoff
- Fenster und Türen aus Kunststoff
- Bodenbeläge aus Kunststoff, Bodenbeläge mit Kunststoff-Beschichtung und Kunststoff-Sockelleisten
- Wandbeläge mit Kunststoff-Anteilen (Tapeten etc.)
- Dichtungen (Fenster, Türen etc.)
- Elektro-Installationsmaterialien (Kabel, Leitungen, Rohre, Dosen etc.)
- Abdichtungsbahnen und -folien
- Betonbeschichtungen

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Herstellerbestätigung über Halogenfreiheit gemäß einschlägiger Normen
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

8.1.3.2 Ausschluss Klimaschädlicher Substanzen (HFKW, FKW)

Produkte, welche die klimaschädliche Substanzen HFKW (teilfluorierte Kohlenwasserstoffe) oder FKW (vollfluorierte Kohlenwasserstoffe) enthalten bzw. mit Hilfe von HFKW oder FKW hergestellt wurden, sind unzulässig. Es betrifft dies v. a. folgende Produktgruppen:

- XPS-Dämmplatten (insbesondere über 8cm Dicke)
- PU-Montageschäume, PU-Reiniger, Markierungssprays und ähnliche Produkte in Druckgasverpackungen
- PUR/PIR-Dämmstoffe (v.a. aus recyceltem PUR/PIR)
- Kältemittel

Produkte, die durch Recycling von potentiell HF(C)KW-haltigen Materialien hergestellt werden (z.B. PUR-Schäume) müssen zusätzlich die HF(C)KW-Freiheit aller Rohstoffe oder aber die vollständige Sammlung und anschließende Zerstörung aller in den Rohstoffen enthaltenen HF(C)KW im Zuge des Recyclingprozesses bestätigen.

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Nachweis durch Herstellerbestätigung
- Österreichisches Umweltzeichen nach Richtlinie UZ43 („Wärmedämmstoffe aus fossilen Rohstoffen mit hydrophoben Eigenschaften“)
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

Hinweise:

FCKW und HFKW sind in Österreich seit Jahren verboten. (BGBl. Nr. 301/1990 bzw. BGBl. II 750/1995). Hinsichtlich des Einsatzes von FCKW wird auf die Bestimmungen des BGBl. 301/1990 in der geltenden Fassung hingewiesen. Dieser Punkt gilt sinngemäß auch als Angebotsbestimmung. Hinsichtlich des Einsatzes von HFKW und FKW wird auf die HFKW-FKW-SF6-Verordnung (BGBl. 447/2002 „Verbote und Beschränkungen teilfluorierter und vollfluorierter Kohlenwasserstoffe sowie von Schwefelhexafluorid“) hingewiesen. Dieser Punkt gilt sinngemäß auch als Angebotsbestimmung.

8.1.3.3 Keine Verwendung von Bauchemikalien mit umwelt- und gesundheitsgefährdenden Inhaltsstoffen

Stoffe, die als "umweltgefährlich" („N“) mit R50, R50/53, R51/53 oder R59 nach der EU-Richtlinie 67/548/EWG i.d.g.F. eingestuft sind, dürfen in Zubereitungen zu maximal 1 Massenprozent eingesetzt werden.

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Sicherheitsdatenblatt gemäß EG-Sicherheitsdatenblatt-Richtlinie [SDB-RL] i.d.g.F. in deutscher oder englischer Fassung
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

Nicht nachweispflichtige Produkte:

Produkte, die mit einem der folgenden Umweltzeichen ausgezeichnet sind, erfüllen die Anforderungen ohne gesonderten Nachweis:

- natureplus-Qualitätszeichen
- Österreichisches Umweltzeichen
- Blauer Engel

Für Stoffe, die als kanzerogen, mutagen oder reproduktionstoxisch (auch: cmr, von engl. cancerogen, mutagen, reprotoxic) nach der EU-Richtlinie 67/548/EWG i.d.g.F. eingestuft sind (vgl. auch Österreichische Chemikalienverordnung ChemV 1999, BGBl. II Nr. 81/2000), gelten als Bestandteile von Zubereitungen folgende Grenzwerte:

- 0,1 Masse-% bei Einstufung des Stoffe als krebserzeugend, Kategorien 1 und 2 (T mit R 45 oder R49), erbgutverändernd Kategorien 1 und 2 (T mit R 46)
- 0,5 Masse-% bei Einstufung des Stoffe als fortpflanzungsgefährdend, Kategorie 1 und 2 (T mit R60 oder R 61)
- 1 Masse-% bei Einstufung des Stoffes als krebserzeugend bzw. erbgutverändernd, Kategorie 3 (Xn mit R 40) oder erbgutverändernd, Kategorie 3 (Xn mit R 68)
- 5 Masse-% bei Einstufung des Stoffes als fortpflanzungsgefährdend, Kategorie 3 (Xn mit R 62 oder R 63)

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Sicherheitsdatenblatt gemäß EG-Sicherheitsdatenblatt-Richtlinie [SDB-RL] i.d.g.F. in deutscher oder englischer Fassung
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

Nicht nachweispflichtige Produkte:

Produkte, die mit einem der folgenden Umweltzeichen ausgezeichnet sind, erfüllen die Anforderungen ohne gesonderten Nachweis:

- natureplus-Qualitätszeichen
- Österreichisches Umweltzeichen
- Blauer Engel

8.1.3.4 Begrenzung des Gehalts an aromatischen Kohlenwasserstoffen

Alle verwendeten Baustoffe und Bauprodukte sollen möglichst geringe Mengen an aromatischen Kohlenwasserstoffen enthalten. Sofern keine produktgruppenspezifischen abweichenden Regelungen existieren, gilt für alle Produktgruppen mit Innenraumrelevanz ein Grenzwert von max. 0.4 Masse-%.

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Herstellerbestätigung - Auf Verlangen des Auftraggebers ist zusätzlich ein Prüfgutachten über eine Headspace GC/MS - Untersuchung nach DIN 55649 (Prüfungsdatum max. 3 Jahre vor Ausschreibungsdatum) vorzulegen:
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

Nicht nachweispflichtige Produkte:

Produkte, die mit einem der folgenden Umweltzeichen ausgezeichnet sind, erfüllen die Anforderungen ohne gesonderten Nachweis:

- natureplus-Qualitätszeichen (Richtlinie RL0600ff für Wandfarben und RL0700ff für Oberflächenbeschichtungen aus nachwachsenden Rohstoffen)
- Österreichisches Umweltzeichen (Richtlinie UZ 01 „Lacke, Lasuren und Holzversiegelungen“ und Richtlinie UZ 17 „Wandfarben“)
- Blauer Engel (für Wandfarben) (Richtlinie RAL 102 „Emissionsarme Wandfarben“)

8.1.3.5 Begrenzung des Gehalts an Flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)

Flüchtige organische Verbindungen (VOC) werden z. B. als Lösungsmittel, Weichmacher, Konservierungsstoffe oder Reinigungsmittel eingesetzt. Sie können nicht nur unmittelbar den Anwender, sondern über die Innenraumluft auch die Gesundheit der Gebäudenutzer belasten. Durch Auswahl geeigneter Produkte kann die VOC-Belastung beträchtlich verringert oder gänzlich vermieden werden, wobei „emissionsarme“ Produkte immer „lösungsmittelfreien“ vorzuziehen sind. Eine Klassifizierung (generell) erfolgt über GISCODE (www.gisbau.de) und über EMICODE (www.emicode.com) für Kleber und Verlegestoffe.

Sofern keine produktgruppenspezifischen Richtlinien existieren, gelten für alle Produktgruppen mit Innenraumluftkontakt 5 Masseprozent als Grenzwert für den Gehalt an flüchtigen organischen Substanzen (VOC):

Grundsätzlich sind in allen Bereichen Produkte mit möglichst geringem Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen anzubieten. Insbesondere gelten folgende Maximalwerte für den Gehalt an flüchtigen organischen Substanzen (VOC):

- Wandfarben: max. 1 Masse-%
- Lacke, Lasuren, Öle, Wachse im Innenbereich: max. 5 Masse-%
- Lacke, Lasuren, Öle, Wachse im Außenbereich: max. 10 Masse-%
- Trennmittel: max. 10 Masse-%
- Putze: max. 1 Masse-%

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Herstellerbestätigung. Auf Verlangen des Auftraggebers kann zusätzlich einer der folgenden Nachweise gefordert werden: Aktuelles Prüfgutachten nach Headspace GC/MS - Untersuchung nach DIN 55649 (Prüfungsdatum max. 3 Jahre vor Ausschreibungsdatum)
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

8.1.3.6 Begrenzung des Gehalts an Hochsiedenden organischen Verbindungen

Zubereitungen mit Innenraumluftrelevanz dürfen nicht mehr als 1 Massen-% an hochsiedenden organischen Verbindungen (SVOC) mit folgenden gesundheitsgefährdenden Eigenschaften gem. EU-Richtlinie 67/548/EWG im Annex VI enthalten:

- gesundheitsschädlich (Xn mit R20)
- giftig" (T mit R23, R24, R25, R39 oder R48)
- sehr giftig" (T+ mit R26, R27, R28 oder R39).
- R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen
- R 23 Giftig beim Einatmen
- R 24 Giftig bei Berührung mit der Haut
- R 25 Giftig beim Verschlucken
- R 26 Sehr giftig beim Einatmen
- R 27 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut
- R 28 Sehr giftig beim Verschlucken
- R 39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens

Hinweis

Gesundheitsgefährdende Stoffe sind alle jene, die als „reizend“ (Xi), „ätzend“ (C), „gesundheitsschädlich“ (Xn), „giftig“ (T), „sehr giftig“ (T+) eingestuft sind.

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Herstellerbestätigung und Sicherheitsdatenblatt gemäß 91/155/EWG in deutscher oder englischer Sprache.
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

8.1.3.7 Grenzwert für Formaldehyd-Emissionen in die Raumluft

Werden Produkte, die Formaldehydhaltiges Bindemittel enthalten, raumseitig verlegt und nicht durch eine luftdichte Schicht von der Raumluft abgeschlossen, muss nachgewiesen werden, dass die Konzentration an Formaldehyd in der Prüfkammer nach 28 Tagen 0,05 ppm unterschreitet.

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Prüfgutachten gem. Prüfkammerverfahren nach ENV 717-1 (Prüfungsdatum max. 3 Jahre vor Ausschreibungsdatum)
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)
- Ausführungsbestimmungen für Bodenbeläge: Prüfkammer $\geq 0,100 \text{ m}^3$, Luftwechselzahl: $0,5 \text{ h}^{-1}$, Beladung: $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$, Probe luftdicht verpackt bis zur Beladung, An den Schmalflächen wird 1 neue Schnittkante angebracht. Kantenversiegelung für Einhaltung $K/F=1,5 \text{ m/m}^2$, Probe im Hauptluftstrom der Kammer auf Gestell aus inertem Material lose aufstellen, Messung nach 27 Tagen Lagerung im Normklima und 24 Stunden in der Prüfkammer [natureplus-Ausführungsbestimmungen]

8.1.3.8 Ausschluss von Oxim- und alkalisch vernetzenden Silikonen und Organozinnverbindungen

Oxim- und alkalisch vernetzende Silikone sowie Produkte mit Organozinnverbindungen sind ausgeschlossen.

Alle Dichtungsmassen müssen frei von Phthalaten sein.

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Herstellerbestätigung
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

8.1.3.9 Qualitätsanforderungen an Bituminöse Zubereitungen und Emulsionen

Bituminöse Zubereitungen sind grundsätzlich als kaltverarbeitbare, lösungsmittelfreie Bitumenemulsionen gemäß GISCODE Einstufung BBP10 oder gleichwertig anzubieten. Bitumenlösungen und heiß zu verarbeitende Bitumenprodukte sind im Regelfall ausgeschlossen.

Sofern keine Bitumenemulsionen eingesetzt werden können, ist dies im Angebot getrennt anzuführen und zu begründen. In diesem Fall ist Heißbitumen oder eine Bitumenlösung mit GISCODE Einstufung BBP20 oder gleichwertig anzubieten. Sollte der Einsatz von Produkten mit höherem Lösemittelgehalt unumgänglich sein, sind Produkte mit dem geringst möglichen Lösemittelgehalt und der geringsten Gesundheitsgefährdung einzusetzen (z.B. möglichst niedrige GISCODE-Einstufung). Die Eignung von Ersatzprodukten wird jeweils von der ausschreibenden Stelle unter

dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit sowie der Abwägung ökologischer und anwendungstechnischer Vor- und Nachteile überprüft. Es ist eine schriftliche Genehmigung durch die ausschreibende Stelle bzw. deren befugten Vertreter vorab erforderlich.

Beim Einsatz von Heißbitumen ist sicherzustellen, dass während der Verarbeitung ein Luftgrenzwert für die bei der Heißverarbeitung entstehenden Bitumendämpfe und -aerosole von 10 mg/m³ eingehalten wird.

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- GISCODE-Einstufung im Sicherheitsdatenblatt gemäß EG-Sicherheitsdatenblatt-Richtlinie in der jeweils gültigen Form in deutscher oder englischer Fassung
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

8.1.3.10 Ausschluss / Beschränkung der Verwendung von Tropenhölzern

Die Verwendung tropischer Holzarten ist grundsätzlich nicht gestattet. Ausgenommen sind lediglich Hölzer mit dem FSC-Gütezeichen (www.fsc-deutschland.de), das Produkte aus nachhaltiger Forstwirtschaft zertifiziert.

Als Nachweise der Erfüllung der Anforderungen gelten:

- Herstellerbestätigung über Holzart bzw. Tropenholzfreiheit oder FSC-Zertifizierung
- Einstufung als „Entspricht Ökokauf Wien“ in der Bauproduktedatenbank ixbau.at (www.ixbau.at)

8.1.4 Qualitätsicherung

Grundsätzlich ist für den Bereich Bauchemie von vergleichbaren Schritten der Qualitätssicherung im Rahmen der unterschiedlichen Bauplanungsabschnitte auszugehen, wie es sich auch für andere Themenbereiche empfiehlt:

- Definition der Qualitätskriterien - z.B. bauteilbezogen oder nutzungsbezogen in Bezug auf die Vorgabe von Grenzwerten
- Berücksichtigung dieser Kriterien in Entwurf, Detailplanung und Ausschreibung
- Qualitätskontrolle während der Ausführung
- Endkontrolle nach Fertigstellung

Im Bereich der Umweltchemie ist der letzte Punkt dieser Auflistung bislang im Planungsalltag vernachlässigt worden. In diesem Zusammenhang empfiehlt sich beispielsweise die Aufnahme von Bewertungen und Messung der Innenraumluft nach Fertigstellung als ein wichtiges Instrument zur Qualitätskontrolle (und auch als Druckmittel gegen die ausführenden Unternehmen).

8.2 Vorgaben und Richtlinien für bauökologisch relevante Gewerke

Ziel ist es, bei Planung und Ausführung eines HY3GEN-Gebäudes besonders schädliche Produkte und deren Auswahl zu vermeiden. Dabei müssen die im Kapitel 7.1. festgesetzten Anforderungen und Grundsätze eingehalten und so gegliedert werden, daß sie wie im Bauwesen üblich auf die Leistungsgruppen und Gewerke abgestimmt sind.

8.2.1 Schwarzdecker

8.2.1.1 Die richtige Dämmplatte

Kritischer Punkt: Negativer Beitrag zum Treibhauseffekt, Ozonabbau und Photosmog durch Verwendung umweltbelastender Dämmplatten

Gleich wie bei der Außenwanddämmung werden auch bei Dachflächen in erster Linie EPS-Platten und vergleichbare Produkte als Dämm-Material verwendet.

Derartige Produkte bewirken folgende negative Auswirkungen auf die Umwelt:

- Hoher Anteil an Primärenergie aus nicht erneuerbaren Ressourcen bei der Produktion (von der Rohstoffgewinnung bis zum Werkort der Produktionsstätte (z.B. EPS, XPS, Mineralwolle)
- Ein vielfacher Beitrag zum Treibhauseffekt (Bezugspunkt kg CO₂ Äquivalent); insbesondere bei „normalen“ XPS (HFKW-hältig) gegenüber HFKW-freien oder umweltschonenden Dämmstoffen
- Ebenso hoher Beitrag zum Ozonabbau (kg R11 equiv.); insbesondere bei XPS und EPS
- Sowie vielfacher Beitrag zum Photosmog (in g Ethylen equiv.) bei EPS

Grundsätzlich bieten sich hier mehrere, zumindest die Umwelt-Situation extrem verbessernde Dämmstoffalternativen an, die gleichzeitig auch preislich konkurrenzfähig sind.

