

# S-House

Innovative Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen am  
Beispiel eines Büro- und Ausstellungsgebäudes

R. Wimmer, H. Hohensinner, M. Drack, C. Kunze

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**2/2005**

## **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  
Nedergasse 23, 1190 Wien  
Email: versand@projektfabrik.at

# S-HOUSE

Innovative Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen am Beispiel  
eines Büro- und Ausstellungsgebäudes

Autoren:  
Robert Wimmer  
Hannes Hohensinner  
Manfred Drack  
Christine Kunze

Wien, 2004

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 im Rahmen der Programmlinie *Haus der Zukunft* beauftragten Projekts. Dieses mehrjährige Forschungs- und Technologieprogramm wurde 1999 als im Rahmen des F&E Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften* vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet.

Das strategische Anliegen der Programmlinie *Haus der Zukunft* ist es, wichtige Fragestellungen in Forschung und Entwicklung zu thematisieren und die daraus resultierenden Ergebnisse in neuen und umfassenden Demonstrationsprojekten zur Anwendung kommen zu lassen. Damit werden für die Planung und Realisierung von neuen und sanierten Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizienten Bauens und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

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 Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung liegt die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse über unseren Erwartungen und führt 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 auch in der Schriftenreihe "Nachhaltig Wirtschaften konkret" publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderzukunft.at/> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

Mag. Elisabeth Huchler

Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>KURZFASSUNG.....</b>	<b>5</b>
1.1	MOTIVATION.....	5
1.2	BEABSICHTIGTE ZIELE.....	5
1.2.1	<i>Ressourceneffizienz: Das Faktor 10 – Haus.....</i>	<i>5</i>
1.2.2	<i>Definition nachhaltig Bauen .....</i>	<i>6</i>
1.2.3	<i>Verbreitung der NAWAROs im Bauwesen.....</i>	<i>6</i>
1.2.4	<i>„End of Life Konzept“ für die Rückbauphase .....</i>	<i>6</i>
1.3	INHALT UND ERGEBNISSE .....	6
1.3.1	<i>Planung des Demonstrationsgebäudes .....</i>	<i>6</i>
1.3.2	<i>Internationale Analyse von Demonstrationsvorhaben.....</i>	<i>7</i>
1.3.3	<i>Entwicklung innovativer Komponenten und Konstruktionen .....</i>	<i>7</i>
1.3.4	<i>Finanzierung und Baubewilligung:.....</i>	<i>8</i>
1.3.5	<i>Informationszentrum mit Dauerausstellung für nachwachsende Rohstoffe.....</i>	<i>8</i>
1.3.6	<i>Messkonzept zur Überprüfung der Langzeitfunktionalität von innovativen Konstruktionen .....</i>	<i>8</i>
1.4	SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	9
<b>2</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>10</b>
2.1	MOTIVATION.....	10
2.2	PROJECT GOALS.....	10
2.2.1	<i>Resource Efficiency: The factor 10 – house .....</i>	<i>10</i>
2.2.2	<i>Defining sustainable construction .....</i>	<i>11</i>
2.2.3	<i>Dissemination of NAWAROs in the building sector.....</i>	<i>11</i>
2.2.4	<i>End of life concept .....</i>	<i>11</i>
2.3	CONTENT AND RESULTS .....	11
2.3.1	<i>Planning of the demonstration building.....</i>	<i>11</i>
2.3.2	<i>International analysis of demonstration projects.....</i>	<i>11</i>
2.3.3	<i>Development of innovative components and constructions .....</i>	<i>12</i>
2.3.4	<i>Financing and building permit.....</i>	<i>13</i>
2.3.5	<i>Information centre and permanent exhibition for renewable resources.....</i>	<i>13</i>
2.3.6	<i>Measuring concept for examination of the long-term functionality of innovative constructions.....</i>	<i>13</i>
2.4	CONCLUSIONS.....	13
<b>3</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>VERWENDETE METHODE UND DATEN.....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>EINBINDUNG DER ERGEBNISSE AUS DEN GRUNDLAGENSTUDIEN - BAUÖKOLOGISCHER EINSATZ DER KOMPONENTEN AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>DETAILPLANUNG .....</b>	<b>23</b>
6.1	TREEPLAST KONSTRUKTIONSELEMENT .....	23
6.1.1	<i>Anforderungen.....</i>	<i>23</i>
6.1.2	<i>Ausführung des Prototypen .....</i>	<i>23</i>
6.1.3	<i>Herstellung.....</i>	<i>24</i>

6.2	MEMBRANDACH.....	25
6.2.1	<i>Methode: Nutzwertanalyse</i> .....	25
6.2.2	<i>Ergebnisse</i> .....	26
6.3	PASSIVHAUSTAUGLICHE STROHBALLEN-HOLZ GEBÄUDEHÜLLE.....	28
6.3.1	<i>Konstruktionsvarianten</i> .....	28
6.4	HAUSTECHNIK .....	32
6.4.1	<i>Zielsetzung</i> .....	32
6.4.2	<i>Elektrotechnisches Konzept</i> :.....	32
6.4.3	<i>Wärme- und Belüftungskonzept</i> .....	32
6.4.4	<i>Biomasse-Speicherofen</i> .....	37
6.4.5	<i>Innovationen hinsichtlich der Haustechnik:</i> .....	39
6.5	PASSIVHAUSBERECHNUNG .....	40
6.6	BERECHNUNG DER SOMMERTAUGLICHKEIT .....	41
6.7	MESSKONZEPT ZUM NACHWEIS DER LANGZEITFUNKTIONALITÄT.....	45
6.7.1	<i>Darstellung und Verbreitung der Messdaten</i> .....	46
<b>7</b>	<b>TECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN DER SCHALLDÄMM-EIGENSCHAFTEN VON STROHBALLENWANDAUFBAUTEN .....</b>	<b>47</b>
7.1	ERGEBNISSE DER SCHALLSCHUTZPRÜFUNG.....	48
<b>8</b>	<b>INTERNATIONALE ANALYSE VON DEMONSTRATIONSGEBÄUDEN .....</b>	<b>52</b>
8.1	SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	54
<b>9</b>	<b>STROHBAU-EXPERTISE AUS DEN USA .....</b>	<b>55</b>
9.1	AKTUELLSTE ARCHITEKTONISCHE ENTWICKLUNGEN DES STROHBALLENBAUS IN DEN USA.....	55
<b>10</b>	<b>REALISIERUNG DES INNOVATIVEN BAUKONZEPTS .....</b>	<b>60</b>
10.1	FINANZIERUNG .....	60
10.2	BAUGENEHMIGUNG .....	60
10.3	GRUNDSTÜCKSEIGENTÜMER.....	60
<b>11</b>	<b>NUTZUNGSKONZEPT .....</b>	<b>61</b>
11.1	RAUMKONZEPT.....	61
11.2	NICHT-KOMMERZIELLE NUTZUNG .....	61
11.3	ZIELGRUPPEN DER AUSSTELLUNG SOWIE DES VERANSTALTUNGSPROGRAMMS ..	62
11.4	AUSSTELLUNGSKONZEPT .....	62
11.4.1	<i>Basisausstellung</i> .....	62
11.4.2	<i>Form der Präsentation</i> .....	62
11.4.3	<i>Struktur der Ausstellung</i> .....	66
11.5	VERANSTALTUNGSKONZEPT (DISSEMINATION DER ERGEBNISSE).....	67
11.5.1	<i>Akteursgruppen und Kooperationspartner:</i> .....	67
11.6	MESSKONZEPT:.....	69
11.7	UMSETZUNG .....	70
<b>12</b>	<b>DURCHGEFÜHRTE DISSEMINATIONMAßNAHMEN UND BEGLEITENDE ÖFFENTLICHKEITSARBEIT .....</b>	<b>71</b>
12.1	VERANSTALTUNGEN.....	71
12.2	PRESSEARBEIT.....	72
<b>13</b>	<b>ERGEBNISÜBERSICHT.....</b>	<b>75</b>

<b>14</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK .....</b>	<b>79</b>
<b>15</b>	<b>VERZEICHNISSE .....</b>	<b>80</b>
15.1	LITERATUR.....	80
15.2	ABBILDUNGEN .....	82
15.3	DOKUMENTE .....	82
15.4	GRAFIKEN.....	82
15.5	TABELLEN.....	83
<b>16</b>	<b>ANHÄNGE .....</b>	<b>84</b>
16.1	TREEPLAST SCHRAUBE .....	84
16.1.1	<i>Anforderungen .....</i>	<i>84</i>
16.1.2	<i>Ausführung des Prototypen .....</i>	<i>85</i>
16.1.3	<i>Tests unterschiedlicher Gewindegeometrien .....</i>	<i>86</i>
16.1.4	<i>Praktische Tests mit Abgüssen.....</i>	<i>87</i>
16.1.5	<i>Bionische Optimierung.....</i>	<i>87</i>
16.1.6	<i>Hohler Schraubenkopf .....</i>	<i>89</i>
16.1.7	<i>Herstellung.....</i>	<i>89</i>
16.2	MEMBRANDACH.....	90
16.2.1	<i>Ergebnisse.....</i>	<i>93</i>
16.2.2	<i>Schlussfolgerungen .....</i>	<i>94</i>
16.3	PASSIVHAUSTAUGLICHE STROHBALLEN-HOLZ GEBÄUDEHÜLLE.....	95
16.4	EINREICHPLÄNE.....	100
16.5	PASSIVHAUSBERECHNUNG .....	110
16.5.1	<i>Objektdaten.....</i>	<i>111</i>
16.5.2	<i>Flächenzusammenstellung .....</i>	<i>111</i>
16.5.3	<i>Klimadaten.....</i>	<i>112</i>
16.5.4	<i>Heizwärme.....</i>	<i>113</i>
16.5.5	<i>Heizlastberechnung .....</i>	<i>114</i>
16.5.6	<i>En EV HW.....</i>	<i>117</i>
16.5.7	<i>EB Ausweis.....</i>	<i>119</i>
16.5.8	<i>Reduktionsfaktoren gegen Erdreich.....</i>	<i>120</i>
16.5.9	<i>Fenster.....</i>	<i>121</i>
16.5.10	<i>Verschattung .....</i>	<i>122</i>
16.5.11	<i>Sommerklima .....</i>	<i>123</i>
16.5.12	<i>Verschattungsfaktoren Sommer .....</i>	<i>124</i>
16.5.13	<i>Lüftung .....</i>	<i>125</i>
16.5.14	<i>Wärmeverteilung und Warmwassersystem .....</i>	<i>126</i>
16.5.15	<i>Solare Warmwasserbereitung .....</i>	<i>127</i>
16.5.16	<i>Stromverbrauch.....</i>	<i>127</i>
16.5.17	<i>Hilfsstromverbrauch .....</i>	<i>128</i>
16.5.18	<i>Interne Wärmegewinne .....</i>	<i>129</i>
16.5.19	<i>Monatsverfahren .....</i>	<i>130</i>
16.6	SCHALLSCHUTZTESTS.....	132
16.7	DISSEMINATION: .....	146
16.7.1	<i>Veranstaltungen.....</i>	<i>146</i>
16.7.2	<i>Pressespiegel .....</i>	<i>147</i>
16.7.3	<i>Dissemination: Reichweite und Auflage der Medien .....</i>	<i>150</i>
16.8	INTERNATIONALE ANALYSE VON DEMONSTRATIONSGEBÄUDEN .....	151
16.8.1	<i>„PRISMA - Ökologischer Wohn- und Gewerbehof“ .....</i>	<i>151</i>

16.8.2	„Fortbildungsakademie Herne und Stadtteilzentrum Herne - Solingen“	153
16.8.3	„ExpoDach“	155
16.8.4	„Paper architecture“	156
16.8.5	„ZERI – Expo-Pavillon“	158
16.8.6	„Siedlung Looren“	159
16.8.7	„Gewerbehaus Josias Gasser Baumaterialien AG“	160
16.8.8	„Eco Office, Bunnik“	162
16.8.9	„Kleine Kernen, Appingedam“	163
16.8.10	„Das ABK Haus“	164
16.8.11	„Van Hall Instituut“	165
16.8.12	„Rijkswaterstaat“	166
16.8.13	„Gemeentelijke Gezondheidsdienst (GDD) Rivierenland“	167
16.8.14	„De Enk“	168
16.8.15	„De Bongerd“	169
16.8.16	„Kamomilla – Ecological kindergarten construction“	170
16.8.17	„Kulturzentrum in Noumea, Neu-Kaledonien“	171
16.8.18	„Riseley Home“	173
16.8.19	„Chesapeake Bay Foundation Headquarters“	174

# 1 KURZFASSUNG

## 1.1 Motivation

Der Baubereich ist jener Wirtschaftssektor mit den größten Massenflüssen und einem überaus hohen Energieverbrauch für Herstellung und Transport von Bauprodukten und Konstruktionen. Außerdem besteht eine quantitative und qualitative Baurestmassenproblematik, die sowohl für Umweltbelastung als auch steigende Entsorgungskosten verantwortlich ist. Die Ergebnisse von Vorstudien, u.a. der *Haus der Zukunft* Studie „Erfolgsfaktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen“ (GrAT, 2001) haben ergeben, dass neben besserer Wärmedämmung vor allem der verstärkte Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen (NAWAROs) einen vielversprechenden Lösungsansatz für diese Probleme darstellt. Die Herausforderung für dieses Projekt bestand in der Aufgabe, beides – den hohen Energiestandard der Passivhaustechnologie mit dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen – zu verbinden und damit sowohl die Vorteile der Passivhaustechnologie als auch jene der Baustoffe aus NAWAROs zu nutzen.

## 1.2 Beabsichtigte Ziele

Mit dem S-HOUSE wird nachhaltiges Bauen demonstriert. Dabei werden folgende zentrale Ziele verfolgt:

- Hohe Funktionalität und Qualität
- Minimierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs
- Verwendung regionaler Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen
- Planung nach dem Vorsorgeprinzip (z.B. durch Einsatz ungefährlicher und ungiftiger Baumaterialien)
- Baubiologisch einwandfreie Ausführung für ein gesundes Raumklima
- Leichte Trennbarkeit der Baustoffe in der Rückbauphase und die Weiter- bzw. Wiederverwendung der Baustoffe
- Wirtschaftlichkeit nachhaltigen Bauens: Bereits in der Planung wird der ganze Lebenszyklus des Gebäudes (Errichtung, Nutzung und Rückbau) berücksichtigt, und die negativen Auswirkungen auf die Mitwelt minimiert
- Verbreitung nachhaltiger Bautechnologien auf Basis nachwachsender Rohstoffe

### 1.2.1 Ressourceneffizienz: Das Faktor 10 – Haus

Mit dem S-HOUSE wird das „Faktor 10“-Konzept im Baubereich umgesetzt und den Kriterien nachhaltigen Bauens entsprochen. Die Reduktion des Energieverbrauchs auf ein Zehntel im Vergleich zum heutigen Stand der Technik wird durch den Einsatz der Passivhaustechnologie erreicht. Durch die Verwendung nachwachsender Rohstoffe und die Minimierung fossiler und mineralischer Materialien verringert sich der Ressourcenverbrauch ebenfalls beträchtlich. Der Vergleich einer Strohwandkonstruktion mit einem konventionellen Wandaufbau hat gezeigt, dass die Strohwand in allen Berechnungskriterien um den Faktor 10 besser abschneidet. Durch die Verwendung von Stroh als Baustoff können somit die negativen Auswirkungen auf die Umwelt wesentlich verringert werden. Diese Erkenntnisse

gelten in ähnlichem Umfang auch für viele andere Produkte aus regional verfügbaren nachwachsenden Rohstoffen. Während die Herstellung der Strohwand einen ökologischen Fußabdruck von nur 2364 ( $\text{m}^2\text{a}/\text{m}^2$  Wand) verursacht, verbraucht der vergleichbare konventionelle Wandaufbau mit 24915 ( $\text{m}^2\text{a}/\text{m}^2$  Wand) mehr als 10 Mal soviel natürliche Flächen<sup>1</sup>.

### 1.2.2 Definition nachhaltig Bauen

Das Gebäude und seine Baukomponenten entsprechen optimal den gegenwärtigen Bedürfnissen der Nutzer, ohne künftigen Generationen Probleme zu hinterlassen. Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind hierbei eine wesentliche Grundlage für nachhaltiges Bauen.

### 1.2.3 Verbreitung der NAWAROs im Bauwesen

Nachwachsende Rohstoffe spielen bei der notwendigen Umstellung unseres Wirtschaftssystems im Rahmen nachhaltiger Entwicklung eine zentrale Rolle. Gerade im Bauwesen gibt es zum einen eine Vielzahl an funktionalen Lösungen auf Basis nachwachsender Rohstoffe und zum anderen ein hohes Verbreitungspotenzial aufgrund der enormen Massenflüsse.

Die Verbreitung durch die Bereitstellung umfassender Informationen zur vielseitigen Produktpalette von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen und deren richtigen Anwendung ist ein zentrales Ziel dieses Projektes.

### 1.2.4 „End of Life Konzept“ für die Rückbauphase

Im Sinne einer vorsorgenden Wirtschaftsweise werden in der Planungsphase des Gebäudes die Kriterien für einen einfachen Rückbau und eine optimale Wieder- und Weiterverwendbarkeit miteinbezogen. Diese Vorgangsweise soll als Vorbild für zukünftige Planungen dienen.

## 1.3 Inhalt und Ergebnisse

### 1.3.1 Planung des Demonstrationsgebäudes

Modernes Design und der Einsatz nachwachsender Rohstoffe können optimal kombiniert werden und erfüllen so die Anforderungen an eine zeitgemäße und zukunftsfähige Architektur. Das S-House verbindet moderne Architektur mit den Grundsätzen des Solaren Bauens, sowie dem Einsatz von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Der Planungsprozess wurde unter Miteinbeziehung aller beteiligten Partnerfirmen durchgeführt. Gemeinsam wurden die Lösungsmöglichkeiten erarbeitet, nach ökologischen und funktionalen Kriterien bewertet (teilweise unter Miteinbeziehung externer Experten) und die jeweils beste Variante zur Realisierung ausgewählt.

---

<sup>1</sup> Berechnet nach der Methode SPI, Sustainable Process Index

### 1.3.2 Internationale Analyse von Demonstrationsvorhaben

Um den Stand der Technik zu erheben, wurde eine Analyse hinsichtlich der wichtigsten Kriterien nachhaltiger Bauweisen (mit Augenmerk auf energetische und materialtechnische Daten) an einer Reihe von internationalen ökologischen Demonstrationsgebäuden durchgeführt.

Auffallend bei den untersuchten Gebäuden ist die Tatsache, dass der energetische Aspekt immer im Vordergrund steht und die Frage der Materialwahl bei vielen Beispielen relativ wenig Beachtung findet. Obwohl die Palette von Demonstrationsobjekten sehr vielfältig ist, wurde eine konsequente Umsetzung der Passivhaustechnologie ausschließlich mit Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (wie im S-HOUSE geplant) bislang nicht realisiert.

### 1.3.3 Entwicklung innovativer Komponenten und Konstruktionen

#### 1.3.3.1 Verbindung von Passivhaustechnologie und innovativen Konstruktionen – Strohballenbau

Im Rahmen der „Haus der Zukunft“ Studie „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“ konnten die guten bauphysikalischen Eigenschaften des Baustoffs Stroh nachgewiesen werden. Die hohe Wärmedämmwirkung ermöglicht die Realisierung der Passivhaustechnologie. So werden mit dem S-HOUSE die Zielsetzungen modernen und ökologischen Bauens bei gleichzeitiger Minimierung des Ressourcenverbrauches erfüllt.

Wärmebrückenfreiheit und Luftdichtheit der Gebäudehülle sind wesentliche Voraussetzungen für die Erreichung des Passivhausstandards. Mit den erarbeiteten konstruktiven Lösungen, die diese Anforderungen erfüllen, wurde großer Wert auf den weitgehenden Einsatz nachwachsender Rohstoffe, leichte Weiterverwendbarkeit und Rezyklierbarkeit, sowie auf die Vermeidung von metallischen Komponenten und fossilen Kunststoffen gelegt. Die Konstruktionen sind nach bauphysikalischen Kriterien optimiert, bieten Sicherheit und hohen Benutzerkomfort.

#### 1.3.3.2 Befestigungselement aus Biokunststoff

Mit dieser speziell für das S-HOUSE entwickelten Strohschraube wird eine direkte Befestigungsmöglichkeit im Strohballen geschaffen. Damit können sowohl Außenfassaden wärmebrückenfrei montiert, als auch im Innenbereich nachträgliche Befestigungsmöglichkeiten in der Strohballenwand realisiert werden.

Durch das nach bionischen Kriterien entwickelte Schraubendesign wird mit minimiertem Materialverbrauch eine maximale mechanische Festigkeit erzielt. Die Verwendung von Biokunststoff erlaubt einen problemlosen Rückbau und die Rückführung in den biologischen Kreislauf.

#### 1.3.3.3 Durchführung von Schallschutztests

Die Ergebnisse des für den S-HOUSE Wandaufbau durchgeführten Schallschutztests zeigen, dass die vorgesehenen Wandaufbauten mit 53 dB bzw. 55 dB die von der Norm vorgeschriebenen Werte übertreffen und einen ausgezeichneten Schallschutz bieten.

#### 1.3.3.4 Haustechnik

Die Haustechnik wurde nach den Kriterien: Minimierung der Leitungslängen, Verwendung nachwachsender Rohstoffe, maximale Rezyklierbarkeit, einfache

technische Lösungen bei ansprechendem Design sowie hohen Nutzerkomfort entwickelt und besteht aus den Komponenten: Wärme- und Luftverteilungssystem, Beleuchtung und Elektrik.

Als Wärmetransportmedium für die kontrollierte Be- und Entlüftung dient Luft, die über Kanäle aus Holz transportiert wird. Für die Abdeckung der Heizlastspitzen wird ein Biomasse-Speicherofen in das Wärme- und Luftverteilungssystem integriert. Mit einer einfachen Steuer- und Regelungstechnik können die komplexen Zusammenhänge zwischen Außentemperatur, Sonneneinstrahlung, interne Lasten (Nutzerfrequenz) und Abbrandverhalten des Ofens geregelt werden.

Die Warmwasserbereitung erfolgt über Vakuumkollektoren. Durch eine Backbone-Versorgungsleitung werden sehr kurze Leitungswege im Zwischendeckenbereich für die elektrische Stromversorgung und die Beleuchtung erzielt. Für den effizienten Betrieb des Beleuchtungssystems sorgt eine tageslichtgesteuerte Regelung.

#### **1.3.4 Finanzierung und Baubewilligung:**

Die behördlichen und administrativen Vorarbeiten sowie die Finanzierung des Projektes stellen eine wesentliche Grundlage für dessen zufriedenstellende Umsetzung und Erreichung der angestrebten Ziele dar. Die Baubewilligung wurde 2003 ausgestellt. Damit sind alle behördlichen Vorarbeiten abgeschlossen.

Die Finanzierung erfolgt über Mittel aus dem EU LIFE-Umwelt Programm, des Bmvit im Rahmen von *Haus der Zukunft* durch das Land Niederösterreich und durch Eigenleistungsbeiträge der beteiligten Projektpartner.

#### **1.3.5 Informationszentrum mit Dauerausstellung für nachwachsende Rohstoffe**

Das S-HOUSE wird als Zentrum für nachwachsende Rohstoffe und nachhaltige Technologien fungieren.

Am Gebäude selbst wird die Funktionalität von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen demonstriert. Neben den Strohballenwänden werden auch Wandaufbauten mit anderen Dämmstoffen (z.B. Hanf, Flachs, Schafwolle, Zellulose) eingebaut. Es werden unterschiedliche ökologische Oberflächenmaterialien (z.B. Putze, Holzverschalungen, Textilien) gezeigt und verschiedene natürliche Oberflächenbehandlungsmittel (Lacke, Wachse, Lasuren) angewandt. In Form einer Dauerausstellung werden die für das S-HOUSE entwickelten Komponenten und Konstruktionen präsentiert. Außerdem wird der Weg vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt anschaulich dargestellt und die Vielfältigkeit der Anwendungsmöglichkeiten von biogenen Baustoffen vermittelt. So können traditionelles Wissen und neueste Entwicklungen auf diesem Gebiet einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

#### **1.3.6 Messkonzept zur Überprüfung der Langzeitfunktionalität von innovativen Konstruktionen**

Die Palette an Baumaterialien und –produkten aus nachwachsenden Rohstoffen ist groß. Bereits mehr als 300 der wichtigsten Produkte befinden sich in der Internetplattform [www.nawaro.com](http://www.nawaro.com), die im Rahmen eines Haus der Zukunft Projekts in erstellt wurde. Die Produkte sind nach verschiedenen Baustoffgruppen (Dämmstoffe, Oberflächenvergrüung, Wand/Decke/ Dach, Raumtextilien, Montagehilfsmittel,

Fenster/Türen,...) geordnet und werden hinsichtlich ihrer technischen und ökologischen Eigenschaften charakterisiert. Im S-HOUSE werden ausgewählte Bauprodukte nicht nur präsentiert, sondern deren technische Funktion auch laufend überwacht. Das dafür vorgesehene Messkonzept umfasst die Messung und Dokumentation der wichtigsten bauphysikalischen und raumklimatischen Parameter. Damit werden die im Labor ermittelten und errechneten Werte der Gebäudekonstruktion in der Praxis verifiziert. Die Messergebnisse werden ausgewertet und sind in der Ausstellung beziehungsweise über das Internet abrufbar.

#### **1.4 Schlussfolgerungen**

Mit der Realisierung des S-HOUSE Demonstrationsgebäudes wird ein Vorbild für moderne Büro- aber auch Wohngebäude geschaffen. Das Informationszentrum zeigt die Vereinbarkeit von traditionellen Baustoffen mit moderner Architektur und innovativen Konstruktionen.

Ein umfangreiches Messkonzept liefert realistische und genaue Daten über die verwendeten Konstruktionen, die eine wichtige Grundlage für die weitere Optimierung und Verbreitung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen darstellen. Mit der Ausstellung wird allen Akteursgruppen sowie interessierten Privatpersonen ein Zugang zu den erarbeiteten Lösungen ermöglicht.

## 2 SUMMARY

### 2.1 Motivation

The construction domain is the economical sector with the largest material flow and an extremely high energy consumption for production and transport of constructions and components. Furthermore one has to deal with quantitative and qualitative residual mass difficulties which are responsible both for ecological damage and rising costs for disposal.

Results of preliminary studies, e.g. the “*Haus der Zukunft*” study “Success factors for the use of renewable resources” (GrAT, 2001) have shown that beneath an improved thermal insulation mainly the amplified use of renewable resources (NAWAROs) presents a promising solution to these problems.

The challenge of this project consisted in combining the high energy standard of passive house technology with the use of renewable resources and herewith to benefit both from the advantages of passive house technology and from the construction material made of NAWAROs.

### 2.2 Project goals

The S-HOUSE demonstrates sustainable building. Hereby the following goals are crucial.

- High functionality and quality
- Minimised consumption of energy and resources
- Use of regional building materials made of renewable resources
- Sustainable planning (e.g. by use of innocuous and nontoxic building materials)
- Environmentally sound solutions for a healthy room climate
- Easy separation of building materials during deconstruction and plans for recycling and reuse
- Economic efficiency of sustainable construction: during planning already the whole life cycle of the building (construction, use, removal deconstruction) is taken into account and the negative impact on the environment is minimised.
- Dissemination of sustainable building technologies based on renewable resources

#### 2.2.1 Resource Efficiency: The factor 10 – house

The construction of the S-HOUSE realises the “Factor 10” concept in the building sector and respects the criteria of sustainable construction. An energy consumption reduced to a tenth part of the state-of-the-art is achieved by using passive house technology. Additionally the use of renewable resources and minimisation of fossil and mineral materials reduces the consumption of resources considerably. The comparison of a straw-wall construction with a conventional wall construction has shown that the straw-wall has improved values up to factor 10. Therefore the use of straw for construction can minimise considerably the negative environmental consequences. This awareness is valid to the same extent for many other products made of locally available renewable resources. While the construction of a straw-wall causes an ecological footprint of only 2364 ( $\text{m}^2\text{a}/\text{m}^2$  wall), a comparable conventional wall construction consumes an area 10 times larger with 24915 ( $\text{m}^2\text{a}/\text{m}^2$  wall).

### **2.2.2 Defining sustainable construction**

The building and its construction components correspond ideally to the present needs of the occupants without causing problems for future generations. Building materials made of renewable resources are a substantial basis for sustainable construction.

### **2.2.3 Dissemination of NAWAROs in the building sector**

Renewable resources play an important role in the shift of our economic system towards sustainable development. Particularly in the building sector there is a multitude of functional solutions based on renewable resources on one hand and a high dissemination potential due to the enormous material flow on the other hand. Central aim is the dissemination by offering extensive information about the manifold product range of building material based on renewable resources and their correct implementation.

### **2.2.4 End of life concept**

According to a preventive economy the criteria for simple deconstruction and an optimal reuse are drawn into account during planning. The results have to be compiled in a plan for disposal. This procedure is an example for future planning.

## **2.3 Content and results**

### **2.3.1 Planning of the demonstration building**

Modern design and implementation of renewable resources can be combined optimally and fulfil the requirements of modern and sustainable architecture. The building created by architect Scheicher combines modern architecture and the principles of solar construction with the implementation of building materials made of renewable resources. All involved companies have been included in the planning. Together they developed possible solutions, evaluated them according to ecological and functional criteria (involving external experts).

### **2.3.2 International analysis of demonstration projects**

--The most important criteria of sustainable construction (considering energetic and material data) of various international ecological demonstration buildings have been analysed in order to explore the state-of-the-art.

It is remarkable that the energetic aspect is always the main issue while the question of material choice has been considered less so far. Although the range of demonstration objects is manifold a consequent realisation of passive house technology with renewable building materials only (like this is planned in the S-House) cannot be found until today.

### 2.3.3 Development of innovative components and constructions

#### 2.3.3.1 Connection of passive house technology and innovative constructions – straw bale construction

Within the scope of the study „Wall-systems made of renewable resources“ the excellent physical properties of the building material straw could be proved. The high thermal insulation effect enables realisation of passive house technology. In this way the S-HOUSE fulfils the aims of modern ecological construction and simultaneously minimises consumption of resources.

Protection from heat bridges and airtightness of the building shell are essential conditions for achieving passive house standard. By realising the achieved constructive solutions which fulfil these requirements, extensive implementation of renewable resources, easy reuse and recyclability of components, as well as minimising of metallic components and fossil synthetics have been emphasised. The constructions have been optimized according to construction-physical criteria, they offer safety and a high comfort for the occupants.

#### 2.3.3.2 Mounting parts made of biopolymers

With a special straw-screw which has been designed for the S-HOUSE, a direct mounting possibility in the straw bale has been developed. Herewith exterior facades can be mounted without heat bridges and additional fixing possibilities in the straw-bale-wall can be realised.

The screw has been designed according to bionic criteria and achieves maximum mechanical strain values. The use of biopolymers enables a trouble-free removal and recycling in the biological cycle.

#### 2.3.3.3 Implementation of sound insulation tests

Sound insulation tests have been implemented in order to prove the high functionality and quality of the building material *straw-bale* and the planned constructions. The results show that the designated wall systems exceed the legally prescribed values with 53dB resp. 55 dB and offer an excellent noise protection.

#### 2.3.3.4 Housing technology

The housing technology has been developed according to the criteria: minimisation of cable and pipe length, use of renewable resources, maximum recyclability, simple technical solutions with appealing design and a high comfort for the user. It consists of the following components: heat- and air distribution system, lighting and electric system.

Air is used as heat transport medium for the controlled ventilation and it is distributed through wooden channels. A biomass storage stove is integrated in this air distribution system in order to cover peaks of heating load. The complex connections between outside temperature, solar radiation, internal charges (user frequency) and firing properties of the stove can be controlled by a simple control technique.

Hot water is prepared by vacuum collectors. A high comfort for the user and short cable length for electricity and lighting are achieved by means of a backbone-system in the intermediate ceiling. The resource-efficient illumination control is based on daylight.

### **2.3.4 Financing and building permit**

The administrative preparation and financing of the project are a substantial basis for its satisfying realisation and achievement of the targets. With the building permit issued in 2003 all administrative preparations have been accomplished.

The financing of the S-HOUSE demonstration building is covered by funds from the EU LIFE-Environmental-Program, by the Bmvit in the context of '*Haus der Zukunft*' by federal government of Lower Austria and by financial contributions of the project partners.

### **2.3.5 Information centre and permanent exhibition for renewable resources**

The S-HOUSE is going to be a centre for renewable resources and sustainable technologies. With the building itself the functionality of building material made of renewable resource is demonstrated. Beneath straw-bale walls also wall-constructions with other insulating materials (e.g. hemp, flax, wool, cellulose) were integrated. Different ecological surface materials (e.g. plasters, wooden lagging, textiles) and various natural surface treatment agents (lacquers, waxes, scumbles) are applied. A permanent exhibition shows the developed components and constructions for the S-HOUSE. Additionally the way from the raw material to the finished product and the variety of applications of biogenous building materials are presented descriptively to the visitor. In this way traditional knowledge and current developments in this area are open to the broad public.

### **2.3.6 Measuring concept for examination of the long-term functionality of innovative constructions**

The range of building materials and –products made of renewable resources is wide. There are already listed more than 300 of the most important products on the internet platform [www.nawaro.com](http://www.nawaro.com), which has been created within a "Haus der Zukunft" project. The products are classified in different building material groups (insulating materials, surface treatment, wall/ceiling/roof, room textiles, assembly devices, windows/doors,...) and are evaluated according to technical and ecological criteria. The S-HOUSE does not only present selected construction products, it also monitors their technical function. The foreseen measuring concept contains measuring and documentation of the most important physical and climatic parameters. This demonstrates the functionality of the building construction and the long-term comportment of the building materials. The analysis of the measured values is displayed both in the exhibition and on internet.

## **2.4 Conclusions**

The realisation of the S-HOUSE demonstration building enables the creation of an information centre for renewable resources which opens access to sustainable technologies for a broad public and displays long-term measuring in a realistic user scenario. Modern architecture presents the variety of possible applications of building materials based on NAWAROs (renewable resources) and herewith promotes their dissemination.

An extensive monitoring concept provides realistic and exact data about the used constructions which constitute a basis for further optimisation and dissemination of building material made of renewable resources. The exhibition grants access to the developed solutions to all participant groups and interested private persons.

### 3 EINLEITUNG

Der Baubereich ist der Wirtschaftssektor mit den höchsten Massenflüssen und Stoffumsätzen, dies gilt sowohl für den Neubau als auch für die Sanierung und den Ausbau bestehender Bausubstanz. (Wimmer et al. 2001a)

Derzeit kommen vorwiegend mineralische und fossile Baustoffe zum Einsatz. Nachwachsende Rohstoffe spielen mengenmäßig kaum eine Rolle, lediglich die Verwendung von Bauholz hält einen relevanten Stellenwert innerhalb der Baubranche.

Die Palette an Einsatzbereichen für nachwachsende Rohstoffe im Bauwesen ist jedoch wesentlich breiter. In beinahe allen Aufgabengebieten des Bauwesens gibt es technische Lösungen, die auf nachwachsenden Rohstoffen aufbauen. Die technischen Möglichkeiten reichen dabei von handwerklichen oder traditionellen Methoden bis hin zu modernen Wandaufbauten und der Verwendung moderner High-tech Materialien.

Obwohl die Verwendung nachwachsender Rohstoffe baubiologische, ökologische und gesamtwirtschaftliche Vorteile aufweist, ist eine entsprechende Marktdurchdringung bisher nicht gelungen. Durch das S-HOUSE Projekt soll den nachwachsenden Rohstoffen im Baubereich zum Durchbruch verholfen und ein wichtiger Schritt Richtung Nachhaltigkeit in der Bauwirtschaft gegangen werden. (Siehe auch die Haus der Zukunft Studie: Fördernde und hemmende Faktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen, 2001)

Das Projekt verfolgt zentrale Zielsetzungen der Ausschreibung „*Haus der Zukunft*“ und des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften:

Insbesondere wird in dem geplanten Projekt **das „Prinzip der Nutzung erneuerbarer Ressourcen“** angesprochen, und die **erhöhte Energieeffizienz hinsichtlich des gesamten Lebenszyklus**, da die Baumaterialien als landwirtschaftliche Nebenprodukte äußerst günstige Lebenszyklusdaten aufweisen.

Auch die Forderung **„Passivgebäude zu vergleichbaren Kosten mit herkömmlichen Bauweisen“** ist mit der Strohballenbauweise mittelfristig zu erreichen.

Weitere Vorteile aus dem Gesichtspunkt nachhaltigen Wirtschaftens liegen in der Verwendung regionaler Rohstoffe, die neben den ökologischen Vorteilen auch Kooperationen zwischen Landwirtschaft und Wirtschaft begünstigen und zu einer regionalen Wertschöpfung beitragen.

Das Projekt für die Detailplanung zur Realisierung eines Büro- und Ausstellungsgebäudes aus nachwachsenden Rohstoffen baut auf den Ergebnissen zweier Forschungsprojekte aus der ersten Ausschreibung zum „Haus der Zukunft“ auf:

- Ergebnisse der Grundlagenstudie „Fördernde und hemmende Faktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen“. (24/2001)
- Ergebnisse des Projekts: „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen - Überprüfung der technischen und bauphysikalischen Eigenschaften eines Holzständer-Wandsystems mit Strohdämmung zur Herstellung bauökologischer Niedrigenergiehäuser“ (31/2001), welches im Rahmen der wirtschaftsbezogenen Grundlagenforschung durchgeführt wird.

Das vorliegende Projekt hat zum Ziel einerseits die Ergebnisse der Grundlagenstudien, andererseits die Resultate der technologischen Weiterentwicklung von Komponenten auf Basis nachwachsender Rohstoffe in einem Demonstrationsprojekt zusammenzuführen. Der Innovationsschwerpunkt des geplanten Projekts liegt in der baubiologisch und ökologisch konsequenten Realisierung eines Passivhauses mit weitgehender Nutzung (unbehandelter) nachwachsender Rohstoffe und einem schlanken, der Nutzung angemessenen Technikkonzept. Die nutzungsorientierte Gestaltung des Gebäudes ermöglicht einen effizienten Umgang mit Ressourcen für Errichtung, Betrieb und Entsorgung.

## 4 VERWENDETE METHODE UND DATEN

FORSCHUNGS- INHALT	METHODE	DATEN
<p><b>- Detailliertes Nutzungskonzept</b>  <b>- Detailplanung Öffentlichkeitsarbeit</b></p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzept für die Nutzung des Gebäudes Ausstellungskonzept</li> <li>• Veranstaltungskonzept</li> <li>• Messkonzept zum Nachweis der Langzeitfunktionalität, Erfassung relevanter baubiologischer Parameter</li> <li>• Konzept für Zielgruppengerichtete Disseminations- Maßnahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Erfolgsfaktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe“, bmvit, 24/2001</li> <li>• Grundlagen der Vermittlungs-Pädagogik an unterschiedliche Akteursgruppen und Kooperationspartner</li> </ul>
<p><b>Internationale Analyse von Demonstrationsgebäuden</b></p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internationale Recherche mit Schwerpunkt auf europäischen Beispielen und umweltgerechtem Bauen sowie der Nutzung nachwachsender Rohstoffe</li> <li>• Auswertung existierender Demonstrationsgebäuden</li> <li>• Bericht über die recherchierten internationalen Erfahrungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internetseiten, Datenbanken: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://www.nextroom.at">www.nextroom.at</a></li> <li>- <a href="http://www.iswb.at">www.iswb.at</a></li> <li>- <a href="http://www.energytech.at">www.energytech.at</a></li> <li>- <a href="http://www.proholz-kaernten.at">www.proholz-kaernten.at</a></li> <li>- <a href="http://www.hausderzukunft.at">www.hausderzukunft.at</a></li> <li>- <a href="http://www.proholz-kaernten.archin.at">www.proholz-kaernten.archin.at</a></li> <li>- u.a.</li> </ul> </li> <li>(Siehe Anhang, Kapitel 12.3)</li> <li>• Fachliteratur <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Grow Your Own House</i>, Simón Vélez, Vitra Design Museum</li> <li>- <i>Sustainable Building: Frameworks for the Future</i> Voorbeeldprojecten</li> <li>- u.a.</li> </ul> </li> <li>(Siehe Anhang, Kapitel 12.3)</li> </ul>

<b>Strohbaupertise aus den USA</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche vor Ort</li> <li>• Analyse der Feldforschung</li> <li>• Ergebnispräsentation im Rahmen eines Workshops (siehe Tagungsband, Strohbausymposium Illmitz 2001“ im Anhang)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten aus Feldforschung</li> </ul>
<p><b>- Einbindung der Ergebnisse in die Grundlagenstudien</b>  <b>- Ausarbeitung des Vorentwurfs</b>  <b>- Detailplanung Gebäude</b>  <b>- Bauökologischer Einsatz der Komponenten aus nachwachsenden Rohstoffen</b></p>		
Gebäudehülle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung einer Liste jener Komponenten, die für die technischen Lösungen im Projekt eingesetzt werden sollen</li> <li>• Adaptionen und Weiterentwicklungen</li> <li>• Musterwände</li> <li>• Bewertung in Expertenrunde</li> <li>• Vorentwurf</li> <li>• Berechnungen</li> <li>• Einreich- und Ausführpläne</li> <li>• Input für Komponenteneinsatz</li> <li>• Plan für den Einsatz der ausgewählten Komponenten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“, bmvit, 31/2001</li> <li>• „Erfolgsfaktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe“, bmvit, 24/2001</li> <li>• Berechnungsdaten Statiker bezüglich Holzplatten</li> <li>• Strohdrucktests (von Architekt Schmidt Werner; Analyse aus USA)</li> </ul>
TREEPLAST-Schraube	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erforderliche Adaptionen und Weiterentwicklungen Vorentwurf</li> <li>• Berechnungen</li> <li>• Ausführungspläne</li> <li>• Materialauswahl</li> <li>• Prototypen aus Aluminium</li> <li>• Kunststoffabgüsse zur praktischen Erprobung in Zusammenarbeit mit Zimmereibetrieb</li> <li>• Überprüfung von Auszugwiderstand</li> <li>• Veränderte Gewindegeometrie (Steigung Flankenwinkel)</li> <li>• bionische Optimierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TREEPLAST-Projekt mit Einbezug von „Konstruktionsrichtlinien für mechanisch hochbelastbare Verbindungstechniken von Dämmprodukten“, bmvit, Bericht 35/2001</li> <li>• Detaillierte Ergebnisse und Daten zur Entwicklung der TREEPLAST-Schraube (befinden sich im Anhang)</li> </ul>

Membrandach	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche möglicher Membranwerkstoffe</li> <li>• Nutzwertanalyse von verschiedenen technischen Lösungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen Konstruktionen und Materialien</li> <li>• Berechnungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezifisches Gewicht</li> <li>• Lebensdauer</li> <li>• Abspannkräfte</li> <li>• Preis/m<sup>2</sup></li> <li>• Herstellungsenergie</li> <li>• Zusatzstoffe</li> <li>• Materialzusammensetzung</li> <li>• Recyclierbarkeit</li> </ul>
Sommer- tauglichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäudesimulation hinsichtlich thermischen Verhaltens</li> <li>• Prüfzeugnis</li> <li>• Berechnungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Daten aus dem Gebäudesimulationsprogramm GEBA V3.0.</li> </ul>
<b>Technische Untersuchungen der Schalldämmeigenschaften von Strohballen-Wandaufbauten</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhebung der technischen Daten aus den Schallschutzuntersuchungen</li> <li>• Prüfzeugnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilung des geplanten Wandaufbaus gemäß ÖNORM B 8115-2:2002 durch die Versuchs- und Forschungsanstalt MA 39</li> </ul>
<b>Detailplanung Haustechnik</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passivhausberechnung</li> <li>• Planung und Entwicklung von Haustechnikkonzept und –plänen nach ökologischen und funktionalen Kriterien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PHPP Projektierungsprogramm für Passivhäuser (Standardprogramm, Passivhaus Institut Darmstadt)</li> </ul>

**Tabelle 1: Forschungsinhalte, verwendete Methoden und Daten**

## **5 EINBINDUNG DER ERGEBNISSE AUS DEN GRUNDLAGENSTUDIEN - BAUÖKOLOGISCHER EINSATZ DER KOMPONENTEN AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN**

Im Sinne der Vernetzung der Haus der Zukunft Programmlinie wurde bei der Planung des S-House und der (Weiter)entwicklung der eingesetzten Komponenten auf die Vorstudien aufgebaut und der Erfahrungsaustausch mit anderen Projektträgern gepflegt, um Synergien nutzen zu können, bzw. Überschneidungen zwischen den einzelnen Projekten zu vermeiden.

Zur Erstellung der Liste an Komponenten, die für technische Lösungen im S-House Einsatz finden sollen, wurden die Haus der Zukunft Grundlagenstudien herangezogen.

In der Grundlagenstudie „Erfolgsfaktoren für nachwachsende Rohstoffe im Bauwesen“ wurde eine große Anzahl an technischen Lösungen gemeinsam mit dem IBO erhoben und detailliert beschrieben und bewertet. Diese Zusammenstellung stellt die Basis der Liste für die einsetzbaren Komponenten im S-House dar. Zusätzlich werden die durchgeführten Projekte im Rahmen der Haus der Zukunft Programmlinie miteinbezogen. Die Grundlagen für den Einsatz und die Weiterentwicklung der Strohballenbautechnologie wurden im Forschungsprojekt „Wandsystem aus nachwachsenden Rohstoffen“ erarbeitet.

In der Planungsphase wurde bereits mit verschiedenen Herstellern Kontakt aufgenommen und die technischen Lösungen entsprechend adaptiert, weiterentwickelt, bzw. neuentwickelt, dazu zählen unter anderem folgende Arbeiten:

- Mit AURO Naturfarben wurden spezielle Oberflächenbehandlungslösungen erarbeitet und der Einsatz von Klebstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe überprüft.
- Mit den Projektpartnern Zimmerei Hager und Architekten Scheicher, sowie externen Experten wurde die Strohballenkonstruktion für den Passivhausbau optimiert.
- Die geplanten Lehmbeanwendungen wurden unter Einbeziehung von Roland Meingast entwickelt.
- Die Haustechniklösungen beruhen auf umfangreichen internationalen Recherchearbeiten unter Einbeziehung innovativer Haustechnikfirmen und –planer.

Zusätzlich wurde im Sinne der Vernetzung der Haus der Zukunft Programmlinie Expertisen von anderen Haus der Zukunft Projektträgern eingeholt:

- Prof. Winter: Holzkonstruktionen für Membrandachgestaltung
- Roland Meingast: Lehmprüfung und Lehmaufbereitung des auf der Baustelle ausgehobenen Materials, Lehmputzaufbringung im Außenbereich direkt auf Strohballen
- Sigg Passivhausfenster: Vollholzfenster, Solarfassade
- Freisinger: Vollholzfenster, Solarfassade

Im Folgenden sind potenzielle technische Möglichkeiten für den Einsatz im S-House sowie die geplanten ausgewählten Komponenten tabellarisch dargestellt. Informationen zur Einsetzbarkeit im Gebäude, Weiterentwicklungsbedarf und Zuordnung zu den entsprechenden Haus der Zukunft Studien sind ebenfalls angeführt.

<b>Techn. Lösung</b>	<b>Einsetzbarkeit</b>	<b>Entwicklungsbedarf</b>	<b>Haus der Zukunft Projekt</b>	<b>Anmerkung</b>
Strohballen-dämmung	Wand-, Boden- und Decken-konstruktion	Wärmebrücken-freie Konstruktion, Qualitäts-management und Logistik für Baustoff Strohballen	Wandsystem aus nachwachsenden Rohstoffen, Informations-knoten für nachwachsende Rohstoffe (Inf.f.nw.Rohst.)	Hoher Organisations- und Kontrollaufwand bei der Baustoff-beschaffung
Schafwolle Dämm-lösungen	Testsamples, Dämmung von Anschlüssen, Bodenaufbau, Trittschall-dämmung	optimierte Konstruktion für Strohballenbau	Erfolgsfaktoren für nachwachsende Rohstoffe (Erf.f.nw.Rohst.) Inf.f.nw.Rohst.	Verschiedene österreichische Herstellerfirmen
Flachs Dämm-lösungen	Testsamples, Dämmung von Anschlüssen, Bodenaufbau, Trittschall-dämmung	optimierte Konstruktion für Strohballenbau	Erf.f.nw.Rohst. Inf.f.nw.Rohst.	Verschiedene österreichische Herstellerfirmen
Hanfdämmstoffe	Testsample	Substitution der Stützfaser aus fossilen Rohstoffen	Erf.f.nw.Rohst. Inf.f.nw.Rohst.	Verschiedene österreichische Herstellerfirmen
Schilfmatten	Putzträger	Substitution des verzinkten Bindedrahtes	Erf.f.nw.Rohst.	Verschiedene österreichische Herstellerfirmen
Zellulose Dämm-lösungen	Testsamples	Substitution der Stützfaser aus fossilen Rohstoffen	Erf.f.nw.Rohst. Inf.f.nw.Rohst.	Verschiedene österreichische Herstellerfirmen
Oberflächen-behandlungs-mittel	Innen- und Außenbereich	Reduktion bzw. Substitution leicht flüchtiger Lösungsmittel	Erf.f.nw.Rohst. Inf.f.nw.Rohst.	AURO, verschiedene österreichische und deutsche Hersteller
Kleber auf Basis nachwachsender Rohstoffe	Innenbereich, Bodenplatten, Luftdichtheit der Konstruktion	Erhöhung der Feuchteresistenz, Verbesserung der Verarbeitbarkeit	Erf.f.nw.Rohst. Inf.f.nw.Rohst.	AURO, verschiedene österreichische und deutsche Hersteller

Lehmbaustoffe	Putze außen und innen	Rissfreie Ausführung großer Fläche	Erf.f.nw.Rohst. Inf.f.nw.Rohst. Bauteilentwicklung für Lehm-Passivhäuser, Lehmbauplatte mit malfertiger Oberfläche	N&L, verschiedenen österreichische und deutsche Hersteller
Fenster und Türen	Fenster und Türen, Solarfassade	Entwicklung optimaler Anschlussdetails für Passivhaus in Strohballenbauweise	Erf.f.nw.Rohst. Inf.f.nw.Rohst. Entwicklung Passivhaus-Außentüre, kostengünstiges wärmetechnisch optimiertes Fenster, Passivhaus Vollholzfenster	Verschiedene österreichische Hersteller, Freisinger, Dana Türen, Sigg
Statische Tragsysteme	Wand-, Boden-, Decke- und Dachaufbauten	Luftdichte Ausführung, statische Performance, verbundstofffrei	Erf.f.nw.Rohst. Inf.f.nw.Rohst.	KLH, Sohm (Fabrik der Zukunft Preisträger) Verschiedene österreichische Hersteller
Solarenergie-nutzung	Sonnenkollektoren	Effiziente Gesamtlösungen	CPC-Leichtbaukollektor, Fassadenintegrierte Sonnenkollektoren, Fassadenintegrierte Kollektoren	Solarfocus, AEE Intech
Biomasse-speicherofen	Haustechnik-konzept	Steuerbarkeit und Integration in die Haustechnik	Akzeptanzstudien von Passivhausnutzern	Bedürfnis nach warmem Kern (Temperaturzonen) im Passivhaus besteht

Erfolgsfaktoren für nachwachsende Rohstoffe = Erf.f.nw.Rohst.  
 Informationsknoten für nachwachsende Rohstoffe = Inf.f.nw.Rohst.

Neben den für das S-House einsetzbaren technischen Lösungen sollen die Ergebnisse der Haus der Zukunft Studien zusätzlich in die Dauerausstellung einfließen. Eine Zusammenstellung der realisierten innovativen Baukonzepte (z.B. in Form einer Beispielgalerie der HdZ Demogebäude) soll einen Überblick über die Entwicklungen im Sinne einer nachhaltigen Bauwirtschaft in Österreich dokumentieren.

## 6 DETAILPLANUNG

Dieses Kapitel umfasst die Darstellung der Planung und die Vorbereitungen für die Errichtung des gesamten Gebäudes, der Haustechnik und die Grundlagen für das Messkonzept. Im folgenden werden die Planungsergebnisse beschrieben. Umfangreiche Berechnungen und Pläne befinden sich im Anhang.