Lösungsansatz

- In den Pflichtenheften (Ausschreibungen) grundsätzlich nur HFKW- und FKW-freie Dämmstoffe berücksichtigen (erhebliche Reduktion CO₂-Problematik bei praktisch keinen Mehrkosten wie in Kapitel 7.1.3 vorgeschlagen. Dies betrifft XPS und EPS. Klimafreundliche Alternativen werden bereits von allen namhaften Herstellern angeboten, wobei als alternatives Treibmittel bei PU-Schäumen meist ein Propan/Isobutan-Gemisch, bei XPS-Platten ein Kohlenwasserstoffgemisch eingesetzt wird. Für einen Einsatz von klimafreundlichen HFKW-freier Produkten fallen nur geringfügige bis gar keine Mehrkosten an. In diesem Zusammenhang ist nur die Produktkennzeichnung „HFKW-frei“ (*ohne „C“!*) aussagekräftig.
- Variante: Schaumglasplatten (z.B FOAMGLAS); wird mittlerweile aus bis zu 50% Altglas produziert; ist aber eigentlich schon der einzige (ökologisch relevante) Vorteil gegenüber „umweltschonenden“ EPS oder XPS
- Problematisch bei Steildächern: Wärmedämmung aus Schaumglasplatten, EPS-Hartschaumplatten, PUR; Dämmschichten aus Verbundplatten- Lösungsansatz:

Dämmstoffe aus NAWAROS (Jutte, Hanf, Zellulose,...); oder Mineralwolle, Glaswolle

8.2.1.2 Der richtige Vorstrich

Kritischer Punkt: Riesige VOC-Emission durch lösemittelbasierte Vorstriche

Vor dem Aufflämmen der Bitumen-Abdichtungsbahnen muss eine Bitumenschicht auf den Untergrund aufgebracht werden. Es gibt dabei zwei Produktalternativen:

- entweder stark lösemittelhaltige Produkte (>50% Lösemittelanteil) mit hohem Aromatengehalt oder
- Bitumenemulsionen (wässrige Basis)

Es werden ohne zwingende Notwendigkeit überwiegend stark lösemittelhaltige Produkte eingesetzt. Dieser Arbeitsschritt ist in der Regel mengenmäßig die mit Abstand größte VOC-Quelle!

Lösungsansatz

Vorstriche bereits in der Ausschreibung klar definieren (Bitumenemulsionen).

Bei Verwendung von Emulsionen müssen Bleche vorher entfettet werden, ansonsten entsteht keine ausreichende Haftung.

Vorsicht: Emulsionen sind nur bei Außentemperaturen über 5° C verarbeitbar (Projektmanagement darauf ausrichten!)

8.2.1.3 Die richtige Spachtelmasse

Kritischer Punkt: VOC-Emission bei Vertikal- oder Horizontalisolierung

Als Abdichtung gegen Wasser wird vor allem im Kellerbereich eine Vertikalisolierung entweder durch Bitumenbahnen (s.o.) oder aber durch Aufbringen bituminöser Spachtelmassen vorgenommen. Im ersterem Fall gilt das Gleiche wie unter „Vorstriche“ gesagt. Auch bei Spachtelmassen gibt es die beiden Produktalternativen:

- stark lösemittelhaltige Produkte mit hohem Aromatengehalt bzw.
- Bitumenemulsionen (wässrige Basis)

Lösungsansatz

Bitumenbahnen und Bitumenemulsionen bereits in der Ausschreibung klar definieren (siehe „Der richtige Vorstrich“) oder im Fall des Einsatzes von Bitumenspachtelmassen Produkte auf Emulsionsbasis vorschreiben.

Vorsicht: Emulsionen sind nur bei Außentemperaturen über 5° C verarbeitbar (Projektmanagement darauf ausrichten!)

8.2.1.4 Die richtige Folie / Abdichtung

8.2.1.4.1 A – Abdichtungen

Kritische Punkte:

- Allgemein: hoher Primärenergiebedarf bei der Produktion
- bei Steildächern/Unterdächer: Bitumen-/Polymerbitumen- Dichtungsbahnen, Weich PVC-Folien, Kunststoffvliese im Verbund
- Flachdächern mit Gussasphalt, Dampfsperren bzw. geklebten / geschweißten Bitumen- und Polymerbitumenbahnen
- Flachdächer mit lose verlegten PE-Folien mit Brandschutzmittel
- PVC-hältige Produkte und Folien
- Aluminium-hältige Folien (Verbundfolien)

Lösungsansätze:

- Flachdächer mit Gussasphalt, Dampfsperren bzw. geklebten / geschweißten Bitumen- und Polymerbitumenbahnen: wenn möglich lose verlegen (um damit Lösemittelmmissionen zu vermeiden)
- Flachdächer mit lose verlegten PE-Folien mit Brandschutzmittel: lose verlegte PE-Folien ohne Brandschutzmittel
- PVC-hältige Produkte vermeiden
- aufgrund des Primärenergiebedarfs sind auch Aluminium-hältige Folien (Verbundfolien) nur eingeschränkt empfehlenswert.

8.2.1.4.2 Folien für Winddichtheits- und Luftdichtheitsfolien

(s. a. Anwendung von NAWAROS, Kap. 6.2.7)

- Luftdichtung (Dampfbremse): Aluminiumfolien, Polyäthylenfolien (PAE und PE), Aufsparrendämmplatten mit Nut und Federverbindung und Alukaschierung, Beschichtete und/oder imprägnierte Kraftpapiere und Pappen mit oder ohne Fasergewebebewehrung. Hinsichtlich der Umweltaspekte sind die letztgenannten Kraftpapiere und Pappen den anderen Produktvarianten gegenüber zu bevorzugen (Anmerkung: Sie werden beispielsweise z.T. aus recyceltem Altpapier hergestellt; Produktvorschläge: Siehe WIMMER et al (2001)).
- Winddichtung: Holzfaserweichplatten (natur oder bitumisiert), Bitumenpappen auf Holzschalung (nur in Kombinationen mit funktionierender Dampfbremse), diffusionsoffene Unterspannbahnen (PAE,PE). Für die Winddichtung sind insbesondere die Holzfaserweichplatten (natur) zu empfehlen (nachwachsender Rohstoff; Produktvorschläge: Siehe WIMMER et al (2001)).

Deshalb sollten wo immer möglich ist Kraftpapiere und Pappen bevorzugt verwendet werden. Weiters bietet sich gegenüber den herkömmlichen PVC-Folien die Verwendung von PAE- und PE-Folien an (mit hohem Recyclinganteil (s. a. Kap. 7.1.3.1)).

8.2.2 Bodenleger

8.2.2.1 *Der richtige Belag*

Grundsätzliche Aussagen

Zuerst sind die Anforderungen an den Bodenbelag abzuklären (Benutzungsart, Trittschalldämmung, Einwirkung von Feuchtigkeit, Wasser, Staub und Schmutz, EDV-Räume usw.). Erst dann ist die Belagsart auszuwählen. Holzbeläge sollten das FSC-Label tragen. Dieses Label steht für Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft. Es ist das einzige Holzlabel, das international kontrolliert wird. Bei Holz- und Korkböden ist die Oberflächenbehandlung sowie die Reinigung und Pflege als Ganzes zu betrachten. Öl- und Wachssysteme sind dauerhafter und weniger umweltbelastend als Versiegelungen, benötigen aber vor allem am Anfang eine gute Pflege. Bei einer Versiegelung ist in erster Priorität zu prüfen, ob wässrige Siegelacke den Anforderungen genügen. Besonders bei Kunststoff- und textilen Bodenbelägen ist mit Geruchsimmissionen zu rechnen. Deshalb sind die Materialien, zumindest anhand von Mustern, vorab zu prüfen.

Bei der Wahl der Beläge und der dafür notwendigen Verlegestoffe sind besonders die Grundsätze lt. Kapitel 7.1.3.1 (PVC) und 7.1.3.5 (VOC) zu beachten.

8.2.2.1.1 Holz- und Korkböden, Böden aus Spanplattenprodukten

Kritischer Punkt: Grundsätzlich sind Verbundböden (auch, wenn sie als oberste Schicht Holz- oder Kork aufweisen) mit Spanplattenaufbau hinsichtlich der jeweils verwendeten Spanplatte (Bindemittel; Formaldehyd-Einsatz) zu hinterfragen (Kleber, lösemittelfreie Verklebung)

Lösungsansatz Im Objektbereich: 1.Priorität: Stirnholz-, Hochkant-Lamellenparkett, Holzpflasterböden 2.Priorität: Laminatböden, Korkböden im Wohnbereich: Massivholzparkett, Klebeparkett, Riemenböden aus Massivholz, Korkböden

8.2.2.1.2 Textile Bodenbeläge

Kritischer Punkt: Textiler Belag aus Natur- oder Kunststofffasern mit Schaum(stoff)rücken, Kunststoffrücken usw.

Lösungsansatz: Wenn textiler Belag erforderlich: Wollteppich mit textilem Doppelrücken (verspannbar) und Öko-Label (z.B.Greenline) oder formstabiler Kokosbelag (schwere Kokosqualität ohne Rücken; sonst mit dünnem Waffelrücken

8.2.2.1.3 Kunststoffbeläge

Kritischer Punkt: PVC-Beläge

Lösungsansatz: PVC-Beläge sollten grundsätzlich vermieden werden. Wenn Kunststoffbeläge erforderlich: Polyolefinbelag, sonst Linoleum-, evtl. Naturkautschukbelag; Einsatz eines Holzbelages prüfen

8.2.2.1.4 Fugenlose Bodenbeläge

Kritischer Punkt: Kunstharzbelag (PU-haltig, epoxydhaltig)

Lösungsansatz: Hartbetonbelag, reiner Magnesiamörtelbelag, Steinholz- und Hartsteinholzbelag, Zement-Kunstharzbelag (Kunstharzanteil <5% der Gesamtmasse); wenn wasserdichter Belag erforderlich; Gussasphalt.

8.2.2.2 Der richtige Kleber

8.2.2.2.1 Belastung der Innenraumlufte durch Lösemittel aus Belagsklebern

Kritischer Punkt: Zum Kleben der flexiblen Bodenbeläge werden häufig lösemittelhaltige Produkte eingesetzt (Lösemittelanteil ca. 5-10%). Überdies enthalten auch sog. „lösemittelfreie“ Produkte hochsiedende Lösemittel oder Weichmacher. Dies kann eine erhebliche Belastung der Innenraumlufte verursachen.

Lösungsansatz: Bereits in der Ausschreibung sehr emissionsarme Kleber (EMICODE EC 1 oder gleichwertig) vorschreiben. Die meisten Anbieter sind entweder Mitglied der Gütegemeinschaft EMICODE und führen Produkte, die mit dem EMICODE EC 1 (sehr emissionsarm) kodifiziert sind oder sie lassen sich die Einhaltung dieser Emissionshöchstwerte durch Atteste anderer Prüfstellen bestätigen.

8.2.2.2.2 Lösemittel aus Kontaktklebern

Kritischer Punkt: Zum Kleben von Sockelleisten werden lösemittelhaltige Kontaktkleber mit z.T. sehr unterschiedlichen Lösemittelgehalten eingesetzt. Auch dies kann eine erhebliche Belastungsquelle für die Innenraumlufte darstellen.

Lösungsansatz: Bereits in der Ausschreibung die Verwendung von Doppelseitklebebändern für die Verklebung der Sockelleisten vorschreiben.

8.2.2.3 Parkett

8.2.2.3.1 Der richtige Kleber

Kritischer Punkt: Belastung der Innenraumlufte durch Lösemittel aus Belagsklebern.

Auch zum Kleben starrer Bodenbeläge (Parkett, Melamin etc.) werden häufig lösemittelhaltige Produkte eingesetzt (Lösemittelanteil ca. 5-10%). Überdies enthalten auch sog. „lösemittelfreie“ Produkte hochsiedende Lösemittel oder Weichmacher. Dies kann eine erhebliche Belastung der Innenraumlufte verursachen. Bei manchen Parkettarten lassen sich nur mit lösemittelhaltigen Klebern optimal verkleben (Gefahr des Quellens).

Lösungsansatz: Bereits in der Ausschreibung sehr emissionsarme Kleber (EMICODE EC 1 oder gleichwertig) vorschreiben. Die meisten Anbieter sind entweder Mitglied der Gütegemeinschaft EMICODE und führen Produkte, die mit dem EMICODE EC 1 (sehr emissionsarm) kodifiziert sind oder sie lassen sich die Einhaltung dieser Emissionshöchstwerte durch Atteste anderer Prüfstellen bestätigen.

Schon bei der Auswahl der Parkettart die Eignung für lösemittelfreies Kleben berücksichtigen!

Sockelleisten

Kritischer Punkt: Lösemittel aus Kontaktklebern. Zum Kleben von Sockelleisten werden lösemittelhaltige Kontaktkleber mit z.T. sehr unterschiedlichen Lösemittelgehalten eingesetzt. Auch dies kann eine erhebliche Belastungsquelle für die Innenraumlufth darstellen.

Lösungsansatz: Bereits in der Ausschreibung die Verwendung von Doppelseitigen Klebebändern für die Verklebung der Sockelleisten vorschreiben.

8.2.2.3.2 Der richtige Kitt

Kritischer Punkt: Belastung der Innenraumlufth durch Holzkitt.
Zum Parkettverfugen werden häufig stark lösemittelhaltige Holzkitt eingesetzt. Dies kann eine erhebliche Belastung der Innenraumlufth verursachen.

Lösungsansatz: Bereits in der Ausschreibung lösemittelfreie Kitt vorschreiben (GISCODE D1)

8.2.2.3.3 Versiegelung oder Öl?

Kritischer Punkt: Belastung der Innenraumlufth durch Parkettlack

Zum Versiegeln des Parketts sind zum Teil stark lösemittelhaltige (Säureversiegelung, SH-Lacke) oder lösemittelarme (z.B. PU-Siegel) im Einsatz. Beides ist – in unterschiedlichem Ausmaß – eine erhebliche Belastung der Innenraumlufth. Eine lösemittelfreie Versiegelung ist heute noch nicht möglich, manche wasserempfindlichen Parkettarten können wegen ihrer Wasserempfindlichkeit ausschließlich mit stark lösemittelhaltigen Lacken versiegelt werden. Das Versiegeln des Parketts ist die mit Abstand größte und gefährlichste Quelle von Innenraumlufthbelastungen.

Lösungsansatz

Überall dort, wo keine starke mechanische Beanspruchung oder die Gefahr des Kontakts mit öligen Materialien zu erwarten ist (also z.B. im Wohnbereich außerhalb der Küche) kann die Parkettoberfläche auch durch Ölen hergestellt werden. Unter der Voraussetzung, dass bei der Parkettauswahl darauf Rücksicht genommen wurde (Bei manche Holzarten wirkt Ölen optisch besser, bei anderen Versiegelung.) Geölte Parkette haben einen etwas höheren Pflegeaufwand, dafür sind sie sehr leicht zu sanieren. Versiegeltes Parkett ist zwar pflegeleichter, bei Schäden muss aber die gesamte Lackschicht abgeschliffen und chemikalienintensiv erneuert werden.

8.2.3 Maler

8.2.3.1 Die richtige Wandfarbe

8.2.3.1.1 Belastung der Innenraumluft durch Lösemittel aus Wandfarben

Kritischer Punkt: Zwar sind Wandfarben heute überwiegend lösemittelfrei, doch gibt es durchaus noch Produkte mit relevanten Lösemittelgehalten (insbesondere bei sog. Latexfarben). Aufgrund der großen Flächen kann daraus eine erhebliche Innenraumluftbelastung resultieren.

In den letzten Jahren ist das Anbot an **e**missionsarmen und **l**ösungsmittelfreien Innenwandfarben (als „ELF“ bezeichnet) deutlich gestiegen, wobei es derzeit leider keine allgemeingültige Definition und Nachweismethode von „ELF-Produkten“ gibt. „ELF“ ist daher ein gutes Selektionskriterium für Wandfarben, aber noch kein hinreichender Nachweis für die Erfüllung definierter Kriterien oder Codes.

Lösungsansatz: Bereits in der Ausschreibung lösemittelfreie und emissionsarme Produkte vorschreiben, z.B. durch Vorschreibung der folgenden GISCODEs:

- M-DF 01 (Dispersionsfarben, lösemittelfrei)
- M-DF 03 (Naturharzfarben, lösemittelfrei)
- M-SK 01 (Silikatfarben; 1K)
- M-SK 02 (Silikatfarben; 2K)

8.2.3.2 Der richtige Lack

8.2.3.2.1 Lösemittel aus Lacken und Grundierungen

Kritischer Punkt: Grundierungen und Lacke zum Beschichten z.B. von Metallen enthalten wegen ihres hohen Feststoffgehalts Lösemittel. Die Lösemittelgehalte können sehr stark variieren, auch Aromaten werden häufig eingesetzt. Dies kann Quelle von Schadstoffen in der Innenraumluft sein.

Lösungsansatz: Bereits in der Ausschreibung Lösemittelhöchstgehalte vorschreiben. Z.B. jene Höchstgehalte, die Bedingung für die Verleihung des deutschen Umweltzeichens „Blauer Engel“ sind.

8.2.3.3 Schwermetalle im Rostschutz

Kritischer Punkt: Manche Anstreicher verwenden noch Rostschutzanstriche auf der Basis von Eisenbleimennige („Minium“) oder auf Chromatbasis. Dies stellt einen unnötigen Schwermetalleintrag dar (am Ende der Nutzungsdauer), Alternativen (z.B. auf Basis Zink bzw. Zinkphosphat) sind verfügbar.

Lösungsansatz: Schwermetall(Blei, Cadmium, Chromat-)Freiheit bereits in der Ausschreibung für alle in Farben, Lacken und sonstigen Anstrichen verwendeten Stoffe (insbes. Pigmente, Trockenstoffe, Rostschutzpigmente) vorschreiben.

8.2.3.4 Die richtige Tapete

8.2.3.4.1 Diffusionsoffene Tapeten

Kritischer Punkt: Tapeten sollten gut diffusionsfähig sein. Kunststoff-, Metallic-, Glasfasergewebe- und lackierte Papiertapeten erfüllen diese Forderung nicht. Solche Tapeten sind zu vermeiden. In zahlreichen Tapeten ist zudem PVC enthalten. PVC ist im Baugeschehen soweit wie möglich zu vermeiden.

Lösungsansatz:

- Rauhfaser- oder Papiertapete gestrichen; nur in begründeten Fällen (z.B. medizinischer Bereich) PVC-freie Kunststofftapete
- Tapetenkleber: lösemittelfreier Tapetenkleber auf der Basis von Methylzellulose oder Stärkekleister
- Tief- (Isolier)gründe, Abspermmittel: prüfen, ob überhaupt notwendig; wenn notwendig: wasserverdünnbare Produkte ohne Lösungsmittel
- Voranstrich (Untergrundvorbereitung vor dem Tapezieren) mit lösemittelreichen Produkten: lösemittelfreie Leime: z.B. Methylleim (kalkverträglich), Zelluloseleim (nicht kalkverträglich), Stärkeleim, für Kunststofftapeten: Kaseinleim in Dispersionsform.

8.2.4 Fenster

8.2.4.1 Das richtige Fenster-Rahmenmaterial

Kritischer Punkt:

Fenster aus Kunststoff (PVC) sind in Wien aufgrund ihrer negativen Umweitwirkungen generell von der Förderung ausgeschlossen, reine Metallfenster schneiden im gesamtökologischen Vergleich aufgrund ihres hohen Primärenergieeinsatzes aus nicht nachwachsenden Rohstoffen im Vergleich mit allen anderen Varianten extrem schlecht ab. Um einiges besser sind hier Holz-/Alu-Konstruktionen, wobei die energetische Belastung der Aluminium-Profile hier die positiven Eigenschaften des Werkstoffes Holz negativ belastet. Relativ neu am Markt sind nun auch Fenster aus PP (Polypropylen), die nach reinen Holzfenstern in weiten Bereichen einer ganzheitlichen Ökobilanz den Holz-/Alu-Konstruktionen ebenbürtig sind (Quelle: Institut für industrielle Ökologie, 2000).

Die Fensterplanung ist ökologisch relevant, da sich gute Gesamtenergiebilanzen nur mit **guten U-Werten** (Rahmen und Verglasung) erreichen lassen. Unter dem Aspekt eines ökologisch optimierten Wärmeschutzes sind für Zweifachverglasungen Rahmen-Glas-Kombinationen von $U \leq 1,6 \leq 1,2$ zu wählen und für Dreifachverglasungen von $U \leq 1,6 \leq 0,5$ (1. Zahl Rahmen, 2. Zahl Verglasung). Auch Holzfenster müssen unterhalten werden: Dennoch schneiden sie im ökologischen Vergleich besser ab als Metall-, Holz-/Metall und Kunststofffenster, sofern ein ausreichender Witterungsschutz (Überdachung) gewährleistet ist. Holzfenster haben zudem bessere schalltechnische Eigenschaften. Bei Fenstern und Außentüren aus Nadelholzarten ist ein vorbeugender chemischer Holzschutz erforderlich. Die Imprägnierung sollte jedoch nur pilz- und bläuewidrig eingestellt sein (mit Fungiziden). Eine Behandlung mit Insektiziden ist nicht erforderlich. Für Holzelemente sind in erster Priorität einheimische (europäische) Holzarten zu verwenden. In Österreich sowie in Mittel- und Nordeuropa stammt das Holz generell aus nachhaltiger Waldwirtschaft. Hölzer aus anderen Herkunftsländern (Tropen, Westkanada, Sibirien) sollen nur verwendet werden, wenn sie das FSC-Label

tragen. Dieses Gütezeichen wird international kontrolliert und garantiert auch für außereuropäische Herkunftsländer, dass das Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt und nicht aus dem Kahlschlag. Die in der WWF Wood Group zusammengeschlossenen Unternehmen verpflichten sich, das **FCS-Label** anzuerkennen und so ausgezeichnetes Holz und Holzprodukte in den Handel zu bringen. Wenn Fenster und Außentüren aus Metall oder Holz/Metall erforderlich sind (fehlender Witterungsschutz): wärmetechnisch getrennte Profile verwenden.

8.2.4.2 Der richtige Fenstereinbau

Problematisch: Kunststoffschäume für die Fenstermontage und zur Wärmedämmung von Rahmenverbreiterungen und Holzprofilen

Ökologisch empfehlenswert: Montage: mechanisch befestigen und Hohlräume mit Mineralfaser- oder Seidenzopf ausstopfen (Trennbarkeit); Abdichten: mit Mineralfaserzopf oder Rundschnüren aus Schaumstoff; bei Schallschutzfenstern nötigenfalls außen noch zusätzliche Silikonfugen anbringen; Rahmenverbreiterungen: Holzfaserdämmung

Lösungsansatz:

- Priorität: Verwendung von Holzfenstern / -türen
- Priorität: Verwendung von PP-Fenstern / -türen; Holz-Alu-Fenstern / -Türen

8.2.4.3 Der richtige Schallschutz und SF6

Kritischer Punkt: Klimakiller SF6 Schwefelhexafluorid (SF6) ist ein sehr starkes Treibhausgas. Die Wirkung von 1 kg SF6 in der Atmosphäre entspricht derjenigen von etwa 25000 kg CO2 (Kohlendioxid)! Zudem wird SF6 aus der Atmosphäre nur sehr langsam wieder eliminiert; die mittlere Aufenthaltsdauer beträgt über 3000 Jahre. Aus diesen Gründen wurde SF6 1997 in das Kyoto-Protokoll aufgenommen; damit wird es nun weltweit in die Klimaschutz-Massnahmen einbezogen. Es soll nur für absolut unabdingbare Anwendungen eingesetzt werden.

SF6 wird teilweise als Füllmedium bei Fenstern mit Doppelverglasung angewendet. Man erwartet dadurch eine Erhöhung des bewerteten Schalldämmmaßes R_w . Diese Verbesserung ist erfahrungsgemäss nicht über alle, sondern nur über die hohen Frequenzen zu verzeichnen (Quelle: BUWAL2000). Sie kann mit anderem Fensteraufbau (z.B. bezüglich der Gläser, des Füllgases, der Dichtung, der Rahmen- und Flügeldimensionen, des Rollladenkastens) auch ohne SF6 erreicht werden. Gegen Geräusche mit wesentlichen Tieftonanteilen (z.B. Straßenverkehrslärm) ist die Verwendung eines Fensters mit SF6 aus akustischer Sicht ohne Nutzen (Quelle: BUWAL2000). Um die Entwicklung auf diesem Gebiet voranzutreiben, entwarf das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft eine Verordnung, die unter anderem die Verwendung von Schwefelhexafluorid regelt bzw. in weiten Bereichen verbietet. Aus diesem Verordnungsentwurf wird in absehbarer Zeit ein SF6-Verbot für die Fensterindustrie entstehen.

Gleichzeitig wurden umfassende Forschungsarbeiten begonnen, die auf Ersatzstoffe und neue technische Lösungen für die Fensterindustrie hinweisen sollen (QUELLE: Dipl.-Ing. Dr. Rudolf Hornischer; Physikalisch-Technisches Labor der MA 39 - Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien. Erschienen in WBFÖ 112002)

Lösungsansatz:

Verzicht auf (Schallschutz-)Fenster mit SF6-Füllung

9 Technische Gebäudeausrüstung

9.1 Haustechnik

9.1.1 Allgemeine Grundlagen

Hybride Gebäude wurden bereits Ende des 19. Jahrhunderts konzipiert und realisiert und in der Folge in jeder Generation weiter bearbeitet. Im gegenständlichen Projekt Hy3Gen sollte der Aufbau der haustechnischen Komponenten in jedem Fall dem innovativsten Standard des 21. Jahrhunderts entsprechen.

In wärmetechnischer Hinsicht ist daher als Ziel, soweit die ökonomischen Aspekte dies erlauben, der Passivhausstandard für den Wohnteil der Gebäude anzustreben. Die Wärmedurchgangskoeffizienten für Passivhäuser betragen:

Dächer: U unter 0,10 W/m²,K
Außenwände: U unter 0,15 W/m²,K

Bei Fenstern sollten nicht nur zur Minimierung des Wärmebedarfs, sondern auch zur Vermeidung der sommerlichen Überhitzung in den Aufenthaltsräumen geeignete Passivhausfenster zur Anwendung kommen. Diese „Superfenster“ mit beidseitig beschichteten Scheiben und 3-fach Verglasung weisen, in einen geeigneten Rahmen gesetzt, einen Gesamt-U-Wert von unter 0,7 W/m²,K, g = ~ 50 - 60 % auf, sind seit 1993 auf Markt erhältlich.

Die Verwendung muss in einer bauphysikalischen Bearbeitung unter Berücksichtigung der von der jeweiligen Himmelsorientierung abhängigen Scheibenbeschichtungen erfasst werden.

Besonderes Augenmerk ist bei der Planung auf die Wärmedämmung zu legen. Etwaige Wärmebrücken sind unbedingt zu vermeiden. Wärmebrückenfreiheit kann durch einige Fachfirmen zertifiziert werden.

Zur Wärmeverlustminimierung muss ein Passivhaus gegenüber Außenluft und unbeheizten Räumen sehr dicht ausgeführt werden (Leckagenwerte von unter 0,6 sind vorgeschrieben).

Dies ist auch Voraussetzung für den Betrieb einer kontrollierten Raumlüftung, die schon aus rein energetischen Gründen unvermeidlich ist. Als erforderliche Luftmenge ist je nach Tätigkeit der Nutzer mindestens 20 bis zumeist 30 m³/Person,h anzusetzen.

Der Energiebedarf der heute üblichen Niedrigenergiehäuser von ca. 70 kWh/m²,a (Heizlast ca. 50 W/m²) ist bei Passivhäusern auf unter 15 kWh/m²,a (Heizlast unter 10 W/m²) reduzierbar.

Die für Passivhäuser erforderliche Wohnraumlüftung erlaubt es durch den minimalen Wärmeverlust auch, mit geringem Investitionsaufwand die Aufenthaltsräume im Sommer zu klimatisieren, was bei der herkömmlichen Bauweise aus Betriebskostengründen bisher nicht ratsam war. Dies erfolgt durch den reversiblen Betrieb der für die Lüfterwärmung in der Heizperiode installierten Abluft-Wärmepumpen.

Für Europäer ist es überraschend, dass Kühlungssysteme mit mehr Kosten verbunden sind als Heizungen und nur deshalb finden sie im Wohnbau keine Verwendung. In

vielen Publikationen wird die Behaglichkeit bei Heizungssystemen groß geschrieben, die Behaglichkeit im Sommer bleibt jedoch meistens unerwähnt.

Passivhauswerte erlauben es, auf kostengünstige Art und Weise durch geringfügige Kühlung diese Behaglichkeitsempfindung auf das ganze Jahr auszudehnen. Aus den obigen Erläuterungen sowie unter Annahme einer Nutzfläche von 15.000 m² wurden folgende Bedarfsgrößen ermittelt:

Heizung mindestens: 150 kW zuzüglich
Lüftungswärme min. 220 kW
Kältebedarf min. 150 kW
Gilt nur für Passivhaus, daher nur für den Wohnteil der Anlage.

Warmwasserbedarf bei Annahme 100 Whg à 70 m² (7.000 m²), restliche Flächen anderweitig genutzt. Je Wohnung 2,5 Personen und je Person 60 l/Tag Warmwasser ergibt:

100 x 2,5 x 60 = 15 m³/Tag
zuzügl. restliche Flächen 20 m³/Tag = 7.300 m³/a

Gewerbliche Flächen müssen entsprechend den tatsächlichen Anforderungen im realen Projekt bestimmt werden.

Luftmengen:
Bei 30 m³/Tag, Pers., 2,5 Pers/Whg und 70 m²/Whg ergibt sich eine flächenbezogene Luftmenge von ca. 1,0 m³/m²; in Summe für alle Bereiche, daher 15.000 m³/h.

Nach eigenen Erfahrungswerten des Haustechnik-Standards, unterstützt durch die Ausführungen von Ernst Ulrich von Weizsäcker, Avery B. Lovins und L. Hunter Lovins im Buch "FAKTOR VIER" schlagen wir für das HY3GEN Haus die in den folgenden Kapiteln behandelten haustechnische Ausführungen als Diskussionspunkte vor.

9.1.2 Steuerung

Ein wichtiger Punkt für das reibungslose technische und rechtliche Funktionieren einer komfortablen Nutzung der Gebäudetechnik durch die Nutzer ist die Steuerung und Auslegung der Komponenten wie Heizung, Lüftung, usw..

Hier gilt für das HY3GEN-Gebäude ein Grundsatz für die Auslegung und Steuerung aller Versorgungs- (und Entsorgungs-)einrichtungen:

- Die individuellen Komfortbedingungen (im Rahmen des Vernünftigen und Möglichen) müssen von den Nutzern einer Einheit selbst wählbar sein. Dies betrifft zum Beispiel die Steuerung von Heizung, Lüftung, etc.
- Bei Veränderungen der Nutzungseinheiten durch die Verschiebung von Nutzungsgrenzen (z. B. Trennung eines Großbüros in zwei kleinere) müssen technisch und rechtlich weiterhin komfortable Versorgung und Betrieb gewährleistet bleiben

Dies gilt für alle in der Folge behandelten Kapitel, die Medien der Gebäudever- und Entsorgung betreffen.

9.2 Wärme

9.2.1 Warmwasserbereitung

- Die Art der Warmwasseraufbereitung ist stark abhängig vom gewählten Heizungssystem. Auf Basis der derzeitigen ökologischen Standards ist üblicherweise auf jeden Fall eine zentrale, solaranlagenunterstützte Warmwasserbereitung zu empfehlen.
- Nach letzten Untersuchungen ist gerade bei Passivhäusern aufgrund von Zubringungs- und Warmwasseraufbewahrungsverlusten auch eine dezentrale Warmwasseraufbereitung z.B. mit Elektrodurchlauferhitzern von Vorteil. Allerdings nur dann, wenn eine Eigenstromproduktion durch Windkraftanlagen, Blockheizkraftwerke, Photovoltaik bzw. Brennstoffzellen vorhanden ist. Die produzierte Elektroenergie wird ins Netz eingespeist und mit dem eigenen Stromverbrauch gegenverrechnet. Bei dieser Art von Warmwasserbereitung sind praktisch keine Zubringerwärmeverluste vorhanden.

Die sommerliche Behaglichkeit im Gebäude kann somit für den Bereich der warmwassererzeugung mit geringem Energiebedarf erreicht werden.

9.2.2 Brennstoffzellen

Brennstoffzellen sind elektrochemische Systeme, die die chemische Energie von Oxidationsprozessen direkt in elektrische Energie umsetzen. Als Brennstoff wird derzeit Erdgas eingesetzt. Abfallprodukte dieses Prozesses sind Wärme und geringfügige, chemisch unbedenkliche Wassermengen.

Die Fa. Vaillant hat bereits 2002 das Erscheinen einer Brennstoffzelle mit einer elektrischen Leistung von 0,7 - 4,6 kW, einer Wärmeleistung von 1 - 7 kW und geringem Wasseranfall (Kondensat) zu einem Einführungspreis von ca. 25.000 € angekündigt. Diese Geräte benötigen einen Kamin- und Gasanschluss wie herkömmliche Gasthermen, für die elektrische Energie sollte eine Netzanspeisung vorgenommen werden.

Aus diesen Gründen sind die Vaillant-Brennstoffzellen besser für Einfamilienhäuser als für das gegenständliche HY3GEN-Projekt einsetzbar.

Wie bereits eingangs erwähnt beträgt der für das HY3GEN-Projekt errechnete Wärmebedarf ca. 220 kW und kann daher für eine Brennstoffzelle mit dieser Leistung bei einer elektrischen Leistung von ca. 180 kW ideal eingestuft werden.