### 6.1 TREEPLAST Konstruktionselement

Im Rahmen der *Haus der Zukunft* Studie „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“ wurde das Verbesserungspotenzial der „State of the Art“ Strohbauproduktionen im Hinblick auf den Einsatz im Passivhaus erhoben. Die Entwicklung eines Konstruktionselementes, das die Herstellung wärmebrückenfreier Wandaufbauten ermöglicht, stellt dabei einen wichtigen Schritt dar. Zu diesem Zweck wurde die TREEPLAST-Schraube entwickelt, die im Wandaufbau des S-HOUSEs zum Einsatz kommen wird.

Während der Planungsphase wurden die Anforderungen an dieses Befestigungselement erarbeitet und anhand der eruierten Kriterien verschiedene Varianten entworfen, die Prototypen getestet und weiterentwickelt. Im nächsten Schritt wird eine Spritzgussform gefertigt und die Teile bemustert. Die Form wird so gestaltet, dass verschiedene Spritzgussmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen zum Einsatz kommen können.

#### 6.1.1 Anforderungen

Die Schraube dient zur Befestigung von Elementen an den S-HOUSE-Wänden und ist den Anforderungen, die der Baustoff Strohballen stellt, entsprechend konstruiert. Dazu zählen folgende technische Kriterien:

- Gute Aufnahme der Zugkräfte in axialer Richtung
- Rasche und einfache Montierbarkeit
- Gute Aufnahme von vertikalen Kräften
- Geringe Verformung durch Biegemoment
- Einfache Befestigung von Holzlatten
- mm-genaue Befestigungsmöglichkeit an der Schraube
- Biokompatibilität

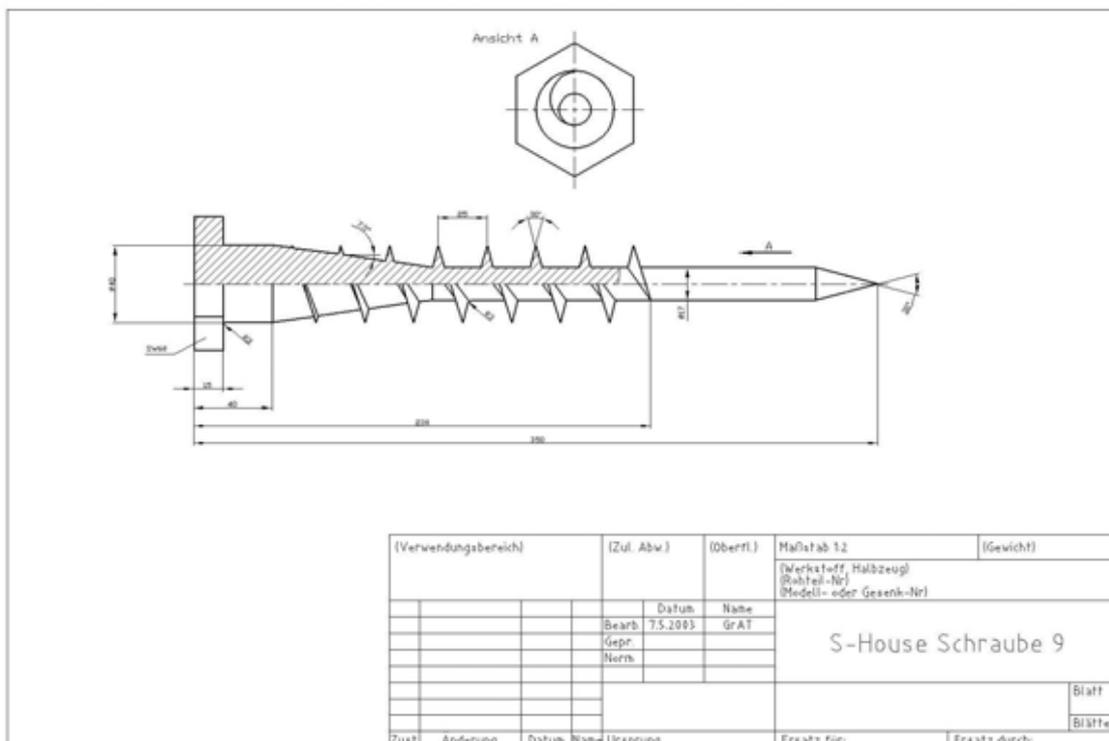
#### 6.1.2 Ausführung des Prototypen

Um Zugkräfte in Axialrichtung der Schraube aufnehmen zu können wurde ein großer Gewindedurchmesser gewählt, der zusammen mit einer entsprechend großen Steigung des Schraubengewindes für optimale Krafteinleitung und rasche Montierbarkeit sorgt. Die größere Anforderung bezüglich der Befestigung liegt aber in der Aufnahmen von Kräften senkrecht zur Schraubenachse. Da der Strohballen am Rand relativ lose gepresst ist, muss die Schraube tief versenkt werden. Dazu dient der weit über das Gewinde hinausragende Schaft im Strohballen-Inneren, der als Spitze ausläuft. Der Kerndurchmesser des am Strohballen-Rand liegende Schrauben-Endes wurde zum Schraubekopf hin verdickt, sodass die angezogene Schraube das um sie befindliche Stroh komprimiert und für einen besseren Halt

sorgt. Durch die Länge der Schraube können Biegemomente gut auf den Strohballen übertragen werden, ohne die Verformung zu groß werden zu lassen. Der verdickte Schaft am Schraubenkopf hat noch eine zweite Funktion: Mit der Schraube können einerseits Holzplatten direkt am Stroh, aber auch andere Elemente an ihr mittels einer zusätzlichen Holzschraube befestigt werden. Dazu wird die Schraube direkt in den Strohballen eingedreht, dann in den Schraubenkopf ein Loch gebohrt, um darin eine Holzschraube einsetzen zu können. Da es schwierig ist, eine Schraube millimetergenau im Ballen zu platzieren, dient der verdickte Schaft auch als vergrößerte Querschnittsfläche, in der die Holzschraube aufgenommen werden kann. Die Holzschraube muss daher nicht genau zentrisch eingeschraubt werden. Auch der verlängerte gewindelose Schaft hat eine zweite Funktion: Mit seiner Hilfe kann die Schraube leicht angesetzt und von Hand bis zum Gewindeanfang in den Ballen eingetrieben werden. Damit ist die Schraube einfach platzierbar. Die ersten Umdrehungen können ebenfalls von Hand erfolgen, danach muss die Schraube mit einem Schraubenschlüssel angezogen werden.

### 6.1.3 Herstellung

Die Schraube wird im Spritzgußverfahren aus nachwachsenden Rohstoffen (Biopolymer) hergestellt. Sie ist somit unproblematisch bei der Entsorgung.



Grafik 1: TREEPLAST Schraube als Befestigungselement im S-HOUSE

## 6.2 Membrandach

Mit der konstruktiven Lösung des Daches vom S-HOUSE Demonstrationsgebäude werden folgende zentrale Innovationsziele verfolgt:

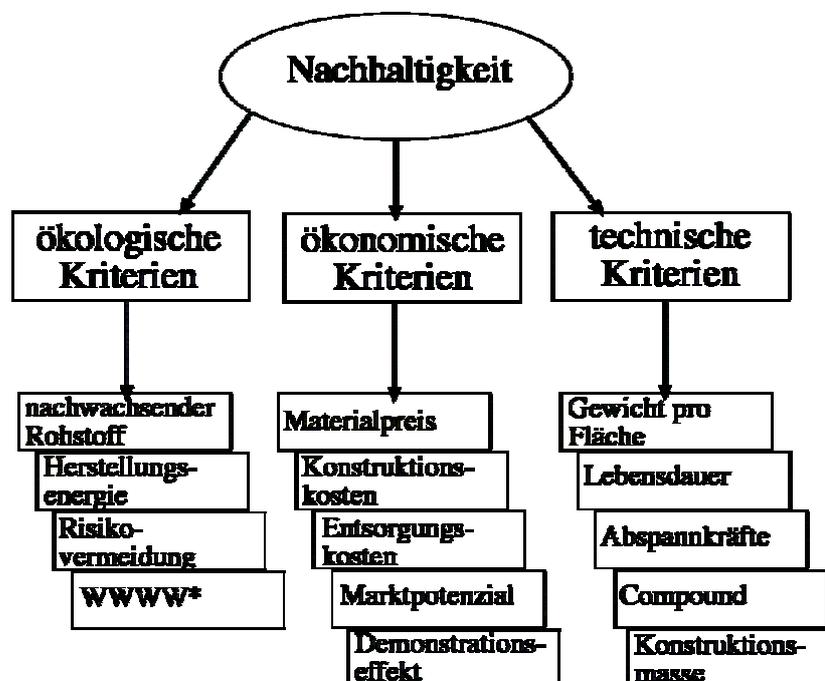
- Demontierbarkeit und Recyclbarkeit
- Ressourcensparende Dachkonstruktion
- Entkoppelung von Witterungsschutz und Wärmedämmung
- Wärmebrückenfreier Aufbau der Gebäudehülle

Diese Funktionen werden durch das freistehende Membrandach realisiert.

Im Rahmen der Planungsphase wurden Berechnungen und Dimensionierungen verschiedener Dachvarianten und eine Recherche bezüglich möglicher (ökologisch verträglicher) Membran-Werkstoffe durchgeführt, Holztragwerksspezialisten zur statischen Optimierung des Daches konsultiert und in Kooperation mit dem BIT (Büro für internationalen Technologietransfer) eine europaweite Technologieanfrage gestellt. Die Ergebnisse der Recherchearbeit brachten eine Vielzahl von technischen Lösungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen Konstruktionen und Materialien. Zur Auswahl der optimalen Lösung in ökologischer, ökonomischer und technischer Hinsicht wurde daher eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Die Methode dieser Bewertung ist im folgenden dargestellt.

### 6.2.1 Methode: Nutzwertanalyse

## NUTZWERTANALYSE MEMBRANDACH



\*Wiederverwendung, Wiederverwertung, Weiterverwendung, Weiterverwertung

Grafik 2: Methode Nutzwertanalyse Membrandach

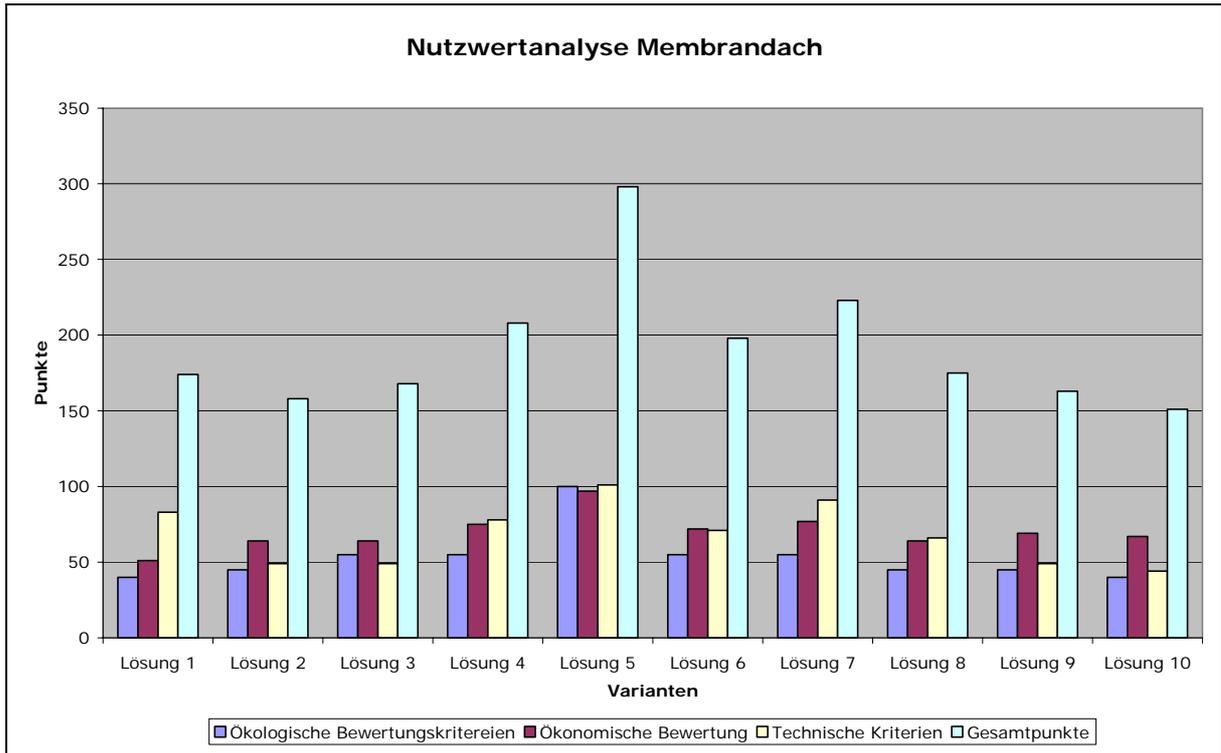
Das Oberziel der Nutzwertanalyse ist der optimale Beitrag als Demonstrationsprojekt nachhaltigen Bauens, die Unterziele sind die dafür notwendigen ökologischen, ökonomischen und technischen Kriterien, denen jeweils mehrere Bewertungskriterien zugeordnet sind. Die überprüften Lösungen werden von 1 bis 4 (Erfüllungsfaktor) bewertet und anschließend mit einem Gewichtungsfaktor, der für jedes Bewertungskriterium unterschiedlich sein kann, multipliziert. Daraus ergeben sich die Nutzwerte der einzelnen Lösungen für die Unterziele. Die Addition der Ergebnisse der Unterziele ergibt eine Gesamtpunkteanzahl, mit der die optimale Lösung für das Projekt einfach eruiert werden kann.

### 6.2.2 Ergebnisse

In den folgenden Tabellen und Diagrammen sind die Ergebnisse der Nutzwertanalyse detailliert dargestellt und illustriert.

Membrandach Bewertung					
Material		Ökologische Bewertungs-kriterien	Ökonomische Bewertung	Technische Kriterien	Gesamtpunkte
Aufblasbares Kunststoffmembran (Eden Projekt Cornwall, ethylenetetrafluoroethylene-copolymer von Foiltec, www.foiltec.de)	Lösung 1	40	51	83	<b>174</b>
Fluorpolymerlaminat Folie, TENERA PTFE-Gewebe (Gore Fibers)	Lösung 2	45	64	49	<b>158</b>
Glas/Silikon Membrane von (Koch Textilbau)	Lösung 3	55	64	49	<b>168</b>
Glasplatten (verschiedene Anbieter)	Lösung 4	55	75	78	<b>208</b>
Kautschuk (verschiedene Anbieter)	Lösung 5	100	97	101	<b>298</b>
Polycarbonatplatten, clear PEP UV (Blizzard)	Lösung 6	55	72	71	<b>198</b>
Polycarbonat (rodalux longlife Polystegplatten von Interlux Hirsch)	Lösung 7	55	77	91	<b>223</b>
Fluorpolymer film, Teflon (Koch Textilbau)	Lösung 8	45	64	66	<b>175</b>
PTFE(Polytetrafluorethylen)/GLASS (Koch Textilbau)	Lösung 9	45	69	49	<b>163</b>
PVC/Polyester (Koch Textilbau)	Lösung 10	40	67	44	<b>151</b>

Tabelle 2: Ergebnisse der Nutzwertanalyse verschiedener Membrandachvarianten



**Grafik 3: Ergebnisse der Nutzwertanalyse verschiedener Membrandachvarianten**

Nach sorgfältiger Prüfung aller Varianten im Projektteam wurde die Entscheidung zugunsten der Lösung „Kautschukmembran auf Holzkonstruktion“ (Lösung 5) als die umweltfreundlichste und kostengünstigste Lösung gefällt. Der erforderliche UV-Schutz für die Kautschukfolie wird durch eine extensive Begrünung übernommen. Kontakte mit entsprechenden spezialisierten Unternehmen wurden geknüpft und Lösungsmöglichkeiten erarbeitet. Die detaillierte Berechnung des Nutzwertes ist im Anhang ersichtlich.

### 6.3 Passivhaustaugliche Strohballen-Holz Gebäudehülle

Aus den verschiedenen Varianten des Wandaufbaus, die statisch berechnet und konstruktiv ausgearbeitet wurden, werden zwei Varianten im Detail weiterentwickelt und baubiologisch, statisch und kostenmäßig optimiert: die Holztafelbauweise mit vorgesetzter Strohballendämmebene und Holzfassade bzw. lehmverputzter Fassade sowie die Skelettbauweise mit Holz- bzw. Lehmputzfassade. Diese Konstruktionen ermöglichen einen wärmebrückenfreien und luftdichten Wandaufbau. Ziel war unter anderem die Erreichung der Passivhaustauglichkeit ohne den Einsatz einer zusätzlichen Luftdichtigkeitsfolie.

Für folgende Komponenten wurde die Detailplanung durchgeführt:

- Südseitige Glasfassade zur optimalen passiven Nutzung der Sonnenenergie unter Einbindung externer Experten und Firmen
- Messung der solaren Einstrahlung am Standort und Berechnung der Sommertauglichkeit
- Sonnenkollektoren zur aktiven Solarenergienutzung
- Holztafel-Strohballenkonstruktion
- Boden- und Deckenkonstruktion aus Holztafel- Strohballenkonstruktion
- Anschlussdetails für Fenster und Türen

#### 6.3.1 Konstruktionsvarianten

In einigen Iterationsschritten wurden sieben verschiedene Konstruktionsvarianten für die Gebäudehülle erarbeitet. Die Auswahl des am besten geeigneten Aufbaus wurde in der Expertenrunde (Architekt, Statiker, Bauphysiker, Zimmerer, Ecodesignern) durchgeführt. Dabei wurden folgende Bewertungskriterien berücksichtigt:

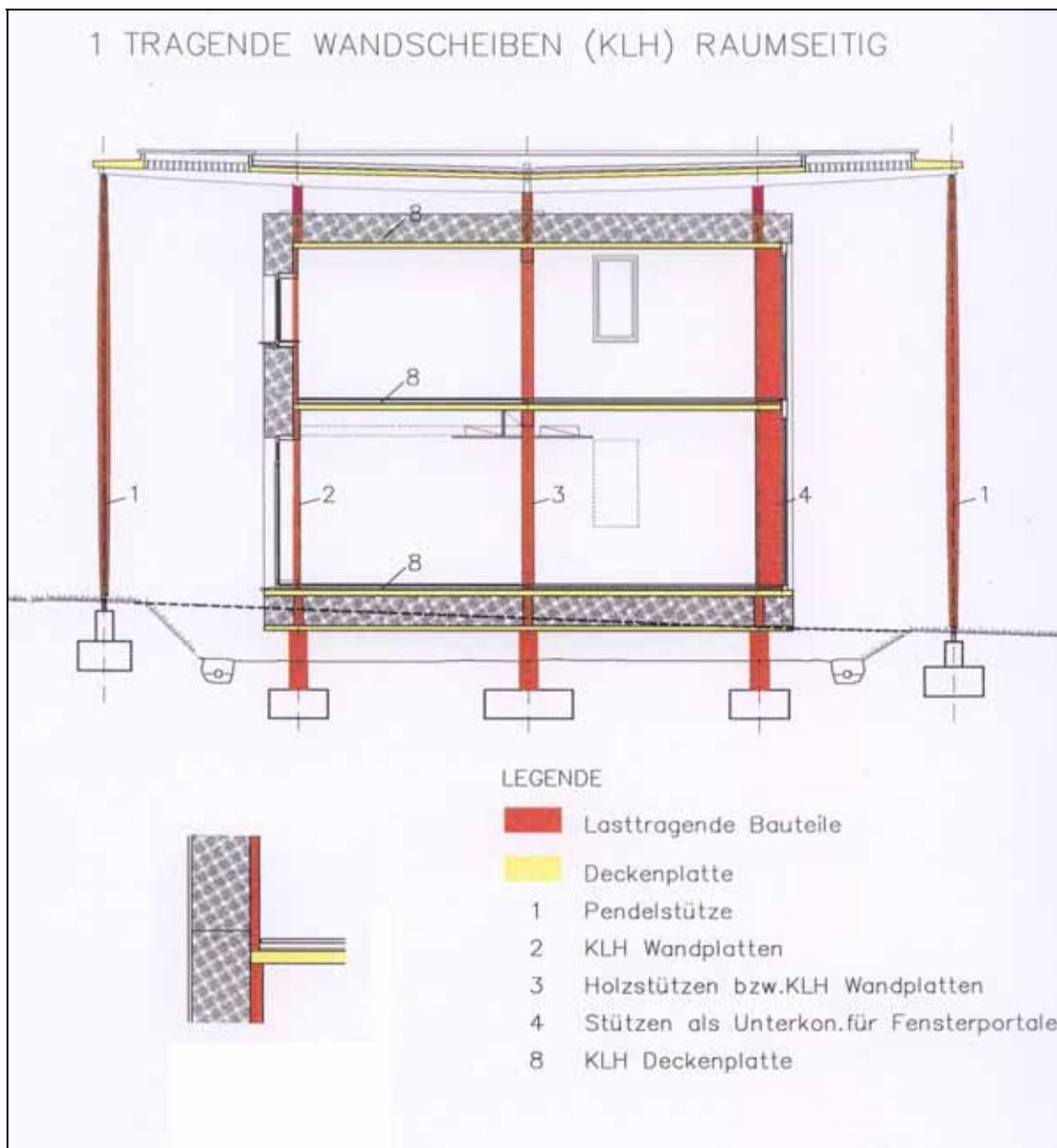
- Akzeptanz/Verbreitungspotenzial
- Innovation
- Kosten
- Montage/Demontage
- Bauphysik
- Nachhaltigkeit
- Statische Beurteilung

Je Kriterium wurden ein bis zehn Punkte für die verschiedenen Varianten vergeben. Dabei bedeutet ein Punkt eine wenig befriedigende Erfüllung der Kriterien und zehn Punkte eine sehr gute Erfüllung. In der folgenden Tabelle ist das Ergebnis dargestellt:

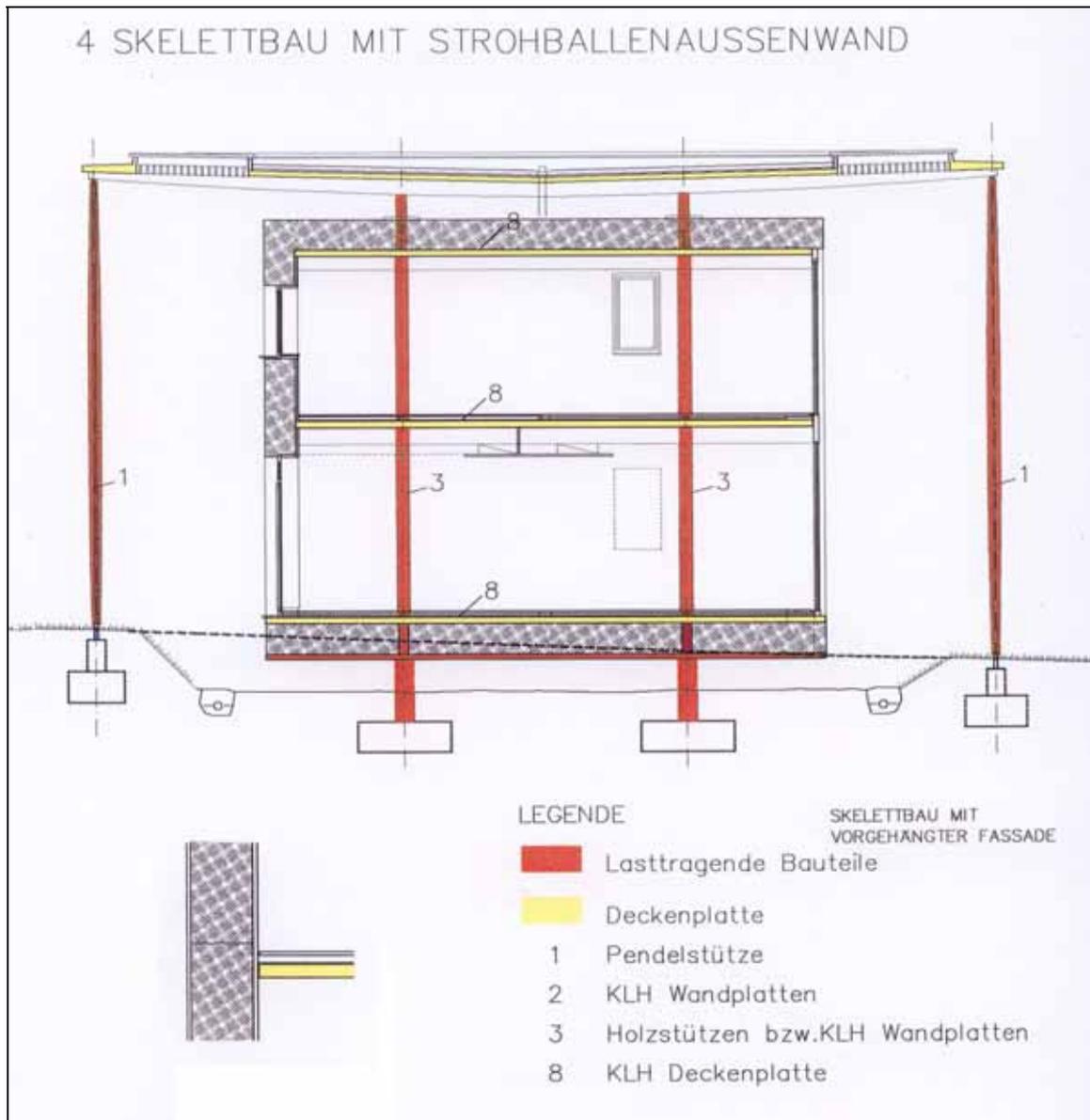
Bewertung Konstruktionsvarianten S-HOUSE durch Expertenbeurteilung							
Variante	1	2	3	4	5	6	7
Bezeichnung	Tragende Wandscheiben (KLH)	Tragende Strohballen	Ständerbauweise	Skelettbau mit Strohballenaußenwand	Tragende Wandscheiben (KLH) außen	Traditionelle Strohballenbauweise Fachwerk	TGI-Träger
Bewertungskriterium	1 (wenig befriedigend) bis 10 (sehr gut) Punkte pro Kriterium						
Akzeptanz/Verbreitungspotenzial	8	3	9	9	6	9	9
Innovation	8	10	3	7	7	3	3
Kosten	6	10	6	5	5	7	5
Montage/ Demontage	8	8	4	8	6	5	5
Bauphysik	8	5	7	7	1	8	7
Nachhaltigkeit	7	8	7	8	6	7	6
statische Beurteilung	10	1	5	9	9	5	5
<b>Gesamtpunkte</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>41</b>	<b>53</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>40</b>
	Platz 1			Platz 2			

Tabelle 3: Bewertung Konstruktionsvarianten S-HOUSE durch Expertenbeurteilung

Von den sieben technisch möglichen Varianten zeichneten sich zwei Varianten als Favoriten ab. Von diesen beiden Varianten „Tragende Wandscheibe“ und „Skelettbau“ wird erstere aufgrund fertigungstechnischer und ökologischer Vorteile (z.B. keine Folien) zur Realisierung gelangen. Im Anschluss sind die beiden oben angeführten Varianten dargestellt. Die restlichen untersuchten und bewerteten Wandaufbauten befinden sich im Anhang.



**Grafik 4: Tragende Wandscheiben (KLH) raumseitig**



Grafik 5: Skelettbau mit Strohballenaußenwand

## 6.4 Haustechnik

Die Haustechnik im S-HOUSE wurde nach ökologischen und funktionalen Kriterien entwickelt und geplant, um eine möglichst hohe Funktionalität bei einfacher Ausführung zu garantieren. Anwenderfreundlichkeit bei Wartung und Reparatur, einfache Gestaltung sowie gute Trennbarkeit und Recyclbarkeit der Bauteile und Komponenten stellen dabei zentrale Planungskriterien dar.

### 6.4.1 Zielsetzung

Ein richtig konzipiertes Haustechnikkonzept kann viel zur Erhöhung der Ressourceneffizienz beitragen. Einerseits durch Einsparung von Installationsmaterial sowie dem Einsatz von unproblematischen Stoffen, andererseits wird durch eine intelligente Haustechnik Energie, die zum Betrieb nötig ist, auf ein Minimum beschränkt. Dies gilt sowohl für die Wärmeenergie als auch für elektrische Energie.

Das Haustechniksystem des S-HOUSEs wurde mit folgenden Zielen entwickelt:

- Haustechniksystem einfach montier- und vor allem demontierbar
- einzelne Komponenten gut wieder verwendbar bzw. recycelbar
- auf üblicherweise eingesetzte metallische Tragsysteme weitgehend verzichtet
- die Leitungsführungen so kurz als möglich
- nur PVC-freie Materialien
- die Einfachheit des Systems steht im Vordergrund (möglichst nur ein Speichermedium, keine doppelten Systeme)

**Das Haustechnikkonzept umfasst folgende Punkte:**

### 6.4.2 Elektrotechnisches Konzept :

- Elektroinstallation
- Erdungsanlage ohne Blitzschutzanlage, da laut Baubescheid nicht vorgeschrieben
- Montage der Beleuchtungskörper
- Regelungstechnik für die HKLS-Anlagen
- Infrastruktur für EDV-Anwendungen

### 6.4.3 Wärme- und Belüftungskonzept

- Spezielle lufthydraulische Einbindung des Biomasse-Speicherofens in das Lüftungssystem; Die Beheizung des Gebäudes (während Lastspitzen) erfolgt ausschließlich über das Lüftungssystem; Auf ein konventionelles statisches Heizsystem (z.B. Radiatoren, Fußbodenheizung, usw.) samt Hydraulik wird komplett verzichtet
- Warmwasserbereitung mittels Solar-Kollektoren (Vakuum-Kollektoren)
- Biomasse-Speicherofen
- Optimiertes Regelkonzept:
  - Lüftungsanlage
  - Luftheizung, Biomasse-Speicherofen
  - Thermische Solaranlage
  - Zentrale Regelung, einfache Bedienung

- Erfassung und Archivierung relevanten Messdaten:
  - Außentemperatur
  - Raumtemperaturen
  - Vor- und Rücklauftemperaturen
  - Ertrag des Stückholz-Speicherofens
  - Kollektortemperatur
  - Puffertemperaturen (Schichtung)
  - Option: CO<sub>2</sub>-Fühler in den Räumen
  - Option: VOC-Fühler (Luftqualität) in den Räumen
  - Option: relative Luftfeuchte in den Räumen
  - Feuchtefühler in den Wandaufbauten
  - Luftgeschwindigkeit
  - Windmessungen

#### 6.4.3.1 Die Anforderungen an die Lüftungsanlage sind:

- Bereitstellung der erforderlichen hygienisch einwandfreien Luftmengen
- Anpassungsmöglichkeit der Luftmengen an die tatsächlich anwesenden Personenzahlen zur Minimierung der Energieverluste und zur Minimierung des Austrocknungseffektes
- Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage zur Minimierung der Energieverluste
- Nutzung des Lüftungssystems als Wärmeverteilsystem zur Beheizung des Gebäudes (während der Lastspitzen)

#### 6.4.3.2 Funktionsbeschreibung / Regelkonzept

##### Funktionsprinzip Lüftung / Heizung

Der Einsatz einer "Kontrollierten Lüftung" wird gemäß dem Passivhausstandard entwickelt. Da der erforderliche Heizwärmebedarf mit ca. 2.400 kWh/a (gem. PHPP) äußerst gering ist, wird auf ein eigenes Heizsystem (z.B. Radiatoren, Fußbodenheizung) zur Gänze verzichtet und die Zusatzheizung über das ohnehin erforderliche Lüftungssystem durchgeführt.

##### Ermittlung der Luftmenge:

Anzahl der Personen :	40
AUL-Anteil pro Person :	25 m <sup>3</sup> /h (Nichtraucher)
Gesamtluftmenge :	1.000 m <sup>3</sup> /h
mittl. Luftwechselzahl :	ca. 1,0-fach

Aufgrund der ermittelten Luftmenge und der Energiedaten des Gebäudes wird die Zulufttemperatur im Heizfall max. 10 K über der Raumtemperatur liegen. Die Zuluft einbringung erfolgt induktiv über Weitwurfdüsen.

Die Zusatzheizung erfolgt über einen "luftgekühlten" Biomasse-Speicherofen. Die Einbindung der Zusatzheizung in das Lüftungssystem erfolgt über eine speziell entwickelte lufthydraulische Schaltung:

Da die Zulufttemperatur aus dem Speicherofen entsprechend hoch sein kann (ca. 70-80°C), wird die "heiße" Ofenzuluft in die zentrale Abluft (kurz vor dem

Lüftungsgerät) "beigemischt". Über den Wärmetauscher im Lüftungsgerät wird die Außenluft auf die entsprechend notwendige Zulufttemperatur erwärmt. Als Wärmetauscher wird ein hocheffizienter Kreuzstromtauscher. Durch diese lufthydraulische Schaltung kann keine verschwelte Luft (aus dem Speicherofen) in das Zuluftsystem gelangen. Zusätzlich wird die angesaugte Außenluft über einen Erdwärmetauscher geführt. Somit kann auch bei niedrigsten Außentemperaturen im Winterbetrieb eine Ansaugtemperatur vor dem Wärmetauscher von mindestens + 4°C erreicht werden. Ein Vereisen des Wärmetauschers (auf der Fortluftseite) kann somit zuverlässig verhindert werden.

Bei der Fortluftführung wird ebenfalls eine innovative Lösung gewählt:

Da es sich in Böheimkirchen um ein windstarkes bzw. windstabilen Gebiet handelt, wird der Fortluftkanal bis über Dach geführt (zwischen Gebäudedach und dem darüber liegenden Membrandach). Das Membrandach wird so ausgebildet, dass es bei einem Windangriff im Bereich der Fortluftausmündung zu einem Unterdruck kommt und somit die Fortluft gemäß dem Venturiprinzip praktisch "abgesaugt" wird. Durch diese Maßnahme kann elektrische Antriebsenergie des Abluftventilators eingespart werden.

#### Regelbeschreibung Lüftung/Heizung (s.a. Prinzipschema)

##### a) Nur Lüftungsbetrieb (kein Heizbetrieb)

Die Lüftungsanlage läuft über das interne Regelprogramm. Drehzahlregelung des Zu- und Abluftventilators über CO<sub>2</sub>-Fühler bzw. Luftqualitätsfühler (VOC) im Referenzraum.

**K1, K2** geöffnet; Ventilatoren laufen drehzahl geregelt; **K3, K4, K5** geschlossen.

##### b) Heizbetrieb

Voraussetzung: Inbetriebnahme des Biomasse-Speicherofens durch händisches An- und Nachheizen. **K4** und **K5** geöffnet; Ventilatoren laufen mit hoher Drehzahl; **K1, K2** geöffnet. Sinkt die Raumtemperatur im Referenzraum **2 K** unter den eingestellten Sollwert von **22°C**, öffnet die Klappe **K3** stetig und heiße Ofenluft wird der Abluft beigemischt.

Die Zulufttemperatur **F10** wird dadurch solange stetig erhöht, bis der Raumtemperatur-Sollwert wieder erreicht ist; Zulufttemperatur Maximalbegrenzung: **+30°C**. Wird nicht mehr händisch nachgeheizt, und sinkt die Abgastemperatur **F15** **30 min** lang unter **43°C** (d.h., es findet keine Verbrennung mehr im Speicherofen statt), schließt die Abgasklappe **K5**, die Verbrennungsluftklappe **K4** und die Raumlufklappe **K3**.

##### c) Funktionsprinzip Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung erfolgt völlig autark über eine thermische Solaranlage (keine Zusatzheizung). Über entsprechende Fassadenkollektoren wird auch im Winterbetrieb ein maximaler Solarertrag erreicht. Die Warmwasserbereitung erfolgt über ein "Speicher-im-Speicher-System". Bei diesem System können große Energiemengen bei gleichzeitig geringem Warmwasservolumen gespeichert werden.

Um eine optimale Schichtung im Pufferspeicher zu erhalten, erfolgt die Einbringung der Solarenergie "zweistufig" über innenliegende Glattrohrwärmetauscher. Durch dieses System und durch eine drehzahlgeregelte Solarpumpe kann in jedem Betriebsfall auf die gewünschte Nutztemperatur geregelt werden.

### Regelbeschreibung Solaranlage

#### c.I) Differenztemperatursteuerung

Ist die Kollektortemperatur **F1** um **8 K** größer als Puffertemperatur (unten) **F7**

→ Solarpumpe **P1** ein.

Ist die Kollektortemperatur **F1** um **3 K** größer als die Puffertemperatur (unten) **F7**

→ Solarpumpe **P1** aus.

Bei Erreichen der max. Speichertemperatur (oben) **F4** von **85°C** schaltet Solarpumpe **P1** aus.

Bei ausgeschalteter Solarpumpe **P1** und bei Erreichen einer Kollektortemperatur **F1** von **100°C** schaltet Solarpumpe **P1** wieder ein. Bei Erreichen einer Kollektortemperatur **F1** von **90°C** schaltet Solarpumpe **P1** wieder aus.

#### c.II) Drehzahlregelung Solarpumpe

Mit dieser Drehzahlregelung wird erreicht, dass so schnell als möglich eine Nutztemperatur von **60°C** erreicht wird.

Die Solarpumpe **P1** startet mit einer Drehzahl von **30 %** (Achtung: "Pumpenschlupf" durch Frostschutzgemisch beachten!).

Mit der Drehzahlregelung wird auf eine Solar-Vorlauftemperatur **F3** von **60°C** geregelt, das heißt, sobald die Solar-Vorlauftemperatur **F3** die Temperatur von **60°C** überschreitet, wird die Pumpendrehzahl kontinuierlich erhöht.

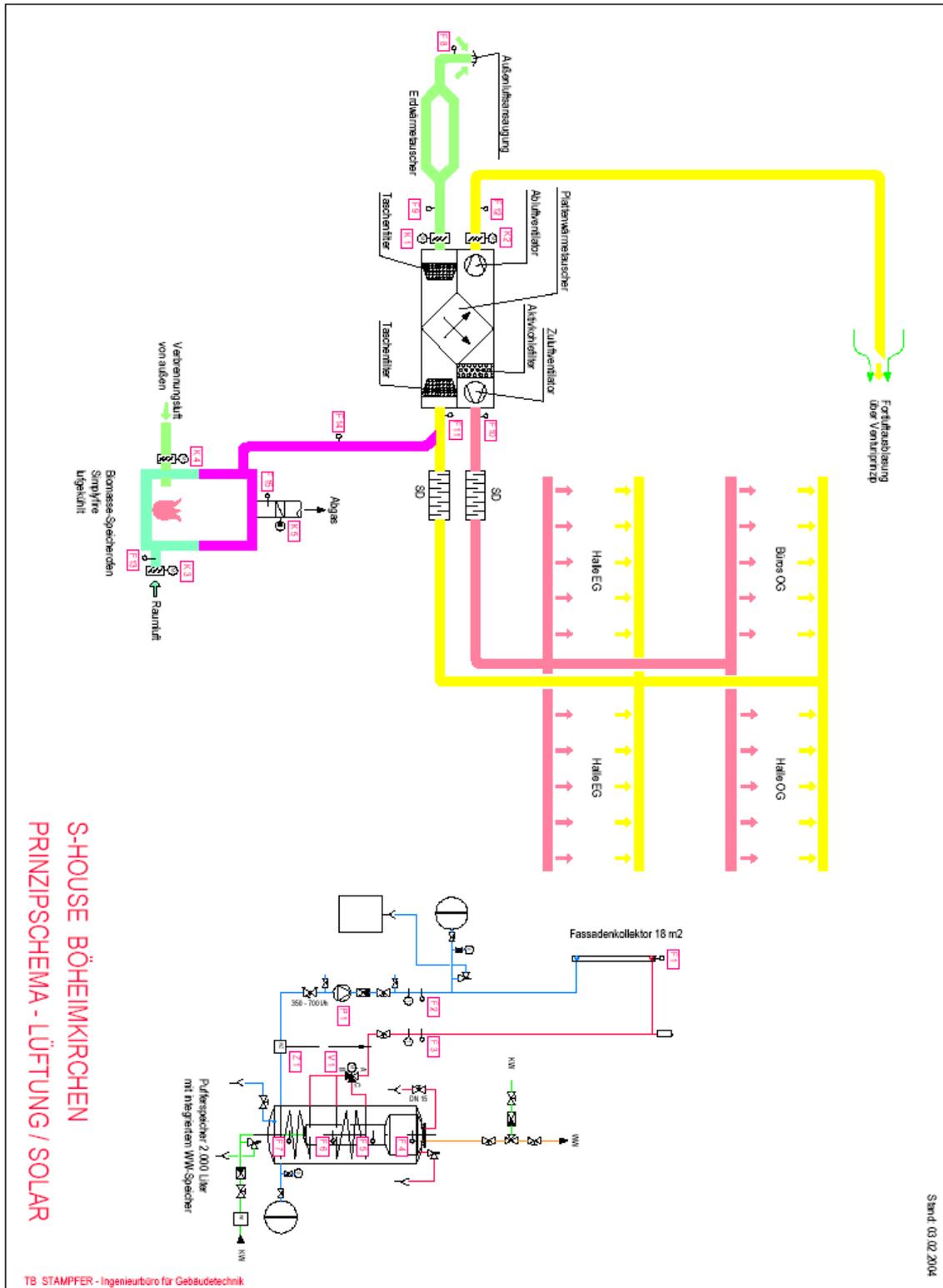
#### c.III) Pufferumschaltung:

Der Solareintrag in den Pufferspeicher erfolgt über einen internen zweistufigen Glattrohrwärmetauscher.

Ist die Solar-Vorlauftemperatur **F3** kleiner als die Puffertemperatur **F5**, wird nur der untere Wärmetauscher durchflossen → Umschaltventil **V1** auf Stellung "auf" (Ventilstellung A-B).

Steigt die Solar-Vorlauftemperatur **F3** um **3 K** über die Puffertemperatur **F5**, werden der obere und der untere Wärmetauscher durchflossen (in Serie) → Umschaltventil **V1** auf Stellung "zu" (Ventilstellung A-C).

Die Restwärme im Passivhausbereich wird in diesem Projekt über einen Biomasseofen bereitgestellt. Der stückholzbefeuerte Biomasse-Speicherofen, sowie dessen lufthydraulische Einbindung ins Lüftungssystem, wird speziell für den Einsatz im Passivhaus entwickelt und stellt eine eigenständige Innovation dar, die im Anschluss behandelt wird.



Grafik 6: Detailplan Prinzipschema – Lüftung/Solar

#### 6.4.4 Biomasse-Speicherofen

Die Ausführung des Biomasse-Speicherofens wurde geplant und durchgerechnet. Die Detailplanung für die lufthydraulische Einbindung in das Lüftungssystem, Wärmeabführungsmöglichkeiten (Luftheizung) und die Integration in das Haustechnikkonzept wird derzeit erarbeitet. Mittels eines speziell erstellten Berechnungsprogramms kann der Biomasse-Speicherofen dimensioniert und optimiert werden.

##### 6.4.4.1 Ausgangssituation

Hinter dem Passivhaus als zukunftsfähige Entwicklung steckt das Grundkonzept der Wärmeabdeckung und der Warmwasser-Bereitstellung durch passive Energienutzung sowie die aktive Nutzung von Sonnenenergie oder Erdwärme. Grundsätzlich kommen Passivhäuser daher ohne konventionelle Heizung aus, da sie nur circa ein Zehntel der Heizenergie von herkömmlichen Häusern benötigen. Ein Heizsystem ist jedoch notwendig, damit auch an sehr kalten Tagen die Heizspitzen abgedeckt werden können, falls die solaren Gewinne witterungsbedingt nicht ausreichen.

Die meisten Passivhaus-Bauherrn verwenden dafür eine thermische Solaranlage in Kombination mit Wärmepumpen, elektrischen Zusatzheizungen oder Gasthermen, vor allem in Verbindung mit der Brennwertechnik. Eine andere weit verbreitete Lösung, vor allem in Österreich, ist der Einsatz von Pelletfeuerungen, meist als Kaminöfen mit Wassertasche, in Kombination mit einer thermischen Solaranlage. Dabei speisen Kollektoren und Ofen einen Pufferspeicher. Übliche Leistungen für solche Feuerungen liegen zwischen 2 und 10 kW. Defizit bei all diesen Anlagen, wie bei Benutzerumfragen eruiert wurde, ist das fehlende Sichtfeuer und der „warme Kern“ im Wohnraum.

##### 6.4.4.2 Anforderungen

Im S-HOUSE soll ein Ofen integriert werden, der bei hoher Funktionalität diesen zusätzlichen Benutzerkomfort bietet. Folgende Kriterien müssen dabei berücksichtigt werden:

- Passivhaustauglichkeit
- Biomasse-Befuerung
- Schaffung eines angenehmen Raumklimas durch Strahlungswärme
- Geringer Beschickungsaufwand durch gute Wärmespeicherung
- Leichte Montier- und Demontierbarkeit
- Modernes Design
- Einfache Steuerbarkeit innerhalb der Haustechnik
- hoher Wirkungsgrad

#### 6.4.4.3 Innovation

Der Speicherofen, der mit Scheitholz, Holzbriketts oder -pellets befeuert wird, bietet neben anderen Vorteilen die Möglichkeit einen „warmen Kern“ mit Sichtfeuer im Passivhaus zu integrieren. Die Leistung des Ofens beträgt je nach Baugröße 4 bis 10 kW. Abhängig von dieser Leistung wird er mit rund 10 kg Holz befüllt, der errechnete Wirkungsgrad liegt bei etwa 80%. Das System, nach dem dieser Ofen arbeitet, ist ähnlich dem eines Kachelofens. Die während der Verbrennung erzeugte Wärme wird nicht nur direkt als Strahlungswärme abgegeben, sondern auch durch die mineralische Speichermasse aufgenommen und dann langsam in einem Zeitraum von ca. 8-12 Stunden abgegeben. Die Frischluftzufuhr erfolgt über eine Verbindung zur Außenluft, sodass keine Raumluft verbraucht wird. Der Ofen ist in Modulbauweise gestaltet. In einzelnen Modulen wird der Ofen von unten nach oben an seinem Bestimmungsort aufgebaut. Dann erst wird die mineralische Speichermasse eingefüllt.

Diese Bauweise erleichtert die Installation (durch Bauteile mit geringem Gewicht), der Abbau des Ofens gestaltet sich ebenso unproblematisch, nach Absaugen der Speichermasse wird die Feuerung wieder in ihre Module zerlegt.

Der Speicherofen kann durch seine Konstruktion Raumluft-unabhängig betrieben werden und eignet sich somit für den Einsatz in Passivhäusern. Bei den Voruntersuchungen wurden zwei Möglichkeiten für die Verknüpfung des Ofens mit der restlichen Haustechnik untersucht. Hierbei wurde sowohl die Variante der Luftbeheizung als auch die der Wärmeübertragung mittels Wassertaschen betrachtet. Die Variante der Luftbeheizung ist die einfachere und daher bevorzugte.

#### 6.4.4.4 Die Vorteile des modularen Biomasse Speicherofens sind:

- Im Vergleich zu einem Kachelofen billiger und flexibler
- Der Ofen ist transportabel und kann auch in Wohnungen leicht und ohne große Umbauten eingebaut werden (Kaminanschluss vorausgesetzt)
- Der Ofen ist rasch und problemlos auf- und abbaubar
- Er speichert die Wärme, und gibt sie langsam wieder an den Raum ab, sodass ein angenehmes Raumklima entsteht
- Kein häufiges Einheizen durch die über einen längeren Zeitraum erfolgte Wärmeabgabe
- Verschiedene Gestaltungsvarianten sind möglich

#### 6.4.5 Innovationen hinsichtlich der Haustechnik:

Im folgenden ist eine Zusammenfassung der wichtigsten Innovationen der Haustechnik im S-HOUSE dargestellt:

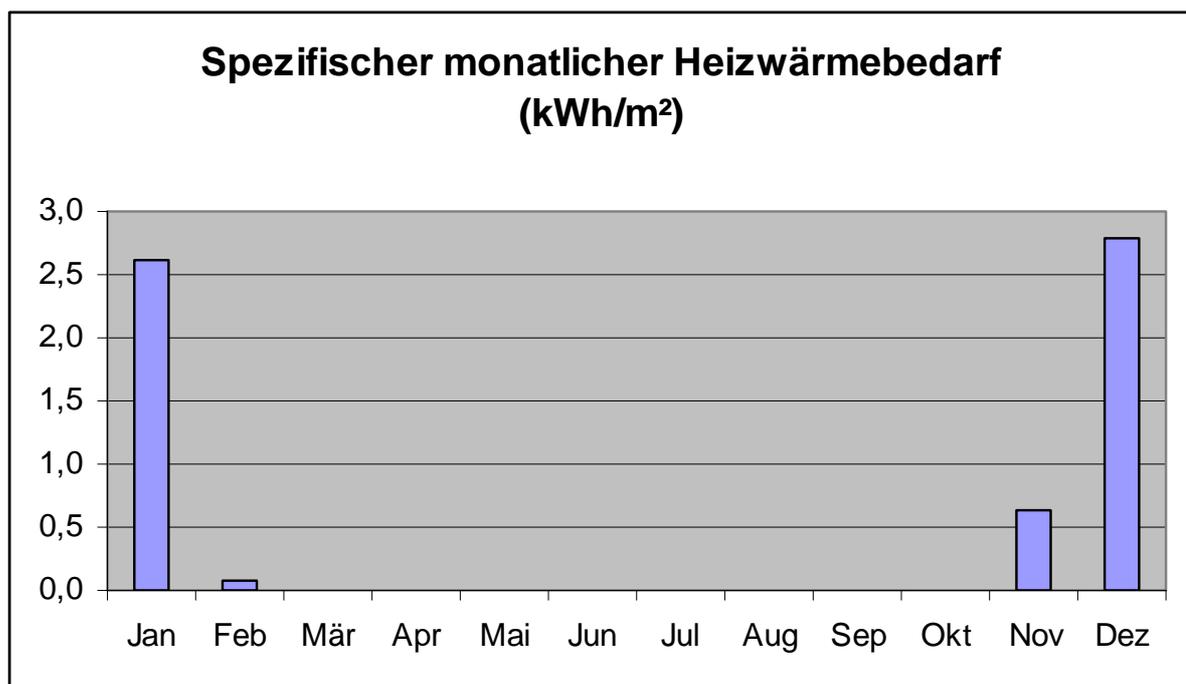
- Größtmöglicher Verzicht auf PVC in Leitungen und Installationsgeräten
- Minimierung der Leitungslängen durch dezentrale Anordnung der Steuerungskomponenten
- Verzicht auf herkömmliches Leitungstragsystem wie Kabeltassen etc. (Holzkonstruktion)
- Steuerung der kompletten Haus- u. Elektrotechnik mit einem einzigen System (europäischer Installationsbus)
- Völliger Verzicht auf Verkabelung für die EDV-Infrastruktur (Funk-LAN)
- Tageslichtabhängige Lichtregelung in den Büros durch einfache Präsenz- und Helligkeitsregler direkt an der Leuchte
- Bewegungs- und helligkeitsabhängiges Lichtschalten in Nebenräumen wie WC, Vorraum
- Übertagung von Messwerten (Raumtemperatur, Außentemperatur, etc.) oder Störmeldungen auf Handy via SMS
- Anlagenzustand über Internet abfragbar und auch steuerbar
- Geringer Wasserverbrauch wird durch wassersparende Armaturen und WC-Spülungen erreicht
- Geringer Stromverbrauch wird durch intelligente Tageslicht-Nutzung, Zeitschalter und Sparlampen erreicht

## 6.5 Passivhausberechnung

Die Ergebnisse der Berechnung mit dem PHPP Projektierungsprogramm für Passivhäuser (Standardprogramm, Passivhaus Institut Darmstadt) zeigen, dass der Passivhausstandard mit den derzeit üblichen Strohballenkonstruktionen erreicht werden kann. Mit der im S-HOUSE entwickelten und optimierten Wandkonstruktion wird der geforderte Wert deutlich unterschritten und die Energieeinsparungen während der Nutzungsphase nochmals halbiert. Das bedeutet eine Verringerung des spezifischen Heizwärmebedarfs um den Faktor 20 gegenüber dem heute üblichen Energiestandard. Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse der Berechnung dargestellt, die detaillierte Berechnung befindet sich im Anhang:

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	
Heizgr.Std. Außen	14,6	12,6	11,6	8,4	5,3	2,7	1,8	2,2	4,4	7,9	11,0	13,7	96	kKh
Heizgr.Std. Grund	7,5	7,5	8,8	8,5	8,3	7,2	6,5	5,7	5,0	5,2	5,5	6,5	82	kKh
Verluste Außen	2913	2510	2318	1668	1055	532	357	446	877	1575	2200	2734	19185	kWh
Verluste Grund	131	131	153	148	145	126	114	99	88	91	96	114	1436	kWh
Solare Gewinne Ost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solare Gewinne Süd	918	1868	2090	2628	2692	2407	2533	2723	2533	1995	1013	665	24065	kWh
Solare Gewinne West	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solare Gewinne Nord	40	60	103	147	199	219	219	175	119	72	40	28	1420	kWh
Solare Gewinne Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Innere Wärmequellen	1042	941	1042	1008	1042	1008	1042	1042	1008	1042	1008	1042	12264	kWh
Solarer Ausnutzungsgrad	100%	91%	76%	48%	31%	18%	12%	14%	26%	54%	99%	100%	48%	
Heizwärmebedarf	1043	31	1	0	0	0	0	0	0	0	251	1114	2441	kWh
spez. Heizwärmebedarf	2,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8	6,1	kWh/m <sup>2</sup>

Tabelle 4: Die wichtigsten Ergebnisse der Passivhausberechnung



Grafik 7: Spezifischer monatlicher Heizwärmebedarf

## 6.6 Berechnung der Sommertauglichkeit

Für den Nachweis, dass sich das Gebäude im Sommer entsprechend den festgesetzten Kriterien nicht über 27°C erwärmt, wurde Dr. Karin Stieldorf vom Institut für Hochbau für Architekten und Entwerfen an der TU Wien beauftragt, die Sommertauglichkeit des S-HOUSEs zu berechnen. Die verwendeten Daten und die Ergebnisse der Berechnung sind im Folgenden dargestellt und kommentiert. Als Berechnungstool wurde das am Institut entwickelte und erprobte Gebäudesimulationsprogramm GEBA V3.0. verwendet.