100 Stk. solcher Brennstoffzellen sind bereits weltweit im Einsatz, eine davon bei der EVN-Mödling. Die Auswertungsdaten aus dieser Anlage werden nur Mitgliedern der Organisation OPET Austria zur Verfügung gestellt. Die Mitgliedschaft ist mit Monatsgebühren verbunden. Falls diese Energieversorgungsform für das HY3GEN-Projekt in Betracht gezogen werden sollte, ist eine Anmeldung bei der Organisation für eine Bestimmung der Invest- und Betriebskosten dringendst zu empfehlen.

Mit Hilfe den genannten Brennstoffzellen wäre bei einer Annahme von ca. 1.800 h/a Volllastbetrieb neben der Wärmebedarfsabdeckung auch die Einspeisung von elektrischer Energie ins Netz in einer Größenordnung von ca. $180 \times 1.800 = 324$ MWh/a möglich. Die Elektroenergie könnte auch für den Kältekompressor der

Lüftungsanlage bzw. für eine dezentrale Warmwasserbereitung mit Durchlauferhitzer genutzt werden.

Energiebilanz für Warmwasserbereitung:
 $7.300 \text{ m}^3/\text{a} \times (50 - 10) \times 1,16 = 338 \text{ MWh/a}$

Wie ersichtlich, wird die mit Brennstoffzellen während der Heizperiode produzierte Elektroenergie zur Gänze für die jährliche Warmwasserbereitung mit Durchlauferhitzern aufgebraucht, für den Betrieb eines Kältekompressors wäre bei einem solchen Anlagenaufbau kein Elektroenergieüberschuss vorhanden.

Es muss ein sparsamer Umgang mit Warmwasser - berechnet ist 60 l/Person/Tag - angestrebt werden, oder die Warmwasserbereitung wird trotz Nachteilen für Passivhäuser (Hauserwärmung im Sommer) zentral ausgeführt. Die zentrale Warmwasserbereitung könnte mit einer Solaranlage oder mittels Wärmerückgewinnung aus den Badewässern ergänzt werden. Bei Solaranlagenanwärmung und elektrischer Wassernachheizung ist nur noch ca. 160 MWh/a elektrische Energie erforderlich.

Bei Einsatz einer Wärmerückgewinnungsanlage, z.B. Menerga Schmutzwasser-Wärmerückgewinnung und elektrischer Nachheizung kann von den benötigten 338 MWh/a ca. 30 % eingespart und anderweitig verwendet werden.

Die bisherigen Erläuterungen basieren auf der Ausführung Passivhaus. Sollte dieser Standard nicht erreicht bzw. nicht angestrebt werden, dann müssen zumindest 2 Brennstoffzellen verwendet werden. Die elektrische Leistung der nur während der Heizperiode in Betrieb befindlichen Brennstoffzellen wird somit auf min. 640 MWh/a steigen und den Elektroenergiebedarf aller allgemeinen haustechnischen Anlagen, wie Warmwasserbereitung, Kältekompressoren, Ventilatoren, Pumpen etc. abdecken.

Zusammenfassung:

- Die Brennstoffzelle hat den höchsten ökologischen Stellenwert aller bekannten Alternativenergieanlagen.
- Die Beschaffungskosten sowie die Betriebskosten sind derzeit schon eruiert, daher ist für jede weitere Betrachtung eine Auswertung einer Pilotanlage zB. EVN-Mödling unbedingt erforderlich.
- Es ist jedoch anzumerken, dass Brennstoffzellen trotz Zusagen von mehreren marktführenden Firmen noch immer nicht marktreif sind. Auf Basis der bekannt gegebenen Markteinführungspreise für diese Anlagen ist ersichtlich, dass ohne staatliche Förderungen keine annehmbare Amortisation erreicht werden kann.

9.2.3 Blockheizkraftwerke

Blockheizkraftwerke sind Kleinkraftwerke mit Diesel-Otto-Gasturbine bzw. Stirlingmotor als Antrieb und einem Generator als Stromerzeuger. Gasturbinen werden in Anlagen über 700 kW Leistung (thermisch) und dort, wo eine höhere Temperatur für Wärmenutzung über 120°C erforderlich sind, eingesetzt und sind für die gegebenen Zwecke daher nicht geeignet.

Die Blockheizkraftwerke erreichen durch die Nutzung der Motorabwärme einen Gesamtwirkungsgrad bis 95 %, der elektrische Wirkungsgrad beträgt 30 % bei Stirling-, 33 % bei Diesel- und 41 % bei Ottomotoren.

Die Schadstoffemissionen der Stirling-Motoren sind mindestens 10-mal niedriger als bei Ottomotoren mit Katalysator. Stirling-Motoren sind extrem leise und die Wartungsintervalle liegen mit 5.000 bis 10.000 Betriebsstunden sehr hoch, wodurch die Betriebskosten deutlich unter denen von Ottomotoren liegen.

Aus ökologischer Sicht sollten daher nur die Blockheizkraftwerke mit Stirling-Motoren verwendet werden. Leider wird im deutschsprachigen Raum nur von der Firma Solo ein einziges Kraft-Wärmemodul mit:
thermischer Leistung: 8 - 24 kW
elektrischer Leistung: 2 - 9 kW
angeboten.

Für das gegenständliche Projekt sind, vom Wärmebedarf ausgehend, 9 - 10 solcher Anlagen erforderlich.

Aus Kostengründen (je Modul ca. 30.000 €) ist die Anlage im Verhältnis zu herkömmlichen Blockheizkraftwerken um ein Vielfaches teurer und daher noch nicht empfehlenswert. Empfehlenswert wäre es allerdings, mit der Fa. Solo-Kleinmotoren GmbH, Sindelfingen (D) in Kontakt zu treten um die Auswertungen von bereits 150 Stk. ausgelieferten Motoren bzw. auch Informationen über die weiteren Entwicklungen in Richtung größere Motorenleistungen in Erfahrung zu bringen.

Wie zuvor erwähnt sind im Hinblick auf die dezentrale Warmwasserbereitung (elektrisch) Blockheizkraftwerke absolut empfehlenswert.

Die Anlagen mit Stirling Motor müssen vor der Anwendung in einer genauen Kosten-/Nutzenrechnung bewertet werden. Da derzeit keine serienreife Anlage mit einer dem Projekt entsprechenden Leistung vorhanden ist, ist eine solche Rechnung nicht durchführbar.

Bei herkömmlichen Blockheizkraftwerken (Otto-Dieselmotoren) sind sowohl die elektrische als auch die thermische Leistung vergleichbar mit den Brennstoffzellen. Daher könnte der Aufbau der haustechnischen Anlagen wie bereits im vorherigen Punkt beschrieben bleiben.

Zusammenfassung:

Der ökologische Stellenwert der Anlage ist groß, der Neuerungsstandard sehr klein. Anlagen dieser Art sind seit Jahrzehnten in Anwendung. Ein Masseneinsatz ist jedoch nie erfolgt.

9.2.4 Betonkernaktivierung

Bei Betonkernaktivierung (BKA) wird das Gebäude über in tragenden Bauteilen angelegte Medienrohre beheizt oder gekühlt. Die Heizflächen werden bei der verbreiteten Verwendung des Wärmetransportmediums Wasser ähnlich wie bei Fußbodenheizungen mit Heizungswasser (Vorlauf ca. 45°C) oder im Sommer mit Kaltwasser (nicht unter 18°C) versorgt. Über die speicherwirksamen Massen der tragenden Gebäudeteile wird eine großflächige Heizfläche mit niedrigen Flächentemperaturen, die zu einer sehr großen Behaglichkeit führen, erreicht. Als alternative Form der BKA werden die Speichermassen durch die Zuluft des Lüftungssystems temperiert. Diese günstige und leicht regelbare Art der BKA kann aber auf Grund der geringeren Wärmetransportkapazität der Luft nur in Gebäuden mit hohen Luftwechselzahlen eingesetzt werden (LWZ > 1,5; vgl. Wohnungs-LWZ va. 0,4)

Das System der (wassergeführten) BKA ist jedoch sehr träge, eine rasche Anpassung auf veränderte Gegebenheiten (Sonneneinstrahlung) ist für die meisten Anwendungen nur in Verbindung mit einem anderen System realisierbar. Für das gegenständliche Projekt ist solch ein zusätzliches System in Form einer kontrollierten Wohnraumlüftung vorhanden.

Wird beim HY3GEN-Haus der klassische Passivhausstandard (Beheizung über die Zuluft) erreicht, dann sollte wegen der geringen Wärmebedarfswerte ($10 \text{ W/m}^2, \text{h}$) keine Betonkernaktivierung sondern nur in exponierten Räumen eine kleinflächige Wandheizung zur Unterstützung der Lüftungsanlage vorgesehen werden.

Die Leistungen der großflächigen Systeme, Wandheizung bzw. Betonkernaktivierung sind mit $80 - 100 \text{ W/m}^2, \text{h}$ bei Wärmeleistung bzw. $20 - 30 \text{ W/m}^2, \text{h}$ bei Kühlleistung erreichbar.

Bereits mit einer Zwischenfenster-Außenwand von $2,5 \times 2,5 \text{ m} = 6,25 \text{ m}^2$ ist eine Wärmeleistung von 625 W und eine Kälteleistung von 188 W erreichbar daher - bezogen auf 25 m^2 Raum - mehr als für das Passivhaus erforderlich ist.

Bei der Anspeisung der Flächenheizungen sollte direkt oder indirekt über Wärmepumpen die Erdwärme genutzt werden. Zum Betreiben der Wärmepumpe ist elektrische Energie notwendig, daher kann eine kombinierte Anlage aus Blockheizkraftwerk für Teilleistung sowie Geothermie mit Wärmepumpe sinnvoll ergänzt werden.

Zusammenfassung:

Betonkernaktivierung ist bei typischen HY3GEN-Nutzungseinheiten (Wohnen, Büro ohne erhöhte innere Wärmelasten) für Passivhausstandard durch die Wirkung der kontrollierten Gebäudelüftung nicht notwendig oder empfehlenswert, bei Niedrigenergiehausstandard ($50 \text{ W/m}^2, \text{h}$), bei Zwischenausführung (ca. $25 \text{ W/m}^2, \text{h}$) und bei rein baulichem Passivhausstandard ohne Luftheizung absolut ratsam. In Verbindung mit Erdwärme hoher ökologischer Standard, jedoch keine Neuartigkeit vorhanden.

9.2.5 Solarfassade, Solarfolien

Unter diesen Begriffen sind folgende Maßnahmen möglich:

- Solarkollektoren für Warmwasserbereitung am Dach, entsprechend geneigt, oder in den Fassaden mit minimalem Wirkungsgradverlust angebracht. Die Technik ist allgemein in Anwendung; bei zentraler Warmwasserversorgung kann somit ca. 50 % des Energiebedarfs umweltfreundlich eingespart werden. Wie vorher erwähnt, ist bei Passivhäusern, wo Energiesparbeleuchtung, spezielle Kühlschränke bzw. Kühltruhen (mit minimalem Strombedarf, daher minimale Abwärmeabstrahlung) zur Anwendung kommen, die zentrale Warmwasserbereitung nicht von Vorteil. Über die Zirkulationsleitungen bzw. Warmwasserleitungen wird auch bei guter Isolierung der Gebäudehülle ständig Wärme zugeführt, die mit der Lüftungsanlage wiederum abgeführt werden müsste. Es muß durch Berechnungen überprüft werden, ob die Solarkollektoren daher für das HY3GEN-Haus nur bei Verzicht auf Passivhausstandard zur Anwendung kommen sollten.
- Transparente Wärmedämmung in Feldern der südseitigen Außenfassade integriert, bewirkt im Sommer eine Licht und somit Wärmeabstrahlung, im Winter wird das Sonnenlicht und damit die Wärme in der Außenfassade

absorbiert. Diese Maßnahme liegt im bauphysikalischen Bereich und wird daher hier nicht weiter verfolgt.

- Dachabdichtungsbahnen mit integrierten Photovoltaikfeldern. Die Photovoltaiktechnik, bekannt unter dem Begriff "pulverisiertes Silikon" ist seit Jahren in den USA mit großem Erfolg in Anwendung.
- Nach Angaben der Firma Alwitra (D) sind in Deutschland bereits solche Dachbahnen installiert und aus 1 Mio m² können je nach Standort im Jahresdurchschnitt 22 bis 40 Mio kWh Elektroenergie produziert werden.

Aus 1 m² ist daher mit einem durchschnittlichem Ertrag von 30 kWh/a zu rechnen. Für das gegenständliche Projekt beträgt bei einer Nutzfläche von 15.000 m² und einer angenommenen Anzahl von 5 Geschossen die Dachfläche ca. 3.000 m². Nach Abzug der beschatteten Flächen (Kaminköpfe etc.) kann somit mit Evalon-Solarbahnen eine Dachfläche von ca. 2.500 m² mit einem Jahresertrag von 2.500 m² x 30 kWh/m²,a = 75.000 kWh/a (75 MWh/a) effizient genutzt werden.

Bei einem gewerblichen Haushaltstarif für Stromenergie von ca. 0,218 €/kWh ist somit eine Einsparung von 16.351 €/a gegeben. Da demnächst der gewerbliche Tarif auf den Wohnungstarif auf ca. 0,109 €/kWh abgesenkt werden sollte, ist langfristig nur mit einer Einsparung von ca. 8.200 €/a zu rechnen. Legt man die angegebene Leistungsgarantie von 10 Jahren 90 %, 20 Jahr 80 % zugrunde (pulverisiertes Silikon hat eine begrenzte Lebensdauer), so beträgt die summierte Einsparung in 20 Jahren 160.000 €.

Der derzeitige Preis der Bahnen Fabrikat Alwitra wurde uns mit 6.500 €/kW installierter Leistung inkl. Verlegung mit Netzeinspeisung bzw. mit 250 €/m² Dachfläche angegeben. Bei 2.500 m² Dachfläche ergeben sich daraus 625.000 €.

Weitere Produkte dieser Art werden von Rheinzink und Kalzip angeboten, die vorzugsweise im Gewerbebau zum Einsatz kommen.

Da die herkömmliche Dachabdichtung inkl. Kieselbeschüttung entfällt, ist eine exakte Kostensystem-Beurteilung daher nur unter Berücksichtigung der Baukosten möglich.

- Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung beträgt, wie vorher angegeben, 338 MWh/a; mit dem Photovoltaikstrom (75 MWh/a) kann daher dieser Bedarf nur zu 22 % abgedeckt werden.

Daraus ist zu ersehen, dass die Photovoltaikbahnen nur als Ergänzung zu einem anderen System einsetzbar sind. Aus den bisherigen Erläuterungen geht hervor, dass der Einsatz einer Anlage aus Blockheizkraftwerk plus Photovoltaikbahnen sinnvoll ist.

Diese kombinierte Ausführung erlaubt außer der Hausbeheizung (Passivhausstandard) auch die Warmwasserbereitung elektrisch, dezentral, sowie die Kälteerzeugung (Wärmepumpe) mit eigenem, vorher ins Netz eingespeisten Strom zu verwirklichen.

Zusammenfassung

Der ökologische Standard ist hoch, die Neuartigkeit des Systems auf dem österreichischen Markt ist auch als hoch einzustufen.

Ohne entsprechende Förderungen ist auch hier wegen der Anlagenkosten keine annehmbare Amortisation erreichbar.

9.2.6 Erdsonden

Erdsonden sind Bohrpfähle, die bis ca. 100 m tief ins Erdreich eingebohrt, mit aus U-Rohren ausgebildeten Wärmetauschern versehen und zur Vermeidung von Grundwasserdurchmischung (aus unterschiedlichen Schichten) mit Magerbeton verschlossen werden.

Aus einer Erdsonde mit 2 U-Rohren kann je nach Bodenbeschaffenheit und abhängig vom Grundwasser eine Wärmeenergie von 40 bis 50 W/lfm Bohrung genutzt werden. Die Wassertemperaturen betragen nach Austritt aus dem Bohrpfeiler 15 bis 20°C, daher ist eine weitere direkte Nutzung für Kühlung nur teilweise möglich. Mit Hilfe einer Wärmepumpe ist auch eine Nutzung für Heizzwecke und Kühlzwecke mit Entfeuchtung möglich.

Bei Passivhausausführung ist für das gegenständliche Haus eine Heizwärmemenge von 220 kW erforderlich. Ein Drittel davon wird als elektrische Energie der Wärmepumpe genutzt, die restliche Energie von ca. 145 kW wird der Umwelt entzogen. Die erforderliche Gesamtlänge der Bohrpfeiler bei Annahme von 45 W/lfm beträgt: $145.000/45 = 3.220$ lfm, daher 32 Pfeiler, 100 m tief.

Die Kosten für die Bohrungen sind abhängig von der Bodenbeschaffenheit und betragen komplett ausgestattet je Bohrpfeiler mit 100 m Tiefe 5.400 bis 7.500 €, für das HY3GEN-Projekt ergibt sich daher min. 17.000 € bzw. max. 240.000 €. Zuzüglich 40.000 € für die Wärmepumpe und Zubehör. Min. 213.000 €, max. 280.000 €.

Die oben angeführte Anlage beinhaltet nicht die Warmwasserbereitung, die für ein Passivhaus besser dezentral, elektrisch auszuführen ist. Da die Wärmepumpe elektrische Energie benötigt, wofür zwar der billigere Wärmepumpentarif ca. 0,073 €/kWh (1 ATS/kWh) beim örtlichen Energieversorgungsunternehmen beantragt werden kann, sind jedoch ergänzend zu dieser Anlage Blockheizkraftwerke von Vorteil.

Bei gemischter Anlagenausführung könnten in einem zur Projektzeit bestimmten Verhältnis folgende Anlagen berücksichtigt werden: Blockheizkraftwerk, Wärmepumpe, Erdsonden und Photovoltaikbahnen. Das Blockheizkraftwerk kann auch durch Brennstoffzellen ersetzt werden.

Zusammenfassung:

Eine derartige Anlage stellt einen hohen ökologischen Stellenwert. Die Neuartigkeit oder der Innovationsgrad ist, abhängig von der Art der anderen Komponenten wie Brennstoffzellen oder Blockheizkraftwerk mit Stirlingmotor besonders hoch.

9.2.7 Geothermie

Die Geothermienutzung (heißes Wasser aus großen Tiefen) ist bauplatzabhängig. Sollten auf dem noch zu bestimmenden Grundstück solche Wasservorkommen vorhanden sein, dann sollte unabhängig vom ökologischen Stellenwert der vorherigen Anlagen diese Nutzung bevorzugt werden.

Die Geothermienutzung ist unter Umständen auch nur mit einem Bohrpfeiler indirekt über in die Bohrung versenkte Rohrwärmetauscher möglich.

Auch eine Nutzung mit 2 Bohrungen, Entnahme und Rückführungsbohrung, sowie Wärmeaustausch über einen im Technikraum angebrachten Sicherheits-Wärmetauscher (doppelwandig) wäre möglich.

Solche Wasservorkommen liegen jedoch in großer Tiefe, unter 1.000 m unter der Erdoberfläche. Die Bohrkosten sind daher hoch. Bei 2 Bohrungen mit je 1.000 m Tiefe und einem Bohrlaufmeterpreis von ca. 100 € ergibt das bereits 200.000 €. Dagegen sind die Energieeinsparungen wegen der zu erwartenden Wassertemperaturen (unter Druck auch 100°C möglich) unschlagbar. Es ist auch mit den hohen Vorlauftemperaturen möglich, über eine Absorptionskältemaschine Kälte für die Wohnraumlüftung zu produzieren.

Wenn die Möglichkeit für eine solche Nutzung besteht, muss am gegebenen Standort des Hybriden Hauses eine geotechnische Untersuchung durchgeführt werden. In Fall der Anwendung sollte dann die Warmwasserbereitung für das HY3GEN-Projekt in jedem Fall zentral in herkömmlicher Ausführung (Zirkulationsleitungen) vorgesehen werden, da energetisch und finanziell die Zirkulationsverluste weniger ins Gewicht fallen.

Eine weiterführende Themenbetrachtung kann erst nach Bekanntgabe des endgültigen Standortes vorgenommen werden. Eine Mitbeteiligung von Fachfirmen wie z.B. ÖMV, die mit Tiefbohrungen und Geologie der Tiefenschichten vertraut ist, ist empfehlenswert.

Zusammenfassung:

- Ökologischer Stellenwert und Neuartigkeit dieser Anlage sind österreichweit als höchstmöglich einzustufen.
- Eine weitere Betrachtung dieses Themas muss nach Bekanntgabe des HY3GEN-Standortes unter Mithilfe von Geologen angestrebt werden.

9.2.8 Stirling Motor

Das Konzept des Stirlingmotors ist bereits im letzten Jahrhundert erfunden worden. Mehrmal hat der Motor eine Wiedergeburt erlebt und musste immer wieder aufgrund des schlechten Wirkungsgrads von max. 30 % das Feld anderen Motoren überlassen.

Die neueste Markteinführung hat jedoch das richtige Einsatzgebiet für den Motor, nämlich für Blockheizkraftwerke gefunden, wo die Wellenleistung im Hintergrund steht (die Abwärme wird ohnehin genutzt) und Einfachheit, Betriebssicherheit, Laufruhe sowie geringe Schadstoffemissionen ausschlaggebend sind.

Die Motorkonstruktion ist einfach, er besteht aus Verdichtungs- und Arbeitszylinder, zwischen denen das Arbeitsgas (meistens Helium) in einem geschlossenen Kreislauf hin- und hergeschoben wird. Zwischen die beiden Zylinder ist ein Erhitzer und ein Arbeitskühler eingeschaltet. Für den Erhitzer kann jede verfügbare Wärmequelle verwendet werden, auch Feststoffe bzw. Sonnenenergie sind geeignet. Bei Verwendung von Erdgas sind die Schadstoffemissionen vergleichbar mit modernen Gasbrennern und 10-mal niedriger als bei Ottomotoren mit Katalysator. Die Laufruhe des Motors ist unschlagbar, vergleichbar mit einem Kessel mit atmosphärischem Brenner.

Die Verwendung eines Blockheizkraftwerks mit diesem Motor ist bereits im Punkt "Blockheizkraftwerk" erfasst.

9.2.9 Pelletsheizung

Ergänzend zu den vorherigen Punkten 1 - 7, die grundsätzlich das Passivhaus betreffen, fügen wir eine Anlage, die bei Nichteinhaltung des Passivhausstandards einen hohen ökologischen Stellenwert aufweist an.

Die allgemein bekannte Form der Pelletsheizung kam bisher fast nur auf dem Einfamilienhaussektor zur Anwendung, kann aber mit allen bekannten Attributen wie:

- sparsam
- sauber und bequem
- umweltfreundlich
- sicher
- automatisch zündbar
- automatische Aschenentsorgung
- Abgasfilter mit Aschenbehälter
- automatischer Pelletstransport in den Kessel
- Pelletseintrag mit Tankwagen (wie bei Ölanlagen)

ebenso für Wohnhausanlagen verwendet werden.

Die Pelletpreise sind zum Zeitpunkt dieses Berichts mit 0,174 €/kg festgelegt, die Ressourcen sind österreichweit vorhanden. Der Heizwert beträgt 4,9 kWh/kg, daher kostete in den letzten Jahren eine kWh bei einem Anlagenwirkungsgrad von geschätzten 0,85 ca. 0,042 bis 0,051 € und liegt damit ca. 11 bis 15 % unter dem Öl- bzw. Gaspreis.

Die Gesamtkosten der etwas teuren Pelletsanlage sind bei gleich bleibenden Pelletspreisen nach ca. 4 bis 5 Jahren amortisierbar. Obwohl die Anlage vollkommen automatisch arbeitet, muss während der Heizperiode ca. 1 x pro Woche der Aschenbehälter entleert, sowie der Kaminzyklon entsorgt werden. aus diesen Gründen ist die Anlage prädestiniert für die Betreuung durch eine Gebäude-Managementfirma, die durch regelmäßige Anwesenheit die Versorgungssicherheit und die Langlebigkeit der Anlage garantiert.

9.3 Klimatisierung

9.3.1 Solar-Cooling

Die Solarenergienutzung für Kühlzwecke ist seit längerem Thema mehrerer Forschungsprogramme. Vor kurzem wurde im Labor der GrAT (Gruppe angepasste Technologie) ein an der Technischen Universität Wien entwickeltes System patentiert.

Die Anlage, veröffentlicht unter dem Begriff Solar Frost, ist bemerkenswert einfach konstruiert, mit Wärme aus Solarkollektoren wird eine Absorptionskältemaschine angetrieben. Die erforderliche Antriebstemperatur ist sehr niedrig - theoretisch genügen 75°C.

Bei einer Prototypanlage wurde mit einer Kollektorfläche von 0,7 x 0,7 m, einer Heizungstemperatur von 80°C und einer Umgebungstemperatur von 25°C eine Kälteleistung von 100 W erreicht.

Die Prototypanlage ist zwar für eine Funktionsprüfung der Erfindung geeignet, kann aber für eine praktische Bewertung nicht herangezogen werden, da sie dafür zu klein dimensioniert ist. Aus diesem Grund sind weitere Forschungsanlage 2 kW Kälteleistung mit 10 m² Kollektorfläche sowie 30 kW mit 150 m² Kollektorfläche in Vorbereitung. Für die 30 kW Anlage, geeignet für das gegenständliche Projekt, wurde uns ein voraussichtlicher Absorberpreis von 100.000 ATS genannt.

Bei Betrachtung der unten angeführten, vom Erfinder angegebenen Merkmale der Anlage ist nach Bewertung der Forschungsergebnisse diese Anlage für den gewerblichen Anlagenteil des Projekts HY3GEN-Haus bestens geeignet:

- Energiequelle kann jedes mögliche Versorgungsmaterial, Heißwasser oder Heißluft (75°C) sein.
- Abkühlungstemperatur so niedrig wie -30°C
- Leistungsfähigkeit der hohen Energie (30-60% entsprechend Abkühlungstemperatur)
- kein Treibhauseffekt oder aktive ozonschichtschädigende Gase
- Einfachheit, keine Notwendigkeit hoch entwickelter Regelungs- oder Steuersysteme
- keine anfälligen beweglichen Teile
- keine Geräuschentwicklung
- kann in bestehende Solarsysteme integriert werden und auf Basis der überschüssigen Energie betrieben werden
- unwesentliche Wartungs- und Reparaturanfälligkeit ("anbringen und vergessen")
- kann von jedem Installateur oder von einer anderen erfahrenen Person errichtet werden, Standard-Ersatzteile sind auf dem Markt vorhanden.
- einfach und billig wie eine klassische Kühlanlage
- unterschiedlichste Dimensionierung möglich.

Nach Bekanntgabe des Projektstandortes und der Vorlage der ersten Entwürfe kann bei Realisierung eines HY3GEN-Projektes der erforderliche Kältebedarf ermittelt, die Möglichkeiten zur Aufstellung der erforderlichen Kollektorfläche geprüft und ein Kontakt mit der Forschungsgruppe sowie dem Hersteller der Fa. SOLIT; Graz aufgenommen werden.

9.3.2 Lüftungsanlage für den Wohnteil der Anlage

Wie unter Pkt. G1.1 Allgemeines erwähnt, ist bei der Ausführung Passivhaus die Anwendung von kontrollierter Raumlüftung für die Aufenthaltsbereiche unbedingt erforderlich.

Hier stehen zentrale bzw. dezentrale Anlagen zur Verfügung. Vor der Anwendung sollten die Vor- und Nachteile der Anlagen auf Basis der architektonischen Entwürfe ausgewertet werden.

Zentrale Belüftungsanlagen

Vorteile:

- geringer Platzbedarf, mögliche Aufstellung am Dach bzw. im Keller
- Wärmeverteilung zwischen süd- und nordorientierten Wohnungen ist gegeben

- einfache Verwendung zusätzlicher Ausrüstung, wie Heizregister, Kältereister, sehr gute Filteranlagen etc.
- kostengünstige Regelung
- kostengünstige Wartung
- Umbauten bzw. Wohnungszusammenlegungen haben keinen Einfluss auf die Anlagengröße
- vernachlässigbare Schallbelastung der Wohnungen

Nachteile:

- individuelle, wohnungsbezogene Regelung schwer möglich
- Energiebedarf der Anlagen kann nur pauschaliert verrechnet werden.

Dezentrale Belüftungsanlagen

Vorteile:

- individuelle Inbetriebnahme und Regelung möglich
- exakte Energiekostenverrechnung auf die bezogene Einheit ist gegeben.

Nachteile

- Platzbedarf in jeder einzelnen Wohneinheit erforderlich
- hohe Anlagenkosten gegenüber zentralen Anlagen
- bei etwaigen Umbauten ist die Anlage nicht an die Gegebenheiten angepasst (außer bei Wohnungszusammenlegung)
- Service und Wartung ist von Wohnungsnutzern zu veranlassen, es ist daher mit nicht ausreichender Wartung zu rechnen
- Wärmeübertrag zwischen süd-/nordorientierten Wohnungen ist nicht gegeben. Der Nachteil kann bei entsprechender Projektierung der Wohnungen minimiert aber nicht vermieden werden.
- Kälte-/Wärmeverrohrung der Anlage sowie eventuelle Zählung ist kostenintensiv.
- Schalpegel innerhalb der versorgten Wohnungen größer als bei zentralen Anlagen.

Unter Betrachtung der Vor- und Nachteile sowie beziehend auf den derzeitigen Projektstand (keine Grundrisse vorhanden) wird seitens der Kapitelverfasser der zentralen Lüftungsanlage der Vorzug gegeben.

Der gewichtigste Nachteil der zentralen Belüftung, nämlich dass die Zulufttemperatur nicht individuell geregelt werden kann, kann mit einem Zuluftgitter mit integriertem Nachheizregister korrigiert werden. Das ist jedoch mit höheren Kosten für die Verrohrung sowie die Regeleinheiten verbunden.

9.3.3 Sonnenschutz und Verschattung

9.3.3.1 Feststehende Verschattungselemente

Starre Sonnenschutzeinrichtungen werden als auskragende Bauteile oberhalb der Fenster angebracht. Es handelt sich meist um Gitterträgerroste aus Aluminium, Stahl oder Edelstahl.

- einfache Wartung und vergleichsweise niedrige Preise
- bei begehbaren Rosten wird die funktionelle Kombination mit Fluchtbalkons und Wartungsbereichen möglich
- nur bei Südfassaden; für West-/Ostausrichtung nicht geeignet

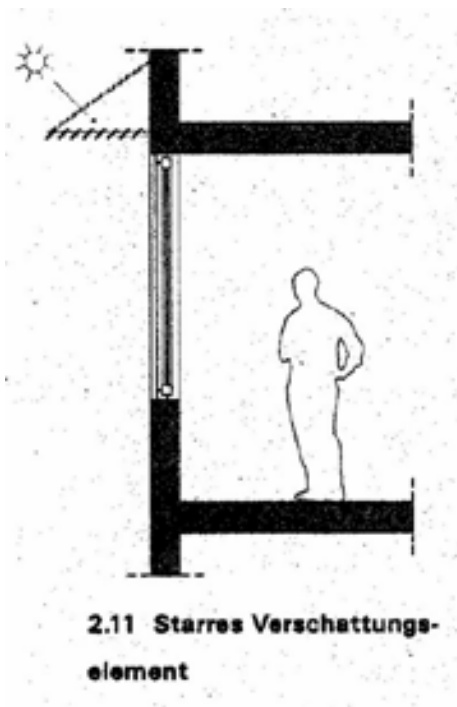


Abb. 128

9.3.3.2 Variabel steuerbare Verglasungen / selektiv beschichtete Gläser

thermotrope Gläser:

- Strahlungstransmission wird entsprechend der Erwärmung verändert
- noch nicht für großflächige Anwendungen am Markt
-

elektrochrome Gläser:

- galvanisches Element als Folie in ein Verbundglas eingebettet
- kleine elektrische Spannung angelegt
- durch Umladungsvorgang Einfärben der Verglasung, Erhaltung der Durchsicht
- $g=0,12...0,44$
- in der Phase der Markteinführung

Umsetzungsstand:

Phototrope, elektrotrope, thermochrome und gasochrome Gläser befinden sich noch im Forschungsstadium.