### Projekt: Strohballenhaus, Böheimkirchen (Gruppe angepasste Technologie)

#### Untersuchung der Sommertauglichkeit

Es wird untersucht, ob das in leichter Strohballenbauweise geplante Seminarzentrum in Böheimkirchen auch an heißen Sommertagen ausreichend kühl bleibt.

Die Beantwortung dieser Fragestellung erfolgt mittels Simulation des thermischen Verhaltens des gesamten Gebäudes während einer hochsommerlichen Hitzeperiode. Bezüglich des verwendeten Rechenverfahrens und der klimatischen Randbedingungen werden die Vorgaben der ÖNorm B8110-3 eingehalten. Die Simulationen erfolgen unter Zugriff auf das Gebäudesimulationsprogramm GEBA V3.0.

Berechnet wird das thermische Verhalten von EG und OG im periodisch eingeschwungenen Fall (Periodenlänge: 1 Tag). Die Berechnungsergebnisse spiegeln somit die während einer hochsommerlichen Hitzeperiode zu erwartenden innenklimatischen Verhältnisse wieder.

Im Rahmen einer Parameterstudie wird die Auswirkung von planerischen Maßnahmen auf das Sommerverhalten des Gebäudes untersucht. Folgende Parameter der Berechnung werden konstant gehalten:

Klimatische Randbedingungen:	Strahlungstag; Datum 15. Juli Außenlufttemperatur: 23 °C ± 7,0 K
Nutzungsbedingte Randbedingungen:	Personenbelegung EG: 5 von 9 bis 18 Uhr OG: 5 von 9 bis 18 Uhr
Bauliche Annahmen:	Cottobelag auf der Holz-Zwischendecke und dem Erdgeschoss-Fußboden; Abschattung durch die über das Gebäude als Wetterschutz gespannte Folie

#### Beschreibung der Varianten

- Grundvariante.** keine Jalousiebenützung  
 Permanente Lüftung LZW=3,0 h<sup>-1</sup>  
**Ergebnis:** Maximale Temperatur im EG 33,8°C, im OG 35,1°C.
- Ganztägig durchgehende (7:00 – 20:00) Benutzung einer Außenjalousie** für die gesamte Südverglasung.  
**Ergebnis:** Maximale Temperatur im EG 28,4°C, im OG 29,2°C.

3. **Einsatz einer kontrollierten Lüftung** (mit Vorkühlung im Erdkollektor) während des Tages (7:00 – 20:00); freie Nachtlüftung (LWZ = 3,0 h<sup>-1</sup>).  
angenommene Einblastemperatur: 18°C  
Luftwechselzahl: 0,7 h<sup>-1</sup>

**Ergebnis:** Maximale Temperatur im EG 26,5°C, im OG 27,0°C.

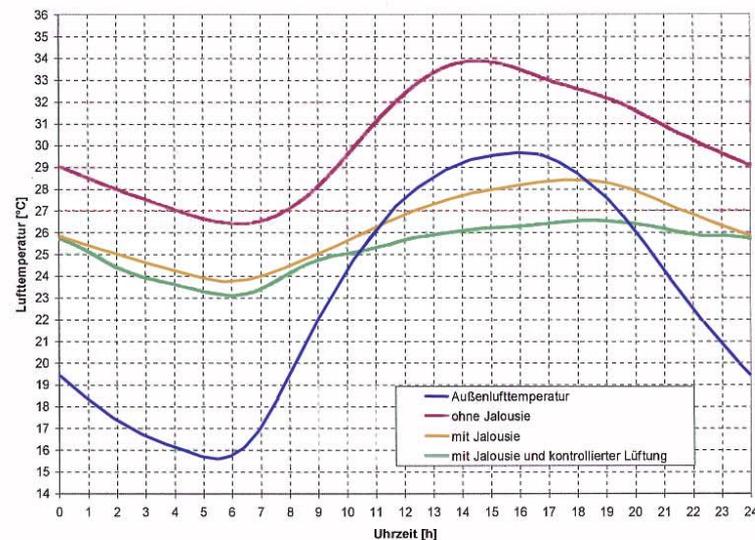
Unter den geschilderten Bedingungen erreicht die empfundene Temperatur im OG um 18 Uhr ihren Maximalwert von 27°C. Die für die empfundene Temperatur in der ÖNorm B8110-3 gesetzte Obergrenze von 27 °C wird damit nicht überschritten.

4. Wie Variante 3, jedoch **Aufbringen von Lehmputz** (d=4cm) an den Innenseiten der Außenwände und an beiden Seiten der Innenwände

**Ergebnis:** Weiteres Absinken der Temperatur um nur 0,2°C in EG und OG.

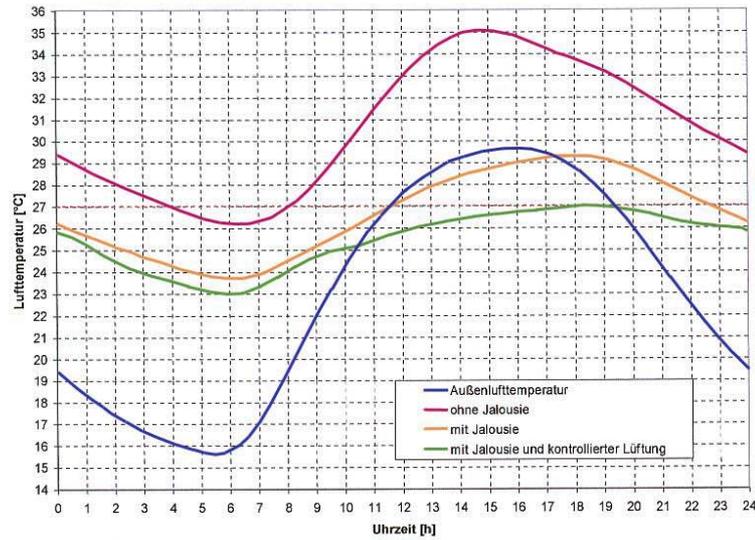
### Graphische Ergebnisdarstellungen

Gegenüberstellung der Varianten 1-3:



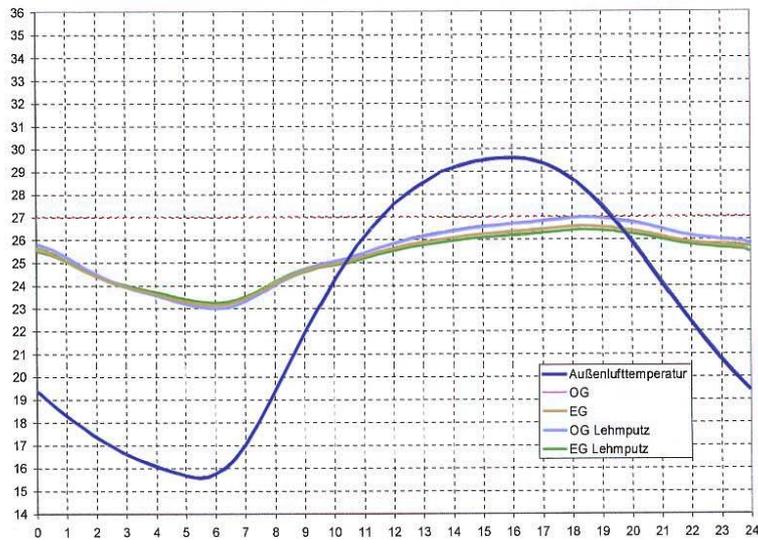
### Berechnete Tagesgänge der Innenlufttemperatur im EG

Gegenüberstellung der Varianten 1-3:



Berechnete Tagesgänge der Innenlufttemperatur im OG

Gegenüberstellung der Varianten 3 und 4 (ohne / mit Lehmputz):



Berechnete Tagesgänge der Innenlufttemperatur in EG und OG

### Wärmetechnische Beurteilung

Die durchgeführten rechnerischen Untersuchungen führen auf folgende Ergebnisse und Planungsempfehlungen:

- Die Sommertauglichkeit ist bei ganztägig durchgehender Benutzung von Außenjalousien vor allen südorientierten Gläsern und einer dem Gebäude angepassten Lüftungsstrategie zu erreichen.
- Außenjalousien sind für sämtliche verglasten Flächen der Südfassade vorzusehen.
- Das Gebäude sollte am frühen Morgen (0:00 – 7:00) frei gelüftet werden, wobei für eine effektive Querlüftung ( $LWZ = 3,0 \text{ h}^{-1}$ ) zu sorgen ist. Unter tags und am Abend (7:00 - 24:00) ist in das Gebäude auf  $18 \text{ °C}$  vorgekühlte Luft aus dem Erdkollektor einzublasen. Hierbei ist für das gesamte Gebäude ein maximaler Luftvolumenstrom von  $420 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$  vorzusehen.
- Die Erhöhung der Wärmespeicherefähigkeit des Gebäudes durch innenseitige Aufbringung von Lehmputz hat nur wenig Auswirkung auf die thermische Situation im Gebäude und kann daher unterbleiben.

Bei der Interpretation der Ergebnisse insbesondere in Hinblick auf den zu erwartenden Energieverbrauch durch die Belüftungsanlage ist zu beachten, daß die simulierten hochsommerlichen Verhältnisse nur selten auftreten. Die Überschreitungshäufigkeit des den Simulationrechnungen zugrunde gelegten Tagesmittelwertes der Außenlufttemperatur beträgt im langjährigen Schnitt für den Gebäudestandort 9 Tage im Jahr.

## 6.7 Messkonzept zum Nachweis der Langzeitfunktionalität

Die im S-HOUSE eingesetzten Materialien und Konstruktionen sind Neu- und Weiterentwicklungen. Um deren Langzeitfunktionalität nachweisen zu können, bedarf es einer kontinuierlichen Überprüfung der relevanten Parameter (siehe Tabelle unten). Speziell im Strohballenbau zeigen historische Gebäude, dass deren Konstruktionen über viele Jahrzehnte funktionieren. Die ältesten, noch genutzten Strohbauten sind mehr als 100 Jahre alt. Für den Einsatz von Strohandaufbauten und anderen Konstruktionen aus nachwachsenden Rohstoffen im Passivhaus gibt es derzeit keine Messdaten. Mit der Realisierung des Messkonzeptes im S-HOUSE soll umfassendes Datenmaterial über die eingesetzten Komponenten verfügbar gemacht werden, welches eine wichtige Grundlage für eine effiziente und effektive Verbreitung nachhaltiger Bautechnologien und Konstruktionen auf Basis nachwachsender Rohstoffe darstellt. Darüber hinaus wird damit auch die Grundlage für die Weiterentwicklung und Optimierung von Konstruktionen geschaffen und verlässliche Referenzwerte für Simulationsprogramme zur Verfügung gestellt.

Das Messkonzept wird in Zusammenarbeit mit der AEE Intec geplant und installiert. Durch den Abgleich der Messparameter mit jenen, die auch bei anderen Bauwerken erhoben werden, können Vergleiche einfach vollzogen werden. Es ist auch geplant, die aktuellen Messwerte online zur Verfügung zu stellen und somit aktuelle und aussagekräftige Messdaten einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Die Konzeption der geplanten Messungen ist bereits fertiggestellt und wird in einer Arbeitsgemeinschaft mit der AEE umgesetzt.

Folgende bauphysikalische und raumklimatische Größen werden im Messkonzept erfasst und dokumentieren damit die Funktionstüchtigkeit der Baukonstruktionen und des Gebäudes, beziehungsweise das Langzeitverhalten der Baustoffe. Ebenso sind die Funktionen beschrieben, die das Messkonzept erfüllen soll.

<b>Messaufgaben im S-HOUSE Projekt</b>	<b>Verwendete Messkomponenten</b>
Wärmeströme durch die Außenwände, Dach und Fußboden im Erdgeschoss	Wärmeflussplatten, transparente Wärmeflussplatten an der Glasfassade
Temperaturen in den wichtigsten Bereichen	jeweils 2 Temperatursensoren im EG und OG
Temperaturen und Feuchtigkeit in den Wänden (Dämmstoffvergleiche)	Temperatur- und Feuchtesensoren je Dämmvariante (Flachs, Hanf, Schafwolle, ...)
Ertrag des Stückholzspeicherofens	Wärmemengenzähler für das Nachheizregister

Mechanische Be- und Entlüftung	Temperatur und Luftgeschwindigkeit
Kenngößen zur Berechnung der Behaglichkeit	2 Oberflächentemperaturen, 2 Luftfeuchte
Grundlegenden Wetterdaten	solare Einstrahlung, Windgeschwindigkeit, Außenlufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit
Elektrischer Energieverbrauch	Subzähler für die Lüftungsanlage
Wärmeleistung der Solaranlage	Wärmemengenzähler
CO2 Messung der Raumluft	Messsensoren im EG und OG
Untersuchungen des mikrobiologischen Verhaltens der eingesetzten Baumaterialien und -konstruktionen	Laboruntersuchungen

**Tabelle 5: Messaufgaben und Messkomponenten im S-HOUSE Projekt**

### 6.7.1 Darstellung und Verbreitung der Messdaten

Die Messergebnisse sollen online verfügbar sein und sowohl in der Ausstellung, als auch über das Internet abgerufen werden können. Das verwendete Messsystem wird daher onlinefähig ausgeführt und das Datenmaterial für das Internet aufbereitet.

## 7 TECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN DER SCHALLDÄMM-EIGENSCHAFTEN VON STROHBALLENWANDAUFBAUTEN

Zur Ermittlung der Schallschutzleistung der Strohballenwand wurden Schallschutztests durchgeführt. Mit dem erzielten Ergebnis konnten die baurechtlichen Anforderungen erfüllt werden. Die einzelnen Schichten des Wandaufbaus wurden nacheinander überprüft, somit kann eine Aussage über die Schallschutzeigenschaften sowohl für jede einzelne Schicht als auch für den gesamten Wandaufbau getroffen werden. Es wurden zwei Varianten getestet. Beide bestehen aus einer innen liegenden Kreuzlagenholzplatte und einer davor angebrachten Strohballenebene. Die außen mit einer hinterlüfteten Holzfassade ausgeführte Variante erreichte eine Verminderung des Schalldämmmaßes von 53dB. Die mit einer Lehmputzfassade versehene Variante kam auf 55dB. Die schichtweise durchgeführte Messung der Konstruktion gibt auch Aufschluss darüber, welches Schalldämmmaß die Strohballenebene erreicht. Mit einer Verbesserung des Schalldämmmaßes um 15dB (von 33dB auf 48dB) durch die Anbringung der Strohballenebene an die KLH-Platte konnte gezeigt werden, dass die Schalldämmfähigkeit von Strohballen über der von herkömmlichen Dämmstoffen auf mineralischer bzw. fossiler Basis liegt. Aufgrund des noch bestehenden Optimierungspotenzials der Strohballen durch eine höhere Dichte sowie eine optimierte Quaderform, kann davon ausgegangen werden, dass auch im Bezug auf das Schalldämmmaß noch Verbesserungen möglich sind.

In der ÖNORM B 8115 (Teil 1 und 2) sind genaue Bestimmungen zu finden, wie Luftschallschutz und Trittschallschutz der einzelnen Gebäudeteile festzulegen sind. Die jeweils geforderte Minimalanforderung an die Schalldämmung der Bauteile kann aus den folgenden Tabellen entnommen werden. Es wird ersichtlich, dass diese Anforderungen durch den geprüften Wandaufbau erfüllt bzw. übertroffen werden.

Gebäudeart	Bauteile von zu schützenden Räumen (Aufenthaltsräumen)	Erforderlicher Mindestschallschutz $R'_{res, a}$ bzw. $R'_a$ (in dB) bei einem maßgeblichen <sup>1)</sup> Außenlärmpegel $L_{a, ext}$ in dB von						Zeile
		≤ 50	51 bis 55	56 bis 60	61 bis 65	66 bis 70	> 70	
Krankenhäuser, Kurgebäude u. dgl.	Außenbauteile einschl. Fenster und Außentüren <sup>2)</sup> $R'_{res, a}$ <sup>3)</sup>	33	38	43	47	52	—	1
	Feuermauern (je Wand) <sup>4)</sup> $R'_a$	52		52	52	—	2	
	Decken und Wände gegen Dachböden $R'_a$	47		52	52	—	3	
Wohngebäude, Hotels, Schulen u. dgl.	Außenbauteile einschl. Fenster und Außentüren <sup>2)</sup> $R'_{res, a}$ <sup>3)</sup>	33	38	38	43	48	4	
	Feuermauern (je Wand) <sup>4)</sup> $R'_a$	52		52	52	52	5	
	Decken und Wände gegen Dachböden $R'_a$	42		47	47	47	6	
Bürogebäude	Außenbauteile einschl. Fenster und Außentüren <sup>2)</sup> $R'_{res, a}$ <sup>3)</sup>	33			38	43	7	
	Feuermauern (je Wand) <sup>4)</sup> $R'_a$	52		52	52	8		
	Decken und Wände gegen Dachböden $R'_a$	42		47	47	9		

<sup>1)</sup> Der maßgebliche Außenlärmpegel ist für jede Außenwand gemäß 3.1 und 4.1.1 zu ermitteln. Die angegebenen Werte beziehen sich auf den Außenlärmpegel bei Tag; bei Nacht sind sie um 10 dB geringer.  
<sup>2)</sup> Ohne Berücksichtigung der Fenster und Außentüren müssen Außenwände und Dachschrägen eine Mindestschalldämmung  $R'_a$  nach den Erfordernissen für die Schallangleitung, mindestens jedoch eine solche von 47 dB aufweisen (ausgenommen Einfamilienhäuser).  
<sup>3)</sup>  $R'_{res, a}$  ... bewertetes resultierendes Bau-Schalldämmmaß am Bau, das sich aus den Teil-dämmungen der Außenbauteile und der Fenster bzw. Außentüren ergibt.  
<sup>4)</sup> Das sind Außenwände, die an vorhandene Gebäude angebaut werden oder an weiche andere Gebäude angebaut werden können (unabhängig von Grundgrenzen oder anderen rechtlichen Belangen).

Tabelle 6: Erforderlicher Mindestschallschutz, Quelle: Skriptum Technischer Ausbau A, 1997

## 7.1 Ergebnisse der Schallschutzprüfung

Die Beurteilung beider vollständigen Wandaufbauten Variante 3, sowie Variante 4 ergaben, dass die Anforderung an den Schallschutz für Außenwände gemäß der Anforderungsnorm ÖNORM B 8115-Teil 2 Ausgabe 2002 in beiden Fällen erfüllt wird. (Variante 1 und 2 waren jeweils Teilaufbauten, s.a. Anhang)

### Variante 3:

Grundkonstruktion: 9 cm dreischichtige Kreuzlagerplatte aus Fichtenholz flächenbezogene Masse  $m' = 46 \text{ kg/m}^2$

Dämmschicht: 50 cm Strohballen flächenbezogene Masse  $m' = 61 \text{ kg/m}^2$

Fassadenverkleidung: 5 cm vertikale Lattung (Holzstaffeln 5 x 5 cm,  $e = 62,5 \text{ cm}$ ), befestigt mit Schnellbauschrauben 3 x 90 mm auf Stroh-Schraubdübeln (35 cm lang, ca. 6 Stück/m<sup>2</sup>)

2,2 cm Dreischichtplatte aus Fichtenholz flächenbezogene Masse  $m' = 11 \text{ kg/m}^2$

Flächenbezogene Masse des Wandaufbaus:  $m' = 121 \text{ kg/m}^2$

**Variante 4:**

Grundkonstruktion: 9 cm dreischichtige Kreuzlagerplatte aus Fichtenholz  
flächenbezogene Masse  $m' = 46 \text{ kg/m}^2$

Dämmschicht: 50 cm Strohballen  
flächenbezogene Masse  $m' = 61 \text{ kg/m}^2$

Putz: 3-4 cm Lehmputz mit Jutenetz  
flächenbezogene Masse  $m' = 54 \text{ kg/m}^2$

Flächenbezogene Masse des Wandaufbaus:  $m' = 161 \text{ kg/m}^2$

**Im Anhang befindet sich der vollständige Prüfbericht.**

MA 39 - VFA  
2003-0524.01-04Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien  
Magistratsabteilung 39  
Akreditierte Prüf- und ÜberwachungsstelleSeite  
3 / 5

#### 2.4 Variante 4:

**2.4.1 Grundkonstruktion:** 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz  
flächenbezogene Masse  $m' = 46 \text{ kg/m}^2$

**2.4.2 Dämmschicht:** 50 cm Strohballen  
flächenbezogene Masse  $m' = 61 \text{ kg/m}^2$

**2.4.3 Putz:** 3-4 cm Lehmputz mit Jutenetz  
flächenbezogene Masse  $m' = 54 \text{ kg/m}^2$  (Im Mittel)

**2.4.4 flächenbezogene Masse der gesamten Wand:  $m' = 161 \text{ kg/m}^2$**

#### 2.5: Anschluss zum Prüfstandsmauerwerk:

mit Mineralwolle und Dichtungsmasse (Silikon)

### 3 Messdurchführung

Die Messungen (Messzeitraum 3. bis 26. März 2003) wurden mit einem geeichten Schallmesssystem der Firma Norsonic (Type RTA 840 Serien Nr. 18666), das mittels eines geeichten akustischen Kalibrators der Firma Norsonic (Type 1251, Serien Nr. 22781) kalibriert wurde, durchgeführt. Die Messung der Luftschalldämmung erfolgt in einer Richtung (bei Trennwänden wahlweise; bei Außenwänden von außen nach innen). Bei jeder der einzelnen Messreihen wurde auf einer Seite des Prüfkörpers (Sendeseite) ein Rauschen im Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz (in Terzbandbreite) erzeugt und die Schalldruckpegel sowohl sende- als auch empfangsseitig mit bewegten Mikrofonen aufgenommen und gespeichert. Danach wurde die Nachhallzeit des Empfangsraumes bestimmt.

### 4 Definitionen

Als Einzahlangabe zur Beurteilung der Luftschalldämmung von Bauteilen dienen das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$  sowie die Spektrum-Anpassungswerte  $C$  und  $C_{tr}$ . Zu diesen Kenngrößen finden sich in der ÖNORM EN ISO 717-1:1997 nachfolgende Berechnungsvorschriften und Definitionen (sinngemäß):

#### 4.1 Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w$

Um die Ergebnisse von Messungen, durchgeführt nach ISO 140-3 in Terzbändern, gegeben auf 0,1 dB, zu bewerten, wird die Bezugskurve in Schritten von 1 dB gegen die Messkurve verschoben bis die Summe der ungünstigen Abweichungen so groß wie möglich wird, jedoch nicht mehr als 32,0 dB beträgt. Eine ungünstige Abweichung bei einer bestimmten Frequenz ist gegeben, wenn das Messergebnis niedriger ist als der Bezugswert. Nur ungünstige Abweichungen werden berücksichtigt.

Der Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz ist das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$ . Das bewertete Schalldämm-Maß wird in Dezibel (dB) angegeben.

MA 39 - VFA  
2003-0524.01-04Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien  
Magistratsabteilung 39  
Akkreditierte Prüf- und ÜberwachungsstelleSeite  
4 / 5

#### 4.2 Spektrum-Anpassungswerte $C$ , $C_{tr}$

Der Spektrum-Anpassungswert ist jener Wert, in Dezibel, der zum bewerteten Schalldämm-Maß zu addieren ist, um ein bestimmtes Schallspektrum zu berücksichtigen. Die mathematischen Definitionen der verschiedenen Spektren sowie die Berechnungsvorschriften für die Spektrum-Anpassungswerte sind in der ÖNORM EN ISO 717-1:1997 angegeben. Der Spektrum-Anpassungswert wird auf 0,1 dB berechnet und gemäß ISO 31-0 auf eine ganze Zahl gerundet.

Nachfolgend wird eine Zuordnung von verschiedenen Geräuschquellen zu den jeweiligen Spektrum-Anpassungswerten angegeben. Diese Zuordnung kann als Richtlinie für die Anwendung der Spektrum-Anpassungswerte für die Einstufung der Schalldämmung in Bezug auf diese Geräuschquellen herangezogen werden.

Der Spektrum-Anpassungswert  $C$  berücksichtigt primär mittel- und hochfrequente Geräuschquellen. Dazu gehören unter anderem Wohnaktivitäten (Reden, Musik, Radio, TV), Kinderspielen, Schienenverkehr mit mittlerer und hoher Geschwindigkeit, Autobahnverkehr über 80 km/h, Düsenflugzeuge in kleinem Abstand sowie Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequenten Lärm abstrahlen.

Der Spektrum-Anpassungswert  $C_{tr}$  berücksichtigt primär tief- und mittelfrequente Geräuschquellen. Dazu gehören unter anderem städtischer Straßenverkehr, Schienenverkehr mit geringer Geschwindigkeit, Propellerflugzeuge, Düsenflugzeuge in großem Abstand, Discomusik sowie Betriebe, die überwiegend tief- und mittel-frequenten Lärm abstrahlen.

#### 5 Ergebnisse

Wandaufbau	Bew. Schalldämm-Maß $R_w(C;C_{tr})$
Variante 1 (Pkt. 2.1): Grundkonstruktion 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz	33(-1;-4) dB
Variante 2 (Pkt 2.2): Grundkonstruktion inkl. Strohballenebene 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz 50 cm Strohballen	48(-2;-9) dB
Variante 3 (Pkt 2.3): Gesamt-Wandaufbau 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz 50 cm Strohballen 5 cm vertikale Lattung 2,2 cm Dreischichtplatte aus Fichtenholz	53(-4;-12) dB
Variante 4 (Pkt 2.4): Gesamt-Wandaufbau 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz 50 cm Strohballen 3-4 cm Lehmputz mit Jutenetz	55(-3;-10) dB

In der Beilage (Seite 1 bis 4) sind die jeweils gemessenen Kurven (dicke Messkurve) des Schalldämm-Maßes des jeweiligen Wandaufbaues in Abhängigkeit von der Frequenz sowie die Bezugskurven (dünne Messkurve) nach ÖNORM EN ISO 717-1:1997 dargestellt.

## 8 INTERNATIONALE ANALYSE VON DEMONSTRATIONSGEBÄUDEN

Um den Stand der Technik zu erheben, wurde eine Analyse von internationalen ökologischen Demonstrationsgebäuden durchgeführt. Diese Analyse umfasste die wichtigsten Kriterien nachhaltigen Bauens, sowohl energetische als auch materialtechnische Daten wurden berücksichtigt. Zusätzlich werden die Planer, Architekten, der Standort des Gebäudes und die Besonderheiten (Auszeichnungen etc.) sowie Erfahrungen mit den Demonstrationsgebäuden angeführt. Im Folgenden ist exemplarisch eines der analysierten Beispiele dargestellt (die vollständige Analyse befindet sich im Anhang).

### „Gewerbehau Josias Gasser Baumaterialien AG“ CH-7000 Chur



Foto: [www.gasser.ch](http://www.gasser.ch)

Gebäudetyp	Betriebsgebäude
Planung	
Architekt	Th. Und Th. Domenig, Dipl. Arch. ETH/SIA/HTL, Chur Andrea Gustav Rüedi, Arch. HTL, Baubiologe SIB, Chur
Bauherr	Josias Gasser Baumaterialien AG, Chur
Bauzeit	
Bauweise	Holzkonstruktion
Haustechnik	Kompaktsolaranlage für Brauchwasseraufbereitung, Photovoltaikanlage (45kWp), Kontrollierte Lüftung (90% Wärmerückgewinnungsgrad)
Baumaterialien	Holz, Beton, Zelluloseflocken, Holzfaserplatten, Schaumglas, Mineralwolle, Folienisoliertgläser
Energiestandard	Passivhaus
Kenndaten	Heizenergiebedarf: 14kWh/m²a
Besonderheiten	Regenwassernutzung für WC Spülung, Bewässerung und Reinigungszwecke Auszeichnung mit dem SIA Preis 1999

**Tabelle 7: Daten - Gewerbehau Josias Gasser Baumaterialien AG**

### Beschreibung

Der Niedrigstenergie-Gewerbebau mit Büroräumen und Lagerhalle im Norden der Stadt Chur ist Ersatz für eine 1959/60 erstellte Geschäftsliegenschaft der Firma Josias Gasser. Der gut gelungene, funktionell und architektonisch sauber gestaltete Neubau ist Beispiel für eine konsequente und gesamtheitlich betrachtete Umsetzung der Nachhaltigkeitspostulate, die im Leitbild der Unternehmung verankert sind. Er hat als Gewerbebau hohen Vorbildcharakter vor allem auch durch die gründlichen Abklärungen in den Phasen "Vorstudien" und "Projektierung".

Die Frage des Sanierens und Erhaltens gegenüber einem Neubau mit besserer Nutzungsqualität wurde sorgfältig abgewogen und zugunsten eines Neubaus entschieden. Das Objekt stellt darin auch einen Beitrag zu diesem wichtigen und interessanten Aspekt der Nachhaltigkeitsdiskussion dar. Der sachgerechte Rückbau des Altbaues mit weitgehender Verwertung der Materialien, die sorgfältige Materialwahl für den Neubau, der Einsatz von Regenwassernutzung und eine gut durchdachte Nutzung des Tageslichtes sind ökologisch vorbildlich. Weitgehend passiv beheizt, mit kontrollierter Lüftung und mit Solarenergieanlagen ausgerüstet, stellt der Bau energetisch eine sehr gute Lösung dar; der Heizenergiebedarf beträgt 52 MJ/m<sup>2</sup>a. Konstruktiv ist vor allem das Tragwerk in Holz-Beton-Verbund zu erwähnen.

Die ausgezeichnete Erschließung durch öffentliche Verkehrsmittel für Personen- und Materialtransporte, die von den baulichen Bedingungen her sehr guten Arbeitsplätze in einer Randregion sind beispielhaft. Bereits während der Bauphase, aber auch im Betrieb, werden den Mitarbeitenden und der Branche Weiterbildungsmöglichkeiten geboten. Es ist beabsichtigt, die Seminarinfrastruktur als Kommunikationszentrum auch einer weiteren Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Insgesamt ist der Gewerbebau ein wegweisendes Beispiel im Sinne der Anwendung von Nachhaltigkeitswissen und kann insbesondere als Objekt in der eher konservativen Unternehmensbranche des Baumaterialhandels eine breite Ausstrahlung bekommen.

([http://www.gasser.ch/index\\_news.html](http://www.gasser.ch/index_news.html))

**Die gesamte Auflistung und Beschreibung der analysierten Demonstrationsgebäuden befindet sich im Anhang.**

## 8.1 Schlussfolgerungen

Die Analyse ergab, dass für eine erfolgreiche Verbreitung von innovativen Technologien im Baubereich Demonstrationsgebäuden eine wesentliche Funktion zukommt. Wie die Erfahrung mit Demobauten zeigt, ist die Verbreitungswirkung umso höher, je leichter diese einer breiten Öffentlichkeit zugänglich sind und je besser die Information über die neuen demonstrierten Bautechnologien aufbereitet und verfügbar ist.

Auffallend bei den untersuchten Gebäuden ist die Tatsache, dass der energetische Aspekt immer im Vordergrund steht und die Frage der Materialwahl bislang deutlich weniger Beachtung findet. Mit der geringen Beachtung der Materialwahl ist auch die oft fehlende Integration der Entsorgung des Gebäudes oder von Gebäudekomponenten verbunden. Der einzige nachwachsende Rohstoff, der in relevanten Mengen verwendet wird, ist Holz.

Die Palette von Demobauten ist sehr vielfältig und reicht vom Einfamilienhaus bis zum Bürogebäude. Eine konsequente Verbindung von Passivhaustechnologie mit Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, wie im S-HOUSE geplant, ist aber bislang noch nicht in vollem Umfang realisiert worden.

Resümierend kann gesagt werden, dass die im S-HOUSE verfolgten zentralen Zielsetzungen der Demonstration und Verbreitung von nachhaltigen Bautechnologien auf Basis nachwachsender Rohstoffe in keinem der angeführten Demobauten so konsequent und umfassend verfolgt werden.

## 9 STROHBAU-EXPERTISE AUS DEN USA

Die Strohbaupertise wurde am Beginn des Projektes erstellt und im Rahmen des im Juni 2001 durchgeführten Strohbausymposiums von Mag. Georg Scheicher, (Architekten Scheicher) vorgestellt.

### 9.1 Aktuellste architektonische Entwicklungen des Strohballenbaus in den USA

Zusammenfassung des Vortrags auf dem im Rahmen des Projekts durchgeführten Strohbausymposiums in Illmitz

*„Warum bauen Amerikaner – ein Volk mit einem durchschnittlichen ökologischen Fußabdruck von ca. 30 ha pro Kopf (nachhaltig wären 2 ha) – Häuser aus Stroh? Natürlich, um sich zu verbessern. Dies war unsere optimistische Einstellung, als wir uns auf den Weg machten, die in den USA umtriebige Entwicklung im Strohballenbau näher kennen zu lernen. Doch wir wurden eines Besseren belehrt. Es sind andere Motive, aus denen die Menschen dort ihre Behausungen aus Stroh bauen. Sie gelten dort als qualitativ wesentlich besser und solider als die üblichen „Holzleichtbaukonstruktionen“, was sie auch sicher sind. Die Strohhäuser kommen dem idealtypischen, historischen, europäischen Haus mit den dicken Wänden und den leicht organischen runden Kanten viel näher. Sie visualisieren Stabilität und Geborgenheit, was zu Zeiten des Cocooning -Trends sehr gefragt ist. Das einfachere Recycling nach der Nutzung, der niedrige Primärenergieaufwand zur Errichtung dieser Häuser, beziehungsweise die Energieeinsparung durch die gute Isolierung eines Strohhauses werden von den Erbauern und Konstrukteuren nicht konsequent genutzt. Dies war einerseits an den zahlreichen Metall- und Verbundwerkstoffen, die in die Konstruktion integriert wurden, zu erkennen, andererseits an der im Vergleich zu den Wänden geringeren Dachisolierung. Dennoch entwickelt sich eine neue kombinierte Zimmermanns- und Strohballenbaukultur. Die Konstruktionen sind bauphysikalisch ausgeklügelt, die Arbeitsweise steht auf einem für amerikanische Verhältnisse bemerkenswert hohen handwerklichen Niveau. Die angewandten Konstruktionen werden laufend verbessert, doch mit anderen Entwicklungszielen als die Niedrigst- und Passivhäuser in Europa (siehe dazu folgende Abbildungen von Gordon Smets Haus in Kalifornien, geplant von DSA architects).*

*Jack Martin baute in einer wunderschön entlegenen Landschaft östlich von Santa Fe für seinen Ruhestand ein Strohhaus. Streng ökologisch motiviert, wie er berichtete. Die Realisierung dieser Zielsetzung gelang nicht ganz. Trotz Windgenerator, Photovoltaik mit großen Batteriespeichern, Regenwassersammelanlage und Biotoilette vertraute er der alternativen Bauweise nicht hundertprozentig. Die Konstruktion des Hauses ist ein mit Strohballen ausgefachtes Stahlbetonskelett, für Energie und Wasser gibt es ein solides Backupsystem zum relativ weit entlegenen Netz.*

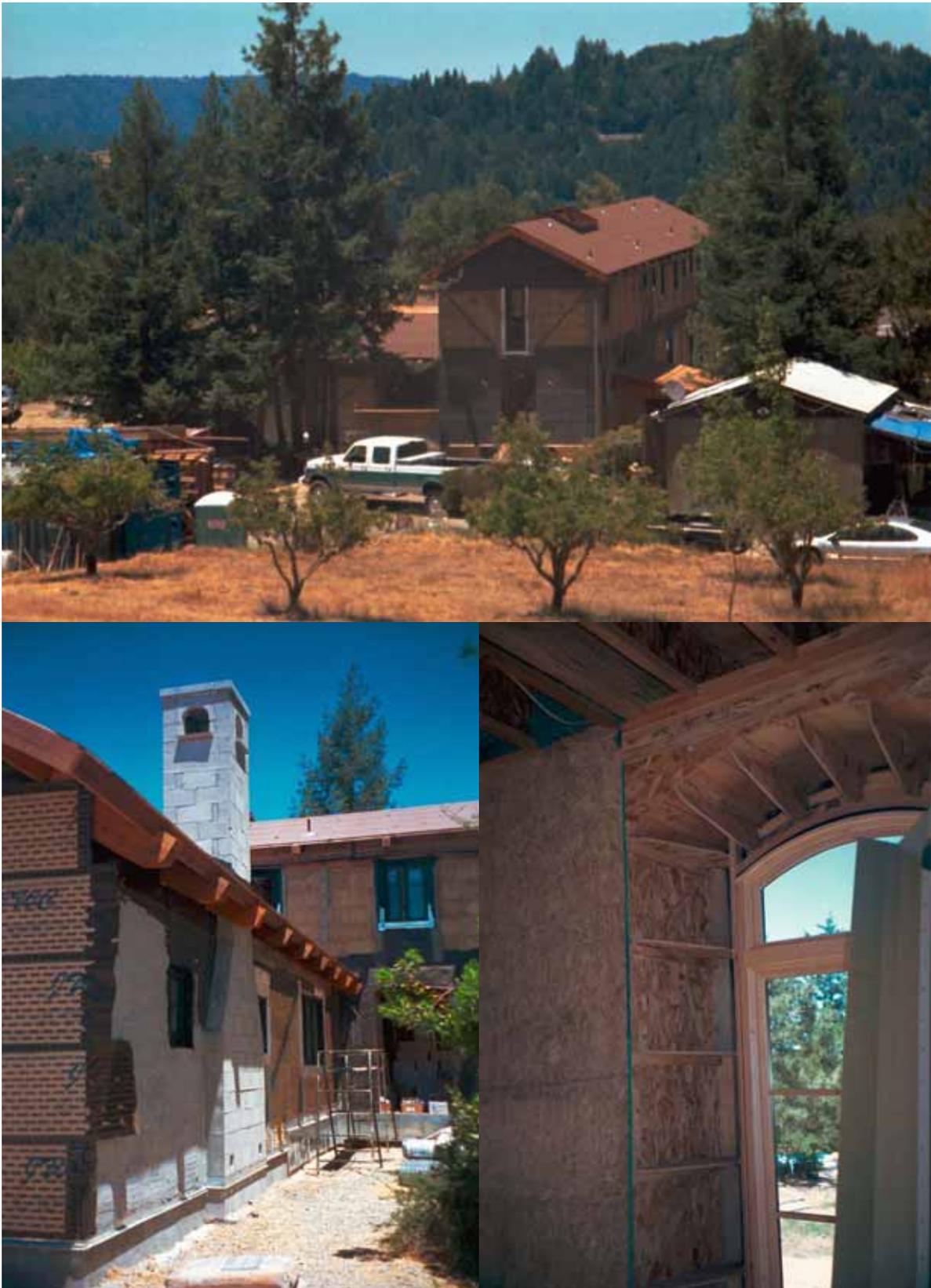


Abbildung 1: Gordon Smets Haus in Kalifornien, geplant von DSA architects

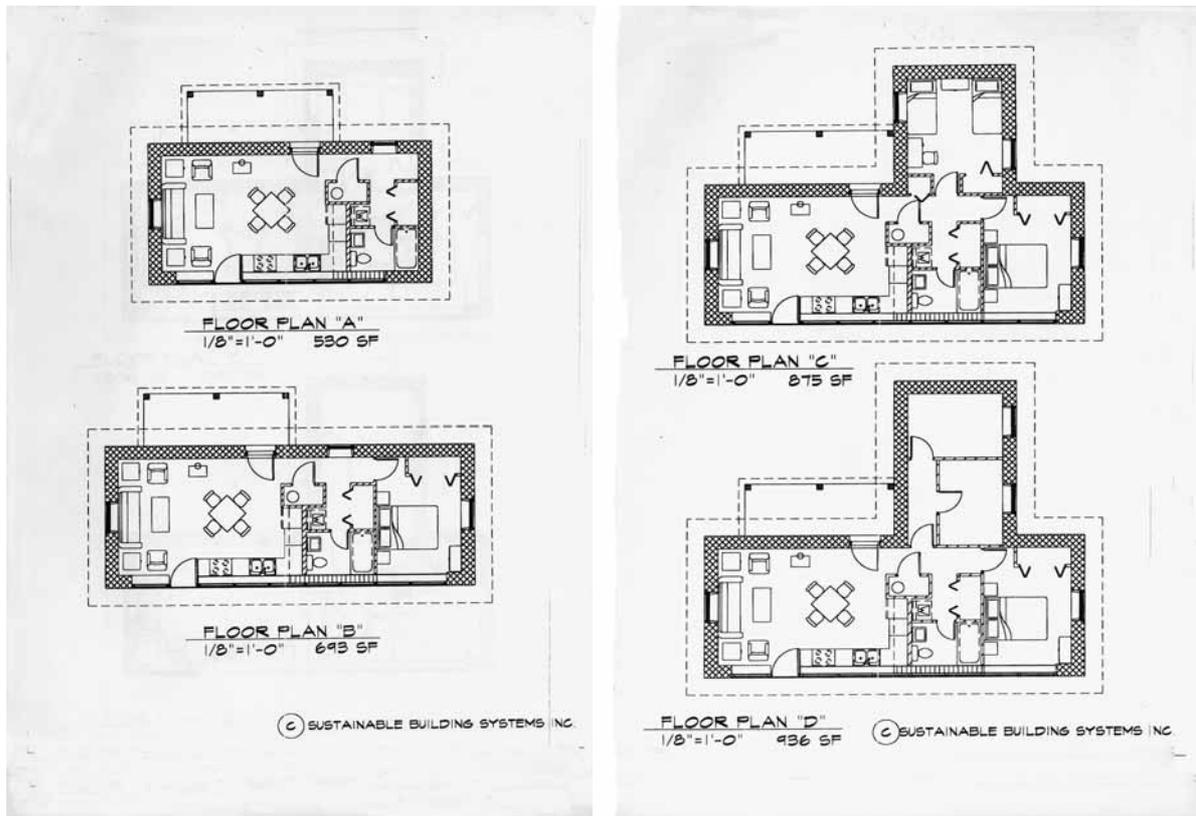


Abbildung 2: Strohhaus von Jack Martin, östlich von Santa Fe



Abbildung 3: Innenraum, Strohhaus von Jack Martin

Völlig andere Zielsetzungen verfolgt Alfred von Bachmaier (siehe Abbildungen unten). Er baut Stroh Häuser für sozial Bedürftige und entwickelte eine Maschine, mit der er vor Ort Lehmziegel für thomboische Wände produziert. Bachmaier versammelt begüterte Bürger und errichtet mit ihnen gemeinsam im Eigenbau Hütten und Häuser für Obdachlose, auch Jack Martin half mit und errichtete in 10 Tagen mit 15 Gleichgesinnten ein derartiges Gebäude.



**Grafik 8: Grundrisse von Stroh Häusern für sozial Bedürftige, Planung: Alfred von Bachmaier**

Die Gebäude sind als lasttragende Strohballenbauten konzipiert, der lehmverputzt ist mit einer thomboischen Wand beheizt wird und eine Dachstuhlkonstruktion aus recyciertem Holz aus Staplerpaletten (da Holz in dieser Region sehr teuer ist) hat. Ein generell sehr interessanter Ansatz, der eine rasche und qualitativ hochwertige Erstellung von Unterkünften in diversen Krisengebieten ermöglichen kann .

Die recherchierten technischen Details und Erfahrungen in der Anwendung von Strohballenbauten wurden in der konkreten Umsetzung des S-HOUSE Projekts berücksichtigt.

## **10 REALISIERUNG DES INNOVATIVEN BAUKONZEPTS**

### **10.1 Finanzierung**

Die behördlichen und administrativen Vorarbeiten sowie die Finanzierung des Projektes stellen eine wesentliche Grundlage für dessen zufriedenstellende Umsetzung und Erreichung der angestrebten Ziele dar. Die Finanzierung erfolgt über Mittel aus dem EU LIFE-Umwelt Programm, des Bmvit im Rahmen des „Haus der Zukunft“ Programms, durch das Land Niederösterreich und durch Eigenleistungsbeiträge der beteiligten Projektpartner.

### **10.2 Baugenehmigung**

Die Einreichung erfolgte im November 2002 bei der Gemeinde Böheimkirchen. Am 16. Jänner 2003 fand der Ortsaugenschein am Grundstück statt. Die Bauverhandlung wurde am 30. Jänner abgehalten. Das Ergebnis war eine positive Beurteilung des Bauvorhabens.

Die Baubewilligung wurde am 15. April 2003 von der Gemeinde Böheimkirchen ausgestellt.

### **10.3 Grundstückseigentümer**

Die Gespräche mit dem Grundstückseigentümer - der TU Wien als Verwalter der Hofrat Riedel Stiftung - wurden mit den zuständigen Personen, Herrn Rektor Dr. Skalicky und Frau Universitätsdirektorin Mag. Urban geführt und erfolgreich abgeschlossen. Der Standort für die Errichtung und Nutzung des Gebäudes ist damit vertraglich gesichert.

## 11 NUTZUNGSKONZEPT

Das S-HOUSE ist als Informationszentrum für nachwachsende Rohstoffe geplant, sowohl das Gebäude selbst als auch seine Nutzung dienen der Verbreitung von zukunftsfähigen Technologien auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen. Die Wissensvermittlung soll in drei Bereichen erfolgen, die gleichzeitig die Hauptkategorien des Nutzungskonzeptes darstellen:

- **Ausstellung** zum Themenbereich nachhaltig Bauen mit besonderem Schwerpunkt auf Einsatzmöglichkeiten nachwachsender Rohstoffen im Baubereich
- **Informations- und Weiterbildungsveranstaltungen** zum Themenbereich nachhaltig Bauen: Vermittlung von theoretischem und praktischem Wissen
- **Bereitstellung und Aufbereitung von Messdaten**, die im Rahmen des Messkonzeptes ermittelt werden und wichtige Informationen über die Langzeitfunktionalität der eingesetzten Materialien und Konstruktionen geben. Hierbei werden verschiedene Zielgruppen entsprechend angesprochen.

Die Ausstellungen wie auch die Bildungsveranstaltungen werden für unterschiedliche Zielgruppen konzipiert und gemeinsam mit Kooperationspartnern (z.B. *Haus der Zukunft* Programm) angeboten. Basisinformationen sowie Messergebnisse werden auch über das Internet abrufbar sein.

### 11.1 Raumkonzept

Die Gestaltung der Räumlichkeiten im S-HOUSE zielt auf eine multifunktionale Nutzung ab, bei der sowohl der Funktionalität als auch dem Wohlbefinden ein hoher Stellenwert eingeräumt wird. Flexible Arbeitsstrukturen und die Anpassung an unterschiedliche Erfordernisse (Teilnehmerzahl – groß, klein; Veranstaltungsart - Seminar, Vortrag, Exkursion, Workshop) werden ermöglicht.

Das Raumkonzept sieht folgende Nutzungen vor:

- Ausstellung (Innenräume und Freigelände)
- Seminar- bzw. Kursnutzung: sowohl in den Ausstellungs- wie in den Büroräumen (multifunktionale Nutzung nach Bedarf)
- Büroflächen zur Betreuung und Organisation der Ausstellung, der Langzeitmessungen, der Planung und Durchführung der Veranstaltungen, sowie der Informationsvermittlung zum Thema nachhaltig Bauen
- Nebenräume (Sanitärräume, Technikraum/Depot, Erschließungsflächen)

### 11.2 Nicht-kommerzielle Nutzung

Gemäß dem EU LIFE Fördervertrag (Der EU-Anteil beträgt 49,8% der Projektkosten) dient das S-HOUSE ausschließlich den im Antrag genannten Projektzielen, insbesondere der Informationsbeschaffung, -aufbereitung und -vermittlung zum Thema nachhaltig Bauen. Eine kommerzielle Nutzung, wie Vermietung und Verpachtung oder die Nutzung durch Dritte ist für die Dauer des LIFE Projekts und mindestens fünf Jahre danach ausgeschlossen (siehe EU-LIFE Standardverwaltungsvorschriften).

### 11.3 Zielgruppen der Ausstellung sowie des Veranstaltungsprogramms

Die angesprochenen Zielgruppen sind sowohl aus dem wirtschaftlichen, planerisch-technischen und verwaltungstechnischen Bereich als auch in Ausbildung stehende Personen. Folgende Gruppen zählen dazu:

- ArchitektInnen und PlanerInnen
- Bauwirtschaft (Baustoffproduzenten, Baustoffhandel, ausführende Betriebe)
- Behörden, die sich mit dem Bauwesen befassen
- Universitäten
- Schulen
- Öffentliche und private Bauherrn und HausbesitzerInnen bzw. Hausbauer
- Medien (sowohl Fachmedien als auch Medien mit großer Verbreitung)

### 11.4 Ausstellungskonzept

Nachhaltiges Bauen stellt neue Anforderungen an alle Bereiche im Bauwesen, Innovationen in einem Bereich ziehen Neu- und Weiterentwicklung in anderen Bereichen nach sich. Es ist daher nicht möglich, in einer einzigen Ausstellung auf der Fläche des S-HOUSEs auf alle Aspekte und Innovationen im Bereich nachhaltigen Bauens zugleich einzugehen. Um aktuelle Entwicklungen und Diskussionen berücksichtigen zu können und unterschiedliche Schwerpunktsetzungen zu ermöglichen, ist eine flexible Ausstellungsplanung erforderlich. Im Folgenden wird das Konzept der Basisausstellung erläutert, mit der das S-HOUSE eröffnet werden soll.

#### 11.4.1 Basisausstellung

Die Eröffnungsausstellung stellt das S-HOUSE und dessen zentrale Innovationen in den Mittelpunkt und macht diese zur Grundlage für weiterführende Ausstellungsprogramme. Anhand der im Rahmen des Projektes entwickelten Prototypen und Innovationen werden die Möglichkeiten nachhaltigen Bauens exemplarisch aufgezeigt, die jeweils vier Hauptkategorien zugeordnet sind:

- I. Konstruktionsprinzip und Gebäudehülle
- II. Materialeinsatz, Stoffströme, Oberflächenbehandlung
- III. Energiemanagement (was bedeutet Passivhaus?)
- IV. Interieur, Ecodesign, Nutzungsorientierte Einrichtung

Die Themen sind stark miteinander vernetzt und thematische Überschneidungen bewusst eingeplant. Diese Überschneidungen sollen dargestellt werden, damit für die BesucherInnen Zusammenhänge und Interaktionen verschiedener Systeme sichtbar werden und das Verständnis für Nachhaltigkeit verbessern.