9.3.3.3 Außenliegende bewegliche Verschattung

Lamellenraffstores:

- Breite 50...100 mm; Material Aluminium, Kunststoff, Holz
- Steuerung manuell oder elektromotorisch
- Verschattung und Lichtlenkung

außenliegende Rollos, Markisen:

- textiles Material
- teilweises Passieren oder totales Sperren von direkter und diffuser Einstrahlung
- hohe Gestaltungsmöglichkeiten
- tw. Behinderung der Lüftungsmöglichkeit (wichtig bei sommerlicher Überwärmung im Betrieb von Gebäuden und Gebäudeteilen ohne Lüftungsanlage bzw. ohne Passivhausstandard)

Sonnenschutzläden:

- klapp- oder schiebbar, herkömmliche Konstruktion
- manuelle Bedienung
- tw. Behinderung der Lüftungsmöglichkeit (wichtig bei sommerlicher Überwärmung im Betrieb von Gebäuden und Gebäudeteilen ohne Lüftungsanlage bzw. ohne Passivhausstandard)

9.3.3.4 Sonnenschutz im Wärmeschutzglas

- schmale Lamellen, Profile oder Screens
- fixe Spiegelprofile oder Steuerung manuell / elektromotorisch
- Verschattung und Lichtlenkung

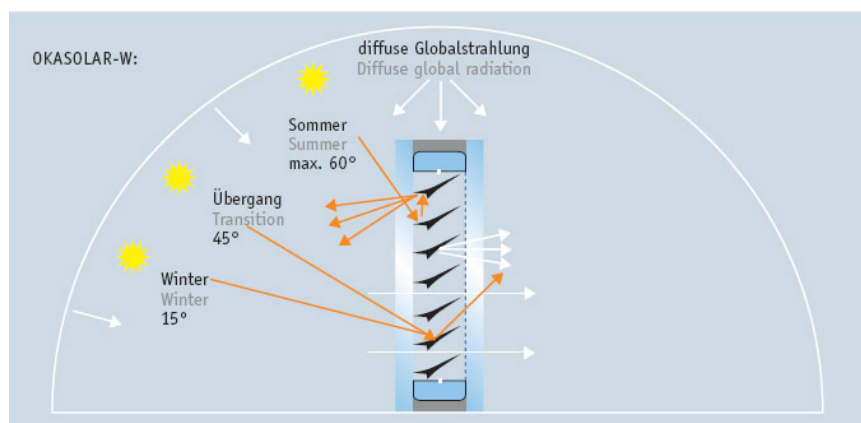


Abb. ¹²⁹Spiegelprofile im Wärmeschutzglas (Produkt OKASOLAR)

9.3.3.5 Lamellenfassade

Die Sonneneinstrahlung auf eine Fassade kann automatisch oder manuell mittels der Fassade vorgelagerten (einachsigen) beweglichen Lamellen geregelt werden.

Fix installierte Lamellen schränken die Nutzungsmöglichkeiten ein (eingeschränkte Sichtverbindung zum Freiraum) und sind daher nur für reine Büronutzung zu empfehlen, wo die Lichtqualität im Innenraum im Vordergrund steht. Jedoch sind Sonderlösungen, wie z.B. Lamellen nur im Oberlichtbereich, auch im hybriden Gebäude denkbar.

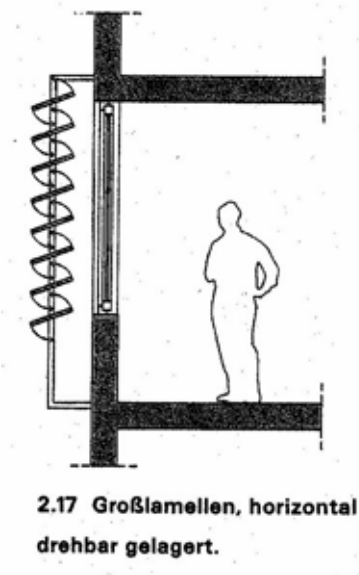


Abb. 130

Es sind sowohl vollständige Verschattung als auch Lichtlenkung an die Raumdecke zur gleichmäßigeren Tiefenausleuchtung eines Raumes möglich.

Merkmale von Lamellenfassaden:

- Haustechnische Schnittstelle: Energieversorgung (Antrieb der Steuerung)
- Baustoffe: im Wesentlichen Aluminium (recyclingfähig), in geringem Maße Kunststoffe, Glas, Schichtholz, Mischkonstruktionen
- je nach Neigung bleibt der Sichtkontakt nach außen erhalten
- Diffuslicht wird nicht vollständig ausgeschaltet
- Aufwand für Wartung und Reinigung

Produkte:

- Glass-Shadow-Wings
- Shadow-Voltaic-Wings (Colt International GmbH, Klewe)
- Leichtmetallkonstruktion, Glaslamellen
- Wärmereflexion, Lichtlenkung, PV

Die Kombination mit anderen Systemen, z.B. mit Photovoltaik, bietet sich an.

Lamellen haben eine hohe gestalterische und imagebildende Wirkung und werden daher oft aus architektonischen Gründen und nicht aus haustechnischen oder bauphysikalischen Gründen eingesetzt.

9.4 Licht

9.4.1 Tageslichttransformation und -einspiegelung

Gemäß einer von der Fa. HAPPY Lamellensysteme durchgeführten Statistik werden im Raum Wien folgende Tageslichtwerte gemessen.

Winter		Sommer	
20 %	Sonnentage	65 %	Sonnentage
80 %	bewölkt	35 %	Regentage und bedeckt

Ein optimaler Umgang mit Tageslicht in den mit Fenster ausgestatteten Räumen in Zusammenhang mit Sonnenschutz, Blendschutz, Raumklima, künstlicher Beleuchtung sowie deren Auswirkungen auf die thermische und visuelle Behaglichkeit sind Teil der bauphysikalischen, lichttechnischen bzw. architektonischen Leistungen und daher nicht Bestandteil der vorliegenden Bearbeitung.

Die Tageslichtnutzung für innen liegende fensterlose Räume wie Stiegenhäuser, Aufenthaltsräume bzw. Garagen mit Hilfe von lichtlenkenden Systemen - die „edelste“ Form erneuerbarer Energie, ist Teil dieses Berichtes.

Die Tageslichtspiegelung auch bei diffusem Licht ist mindestens 7-mal effizienter als elektrische Energie aus spiegelflächengleichen entsprechenden Photovoltaikplatten bei klarer Sonne.

Der Wirkungsgrad der Spiegelung wird mit anderen erneuerbaren Systemen wahrscheinlich niemals erreicht, daher sollte unserer Meinung nach dieser Technik mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Auf dem Markt sind bereits von mehreren Firmen ausgereifte Lichtlenkungssysteme, bestehend aus sich automatisch nach der Sonne justierenden Spiegeln (Heliostaten), Regelung, Lichtprismen bzw. Effektflächen erhältlich.

Interessant ist, dass diese Technik immer mehr zur Versorgung mit Licht und Wärme der nach Norden orientierten Hausfassaden genutzt wird. Für diese Zwecke sind jedoch große Spiegel erforderlich, daher wird sie derzeit nur für kleinere Gebäude bzw. für Lichteffekte, z.B. in Ausstellungsräumen genutzt.

Zum Ausleuchten der fensterlosen Räume sind Spiegel mit Flächen von 0,8 bis 4 m² in Anwendung. Die Kosten je Spiegel inkl. Steuerung und Befestigung, z.B. von Fa. EGIS-Heliostat betragen exkl. MWSt 6.000 € für Spiegel 0,8 m² und 8.500 € für 4 m² Spiegel.

In diesen Kosten sind lichtreflektierende Flächen bzw. lichtleitende Glas-Kunststoffelemente im Gebäude nicht enthalten. Ebenfalls sind auch keine Kosten für automatisch einschaltbare elektrische Lichtquellen (bei nicht ausreichendem Tageslicht) eingerechnet.

Die Ergänzung von Tageslicht kann auf herkömmliche Art und Weise mit Raumbeleuchtung erfolgen, in lichtleitende Systeme integriert bzw. direkt beim Spiegel angebracht werden. Für diese Zwecke sind jedoch höherpreisige Parabolspiegel erforderlich.

In einem von der international bedeutenden Tiroler Fa. Bartenbach Lichtlabor durchgeführten Forschungsprojekt wurden 3 m unter Niveau liegende Keller-

Büroräume erfolgreich mit Tageslicht ausgeleuchtet. Bei diesem Projekt wurden ein neuartiger 2,6 m² großer und 50 kg schwerer Heliostat, ein Umlenkspiegel, ein Lichtkonzentrator (35 Lichtverdichtung mit Linsen) sowie eine Lichtleitung aus mit lichtreflektierenden Folien ausgekleideten Plexiglasröhren verwendet. Der Beleuchtungsstrombedarf des Raumes wurde um 60 % reduziert.

Die Beeinflussung von Tageslicht erfolgt als Ablenkung, Verhinderung von Blendung, Lichtlenkung, Lichtstreuung, Abminderung von Helligkeitskontrasten oder Verdunkelung.

Wegen der potentiellen Büronutzung soll beim Hy3Gen-Gebäude ein möglichst hoher Anteil diffusen Tageslichts möglichst tief in die Räume eindringen können. Tageslicht hat nicht nur eine höhere Qualität als Kunstlicht, es bedeutet auch eine ständige Beleuchtungseinsparung.

9.4.2 Lichtlenksysteme

9.4.2.1 Starre, sonnenstandsabhängige Systeme zur Lichtlenkung

- **Lichtlenksysteme in die Verglasung integriert**
Werden auch als Sonnenschutz eingesetzt (s. Kap. 9.3.3.4)

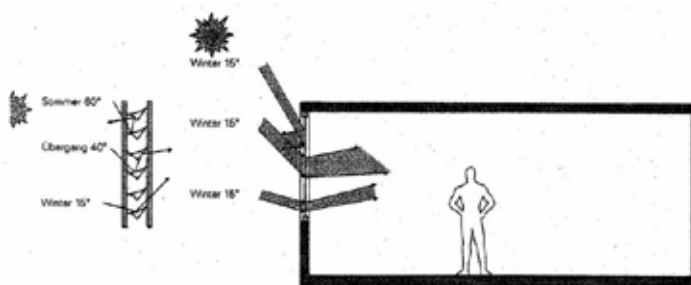


Abb. 131

- **Lichtlenkschwerter**
in der Wirkung dem o. a. System gleich, nur mit größeren Spiegelprofilen, wodurch diese gezielt zur Beschattung bestimmter Bereiche genutzt werden können

9.4.2.2 Bewegliche Systeme

Jalousien

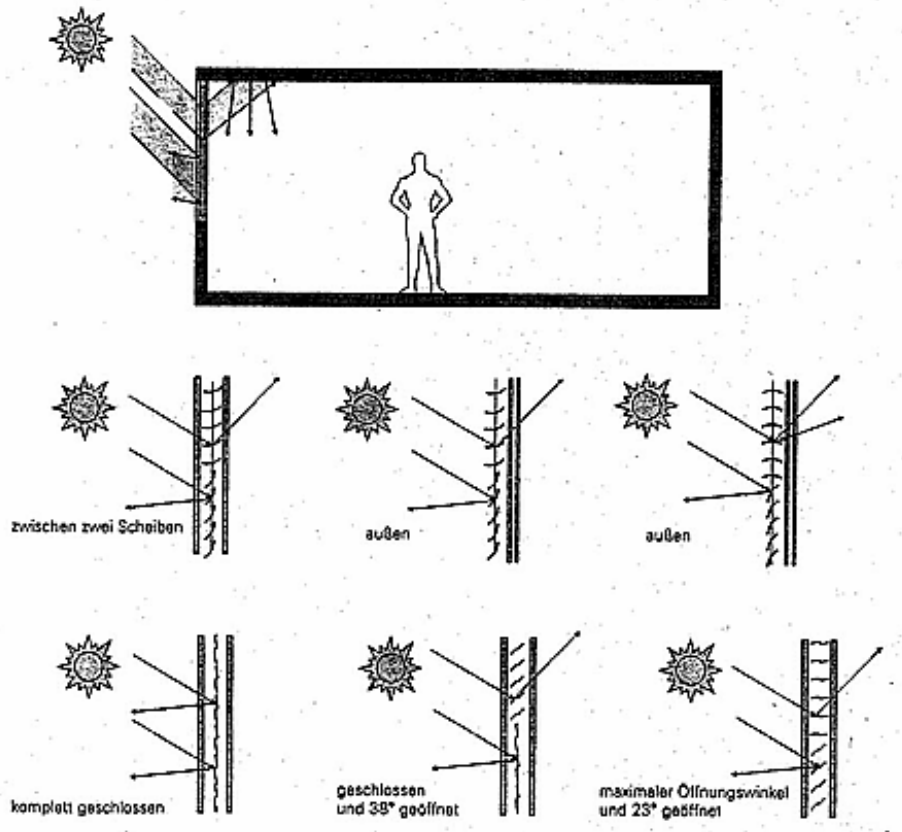


Abb. ¹³² Jalousie mit Lichtlenkung

Prismen:

Einachsige drehbare computergesteuerte Acrylglas- oder Glasprismen ermöglichen eine Ausschaltung der direkten Sonneneinstrahlung während diffuses Licht durchgelassen wird. Tiefe Räume können gleichmäßiger ausgeleuchtet werden. Preiswertere nicht nachgeführte Prismen- oder Lamellenelemente im Scheibenzwischenraum sind mit höherer Verschattung verbunden.

- haustechnischer Schnittpunkt: Stromanschluß
- automatische Nachführung entsprechend Sonnenstand (Höhe)
- wahlweise Reflexion des Sonnenlichts nach außen, oder Umlenkung gegen die Raumdecke

Produkte:

- Umlenkprismen im Scheibenzwischenraum der Isolierverglasung
- zusätzlich Tageslichtreflektoren (Aluminiumpaneele) an der Raumdecke
- Prismenplatten oder -lamellen vor der Fassade

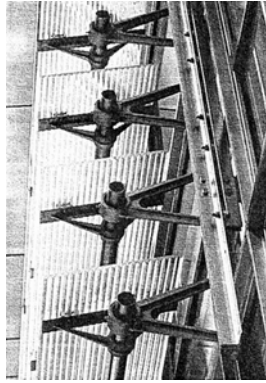


Abb. 133 Prismenelemente

Mit holographisch-optischen Elementen (HOE) wird die Konzentration und Lenkung des Sonnenlichts auf bestimmte Bereiche erzielt.

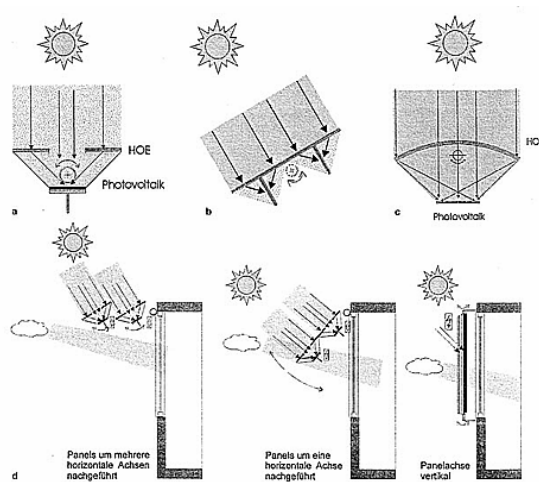


Abb. 134 Holografisch-optische Elemente

Sonnenlichtlenkung und teilweise Verschattung sind ebenso durch Lichtschwerter möglich.

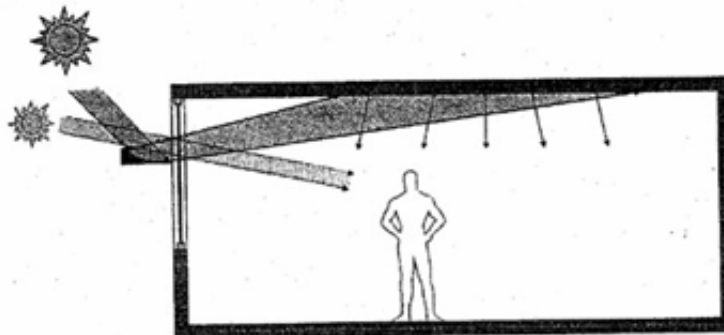


Abb. 135 Lichtschwert

Heliostaten

lenken Sonnenlicht über ein zweiachsig nachgeführtes Spiegelsystem ins Gebäude (über Dach- oder Seitenfenster). Zielgenaue Beleuchtung von Zonen möglich.



Abb. ¹³⁶ Schweizer Bankenverein in Biel, Lamellenfassade

9.5 Kommunikation

9.5.1 Telefon-Internet-Netzwerksysteme

„Verkabelungen sind per Definition inflexibel. Bei einem Hybriden Bauprojekt müssen individuelle Lösungen möglich sein.“

Die Problematik bei Verkabelungen liegt vor allem in der benötigten Zukunftsträchtigkeit der Verkabelung. Da die Verkabelung bis in die Wohnung reichen muss, und in der Wohnung generell keine Möglichkeit besteht, die Kabel in leicht zugängliche Kanäle zu legen, muss die Art der Verkabelung nach vorsichtiger Überlegung und weit vorausschauend gewählt werden.

Hybride Kabelsysteme, also solche, die viele Dienste über ein Kabel bringen, lösen das Problem nicht. Kategorie 7 Kabel wären z.B. tauglich für die Übertragung von Daten, Telefonie und TV, können aber nach der Konfektionierung (Anschluss der Kabel an die Enddose) nicht verlegt werden. Bei einer Wohneinheit müssen aber die Eigentümer/Mieter bestimmen können wo ihre Endgeräte und daher die Dosen positioniert werden. Bei solchen Kupferverkabelungen müssen auch die maximalen Kabellängen beachtet werden. Obwohl Lichtwellenleiter (LWL) die Restriktionen der Kabellängen ausgleichen können, sind die aktiven Komponenten die benötigt werden extrem kostspielig. Zusätzlich zur physischen Inflexibilität der Kabel kommen noch enorm hohe Kosten für aktive Netzwerkkomponenten und die geringe Verfügbarkeit von geeigneten Endgeräten. Derzeit gibt es am Markt einfach keine Fernsehgeräte mit Ethernet Anschluss.

Die Zukunft liegt möglicherweise in Wireless Technologien. Zu geringe Bandbreiten und die Aspekte der Signalverstärkung innerhalb von Gebäuden, vor allem Gebäude die mit Stahlbeton gebaut werden, machen aber diese Varianten derzeit unbrauchbar.

Weiters sind bei allen nicht leitungsgebundenen Datenübertragungsvarianten die Folgen verstärkter, mehrfacher und dauerhafter Strahlungseinwirkung auf den menschlichen Körper zu beachten. Daher sollte bei einer HY3GEN-Realisierung unbedingt der Letztstand der medizinischen Forschung auf diesem Gebiet berücksichtigt werden!

Eine andere Zukunftsalternative wäre den Einsatz von IP (Internet Protocol) für alle Dienste. Um diese Variante zu nutzen müssen aber große Bandbreiten gesichert werden. Es ist auch extrem leistungsstarkes zentrales Equipment notwendig. Zuletzt sind auch die Endgeräte derzeit nicht weit verbreitet und sind daher kostenintensiv.

Die Lösung liegt in der hochredundanten Verkabelung. Durch die Verwendung von verschiedenen Medien (sternförmige Kupfer/LWL Verkabelung für Daten und Telefonie, alternative Busverkabelung für Telefonie, Koaxialverkabelung für TV) können alle Bereiche abgedeckt werden. Es muss aber vor allem im Backbone eine hohe Redundanz geschaffen werden um verschiedene Kombinationen der Dienste anbieten zu können. Außerdem muss in der jeweiligen Gebäudeeinheit viel Leerverrohrung und Platz für einen Netzwerkverteiler eingeplant werden.

„Aus heutigem Stand mit einigermaßen guter Zukunftssicherheit sollte man mit verschiedenen Medien mit hoher Redundanz verkabeln.“

9.5.1.1 *Internetanbindung*

„Die größte technische Flexibilität bietet ein Hausweites LAN mit zentraler Internetanbindung.“

Hausinterne LANs (Local Area Network) bieten die Möglichkeit, die Einheiten mit einer zentralen Datenleitung ins Internet zu bringen. So können extrem große Bandbreiten genutzt werden, die Einzelanwender wegen den Kosten ansonsten nie zur Verfügung hätten. Diese Bandbreiten kommen durch große Standleitungen oder sogar durch Satellitenanbindungen zu Stande.

Die wichtigste technische Frage die gelöst werden muss ist die der Datensicherheit. Durch einfache Erstellung eines LANs würden alle angeschlossenen Computer transparent im Netz liegen und gegenseitig offen verfügbar sein. Es muss pro Wohn/Büroeinheit ein virtuelles LAN (VLAN) erstellt werden um dieses zu vermeiden. Dazu gehört aber auf der Netzwerkebene einiges an Equipment und Entwicklung, was wiederum Kosten verursacht.

Einem LAN gegenüber steht die herkömmliche Methode: jeder muss sich um seinen eigenen Internetanschluss kümmern. Hier erspart man sich zwar eine Verrechnung und Organisation, den Eigentümern entgeht aber die Bandbreite. Eine Mischung zwischen den beiden Methoden führt aber generell dazu, dass die Kosten für die Internetanbindung nicht abgedeckt werden,

„Wenn keine 100% Durchdringung bei den Einheiten erreicht werden, sind die Kosten für die Internetanbindung zu hoch.“

9.5.1.2 *Mobiles Internet*

Die mobile Nutzung des Internets ist wegen geringer Reichweite (Funkzellengröße) und niedriger Übertragungsgeschwindigkeit derzeit noch erschwert. Der Nutzen einer kabellosen Übertragung steht vor allem im Zusammenhang mit dem Medienkonsum in digitaler Übertragung. Hier sind einerseits das Bespielen von Audio- und Videosystemen über einen Computer und andererseits Mediendatenflüsse aus dem Internet von zentraler Bedeutung.

- flexiblen Arbeitsplätzen in Unternehmen
- mobiles Arbeiten im Wohnverbund
- der Rolle des Streaming der Übertragung von Datenströmen (MP3, MPEG, etc.) aus dem Internet
- Streaming interner Audio- und Videogeräte, die vom Computer angesteuert werden.
- dem Roaming (nach dem IEEE Folgestandard „802.16e“), d.h. der nahtlosen, unterbrechungsfreien Übergang zwischen einzelnen Funkzellen

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) ist die Fortentwicklung des derzeitigen technische Standards für mobile Internetanbindung, W-LAN (Wireless LAN-Technologie).

Während W-LAN ein räumlich eng begrenztes lokales Netzwerk ist, bezeichnet man die Reichweite des WiMAX als MAN (Metropolitan Area Networks). Eine WiMAX Funkzelle hat einen Durchmesser von 26 km. Nur innerhalb dieser Funkzelle ist ein Datenempfang möglich. Beim Verlassen der Funkzelle bricht die Verbindung ab. Roaming-Funktionen werden mit dem Folgestandard s.o. möglich sein.

Während W-LAN mit Übertragungsgeschwindigkeiten von 10 MBit/s arbeitet, erreicht WiMAX bis zu 70 MBit/s, was in etwa einer heute gängigen Breitband oder Fast-Ethernet-Verbindung (100 MBit/s) nahe kommt. Derzeit im Handel befindliche Funksender der „802.11g“ setzen den Einsatz entsprechender Audio- und Videostreaminggeräte nach dem „g“ Standard voraus, ohne die ein ruckelfreies Streamen hoher DVD-Qualität oder kommender HD-Filme noch nicht gewährleistet werden kann.

9.5.2 Telefonie

„Festnetztelefonie verliert im Privatbereich ihre Bedeutung.“

Das moderne Gebäude muß eine hochqualitative mobile Telefonieabdeckung garantieren. Derzeit wird dieser Aspekt beim Gebäudebau grob vernachlässigt. Besonders beim Bau von Hochhäusern ist die Zellenabdeckung durch das Netz zu beachten. Die Problematik liegt hier bei der Höhe der umgebenen Zellenrepeater des Netzes.

Die schlechte Durchdringung des Signals (ob GSM, GPRS oder UMTS) durch die Baumaterialien (insbesondere Stahlbeton) ist ein nicht schnell zu lösendes Problem. Außerdem haben Zellenrepeater ein kuppelförmiges Abdeckungsgebiet. Da solche Repeater auf bestehende Infrastruktur montiert werden, ist es oft so, dass die Höhe der Abdeckung sich bei 25-30 Meter befindet. Daher haben Hochhäuser ab dieser Höhe Probleme mit Telefonempfang. Es können aber auch nicht einfach Zellenrepeater auf das neue Hochhaus montiert werden, da das die Überschneidung mit allen benachbarten Zellen beeinflusst. Bei der heutigen Technik sind die Zellenschnittgebiete die Orte an denen der Empfang unterbrochen wird. Natürlich ist diese Problematik in einer Stadt mit vielen Hochhäusern wiederum nicht bekannt.

Es sind auch interne Festnetztelefonanlagen nicht sinnvoll, da die Funktionalitäten die diese bieten für den Privatanwender schon vom Provider der Mobiltelefonie abgedeckt werden. Für Geschäftskunden ist eine zentrale Anlage auch nicht interessant, da es üblich ist eigene Anlagen zu betreiben. Zusätzlich muss man sich bei einer Haustelesonanlage über die Verrechnung Gedanken machen.

Die einzige technisch vernünftige Möglichkeit ist derzeit einen hausinternen Repeater zu montieren um die Mobiltelefonierer im Haus zu versorgen. Leider ist diese Lösung wirtschaftlich nicht vernünftig. Ein interner Repeater ist sehr teuer und müsste bei jedem Technologiewechsel neu gekauft werden. Kein Provider hat Interesse daran, so eine große Menge Geld auszugeben für eine so kleine Anzahl von Telefonierenden, von welchen nicht einmal alle die Kunden des Providers sind. Die Eigentümer der Wohn/Büroeinheiten kommen auch nicht in Frage, da die Kosten in keinem Vergleich mit der verringerten Mobiltelefonieleistung stehen.

Daher stellen sich 2 eventuell widersprüchliche Fragen:

1. In wie fern könnte die Funkbeschattung in der Gebäudetopologie bei Planung/Bau verbessert werden?
2. Ist es aus medizinischen Gründen überhaupt vertretbar, den langfristig genutzten Aufenthaltsbereich von Menschen gleichmäßig erhöhter Strahlungsintensität auszusetzen?

9.5.3 Gegensprechanlagen

„Technische Erweiterungen von Gegensprechanlagen sind derzeit nicht mehr als Spielereien.“

Es gibt mehrere Ideen für Multifunktionalität von Gegensprechanlagen, angefangen von Kopplung mit Telefonie bis zur Anwesenheitsmeldung. Alle diese Funktionalitäten erübrigen sich bei Verwendern von Mobiltelefonen. Heutzutage ruft jeder sich ankündigender Gast an um einen Ankunftsstermin anzugeben. Wenn dann die klassische Glocke der Haustür läutet ist man informiert, wer läutet. Die Haustür wird wegen der Sicherheit anonymen Läutern nicht geöffnet, der Briefträger hat einen Schlüssel und bekannte Personen können sich durch Verwendung der herkömmlichen Gegensprechanlage auch identifizieren.

9.5.4 TV

„Ein hybrides Haus unterstellt extrem variierende Benutzerprofile. 34 TV Kanäle sind einfach zu wenig.“

Die einzige Möglichkeit in Österreich eine große Kanalauswahl zu bekommen ist über Satellit. Hier sind grundsätzlich drei Varianten möglich: persönliche Satellitenanlagen, Gemeinschaftsanlagen mit zentraler Aufbereitung und Gemeinschaftsanlagen ohne zentraler Aufbereitung.

Die erste Variante muss nicht ausführlich behandelt werden. Generell haben die privaten Anwender volle Freiheit über die gewählten Kanäle aber auch volle Kosten. In diesem Fall wird die Satellitenschüssel in der Regel an der Außenmauer in der Nähe eines Fensters oder Balkons montiert. Kabel werden extern von Verrohrung in die Wohnung gelegt.

Gemeinschaftssatellitenanlagen setzen wiederum eine sorgfältige und kostenintensive Verkabelung voraus. Bei großen Gebäuden ist es ein Problem High Frequency (HF) Netze zu errichten, da die Kabellängen hier wieder zu extremer Dämpfung führen. Daher müssen eine Kombination von LWL und Koaxial Kabel eingezogen werden. Geräte, die das Signal zwischen den zwei Medien weitergeben, sind sehr teuer. Der Vorteil ist die Dimension der Anlage. Es können mehrere gemeinschaftliche Schüsseln aufgestellt werden und daher mehrere Satelliten abgefragt werden.

Die zentrale Aufbereitung erspart dem jeweiligen Endbenutzer einen Vertrag mit dem Anbieter. Außerdem würde jeder Endbenutzer einen Decoder und die jeweiligen Decoderkarten für die gewünschten Kanäle benötigen wenn die Aufbereitung nicht zentral geschieht. In dieser Form können die Kanalkosten zwischen den Endnutzern aufgeteilt werden. Die Nachteile liegen aber auf der Hand: es gibt einen bestimmten organisatorischen Aufwand da die Nutzer sich einigen müssen was die Kanäle angeht. Zusätzlich muss die Leistung irgendwie verrechnet werden.

„Gemeinschaftssatellitenanlagen funktionieren. Es muss aber ein motivierter Mensch in dieser Gemeinschaft gefunden werden, der sich um die Organisation kümmert.“

9.5.5 Communities

„Community Dienste sind von den Nutzern extrem geschätzt, es ist aber keiner bereit, dafür zu zahlen.“

Der Community-Gedanke ist es, die Menschen in einem Objekt zu einer Gemeinschaft zu machen abseits von der normalen Hausgemeinschaft, die eigentlich nur dazu dient die Interessen der Eigentümer im Bezug auf das Objekt zu wahren. Eine Community soll die Eigentümer und Bewohner eines Objektes zusammenbringen.

Der Vorteil einer Community aus Sicht der Bewohner ist eindeutig: eine Gruppe erreicht mehr als eine Einzelperson und es kann daher der Wohnkomfort (z.B. durch organisiertes Babysitting, Einkaufen, Putzen, etc) erhöht werden. Aus Sicht des Bauträgers und der Eigentümer fördert es das Leben innerhalb eines Projekts, was sich wiederum auf die Qualität positiv auswirkt, was wiederum die Preise erhöht.

Die Erstellung von Communities sollte jeweils vom Bauträger / Eigentümer / Vermieter gefördert werden. Grundinvestitionen sind sicherlich notwendig, es gilt aber so bald wie möglich interessierte Personen im Objekt zu finden, die die Administration einer Community übernehmen. Weitere Investitionen mit dem Ziel, aus den Konsumenten der Community Erlöse zu erwirtschaften sind aber sinnlos, da die Größe der Community immer beschränkt auf das Objekt ist.

„Communities müssen in der Verkaufsphase bis zur Übergabe gefördert werden, mit dem Ziel, bei der Übergabe des Objekts auch die Community zu übergeben.“

10 Resümee und Ausblick

Ein wichtiges Ergebnis und gewissermaßen auch Verdienst dieses Projektberichtes ist die Zusammenstellung verschiedener konzeptioneller und technischer Planungsansätze und deren gemeinsame Betrachtung, um ein nachhaltiges, hybrides Gebäude der 3. Generation zu definieren.

Einzelnen für sich sind diese unspektakulär und Gegenstand zahlreicher Forschungsprojekte. Nicht der Umfang der einzelnen planerischen und technischen Erkenntnisse steht im Vordergrund – diese sind für alle Themenbereiche jeweils in der Fachliteratur genauer dargestellt – sondern deren Untersuchung und Bewertung im Zusammenhang mit einem ganzheitlichen Ansatz der Gebäudebetrachtung.

Dieser Ansatz bewertet die Erkenntnisse einzelner Arbeiten in einer Form, die immer das Endprodukt, ein umfassend gedachtes Gebäude, vor Augen hat.

Damit wird beabsichtigt, den meist mit Teilbereichen des Bauens wie Tragwerksplanung, TGA-Planung oder Bauökologie vertrauten Planern und Projektentwicklern eine als gesamtheitlich und umfassend konzipierte Planungs- und Ausführungsgrundlage für nachhaltige, als „HY3GEN“ bezeichnete Gebäude, zu bieten.

Abschließend können als Ausblick auf die weitere Verwendung dieser Forschungsarbeit zwei Schwerpunkte genannt werden:

1. Die Vertiefung einzelner thematischer Schwerpunkte und Forschungsbereiche und Einarbeitung neuer Erkenntnisse auf den Gebieten der umweltgerechten Bau- und Haustechniktechnologien im Hinblick auf die gemeinsame Anwendung in einem umfassend gedachten HY3GEN-Gebäude.
2. Die Erprobung und Umsetzung der hier vorliegenden Ergebnisse in einem konkreten Realisierungsprojekt - wie dies lange Zeit während der Bearbeitung des Forschungsberichtes auch geplant war.