#### 11.4.2 Form der Präsentation

Die Form der Vermittlung/Darstellung berücksichtigt zwei grundlegende Aspekte: die multisensorische und die zielgruppenspezifische Aufbereitung der präsentierten Themen. Zum einen sollen die BesucherInnen Informationen möglichst mit vielen Sinnen (Sehen, Hören, Fühlen, Riechen) erfassen können und zum anderen sollen die Inhalte für alle angesprochenen Zielgruppen aufbereitet werden. Das Spektrum

der Exponate reicht dabei von Objekten zum Begreifen und Bearbeiten über Videodokumentationen bis zu Installationen, die das Abrufen und Vergleichen von Messdaten ermöglichen. Im Wesentlichen soll sich jedes Exponat der Ausstellung durch die Art der Präsentation selbst erklären, unterschiedliche Vertiefungsebenen sollen für bestimmte Zielgruppen weiterführende Informationen anbieten. Die Vermittlungsebenen bieten auch für Jugendliche und Schulkinder geeignete Präsentationen. Für Kleinkinder ist eine Spielecke geplant. Selbstverständlich sind auch in der Ausstellung alle Online-Angebote der des Haus des Zukunft Programms (umfangreiche Produktdatenbank, Messdaten,...) abrufbar. Die BesucherInnen können die für sie relevanten Informationen ausdrucken oder per E-Mail direkt an die eigene Adresse senden. In diesem interaktiven Teil der Ausstellung wird auch ein intensiver Bezug zum *Haus der Zukunft- Projekt Informationsknoten für nachwachsende Rohstoffe* hergestellt.

Als wichtiges Querschnittsthema der Ausstellung wird die Attraktivität nachwachsender Rohstoffe und ihre objektiven Vorteile behandelt. Insbesondere durch die Verwendung von baubiologisch besonders qualitativen Materialien und mit sorgfältig ausgewähltem, ästhetisch ansprechendem Interieur sollen die BesucherInnen die Vorteile baubiologisch adäquaten Bauens erleben.

Im Folgenden werden alle Stationen der Ausstellung tabellarisch aufgelistet und kurz beschrieben:

Themenkreis	Ausstellungsstation	Beispiele für Exponate/ Medien	Weiterführende Themen	Kategorie
Einführung in die Themen, Überblick: Was ist nachhaltige Entwicklung und was bedeutet das für den Hausbau?	Einführung in die Thematik	Video, Kopfhörer		
Ökologische Fassadensysteme	Holzschalung mit neuartiger Befestigung mittels Holzspritzguss-elementen direkt auf Stroh Lehm-Direktverputz auf Strohbällen	Kommentierte Foto-dokumentation	Wärmebrücken Passivhaus, Recycling und Entsorgung	I (II)
Wände und Decken	Wärmebrückenfreie Strohbällenwandaufbauten und Test- Wandsegmente aus nachwachsenden Rohstoffen Wärmebrückenfreie, strohballengedämmte Boden- und Deckenaufbauten	Modell, Schnitt der Wand, mit Pop-Up 3-D-Modell	Geschichte des Strohbaus	I (II)
Intelligente Passivhaus-konstruktionsdetails, Innovativer Holzbau	luftdichte, passivhaustaugliche Anschlussdetails und innovative Sonderkonstruktionen Innovative materialoptimierte statische Elemente	Kommentierte Foto-dokumentation, Modell	Passivhaus Luftdichtheit im Passivhaus, natürliche Kleber und Fugendichtmittel	I (III, II)
Witterungsschutz, Dachkonstruktionen	Membran-Dachkonstruktion mit Membran aus	Kommentierte Foto-	Ecodesign-kriterien	I (II)

	nachwachsenden Rohstoffen und UV Schutz aus lebenden Pflanzen.	dokumentation		
Stoffkreislauf/ Baurestmassen, Materialersparnis durch Konstruktion	Vorbereitung Punktfundamente, Lehmputzgewinnung  Umweltfreundliche Herstellung ressourceneffizienter Punktfundamente	Kommentierte Foto- dokumentation	Keller +/-	II (I)
Neue biogene Werkstoffe, Bionik	Prototyp für Spritzgussform und Befestigungselement aus Holzspritzguss	Materialien und Produkte zum „Begreifen“	Beispiele Biokunststoffe	II (I)
Natürliche Oberflächen und Böden im Außen- und Innenbereich	Produktneuentwicklungen für Nassraumauskleidungen aus nachwachsenden Rohstoffen  Regionale Natursteinplatten: Boden mit optimiertem Speichervermögen und Steinverklebung mit speziellen natürlichen Klebstoffen  Spezielle ökologische Versiegelung/ Oberflächenbehandlung für Innen- und Außenflächen	Thermoholz, Einsatzbereiche von Oberflächen- behandlungsmittel n (Farben, Materialien, Alterung)	Traditionelle Nutzung von NAWAROs, Lärchenharz, Klebstoffe, Oberflächenmitt el, Wärmespeicher kapazität und Passivhaus, substanzhalte nde Sanierung von Holzböden	II
Nachhaltige Innenausbausysteme	Neu entwickelte Zwischenwandsysteme und Türen aus nachwachsenden Rohstoffen	Schnittmodell Zwischenwand- system		II (I, IV)
Energieeffiziente Haustechnik, Leitungstrassen	Speziell für den Einsatz im S-HOUSE entwickeltes Elektrotechnikkonzept Kabeltrassen aus Holz	„technische Kreisläufe“ erklären, Theorie Beispiel: Entsorgungsplan „4W“		III (II)
Solares Bauen	Passivhaustaugliche Fenster aus nachwachsenden Rohstoffen ohne Kunststoffanteil  Spezielle S-HOUSE Solarfassade	Fenstermodell, Berechnungstool für solare Erträge	Sonnenenergien utzung	III (II, I)
Licht	Ressourceneffiziente Beleuchtungssysteme sowohl hinsichtlich der verwendeten Materialien als auch hinsichtlich des Energieverbrauchs	Erklärung des realisierten Konzepts	Wohlbefinden, Tageslicht, LED, Spiegel	III (II, IV)
Energieeffiziente	Innovatives Luft- und	Zirbenholzkanäle	Luftwechsel und	III (II)

Haustechnik – Behaglichkeit und Wärme	Wärmeverteilungskonzept, Integration eines Ofen-Prototypen		Wohlbefinden (Allergiker und Filterung der Luft)	
Biomasse-Speicherofen	Prototyp eines stückholzbefeuerten passivhaustauglichen Biomasse-Speicherofens	Erklärung der Funktionsweise Foto-dokumentation Auf- und Abbau	Sichtfeuer, Bedürfnisse der NutzerInnen	III
Interior Ecodesign, neue Verbundwerkstoffe, Platten	Inneneinrichtungselemente aus nach-wachsenden Rohstoffen für Ausstellungs- und Bürobereich	Möbelstücke	Zellform	IV
Kinderspielecke		Spielecke für Vorschulkinder Spielerisches Erfahren von Materialien, Konstruktionen und Zusammenhängen im Bereich Bauen mit NAWAROs		IV

**Tabelle 8: Auflistung und Beschreibung aller Stationen der Ausstellung**

### 11.4.3 Struktur der Ausstellung

#### **Eingangsbereich**

##### **Was ist nachhaltige Entwicklung und was bedeutet sie für den Hausbau?**

Thema: Einführung in die Thematik nachhaltigen Bauens. Relevanz nachwachsender Rohstoffe für eine nachhaltig gestaltete Bauwirtschaft. Vorteile von NAWAROs. Vergleich des Ökologischen Fußabdrucks verschiedener Bautypen und damit Darstellung des Faktor 10.

Medium/Exponat: Video, ca. 15–20 Minuten, durchlaufend, Monitor und Kopfhörer, grafische Darstellung des Ökologischen Fußabdrucks, Informationsblatt zur Ausstellung

Im Startbereich der Ausstellung werden Informationen zum Aufbau der Ausstellung und „Benutzertipps“ zur Verfügung gestellt, um den BesucherInnen gleich zu Beginn einen Überblick zu geben und individuelle Schwerpunktsetzungen zu ermöglichen.

#### **Kategorie I**

##### **Konstruktionsprinzip und Gebäudehülle**

Thema: Konstruktionen auf Basis nachwachsender Rohstoffe für nachhaltiges Bauen. Zentrale Innovationen im S-HOUSE, bezogen auf die Gebäudehülle.

Zur Kategorie „Konstruktionsprinzip und Gebäudehülle“ zählen folgende Ausstellungsstationen:

- Ökologische Fassadensysteme
- Wand- und Deckenaufbauten
- Intelligente Passivhaus-Detaillösungen und innovativer Holzbau
- Witterungsschutz und Dachkonstruktion

#### **Kategorie II**

##### **Materialeinsatz, Stoffströme, Oberflächenbehandlung**

Thema: Darstellung der Baurestmassenproblematik in quantitativer und qualitativer Hinsicht und Darstellung technischer und biologischer Kreisläufe. Vorteile nachwachsender Rohstoffe durch regionale Verfügbarkeit, Biokompatibilität, usw.

Alternativen zu gesundheitsgefährdenden und giftigen Stoffen der Oberflächenbehandlung durch den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen.

Zur Kategorie „Materialeinsatz, Stoffströme, Oberflächenbehandlung“ zählen folgende Stationen:

- Stoffkreislauf/Baurestmassen, Materialersparnis durch Konstruktion
- Neue biogene Werkstoffe und Bionik
- Nachhaltige Innenausbausysteme
- Natürliche Oberflächen und Böden im Innen- und Außenbereich
- Energieeffiziente Haustechnik und Leitungstrassen

#### **Kategorie III**

##### **Energiemanagement**

Themen: Das Passivhaus – Erklärung der Funktionsweise, des Energiestandards und der Nutzervorteile.

Zur Kategorie „Energiemanagement“ zählen folgende Stationen:

- Solares Bauen
- Licht
- Energieeffiziente Haustechnik
- Biomasse-Speicherofen

**Kategorie IV**  
**Interieur, Ecodesign, Nutzungsorientierte Einrichtung**  
 Themen: Erklärung der Kategorie: Mehrfachnutzen, Leichtbauweise, Materialgerechter Einsatz, zeitgemäße Formensprache usw.

Die Kategorie „Interieur, nutzungsorientierte Einrichtung“ besteht aus der Station: Interior Ecodesign, neue Verbundwerkstoffe, Platten

## 11.5 Veranstaltungskonzept (Dissemination der Ergebnisse)

Im Rahmen der Verbreitung der Projektergebnisse ist das S-HOUSE ein authentischer Rahmen für Veranstaltungen zur theoretischen und praktischen Wissensvermittlung in Hinblick auf Nachhaltigkeit in der Bauwirtschaft. In Kooperation mit den Projektpartnern und Auftraggebern sowie weiteren Akteuren aus dem Bereich nachhaltig Bauen (z.B. Fachhochschulen, *Holztechnikum Kuchl, Nachhaltig wirtschaften,...*) werden unterschiedliche Zielgruppen speziell angesprochen. Neben Aktionen mit Kooperationspartnern ist auch eine Zusammenarbeit mit weiteren nationalen und internationalen Multiplikatoren geplant.

### 11.5.1 Akteursgruppen und Kooperationspartner:

Akteursgruppen	Kooperationspartner
SchülerInnen und StudentInnen	Fachhochschule Wieselburg, Holztechnikum Kuchl, TU Wien
Behörden, die sich mit Bauwesen befassen	<i>Haus der Zukunft</i> (Schirmmanagement), Nachhaltig wirtschaften (bmvit)
Bauwirtschaft	IBO, Ökobau Cluster, Holz Cluster
ArchitektInnen und PlanerInnen	O <sub>2</sub> Global Network, IBO
Öffentliche und private Bauherrn, HausbesitzerInnen bzw. Hausbauer	Umweltberatung, Global 2000
Landwirte	HLBLA St. Florian, LFI
Medien	<i>Haus der Zukunft</i> (Schirmmanagement, bmvit), TU Wien
Internationale Organisationen	O <sub>2</sub> Global Network

**Tabelle 9: Akteursgruppen und Kooperationspartner**

Der thematische Bogen der Disseminationsaktivitäten reicht dabei von zielgruppenorientierten Führungen für verschiedene Gruppen (z.B. Schulklassen) über Vorträge und Infoabende (z.B. Vorstellung des *Informationsknotens für nachwachsende Rohstoffe*) bis zu Workshops und Kursen (z.B. Strohbau, Lehm- oder ökologische Oberflächenbehandlung). Ebenfalls ist die Abhaltung von Fachveranstaltungen möglich, beispielsweise von *Haus der Zukunft* Veranstaltungen.

Bereits in der Bauphase wird es einzelne Veranstaltungen in Abstimmung mit dem *Haus der Zukunft* –Schirmmanagement geben.

## 11.6 Messkonzept:

Die Messungen am und im Gebäude stellen einen weiteren wichtigen Bestandteil des Nutzungskonzeptes dar, sie sollen das Langzeitverhalten des Gebäudes erfassen und etwaiges Optimierungspotenzial aufzeigen. Die Erfassung der bauphysikalischen Größen dient einerseits der Ermittlung von genauen Referenzwerten für Auslegungs- und Simulationsprogramme und andererseits einer Überprüfung der Langzeitfunktionalität von eingesetzten Baustoffe und Konstruktionen.

Damit wird umfassendes Datenmaterial über die eingesetzten Komponenten verfügbar gemacht, welches eine wichtige Grundlage für eine effiziente und effektive Verbreitung nachhaltiger Bautechnologien und Konstruktionen auf Basis nachwachsender Rohstoffe darstellt.

(s.a. Kapitel 6.7)

### Darstellung und Verbreitung der Messdaten

Die Messergebnisse werden online verfügbar sein und sowohl in der Ausstellung, als auch über das Internet abrufbar sein, die Messdaten diesem Zweck entsprechend aufbereitet und laufend aktualisiert.

Auf der Internetseite des *Informationsknotens für nachwachsende Rohstoffe* [www.nawaro.com](http://www.nawaro.com) werden die Messergebnisse ebenfalls zur Verfügung gestellt.

Bei der Aufbereitung der Daten wird zwischen statischen und dynamischen Messdaten unterschieden. Sich schnell ändernde Messwerte werden in der Ausstellung in kurzen Abständen aktualisiert, um damit den Besuchern die Reaktionen auf geänderte Rahmenbedingungen unmittelbar sichtbar machen zu können. So können zum Beispiel ein höherer CO<sub>2</sub>-Gehalt und eine höhere Raumlufffeuchte durch größere Besuchergruppen sowie die dadurch nach oben geregelte Luftmenge der Lüftungsanlage gut nachvollziehbar dargestellt werden.

Aufschlussreich wird die Darstellung der sich langsam ändernden Messwerten, wie z.B. der Materialfeuchte der Dämmstoffe in Wand, Decke und Boden über den Tages-, bzw. Jahresverlauf sein. Diese Daten werden in größeren zeitlichen Abständen aktualisiert und ebenfalls über das Internet zur Verfügung gestellt.

## 11.7 Umsetzung

Die Details des Nutzungskonzepts (Ausstellung, Veranstaltung, Messung) werden parallel zur Errichtung entwickelt und nach Fertigstellung des Gebäudes (Ende 2004) umgesetzt. Die bereits seit Projektbeginn realisierte Informationsverbreitung wird in der Nutzungsphase weitergeführt.

Das S-HOUSE wird durch die geplante Nutzung zu einem Zentrum für Informationen über nachhaltige Bautechnologien, das vor allem die Bedeutung nachwachsender Rohstoffe für die Bauwirtschaft zielgruppenspezifisch vermitteln wird. Da es sich beim S-HOUSE um ein EU LIFE Demonstrationsobjekt handelt, wird die Informationsverbreitung auch auf die internationale Ebene erweitert und durch die Zusammenarbeit mit weiteren internationalen Multiplikatoren unterstützt.

## 12 DURCHGEFÜHRTE DISSEMINATIONMAßNAHMEN UND BEGLEITENDE ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### 12.1 Veranstaltungen

Die Dissemination der Projektergebnisse und des Projektfortschrittes erfolgt kontinuierlich. Die Teilnahme an Veranstaltungen zum Themenkreis „umweltfreundliches und zukunftsweisendes Bauen“ wird von der Projektleitung und von den Projektpartnern wahrgenommen. Außerdem werden die Projektergebnisse im Bildungsbereich präsentiert:

- Präsentation des Projektes auf Fachveranstaltungen u.a. Greentec, Sustainable Building 2002, naro.tech 2003
- Präsentationen beim Europäischen Strohbau Treffen in Österreich
- Science Week Austria 2002: Kindergerechte Aufbereitung des Themas, Präsentation des Strohwandaufbaus mit StudentInnen der FH Wieselburg in einem Einkaufszentrum, ...
- Vorstellen des S-HOUSE in Bildungsinstitutionen u.a. HLBLA St. Florian
- Die „Grund-Strohballenlegung“ fand am 26. März 2003 unter Beteiligung der Auftraggeber statt
- Präsentation auf der Bau- und Energiefachmesse in Wieselburg  
(Auszug aus den durchgeführten Veranstaltungen)

**Eine Liste aller Veranstaltungen findet sich im Anhang.**



Abbildung 4: Grund-Strohballen-Legung in Böheimkirchen am 26. März 2003 (v.l.n.r. Gabler, Zillner, Paula, Michalitsch, Wimmer)

## 12.2 Pressearbeit

Disseminationsmaßnahmen sind sowohl in der Errichtungs- als auch in der Nutzungsphase vorgesehen. Folgende Aktivitäten wurden bisher gesetzt:

- Verfassen von Artikeln in diversen Fachjournalen
- Presseaussendungen an Tageszeitungen
- Presseaussendungen an Fachzeitschriften
- Beitrag in „Modern Times“ (ORF)
- Artikel in Tageszeitungen u.a. „Die Presse“
- Artikel in Fachzeitschriften u.a. „VDI“, „Der Architekt“
- Artikel auf Internetseiten

Ein Pressespiegel sowie eine Übersicht über die Auflagen und Reichweiten der entsprechenden Medien finden sich im Anhang.

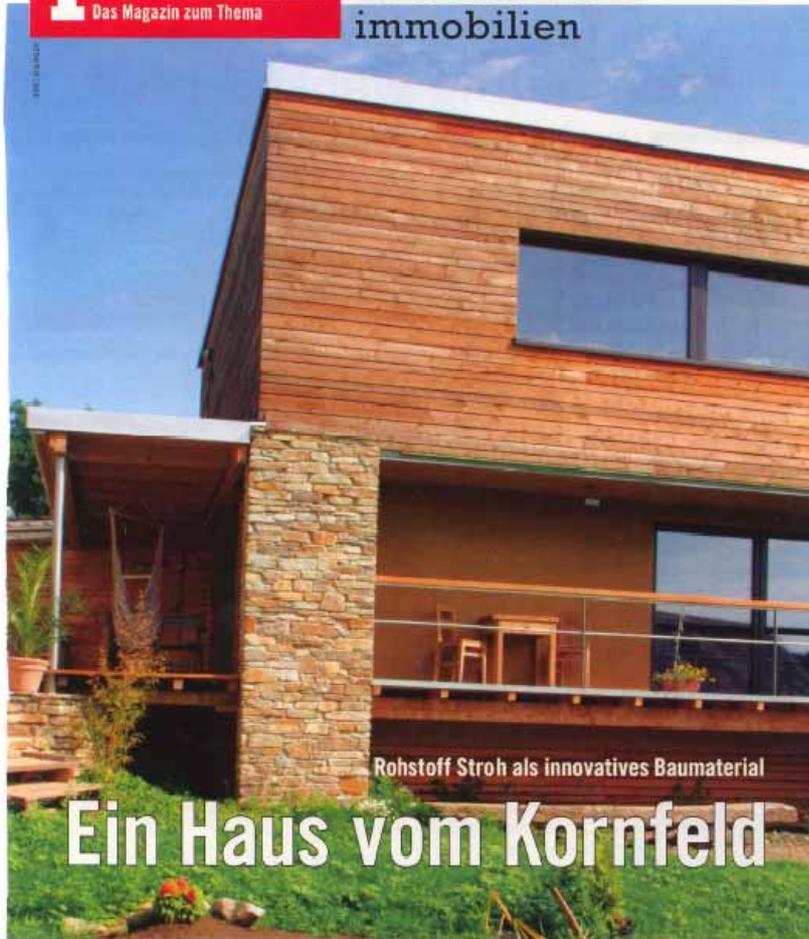


Dokument 4: Artikel in der Tageszeitung „Die Presse“ am 11.6.2002

Profil extra Immobilien

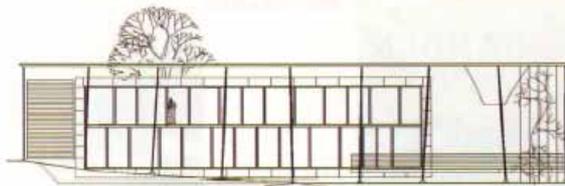
Nr. 31/28. Juli 2003

**profil** **extra** immobilien  
Das Magazin zum Thema



Profil extra Immobilien

Nr. 31/28. Juli 2003



**Projekt S-House Zentrum für nachwachsende Rohstoffe ab 2004**

solchen Projekten gewidmeten Online-Galerie dargestellt (abrufbar unter [www.baubiologie.at/europe/austria/ar.html](http://www.baubiologie.at/europe/austria/ar.html)). Ein 135 Quadratmeter großes Einfamilienhaus im niederösterreichischen Breitenfurt mit Strohämmung in Boden, Wänden und Dach wird auf der Website ebenso beschrieben wie ein Kindergarten in Ziersdorf, in dessen Südwand probeweise Strohballen integriert wurden, oder die Galerie Alheim in Oberösterreich, ein zweistöckiges Haus des Tischlermeisters und Feng-Shui-Beraters Erich Spreitzer.

**Holzkonstruktionen.** Solche Bauten, erklärt Gruber, seien „mit einem Massivhaus vergleichbar“. In ihren „wärmetechnischen Eigenschaften ähneln sie einem Niedrigenergie- oder Passivhaus“. Bei der Konstruktion werde „in den meisten Fällen ein Holzständerbau“ errichtet, bei dem zwischen die Holzständer Strohballen gefüllt und dann verschalt sowie verputzt werden.

So stellte der Bauherr und Architekt Johannes Kislinger im niederösterreichischen Feinfeld bei Horn um Baukosten von rund 225.000 Euro ein Einfamilienhaus mit knapp 180 Quadratmeter Nutzfläche auf. 800 Strohballen wurden dort zur Dämmung des Bo-

dens, der Wände und des Daches verarbeitet, das Material stammt aus dem Nachbarort. Die Fassade besteht aus ungehobelten Lärchenbrettern, innen verputzte Kislinger das Haus mit Lehm.

Weltweit gibt es Expertenschätzungen zufolge mehr als 10.000 moderne Häuser, in denen Strohballen als Ziegel oder als Dämmmaterial in Holzständerkonstruktionen

verwendet wurden. Als besondere Vorteile des Baustoffs Stroh gelten die leichte Formbarkeit, hohe Wärmedämmung, feuchtigkeitsausgleichende Wirkung, umweltfreundliche Eigenschaften und die leichte Verfügbarkeit.

In den USA wurde deshalb in Gebieten, in denen viel Getreide angebaut wurde, Stroh schon Anfang des 19. Jahrhunderts zu Ziegeln gepresst und



**Herbert und Astrid Gruber: „Bauen mit Stroh“, oekobuch-Verlag, 100 Seiten, EUR 14,54,-**



immobilien

**„Strohballen sind stabil und dauerelastisch, sodass sie als Baumaterial bestens geeignet wären“**

Herbert Gruber, Strohballen-Netzwerk

als Baustoff genutzt. „In Nebraska steht eine Kirche, die 1893 erbaut wurde und heute noch besichtigt werden kann“, so Robert Wimmer, Leiter des Projektes S-House der Gruppe Angepasste Technologie (GrAT) an der Technischen Universität Wien.

In Böheimkirchen wurde Ende März der Bau eines zweigeschossigen Demonstrationsgebäudes begonnen, welches im Holz-Strohballen-Bau errichtet wird. Dieses S-House soll die Vorteile des Bauens mit dem natürlichen Rohstoff veranschaulichen und wird von der EU, vom Land Niederösterreich und dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie finanziert.

**Schaubjekt.** Das 400 Quadratmeter große Strohballen-Passivhaus soll nach geplanter Fertigstellung Anfang 2004 als öffentliches Zentrum für nachwachsende Rohstoffe mit Dauerausstellungen zum Thema nachhaltiges Bauen dienen. „Es geht nicht darum, bloß einen kurzlebigen Trend zu forcieren“, meint Wimmer, „sondern darum, die Bauwirtschaft auf eine neue Grundlage zu stellen.“

Ängste hinsichtlich hoher Brandgefahr oder möglichem Nagetierbefall will Wimmer ausräumen können: „Gepresstes, unbehandeltes Stroh fällt in die höchste Brandwiderstandsklasse.“ Material dieser Kategorie muss Feuer 90 Minuten lang standhalten können. Auch Mäuse knabbern sich angeblich nur ungern durch eine Bleibe aus Stroh. Wimmer: „Die fühlen sich in Mineralwolle oder Styropor sicherlich wohler als im stehenden Stroh.“

## 13 ERGEBNISÜBERSICHT

Die Entwicklung zum S-HOUSE Projekt hatte zum Ziel, sowohl die Vorteile der Passivhaustechnologie als des vorwiegenden Einsatzes von Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu nutzen. Im folgenden sind die wesentlichsten Ergebnisse aus dem Projekt zusammengefasst.

Eine der Planung vorangegangenen Analyse an einer Reihe von internationalen ökologischen Demonstrationsgebäuden hat ergeben, dass die Frage der Materialwahl bislang wenig Beachtung gefunden hat und primär der energetische Aspekt im Vordergrund stand.

Die Ergebnisse des S-HOUSE zeigen, dass eine moderne Architektur und der Einsatz nachwachsender Rohstoffe optimal kombinierbar sind, sowie zugleich die Bedingungen eines Passivhaus-Standards erfüllen können und somit die Realisierung eines Faktor 10 – Hauses ermöglichen.

Die für das S-HOUSE entwickelten konstruktiven Lösungen, welche die Anforderungen bezüglich Wärmebrückenfreiheit sowie Luftdichtheit erfüllen und weitgehend nachwachsende Rohstoffe unter Vermeidung von metallischen Komponenten oder fossilen Kunststoffen einsetzen, sind nach bauphysikalischen Kriterien optimiert, bieten Sicherheit und hohen Benutzerkomfort.

Während der Planungsphase des S-HOUSE werden ebenso die Bedingungen für einen einfachen Rückbau und eine optimierte Wieder- oder Weiterverwendbarkeit berücksichtigt.

Das vorliegende Planungsergebnis wurde unter Einbeziehung der Ergebnisse aus anderen Haus der Zukunft Studien entwickelt.

### **Detailliertes Nutzungskonzept, Öffentlichkeitsarbeit**

Das S-HOUSE wird durch die geplante Nutzung zu einem Zentrum für Informationen über nachhaltige Bautechnologien, das vor allem die Bedeutung nachwachsender Rohstoffe für die Bauwirtschaft zielgruppenspezifisch vermittelt.

Die Verbreitungsmaßnahmen basieren auf der Konzeption von Nutzung, Ausstellung, Veranstaltung und Messung.

Die Vermessung der wichtigsten bauphysikalischen Parameter stellt sowohl für Forschung und Weiterentwicklung, als auch für die Dissemination einen wesentlichen Punkt dar. Die Konzeption der geplanten Messungen ist fertiggestellt und wird in einer Arbeitsgemeinschaft mit der AEE umgesetzt. Es ist geplant, aktuelle und aussagekräftige Messdaten online einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

### **Internationale Analyse von Demonstrationsgebäuden**

Die Palette von Demonstrationsbauten ist sehr vielfältig, sie reicht vom Einfamilienhaus bis zum Bürogebäude. Eine Verbindung von Passivhaustechnologie mit Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, wie im S-HOUSE geplant, ist aber selten zu finden. Mit einer geringen Beachtung der Materialwahl ist auch die oft fehlende Integration der Gebäudeentsorgung oder der Entsorgung von Gebäudekomponenten verbunden. Der einzige nachwachsende Rohstoff, der in relevanten Mengen verwendet wird ist Holz.

Relevante Informationsquellen und Staaten mit Vorreiterrolle wurden bei der Analyse besonders berücksichtigt.

### **Strohbaupertise aus den USA**

Die Beweggründe, sich für ein Gebäude mit Strohbalkenkonstruktion zu entscheiden, sind in Kalifornien andere als in Österreich.

Strohballenhäuser gelten dort als qualitativ wesentlich solider und besser als die üblichen „Holzleichtbaukonstruktionen“ und kommen dem Bild des idealtypischen, historischen, europäischen Hauses viel näher. Sie visualisieren Stabilität und Geborgenheit. Das einfachere Recycling nach der Nutzung, der niedrige Primärenergieaufwand zur Errichtung dieser Häuser beziehungsweise die Energieeinsparung durch die gute Isolierung eines Strohhauses werden von den Erbauern und Konstrukteuren nicht konsequent genutzt. Dennoch entwickelt sich eine neue kombinierte Zimmermanns- und Strohbalkenbaukultur mit bauphysikalisch ausgeklügelten Konstruktionen.

## Gebäudehülle

Die Haus der Zukunft Studie „*Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen*“ konnte die guten bauphysikalischen Eigenschaften des Baustoffes Stroh belegen und die Kompatibilität mit der Passivhaustechnologie durch die hohe Wärmedämmwirkung aufzeigen.

Die im Projekt entwickelten Konstruktionen für Wand, Decke und Boden sind wärmebrückenfrei und zum größtmöglichen Anteil aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. So wurde neben Holz als statisches Element und Stroh als Dämmebene auch die für das Passivhaus notwendige Luftdichtheit ohne dem Einsatz von Kunststofffolien erreicht. Die Fixierung der Dämmebene und der an ihr befestigten Fassade wird ebenfalls mit Lösungen auf Basis nachwachsender Rohstoffe realisiert. Mit dem Projektteam wurde aus mehreren Konstruktionsvarianten der optimale Wandaufbau ausgewählt.

## TREEPLAST-Strohschraube

Mit der TREEPLAST-Strohschraube ist eine direkte, wärmebrückenfreie Befestigungsmöglichkeit der Außenfassade im Strohballen geschaffen. Es wurde ein nach bionischen Kriterien optimiertes Design mit minimiertem Materialverbrauch bei maximalen mechanischen Belastungswerten entwickelt, wobei zusätzlich die Verwendung von Biokunststoff einen problemlosen Rückbau und die Rückführung in den ökologischen Kreislauf erlaubt. Die ersten Prototypen wurden beim Bau von Musterwänden verwendet, auf ihre Funktionalität hin überprüft und weiterentwickelt. Die Biege- und Zugeigenschaften wurden überprüft sowie anwendungsspezifische Kriterien (zum Beispiel Einzugsverhalten, gute Verarbeitbarkeit) für optimales Design berücksichtigt.

## Membrandach

Die Bewertung verschiedener Membrandachkonstruktionen und -materialien ergaben, dass die Variante „Kautschukmembran auf Holzkonstruktion“, Nr. 5, die beste Lösung darstellt. Der erforderliche UV-Schutz für die Kautschukfolie wird durch eine extensive Begrünung übernommen. Kontakte mit entsprechenden spezialisierten Unternehmen wurden geknüpft und Lösungsmöglichkeiten erarbeitet.

## Sommertauglichkeit

Die Überprüfung der Planung mit dem, am Institut *Hochbau für Architekten und Entwerfen* an der TU Wien, entwickelten und erprobten Gebäudesimulations-Programm GEBA V3.0. konnte nachweisen, dass sich das Gebäude im Sommer entsprechend den festgesetzten Kriterien nicht über 27°C erwärmt und damit die Sommertauglichkeit des S- HOUSES bestätigen.

## Technische Untersuchungen der Schalldämmeigenschaften von Strohballen-Wandaufbauten

Der vom Projektteam aus mehreren Konstruktionsvarianten ausgewählte optimale Wandaufbau wurde einer Schallschutzüberprüfung unterzogen.

Die Ergebnisse der Schallschutztests, die von der Versuchs- und Forschungsanstalt MA 39 durchgeführt wurden, zeigen, dass die eingesetzten Wandaufbauten mit 53 dB beziehungsweise, 55 dB die höchsten der, von der Norm vorgeschriebenen, Werte übertreffen.

## Detailplanung Haustechnik

Die Ergebnisse der Berechnung mit dem PHPP Projektierungsprogramm für Passivhäuser (Standardprogramm, Passivhaus Institut Darmstadt) zeigen, dass mit der für das S-HOUSE entwickelten und optimierten Wandkonstruktion der geforderte Wert bei weitem unterschritten und die Energieeinsparungen während der Nutzungsphase nochmals halbiert werden. Das bedeutet eine Verringerung des spezifischen Heizwärmebedarfs um den Faktor 20 gegenüber dem heute üblichen Energiestandard.

Für die Abdeckung der Heizlastspitzen wird ein Biomasse-Speicherofen in das Wärme und Luftverteilungssystem mit einer einfachen Steuer- und Regelungstechnik integriert. Die Warmwasserbereitung erfolgt über Vakuumkollektoren. Die elektronische Stromversorgung und die Beleuchtung wird über eine Backbone-Versorgungsleitung im Zwischendeckenbereich gespeist.

Einfachheit, hohe Effizienz und Recyclierbarkeit kennzeichnen die konzeptierten Lösungen.

## 14 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Mit der Entwicklung des S-HOUSEs konnte die konsequente Planung eines Passivhauses aus nachwachsenden Rohstoffen umgesetzt werden.

Eine langfristige Funktionsfähigkeit des Gebäudes ist zu erwarten, aufgrund ausreichend dokumentierter Langzeiterfahrungen stellt eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit durch umfangreiche Messungen eine wichtige Begleitmaßnahme dar.

Der Strohbau stellt eine ernsthafte Alternative für Gewerbe- und Bürobauten dar, dieses Segment ist allerdings im Unterschied zum Einfamilienhaus derzeit noch nicht erschlossen. Daher kommt dem Demonstrationseffekt des S-HOUSEs besondere in diesem Segment große Bedeutung zu.

Die Akzeptanz gegenüber dem Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen ist deutlich im Zunehmen, dazu haben die Grundlagenstudien „*Erfolgsfaktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen*“, welche von der GrAT im Rahmen des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften des Bundesministeriums für Verkehr Innovation und Technologie erstellt wurden, wesentlichen Beitrag geleistet.

Besonderes Interesse besteht nach wie vor an funktionierenden, realisierten Projektbeispielen, daher ist in Zukunft durch die Realisierung des S-HOUSEs und ähnlicher Projekte mit einer weiteren Steigerung der Akzeptanz und des Interesses in der breiten Öffentlichkeit zu rechnen.

Bereits in der Planung des S-HOUSES wird dessen Lebenszyklus hinsichtlich Errichtung, Nutzung, Instandhaltung und Rückbau berücksichtigt, seine negativen Einflüsse auf die Mitwelt minimiert. Weiterentwicklungsbedarf besteht besonders im Hinblick auf generell anwendbare Konzepte und Standards für die Berücksichtigung der Rückbauphase bereits in der Planung. Verpflichtende Entsorgungspläne bereits in der Einreichphase könnten aus Sicht nachhaltiger Materialnutzung eine positive Rückwirkungen auf die Materialauswahl erzielen.

Die Planung eines Faktor 10-Hauses ist mit der vorliegenden Arbeit gelungen, wodurch allgemein klar wird, dass im Baubereich wesentliche Maßnahmen zur Ressourceneffizienz beigetragen werden kann. Entscheidend für die Umsetzung in der Praxis wird sein, dass entsprechend einfache und reproduzierbare handwerkliche Detaillösungen entwickelt werden.

Das Engagement innovativer Gewerbebetriebe spielt dabei eine wichtige Rolle. Als Unterstützung ist jedoch ebenso eine gut strukturierte Informationsbasis über verfügbare Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen und best-practice Lösungen erforderlich, wie dies etwa auf der Plattform „Infoknoten Nachwachsende Rohstoffe“ realisiert wird. Die Informationsvermittlung einer solchen Plattform in Verbindung mit der Vermittlungsmöglichkeit eines realen Demonstrationsgebäudes wird als besonders wirkungsvoll und effizient gesehen.

## 15 VERZEICHNISSE

### 15.1 Literatur

- Buderus Heiztechnik GmbH: *Buderus Handbuch für Heiztechnik*, Beuth Verlag (Berlin, Wien, Zürich) 1994
- Gruber, Astrid und Herbert: *Bauen mit Stroh*, Ökobuch Verlag, (Staufen bei Freiburg) 2000
- Höb, Anton / Kunz, Wolfgang: *Sonnenenergie zur Warmwasserbereitung: Solaranlagen auf dem Prüfstand, Neue Erkenntnisse aus einem zweiten Vergleichstest*, Hrsg.: Fachinformationszentrum Karlsruhe. Verlag TÜV (Rheinland, Köln) 1990
- King, Bruce: *Buildings of Earth and Straw – Structural Design for Rammed Earth and Straw-Bale-Architecture*, Ecological Design Press (Sausalito, California) 1996
- Kohler, Klingele, et al.: *Baustoffdaten - Oekoinventare*, Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe (TH); Lehrstuhl Bauklimatik und Bauökologie, Hochschule für Architektur und Bauwesen (HAB) Weimar; Institut für Energietechnik (ESU), Eidgenössische Hochschule (ETH) Zürich; M. Holliger, Holliger Energie Bern, Karlsruhe/Weimar/Zürich, Dezember 1995
- Krist, Thomas: *Heizungs- Lüftungs- und Klimatechnik: Formeln, Daten, Begriffe*, Hoppenstedt-Technik-Tabellen-Verlag (Darmstadt) 1987; 2. Auflage
- Lacinski, Paul und Michel Bergeron: *Serious Straw Bale – A Home Construction Guide for All Climates*, Chelsea Green Publishing (Vermont/Totnes) 2000
- Loboschik, Ulrich: *Sonnenenergie zur Warmwasserbereitung und Raumheizung*, Hrsg: Fachinformationszentrum Karlsruhe Verlag TÜV (Rheinland, Köln) 1995; 3. Auflage
- Magwood, Chris und Peter Mack: *Straw Bale Building*, New Society Publishers (Gabriola Island, BC) 2000
- Marko, Armin: *Thermische Solarenergienutzung an Gebäuden. Für Ingenieure und Architekten*, Hrsg: Braun, Peter. Springer Verlag (Berlin Heidelberg, New York) 1997
- Myhrmann, Matts und S. O. MacDonald: *Build it with Bales – a step by step guide to straw bale construction*, Out on Bale (Tuscon, Arizona) 1997
- Paschich, Ed und Jan Zimmermann: *Mainstreaming Sustainable Architecture, High Desert Press* (Corrales, New Mexico) 2001
- Piringer, Markus und Anselm Schwade: *Strohballenbau, Daten & Fakten*, Global 2000 – Die Österreichische Umweltschutzorganisation (Wien) 1999
- Pokorny, Walter: *Rechtliche Rahmenbedingungen für den Strohballenbau in Österreich*, im Auftrag von Global 2000 (o.O.) 2000
- Recknagel, Sprenger, Schramek: *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik*, Hrsg: Prof. Dr.-Ing. Ernst Rudolf Schramek, Univ. Dortmund, Oldenburg Verlag (München, Wien) 2000; 6. Auflage
- Steen, Athena et al.: *The Straw Bale House*, Chelsea Green Publishing (Vermont/Totnes) 1994

- Steen, Athena und Bill: *The Beauty of Straw Bale Homes*, Chelsea Green Publishing (Vermont/Totnes) 2000
- Wimmer, R., L. Janisch und H. Hohensinner: *Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen, Haus der Zukunft - Wirtschaftsbezogene Grundlagenforschung*, (Wien) 2001
- Wimmer, R., L. Janisch, H. Hohensinner und M. Drack: *Erfolgsfaktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen - Fördernde und hemmende Faktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen, Haus der Zukunft - Grundlagenstudie* (Wien) 2001

## 15.2 Abbildungen

Abbildung 1: Gordon Smets Haus in Kalifornien, geplant von DSA architects .....	56
Abbildung 2: Strohhaus von Jack Martin, östlich von Santa Fe.....	57
Abbildung 3: Innenraum, Strohhaus von Jack Martin .....	58
Abbildung 4: Grund-Strohballen-Legung in Böheimkirchen am 26. März 2003 (v.l.n.r. Gabler, Zillner, Paula, Michalitsch, Wimmer) .....	72
Abbildung 5: Axiale Kraffeinleitung.....	84
Abbildung 6: Vertikale Kraffeinleitung.....	85
Abbildung 7: 3D-Modell der Strohschraube.....	86
Abbildung 8: Ermittlung des Auszugwiderstandes der beiden unterschiedlichen Gewindegeometrien. Die Schraube mit der größeren Steigung und dem kleineren Flankenwinkel hat im Mittel einen höheren Auszugwiderstand.....	86
Abbildung 9: Verteilung der v. Mises-Spannungen bei Zug im Schraubenkern und Druck auf der Flanke im nicht optimierten Zustand (rot sind Bereiche hoher, grün Bereiche mittlerer und blau Bereiche geringer Festigkeitsbeanspruchung). .....	87
Abbildung 10: Nach der bionischen Optimierung. Die roten Bereiche sind verschwunden, obwohl der Gewindegrund nur geringfügig verändert wurde.....	87
Abbildung 11: V. Mises-Spannungen entlang der Kontur s bei Zugbelastung im Schraubenkern und Druckbelastung auf der Gewindeflanke. Die auftretenden Spannungen wurden durch die Optimierung von rund 180% auf 120%, also um ein Drittel, reduziert. ....	88
Abbildung 12: Optimierung am Schraubenkopf. Unten die ursprüngliche und oben die optimierte Form. ....	88
Abbildung 13: Optimierung der Hohlraumkontur im Längsschnitt. Die y-Koordinate verläuft dabei entlang der Schraubenachse und die x-Koordinate in radialer Richtung (R = Außenradius am Gewindegrund, r = innerer Radius des Hohlraums).....	89

## 15.3 Dokumente

Dokument 1: Ergebnisse der Berechnung der Sommertauglichkeit .....	44
Dokument 2: Schallschutz-Prüfbericht, Seite 3 .....	50
Dokument 3: Schallschutz-Prüfbericht, Seite 4 .....	51
Dokument 4: Artikel in der Tageszeitung „Die Presse“ am 11.6.2002.....	72
Dokument 5: Artikel im Magazin „Profil“, Nr. 312, 2003.....	74
Dokument 6: Passivhausberechnung S-HOUSE mit dem Passivhaus Projektierungsprogramm.....	131
Dokument 7: Schallschutz-Prüfbericht der Magistratsabteilung 39-VFA .....	145

## 15.4 Grafiken

Grafik 1: TREEPLAST Schraube als Befestigungselement im S-HOUSE.....	24
Grafik 2: Methode Nutzwertanalyse Membrandach.....	25
Grafik 3: Ergebnisse der Nutzwertanalyse verschiedener Membrandachvarianten ..	27
Grafik 4: Tragende Wandscheiben (KLH) raumseitig .....	30
Grafik 5: Skelettbau mit Strohballenaußenwand .....	31
Grafik 6: Detailplan Prinzipschema – Lüftung/Solar .....	36
Grafik 7: Spezifischer monatlicher Heizwärmebedarf.....	40

Grafik 8: Grundrisse von Strohhäusern für sozial Bedürftige, Planung: Alfred von Bachmaier .....	59
Grafik 9: Ergebnisse der ökologischen Bewertung von Membrandachvarianten.....	90
Grafik 10: Ergebnisse der ökonomischen Bewertung von Membrandachvarianten ..	91
Grafik 11: Ergebnisse der technischen Bewertung von Membrandachvarianten .....	92
Grafik 12: Ergebnisse der Nutzwertanalyse verschiedener Membrandachvarianten	94
Grafik 13: Tragende Wandscheiben (KLH) raumseitig .....	95
Grafik 14: Tragende Strohballenwand.....	96
Grafik 15: Ständerbauweise .....	97
Grafik 16: Skelettbau mit Strohballenaußenwand .....	98
Grafik 17: Tragende Wandscheiben außenliegend .....	99
Grafik 18: Einreichplan, behördliche Abzeichnungen .....	100
Grafik 19: Lageplan .....	101
Grafik 20: Grundriss Erdgeschoss.....	102
Grafik 21: Grundriss 1. Obergeschoss .....	103
Grafik 22: Dachdraufsicht.....	104
Grafik 23: Schnitt A-A.....	105
Grafik 24: Schnitt A-A.....	105
Grafik 25: Ansicht Süd.....	106
Grafik 26: Ansicht Nord .....	107
Grafik 27: Ansicht West.....	108
Grafik 28: Ansicht Ost .....	109

## 15.5 Tabellen

Tabelle 1: Forschungsinhalte, verwendete Methoden und Daten.....	19
Tabelle 2: Ergebnisse der Nutzwertanalyse verschiedener Membrandachvarianten	26
Tabelle 3: Bewertung Konstruktionsvarianten S-HOUSE durch Expertenbeurteilung .....	29
Tabelle 4: Die wichtigsten Ergebnisse der Passivhausberechnung .....	40
Tabelle 5: Messaufgaben und Messkomponenten im S-HOUSE Projekt.....	46
Tabelle 6: Erforderlicher Mindestschallschutz, Quelle: Skriptum Technischer Ausbau A, 1997 .....	48
Tabelle 7: Daten - Gewerbehäus Josias Gasser Baumaterialien AG .....	52
Tabelle 8: Auflistung und Beschreibung aller Stationen der Ausstellung.....	65
Tabelle 9: Akteursgruppen und Kooperationspartner .....	67
Tabelle 10: Erfassung der bauphysikalischen Größen zur effizienten und effektiven Verbreitung.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Tabelle 11: Ergebnisse der ökologischen Bewertung von Membrandachvarianten ..	90
Tabelle 12: Ergebnisse der ökonomischen Bewertung von Membrandachvarianten	91
Tabelle 13: Ergebnisse der technischen Bewertung von Membrandachvarianten ....	92
Tabelle 14: Ergebnisse der Nutzwertanalyse verschiedener Membrandachvarianten .....	93
Tabelle 15: Veranstaltungen im Rahmen der Dissemination.....	147
Tabelle 16: Aufstellung der jeweiligen Reichweite und Auflage der Medien.....	150

## 16 ANHÄNGE

### 16.1 Treeplast Schraube

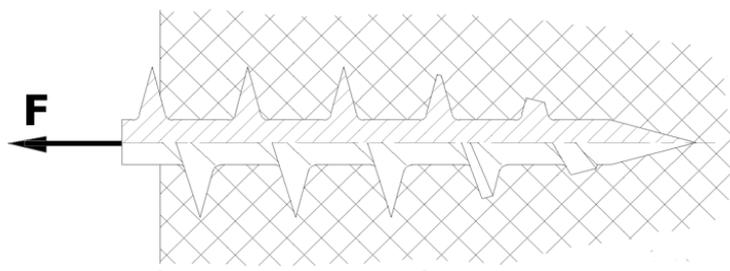
Im Rahmen der Haus der Zukunft-Studie „Wandsystem aus Nachwachsenden Rohstoffen“ wurde das Verbesserungspotenzial der „State of the Art“ Strohbauelemente im Hinblick auf den Einsatz im Passivhaus erhoben. Die Entwicklung eines Konstruktionselementes, für Befestigungen im Strohballen, das die Herstellung wärmebrückenfreier Wandaufbauten ermöglicht, stellt dabei einen wichtigen Schritt dar. Zu diesem Zweck wurde die TREEPLAST-Schraube entwickelt, die im S-House Wandaufbau zum Einsatz kommen wird.

Im Rahmen der Planungsphase wurden die Anforderungen an dieses Befestigungselement erarbeitet und anhand der eruierten Kriterien verschiedene Varianten entworfen. Die Prototypen wurden getestet und weiterentwickelt. Im nächsten Schritt werden eine Spritzgussform gefertigt und die Teile bemustert. Die Form wird so gestaltet, dass verschiedene Spritzgussmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen zum Einsatz kommen können.

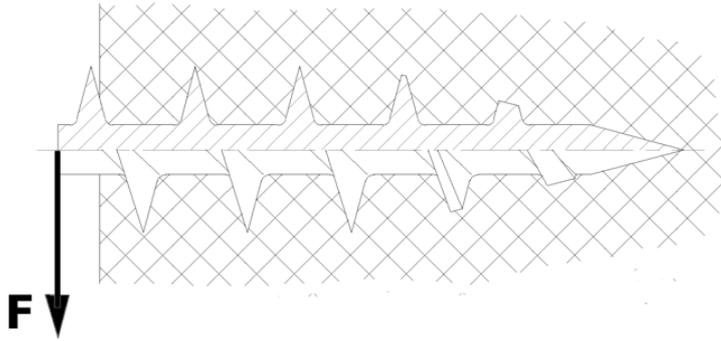
#### 16.1.1 Anforderungen

Die Schraube dient zur Befestigung von Elementen an den S-House-Wänden und ist den Anforderungen, die der Baustoff Strohballen stellt, entsprechend konstruiert. Dazu zählen folgende technische Kriterien:

- Gute Aufnahme der Zugkräfte in axialer Richtung (Grafik 9)
- Rasche und einfache Montierbarkeit
- Gute Aufnahme von vertikalen Kräften (Grafik 10)
- Geringe Verformung durch Biegemoment
- Einfache Befestigung von Holzlatten
- mm-genaue Befestigungsmöglichkeit an der Schraube
- Biokompatibilität
- Unempfindlichkeit gegen Schlagregen



Grafik 9: Axiale Kräfteinleitung



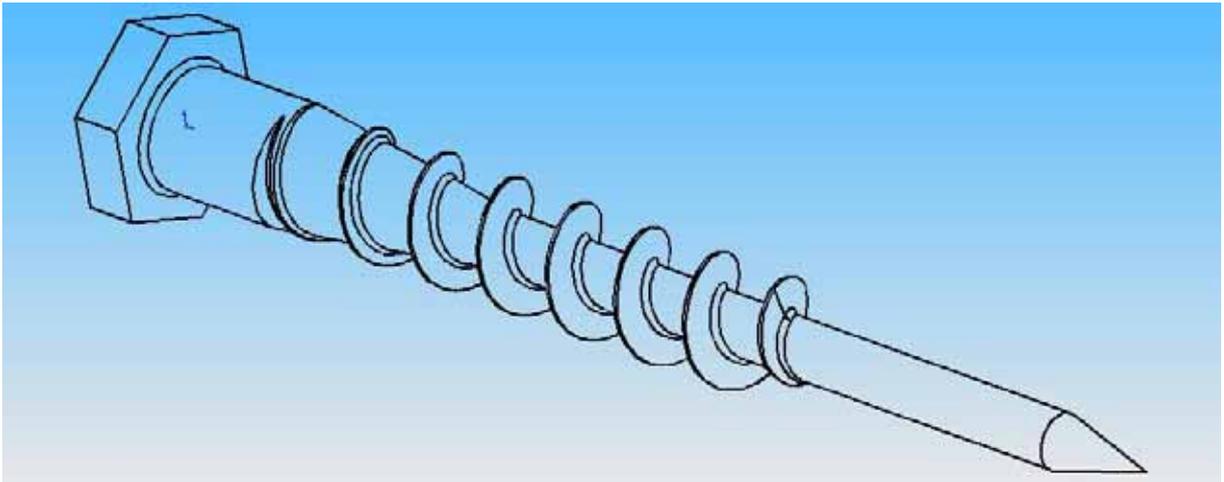
Grafik 10: Vertikale Kräfteinleitung

### 16.1.2 Ausführung des Prototypen

Um Zugkräfte in Axialrichtung der Schraube aufnehmen zu können wurde ein großer Gewindedurchmesser gewählt, der zusammen mit einer hohen Steigung für optimale Kräfteinleitung und rasche Montierbarkeit sorgt. Das größere Problem bei der Befestigung liegt aber in der Aufnahmen von Kräften senkrecht zur Schraubenachse. Da der Strohballen am Rand relativ lose gepresst ist, muss die Schraube tief versenkt werden. Dazu dient der über das Gewinde hinausragende Schaft mit einer Spitze auf der einen Seite (Grafik 12). Auf der anderen Seite wurde der Kerndurchmesser zum Schraubenkopf hin verdickt, sodass die angezogene Schraube das um sie befindliche Stroh komprimiert und für einen besseren Halt sorgt. Durch die Länge der Schraube können Biegemomente gut auf den Strohballen übertragen werden, ohne die Verformung zu groß werden zu lassen.

Der verdickte Schaft am Schraubenkopf hat noch eine zweite Funktion. Die Schraube ist konzipiert um einerseits Holzlatten direkt am Stroh befestigen zu können, andererseits können auch verschiedene Elemente an ihr mittels einer zusätzlichen (metallischen) Holzschraube befestigt werden. Dazu wird die Schraube in den Strohballen eingedreht. In den Schraubenkopf wird dann ein Loch gebohrt um eine Holzschraube aufnehmen zu können. Da es schwierig ist, die Strohschraube millimetergenau im Ballen zu platzieren, dient der verdickte Schaft in seiner zweiten Funktion als Vergrößerung der Querschnittsfläche, in der die Holzschraube aufgenommen werden kann. Die Holzschraube muss somit nicht genau zentrisch eingeschraubt werden.

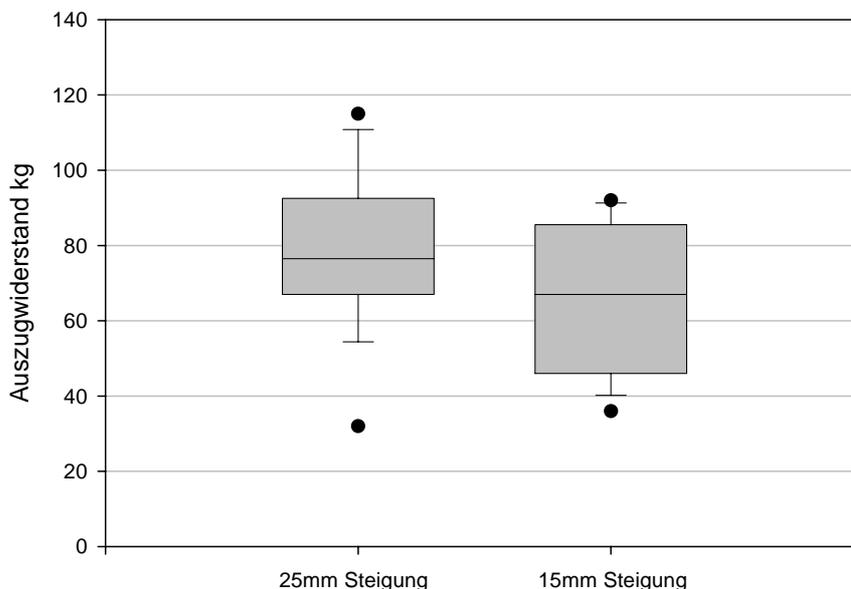
Auch der verlängerte gewindelose, zugespitzte Schaft hat eine zweite Funktion. Mit seiner Hilfe kann die Schraube leicht angesetzt und von Hand bis zum Gewindeanfang in den Ballen eingetrieben werden. Damit ist die Schraube einfach positionierbar. Die ersten Umdrehungen können von Hand erfolgen, danach muss die Schraube mit einem Schraubenschlüssel oder Akku-Schrauber angezogen werden.



Grafik 11: 3D-Modell der Strohschraube

### 16.1.3 Tests unterschiedlicher Gewindegeometrien

Wegen der einfacheren Entformbarkeit beim Spritzguss wurde eine zweite Gewindegeometrie getestet. Dabei wurden Steigung und Flankenwinkel verändert. Mit den aus Aluminium gefertigten Modellen wurden daraufhin Auszugversuche durchgeführt. Die beiden Schrauben wurden jeweils an gleich homogenen Stellen in den Strohballen eingedreht. Danach wurden sie unter axialer Zugbelastung herausgezogen. Mit einer Federwaage wurde die erforderliche Kraft für das Herausziehen gemessen. Die Ergebnisse sind in Grafik 12 dargestellt. Die Versuche zeigten ein besseres Verhalten der Schraube mit höherer Steigung. Diese Gewindeform wird daher auch verwirklicht.



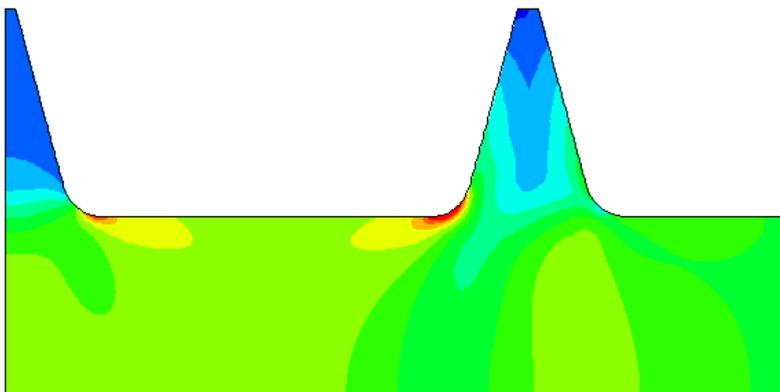
Grafik 12: Ermittlung des Auszugswiderstandes der beiden unterschiedlichen Gewindegeometrien. Die Schraube mit der größeren Steigung und dem kleineren Flankenwinkel hat im Mittel einen höheren Auszugswiderstand.

#### 16.1.4 Praktische Tests mit Abgüssen

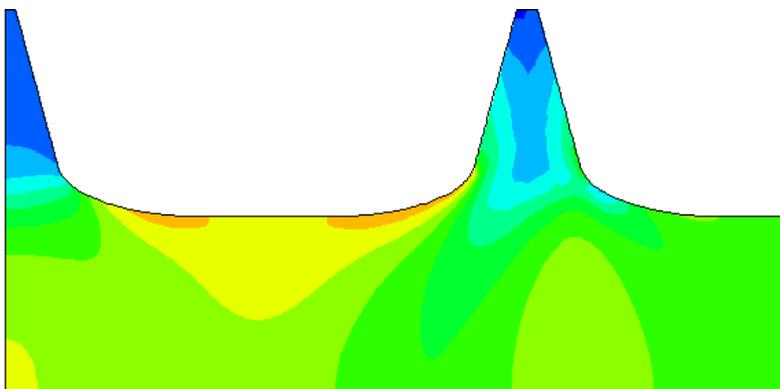
Vom Prototyp aus Aluminium wurden Abgüsse hergestellt, die vergleichbare Festigkeitseigenschaften aufweisen wie die angestrebten spritzgegossenen Schrauben aus nachwachsenden Rohstoffen. Diese Abgüsse unterzog man daraufhin einem Praxistest und setzte sie in einem Wandaufbau, dessen Schallschutzwerte untersucht wurden. Dabei wurde die Funktionalität bestätigt und lediglich kleinere Änderungen an der Dimensionierung vorgenommen.

#### 16.1.5 Bionische Optimierung

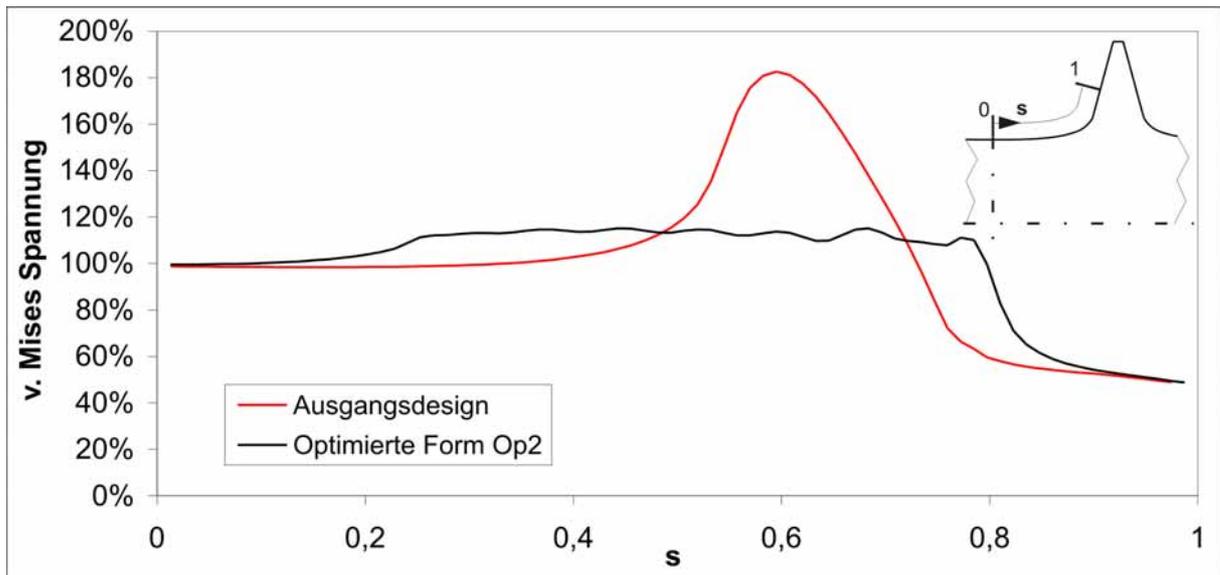
Das Gewinde der Schraube wurde mittels einer von Prof. Mattheck (Forschungszentrum Karlsruhe) entwickelten analytischen Optimierungsmethode bionisch verbessert, womit die auftretenden Zug- und Biegespannungen minimiert werden konnten (Lit: Mattheck: "*Warum alles Kaputt geht – Form und Versagen in Natur und Technik*" (2003), [www.Mattheck.de](http://www.Mattheck.de)). Die geringfügigen Änderungen am Gewindegrund (vgl. Grafik 13 und Grafik 14) ergeben eine drastische Verringerung der auftretenden Spannungen (Grafik 15).



Grafik 13: Verteilung der v. Mises-Spannungen bei Zug im Schraubenkern und Druck auf der Flanke im nicht optimierten Zustand (rot sind Bereiche hoher, grün Bereiche mittlerer und blau Bereiche geringer Festigkeitsbeanspruchung).

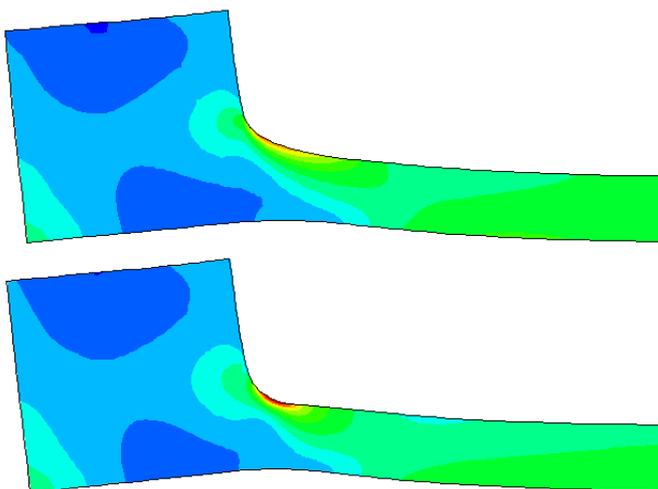


Grafik 14: Nach der bionischen Optimierung. Die roten Bereiche sind verschwunden, obwohl der Gewindegrund nur geringfügig verändert wurde.



**Grafik 15: V. Mises-Spannungen entlang der Kontur s bei Zugbelastung im Schraubenkern und Druckbelastung auf der Gewindeflanke. Die auftretenden Spannungen wurden durch die Optimierung von rund 180% auf 120%, also um ein Drittel, reduziert.**

Auch der Übergang vom Schaft zum Schraubenkopf wurde bionisch optimiert. Der Radius wurde dabei durch eine angepasstere Kurve ersetzt, wodurch die auftretenden Spannungen auch hier deutlich reduziert werden (Grafik 16). Hier ist bereits eine hohle Ausführung der Schraube mit berücksichtigt.

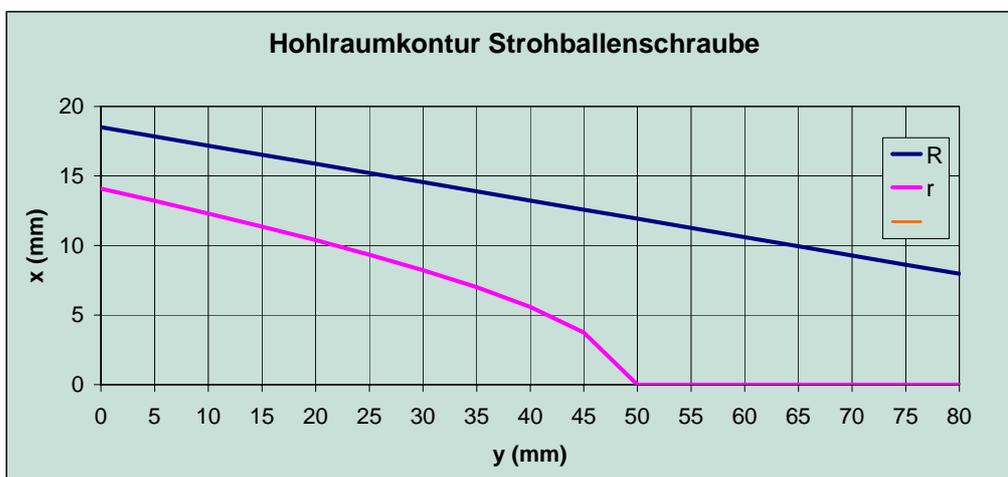


**Grafik 16: Optimierung am Schraubenkopf. Unten die ursprüngliche und oben die optimierte Form.**

### 16.1.6 Hohler Schraubenkopf

Um Material einzusparen wurde eine Variante überlegt die im Bereich des Schraubenkopfes einen Hohlraum vorsieht. Dies bringt zwar den Nachteil mit sich, ein teureres Spritzgusswerkzeug mit Schieber benutzen zu müssen, dafür kann aber der Materialeinsatz um 25% vermindert werden. Um die oben erwähnte Einbauvariante der Strohschraube zur Befestigung von Holzschrauben nicht aufgeben zu müssen wird das Spritzgusswerkzeug so gestaltet, dass sowohl hohle als auch volle Schrauben hergestellt werden können.

Die Gestalt des Hohlraumes ist auf konstante Zugspannung ausgelegt, d.h. die Querschnittsfläche ist konstant (Grafik 17). Die Biegespannungen werden aufgrund des größer werdenden Außendurchmessers im konischen Bereich ohnehin kleiner. Dennoch wurde darauf geachtet, dass die Spannungsüberhöhungen durch Biegung und Torsion im Bereich des Hohlraumes ein gewisses Maß nicht überschreiten.



Grafik 17: Optimierung der Hohlraumkontur im Längsschnitt. Die y-Koordinate verläuft dabei entlang der Schraubenachse und die x-Koordinate in radialer Richtung (R = Außenradius am Gewindegrund, r = innerer Radius des Hohlraums).

### 16.1.7 Herstellung

Die Schraube wird im Spritzgussverfahren aus nachwachsenden Rohstoffen (Biopolymeren) hergestellt, sie ist somit unproblematisch bei der Entsorgung. Mehrere Werkstoff wurden qualitativen Tests unterzogen, wobei vor allem die Wasserfestigkeit eine Rolle spielte, da die Schrauben an der Fassade angebracht werden, wo Schlagregen nicht vollständig ausgeschlossen ist.

Arboform schnitt bei diesen Versuchen am besten ab und wird daher auch zum Einsatz kommen.

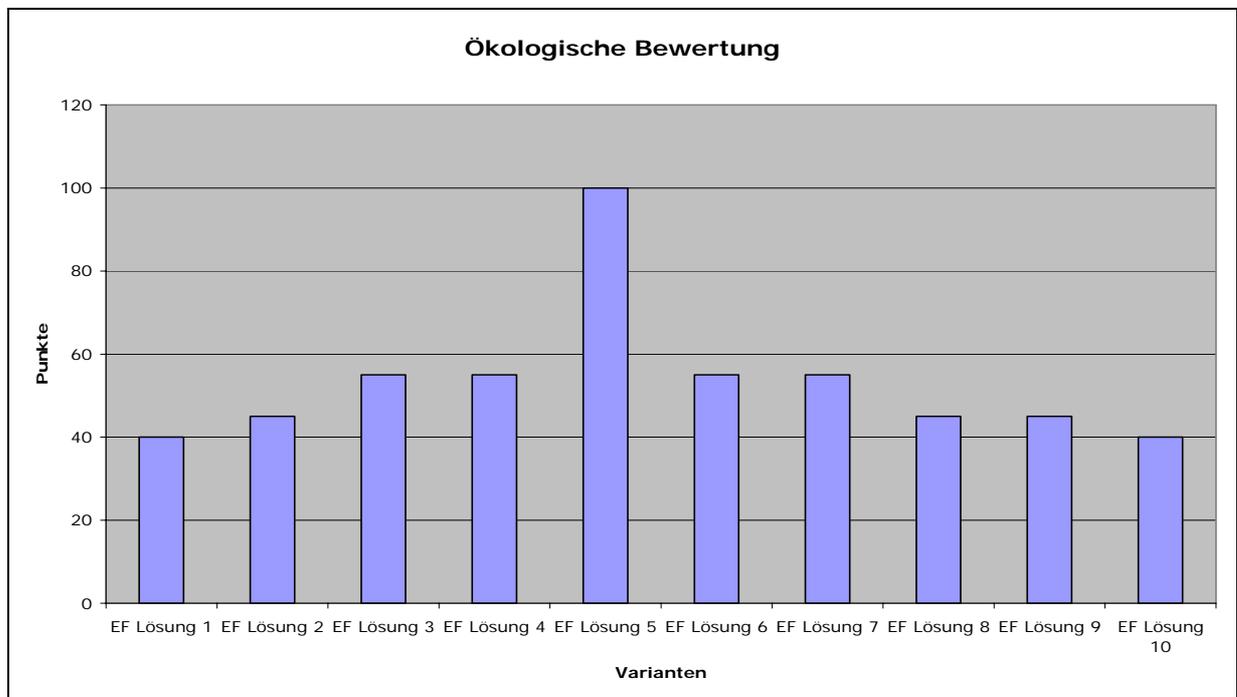
## 16.2 Membrandach

Die gesamte Berechnung inklusive den Teilergebnissen der durchgeführten Nutzwertanalyse ist im Folgenden dargestellt.

		Bewertungskriterien ökologisch						WWWW (weiterverwendbar, -verwertbar)	Anmerkung zu WWWWW	GF*EF	Gesamt ökologisch
		nachwachsende Rohstoffe	GF*EF	Herstellungsenergie	GF*EF	Risikoverminderung	GF*EF				
<b>Gewichtungsfaktor</b>		20		10		5		5			
<b>Material</b>	<b>EF 1 bis 4</b>										
Aufblasbares Kunststoffmembran (Eden Projekt Cornwall, ethylenetrafluoroethylencopolymer von Foiltec, www.foiltec.de)	EF Lösung 1	1	20	1	10	2	10	0	Vorkonfektio	0	<b>40</b>
Fluorpolymerlaminat Folie, TENERA PTFE-Gewebe (Gore Fibers)	EF Lösung 2	1	20	1	10	2	10	1	Vorkonfektio	5	<b>45</b>
Glas/Silikon Membrane von (Koch Textilbau)	EF Lösung 3	1	20	2	20	2	10	1	Vorkonfektio	5	<b>55</b>
Glasplatten	EF Lösung 4	1	20	1	10	2	10	3		15	<b>55</b>
Kautschuk (	EF Lösung 5	2	40	3	30	3	15	3		15	<b>100</b>
Polycarbonatplatten, clear PEP UV (Blizzard)	EF Lösung 6	1	20	2	20	2	10	1		5	<b>55</b>
Polycarbonat (rodalux longlife Polystegplatten von Interlux Hirsch)	EF Lösung 7	1	20	2	20	2	10	1		5	<b>55</b>
Fluorpolymer film, Teflon (Koch Textilbau)	EF Lösung 8	1	20	1	10	2	10	1	Vorkonfektio	5	<b>45</b>
PTFE (Polytetrafluorethylen)/GLASS (Koch Textilbau)	EF Lösung 9	1	20	1	10	2	10	1	Vorkonfektio	5	<b>45</b>
PVC/Polyester (Koch Textilbau)	EF Lösung 10	1	20	1	10	1	5	1	Vorkonfektio	5	<b>40</b>

ja	4	niedrig	4	sehr hoch	4	4W	4
größtenteils	3	mittel	3	hoch	3	3W	3
teilweise	2	hoch	2	kein Unterschied zu konventionellen Lösungen	2	2W	2
nein	1	sehr hoch	1	gering	1	1W 0W	1 0

Tabelle 10: Ergebnisse der ökologischen Bewertung von Membrandachvarianten

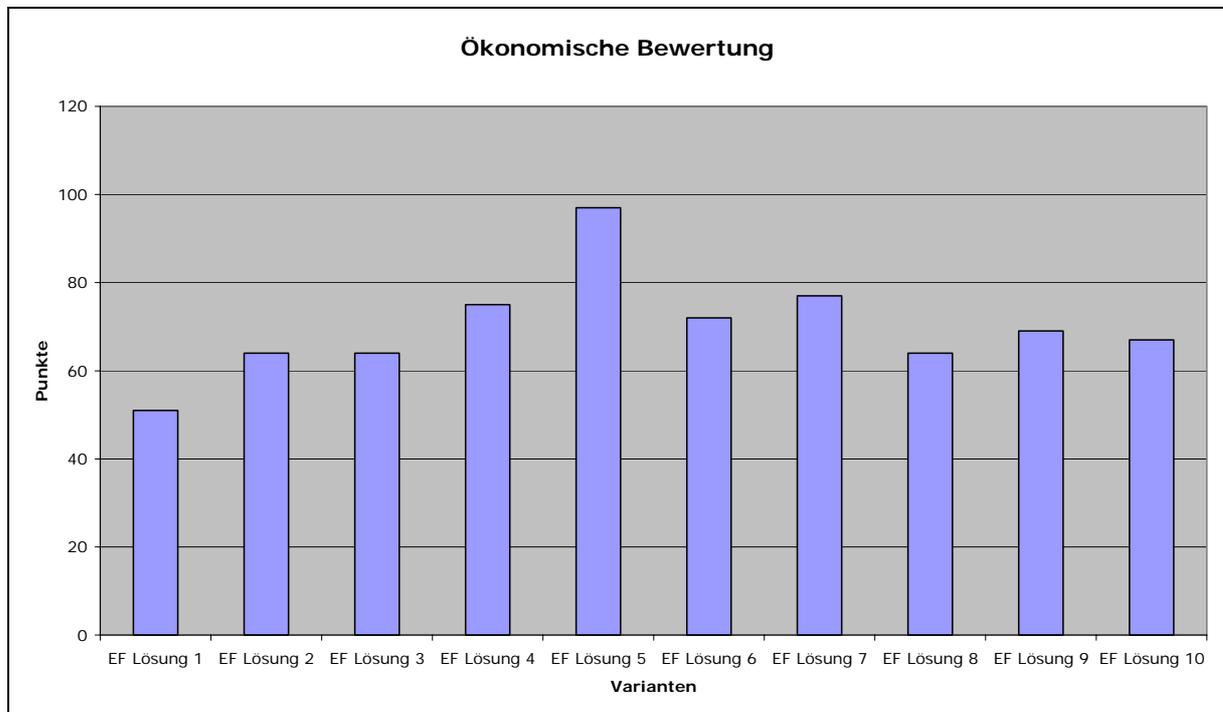


Grafik 18: Ergebnisse der ökologischen Bewertung von Membrandachvarianten

		Bewertungskriterien ökonomisch										
		Folienpreis	GF*EF	Konstruktionskosten	GF*EF	Entsorgungskosten	GF*EF	Marktpotenzial	GF*EF	Demonstrationsseffekt	GF*EF	Gesamtökonomisch
<b>Gewichtungsfaktor</b>		5		5		8		5		7		
<b>Material</b>	<b>EF 1 bis 4</b>											
Aufblasbares Kunststoffmembran (Eden Projekt Cornwall, ethylenetetrafluoroethylen-copolymer von Foiltec, www.foiltec.de)	EF Lösung 1	1	5	1	5	1	8	1	5	4	28	51
Fluorpolymerlaminat Folie, TENERA PTFE-Gewebe (Gore Fibers)	EF Lösung 2	1	5	1	5	2	16	2	10	4	28	64
Glas/Silikon Membrane von (Koch Textilbau)	EF Lösung 3	1	5	1	5	2	16	2	10	4	28	64
Glasplatten	EF Lösung 4	2	10	2	10	3	24	2	10	3	21	75
Kautschuk (	EF Lösung 5	3	15	3	15	3	24	3	15	4	28	97
Polycarbonatplatten, clear PEP UV (Blizzard)	EF Lösung 6	2	10	3	15	2	16	2	10	3	21	72
Polycarbonat (rodalux longlife Polystegplatten von Interlux Hirsch)	EF Lösung 7	2	10	3	15	2	16	3	15	3	21	77
Fluorpolymer film, Teflon (Koch Textilbau)	EF Lösung 8	1	5	1	5	2	16	2	10	4	28	64
PTFE (Polytetrafluorethylen)/GLASS (Koch Textilbau)	EF Lösung 9	1	5	1	5	2	16	3	15	4	28	69
PVC/Polyester (Koch Textilbau)	EF Lösung 10	2	10	1	5	2	16	3	15	3	21	67

<50€/m2	4	niedriger als konventionelle Konstruktionen	4	Entsorgung in biologischen Kreislauf/Kompostierung	4	hoch	4	hoch	4
50-100€/m2	3	gleich hoch wie konventionelle Konstruktionen	3	Entsorgung in Deponie ohne Konditionierung	3	mittel	2	mittel	2
100-150€/m2	2	etwas höher als konventionelle Konstruktionen	2	Entsorgung in Deponie mit vorhergehender Konditionierung	2	niedrig	1	niedrig	1
>150€/m2	1	entscheidend höher als konventionelle Konstruktionen	1	Entsorgung als gefährlicher Abfall	1				

Tabelle 11: Ergebnisse der ökonomischen Bewertung von Membrandachvarianten

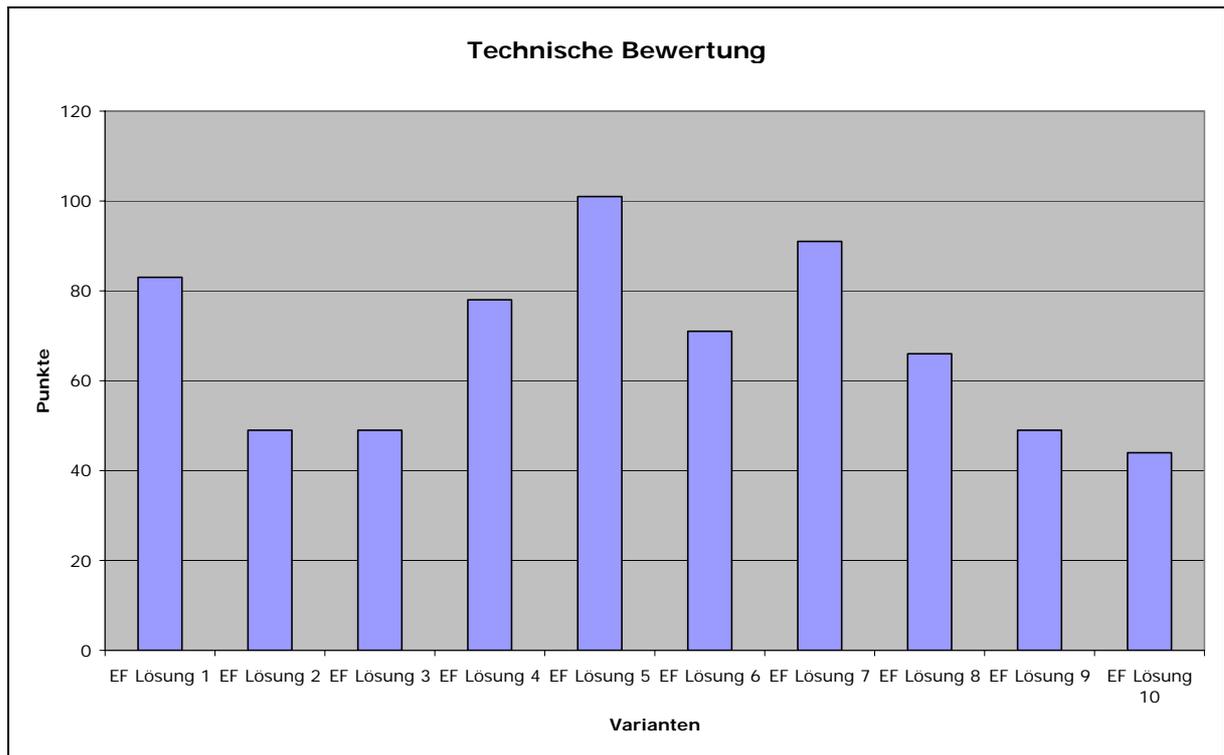


Grafik 19: Ergebnisse der ökonomischen Bewertung von Membrandachvarianten

		Bewertungskriterien technisch										
		Gewicht des Membrans	GF*E F	Lebensdauer des Membrans	GF*E F	Abspannkkräfte	GF*E F	Compound	GF*E F	Konstruktion smasse	GF*E F	Gesamt technisc h
<b>Gewichtungsfaktor</b>		7		5		5		6		7		
<b>Material</b>	<b>Erfüllungsfaktor 1 bis 4</b>											
Aufblasbares Kunststoffmembran (Eden Projekt Cornwall, ethylenetrafluoroethylene-copolymer von Foiltec, www.foiltec.de)	EF Lösung 1	4	28	4	20	3	15	1	6	2	14	<b>83</b>
Fluorpolymerlaminat Folie, TENERA PTFE-Gewebe (Gore Fibers)	EF Lösung 2	3	21	2	10	1	5	1	6	1	7	<b>49</b>
Glas/Silikon Membrane von (Koch Textilbau)	EF Lösung 3	3	21	2	10	1	5	1	6	1	7	<b>49</b>
Glasplatten	EF Lösung 4	1	7	4	20	4	20	4	24	1	7	<b>78</b>
Kautschuk (	EF Lösung 5	2	14	3	15	4	20	4	24	4	28	<b>101</b>
Polycarbonatplatten, clear PEP UV (Blizzard)	EF Lösung 6	1	7	2	10	4	20	1	6	4	28	<b>71</b>
Polycarbonat (rodalux longlife Polystegplatten von Interlux Hirsch)	EF Lösung 7	2	14	1	5	4	20	4	24	4	28	<b>91</b>
Fluorpolymer film, Teflon (Koch Textilbau)	EF Lösung 8	4	28	4	20	1	5	1	6	1	7	<b>66</b>
PTFE (Polytetrafluorethylen)/GLASS (Koch Textilbau)	EF Lösung 9	3	21	2	10	1	5	1	6	1	7	<b>49</b>
PVC/Polyester (Koch Textilbau)	EF Lösung 10	3	21	1	5	1	5	1	6	1	7	<b>44</b>

<500g/m2	4	>40a	4	keine	4	Nein	4	niedrig	4
500-1000g/m2	3	30-40a	3	niedrig	3	Ja	1	mittel	2
1000-1500g/m2	2	20-30a	2	mittel	2			hoch	1
>1500g/m2	1	10-20a	1	hoch	1				

**Tabelle 12: Ergebnisse der technischen Bewertung von Membrandachvarianten**



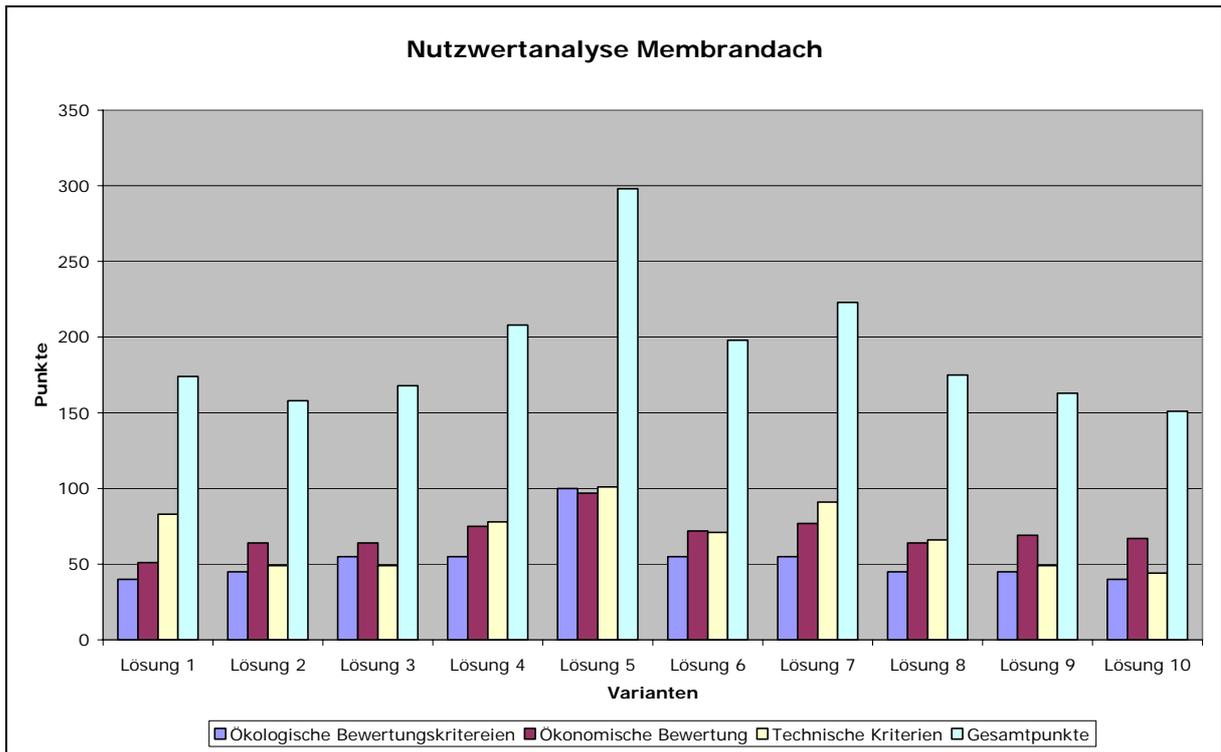
**Grafik 20: Ergebnisse der technischen Bewertung von Membrandachvarianten**

### 16.2.1 Ergebnisse

In den folgenden Tabellen und Diagrammen sind die Ergebnisse der Nutzwertanalyse detailliert dargestellt.

Membrandach Bewertung					
Material		Ökologische Bewertungskriterien	Ökonomische Bewertung	Technische Kriterien	Gesamtpunkte
Aufblasbares Kunststoffmembran (Eden Projekt Cornwall, ethylenetetrafluoroethylene-copolymer von Foiltec, www.foiltec.de)	Lösung 1	40	51	83	<b>174</b>
Fluorpolymerlaminat Folie, TENERA PTFE-Gewebe (Gore Fibers)	Lösung 2	45	64	49	<b>158</b>
Glas/Silikon Membrane von (Koch Textilbau)	Lösung 3	55	64	49	<b>168</b>
Glasplatten (verschiedene Anbieter)	Lösung 4	55	75	78	<b>208</b>
Kautschuk (verschiedene Anbieter)	Lösung 5	100	97	101	<b>298</b>
Polycarbonatplatten, clear PEP UV (Blizzard)	Lösung 6	55	72	71	<b>198</b>
Polycarbonat (rodalux longlife Polystegplatten von Interlux Hirsch)	Lösung 7	55	77	91	<b>223</b>
Fluorpolymer film, Teflon (Koch Textilbau)	Lösung 8	45	64	66	<b>175</b>
PTFE(Polytetrafluorethylen)/GLASS (Koch Textilbau)	Lösung 9	45	69	49	<b>163</b>
PVC/Polyester (Koch Textilbau)	Lösung 10	40	67	44	<b>151</b>

Tabelle 13: Ergebnisse der Nutzwertanalyse verschiedener Membrandachvarianten



**Grafik 21: Ergebnisse der Nutzwertanalyse verschiedener Membrandachvarianten**

### 16.2.2 Schlussfolgerungen

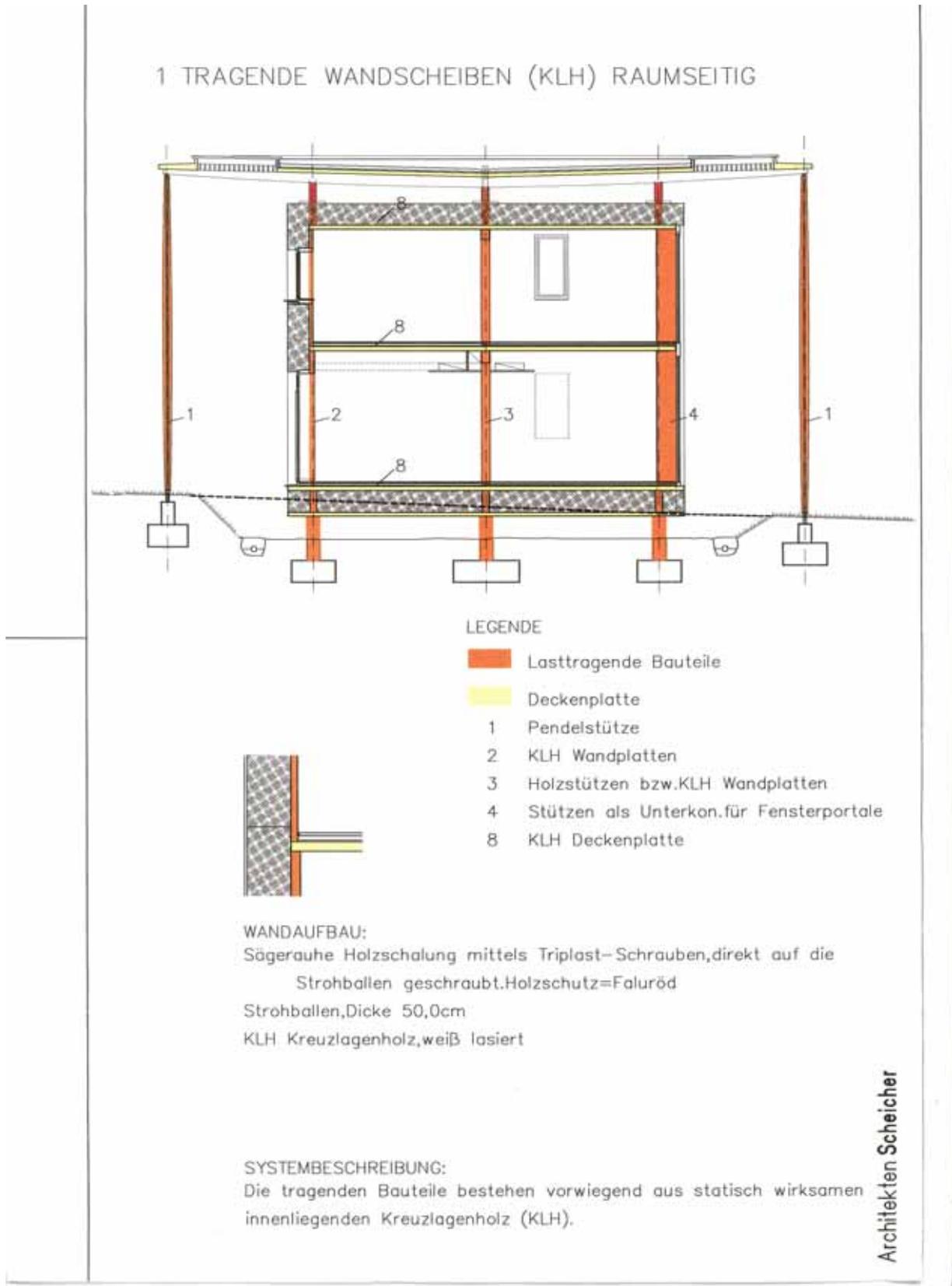
Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse ergeben eindeutig, dass die Konstruktionsvariante mit Kautschukmembran die Anforderungen für das Projekt in ökologischer, ökonomischer und technischer Hinsicht am besten erfüllt.

Außerdem kann mit dieser Membrandachvariante gleichzeitig ein modernes architektonisches Erscheinungsbild realisiert, der Ressourceneinsatz und damit auch die Kosten optimiert. Eine extensiven Begrünung des Membrandaches übernimmt die Funktion einer UV-Schutzschicht und erwirkt gleichzeitig die Wiederherstellung der bebauten Grünfläche.

Mit dem Einsatz von neuen bzw. weiterentwickelten Materialien und entsprechend adaptierten Konstruktionen wird in Zusammenarbeit mit Projektpartnern eine Prototyp-Dachkonstruktion realisiert.

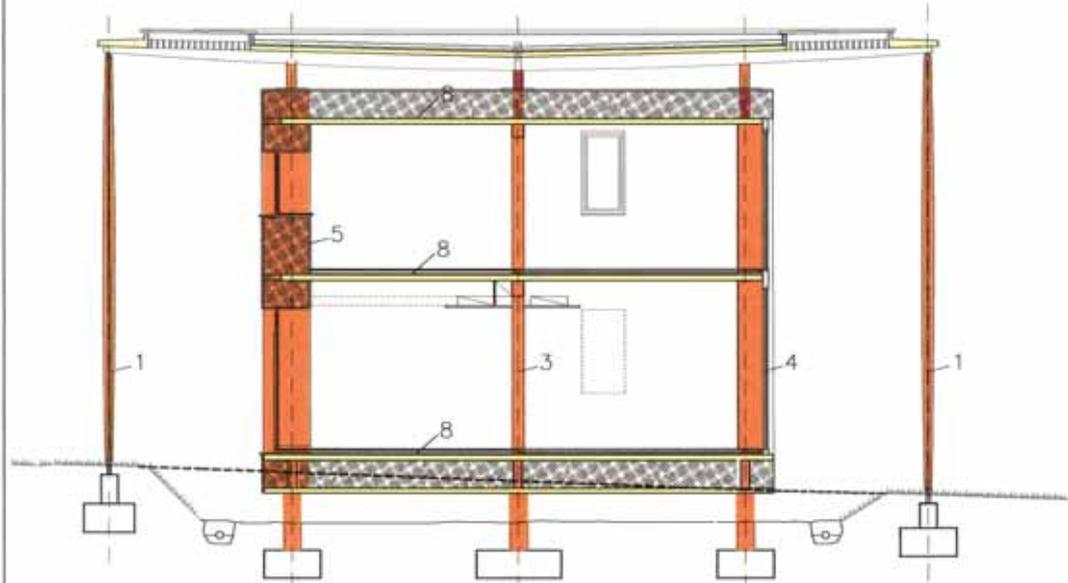
### 16.3 Passivhaustaugliche Strohballen-Holz Gebäudehülle

Im Folgenden sind die fünf untersuchten und bewerteten Wandaufbauten dargestellt.



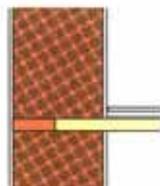
Grafik 22: Tragende Wandscheiben (KLH) raumseitig

## 2 TRAGENDE STROHBALLENWAND



### LEGENDE

- Lasttragende Bauteile
- Deckenplatte
- 1 Pendelstütze
- 3 Holzstützen bzw. KLH Wandplatten
- 4 Stützen als Unterkon. für Fensterportale
- 5 Tragende Strohballenwand
- 8 KLH Deckenplatte



### WANDAUFBAU:

Sägerauhe Holzschalung mittels Triplast-Schrauben, direkt auf die Strohballen geschraubt. Holzschutz=Faluröd

Strohballen, Dicke 100,0 bis 150,0cm

Winddichte Ebene

Wandverkleidung (Lehmputz, oder Holzplatten)

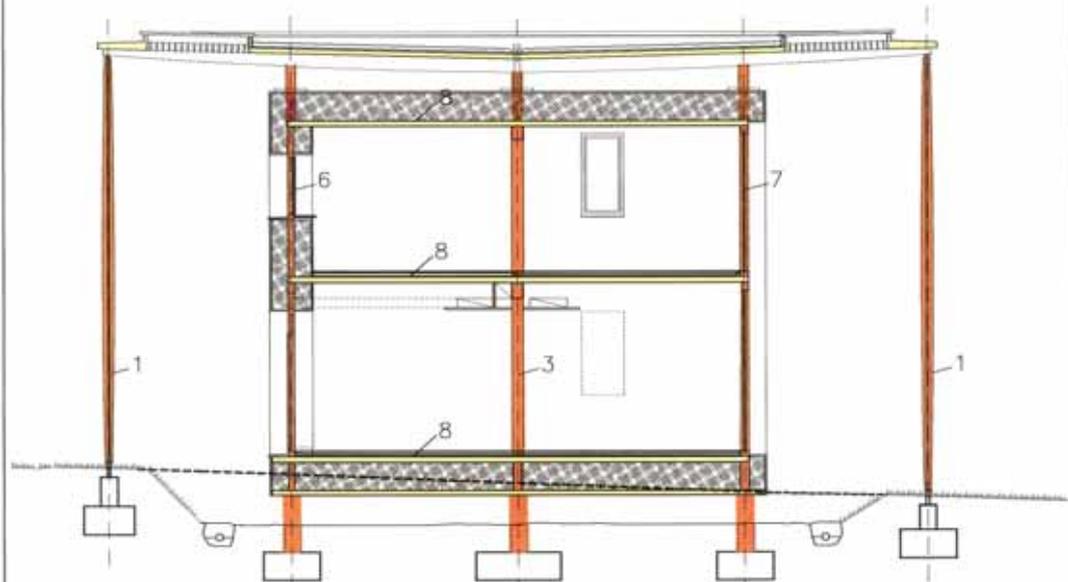
### SYSTEMBESCHREIBUNG:

Die tragenden Bauteile bestehen aus Strohballen

Architekten Scheicher

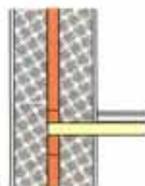
**Grafik 23: Tragende Strohballenwand**

### 3 STÄNDERBAUWEISE



#### LEGENDE

- Lasttragende Bauteile
- Deckenplatte
- 1 Pendelstütze
- 3 Holzstützen bzw. KLH Wandplatten
- 6 Fachwerkswand Ausfachung Strohballen
- 7 Fachwerkswand Ausfachung Fenster
- 8 KLH Deckenplatte



#### WANDAUFBAU:

Sägerauhe Holzschalung mittels Triplast-Schrauben, direkt auf die Strohballen geschraubt. Holzschutz = Faluröd

Strohballen, Dicke 30,0cm

Winddichte Ebene

Holzfachwerk

Strohballen, Dicke 30,0cm

Wandverkleidung (Lehmputz, oder Holzplatten)

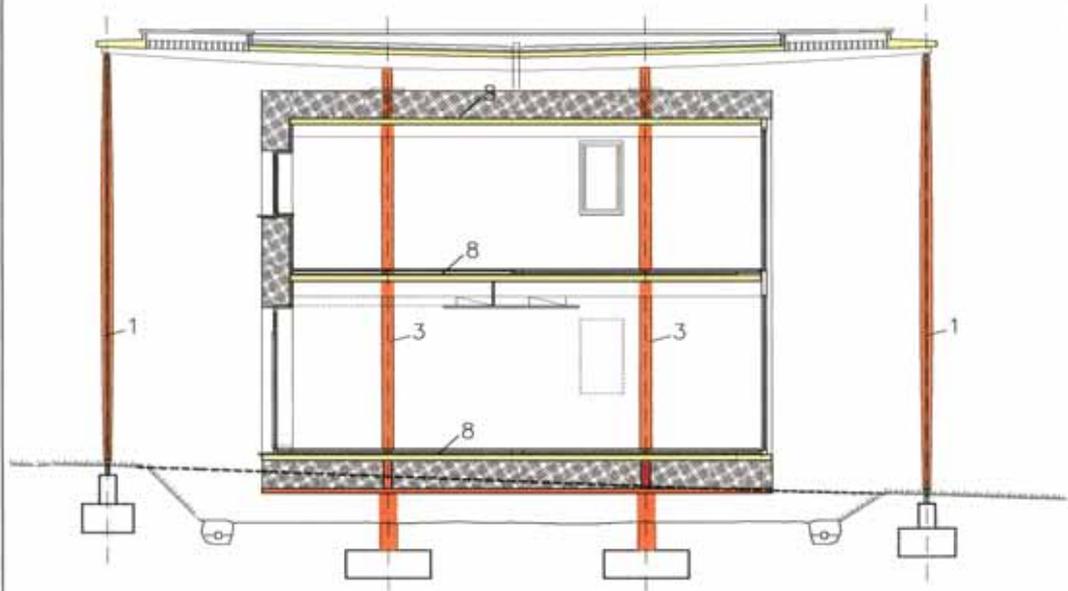
#### SYSTEMBESCHREIBUNG:

Der tragende Bauteil ist ein zwischen Strohballen situiertes Leichtfachwerk (ohne Brandschutzdimensionierung).

Architekten Scheicher

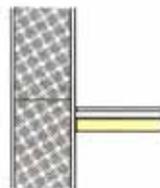
Grafik 24: Ständerbauweise

#### 4 SKELETTBAU MIT STROHBALLENAUSSENWAND



#### LEGENDE

- SKELETTBAU MIT VORGEHANGTER FASSADE
- Lasttragende Bauteile
  - Deckenplatte
  - 1 Pendelstütze
  - 2 KLH Wandplatten
  - 3 Holzstützen bzw. KLH Wandplatten
  - 8 KLH Deckenplatte



#### WANDAUFBAU:

Sägeraue Holzschalung mittels Triplast-Schrauben, direkt auf die Strohballe geschraubt. Holzschutz=Faluröd  
 Strohballe, Dicke 50,0cm  
 Winddichte Ebene  
 Wandverkleidung (Lehmputz, oder Holzplatten)

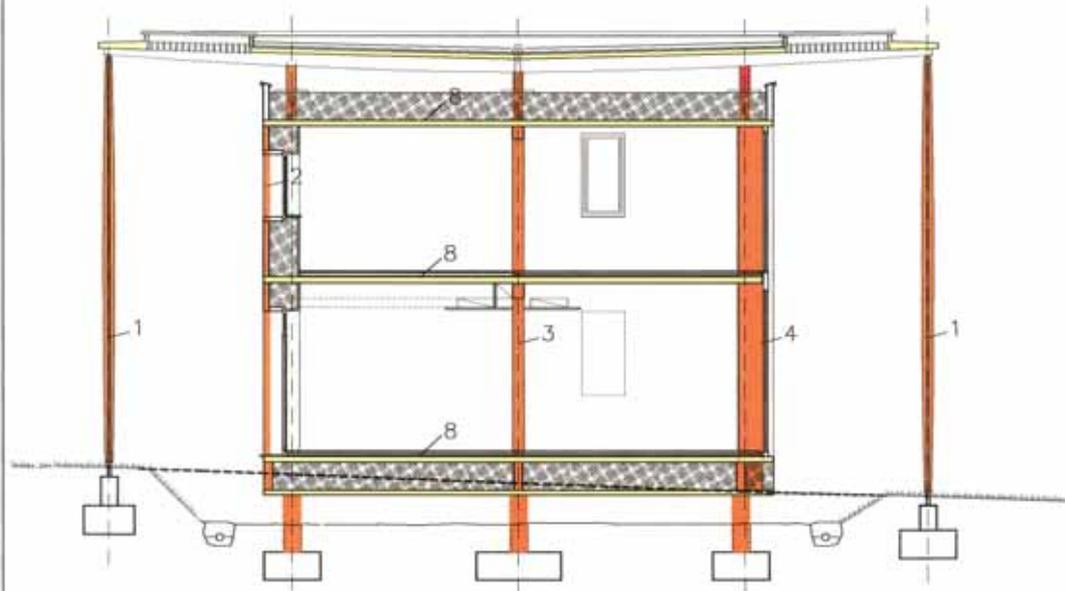
#### SYSTEMBESCHREIBUNG:

Die tragenden Bauteile bestehen aus einer Stützen und Binderkonstruktion. Die horizontale Aussteifung erfolgt mittels innenwandscheiben (Stiegenhauskern).