11 Literaturverzeichnis

- [1] Fenton, Joseph: Hybrid Buildings, Princeton Architectural Press, New York/San Francisco, Reihe Pamphlet Architecture (No.11)
- [2] Ostermeyer, Stephan: Vorlesung über Hybrid Buildings, Bauhaus-Universität Weimar, 09. Juni 1998, <http://www.uni-weimar.de/architektur/e+gel1/forschung/vorlesungen/hybrid.html>
- [3] Bittdorf, A., Hummitzsch, B., Reiche, T.: Seminararbeit über Hybride Gebäude, Gepackte Mischungen in einer Metropolenkultur, Bauhaus-Universität Weimar, e+gel1, WS 2001
- [4] Körner, Christoph: In der Zeit der Neo-Nomaden, von Bastarden und Hybriden. Archithese Jg. 30 (2000) Nr. 3
- [5] Vogel, Markus: Gemischt genutzte Gebäude. Über die Frage nach Einfügung von Wohn- und Arbeitsnutzungen bei der Konzeption, Konstruktion und Gestaltung gemischt-genutzter Gebäude, Dissertation, Technische Universität Berlin, 2002, <http://www.mixed-use-buildings.com>
- [6] Fraunhofer-Institut SIT: <http://www.sit.fhg.de/FlexHaus/>
- [7] Metastadt Wulfen: http://home.t-online.de/home/e.gen/e_02.htm
- [8] Auditorium Building: <http://www.bluffton.edu/~sullivanm/chisull/chisull.html>
- [9] Civic Opera Building: <http://www.ci.chi.il.us/Landmarks/C/CivicOpera.html>
- [10] Waldorf Astoria Hotel: <http://www.thecityreview.com/waldorf.html>
- [11] http://www.ub.tu-cottbus.de/hss/diss/fak2/meyer_s/pdf/diss_meyer.pdf
Dissertation Stefan Meyer, Technische Universität Cottbus
Wirkung eines hybriden Doppelfassadensystems auf die Energiebilanz und das Raumklima der dahinterliegenden Räume.
- [12] <http://members.aon.at/jordan-solar/luftkollektor.htm>
Luftkollektor
- [13] Zeitschrift Detail 7/1998
Typologie mehrschaliger Gebäudehüllen aus Glas
- [14] Zeitschrift Architektur 2/2002
Fassaden
- [15] Buch Delugan_Meissl
Birkhäuser 2002
- [16] SALZER, Robert: Chance Holz, 1. Kremser Holzsymposium & Workshop 19.-20. Juni 1998
- [17] WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Holzsysteme im Wohnungsbau, Stuttgart, 1995
- [18] KOLB, Josef: Systembau mit Holz, Bauverlag Lignum, Dietikon 1988
- [19] SCHINERL, David: Vorfertigung und Gestaltungsfreiheit im Holzbau am Beispiel eines Nationalparkgebäudes in Oberösterreich, Diplomarbeit am Institut für Tragwerkslehre TU Wien, 1998
- [20] PROHOLZ AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, Holzskelett- und Holzmassivbauweise, Wien, Februar 2002
- [21] HOLLINSKY, Dr. Karlheinz: Mehrgeschossiger Wohnbau in Holzbauweise, PROHOLZ AUSTRIA, Wien, 1998
- [22] WACHSMANN, Konrad: Holzhausbau – Technik und Gestaltung, Birkhäuser Basel, 1995
- [23] KRAPMEIER, Helmut und DRÖSSLER Eckart: CEPHEUS – Wohnkomfort ohne Heizung, Springer Verlag Wien, 2001
- [24] WINTER, Wolfgang: Besonderheiten beim Tragwerksentwurf von mehrgeschossigen Holzbauten, Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau, Technische Universität Wien, 1996, S. 8
- [25] Detail Zeitschrift für Architektur und Baudetail, Ausgabe 1997/1, Institut für Internationale Architekturdokumentation GmbH, München, 1997, S. 49
- [26] MA 35-B 58: Wohn- und Bürogebäude mit hölzernen Tragkonstruktionen, brandschutztechnische Anforderungen, Wien, 18.12.2000
- [27] Techniknovelle der Wiener Bauordnung, Wien, 15.12.2000
- [28] ÖSTERR. BUNDESFEUERWEHRVERBAND UND BRANDVERHÜTUNGSSTELLEN: Technische Richtlinien vorbeugende Brandschutz: Baulicher Brandschutz – Brandabschnittsbildungen TRVB B108, Ausgabe 1991
- [29] ENERGIE TIROL (1999): Wärmebrücken + Luft- und Winddichte.
- [30] WIMMER, R. et al (2001): Erfolgsfaktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen. Insbesondere Anhang B: Baustoffe und -produkte aus nachwachsenden Rohstoffen.
- [31] Holzforschung Austria (1999) Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, Wien
- [32] PROHOLZ AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich: Holzskelett- und Holzmassivbauweise, Wien 2002

12 Abbildungsverzeichnis

- 2 Grafik: AMBROZY Heinz G
- 3 Grafik: Raum&Kommunikation 2002 (Grundraster)
- 4 Grafik: Raum&Kommunikation 2002 (Erschliessung)
- 5 Grafik: Raum&Kommunikation 2002 (Installationen)
- 6 Grafik: Raum&Kommunikation 2002 (Teilbarkeit)
- 7 Grafik: Raum&Kommunikation 2002 (Belichtung/Grundriss)
- 8 Grafik: AMBROZY Heinz G
- 9 Grafik: AMBROZY Heinz G
- 10 Grafik: AMBROZY Heinz G
- 11 Grafik: AMBROZY Heinz G
- 12 Detail, Zeitschrift für Architektur und Baudetail, 2001/4 Seite 643
- 13 Detail, Zeitschrift für Architektur und Baudetail, 2001/4 Seite 643
- 14 Fellbach Schnitt: detail 2001/4, S. 658
- 15 Fellbach Grundriss 2OG: detail 2001/4, S. 659
- 16 Fellbach Schnitt2: detail 2001/4, S. 660 , detail 2001/4, S. 660
- 17 Kaiser Y., Hastings R. S., Niedrigenergie-Solarhäuser, Birkhäuser, Basel 1998 S.95 Verglasungspreise
- 18 Kerschberger A., Platzer W., Weidlich B., Transparente Wärmedämmung, Bauverlag Wiesbaden und Berlin 1998 S.13
- 19 Kerschberger A., Platzer W., Weidlich B., Transparente Wärmedämmung, Bauverlag Wiesbaden und Berlin 1998 S.11
- 20 Kerschberger A., Platzer W., Weidlich B., Transparente Wärmedämmung, Bauverlag Wiesbaden und Berlin 1998 S.12
- 21 Kaiser Y., Hastings R. S., Niedrigenergie-Solarhäuser, Birkhäuser, Basel 1998 S.93
- 22 Kaiser Y., Hastings R. S., Niedrigenergie-Solarhäuser, Birkhäuser, Basel 1998 S.105
- 23 ESA ENERGIE SYSTEME ASCHAUER Vertriebs GmbH, Linz, 5/98
- 24 ESA ENERGIE SYSTEME ASCHAUER Vertriebs GmbH, Linz, 5/98
- 25 ESA ENERGIE SYSTEME ASCHAUER Vertriebs GmbH, Linz, 5/98
- 26 ESA ENERGIE SYSTEME ASCHAUER Vertriebs GmbH, Linz, 5/98
- 27 Buch Delugan_Meissl, Birkhäuser 2002
- 28 Suva-Gebäude, Architekten Herzog & de Meuron
- 29 Buch Delugan_Meissl, Birkhäuser 2002
- 30 http://www.ubu.tu-cottbus.de/hss/diss/fak2/meyer_s/pdf/diss_meyer.pdf
- 31 Detail 4/96 Fassade, Fenster, Institut für internationale Architektur Dokumentation GmbH, München, 1996
- 32 <http://members.aon.at/jordan-solar/luftkollektor.htm>
- 33 http://www.ubu.tu-cottbus.de/hss/diss/fak2/meyer_s/pdf/diss_meyer.pdf
- 34 Beispiel Wimberggasse, Architekturbüro Delugan_Meissl
- 35 Humm O., Toggweiler P., Photovoltaik und Architektur, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1993
- 36 Humm O., Toggweiler P., Photovoltaik und Architektur, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1993
- 37 Humm O., Toggweiler P., Photovoltaik und Architektur, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1993
- 38 Humm O., Toggweiler P., Photovoltaik und Architektur, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1993
- 39 Humm O., Toggweiler P., Photovoltaik und Architektur, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1993
- 40 Humm O., Toggweiler P., Photovoltaik und Architektur, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1993
- 41 Humm O., Toggweiler P., Photovoltaik und Architektur, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1993
- 42 Humm O., Toggweiler P., Photovoltaik und Architektur, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1993
- 43 Humm O., Toggweiler P., Photovoltaik und Architektur, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1993
- 44 Beispiel Paltramplatz; Architekturbüro Delugan_Meissl
- 45 Zeitschrift Architektur 2/2002, Fassaden
- 46 Beispiel Absam, Architekturbüro Delugan_Meissl
- 47 Zeitschrift Detail 7/1998, Typologie mehrschaliger Gebäudehüllen aus Glas
- 48 Schnitt Galaxy, Architekturbüro Delugan_Meissl
- 49 Buch Delugan_Meissl, Birkhäuser 2002
- 50 Grafik: AMBROZY Heinz G
- 51 BUND DT. ZIMMERMEISTER: *Holzrahmenbau mehrgeschossig*, Verlag vbz Karlsruhe und ZtV Neu-Isenburg, 1996, S. 105, Abb. 6.15.02
- 52 SALZER Robert: *Chance Holz*, 1. Kremser Holzsymposium & Workshop 19.-20. Juni 98

-
- ⁵³ WELLER Konrad: *Industrielles Bauen 2: Industrielle Fertigung und Anwendung von Montagebauweisen aus Stahlbeton, Stahl, Holz und Entwicklung zum umweltbewussten Bauen*, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, S. 146, Abb. 3.3.1
- ⁵⁴ WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: *Holzsysteme im Wohnungsbau*, Stuttgart 1995, S. 125, Abb. 43
- ⁵⁵ LANGTHALLER Maria: *Holzbau in Neuseeland, ein Vergleich zu Österreich*, Diplomarbeit TU Wien, 1996, S.147
- ⁵⁶ KRAPMEIER, DRÖSSLER: *Cepheus, Wohnkomfort ohne Heizung*, Springer Verlag Wien, 2001, S. 137
- ⁵⁷ SALZER Robert: *Chance Holz*, 1. Kremser Holzsymposium & Workshop 19.-20. Juni 98
- ⁵⁸ PROHOLZ AUSTRIA: *Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, Holzskelett- und Holzmassivbauweise*, Wien, Februar 2002, S. 80, Abb. 3-121
- ⁵⁹ Werbematerial Fa. Kaufmann, Reuthe, www.kaufmann-holz.at
- ⁶⁰ Werbematerial Fa. Kaufmann, Reuthe, www.kaufmann-holz.at
- ⁶¹ Werbematerial Fa. Kaufmann, Reuthe, www.kaufmann-holz.at
- ⁶² HOLLINSKY, Dr. Karlheinz: *Mehrgeschossiger Wohnbau in Holzbauweise*, PROHOLZ AUSTRIA, Wien 1998, S.47
- ⁶³ PROHOLZ AUSTRIA: *Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, Holzskelett- und Holzmassivbauweise*, Wien, Februar 2002, S.38f
- ⁶⁴ PROHOLZ AUSTRIA: *Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, Holzskelett- und Holzmassivbauweise*, Wien, Februar 2002, S.38f
- ⁶⁵ Werbematerial Fa. Kaufmann, Reuthe, www.kaufmann-holz.at
- ⁶⁶ Werbematerial Fa. LignoTherm, Kraig, E-mail: office@lignotrend.kraig.at
- ⁶⁷ Grafik: AMBROZY Heinz G
- ⁶⁸ Werbematerial Fa. Longin
- ⁶⁹ Werbematerial Fa. KLH, Katsch/Mur, www.klh.at
- ⁷⁰ Werbematerial Fa. Santner Holz, Unternberg, E-mail: santner@ping.at
- ⁷¹ Werbematerial Fa. Ing. Erwin Thoma, Goldegg, www.thoma.at
- ⁷² Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁷³ Systemdetail Katalog Fa. Isorast
- ⁷⁴ Dokumentationsband CEPHEUS, ISBN 3-211-83271-3
- ⁷⁵ Energie Tirol, ISBN 3-00-005020-5, Abb. 11b
- ⁷⁶ Energie Tirol, ISBN 3-00-005020-5, Abb. 9
- ⁷⁷ Systemdetail Katalog Fa. Isorast
- ⁷⁸ Energie Tirol, ISBN 3-00-005020-5, Abb. 44
- ⁷⁹ Dokumentationsband CEPHEUS, ISBN 3-211-83271-3, Seite 41
- ⁸⁰ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁸¹ Energie Tirol, ISBN 3-00-005020-5, Abb. 44
- ⁸² Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁸³ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁸⁴ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁸⁵ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁸⁶ Energie Tirol, ISBN 3-00-005020-5, Abb. 44
- ⁸⁷ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁸⁸ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁸⁹ Dokumentationsband CEPHEUS, ISBN 3-211-83271-3, Seite 106
- ⁹⁰ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁹¹ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁹² Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁹³ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁹⁴ Fa. Austrotherm; www.austrotherm.com - Prospekt :Flachdach.pdf 2007
- ⁹⁵ Dokumentationsband CEPHEUS, ISBN 3-211-83271-3, Seite 92
- ⁹⁶ Dokumentationsband CEPHEUS, ISBN 3-211-83271-3, Seite 92
- ⁹⁷ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ⁹⁸ Dokumentationsband CEPHEUS, ISBN 3-211-83271-3, Seite 42
- ⁹⁹ Graphik Architekturbüro Fritz Waclawek
- ¹⁰⁰ Dokumentationsband CEPHEUS, ISBN 3-211-83271-3, Seite 56
- ¹⁰¹ Dokumentationsband CEPHEUS, ISBN 3-211-83271-3, Seite 116
- ¹⁰² BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: *Holzrahmenbau mehrgeschossig*, Vbz und ZtV Karlsruhe 1996, S.21
- ¹⁰³ *Detail Zeitschrift für Architektur und Baudetail*, Ausgabe 1997/1, Institut für Internationale Architektur-dokumentation GmbH, München, 1997, S. 49

-
- ¹⁰⁴ HOLLINSKY, Dr. Karlheinz: Mehrgeschossiger Wohnbau in Holzbauweise, PROHOLZ Austria, Wien, 1998, S. 30, Abb. 55
- ¹⁰⁵ Grafik: AMBROZY Heinz G
- ¹⁰⁶ PEHERSTORFER, Ing. Helmut, Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, proHOLZ Austria, Version 01/99, Abb. C2/10
- ¹⁰⁷ WATANABE, Sakura: Japanischer Holzbau der Gegenwart unter besonderer Berücksichtigung von Vorfabrikation im ein- bis dreistöckigen Wohnbau, Diplomarbeit am Institut für Tragwerkslehre TU Wien, 1996
- ¹⁰⁸ Grafik: AMBROZY Heinz G
- ¹⁰⁹ Grafik: AMBROZY Heinz G
- ¹¹⁰ DEIMLING Christian: Brandschutz bei Gebäuden, Vergleich von Brandschutzpraxis und Brandschutzkriterien in Europa aus Sicht der Holzverwendung, Diplomarbeit Institut für Tragwerkslehre TU Wien, 1998, S.134
- ¹¹¹ DEIMLING Christian: Brandschutz bei Gebäuden, Vergleich von Brandschutzpraxis und Brandschutzkriterien in Europa aus Sicht der Holzverwendung, Diplomarbeit Institut für Tragwerkslehre TU Wien, 1998, S.137
- ¹¹² WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: *Holzsysteme im Wohnungsbau*, Süddeutscher Zeitungsdiens Aalen, Stuttgart, 1995, S.64
- ¹¹³ WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: *Holzsysteme im Wohnungsbau*, Süddeutscher Zeitungsdiens Aalen, Stuttgart, 1995, S.64
- ¹¹⁴ : WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: *Holzsysteme im Wohnungsbau*, Süddeutscher Zeitungsdiens Aalen, Stuttgart, 1995, S.65
- ¹¹⁵ : WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: *Holzsysteme im Wohnungsbau*, Süddeutscher Zeitungsdiens Aalen, Stuttgart, 1995, S.65
- ¹¹⁶ HOLLINSKY Dr. Karlheinz: *Mehrgeschossiger Wohnbau in Holzbauweise*, PROHOLZ Austria, Wien, 1998, S. 73
- ¹¹⁷ HOLLINSKY Dr. Karlheinz: *Mehrgeschossiger Wohnbau in Holzbauweise*, PROHOLZ Austria, Wien, 1998, S. 71
- ¹¹⁸ PROHOLZ Austria: *Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich*, Wien 1/99, S. D/27
- ¹¹⁹ HOLLINSKY Dr. Karlheinz: *Mehrgeschossiger Wohnbau in Holzbauweise*, PROHOLZ Austria, Wien, 1998, S. 72
- ¹²⁰ PROHOLZ Austria: *Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich*, Wien 1/99, S. D/28
- ¹²¹ proHolz AUSTRIA: *Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Rahmenbauweise*, Wien, Version 01/99; S. C4/10, Abb. C4/5
- ¹²² proHolz AUSTRIA: *Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich: Holzskelett- und Holzmassivbauweise*, Wien, 2002, S.130, Abb. 4.52
- ¹²³ proHolz AUSTRIA: *Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Rahmenbauweise*, Wien, Version 01/99; S. C4/30, Abb. C4/24
- ¹²⁴ proHolz AUSTRIA: *Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Rahmenbauweise*, Wien, Version 01/99, S. C4/31, Abb. C4/25
- 125 Broschüre Firma IsoCotton
- 126 Broschüre Firma IsoFloc
- 127 Broschüre Firma IsoFloc
- 128 Vorlesungsskript Bauhaus-Universität Weimar
- 129 Fa. Okalux: www.okalux.de
- 130 Vorlesungsskript Bauhaus-Universität Weimar
- 131 Vorlesungsskript Bauhaus-Universität Weimar
- 132 Vorlesungsskript Bauhaus-Universität Weimar
- 133 Vorlesungsskript Bauhaus-Universität Weimar
- 134 Vorlesungsskript Bauhaus-Universität Weimar
- 135 Vorlesungsskript Bauhaus-Universität Weimar
- 136 Vorlesungsskript Bauhaus-Universität Weimar