Architekten Scheicher

Grafik 25: Skelettbau mit Strohballeaußenwand

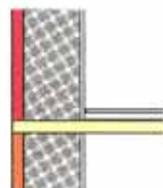
### 5 TRAGENDE WANDSCHEIBEN (KLH) AUSSENLIEGEND



LEGENDE

TRAGENDE WANDSCHEIBEN (KLH)  
AUSSEN

- Lasttragende Bauteile
- Deckenplatte
- 1 Pendelstütze
- 2 KLH Wandplatten
- 3 Holzstützen bzw. KLH Wandplatten
- 4 Stützen als Unterkon. für Fensterportale
- 8 KLH Deckenplatte



WANDAUFBAU:

KLH Kreuzlagenholz  
Strohballen, Dicke 50,0cm  
Wandverkleidung (Lehmputz, oder Holzplatten)

SYSTEMBESCHREIBUNG:

Die tragenden Bauteile bestehen vorwiegend aus statisch wirksamen außenliegenden Kreuzlagenholz (KLH).

Architekten Scheicher

Grafik 26: Tragende Wandscheiben außenliegend

## 16.4 Einreichpläne

# EINREICHPLAN

## M 1:100

### BÜROGEBÄUDE "PASSIVHAUS" DER TECHN.HOCHSCHULE IN WIEN

AUF DEN GRUNDPARZELLEN (898/3), 396, 397/3, DER  
KATASTRALGEMEINDE BOHEIMKIRCHEN/NIEDERÖSTERREICH

BEHORDE

Hierzul bezieht sich der Bescheid der  
Marktgemeinde Böheimkirchen vom 15.4.2003  
Zahl Bau-7103

BAUHERR Der Bürgermeister:  
  
*Walter Jolly*

PLANVERFASSER

Architekten **Scheicher**  
 iv.   
 A 5421 Adnet Nr. 241  
 Tel. 06245/83521-0  
 ZT.Gesellschaft mbH

Marktgemeinde Böheimkirchen  
 BAUAMT  
 Geb.Verz. Nr. 1 Jld. Nr. 232 Az 7103  
 am 08. Mai 2003 entrichtet.  
 Bundesgebühr € 6,50  
 Verwaltungsgebühr € 6,50  
 Summe € 13,00  
 Unterschrift: *[Signature]*



**1157 / 01,02,03,04,05,07,06,07,08,09,10** Projektnummer  
 Plannummer

G:\dop\1157-STRO\EINREICH\elnr1202.dcf6

LAGEPLAN	M 1: 250	Datei
GRUNDRISS EG	M 1: 100	
GRUNDRISS OG	M 1: 100	
GRUNDRISS DACHKONSTRUKTION	M 1: 200	
SCHNITT	M 1: 50	Projekt
SÜDANSICHT	M 1: 100	Planinhalt
NÖRANSICHT	M 1: 100	Maßstab
WESTANSICHT	M 1: 100	
ÖSTANSICHT	M 1: 100	

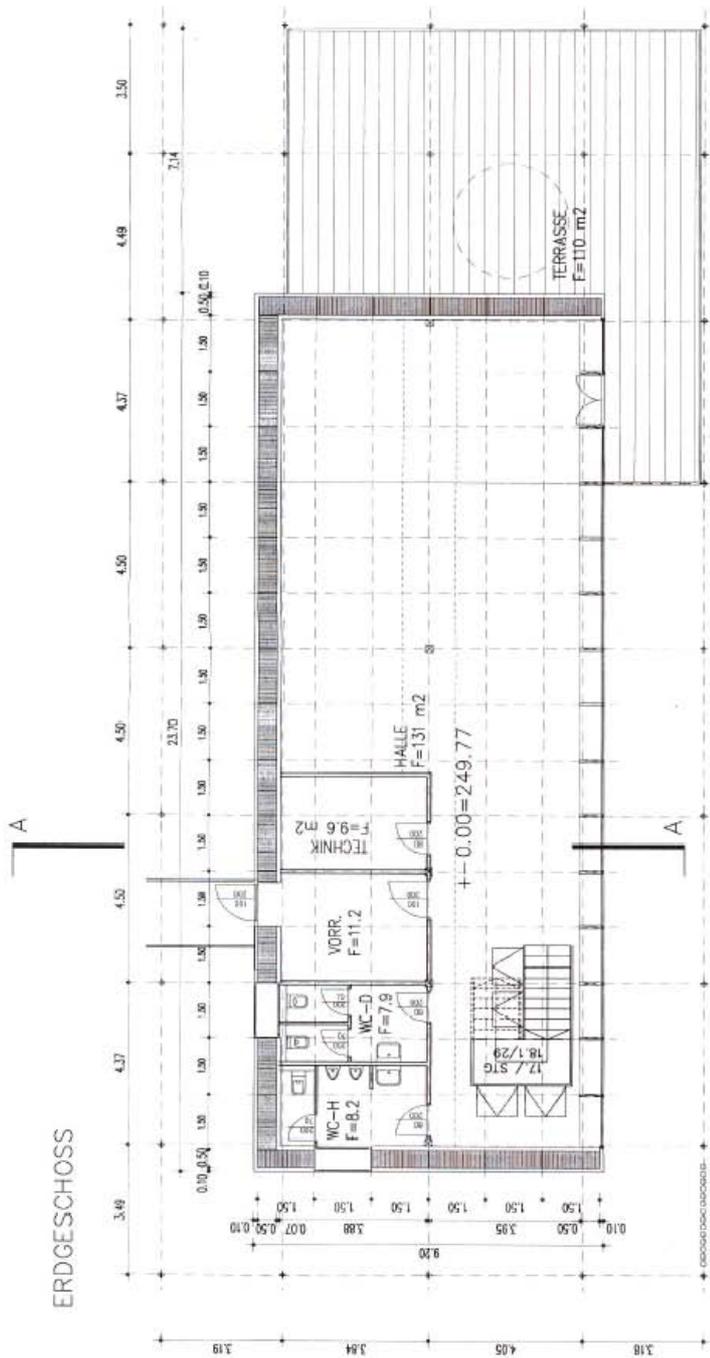
26-11-2002 LE Dat/Gez/Gr

A-5421 Adnet 241 -- Tel 06245/83521-0 -- Fax 06245/83521-21 -- Telex 75211765 -- CompuServe 100116,452

**Architekten Scheicher**

Grafik 27: Einreichplan, behördliche Abzeichnungen





Architekten Scheicher

1157-ER-02-H  
 OGP/1157-STRO/ENRECH/4/1/202.056

EINRECHPLAN  
 STROHHAUS  
 ERDGESCHOSS M=1:100

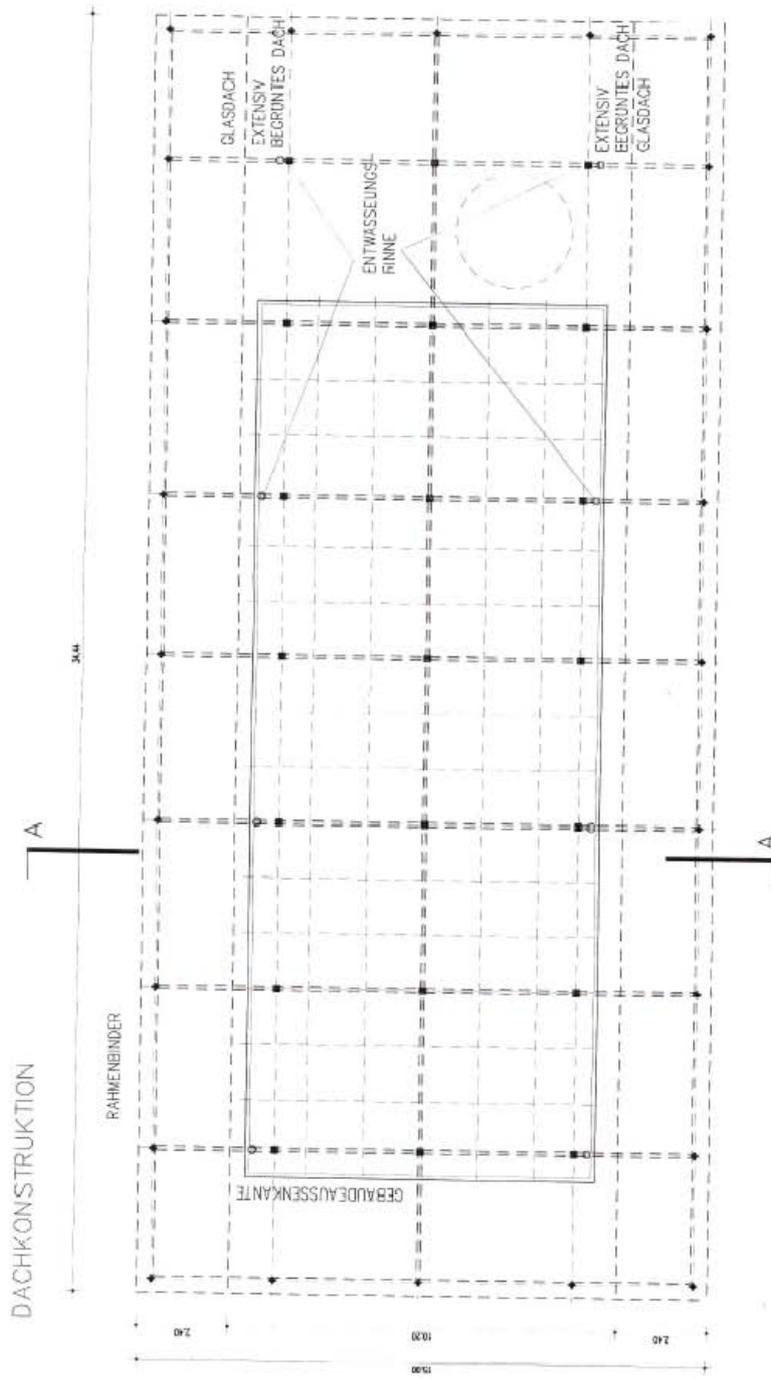
21-11-2002 MEKAL  
 A-542/ Admet --- Tel 06246/8352f



NUTZFLÄCHE EG		NUTZFLÄCHE 1.OG	
HALLE	135 m <sup>2</sup>	HALLE	81,0 m <sup>2</sup>
VORRAUM	11,2 m <sup>2</sup>	BÜRO 1	16,7 m <sup>2</sup>
TECHNIK	5,2 m <sup>2</sup>	BÜRO 2	16,8 m <sup>2</sup>
WC-D	7,9 m <sup>2</sup>	BÜRO 3	22,8 m <sup>2</sup>
WC-H	8,2 m <sup>2</sup>	BÜRO 4	11,0 m <sup>2</sup>
		BÜRO 5	16,7 m <sup>2</sup>
EG GESAMT	167,5 m <sup>2</sup>	1.OG GESAMT	165,0 m <sup>2</sup>
		NUTZFL. GESAMT	332,5 m <sup>2</sup>

Grafik 29: Grundriss Erdgeschoss





Architekten Scheicher

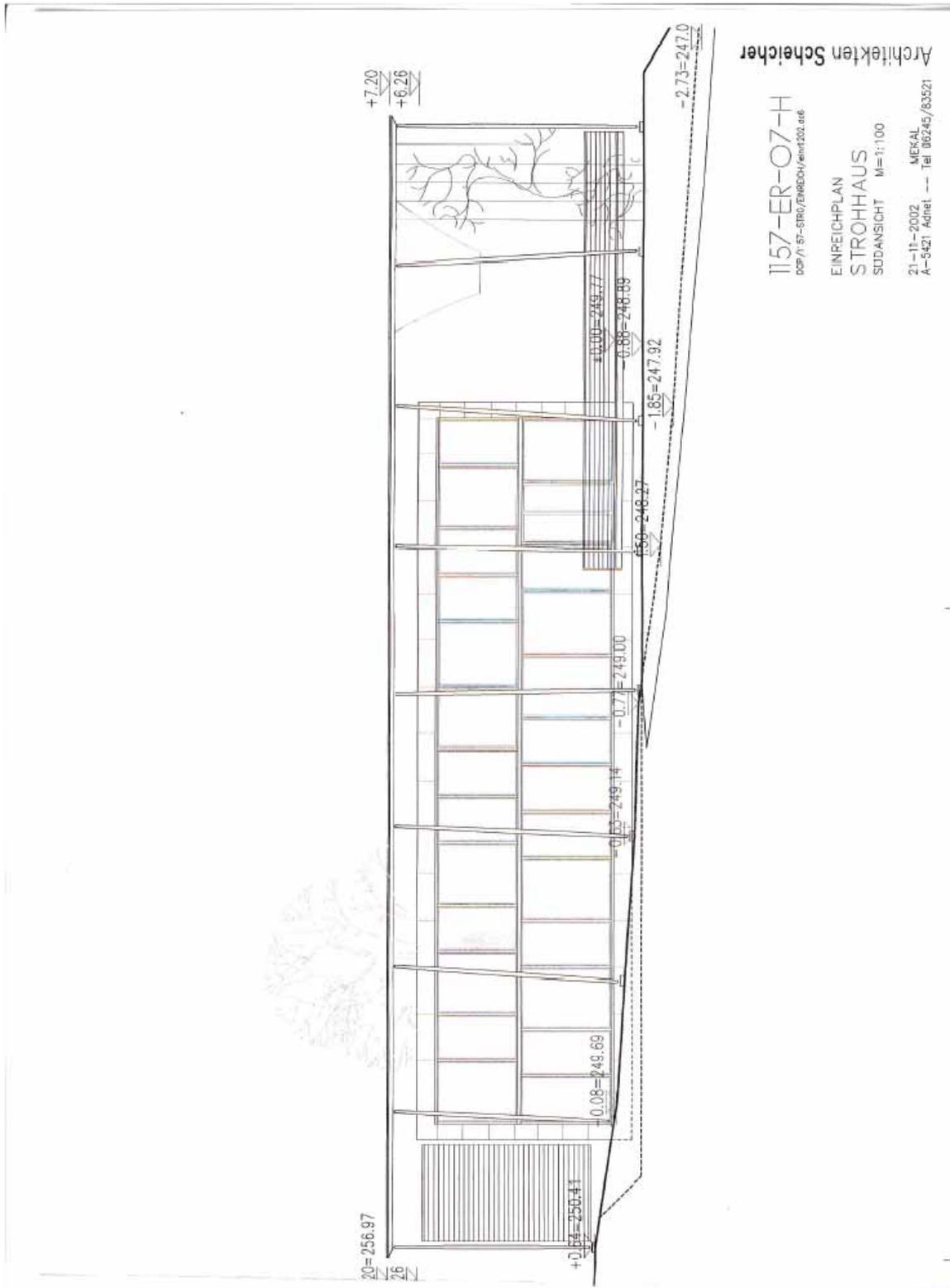
1157-ER-04-H  
 DCP/1157-STR0/2INRECH/4err1202.dwg

EINREICHPLAN  
 STROHHAUS  
 DACHKONSTRUKTION M=1:100

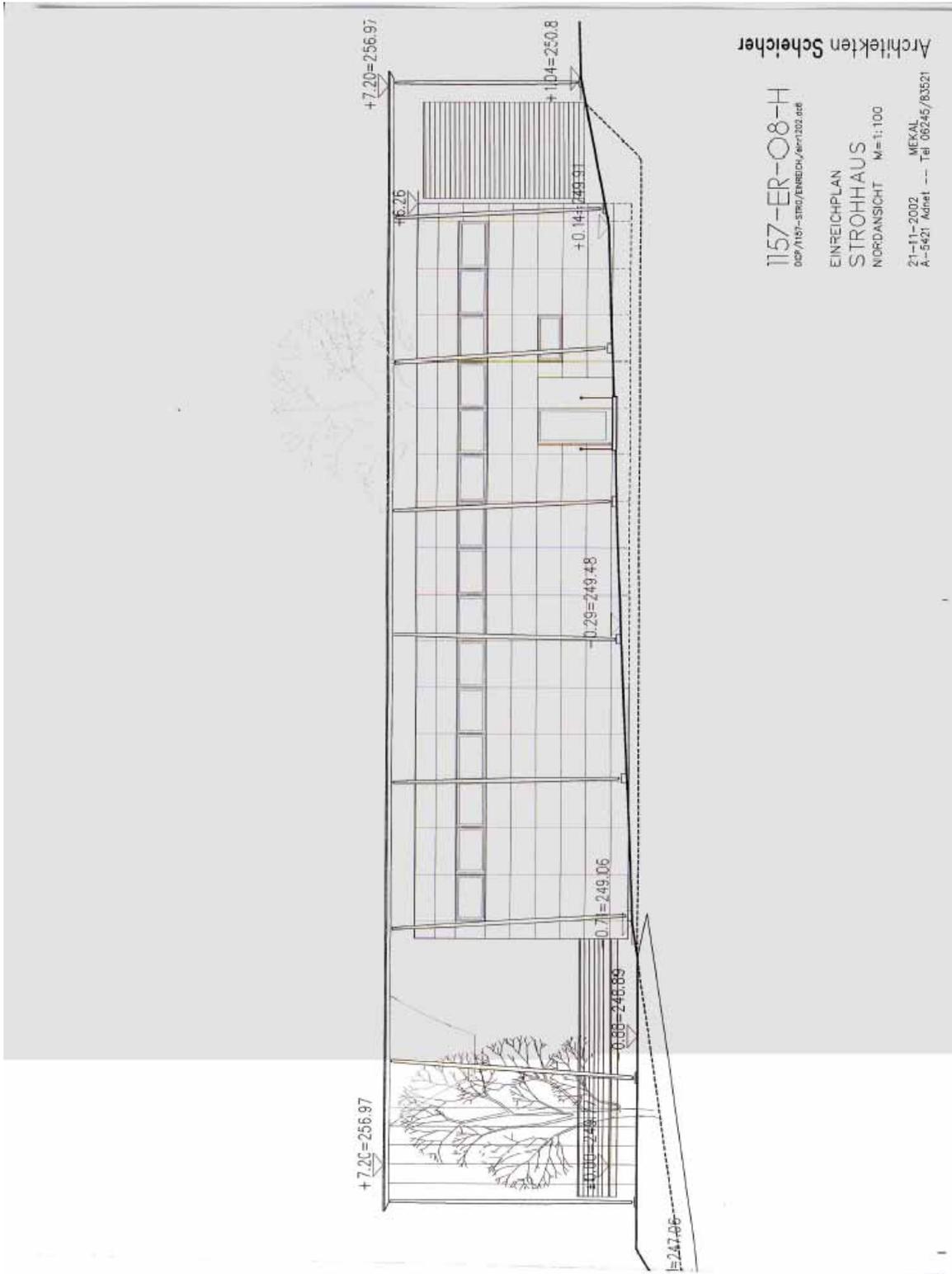
21-11-2002 MEKAL  
 A-5421 Admet --- Tel: 06245/83621

Grafik 31: Dachdraufsicht





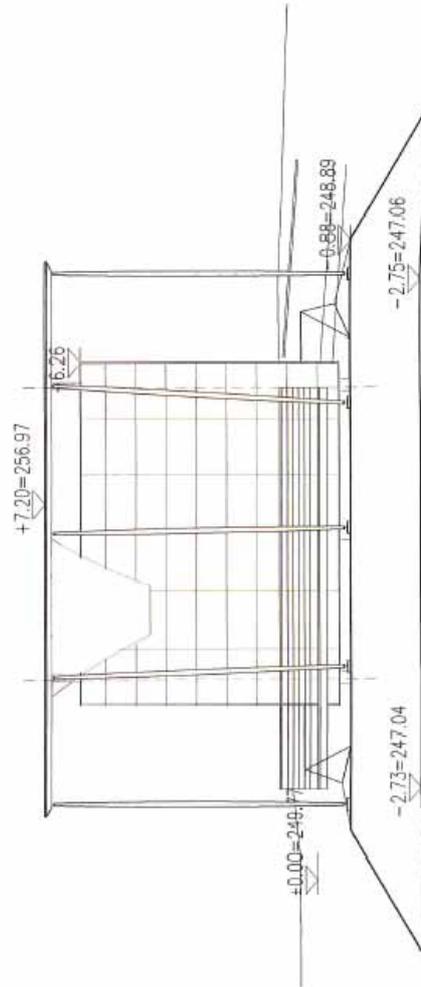
Grafik 34: Ansicht Süd



Grafik 35: Ansicht Nord



Grafik 36: Ansicht West



Architekten Scheicher

1157-EW-10-H  
DOP/1157-STRO/EDWEICH/AM/202.dwg

EINREICHPLAN  
STROHHAUS  
OST-ANSICHT M=1:100

21-11-2002 MEK.AL  
A-5421 Adnet -- Tel 06245/83521

Grafik 37: Ansicht Ost

## 16.5 Passivhausberechnung

Die Berechnung zeigt, dass der Passivhausstandard mit den geplanten Komponenten erreicht werden kann. Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse der Berechnung aufgelistet:

**Hilfe Assistent, bitte hier klicken!** Falls in der Zelle B1 beim Überfahren mit der Maus nichts erscheint, kreuzen Sie aus dem Menü Extras, Optionen, im Register Ansicht bzw. Bildschirmanzeige den Notizanzeiger an!

Feldformat	Bedeutung
Courier, blau, fett auf gelbem Grund	<b>Eingabefeld: Bitte den angeforderten Wert hier eintragen</b>
Arial, schwarz, standard auf weißem Grund	Berechnungsfeld; hier bitte nichts ändern
Courier, violett, standard auf weißem Grund	Feld mit Bezug zu einem anderen Blatt; normalerweise nicht ändern
Arial, schwarz, groß&fett auf grünem Grund	<b>wichtiges Ergebnisfeld</b>

für das Zertifikat benötigt?

Funktion	Kurzbeschreibung	
Objektdatei; Ergebniszusammenfassung	Objektbeschreibung, Auswahl des Berechnungsverfahrens, Zusammenfassung der Ergebnisse	Ja
Flächierzusammenstellung	Bauteilflächen, Wärmebrücken, Energiebezugsfläche; Auf Außenmaßbezug achten!	Ja
Auswahl der Klimaregion, oder Definition eigener Klimadaten		
Jahresheizwärmebedarf / Jahresverfahren	Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs nach Energiebilanzverfahren in Anlehnung an EN832: Transmission + Lüftung - $\eta$ (Solarangebot + InterneQuellen)	Ja
Gebäude-Heizlastberchnung	Berechnung der Nennheizlast nach Bilanzverfahren für den Auslegungstag: maxTransmission + maxLüftung - $\eta$ (minimalesSolarangebot + InterneQuellen)	Nein
Gebäudeteil des Energiespar-VO 2002	Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs nach dem Verfahren der EnEV: Achtung! Nur für den Bauantrag!	Nein
Haustechnikteil des Energiespar-VO 2002	Berechnung des Primärenergiebedarfs nach dem Verfahren der EnEV: Achtung! Nur für den Bauantrag!	Nein
Energiebedarfsausweis		Nein
Berechnung von U-Werten der Regelbauteile		Ja
Berechnung von mittleren U-Werten		evtl.
Berechnung der Reduktionsfaktoren gegen Erreich	Falls genauere Werte gewünscht sind	evtl.
Zusammenstellung von Wärmebrücken	Eingabe (nicht Berechnung!) von linearen Wärmebrückenverlust-Koeffizienten; Umrechnung von innen auf Außenmaß; Zusammenfassen zu einer Länge und einem mittl. Koeffizienten	evtl.
Bestimmung der U <sub>F</sub> -Werte	Eingabe der Geometrie, Orientierung, Rahmenlängen, Rahmenbreite, U <sub>v</sub> und Rahmen-U-Werten sowie der Anschluß-Wärmebrücken-Verlustkoeffizienten; daraus: Ermittlung von U <sub>F</sub> und der Globalstahlung	Ja
Bestimmung der Verschattungskoeffizienten und den Einfluß der Orientierung	Eingabe der Verschattungssituation, z. B. Balkon, Nachbargebäude, Laibung und Berechnung der Verschattungskoeffizienten	Ja
Abschätzung des Sommerklimas	Berechnung der Übertemperaturhäufigkeit als Maßstab für die sommerliche Behaglichkeit	evtl.
Bestimmung der Verschattungskoeffizienten für den Sommerfall		Nein
Luftmengen; Zuluft/Abluft-Bilanz, Eingabe des Drucktestergebnisses	Berechnung der Luftmenge aus dem Maximum Mindestzuluft / Mindestabluft in Anlehnung an DIN 1946 Teil 6, Berechnung des Infiltrationsluftwechsel	Ja
Verteilverluste; Warmwasserbedarf und Verluste	Berechnung der Wärmeverluste der Verteilleitungen (Heizung; Warmwasser); Berechnung des Nutzwärmebedarfs Warmwasser und der Speicherverluste	Ja
solare Warmwasserbereitung	Berechnung des solaren Deckungsgrades für den Warmwasserbedarf	falls Solar-Anlage vorhanden
Stromverbrauch	Berechnung des Stromverbrauchs von Passivhäusern	Ja
Hilfsstromverbrauch	Berechnung des Strom- und Primärenergiebedarfes von Hilfsenergieverbraucher	Ja
Interne Wärmegewinne		Nein
Primärenergie- und CO <sub>2</sub> -Kennwert	Auswahl der Wärmebereitstellungssysteme, Berechnung des Primärenergie- und CO <sub>2</sub> -Kennwertes aus den bisherigen Ergebnissen	Ja
Jahresnutzungsgrad Heizkessel	Zur Berechnung des Jahresnutzungsgrades üblicher Kessel (NT- und Brennwertkessel) unter den für das Projekt gegebenen Randbedingungen	falls vorhanden
Nah-/Fernwärme-Übergabestation	Berechnung des Jahresnutzungsgrades und des Jahreswärmeverbrauchs	falls vorhanden
Monatsverfahren nach EN832	Rechengang für das Monatsverfahren nach DIN EN 832. Auswahl im Blatt Objekt, falls nach diesem Verfahren gerechnet werden soll.	wenn ausgewählt
Datenbank	Tabelle der PE-Faktoren nach Gemis; zum Nachschlagen	Nein

### 16.5.1 Objektdaten

Vorgang:	Jahresverfahren	Anforderung:	Ergebnis		
Energiekennwert Heizwärme:	5 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	✓	x	Energiekennwert Heizwärme Jahresverfahren 4,9
Drucktest-Ergebnis:	0,00 h⁻¹	0,6 h⁻¹	✓		Energiekennwert Heizwärme Monatsverfahren 4,8
Primärenergie-Kennwert:	kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a)	000		
Heizlast:	8,9 W/m²				
Übertemperaturhäufigkeit:	68% über 25 °C				
Objekt-Typ:	Büro- / Ausstellungsgebäude				
Bauher(en):	GrAT				
Straße:					
PLZ/Ort:					
Architekt:	Architekten Scheicher				
Straße:					
PLZ/Ort:					
Haustechnik:	TB-Unger				
Straße:	Waldgasse 30				
PLZ/Ort:	7163 Andau				
Baujahr:	1				
Zahl WE:	1				
Energiebezugsfläche:	400,0 m²				Ausgestellt an:  gezeichnet:
Umbautes Volumen:	1548,1 m³				
Personenzahl:	8				

### 16.5.2 Flächenzusammenstellung

## Passivhaus-Projektierung FLÄCHENERMITTLUNG

Zusammenstellung					
Gruppe Nr.	Gruppe	Fläche	Einheit	Bemerkung	
1	Energiebezugsfläche	370,88	m²	Wohnfläche nach 2. BVO innerhalb der thermischen Hülle	
2	Fenster Ost	2,25	m²		
3	Fenster Süd	102,50	m²		
4	Fenster West	3,38	m²		
5	Fenster Nord	24,96	m²		
6	Fenster horizontal	0,00	m²		
7	Außenür	0,00	m²		
8	<b>Außenwand gegen Außenluft</b>	<b>207,8</b>	m²	Fenster- und Türflächen werden automatisch abgezogen	
9	<b>Außenwand gegen Boden</b>	<b>0,0</b>	m²	Fensterflächen selbst abziehen	
10	<b>Dach</b>	<b>211,7</b>	m²	Fensterflächen werden automatisch abgezogen	
11	<b>Grund</b>	<b>211,7</b>	m²		
<i>Diese Zeile markieren, um weitere Gruppen einzufügen; Übernahme ins Heizwärmeblatt selbst erstellen</i>					
12	Wbrücken gegen Außenluft	0,00	m	Einheit in lfm	
13	Wbrücken gegen Boden	0,00	m	Einheit in lfm	
14	Wand zum Nachbarn	0,00	m²	kein Wärmeverlust, nur für die Heizlastauslegung berücksichtigen	
<b>Summe thermische Hülle</b>		<b>764,19</b>	<b>m²</b>		

Flächeneingabe														
Code	Teil Bezeichnung	Gruppe Nr.	Zuordnung an Gruppe	Anzahl	x (	a	x	b	+	Eigene Ermittlung	-	Abzug	)=	Fläche
	Energiebezugsfläche	1	Energiebezugsfläche	1	x (		x		+	370,88	-		)=	370,88
	Fenster Ost	2	Fenster Ost		x (		x		+		-	2,25	)=	2,25
	Fenster Süd	3	Fenster Süd		x (		x		+		-	102,50	)=	102,50
	Fenster West	4	Fenster West		x (		x		+		-	3,38	)=	3,38
	Fenster Nord	5	Fenster Nord		x (		x		+		-	24,96	)=	24,96
	Fenster horizontal	6	Fenster horizontal		x (		x		+		-	0,00	)=	0,00
	Außenür	7	Außenür		x (		x		+		-	0,00	)=	0,00
	<b>Nord</b>	<b>8</b>	<b>Außenwand gegen Außenluft</b>	<b>1</b>	<b>x (</b>	<b>23,520</b>	<b>x</b>	<b>7,200</b>	<b>+</b>		<b>-</b>	<b>24,96</b>	<b>)=</b>	<b>144,39</b>
	<b>Süd</b>	<b>8</b>	<b>Außenwand gegen Außenluft</b>	<b>1</b>	<b>x (</b>	<b>23,520</b>	<b>x</b>	<b>7,200</b>	<b>+</b>		<b>-</b>	<b>102,50</b>	<b>)=</b>	<b>66,84</b>
	<b>Ost+West</b>	<b>8</b>	<b>Außenwand gegen Außenluft</b>	<b>2</b>	<b>x (</b>	<b>9,000</b>	<b>x</b>	<b>7,200</b>	<b>+</b>		<b>-</b>		<b>)=</b>	<b>129,60</b>
	<b>Dach</b>	<b>10</b>	<b>Dach</b>	<b>1</b>	<b>x (</b>	<b>23,520</b>	<b>x</b>	<b>9,000</b>	<b>+</b>		<b>-</b>		<b>)=</b>	<b>211,68</b>
	<b>Grund</b>	<b>11</b>	<b>Grund</b>	<b>1</b>	<b>x (</b>	<b>23,520</b>	<b>x</b>	<b>9,000</b>	<b>+</b>		<b>-</b>		<b>)=</b>	<b>211,68</b>
					x (		x		+		-		)=	
					x (		x		+		-		)=	



### 16.5.4 Heizwärme

## Passivhaus-Projektierung ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Klima: <input type="text" value="Standard"/>		Innentemperatur: <input type="text" value="20,0"/> °C	
Objekt: <input type="text" value="S-Haus"/>		Gebäudetyp/Nutzung: <input type="text" value="Büro- / Ausstellung"/>	
Standort: <input type="text" value="Böheimkirchen"/>		Energiebezugsfläche $A_{Eg}$ : <input type="text" value="400,0"/> m <sup>2</sup>	
		Standard-Personenbelegung: <input type="text" value="8"/> Pers pro m <sup>2</sup> Energiebezugsfläche	

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m <sup>2</sup>	U-Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Reduktionsfaktor $\xi$	$Q_T$ kWh/a	WWh/a	Energiebezugsfläche
1 Nord	A	144,4	0,080	1,00	84,0	= 970	
2 Süd	A	66,8	0,080	1,00	84,0	= 449	
3 Ost + West	A	129,6	0,080	1,00	84,0	= 871	
4 Dach	D	211,7	0,080	1,00	84,0	= 1422	
5 Grund	B	211,7	0,080	1,00	84,0	= 1422	
6						=	
7						=	
8 Fenster	A	133,1	0,794	1,00	84,0	= 6872	
9 Wbrücken außen (Länge/m)	A			1,00		=	
10 Wbrücken Boden (Länge/m)	B			0,50		=	
Summe aller Hüllflächen		697,3					

**Transmissionswärmeverluste  $Q_T$**

Summe  WWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Luftungsanlage:	wirksames Luftvolumen $V_L$ m <sup>3</sup>	$A_{Eg}$ m <sup>2</sup>	lichte Raumhöhe m	m <sup>3</sup>
effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung	$\eta_{eff}$ <input type="text" value="75%"/>			
Wärmebereitstellungsgrad des Erdreichwärmeforschers	$\eta_{EWR}$ <input type="text" value="33%"/>			
energetisch wirksamer Luftwechsel $n_e$	<input type="text" value="0,300"/>	$\Phi_{WRG}$ t/h	$\eta_{L,Rest}$ t/h	t/h
		0,83	0,042	0,092

**Lüftungswärmeverluste  $Q_L$**

$V_L$  m<sup>3</sup>  \*  $n_e$  t/h  \*  $C_{Luft}$  WWh/(m<sup>3</sup>K)  \*  $Q_T$  kWh/a  =  WWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

**Summe Wärmeverluste  $Q_V$**

(  +  ) \* Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenendabsenkung  =  WWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m <sup>2</sup>	Globalstr. Heizzeit WWh/(m <sup>2</sup> a)	WWh/a
1 Ost	0,43	0,52	2,25	225	= 112
2 Süd	0,51	0,52	102,50	370	= 10077
3 West	0,43	0,52	3,38	225	= 189
4 Nord	0,46	0,52	24,96	140	= 839
5 Horizontal	0,40	0,00	0,00	360	= 0
Summe					<input type="text" value="11186"/> WWh/a <input type="text" value="28,0"/> kWh/(m <sup>2</sup> a)

**Wärmeangebot Solarstrahlung  $Q_S$**

interne Wärmequellen $Q_I$	Länge Heizzeitspezif. Leistung $q_I$ kWh/d	$A_{Eg}$ m <sup>2</sup>	WWh/a	WWh/(m <sup>2</sup> a)
	0,024	400,0	= 7560	18,9

**Interne Wärmequellen  $Q_I$**

Freie Wärme  $Q_F$   $Q_S + Q_I =$   WWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten  $Q_F / Q_V =$

Nutzungsgrad Wärmegewinne  $\eta_0 = (1 - (Q_F / Q_V)^0.8) / (1 - (Q_T / Q_V)^0.8) =$

**Wärmegewinne  $Q_G$**

$\eta_0 * Q_F =$   WWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

**Heizwärmebedarf  $Q_H$**

$Q_V - Q_G =$   WWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Grenzwert	<input type="text" value="15"/> kWh/(m <sup>2</sup> a)	Anforderung erfüllt?	<input type="text" value="ja"/>
-----------	--	----------------------	---------------------------------

## 16.5.5 Heizlastberechnung

### 16.5.5.1 Heizlast Untergeschoss

### HEIZWÄRMELAST

Objekt: **B-Haus Untergeschoss**      Gebäudetyp/Nutzung: **Büro / Ausstellung**      Innen-temperatur: **20**

Standort: **Boheimkirchen**      Energiebezugsfläche  $A_{EB}$ : **132** m<sup>2</sup>

Wetterregion (D1 - 12): **0**      Nördlicher Oberflächeneintrag, z.B. Frankfurt am Main      Klima: **Standard**

Auslegungstemperatur:      Strahlung: Ost      Süd      West      Nord      Horizontal

Wetter 1: **-6,0** °C      15      50      15      5      5 W/m<sup>2</sup>

Wetter 2: **-1,0** °C      5      5      5      5      5 W/m<sup>2</sup>

Erdrichenauslegungtemp: **10,0** °C

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m <sup>2</sup>	U-Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Faktor innen 1 (außer °C)	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	$P_{T1}$ Watt	$P_{T2}$ Watt
1. Nord	A	77,5	0,080	1,0	26,0 bzw. 21,0	=	161 bzw. 130	
2. Süd	A	32,5	0,080	1,0	26,0 bzw. 21,0	=	68 bzw. 55	
3. Ost+West	A	65,3	0,080	1,0	26,0 bzw. 21,0	=	136 bzw. 110	
4. Dach	D	0,0	0,080	1,0	26,0 bzw. 21,0	=	0 bzw. 0	
5. Grund	B	211,7	0,080	1,0	10,0 bzw. 10,0	=	169 bzw. 169	
6.	A			1,0	26,0 bzw. 21,0	=		
7.	A			1,0	26,0 bzw. 21,0	=		
8. Fenster	A	59,4	0,794	1,0	26,0 bzw. 21,0	=	1226 bzw. 990	
9. Vitracken außen (Länge/s)	A			1,0	26,0 bzw. 21,0	=		
10. Vitracken Boden (Länge/s)	B			1,0	10,0 bzw. 10,0	=		
11. Haus/Wohnungstrennwand	I			1,0	3 bzw. 3	=		

**Transmissionswärmelast  $P_T$**       Summe = **1760** bzw. **1454**

**Lüftungsanlage:**       $A_{EB}$  lichte Raumhöhe = **329** m<sup>2</sup> / 1h

Wirksamkeitsgrad des Plattenwärmetauschers: **75%**       $V_L$  wirksames Luftvolumen  $V_L$  = **132** \* **2,50** = **329** m<sup>3</sup>

Wirksamkeitsgrad des Erdreichwärmetauschers: **33%**       $\eta_{Luft}$  = **0,33**       $\Phi_{Deko}$  = **0,93**       $\eta_{Luft}$  (Heizlast) = **0,155**

energetisch wirksamer Luftwechsel  $n_e$  = **0,300** \* (1 - **0,93**) + **0,105** = **0,155**

	$V_L$ m <sup>3</sup>	$n_e$ 1/h	$\eta_{Luft}$ W/(m <sup>2</sup> K)	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	$P_L 1$ W	$P_L 2$ W
<b>Lüftungswärmelast <math>P_L</math></b>	328,8	0,155	0,33	26,0 bzw. 21,0	=	438 bzw. 354	

**Summe Wärmelast  $P_V$**        $P_T + P_L$  = **2198** bzw. **1808**

Ausrichtung der Fläche	Fläche m <sup>2</sup>	g-Wert (senke Einstrahlung)gl. Blatt Fenster	Reduktionsfaktor	Strahlung 1 W/m <sup>2</sup>	Strahlung 2 W/m <sup>2</sup>	$P_S 1$ W	$P_S 2$ W
1. Ost	2,3	0,52	0,43	15,0 bzw. 5,0	=	7 bzw. 2	
2. Süd	52,2	0,52	0,51	50,0 bzw. 5,0	=	693 bzw. 69	
3. West	3,4	0,52	0,43	15,0 bzw. 5,0	=	11 bzw. 4	
4. Nord	7,2	0,52	0,46	5,0 bzw. 5,0	=	9 bzw. 9	
5. Horizontal	0,0	0,00	0,40	5,0 bzw. 5,0	=	0 bzw. 0	
6.							

**Wärmeangebot Solarlast  $P_S$**       Summe = **721** bzw. **84**

**Interne Wärmelast  $P_I$**       spez. Leistung  $A_{EB}$  = **210** bzw. **210** W/m<sup>2</sup> \* **132** m<sup>2</sup>

**Wärmegewinne  $P_G$**        $P_S + P_I$  = **931** bzw. **295**

$P_V - P_G$  = **1266** bzw. **1513**

**Heizwärmelast  $P_H$**  = **1513** W

**wohnflächenspezifische Heizwärmelast  $P_H / A_{EB}$**  = **11,5** W/m<sup>2</sup>

Zulufttemperatur ohne Nachheizung  $\vartheta_{Zu,Min}$  **16** °C      Zulufttemperatur Max.  $\vartheta_{Zu,Max}$  **52** °C

zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist  $P_{Zu,Max}$  = **1183** W spezifisch **9,0** W/m<sup>2</sup>

### 16.5.5.2 Heizlast Obergeschoss

## Passivhaus-Projektierung

### HEIZWÄRMELAST

Objekt: <b>Obergeschoß</b>	Gebäudetyp/Nutzung: <b>Büro- / Ausstellung</b>	Innen-temperatur: <b>20</b>						
Standort: <b>Boheimkirchen</b>	Energiebezugsfläche A <sub>EB</sub> : <b>132</b> m²							
Wetterregion (01 - 12): <b>0</b> Nördlicher Oberrhein, z.B. Frankfurt am Main	Klima: <b>Standard</b>							
Auslegungstemperatur	Strahlung: Ost Süd West Nord Horizontal							
Wetter 1: <b>-6,0</b> °C	15 50 15 5 5 W/m²							
Wetter 2: <b>-1,0</b> °C	5 5 5 5 5 W/m²							
Erdeauslegungstemp.: <b>10,0</b> °C								
Bauteile	Temperaturzone	Fläche m²	U-Wert W/(m²K)	Faktor immer 1 (außer 'X')	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P <sub>T</sub> 1 Watt	P <sub>T</sub> 2 Watt
1 Nord	A	70,4	0,080	1,0	26,0	21,0	146	118
2 Süd	A	32,5	0,080	1,0	26,0	21,0	68	55
3 Ost+West	A	65,3	0,080	1,0	26,0	21,0	136	110
4 Dach	D	211,7	0,080	1,0	26,0	21,0	440	356
5 Grund	B	0,0	0,080	1,0	10,0	10,0	0	0
6	A			1,0	26,0	21,0		
7	A			1,0	26,0	21,0		
8 Fenster	A	66,4	0,794	1,0	26,0	21,0	1371	1107
9 Überdecken außen (Lage-s)	A			1,0	26,0	21,0		
10 Überdecken Boden (Lage-s)	B			1,0	10,0	10,0		
11 Haus/Wohnungstrennwand	I			1,0	3	3		

**Transmissionswärmelast P<sub>T</sub>** Summe = **2161** bzw. **1746**

<b>Luftungsanlage:</b>	wirksames Luftvolumen V <sub>L</sub>	A <sub>EB</sub> m²	lichte Raumhöhe m	m³
Wärmebereitstellungsgrad des Plattenwärmtauschers	75%	132	2,50	329
Wärmebereitstellungsgrad des Erdreichwärmtauschers	33%			1/h
energetisch wirksamer Luftwechsel n <sub>L</sub>	0,300	(1 - 0,93)	0,105	0,155

**Lüftungswärmelast P<sub>L</sub>** V<sub>L</sub> m³ \* n<sub>L</sub> 1/h \* c<sub>Luft</sub> Wh/(m³K) \* TempDiff 1 K bzw. TempDiff 2 K = **438** bzw. **354**

**Summe Wärmelast P<sub>V</sub>** P<sub>T</sub> + P<sub>L</sub> = **2599** bzw. **2099**

Ausrichtung der Fläche	Fläche m²	g-Wert (senkr. Einstrahlung)gl. Blatt Fenster	Reduktionsfaktor	Strahlung 1 W/m²	Strahlung 2 W/m²	P <sub>S</sub> 1 W	P <sub>S</sub> 2 W
1 Ost	2,3	0,52	0,43	15,0	5,0	7	2
2 Süd	52,2	0,52	0,51	50,0	5,0	693	69
3 West	3,4	0,52	0,43	15,0	5,0	11	4
4 Nord	14,2	0,52	0,46	5,0	5,0	17	17
5 Horizontal	0,0	0,00	0,40	5,0	5,0	0	0
6						0	0

**Wärmeangebot Solarlast P<sub>S</sub>** Summe = **729** bzw. **93**

**Interne Wärmelast P<sub>I</sub>** spez. Leistung W/m² \* A<sub>EB</sub> m² = **210** bzw. **210**

**Wärmegewinne P<sub>G</sub>** P<sub>S</sub> + P<sub>I</sub> = **940** bzw. **303**

P<sub>V</sub> - P<sub>G</sub> = **1659** bzw. **1796**

**Heizwärmelast P<sub>H</sub>** = **1796** W

**wohnflächenspezifische Heizwärmelast P<sub>H</sub> / A<sub>EB</sub>** = **13,7** W/m²

Zulufttemperatur ohne Nachheizung θ<sub>ZuMin</sub> 16 °C Zulufttemperatur Max. θ<sub>ZuMax</sub> 52 °C  
 zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist P<sub>Zufl,Max</sub> = **1183** W spezifisch **9,0** W/m²

### 16.5.5.3 Heizlast gesamt

## Passivhaus-Projektierung

### HEIZWÄRMELAST

Objekt: **B-Haus**      Gebäudtyp/Nutzung: **Büro- / Ausstellung**      Innentemperatur: **20**

Standort: **Boheimkirchen**      Energiebezugsfläche  $A_{EB}$ : **400** m<sup>2</sup>

Wetterregion (B1 - 12): **0**      Nördlicher Oberrheingraben, z.B. Frankfurt am Main      Klima: **Standard**

Auslegungstemperatur      Strahlung: Ost    Süd    West    Nord    Horizontal

Wetter 1: **-6,0** °C      15    50    15    5    5 W/m<sup>2</sup>

Wetter 2: **-1,0** °C      5    5    5    5    5 W/m<sup>2</sup>

Erreichungsauslegungstemp.: **10,0** °C      Fläche      U-Wert      Faktor immer 1 (außer °C)      TempDiff 1      TempDiff 2       $P_T 1$        $P_T 2$

Bauteile	Temperaturzone	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)		K	K	Watt	Watt
1 Nord	A	144,4	0,080	1,0	26,0	21,0	300	243
2 Süd	A	66,8	0,080	1,0	26,0	21,0	139	112
3 Ost+West	A	129,6	0,080	1,0	26,0	21,0	270	218
4 Dach	D	211,7	0,080	1,0	26,0	21,0	440	356
5 Grund	B	211,7	0,080	1,0	10,0	10,0	169	169
6	A			1,0	26,0	21,0		
7	A			1,0	26,0	21,0		
8 Fenster	A	133,1	0,794	1,0	26,0	21,0	2746	2218
9 Überbrücken außen (Länge/k)	A			1,0	26,0	21,0		
10 Überbrücken Boden (Länge/k)	B			1,0	10,0	10,0		
11 Haus/Wohnungstrennwand	I			1,0	3	3		

**Transmissionswärmelast  $P_T$**       Summe = **4065** bzw. **3316**

Luftungsanlage:       $A_{EB}$       lichte Raumhöhe       $V_L$

Wärmebereitstellungsgrad des Plattenwärmetauschers:  $\eta_{WKO}$  **75%**      m<sup>2</sup>      m      m<sup>3</sup>

Wärmebereitstellungsgrad des Erdreichwärmetauschers:  $\eta_{EWT}$  **33%**       $\eta_{L,Anlage}$        $\Phi_{WKO}$        $\eta_{L,Rest}$  (Heizlast)      m<sup>3</sup>

energetisch wirksamer Luftwechsel  $n_L$  **0,300** \* (1 - **0,83**) = **0,105** = **0,155**      1/h      1/h      1/h      1/h

$V_L$	$n_L$	$c_{Luft}$	TempDiff 1	TempDiff 2	$P_L 1$	$P_L 2$
m <sup>3</sup>	1/h	Wh/(m <sup>3</sup> K)	K	K	W	W
1000,0	0,155	0,33	26,0	21,0	1332	1076

**Lüftungswärmelast  $P_L$**        $P_V 1$        $P_V 2$

**Summe Wärmelast  $P_V$**        $P_T + P_L$  = **5397** bzw. **4392**

Ausrichtung der Fläche      Fläche      g-Wert      Reduktionsfaktor      Strahlung 1      Strahlung 2       $P_S 1$        $P_S 2$

	m <sup>2</sup>	(senkr. Einstrahlung)gl. Blatt Fenster)		W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W	W
1 Ost	2,3	0,52	0,43	15,0	5,0	7	2
2 Süd	102,5	0,52	0,51	50,0	5,0	1362	136
3 West	3,4	0,52	0,43	15,0	5,0	11	4
4 Nord	25,0	0,52	0,46	5,0	5,0	30	30
5 Horizontal	0,0	0,00	0,40	5,0	5,0	0	0
6						0	0

**Wärmeangebot Solarlast  $P_S$**       Summe = **1410** bzw. **172**

Interne Wärmelast  $P_I$       spez. Leistung       $A_{EB}$        $P_I 1$        $P_I 2$

Wärmegewinne  $P_G$        $P_S + P_I$  = **2050** bzw. **812**

$P_V - P_G$  = **3346** bzw. **3579**

**Heizwärmelast  $P_H$**  = **3579** W

**wohnflächenspezifische Heizwärmelast  $P_H / A_{EB}$**  = **8,9** W/m<sup>2</sup>

Zulufttemperatur ohne Nachheizung  $\delta_{Zu,Min}$  **16** °C      Zulufttemperatur Max:  $\delta_{Zu,Max}$  **52** °C

zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist  $P_{Zu,Max}$  = **3599** W spezifisch **9,0** W/m<sup>2</sup>

### 16.5.6 En EV HW

## Berechnungsblatt für das vereinfachte Verfahren der Energie-Einspar-Verordnung JAHRESHEIZWÄRMEBEDARF EnEV

Objekt:   
Standort:

Gebäudetyp/Nutzung:   
Umbautes Volumen:  m<sup>3</sup> vgl. Wohnfläche  
EnEV-Nutzfläche:  m<sup>2</sup>  m<sup>2</sup>  
AV-Verhältnis:  m<sup>-1</sup>

Achtung: in diesem Blatt wird konsequent mit der EnEV-Bezugsfläche gerechnet. Alle flächenbezogenen Kennwerte sind daher mit den PHPP-Werten nicht vergleichbar.

Behandlung Wärmebrücken:     $\Delta U_{WB}$  Zuschlag:

### Wärmeverluste:

Bauteile	Fläche m <sup>2</sup>	U-Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Temperatur-Korrekturfaktor EnEV	spez. Transm. Wärme-verlust W/K
1. Nord	A 144,4	0,08		= 11,6
2. Süd	A 66,8	0,08		= 5,3
3. Ost+West	A 129,6	0,08		= 10,4
4. Dach	D 211,7	0,08		= 16,9
5. Grund	B 211,7	0,08		= 16,9
6.				= 0,0
7.				= 0,0
8. Fenster	A 133,1	0,79	1,0	= 105,6
9. Wbrücken außen (Länge/m)	A		1,0	= 1,0
10. Wbrücken Boden (Länge/m)	B		0,6	= 0,6
SUMME Hüllflächen	<b>897,3</b> m <sup>2</sup>			

spezifischer Transmissionswärmeverlust  $H_T$   
Jahres-Transmissionswärmeverluste  $Q_T$

\*  =  W/K  
 $f_{\alpha}$  [kK/a]

Luftvolumenfaktor: EFH/ZFH bis zwei Vollgeschosse 0.76 sonst 0.8

Faktor  \* unbautes Vol.  m<sup>3</sup> =  m<sup>3</sup>  
t/h

Luftwechsel: Achtung: kein Ansatz für WRG! Mit Drucktestergebnis  $\geq 2.0 \text{ h}^{-1}$  Ansatz 0.6; sonst  $0.7 \text{ h}^{-1}$

Luftvolumen  $V_L$  m<sup>3</sup>  
 t/h

spezifischer Lüftungswärmeverlust  $H_L$   
Jahres-Lüftungswärmeverluste  $Q_V$

$V_L$  m<sup>3</sup>  \* t/h  \*  $C_{Luft}$  W/(m<sup>3</sup>K)  =  W/K  
 $H_L$  W/K  
 \*  =  W/a  
 $Q_V$  W/a

Jahreswärmeverluste  $Q_L$

$Q_T$  W/a  +  $Q_V$  W/a  =  W/a  
 $Q_L$  W/a

### Wärmegewinne:

Ausrichtung der Fensterfläche	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fensterfläche $A_w$ m <sup>2</sup>	Globalstr. Heizzeit W/(m <sup>2</sup> a)	W/a
1. Ost	0,567	0,52	2,3	155 = 103
2. Süd	0,567	0,52	102,5	270 = 8160
3. West	0,567	0,52	3,4	155 = 154
4. Nord	0,567	0,52	25,0	100 = 736
5. Horizontal	0,567	0,00	0,0	225 = 0

Wärmeangebot Solarstrahlung  $Q_{S,HP}$

Summe  W/a

Interne Wärmequellen  $Q_{i,HP}$

spezif. interne Quellen  $W/(m^2a)$   \*  $A_{H_1}$  m<sup>2</sup>  =  W/a

Wärmegewinne  $Q_{g,HP}$

$Q_S + Q_{i,HP}$  =  W/a

Jahresheizwärmebedarf  $Q_h$

$Q_L - 0.95 Q_{g,HP}$  =  W/a  **$Q''_h$  kWh/(m<sup>2</sup>a)**

Anforderung an den spezifischen Transmissionswärmeverlust

$H_T$  Anforderung  W/(m<sup>2</sup>a)   $H'_T$   W/(m<sup>2</sup>a)

### 16.5.6.1 En EV Anlagenbewertung

#### Auswahl der Anlagenkonfiguration

Bitte wählen Sie eine Anlagenkonfiguration. Die Auswahl ist zur Primärenergiekennwertberechnung nach EnEV notwendig.

- Wärmepumpen-Kompaktaggregat (Zuluftheizung, Trinkwarmwasser und Heizwärme liefert eine Wärmepumpe)
- Niedertemperaturkessel (Zuluftheizung, indirekte Trinkwarmwassererzeugung über den Kessel)
- Fernwärmeversorgung (Zuluftheizung, indirekte Trinkwarmwassererzeugung über Fernwärme)
- Direkt-elektrische Wärmeversorgung (Zuluftheizung, dezentrale Trinkwarmwasserbereitung mit Durchlauferhitzern)

Sind zusätzlich zur Zuluftheizung noch Radiatoren zur Wärmeübergabe vorgesehen?

- Ja
- Nein

#### Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10

für ein Gebäude mit normalen Innertemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes oder des Gebäudeteils:

Ort:  
Genauigkeit

Straße und Hausnummer:  
Flurdeckungsnummer

#### I. Eingaben

$n_k = 0,4$  1/h

A/V-Verhältnis = 0,5 1/m

$A_{Tl} = 495,4$  m<sup>2</sup>

$t_{sp} = 185$  Tage

#### TRINKWARMWASSER-ERWÄRMUNG

#### HEIZUNG

#### LÜFTUNG

absoluter Bedarf  $Q_{tr} = 6.192$  kWh/a

$Q_h = 7.957$  kWh/a

spezifischer Bedarf  $q_{tr} = 12,5$  kWh/(m<sup>2</sup>a)

$q_h = 16,1$  kWh/(m<sup>2</sup>a)

#### II. Systembeschreibung

Übergabe										
Verteilung	mit Zirkulation, Verteilung im beheizten Bereich indirekt beheizter Speicher, Aufteilung im beheizten Bereich							Lüftungsanlage mit Nachheizung, Luftzirkulation im Innenwandbereich, ohne Einzelraumregelung, mit zentraler Vorregelung Verteilung im beheizten Bereich, Heizregister Auslegung 45°C, mögliche WUT, isolierte WP		
Speicherung	indirekt beheizter Speicher, Aufteilung im beheizten Bereich									
Erzeugung	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3	Erzeuger WUT	Erzeuger LLWP	Erzeuger Heizregister	
Deckungsanteil	1			1						
Erzeuger	Niedertemperatur-Kessel			Niedertemperatur-Kessel, im unbeheizten Bereich			WRO durch Wärmeüberträger, Wärmebereich stellungsgang 80%, DC-Ventilatoren		Luftnachheizung mit Niedertemperaturkessel	

#### III. Ergebnisse

Deckung von $q_h$	Heizdemöglichtheit Verteilung & Speicherung $q_{h,ve} = 4,5$ kWh/(m <sup>2</sup> a)	Beitrag des Heizungsstrangs an $q_h$ $q_{h,ht} = 0,0$ kWh/(m <sup>2</sup> a)	Lüftungbeitrag an $q_h$ $q_{h,l} = 11,6$ kWh/(m <sup>2</sup> a)
Σ WÄRME	Endenergie Trinkwassererwärmung $Q_{tr,z} = 13.041$ kWh/a	Endenergie Heizungsbeitrag $Q_{h,z} = 0$ kWh/a	Endenergie Lüftungsbeitrag $Q_{l,z} = 356$ kWh/a
Σ HILFS-ENERGIE	$352$ kWh/a	$624$ kWh/a	$1.040$ kWh/a
Σ PRIMÄR-ENERGIE	$Q_{tr,p} = 15.400$ kWh/a	$Q_{h,p} = 1.873$ kWh/a	$Q_{l,p} = 3.513$ kWh/a

ENDENERGIE	$Q_e = 13.397$ kWh/a	Σ WÄRME
	$2.016$ kWh/a	Σ HILFSENERGIE
PRIMÄRENERGIE	$Q_p = 20.786$ kWh/a	Σ PRIMÄRENERGIE
ANLAGEN-AUFWANDSZAHL	$e_p = 1,47$ [ ]	

#### Endenergie nach Energieträgern

13.397	kWh/a	Σ Isotrope Energieträger
0	kWh/a	Σ Strombedarf Wärmepumpe/elektr
2.016	kWh/a	Σ Strombedarf Hilfsenergie

Anforderung an den Jahres-Primärenergiebedarf

$Q_p^*$  Anforderung  
98,9 kWh/(m<sup>2</sup>a)

erfüllt?  
**ja**  
(achem)

$Q_p^{**}$   
**42,0**  
kWh/(m<sup>2</sup>a)

### 16.5.7 EB Ausweis

#### Energiebedarfsausweis nach § 13 Energiesparverordnung für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen bei Nachweis nach Anlage 1 Ziffer 1 und 3 Energiesparverordnung

Bezeichnung des Gebäudes oder des Gebäudeteils:  
Ort: Straße und Hausnummer:

I. Jahres-Primärenergiebedarf und spezifischer Transmissionsverlust

AV	Maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf	Maximal zulässiger spezifischer Transmissionsverlust
Wärmeübertragende Umfassungsfläche: $A = 897 \text{ m}^2$ Berechnetes Bauwerksvolumen: $V = 1548 \text{ m}^3$ $AV = 0,58 \text{ m}^1$	$G_{p,max} = 31,7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ oder $G_{p,max} = 99 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$H_T = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Gebäudenutzfläche nach Energiesparverordnung	Vorhandener Jahres-Primärenergiebedarf	Vorhandener spezifischer Transmissionsverlust
$A_{n,0} = 495 \text{ m}^2$	$G_p = 13,4 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ oder $G_p = 42 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$H_T = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Dem flächenbezogenen Wert  $G_p$  des Jahres-Primärenergiebedarfs liegt eine aus dem Gebäudevolumen abgeleitete Fläche (Gebäudenutzfläche  $A_n$ ) zugrunde.  
 Folgende Angabe ist freigestellt:  
 Umgerechnet auf die:  
 Wohnfläche nach § 44 Abs. 1 i. d. B. V. - nur bei Wohnnutzung -  
 $A^* = 400 \text{ m}^2$   
 ergibt sich ein Jahres-Primärenergiebedarf von  
 $G_p^* = Q_p(A^*) = 52 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$   
 Hauptnutzfläche nach DIN 277 - bei anderen Nutzungen  
 $A^* =$

Hinweis zu den Grundlagen dieses Wärmebedarfsausweises:  
 Die vorliegenden Werte des Jahres-Primärenergiebedarfs geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden. Diese Werte werden unter einheitlichen Randbedingungen ermittelt, die durch die Energiesparverordnung vorgegeben sind (z. B. meteorologische Daten, bestimmte Annahmen über nutzbare interne Wärmequellen und den Luftwechsel, technische Anlage für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung). Folglich, wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzungseigenschaften kann der tatsächliche Primärenergieverbrauch aus dem Jahres-Primärenergiebedarf nur bedingt abgeleitet werden.

II. Weitere energiebezogene Merkmale

Jahres-Endenergiebedarf (insgesamt)  
 $Q_{E,0} = 13397 \text{ kWh/a}$

Wärmepumpenstrom  
 $Q_{E,WP} = 0 \text{ kWh/a}$   
 Gas/Heizöl  
 $Q_{E,Gas/Heizöl} = 13397 \text{ kWh/a}$   
 Strom, dezentrale  
 $Q_{E,Strom} = 2916 \text{ kWh/a}$   
 Anlagenaufwandzahl  
 $1,47$

Die z. g. Kennwerte wurden gemäß DIN EN 832 (1995-12) bzw. DIN V 4108-6 (2000-11) und DIN V 4701-10 (2001-02) ermittelt.

Lüfzr	Teilfläche	Bezeichnung / Orientierung der Teilflächen	Fläche $A_T$ (m <sup>2</sup> )	Wärme- durch- gangskoeffizient $U_T$ (W/m <sup>2</sup> K)	Gesamt- energie- durchdringungsfaktor $g_T$ (%)	Temperaturkorrekturfaktor $F_{TD}$
	Außenwände		144	0,08		1,0
	Dachflächen		67	0,08		1,0
	oberste Dachgeschosswandflächen (Dachraum nicht ausgebaut)					0,8
	Außenwand (Tropfenwand)					0,8
	Untere Gebäudemassivwand		130	0,08		0,8
	Decken und -Wände zu unbeheizten Keller oder gegen Bräunch					0,8
	Wände und Decken zu unbeheizten Räumen					0,8
	Fenster, Fenstertüren und Außentüren	Ost				1,0
		Süd	102	0,79	0,52	1,0
		West				1,0
		Nord	25	0,79	0,52	1,0

Bei der Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs wurden berücksichtigt:

- Ein Drucktest wurde durchgeführt. Der Grenzwert von  $3 \text{ h}^{-1}$  ohne raumlüftungstechnischen Anlagen und  $1,5 \text{ h}^{-1}$  mit raumlüftungstechnischen Anlagen wurde eingehalten.
- mechanisch betriebene Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (mit oder ohne Wärmepumpe), Wärmerückgewinnungsgrad der Anlage  $\eta_{WR} = 75\%$ .
- erhöhte Werte für die nutzbare interne Wärme wegen ausschließlicher Nutzung als Büro- oder Verwaltungsgebäude.
- mechanisch betriebene Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung.

### 16.5.8 Reduktionsfaktoren gegen Erdreich

## Passivhaus-Projektierung WÄRMEVERLUSTE GEGEN ERDREICH

<b>Eigenschaften des Erdreichs</b>			<b>Klimadaten</b>					
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$	<input type="text" value=""/>	W/(mK)	mittl. Innentemperatur	$T_i$	<input type="text" value="20,0"/>	°C	
Wärmekapazität	$\rho C$	<input type="text" value=""/>	MJ/(m³K)	mittl. Erdoberflächentemp.	$T_{e,m}$	<input type="text" value="10,0"/>	°C	
periodische Eindringtiefe	$\delta$	<input type="text" value=""/>	m	Amplitude von $T_{e,m}$	$T_{e,\wedge}$	<input type="text" value="8,6"/>	°C	
				Länge der Heizperiode	$n$	<input type="text" value="7,4"/>	Monate	
				Heizgradstunden außen	$G_i$	<input type="text" value="84,0"/>	kkh	
<b>Gebäudedaten</b>			<b>Gebäudedaten</b>					
Fläche Bodenplatte	$A$	<input type="text" value="211,7"/>	m²	mittlere Dicke Außenwände	$w$	<input type="text" value="0,5"/>	m	
Umfang Bodenplatte	$P$	<input type="text" value="56,6"/>	m	U-Wert Bodenplatte	$U_t$	<input type="text" value="0,120"/>	W/(m²K)	
charakt. Maß der Bodenplatte	$B'$	<input type="text" value="7,48"/>	m	wirksame Dicke des Bodens	$d_t$	<input type="text" value="0,5"/>	m	
<b>Art der Bodenplatte (nur ein Feld ankreuzen)</b>								
<input type="checkbox"/>	Beheizter Keller oder Bodenplatte im Erdreich			<input type="checkbox"/>	Unbeheizter Keller			
<input type="checkbox"/>	Bodenplatte auf Erdreich			<input checked="" type="checkbox"/>	Aufgeständerte Bodenplatte			
<b>Bei Unterkellerung oder Bodenplatte im Erdreich</b>				<b>Zusätzlich bei unbeheiztem Keller</b>				
Tiefe Keller	$Z$	<input type="text" value=""/>	m	Höhe Kellerwand oberirdisch	$h$	<input type="text" value=""/>	m	
U-Wert Kellerwand	$U_{kw}$	<input type="text" value=""/>	W/(m²K)	Luftwechsel im unbeh. Keller	$n$	<input type="text" value=""/>	h⁻¹	
				Kellervolumen	$V$	<input type="text" value=""/>	m³	
<b>Bei Randdämmung für Bodenplatte auf Erdreich</b>				<b>Bei aufgeständerter Bodenplatte</b>				
Breite/Tiefe Randdämmung	$D$	<input type="text" value=""/>	m	U-Wert Hohlraumboden	$U_{Hohl}$	<input type="text" value="0,120"/>	W/(m²K)	
Dicke Randdämmung	$d_n$	<input type="text" value=""/>	m	Höhe Hohlraumwand	$h$	<input type="text" value="0,73"/>	m	
Wärmeleitfähigkeit Randdämmung	$\lambda_n$	<input type="text" value=""/>	W/(mK)	U-Wert Hohlraumwand	$U_{hw}$	<input type="text" value="1,000"/>	W/(m²K)	
Lage Randdämmung	waagrecht	<input type="checkbox"/>		Fläche Lüftungsöffnungen	$sP$	<input type="text" value="2,00"/>	m²	
(nur ein Feld ankreuzen)	senkrecht	<input type="checkbox"/>		Windgeschw. in 10 m Höhe	$v$	<input type="text" value="4,0"/>	m/s	
				Windabschirmungsfaktor	$f_w$	<input type="text" value="0,10"/>	-	
<b>Zusätzlicher Wärmebrückenverlustkoeffizient am Rand (Berechnung mit Wärmestromprogramm)</b>						$\Psi$	<input type="text" value="0,001"/>	W/(mK)
<b>Beheizter Keller oder Bodenplatte im Erdreich</b>								
U-Wert Boden	$U_{bf}$	<input type="text" value=""/>	W/(m²K)	Phasenverschiebung	$\beta$	<input type="text" value=""/>	Monate	
wirksame Dicke Kellerwand	$d_w$	<input type="text" value=""/>	m	äußerer harmonischer Leitwert	$L_{pe}$	<input type="text" value=""/>	W/K	
U-Wert Wand	$U_{bw}$	<input type="text" value=""/>	W/(m²K)					
stationärer Leitwert	$L_s$	<input type="text" value=""/>	W/K					
<b>Bodenplatte auf Erdreich</b>								
Wärmedurchgangskoeffizient	$U_0$	<input type="text" value=""/>	W/(m²K)	Phasenverschiebung	$\beta$	<input type="text" value=""/>	Monate	
wirks. Dicke Randdämmung	$d'$	<input type="text" value=""/>	m	äußerer harmonischer Leitwert	$L_{pe}$	<input type="text" value=""/>	W/K	
Korrekturwert	$\Delta\Psi$	<input type="text" value=""/>	W/(mK)					
stationärer Leitwert	$L_s$	<input type="text" value=""/>	W/K					
<b>Unbeheizter Keller</b>								
stationärer Leitwert	$L_s$	<input type="text" value=""/>	W/K	Phasenverschiebung	$\beta$	<input type="text" value=""/>	Monate	
				äußerer harmonischer Leitwert	$L_{pe}$	<input type="text" value=""/>	W/K	



### 16.5.10 Verschattung

**Passivhaus-Projektierung**  
**BERECHNUNG VON VERSCHATTUNGSFAKTOREN**

Klima:

Orientierung	Verglasungsfläche m²	Reduktionsfaktor $f_v$
Ost	1,50	100%
Süd	86,40	100%
West	2,37	100%
Nord	19,02	100%
Horizontal	0,00	100%

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrichtung	Orientierung	Höhe der Verglasung		Höhe des Verschattungsobjekts	Horizontalentfernung		Längeneinheitsmaß	Abstand des Verglasungsrands zur Lüftung		Tiefe des Überstands	Abstand des oberen Verglasungsrands zum Überstand	zusätzlicher Reduktionsfaktor Verschattung	Reduktionsfaktor Verschattung Horizontal	Reduktionsfaktor Verschattung Lüftung	Reduktionsfaktor Verschattung Überstand	Reduktionsfaktor Verschattung Gesamt
				$h_1$	$h_2$		$R_{hor}$	$R_{vert}$		$G_{opt}$	$A_{opt}$				$G_{opt}$	$A_{opt}$	$f_v$	$f_l$
2		0	Nord	0,93	1,15										100%	100%	100%	100%
11		0	Nord	0,93	1,15										100%	100%	100%	100%
1		0	Nord	2,34	0,88										100%	100%	100%	100%
3		270	West	1,14	0,59										100%	100%	100%	100%
2		90	Ost	1,14	0,59										100%	100%	100%	100%
1		0	Nord	0,64	1,16										100%	100%	100%	100%
1	ng	180	Süd	1,92	1,91										100%	100%	100%	100%
6	ng	180	Süd	1,92	1,16										100%	100%	100%	100%
5	ng	180	Süd	1,92	1,88										100%	100%	100%	100%
1	ng	180	Süd	1,92	1,21										100%	100%	100%	100%
1	ng	180	Süd	2,34	1,11										100%	100%	100%	100%
6	ng	180	Süd	2,34	1,16										100%	100%	100%	100%
5	ng	180	Süd	2,34	1,88										100%	100%	100%	100%
1	ng	180	Süd	2,34	1,11										100%	100%	100%	100%

16.5.11 Sommerklima

**Passivhaus-Projektierung  
SOMMERFALL**

Klima:	Standard Deutschland	
Objekt:	S-Haus	
Standort:	Boheimkirchen	
spez. Kapazität	204	Wh/K pro m² WFL
Übertemperaturgrenze:	25	°C
Innentemperatur:	20	°C
Gebäudetyp/Nutzung:	Büro- / Ausstellungsgeb.	
Energiebezugsfläche A <sub>Agg</sub> :	400	m²
Standard-Personenbelegung:	8	Pers

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m²	U-Wert W/(m²K)	Reduktionsfaktor f <sub>T,Sommer</sub>	M <sub>Sommer</sub> Wärmeleitwert
1. Nord	A	144,4	0,08	0,92	10,8
2. Süd	A	66,8	0,08	0,92	4,9
3. Ost+West	A	129,6	0,08	0,82	8,5
4. Dach	D	211,7	0,09	0,62	10,5
5. Grund	B	211,7	0,09	1,00	16,9
6.		0,0	0,00	1,00	0,0
7.				1,00	
8. Fenster	A	132,1	0,79	1,00	105,6
9. Wbrücken außen (Längelm)	A			0,92	
10. Wbrücken Boden (Längelm)	B			1,00	

**Transmissionsleitwert außen H<sub>T,e</sub>** 141,2 WK  
**Transmissionsleitwert Erdreich H<sub>T,g</sub>** 16,9 WK

Wärmebereitstellungsgrad des Plattenwärmeübertragers  $\eta_{WRG}$   \* wirksames Luftvolumen V<sub>L</sub>  m³ \* lichte Raumhöhe  m =  m³

ankreuzen:  freie Lüftung (Fenster+Fugen): Sommerlüftung Luftwechsel: 1/h   
 nur mechan. Abluft  1/h  
 Zu- und Abluft wie Winterbetrieb mit WRG  
 Zu-/Abl. ohne WRG   $\eta_{EW7}$  Erdreichwärmehaushalt  $\eta_{WRG}$    $\eta_{L,Red}$   1/h

energetisch wirksamer Luftwechsel  $n_e$   +  \* (1 - ) +

**Lüftungsleitwert außen H<sub>V,e</sub>** 198,0 WK  
**Lüftungsleitwert Erdreich H<sub>V,g</sub>** 0,0 WK

$Q_T$  WK  $Q_L$  WK  $W_{Wd}$

Ausrichtung der Fläche	Winkel-faktor Sommer	Versch-faktor Sommer	Rück-reflektion	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m²	Vergissungsanteil	Apertur m²
1. Ost	0,84	1,00	0,95	0,520	2,3	70%	0,7
2. Süd	0,84	1,00	0,95	0,520	102,5	84%	36,0
3. West	0,84	1,00	0,95	0,520	3,4	70%	1,0
4. Nord	0,84	1,00	0,95	0,520	25,0	76%	7,3
5. Horizontal	0,84	1,00	0,95	0,000	0,0	0%	0,0

**Wärmeangebot Solarstrahlung Q<sub>S</sub>** Summe   m²/m²

**Innere Wärmequellen Q<sub>I</sub>** spezif. Leistung q<sub>I</sub>  W/m² \* AEB  m² =  W  W/m²

**Übertemperaturhäufigkeit h<sub>3,2,25max</sub>** 67,9% **bei der Übertemperaturgrenze  $\theta_{max} = 25$  °C**  
Wenn die "Häufigkeit über 25°C" 10% überschreitet, sind zusätzliche Maßnahmen zum Schutz vor Sommerhitze erforderlich.

### 16.5.12 Verschattungsfaktoren Sommer

#### Passivhaus-Projektierung

#### BERECHNUNG VON VERSCHATTUNGSFAKTOREN FÜR DEN SOMMERFALL

Name:   
 Hersteller:

Sommer!

Orientierung	Vergleichsfläche m <sup>2</sup>	Verschattungsfaktor SOMMER
Ost	1,58	1,00
Süd	86,48	1,00
West	2,37	1,00
Nord	19,22	1,00
Horizontal	0,00	1,00

Ergebnis aus dem Sommerblatt:  
 Übertemperaturhäufigkeit  $h_{t > 3_{\text{max}}}$  **87,9%**

Eingabefelder

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrichtung	Orientierung	Höhe der Verglasung		Stärke der Verglasung		Verglasungsfläche	Höhe des Verschattungselements		Horizontalablenkung		Lagehöhe	Abstand des Verglasungsrandes zur Lüftung	Tiefe des Überstands	Abstand des Fensters zum Überstand	räumlicher Reduktionsfaktor Verschattung	Sommer			
				Sommer					Sommer												
				h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>		h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>						h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>
2	0	Nord	0,97	1,28	2,0	2,0												100%	100%	100%	100%
10	0	Nord	0,89	1,28	2,0	2,0												100%	100%	100%	100%
1	0	Nord	2,38	0,98	2,0	2,0												100%	100%	100%	100%
3	270	West	2,28	0,98	2,0	2,0												100%	100%	100%	100%
2	0	Nord	2,28	0,98	2,0	2,0												100%	100%	100%	100%
1	0	Nord	0,88	1,28	0,9	0,9												100%	100%	100%	100%
1	0	Nord	1,92	1,28	1,25	1,25												100%	100%	100%	100%
0	0	Nord	1,92	1,28	1,25	1,25												100%	100%	100%	100%
0	0	Nord	1,92	1,28	1,25	1,25												100%	100%	100%	100%
1	0	Nord	1,92	1,28	1,25	1,25												100%	100%	100%	100%
1	0	Nord	2,28	1,28	1,25	1,25												100%	100%	100%	100%
0	0	Nord	2,28	1,28	1,25	1,25												100%	100%	100%	100%
0	0	Nord	2,28	1,28	1,25	1,25												100%	100%	100%	100%
1	0	Nord	1,28	1,28	1,25	1,25												100%	100%	100%	100%

### 16.5.13 Lüftung

## Passivhaus-Projektierung LÜFTUNGSDATEN

Objekt:   
 Variante:

Energiebezugsfläche  $A_{EB}$  m<sup>2</sup>  (Blatt Objekt)  
 Raumhöhe h m  (Blatt Heizwärme)  
 Raumluftvolumen Lüftung ( $A_{EB} \cdot h$ ) =  $V_{RLT}$  m<sup>3</sup>  (Blatt Heizwärme)

#### Auslegung Lüftungsanlage Standard-Betriebsart

Personenbelegung	m <sup>2</sup> /P	<input type="text" value="50"/>			
Anzahl Personen	P	<input type="text" value="8"/>			
Frischlufth pro Person	m <sup>3</sup> /(P*h)	<input type="text" value="30"/>			
Frischlufthbedarf	m <sup>3</sup> /h	<input type="text" value="240"/>			
Ablufträume			Küche	Bad	Dusche
Anzahl			<input type="text" value="1"/>		<input type="text" value="3"/>
Ablufthbedarf pro Raum	m <sup>3</sup> /h		<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="20"/>
Ablufthbedarf gesamt	m <sup>3</sup> /h	<input type="text" value="120"/>			
Auslegungsvolumenstrom (Maximum)	m <sup>3</sup> /h	<input type="text" value="240"/>			
mittlerer Luftaustausch (Maximum*Faktor)	m <sup>3</sup> /h	<input type="text" value="300"/>			

Faktoren bzgl. Maximum	Grundlüftung	Standard	Maximum
		<input type="text" value="0,54"/>	<input type="text" value="0,77"/>

mittlerer Luftwechsel (1/h)

#### Infiltrationsluftwechsel nach DIN EN 832

Windschutz Koeffizienten e und f gemäß EN 832		
Koeffizient e für Abschirmungsklasse	mehrere Einwirkungsseiten	eine Einwirkungsseite
keine Abschirmung	0,10	0,03
mäßige Abschirmung	0,07	0,02
starke Abschirmung	0,04	0,01
Koeffizient f	15	20

Windschutzkoeffizient e		<input type="text" value="0,07"/>	<input type="text" value="0,18"/>	
Windschutzkoeffizient f		<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>	
Luftwechsel bei Drucktest	$n_{50}$	<input type="text" value="1/h"/>	<input type="text" value="0,00"/>	Netto Luftvolumen für Drucktest $V_{ndp}$ m <sup>3</sup>

#### Art der Lüftungsanlage

<input checked="" type="checkbox"/>	Balancierte Passivhauslüftung	bitte ankreuzen	<input type="text" value="1/h"/>	<input type="text" value="1/h"/>
<input type="checkbox"/>	Reine Abluft			
	Abluftüberschuß		<input type="text" value="1/h"/>	<input type="text" value="1/h"/>
	Infiltrationsluftwechsel	$n_{L,Rest}$	<input type="text" value="1/h"/>	<input type="text" value="1/h"/>

#### Effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

<input checked="" type="checkbox"/>	Gerät innerhalb der thermischen Hülle			
<input type="checkbox"/>	Gerät außerhalb der thermischen Hülle			
Wärmebereitstellungsgrad Gerät	$\eta_{WR,WRG}$	<input type="text" value="75%"/>		
Leitwert Außenluftkanal	$\Psi$	<input type="text" value="0,189"/>	W/(mK)	Berechnung siehe Nebenrechnung
Länge des Außenluftkanals	m	<input type="text"/>		
Leitwert Fortluftkanal	$\Psi$	<input type="text" value="0,231"/>	W/(mK)	Berechnung siehe Nebenrechnung
Länge des Fortluftkanals	m	<input type="text"/>		
Temperatur des Aufstellraumes (nur eintragen falls Gerät außerhalb der thermischen Hülle)	°C	<input type="text"/>		Innenraumtemperatur (°C)
				mittl. Außentemp. (°C)

Effektiver Wärmebereitstellungsgrad  $\eta_{WR,eff}$

### 16.5.14 Wärmeverteilung und Warmwassersystem

## Passivhaus-Projektierung Bilanz Wärmeverteilung und Warmwassersystem

Objekt: **S-Haus**  
Standort: **Bohe im Kirchchen**

Innentemperatur:	20,0	°C
Gebäudetyp/Nutzung:	Büro- / Ausstellungsgebäude	
Energiebezugsfläche $A_{EG}$ :	400	m <sup>2</sup>
Standard-Personenbelegung:	8,0	Pers
Zahl Wohneinheiten:	1	
Jahresheizwärmebedarf $q_{HB}$ :	1979	kWh/a
Länge Heizzeit:	225	d
mittlere Heizlast $P_{HMi}$ :	0,4	kW
Grenznutzen zusätzlicher Wärmegewinne:	30%	

#### wärmeverteilung

- Länge Verteilungen
- Wärmeverlustkoeffizient je m Leitung
- Temperatur im Raum, durch den die Leitung geht
- Auslegungs-Vorlauftemperatur
- Auslegungs-Heizlast des Systems
- Vorlauftemperatur-Regelung J/N
- Auslegungs-Rücklauftemperatur
- jährliche Wärmeabgabe pro m Leitung
- evtl. Ausnutzungsgrad dieser Wärmeabgabe
- jährliche Verluste
- spezif. Verluste

	Teile			Gesamt	
	wärmer Bereich	kalter Bereich			
	1	2	3		
$L_{H1}$ (Projekt)					m
$\Psi$ (Projekt)					W/(mK)
$\beta_x$ Verteilraum	20,0				°C
$\beta_v$ Vorlauf, Auslegung	55,0				°C
$P_{HMi}$ (vorhand. oder berechn.)	3579,1				kW
	1				
$J_R$	45,0				°C
$q_{HL}^*$					Summe 12.1 kWh/(m·a)
$\eta_{0,HL}$	30%				-
$Q_{HL}$	0	0	0	0	kWh/a
$q_{HL}$					kWh/(m <sup>2</sup> a)

#### Nutzungsgrad Heizwärmeverteilung

$\eta_{H,HL}$  **100%**

#### mwasser: Standard-Nutzwärme

- Warmwasserverbrauch je Person und Tag (60°C)
- mittlere Kaltwasser-Temperatur des Zulaufs

$V_{WW}$ (Projekt oder Mittelwert 25 Liter/P/d)	12,0	Liter/Pers/d
$\beta_{TW}$ Trinkwassertemperatur (10°)	10,0	°C

#### Nutzwärme Warmwasser

#### spezif. Nutzwärme Warmwasser

$Q_{TWW}$	2032	kWh/a
$q_{TWW}$		kWh/(m <sup>2</sup> a)

#### mwasserverteilung und speicherung

- Länge Zirkulationsleitungen (Vor- + Rücklauf)
- Wärmeverlustkoeffizient je m Leitung
- Temperatur im Raum, durch den die Leitung geht
- Auslegungs-Vorlauftemperatur
- Betriebszeit der Zirkulation am Tag
- Auslegungs-Rücklauftemperatur
- Betriebszeit der Zirkulation im Jahr
- jährliche Wärmeabgabe pro m Leitung
- evtl. Ausnutzungsgrad dieser Wärmeabgabe
- Jahres-Wärmeverlust Zirkulationsleitungen

	Teile		Gesamt	
	wärmer Bereich	kalter Bereich		
$L_Z$ (Projekt)				m
$\Psi$ (Projekt)				W/mK
$\beta_x$ Verteilraum	20,0			°C
$\beta_v$ Vorlauf, Auslegung				°C
$t_{Zpk}$ (Projekt)				h/d
$J_R$				°C
$t_{Zpk}$				h/a
$q_{Z}^*$				kWh/m·a
$\eta_{0,WW}$				-
$Q_Z$			0	kWh/a

#### Länge Einzelleitungen (pro Einzelleitung)

- Rohrdurchmesser außen
- Wärmeabgabe je Zapfung
- Belegungskoeffizient
- jährliche Wärmeabgabe
- evtl. Ausnutzungsgrad dieser Wärmeabgabe
- Jahres-Wärmeverlust Einzelleitungen

	Teile		Gesamt	
	wärmer Bereich	kalter Bereich		
$L_U$ (Projekt)				m
$d_{U,au\ddot{a}}$ (Projekt)				m
$q_{BZapf}$				kWh/Zapfung
$\eta_{Zapf}$				Zapfungen/a
$q_U$				kWh/a
$\eta_{0,U}$				-
$Q_U$			0	kWh/a

#### mittl. Wärmeabgabe Speicher

- evtl. Ausnutzungsgrad dieser Wärmeabgabe
- Jahres-Wärmeverlust Speicher

$P_S$				W
$\eta_{0,S}$				-
$Q_S$			0	kWh/a

#### Gesamte Verluste des Warmwassersystems

- spezif. Verluste des Warmwassersystems

$Q_{WV}$	0	kWh/a
$q_{WV}$		kWh/(m <sup>2</sup> a)

#### Nutzungsgrad WW-Verteil. u. Speich.

#### ges. Wärmenachfrage des WW-Systems

$\eta_{W,HL}$	100,0%	
$Q_{TWW}$	2032	kWh/a

#### ges. spezif. Wärmenachfrage des WW-System

$q_{TWW}$		kWh/(m <sup>2</sup> a)
-----------	--	------------------------

### 16.5.15 Solare Warmwasserbereitung

# SOLARE WARMWASSERBEREITUNG

Objekt:	S-Haus	Gebäudetyp/Nutzung:	Büro- / Ausstellungsgel
Standort:	Böheimkirchen	Energiebezugsfläche $A_{Eg}$ :	400,0 m <sup>2</sup>
		Standard-Personenbelegung:	8 Pers

WW-Wärmebedarf kWh/a

$q_{gww}$  2032 (Blatt WW+Verteil)

Bauart Sonnenkollektor

(Projekt)	Flachkollektor	Vakuumkollektor
genau ein Feld ankreuzen		<b>X</b>

Kollektorfläche

(Projekt  $A_{Koll}$ ) **18,0** m<sup>2</sup>

effektive Personenzahl

$n_{Pers}$  **3,84** Personen

spezifische Kollektorfläche

$A_{Koll} / n_{Pers}$  **4,7** m<sup>2</sup>/Pers

Neigung gegen Horizontale

**90** °

**geschätzter solarer Deckungsbeitrag an WW**

**97%**

**Solarer Wärmebeitrag zur Nutzwärme**

**1980** kWh/a

**5** kWh/(m<sup>2</sup>a)

### 16.5.16 Stromverbrauch

#### Passivhaus-Projektierung STROMBEDARF

Anwendung	Haupteinheit			Nutzungsfaktor	Häufigkeit	Bezugsgröße	Nutzenergie (kWh/a)	Anteil elektrisch	Anteil nichtelektrisch	Stromverbrauch (kWh/a)	Primärenergiefaktor Strom			Primärenergieverbrauch (kWh/a)	
	vorhanden? (1/0)	In der thermischen Hülle? (1/0)	Normverbrauch								Erträge	Deckungsgrad	nichtelektrischer Verbrauch		
<b>Geschirrspülen</b>	1	1	1,10 kWh/a	1,00	65 (P/a)	8,0 P	572	50%	50%	286	0,30	###	0,97	10	849
<b>Waschen</b>	0	1	0,95 kWh/a	1,00	57 (P/a)	8,0 P	0	55%	45%	0	0,05	###	0,97	0	28
<b>Trocknen mit Wäschere</b>	1	1	0,70 kWh/a	1,00	57 (P/a)	8,0 P	0	0%	0%	0	0,00	###	0,97	0	0
<b>Kühlen</b>	1	1	3,13 kWh/a	0,70	57 (P/a)	8,0 P	999	100%	100%	102	0,00	###	0,96	139	412
<b>Gefrieren</b>	0	0	0,55 kWh/a	1,00	365 (P/a)	1 HH	0	100%	100%	0				0	304
<b>Kochen mit</b>	0	1	0,70 kWh/a	1,00	365 (P/a)	1 HH	0	100%	100%	0				0	0
<b>Beleuchtung</b>	1	1	60 kWh	1,00	500 (P/a)	8,0 P	1000	100%	100%	1000				0	2970
<b>Elektronik</b>	1	1	150 kWh	1,00	2,90 (P/a)	8,0 P	1392	100%	100%	1392				0	4134
<b>Kleingeräte etc</b>	1	1	50 kWh	1,00	0,55 (P/a)	8,0 P	660	100%	100%	660				0	1960
<b>Summe Hilfsstrom</b>	1	1	50 kWh	1,00	1,00 (P/a)	8,0 P	400	100%	100%	400				0	1188
<b>Summe</b>							<b>5919 kWh</b>			<b>4634 kWh</b>			<b>148 kWh</b>		<b>14202 kWh</b>
<b>Kennwert</b>										<b>11,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>			<b>0,4 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>		<b>35,5 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
<b>Empfehlung Maximalwert</b>										<b>18</b>					<b>55</b>

### 16.5.17 Hilfsstromverbrauch

#### Passivhaus-Projektierung

#### HILFSSTROM

1	Wohnfläche	400	m <sup>2</sup>				Laufzeit LA im Winter	5,40	kh/a	Primärenergiefaktor:							
2	Heizzeit	225	d				Laufzeit LA im Sommer	3,36	kh/a	Strom	2,97	kWh/kWh					
3	Luftvolumen	1000	m <sup>3</sup>				Luftwechselrate	0,30	h <sup>-1</sup>	Heizwärmebedarf	4,9	kWh/(m <sup>2</sup> a)					
4	Wohnungen	1	HH				Enteisung WT ab	-3,0	°C	Erteistungstemp. zu hoch!							
	Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
	Anwendung	vorhanden (100)	in wärmetauschender Hülle (100)	Nomverbrauch	Nutzungsfaktor	Betriebsdauer	Bezugsgröße	Stromverbrauch (kWh/a)	Verfügbarkeit als interne Wärme	genutzt in Zehtraum (kh/a)	interne Wärmequelle (W)	Primärenergieverbrauch (kWh/a)					
	Lüftung im Winter	1	1	0,40	Wh/m <sup>2</sup>	0,30	h <sup>-1</sup>	5,4	kh/a	1000	m <sup>3</sup>	= 648	0,0	/	5,40	= 0	1925
	Lüftung im Sommer	0	1	0,40	Wh/m <sup>2</sup>	0,30	h <sup>-1</sup>	3,4	kh/a	1000	m <sup>3</sup>	= 0	kein Sommerbeitrag zu inneren WQ			0	
	Enteisung WT	1	1	779	W	1,00		0,1	kh/a	1		= 85	1,0	/	5,40	= 16	253
	Umwälzpumpe	0	0	21	W	1,00		4,1	kh/a	1		= 0	1,0	/	5,40	= 0	0
	Heizl. Gebläse und Virenkärmung	0	0	150	W	1,00		0,0	kh/a	1		= 0	1,0	/	5,40	= 0	0
	Zirkulationspumpe	0	0	6	W	1,00		6,6	kh/a	1		= 0	0,6	/	8,76	= 0	0
	Hilfsstrom solar	1	1	30	kWh/a	1,00		1,0		1	HH	= 30	0,6	/	8,76	= 2	89
	Hilfsstrom sonst	1	1	30	kWh/a	1,00		1,0		1	HH	= 30	1,0	/	8,76	= 3	89
	<b>Summe</b>											<b>793</b>				<b>21</b>	<b>2356</b>
	<b>Kennwert</b>	kWh/(m <sup>2</sup> a)		durch Wohnfläche dividieren:								<b>2,0</b>				<b>5,9</b>	

### 16.5.18 Interne Wärmegewinne

#### Passivhaus-Projektierung INTERNE WÄRMEGEWINNE

Berechnung interne Wärme		Personen		P		Heizwärmebedarf		kWh/(m²a)			
interne Wärme		Wohnfläche		m²		Heizzeit		d/a			
Spalte Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anwendung		vorhanden (1/0) bzw. Anzahl Personen	in der thermischen Hülle (1/0)	Normverbrauch	Nutzungsfaktor	Häufigkeit	Nutzenergie (kWh/a)	Bei Elektrobelastung möglicherweise	Verfügbarkeit	genutzt in Zeitraum (h/a)	interne Wärmequelle (W)
Geschirrspülen	1	1	1,10 kWh/Anw	1,00	65 (l/P²a)	572 *	0,30	8,76	=	20	
Waschen	0	1	0,95 kWh/Anw	1,00	57 (l/P²a)	0 *	0,30	8,76	=	0	
Trocknen mit: Wäscheleine	1	1	0,00 kWh/Anw	1,00	57 (l/P²a)	0 *	1,00	8,76	=	0	
Energieverbr. durch Verdunstung	1	1	-3,13 kWh/Anw	0,70	57 (l/P²a)	-999 * (1- ) *	1,00	8,76	=	0	
Kühlen	1	1	0,28 kWh/d	1,00	365 d/a	102 *	1,00	8,76	=	12	
Gefrieren oder Kombination	0	1	0,55 kWh/d	0,90	365 d/a	0 *	1,00	8,76	=	0	
Kochen	1	1	0,25 kWh/Anw	1,00	500 (l/P²a)	1000 *	0,50	8,76	=	57	
Beleuchtung	1	1	60 W	1,00	2,9 khv(P²a)	1392 *	1	8,76	=	159	
Elektronik	1	1	150 W	1,00	0,55 khv(P²a)	860 *	1	8,76	=	75	
Kleingeräte/sonstiges	1	1	50 kWh	1,00	1,0 (l/P²a)	400 *	1	8,76	=	46	
Hilfsgeräte (s. Blatt Hilfsstrom)										=	21
Personen	8	1	80 WP	1,00	8,76 kh/a	5606 *	0,55	8,76	=	352	
Kaltwasser	8	1	-5 WP	1,00	8,76 kh/a				=	-40	
Verdunstung	8	1	-25 WP	1,00	8,76 kh/a	-1752 *	1,0	8,76	=	-200	
<b>Summe</b>									W	<b>502</b>	
<b>Kennwert</b>									W/m²	<b>1,25</b>	
<b>Wärmeangebot aus internen Quellen</b>						<b>##</b> d/a			<b>kWh/(m²a)</b>	<b>6,8</b>	

16.5.19 Monatsverfahren

**PASSIVHAUS-PROJEKTIERUNG**  
**ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME**  
**MONATSVERRFAHREN**

(auf dieser Seite dargestellt werden die Ganzjahressummen des Monatsverfahrens)

Klima:  Innentemperatur:  °C  
 Objekt:  Gebäudetyp/Nutzung:   
 Standort:  Energiebezugsfläche A<sub>EB</sub>:  m<sup>2</sup>  
 spez. Kapazität:  Wh/(m<sup>2</sup>K) (Eingabe in "Sommer") Standard-Personenbelegung:  Pers pro m<sup>2</sup>

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m <sup>2</sup>	U-Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Red.Fak. Mon.	G <sub>T</sub> kWh/a	WWh/a	Energiebezugsfläche
1. Nord	A	144,4	0,080	1,00	96	1110	
2. Süd	A	66,8	0,080	1,00	96	514	
3. Ost+West	A	129,6	0,080	1,00	96	996	
4. Dach	D	211,7	0,080	1,00	96	1627	
5. Grund	B	211,7	0,080	1,00	82	1394	
6.				1,00			
7.				1,00			
8. Fenster	A	133,1	0,794	1,00	96	10146	
9. Wbrücken außen (Länge/m)	A			1,00			
10. Wbrücken Boden (Länge/m)	B			1,00			

**Transmissionswärmeverluste Q<sub>T</sub>** Summe   WWh/(m<sup>2</sup>a)

Wärmebereitstellungsgrad des Plattenwärmeübertragers  $\eta_{wpo}$   wirksames Luftvolumen V<sub>L</sub>  m<sup>3</sup> lichte Raumhöhe  m =  m<sup>3</sup>  
 Wärmebereitstellungsgrad des Erdreichwärmeaustauschers  $\eta_{wrt}$    
 energetisch wirksamer Luftwechsel n<sub>L</sub>  1/h  $\Phi_{wpo}$   +  1/h =  1/h

**Lüftungswärmeverluste Q<sub>L</sub>**  m<sup>3</sup> \*  1/h \*  \*  kWh/a =  WWh/a  WWh/(m<sup>2</sup>a)

**Summe Wärmeverluste Q<sub>V</sub>** ( +  ) \*  =  WWh/a  WWh/(m<sup>2</sup>a)

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m <sup>2</sup>	Globalstr. Heizzeit WWh/(m <sup>2</sup> a)	WWh/a	WWh/(m <sup>2</sup> a)
1. Ost	0,43	0,52	2,3	581	289	
2. Süd	0,51	0,52	102,5	760	20698	
3. West	0,43	0,52	3,4	581	434	
4. Nord	0,46	0,52	25,0	357	2139	
5. Horizontal	0,40	0,00	0,0	962	0	

**Wärmeangebot Solarstrahlung Q<sub>S</sub>** Summe   WWh/(m<sup>2</sup>a)

**Innere Wärmequellen Q<sub>I</sub>**  kWh/d \*  d/a \*  W/m<sup>2</sup> \*  m<sup>2</sup> =  WWh/a  WWh/(m<sup>2</sup>a)

Freie Wärme Q<sub>F</sub> Q<sub>S</sub> + Q<sub>I</sub> =  WWh/a  WWh/(m<sup>2</sup>a)

Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten Q<sub>F</sub> / Q<sub>V</sub> =

Nutzungsgrad Wärmegewinne  $\eta_{10}$  =   
**Wärmegewinne Q<sub>G</sub>**  $\eta_{10}$  \* Q<sub>F</sub> =  WWh/a  WWh/(m<sup>2</sup>a)

**Heizwärmebedarf Q<sub>H</sub>** Q<sub>V</sub> - Q<sub>G</sub> =  WWh/a  WWh/(m<sup>2</sup>a)

**Grenzwert**  WWh/(m<sup>2</sup>a) Anforderung erfüllt?  (ja/nein)

### PASSIVHAUS-PROJEKTIERUNG ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME MONATSVERRFAHREN

Klima	Standard Deutschland
Objekt	S-Haus
Standort	Boheinkirchen

Innentemperatur	20 °C
Gebäudetyp/Nutzung	Büro- / Ausstellungsgebäude
Energiebezugsfläche Agg	400 m²
Standard-Personenbelegung	8 Pers

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr	
Heizgr Std. Außen	14,6	12,6	11,6	8,4	5,3	2,7	1,8	2,2	4,4	7,9	11,0	13,7	96	kWh
Heizgr Std. Grund	7,5	7,5	8,8	8,5	8,3	7,2	6,5	5,7	5,0	5,2	5,5	6,5	82	kWh
Verluste Außen	2629	2265	2092	1506	952	480	322	402	792	1422	1986	2488	17316	kWh
Verluste Grund	127	127	149	144	141	122	110	96	85	88	93	110	1394	kWh
Solare Gewinne Ost	7	13	21	33	41	40	41	37	27	16	8	5	289	kWh
Solare Gewinne Süd	790	1607	1797	2260	2315	2070	2179	2342	2179	1716	872	572	20698	kWh
Solare Gewinne West	10	20	32	50	62	60	62	55	40	25	12	7	434	kWh
Solare Gewinne Nord	60	90	156	222	300	330	330	264	180	108	60	42	2139	kWh
Solare Gewinne Horiz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
innere Wärmequellen	1042	941	1042	1008	1042	1008	1042	1042	1008	1042	1008	1042	12264	kWh
Solarer Ausnutzungsgrad	100%	89%	74%	46%	29%	17%	12%	13%	26%	52%	99%	100%	47%	
Heizwärmebedarf	847	14	0	0	0	0	0	0	0	0	149	911	1921	kWh
spez. Heizwärmebedarf	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,3	4,8	kWh/m²



Heizwärmebedarf. Vergleich				
EN 832 Monatsverfahren	1920,7	kWh/a	4,8	kWh/(m²a) Bezugsfläche ist die Wohnfläche
PHPP, Heizperiodenverfahren	1979,1	kWh/a	4,9	kWh/(m²a) Bezugsfläche ist die Wohnfläche
Wert WSVO	4101,2	kWh/a	8,3	kWh/(m²a) Achtung! andere Bezugsfläche: A <sub>u</sub> nach EnEV
Wert EnEV	7953,3	kWh/a	16,1	kWh/(m²a) Achtung! andere Bezugsfläche: A <sub>u</sub> nach EnEV

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ganzjahreswert	Heizperiodenverfahren
Tage	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	225
AußenTemp	0,40	1,30	4,40	8,40	12,90	16,30	17,60	17,00	13,90	9,40	4,70	1,60	9,0	4,4
BodenTemp	9,94	8,83	8,19	8,19	8,84	9,95	11,24	12,35	13,00	12,99	12,35	11,23	10,6	12,2
Thimm	fshh												0,0	
Strahl Süd	29,0	59,0	66,0	83,0	95,0	76,0	80,0	86,0	80,0	63,0	32,0	21,0	760	370
Strahl Ost	13,0	26,0	41,0	67,0	83,0	81,0	83,0	75,0	52,0	32,0	15,0	9,0	577	225
Strahl Nord	10,0	15,0	26,0	37,0	50,0	55,0	55,0	44,0	30,0	18,0	10,0	7,0	357	140
Strahl West	14,0	26,0	44,0	66,0	82,0	80,0	83,0	73,0	55,0	34,0	16,0	10,0	585	225
Strahl Hori	21,0	40,0	65,0	108,0	142,0	141,0	144,0	126,0	87,0	50,0	23,0	15,0	962	360

Dokument 6: Passivhausberechnung S-HOUSE mit dem Passivhaus Projektierungsprogramm

## 16.6 Schallschutztests

Die Beurteilung der Wandaufbauten gemäß der Anforderungsnorm ÖNORM B 8115-Teil 2 Ausgabe 2002

DI Hannes Hohensinner  
GrAT TU Wien  
Wiedner Hauptstraße 8 – 10  
1040 Wien

MA 39 - VFA 2003-0524.01-04



**MAGISTRAT DER STADT WIEN**  
**MA 39 – VFA**  
MAGISTRATSABTEILUNG 39  
VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT DER STADT WIEN  
gegründet 1879  
AKKREDITIERTE PRÜF- UND ÜBERWACHUNGSSTELLE  
A-1110 Wien, Rinnböckstraße 15  
Telefon: (national 01), international +43 (1) 795 14-8039 oder DW  
Telefax: (national 01), international +43 (1) 795 14-99-8039 oder DW  
Internet E-Mail: post@m39.magwien.gv.at

Wien, 16. April 2003



### Prüfbericht

über

#### Messungen der Luftschalldämmung einer Strohballenwand mit Fassadenverkleidung bzw. Lehmputz (4 Prüfvarianten)

- Antragsteller:** Herr DI Hannes Hohensinner, GrAT TU Wien  
1040 Wien
- Antragsdatum:** Februar 2003, telefonisch durch Herrn DI Hannes Hohensinner
- Prüfgut:** 9 cm Kreuzlagen-Platte (dreischichtig, Fichtenholz)  
50 cm Strohballenebene
- 5 cm Lattung (Holzstaffel 5x5 cm, e = 62,5 cm)  
2,2 cm Fassadenverkleidung (Dreischichtplatte, Fichte)
- bzw.
- 3 – 4 cm Lehmputz mit Jutenetz
- Prüfört:** Schallprüfräume der Versuchs- und Forschungsanstalt  
der Stadt Wien - MA 39-VFA
- Auftrag:** Messung der Luftschalldämmung gemäß ÖNORM EN 20140-3,  
Ausgabe 1995 und Beurteilung der Ergebnisse gemäß ÖNORM B 8115-2,  
Ausgabe 2002.

Der Bericht umfasst 5 Seiten  
und 1 Beilage (9 Seiten).



69

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Alle Seiten des Berichts sind mit dem Auftraggeber der Stadt Wien versehen. Verteilung und Auszüge bedürfen der schriftlichen Genehmigung der Anstalt. Laborberichte, Gutachten und Stellungnahmen werden im nicht akkreditierten Bereich ausgestellt. Es gelten die derzeit gültigen Allgemeinen Geschäftsbedingungen der MA 39 – VFA.

Akkreditiert als Prüf- und Überwachungsstelle (1) gemäß AkkZ, BGBl. Nr. 48/2002, i. d. F. des Bundesgesetzes BGG, Nr. 400/1990 per Beschluss des Bundespräsidenten für nichtstaatliche Angelegenheiten, BG. 807/14746(2002) und (5) gemäß ISO/IEC, LGA, Nr. 36/98 per Akkreditierungsbescheid des Österreichischen Instituts für Normung, Zsh. ÖIB/ISO 001/96-010. Mit den Akkreditierungen wird bestätigt, dass die MA 39 – VFA den Anforderungen der DIN 45001 und EN 45004 entspricht.



Fachredakteur  
1547350

Telegraphenanschrift  
MAGISTRAT WFN

Prüfstermin  
Montag bis Freitag: 7.30 – 15.30 Uhr

DVR:  
0000101

Bankverbindung:  
Bank Austria AG, Wien, Kontonr. 856 201 524

MA 39 – SD 54 – 002001 – 54

MA 39 - VFA  
2003-0524.01-04Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien  
Magistratsabteilung 39  
Akkreditierte Prüf- und ÜberwachungsstelleSeite  
2 / 5

## 1 Antragstellung

Auf Grund des Antrages vom Februar 2003 (telefonisch durch Herrn DI Hannes Hohensinner) sollte eine Grundkonstruktion, bestehend aus einer 9 cm dicken dreischichtigen Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz, ohne und mit einer 50 cm dicken Strohballebene und anschließend mit einer Fassadenverkleidung, bestehend aus einer 2,2 cm dicken Dreischichtplatte aus Fichtenholz auf einer Lattung aus 5 x 5 cm Holzstaffeln, bzw. einem 3 – 4 cm dicken Lehmputz mit Jutenetz, entsprechend den Abmessungen der in der Prüfanstalt vorhandenen Prüföffnung (Prüffläche 10,64 m<sup>2</sup>) errichtet und auf ihre Luftschalldämmung untersucht werden. Es wurden für sämtliche vier Varianten jeweils das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$  und die Spektrum-Anpassungswerte  $C$  und  $C_v$  bestimmt.

## 2 Wandaufbauten

### 2.1 Variante 1:

**2.1.1 Grundkonstruktion:** 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz  
flächenbezogene Masse  $m' = 46 \text{ kg/m}^2$

### 2.2 Variante 2:

**2.2.1 Grundkonstruktion:** 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz  
flächenbezogene Masse  $m' = 46 \text{ kg/m}^2$

**2.2.2 Dämmschicht:** 50 cm Strohballen  
flächenbezogene Masse  $m' = 61 \text{ kg/m}^2$

**2.2.3 flächenbezogene Masse des Wandaufbaues:**  $m' = 107 \text{ kg/m}^2$

### 2.3 Variante 3:

**2.3.1 Grundkonstruktion:** 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz  
flächenbezogene Masse  $m' = 46 \text{ kg/m}^2$

**2.3.2 Dämmschicht:** 50 cm Strohballen  
flächenbezogene Masse  $m' = 61 \text{ kg/m}^2$

**2.3.3 Fassadenverkleidung:** 5 cm vertikale Lattung (Holzstaffeln 5 x 5 cm,  $e = 62,5 \text{ cm}$ ),  
befestigt mit Schnellbauschrauben 3 x 90 mm auf Strohschraubdübeln (35 cm lang, bestehend aus schnellhärtendem 2-Komponenten-Gießharz Biresin G27), ca. 6 Stück/m<sup>2</sup>

2,2 cm Dreischichtplatte aus Fichtenholz  
flächenbezogene Masse  $m' = 11 \text{ kg/m}^2$

**2.3.4 flächenbezogene Masse der gesamten Wand:**  $m' = 121 \text{ kg/m}^2$

MA 39 - VFA 2003-0524.01-04	Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien Magistratsabteilung 39 Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle	Seite 3 / 5
--------------------------------	--	----------------



## 2.4 Variante 4:

**2.4.1 Grundkonstruktion:** 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz  
flächenbezogene Masse  $m' = 46 \text{ kg/m}^2$

**2.4.2 Dämmschicht:** 50 cm Strohballen  
flächenbezogene Masse  $m' = 61 \text{ kg/m}^2$

**2.4.3 Putz:** 3-4 cm Lehmputz mit Jutenetz  
flächenbezogene Masse  $m' = 54 \text{ kg/m}^2$  (im Mittel)

**2.4.4 flächenbezogene Masse der gesamten Wand:  $m' = 161 \text{ kg/m}^2$**

## 2.5: Anschluss zum Prüfstandsmauerwerk:

mit Mineralwolle und Dichtungsmasse (Silikon)

## 3 Messdurchführung

Die Messungen (Messzeitraum 3. bis 26. März 2003) wurden mit einem geeichten Schallmesssystem der Firma Norsonic (Type RTA 840 Serien Nr. 18666), das mittels eines geeichten akustischen Kalibrators der Firma Norsonic (Type 1251, Serien Nr. 22781) kalibriert wurde, durchgeführt. Die Messung der Luftschalldämmung erfolgt in einer Richtung (bei Trennwänden wahlweise; bei Außenwänden von außen nach innen). Bei jeder der einzelnen Messreihen wurde auf einer Seite des Prüfkörpers (Sendeseite) ein Rauschen im Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz (in Terzbandbreite) erzeugt und die Schalldruckpegel sowohl sende- als auch empfangsseitig mit bewegten Mikrofonen aufgenommen und gespeichert. Danach wurde die Nachhallzeit des Empfangsraumes bestimmt.

## 4 Definitionen

Als Einzahlangabe zur Beurteilung der Luftschalldämmung von Bauteilen dienen das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$  sowie die Spektrum-Anpassungswerte  $C$  und  $C_y$ . Zu diesen Kenngrößen finden sich in der ÖNORM EN ISO 717-1:1997 nachfolgende Berechnungsvorschriften und Definitionen (sinngemäß):

### 4.1 Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w$

Um die Ergebnisse von Messungen, durchgeführt nach ISO 140-3 in Terzbändern, gegeben auf 0,1 dB, zu bewerten, wird die Bezugskurve in Schritten von 1 dB gegen die Messkurve verschoben bis die Summe der ungünstigen Abweichungen so groß wie möglich wird, jedoch nicht mehr als 32,0 dB beträgt. Eine ungünstige Abweichung bei einer bestimmten Frequenz ist gegeben, wenn das Messergebnis niedriger ist als der Bezugswert. Nur ungünstige Abweichungen werden berücksichtigt.

Der Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz ist das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$ . Das bewertete Schalldämm-Maß wird in Dezibel (dB) angegeben.

MA 39 - VFA 2003-0524.01-04	<b>Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien</b> Magistratsabteilung 39 Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle	Seite 4 / 5
--------------------------------	---	----------------



#### 4.2 Spektrum-Anpassungswerte $C$ , $C_v$

Der Spektrum-Anpassungswert ist jener Wert, in Dezibel, der zum bewerteten Schalldämm-Maß zu addieren ist, um ein bestimmtes Schallspektrum zu berücksichtigen. Die mathematischen Definitionen der verschiedenen Spektren sowie die Berechnungsvorschriften für die Spektrum-Anpassungswerte sind in der ÖNORM EN ISO 717-1:1997 angegeben. Der Spektrum-Anpassungswert wird auf 0,1 dB berechnet und gemäß ISO 31-0 auf eine ganze Zahl gerundet.

Nachfolgend wird eine Zuordnung von verschiedenen Geräuschquellen zu den jeweiligen Spektrum-Anpassungswerten angegeben. Diese Zuordnung kann als Richtlinie für die Anwendung der Spektrum-Anpassungswerte für die Einstufung der Schalldämmung in Bezug auf diese Geräuschquellen herangezogen werden.

Der Spektrum-Anpassungswert  $C$  berücksichtigt primär mittel- und hochfrequente Geräuschquellen. Dazu gehören unter anderem Wohnaktivitäten (Reden, Musik, Radio, TV), Kinderspielen, Schienenverkehr mit mittlerer und hoher Geschwindigkeit, Autobahnverkehr über 80 km/h, Düsenflugzeuge in kleinem Abstand sowie Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequenten Lärm abstrahlen.

Der Spektrum-Anpassungswert  $C_v$  berücksichtigt primär tief- und mittelfrequente Geräuschquellen. Dazu gehören unter anderem städtischer Straßenverkehr, Schienenverkehr mit geringer Geschwindigkeit, Propellerflugzeuge, Düsenflugzeuge in großem Abstand, Discomusik sowie Betriebe, die überwiegend tief- und mittel-frequenten Lärm abstrahlen.

#### 5 Ergebnisse

Wandaufbau	Bew. Schalldämm-Maß $R_w(C;C_v)$
Variante 1 (Pkt. 2.1): Grundkonstruktion 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz	<b>33(-1;-4) dB</b>
Variante 2 (Pkt 2.2): Grundkonstruktion inkl. Strohballenebene 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz 50 cm Strohballen	<b>48(-2;-9) dB</b>
Variante 3 (Pkt 2.3): Gesamt-Wandaufbau 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz 50 cm Strohballen 5 cm vertikale Lattung 2,2 cm Dreischichtplatte aus Fichtenholz	<b>53(-4;-12) dB</b>
Variante 4 (Pkt 2.4): Gesamt-Wandaufbau 9 cm dreischichtige Kreuzlagenplatte aus Fichtenholz 50 cm Strohballen 3-4 cm Lehmputz mit Jutenetz	<b>55(-3;-10) dB</b>

In der Beilage (Seite 1 bis 4) sind die jeweils gemessenen Kurven (dicke Messkurve) des Schalldämm-Maßes des jeweiligen Wandaufbaues in Abhängigkeit von der Frequenz sowie die Bezugskurven (dünne Messkurve) nach ÖNORM EN ISO 717-1:1997 dargestellt.

MA 39 - VFA  
2003-0524.01-04

Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien  
Magistratsabteilung 39  
Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle

Seite  
5 / 5

## 6 Technische Regelwerke

Messnorm: ÖNORM EN 20140-3:1995  
Prüfstandsnorm: ÖNORM EN ISO 140-1:1998  
Anforderungsnorm: ÖNORM B 8115, Teil 2, Ausgabe 2002  
Begriffe u. Einheiten: ÖNORM EN ISO 717-1:1997

## 7 Anforderungen

In der ÖNORM B 8115, Teil 2, Ausgabe 2002, ist in Tabelle 4 und 5 der Mindestschallschutz ( $R'_{\text{res,w}}$  bzw.  $R'_w$ ) von Außenbauteilen angegeben. Demnach hängt der Mindestschallschutz von Außenbauteilen (einschließlich Fenster und Außentüren) vom maßgeblichen Außenlärmpegel und der Gebäudeart ab. Der Wert für das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$  von opaken Außenbauteilen muß mindestens 5 dB über dem Wert für das mindesterforderliche bewertete resultierende Bau-Schalldämm-Maß  $R'_{\text{res,w}}$  für den gesamten Außenbauteil liegen, jedoch mindestens 43 dB betragen. Demnach ergeben sich für den opaken Teil einer Außenwand  $R_w$ -Werte von mindestens 43 dB bis (ohne Berücksichtigung extremer Schallimmisionen) mindestens 57 dB (für Krankenhäuser, Kurbauwerke und dgl.) Bei der Beurteilung der Schalldämmung von Außenbauteilen ist neben dem bewerteten Schalldämm-Maß  $R_w$  zusätzlich der Spektrum-Anpassungswert  $C_v$  zu berücksichtigen. Da die Summe aus  $R_w + C_v$  die Differenz der A-bewerteten Schalldruckpegel des Straßenverkehrsgeräusches außen vor der Fassade und im Innenraum beschreibt, ist ein Bauteil mit gleichem  $R_w$  - Wert, jedoch höherem  $R_w + C_v$ -Wert bauakustisch günstiger einzustufen. Für Außenbauteile darf die Summe von  $R_w + C_v$  nicht mehr als 5 dB unter der jeweiligen Anforderung liegen.

## 8 Beurteilung

Auf Grund der unter Pkt. 5 für den jeweiligen Wandaufbau (Variante 3 und Variante 4) angeführten Schalldämmwerte kann festgestellt werden, dass die Anforderung an den Schallschutz für Außenwände gemäß ÖNORM B 8115-2:2002 abhängig von der Gebäudeart für einen bestimmten maßgeblichen äquivalenten Dauerschallpegel für die angeführten Wandaufbauten 3 und 4 erfüllt wird.

Da die Erfüllung der Anforderung an den Schallschutz für den gesamten Außenbauteil  $R'_{\text{res,w}}$  neben dem bew. Schalldämm-Maß der Wand auch vom bew. Schalldämm-Maß der transparenten Bauteile (z.B. Fenster) und dem Flächenanteil von transparentem zu nicht transparentem Bauteil abhängt, sind diese Parameter bei der Bemessung des Schallschutzes ebenfalls zu beachten.

Der Sachbearbeiter:



Ing. K. Fleischhacker  
Techn. Amtsrat

Der Laboratoriumsleiter:



Dipl. Ing. Dr. techn. C. Pöhn  
Oberstadtbaurat

Der Leiter der Versuchs- und  
Forschungsanstalt



Dipl. Ing. W. Fleischhacker  
Senatsrat



### Schalldämm-Maß ISO 140-3:1995

Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen im Prüfstand

Beilage Seite 1 zu  
MA 39 - VFA 2003-0524.01

Auftraggeber: DI Hannes Hohensinner, GrAT, TU Wien  
Prüfgegenstand eingebaut von: Firmenpersonal

Aufbau des Prüfgegenstandes:  
9 cm Kreuzlagen-Platte (dreischichtig, Fichtenholz)

Variante 1: Grundkonstruktion

Produktbezeichnung: Strohballenwand (Variante 1)  
Kennz. der Prüfräume: Hallraum 1 / Hallraum 4  
Prüfdatum: 03. März 2003

Prüffläche: 10,64 m<sup>2</sup>  
Flächenbezogene Masse: 46 kg/m<sup>2</sup>  
Temperatur [°C]: 22,3  
Feuchtigkeit [%]: 48,9  
Senderraum Volumen: 198,1 m<sup>3</sup>  
Empfangsraum Volumen: 103 m<sup>3</sup>

Frequenz [Hz]	R [dB]
50	-
63	-
80	-
100	19,7
125	22,4
160	22,3
200	23,5
250	22,7
315	25,7
400	25,8
500	28,5
630	29,5
800	30,5
1000	31,9
1250	36,1
1600	38,4
2000	40,8
2500	42,2
3150	44,7
4000	45,7
5000	45,9

Bewertung nach ISO 717-1  
 $R_w(C,C_2) = 33 (-1; -4) \text{ dB}$

$C_{50-3150}$ : -	$C_{50-5000}$ : -	$C_{100-5000}$ : 0 dB
$C_{125-3150}$ : -	$C_{125-5000}$ : -	$C_{125-5000}$ : -4 dB

Die Ermittlung basiert auf Prüfstands-Messergebnissen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

MA 39 - VFA  
Auftragsnummer: VFA 2003-0524.01  
Wien, 3.03.2003

Unterschrift:

69

### Schalldämm-Maß ISO 140-3:1995

Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen im Prüfstand

Beilage Seite 2 zu  
MA 39 - VFA 2003-0524.02

**Auftraggeber:** DI Hannes Hohensinner, GrAT, TU Wien  
**Prüfgegenstand** eingebaut von: Firmenpersonal

**Aufbau des Prüfgegenstandes:**  
9 cm Kreuzlagen-Platte (dreischichtig, Fichtenholz)  
50 cm Strohballebene

Variante 2: Grundkonstruktion + Strohballebene

**Produktbezeichnung:** Strohballenwand (Variante 2)  
**Kennz. der Prüfräume:** Hallraum 1 / Hallraum 4  
**Prüfdatum:** 04. März 2003

Prüffläche: 10,64 m<sup>2</sup>  
 Flächenbezogene Masse: 107 kg/m<sup>2</sup>  
 Temperatur [°C]: 22,3  
 Feuchtigkeit [%]: 48,9  
 Senderraum Volumen: 198,1 m<sup>3</sup>  
 Empfangsraum Volumen: 103 m<sup>3</sup>

Frequenz [Hz]	R Terz [dB]
50	--
63	--
80	--
100	20,4
125	29,3
160	31,2
200	33,6
250	38,6
315	41,7
400	46,0
500	48,5
630	52,2
800	56,4
1000	61,2
1250	66,9
1600	71,4
2000	76,0
2500	79,7
3150	84,2
4000	86,5
5000	85,7

**Bewertung nach ISO 717-1**  
 $R_w(C,C_2) = 48 (-2; -9) \text{ dB}$

$C_{50-3150}$ ---	$C_{50-5000}$ ---	$C_{100-5000} = -1 \text{ dB}$
$C_{125-3150}$ ---	$C_{125-5000}$ ---	$C_{1250-5000} = -9 \text{ dB}$

Die Ermittlung basiert auf Prüfstands-Messergebnissen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

MA 39 - VFA  
 Auftragsnummer: VFA 2003-0524.02  
 Wien, 4.03.2003

Unterschrift

69

### Schalldämm-Maß ISO 140-3:1995

Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen im Prüfstand

Beilage Seite 3 zu  
MA 39 - VFA 2003-0524.03

Auftraggeber: DI Hannes Hohensinner, GrAT, TU Wien  
Prüfgegenstand eingebaut von: Firmenpersonal

**Aufbau des Prüfgegenstandes:**  
 9 cm Kreuzlagen-Platte (dreischichtig, Fichtenholz)  
 50 cm Strohballebene  
 5 cm Lattung (Holzstafel 5x5 cm, e = 62,5 cm)  
 2,2 cm Fassadenverkleidung (Dreischichtplatte, Fichte)  
 Variante 3: Grundkonstruktion + Strohballebene + Fassadenverkleidung

Prüffläche: 10,64 m<sup>2</sup>  
 Flächenbezogene Masse: 121 kg/m<sup>2</sup>  
 Temperatur [°C]: 20,5  
 Feuchtigkeit [%]: 40,0  
 Senderraum Volumen: 198,1 m<sup>3</sup>  
 Empfangsraum Volumen: 103 m<sup>3</sup>

Produktbezeichnung: Strohballewand (Variante 3)  
 Kennz. der Prüfräume: Hallraum 1 / Hallraum 4  
 Prüfdatum: 07. März 2003

Frequenz [Hz]	R [dB]
50	-,-
63	-,-
80	-,-
100	22,0
125	31,0
160	35,9
200	37,3
250	46,7
315	53,8
400	58,0
500	59,6
630	61,3
800	63,6
1000	64,7
1250	70,2
1600	73,3
2000	78,1
2500	81,6
3150	85,5
4000	88,3
5000	88,0

\* Zu höherer Störpegel

Bewertung nach ISO 717-1  
 $R_w(C,C_2) = 53 (-4;+12) \text{ dB}$

$C_{50-3150}$ ---	$C_{50-5000}$ ---	$C_{100-5000}$ -3 dB
$C_{125-3150}$ ---	$C_{125-5000}$ ---	$C_{125-5000}$ -12 dB

Die Ermittlung basiert auf Prüfstands-Messergebnissen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

MA 39 - VFA  
 Auftragsnummer: VFA 2003-0524.03  
 Wien, 7.03.2003

Unterschrift:

69

### Schalldämm-Maß ISO 140-3:1995

Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen im Prüfstand

Beilage Seite 4 zu  
MA 39 - VFA 2003-0524.04

**Auftraggeber:** DI Hannes Hohensinner, GrAT, TU Wien  
**Prüfgegenstand eingebaut von:** Firmenpersonal

**Aufbau des Prüfgegenstandes:**  
9 cm Kreuzlagen-Platte (dreischichtig, Fichtenholz)  
50 cm Strohballebene  
3-4 cm Lehmputz (mit Jute-Netz)

**Variante 4:** Grundkonstruktion + Strohballebene + Lehmputz

**Prüffläche:** 10,64 m<sup>2</sup>  
**Flächenbezogene Masse:** 161 kg/m<sup>2</sup>  
**Temperatur [°C]:** 20,8  
**Feuchtigkeit [%]:** 40,8  
**Senderraum Volumen:** 198,1 m<sup>3</sup>  
**Empfangsraum Volumen:** 103 m<sup>3</sup>

**Produktbezeichnung:** Strohballewand (Variante 4)  
**Kennz. der Prüfräume:** Hallraum 1 / Hallraum 4  
**Prüfdatum:** 25. März 2003

Frequenz [Hz]	R Terz [dB]
50	-,-
63	-,-
80	-,-
100	26,6
125	34,9
160	37,2
200	41,6
250	43,8
315	47,2
400	52,4
500	54,5
630	59,3
800	62,1
1000	65,4
1250	68,8
1600	71,5
2000	75,7
2500	78,0
3150	81,7
4000	83,0
5000	86,2

\* Zu hoher Störpegel

**Bewertung nach ISO 717-1**  
**R<sub>w</sub>(C,C<sub>50</sub>) = 55 (-3/-10) dB**

C <sub>50-3150</sub> =	C <sub>50-5000</sub> =	C <sub>100-5000</sub> = -2 dB
C <sub>150-3150</sub> =	C <sub>150-5000</sub> =	C <sub>200-5000</sub> = -10 dB

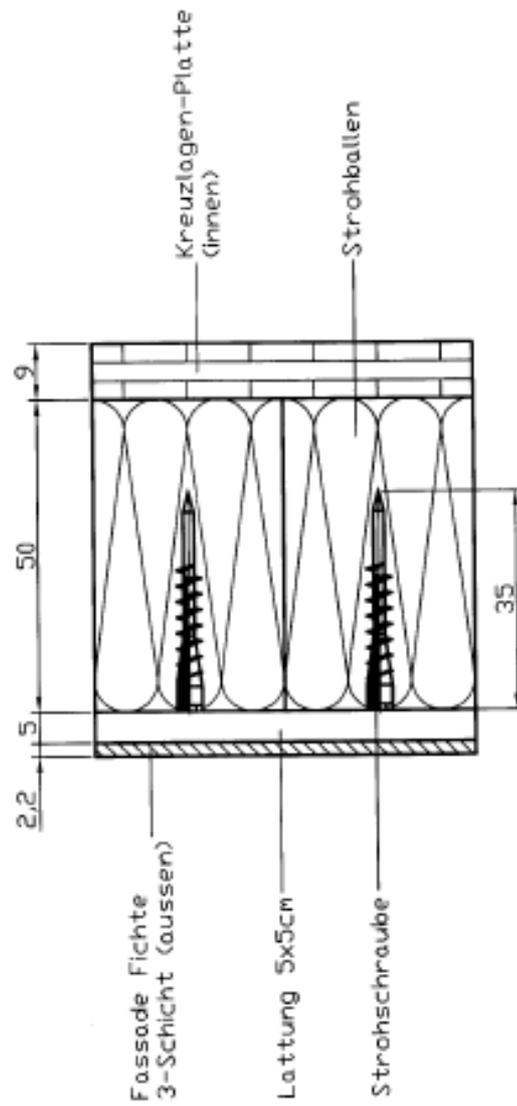
Die Ermittlung basiert auf Prüfstands-Messergebnissen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

**MA 39 - VFA**  
Auftragsnummer: VFA 2003-0524.04  
Wien, 26.03.2003

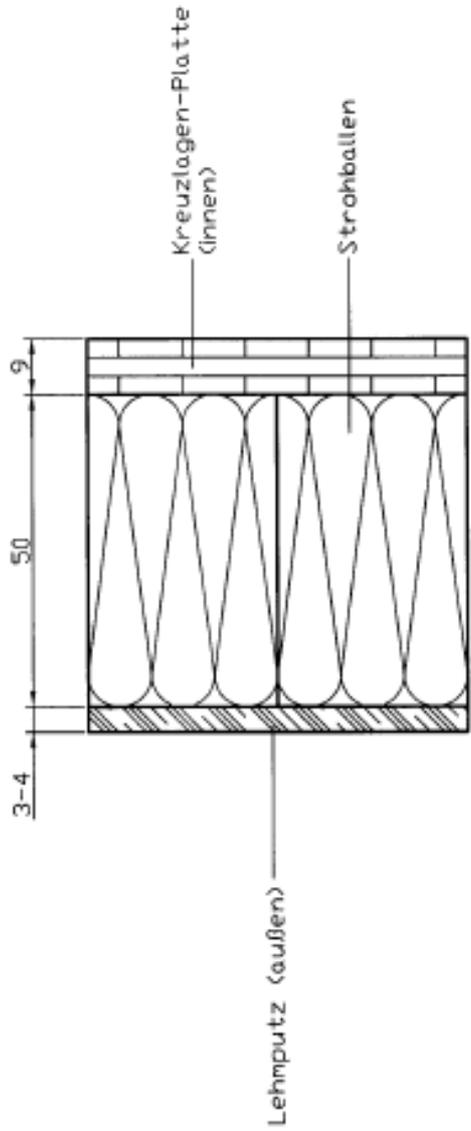
Unterschrift:

69

Beilage, Seite 5, zu  
MA 39 - VFA 2003-0524.01-.04



Beilage, Seite 6, zu  
MA 39 - VFA 2003-0524.01-.04



MA 39 - VFA  
2003-0524.01-04

**Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien**  
Magistratsabteilung 39  
Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle

Beilage 1  
Seite 7 / 9



Grundkonstruktion: Kreuzlagen-Platte (dreischichtig)



Grundkonstruktion mit Strohballenebene

MA 39 - VFA  
2003-0524.01-04

Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien  
Magistratsabteilung 39  
Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle

Beilage 1  
Seite 8 / 9



Befestigung der vertikalen Lattung auf Stroh-Schraubdübeln  
in den Strohbällen

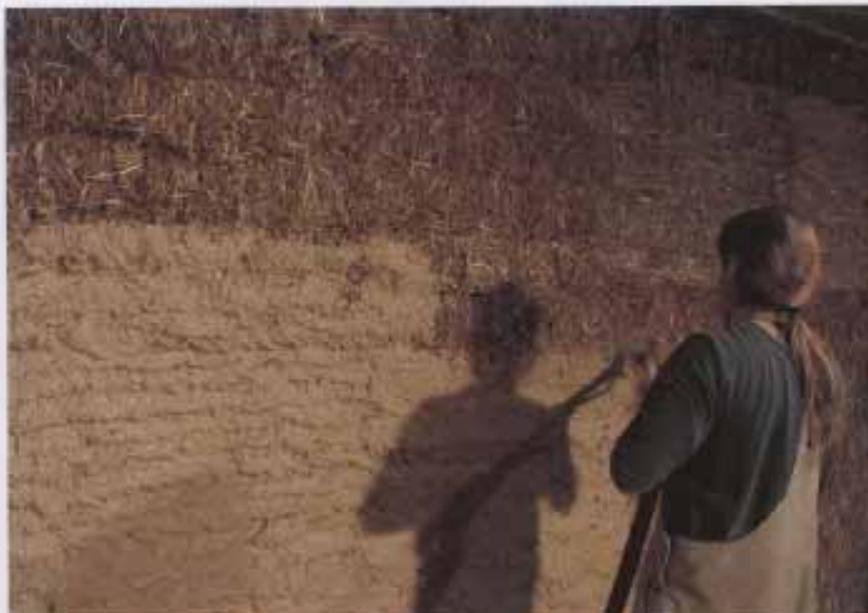


Fassadenverkleidung: Dreischichtplatte

MA 39 - VFA  
2003-0524.01-04

Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien  
Magistratsabteilung 39  
Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle

Beilage 1  
Seite 9 / 9



Aufbringen der ersten Schicht des Lehmputzes auf die Strohballe



Gesamtkonstruktion mit Strohballebene und Lehmputz  
(mehrschichtig mit eingelegtem Jutenetz)

## 16.7 Dissemination:

### 16.7.1 Veranstaltungen

In der elektronischen Ausgabe finden Sie hier nur die Übersicht über die Veranstaltungen im Rahmen der Dissemination. In der ausgedruckten Version des Endberichts finden Sie zu einigen Veranstaltungen **Belege (Ankündigungen, Thesenpapiere von Vorträgen...)**

Veranstungstitel	Ort	Datum	Maßnahme
<b>Sustainable Building</b>	Maastricht	September 2000	Projektpräsentation
<b>Strohbau-Symposion</b>	Illmitz	29.6.2001	Veranstaltung zum Thema Strohbau
<b>Europasymposion Ökologische Baupraxis</b>	Wien	November 2001	Vortrag
<b>Haus der Zukunft-Workshop: Arbeitstreffen Innovative Baukonzepte</b>	Wien	Dezember 2001	Projektpräsentation
<b>Kapruner Kreis – Gedankenlabor für die Zukunft Salzburgs</b>	Salzburg	Jänner 2002	Präsentation des Projekts durch den Architekten
<b>Haus der Zukunft-Workshop: Geballte Innovation (Strohbau)</b>	Wien	22.2.2002	Projektpräsentation
<b>O2 - Ecodesign-Enquete</b>	Paris	April 2002	Präsentation des Projekts durch den Architekten
<b>ESBN Gathering</b>	Wösendorf	4.-6.4.2002	Projektpräsentation
<b>GreenTech</b>	Amsterdam	24.-26.4.2002	Vortrag, Poster
<b>ZUSY 2002</b>	Wien	22.-26.4.2002	Vortrag, Infomaterial
<b>Wiener Wohnbautage 2002</b>	Wien	3.6.2002	Vortrag, Infomaterial
<b>TECMA Fair</b>	Madrid	11.-14.6.2002	Infomaterial
<b>Science Week 2002</b>	Wien	14./15.6.2002	Theatervorführung
<b>Science Week 2002</b>	Wieselburg	10.-15.6.2002	Modellpräsentation, Poster
<b>Bau-, Energie- &amp; Umweltmesse</b>	Wieselburg	20.-22.9.2002	Messestand
<b>Sustainable Building</b>	Oslo	23.-25.9.2002	Vortrag, Infomaterial
<b>Lehrtätigkeit HBLA</b>	St. Florian	1.-2.10.2002	Vortrag, Infomaterial
<b>Expo Real 2002</b>	München	6.-8.10.2002	Messestand des Architekten
<b>Haus der Zukunft-Workshop: Ergebnisse und neue Ansätze</b>	Wien	24.-25.3.2003	Projektpräsentation
<b>Grund-Strohballen-Legung</b>	Böheimkirchen	26.3.2003	Offizielle Veranstaltung („Spatenstich“)

<b>Öko-Inform Workshop: Kostenkalkulation für Passivhauskomponenten</b>	Wien	11.4.2003	Projektpräsentation
<b>FH Wieselburg – Management im ländlichen Raum</b>	Wieselburg	20.5.2003	Workshop mit Studierenden (Wimmer)
<b>Science Week 2003</b>	Böheimkirchen	23.-24.5.2003	Information auf der Baustelle
<b>FH Salzburg - Design und Produktmanagement</b>	Kuchl	12.6.2003	Workshop mit Studierenden (Wimmer)
<b>Niederösterreichische Landesausstellung – Wachauer Volksfest</b>	Krems	23.-31.8.2003	Messestand
<b>Bau-, Energie- &amp; Umweltmesse</b>	Wieselburg	19.-21.9.2003	Messestand, Präsentation des Wandmodells, Beitrag in Radio Niederösterreich
<b>naro.tech 4. Internationales Symposium „Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen“</b>	Erfurt	11.-12.9.2003	Fachvortrag: „Faktor 10“- Demonstrationshaus aus nachwachsenden Rohstoffen“ (Wimmer)
<b>Bauforschungstage 2003: Nachhaltiges Bauen – nachwachsende Rohstoffe für Neubau und Sanierung</b>	Wien, Sopron	20.-21.10.2003	Fachvortrag: „Neuentwicklungen im Strohballenbau am Beispiel S- HOUSE“ (Hohensinner)

**Tabelle 14: Veranstaltungen im Rahmen der Dissemination**

### 16.7.2 Pressespiegel

In der elektronischen Ausgabe finden Sie hier nur die Übersicht über die erschienenen Medienberichte sowie eine Aufstellung der jeweiligen Auflagen und Reichweiten für die österreichischen Medien. Den **Pressespiegel** selbst finden Sie in **der Ausgedruckten Version des Endberichts**.

#### **Dissemination S-HOUSE: Pressespiegel**

##### 16.7.2.1 Übersicht über die erschienenen Medienberichte:

###### **Printmedien:**

Der Bauer	37/13. September 2000
AgroBonus	10/2001
Austria Innovativ	6/2001
Agrar Post	Nr. 6/20. Februar. 2001
Die Presse	21. Juli 2001
APA-Journal Forschung	Nr. 3/17. Jänner 2002

Die Kleine Zeitung, Beilage „Der Häuslbauer“	23. Jänner 2002
Österreichische Hochschulzeitung	2/02
Die Neue Umwelt	Februar 2002
Die Presse	2. Februar 2002
Der Standard	12. Februar 2002
Raiffeisenzeitung	Nr. 11/14. März 2002
Regenwurm	Nr. 10/Frühling 2002
Österreichische Bauzeitung	Nr. 14/29. März 2002
Der Waldviertler, Gmünd	Nr. 14/3. April 2002
VDI-Nachrichten	Nr. 17/26. April 2002
Sustainable Austria	Nr. 17
Der Architekt	Nr. 5, Mai 2002
Immobilien-Magazin	Juni 2002
Die Presse	11. Juni 2002
Niederösterreichische Nachrichten/Erlauftal (NÖN Woche)	Nr. 25, 18. Juni 2002
Bezirksjournal Wien Innere Stadt	Nr. 7/Juli 2002
Gezond Bouwen & Wonen	Nr. 3/Juli/Augustus 2002
Landtechnik	4/2002, August 2002
Kurier (Niederösterreich West)	28. März 2003
Niederösterreichische Nachrichten/Lilienfeld (NÖN Woche)	Nr. 14, 1. April 2003
APA Journal Forschung	Nr. 12, 21. März 2003
Niederösterreichische Landeskorrespondenz	Nr. 13B, 25. März 2003
Salzburger Nachrichten, Beilage Bauen & Energie	11. April 2003
NÖ Anzeiger, Korneuburg	Nr. 21, 21. Mai 2003
Dividende, Bau-Wirtschaftsmagazin	Nr. 05/2003
Zeit für's Holz	Nr. 01/2003
Location Austria/Standort Österreich	Nr. 02/2003
Profil extra Immobilien	Nr. 31/28. Juli 2003
Oberösterreichische Nachrichten	6. September 2003
Events	2. Juni 2003
Gezond Bouwen & Wonen	Nr. 3/2003
<b><u>Internet:</u></b>	
Sprocki.de	(31. Jänner 2002)
Vista Verde News (vistaverde.de)	(26. Februar 2002)

Bioem.at

(16. Juli 2002)

**Fernsehen:**

Modern Times, ORF 2

11. Jänner 2002

(hier nur die Zusammenfassung des Beitrags von der ORF-Internetseite)

unter [www.tuwien.ac.at/forschung/cgi-bin/generate-welcome.cgi](http://www.tuwien.ac.at/forschung/cgi-bin/generate-welcome.cgi), können Sie den Beitrag sehen und hören

### 16.7.3 Dissemination: Reichweite und Auflage der Medien

<b>Titel</b>	<b>Ausgabe</b>	<b>Erscheinungs- periode</b>	<b>Auflage, Reichweite</b>
Der Bauer	37/13. September 2000	wöchentlich	
Austria Innovativ	6/2001	2-monatlich	13.963
Agrar Post	Nr. 6/20. Februar. 2001	wöchentlich	
Die Presse	21. Juli 2001 2. Februar 2002 11. Juni 2002	täglich	122.889, RW 5,7 %
APA-Journal Forschung	Nr. 3/17. Jänner 2002	wöchentlich	
Die Kleine Zeitung, Beilage „Der Häuslbauer“	23. Jänner 2002	täglich	287.000, RW 12,5 %
Österreichische Hochschulzeitung	2/02	10 x jährlich	
Die Neue Umwelt	Februar 2002	monatlich	18.000
Der Standard	12. Februar 2002	täglich	119.000, RW 5,4 %
Raiffeisenzeitung	Nr. 11/14. März 2002	wöchentlich	45.000
Regenwurm	Nr. 10/Frühling 2002	4 x jährlich	1.500
Österreichische Bauzeitung	Nr. 14/29. März 2002	wöchentlich	12.100
Der Waldviertler, Gmünd	Nr. 14/3. April 2002	wöchentlich	19.830
VDI-Nachrichten	Nr. 17/26. April 2002		
Sustainable Austria	Nr. 17		
Der Architekt	Nr. 5, Mai 2002	monatlich	
Immobilien-Magazin	Juni 2002	8 x jährlich	25.000, RW 1,9 %
Niederösterreichische Nachrichten/Erlaufstal (NÖN Woche)	Nr. 25, 18. Juni 2002	wöchentlich (Dienstag)	4.550
Bezirksjournal Wien Innere Stadt	Nr. 7/Juli 2002	monatlich	997.000 (Wien ges.)
Gezond Bouwen & Wonen	Nr. 3/Juli/Augustus 2002		
Landtechnik	4/2002, August 2002		
Kurier (Niederösterreich West)	28. März 2003	täglich	254.000, RW 11,8 %
Niederösterreichische Nachrichten/Lilienfeld (NÖN Woche)	Nr. 14, 1. April 2003	wöchentlich (Dienstag)	171.133, RW 10,7 % (NÖ ges.)
APA Journal Forschung	Nr. 12, 21. März 2003	wöchentlich	
Niederösterreichische Landeskorespondenz	Nr. 13B, 25. März 2003	täglich	
Salzburger Nachrichten, Beilage „Bauen & Energie“	11. April 2003	täglich	104.625, RW 4,5 %

**Tabelle 15: Aufstellung der jeweiligen Reichweite und Auflage der Medien**

## 16.8 Internationale Analyse von Demonstrationsgebäuden

### 16.8.1 „PRISMA - Ökologischer Wohn- und Gewerbehof“

D-90443 Nürnberg



Gebäudetyp	Wohn- und Gewerbehof
Planung	
Architekt	Joachim Eble, Tübingen
Bauherr	Karlsruher Lebensversicherung AG, Karlsruhe
Bauzeit	-1997
Bauweise	Mischbauweise
Haustechnik	Fernwärmeanschluss, Solaranlage für Heizung und Warmwasser, Photovoltaikanlage
Baumaterialien	Holz, Zellulose, porosierter Hochlochziegel, Beton, Naturharzfarben und -lasuren, Mineralfarben, Zementspanplatten außen, Gipsfaserplatten innen
Energiestandard	Niedrigenergiehaus
Kenndaten	Errechneter Heizenergiebedarf: 43 kWh/a, max. Energieeinsparung durch Glashaus: 9,8 MWh
Besonderheiten	Passive Solarenergie-Nutzung, optimale Wärmedämmung und die Nutzung innerer Wärmequellen in Verbindung mit einer differenzierten elektronischen Steuerung bei der innere Wärmequellen optimal genutzt werden

#### 16.8.1.1 Beschreibung

Das Erdgeschoss mit 1.400 qm Nutzfläche ist eine öffentlich zugängliche Ladenzone. Die Büros mit etwa 6.200 qm Nutzfläche liegen im ersten bis vierten Obergeschoss. In einem davon befinden sich die sogenannten Bürowohnungen, wo Wohnung und Büro hinter einer Türe vereint sind. In den Geschossen 5 und 6 sind in jedem Haus neun Maisonette-Wohnungen angeordnet.

(Quelle: [http://www.agsn.de/prisma/prisma\\_beschreibung.htm#Standort](http://www.agsn.de/prisma/prisma_beschreibung.htm#Standort))



## 16.8.2 „Fortbildungsakademie Herne und Stadtteilzentrum Herne - Solingen“

D-44627 Herne



Gebäudetyp	Mehrzweckbau, 8382m <sup>2</sup> Nutzfläche
Planung	
Architekt	Francoise-Helene Jourda, Gilles Perraudin
Bauherren-gemeinschaft	Entwicklungsgesellschaft Mont-Cenis GmbH, Herne; Land Nordrhein-Westfalen; Stadt Herne; Internationale Bauausstellung Emscher Park GmbH; Stadtwerke Herne AG
Bauzeit	
Bauweise	Holzkonstruktion, Glasfassade
Haustechnik	Photovoltaik 1MW peak Solarkraftwerk, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung,
Baumaterialien	Holz, Stahl, Glas
Energiestandard	Niedrigenergiehaus, Gebäude Heizlast (lt. ÖNORM B8135) 34 – 38 W/m <sup>2</sup>
Kenndaten	Gesamtenergiebedarf ca. 32 kWh/m <sup>2</sup> und Jahr,
Besonderheiten	Regenwassernutzung für Reinigungszwecke und die Bewässerung der Vegetation. Energieeinsparung der Gebäude innerhalb des Glashauses ca. 23% und 18% Reduktion der CO <sub>2</sub> -Emissionen gegenüber vergleichbar gedämmten und klimatisierten Gebäuden. Nutzung von 1Mio.m <sup>3</sup> Grubengas mit 60% Methananteil, damit werden ca. 12000t CO <sub>2</sub> eingespart.

### 16.8.2.1 Beschreibung

In dieser mit Glas verkleideten Holzkonstruktion herrscht ganzjährig mediterranes Klima. Das Glashaus schützt die im Inneren befindlichen Gebäude vor Wind und Regen. Durch das milde Klima verringert sich auch der Energiebedarf der Innenbauten. Zur Vermeidung von sommerlicher Überhitzung gibt es Öffnungen in Dach und Fassade. Für ausreichende Frischluftzufuhr in die Innenhäuser sorgt das Lüftungssystem, das durch Erdkanäle Luft ansaugt. Die Photovoltaikmodule am Dach sind in unterschiedlicher Dichte verlegt und erzeugen damit Schatten und verhindern gleichzeitig zu starke Helligkeitskontraste.

Im Glashaus befinden sich die Fortbildungsakademie, ein Hotel, die Bibliothek, die städtische Verwaltung, der Bürgersaal, ein Casino sowie die Haustechnikeinrichtungen. Neben der Materialwahl sind auch das Energiekonzept und das Regenwassersystem nach ökologischen Gesichtspunkten geplant. Das multifunktionale Zentrum dürfte mit seiner Mischnutzung der lokalen Bevölkerung zugute kommen und die Lebensqualität der Krisenregion erhöhen.

### 16.8.3 „ExpoDach“

EXPO 2000, Hannover



Foto: Robert Wimmer, GrAT

Gebäudetyp	Ausstellungspavillon, EXPO 2000 Hannover
Planung	
Architekt	Prof. Thomas Herzog, Prof. Dipl.-Ing. Julius Natterer
Bauherr	
Planung/Bauzeit	1999 - 2000
Bauweise	Holzbauweise
Haustechnik	
Baumaterialien	Konstruktionsvollholz, Brettschichtholz und Holzwerkstoffe
Energiestandard	
Kenndaten	größtes Holzdach der Welt, Schirme mit 40 x 40 Metern, über 20 hoch
Besonderheiten	

### 16.8.4 „Paper architecture“

EXPO 2000 Hannover,  
Japanischer Expo-Pavillon



Foto: Robert Wimmer, GrAT

Gebäudetyp	Ausstellungspavillon, EXPO 2000 Hannover
Planung	
Architekt	Shigeru Ban, Schürmann Spannel
Bauherr	JETRO
Planung/Bauzeit	Sept. 1999 bis Mai 2000
Bauweise	Kartonbauweise
Haustechnik	
Baumaterialien	bis zu 40m langen beschichtete Papprollen aus 100% recyceltem Papier, Polyesterseile und Holzleitern
Energiestandard	
Kenndaten	3600m <sup>2</sup> Nutzfläche
Besonderheiten	

#### 16.8.4.1 Beschreibung

Entwickelt wurde der Pavillon Japans vom Architekturbüro Shigeru Ban Architects. Über einer 3600m<sup>2</sup> großen Halle konstruierten sie ein gekrümmtes Flächentragwerk aus bis zu 40m langen Papprollen und beschichtetem Papier, das durch ein Stecksystem und durch Verschnürungen verbunden ist. Die Papprollen bestehen zu 100% aus recyceltem Papier und sollen nach der Expo wieder der Papierverwertung zugeführt werden.

Für die Erstellung des Pavillon waren umfangreiche Gerüste notwendig, die aus einem stufenlos verstellbaren Alugerüst bestanden. Auf dem Gerüst wurden in planem Zustand die Papprollen ausgelegt. Durch das Hochspindeln des Gerüsts wurde das flach ausgelegte Gittersystem des Papptragwerkes in die gewünschte Form gebracht und durch Polyesterseile und Holzleitern ausgesteift. Eine wetterschützende Papiermembran sollte das Tragwerk schließen.

Theoretisch bezieht sich die Arbeit der Japaner sehr gut auf das selbstgesetzte Ziel der Niedrigenergie und Umweltverträglichkeit und damit auf das Motto der Expo, da der Pavillon nur aus bereits verwerteten und gemieteten Materialien besteht, die nach der Expo ausnahmslos in den Kreislauf des Recyclings zurückfließen könnten. Shigeru Ban Architects haben bereits in Japan einige Einfamilienhäuser aus recyceltem Papier errichtet. Ein gekrümmtes Flächentragwerk aus diesem Material

ist jedoch weltweit einzigartig und damit prototypisch. Leider ließen die deutschen Bauvorschriften jedoch nicht zu, dass das Gebäude den strengen Vorstellungen der Umweltverträglichkeit folgen konnte. Aufgrund der Brandvorschriften mussten die Papprollen mit Kunststoff beschichtet werden und die Papiermembran ist mit einer Plastikfolie bedeckt. Ein problemloses Recycling ist daher fragwürdig.

### 16.8.5 „ZERI – Expo-Pavillon“

EXPO 2000, Hannover



Gebäudetyp	Ausstellungspavillon, EXPO 2000 Hannover
Planung	
Architekt	Simon Velez, Kolumbien
Bauherr	
Planung/Bauzeit	-2000
Bauweise	Bambuskonstruktion
Haustechnik	
Baumaterialien	4000 Stücke Guadua (Bambus), Aliso (Erlenholz) und Arboloco (Riesensonnenblume)
Energiestandard	
Kenndaten	14 Meter Firsthöhe, 40 Meter Durchmesser
Besonderheiten	Bambus bindet 40 mal mehr CO <sub>2</sub> pro Quadratmeter als Nadelhölzer und besitzt natürlichen Schutz gegen Pilz- und Insektenbefall

#### 16.8.5.1 Beschreibung

39 kolumbianische Meister und Gesellen des Zimmerhandwerks erbauten den Pavillon mit einer Firsthöhe von 14 Meter und einem Durchmesser von 40 Metern.

Simon Velez hat eine neue Bauweise bis zu ihren Extremen ausgespielt, um Bambus als ein anerkanntes, modernes Baumaterial zu etablieren und hat dabei ein zukunftsweisendes Glanzstück der Architektur geschaffen. 22 Wochen des Testens haben gezeigt, dass der Bambus-Pavillon den Anforderungen der deutschen Bauordnung entspricht. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse deutscher Wissenschaftler und Forschungsinstitute haben die Behörden dem Pavillon die Genehmigung erteilt.

(Quelle: Grow Your Own House, Simón Vélez, Vitra Design Museum)

### 16.8.6 „Siedlung Looren“

CH-8910 Affoltern a. A.



Foto: Metron

Gebäudetyp	Wohnbau, vierzig Reiheneinfamilienhäuser
Planung	
Architekt	Architekturbüro Metron
Bauherr	
Bauzeit	1997 - 1999
Bauweise	Holzbauweise, Flachdächer
Haustechnik	Erdsonden-Wärmepumpe, Sonnenkollektoren zur Warmwasseraufbereitung
Baumaterialien	Holz, Steinwolle, Zelluloseflocken,
Energiestandard	Niedrigenergiehaus
Kenndaten	
Besonderheiten	Gemeinschaftshaus

#### 16.8.6.1 Beschreibung

Siedlung mit vierzig Reiheneinfamilienhäusern und einem Gemeinschaftshaus. Die kosten-günstigen Holzhäuser werden in Großtafelementen vofabriziert und innerhalb weniger Tage auf der Baustelle aufgerichtet. Eine klare Architektursprache und die energetisch und ökologisch optimierte Bauweise garantieren auch bei einfachem Ausbaustandard einen hohen Wohnwert.

### 16.8.7 „Gewerbehaus Josias Gasser Baumaterialien AG“

Ch-7000 Chur



Foto: [www.gasser.ch](http://www.gasser.ch)

Gebäudetyp	Betriebsgebäude
Planung	
Architekt	Th. und Th. Domenig, dipl. Arch. ETH/SIA/HTL, Chur Andrea Gustav Rüedi, Arch. HTL, Baubiologe SIB, Chur
Bauherr	Josias Gasser Baumaterialien AG, Chur
Bauzeit	
Bauweise	Holzkonstruktion
Haustechnik	Kompaktsolaranlage für Brauchwasseraufbereitung, Photovoltaikanlage (45kWp), Ersatzluftanlage (90% Wärmerückgewinnungsgrad)
Baumaterialien	Holz, Beton, Zelluloseflocken, Holzfaserplatten, Schaumglas, Mineralwolle, Folienisoliertgläser
Energiestandard	Passivhaus
Kenndaten	Heizenergiebedarf: 1,4kWh/m <sup>2</sup> a
Besonderheiten	Regenwassernutzung für WC Spülung, Bewässerung und Reinigungszwecke Auszeichnung mit dem SIA Preis 1999

#### 16.8.7.1 Beschreibung

Der Niedrigstenergie-Gewerbebau mit Büroräumen und Lagerhalle im Norden der Stadt Chur ist Ersatz für eine 1959/60 erstellte Geschäftsliegenschaft der Firma Josias Gasser. Der gut gelungene, funktionell und architektonisch sauber gestaltete Neubau ist Beispiel für eine konsequente und gesamtheitlich betrachtete Umsetzung der Nachhaltigkeitspostulate, die im Leitbild der Unternehmung verankert sind. Er hat als Gewerbebau hohen Vorbildcharakter vor allem auch durch die gründlichen Abklärungen in den Phasen "Vorstudien" und "Projektierung".

Die Frage des Sanierens und Erhaltens gegenüber einem Neubau mit besserer Nutzungsqualität wurde sorgfältig abgewogen und zugunsten eines Neubaus entschieden. Das Objekt stellt darin auch einen Beitrag zu diesem wichtigen und interessanten Aspekt der Nachhaltigkeitsdiskussion dar.

Der sachgerechte Rückbau des Altbaues mit weitgehender Verwertung der Materialien, die sorgfältige Materialwahl für den Neubau, der Einsatz von Regenwassernutzung und eine gut durchdachte Nutzung des Tageslichtes sind ökologisch vorbildlich; weitgehend passiv beheizt, mit kontrollierter Lüftung und mit Solarenergieanlagen ausgerüstet, stellt der Bau energetisch eine sehr gute Lösung dar; der Heizenergiebedarf beträgt 52 MJ/m<sup>2</sup>a. Konstruktiv ist vor allem das Tragwerk in Holz-Beton-Verbund zu erwähnen.

Die ausgezeichnete Erschließung durch öffentliche Verkehrsmittel für Personen- und Materialtransporte, die von den baulichen Bedingungen her sehr guten Arbeitsplätze in einer Randregion sind beispielhaft. Bereits während der Bauphase aber auch im Betrieb werden den Mitarbeitenden und der Branche Weiterbildungsmöglichkeiten geboten. Es ist beabsichtigt, die Seminarinfrastruktur als Kommunikationszentrum auch einer weiteren Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

Insgesamt ist der Gewerbeneubau ein wegweisendes Beispiel im Sinne der Anwendung von Nachhaltigkeitswissen und kann insbesondere als Objekt in der eher konservativen Unternehmensbranche des Baumaterialhandels eine breite Ausstrahlung bekommen.

(Quelle: [http://www.gasser.ch/index\\_news.html](http://www.gasser.ch/index_news.html))

### 16.8.8 „Eco Office, Bunnik“

NL-3981 Bunnik



Gebäudetyp	Bürobau
Planung	
Architekt	ORTA Atelier, Bunnik
Bauherr	Triodos Groenfonds, Zeist
Bauzeit	1995-1996
Bauweise	Mischbauweise
Haustechnik	Aktive und passive Solarenergienutzung, Photovoltaikanlage, kontrollierte Be- und Entlüftung (70% Wärmerückgewinnungsgrad)
Baumaterialien	Beton, Holz, Zellulose, Holzfaserplatten, begrüntes Dach
Energiestandard	Niedrigenergiehaus
Kenndaten	U-Werte: Außenwand = 0,16 – 0,25W/m <sup>2</sup> K, Boden = 0,278W/m <sup>2</sup> K, Dach = 0,196W/m <sup>2</sup> K, Gläser 1,5 – 2,8W/m <sup>2</sup> K
Besonderheiten	Regenwassernutzung, innovatives Lüftungssystem, PVC freie Elektroinstallation

#### 16.8.8.1 Beschreibung

Das Bürogebäude besitzt kein Kühlungssystem, da mit den Betonböden genügend Wärmespeichermasse vorhanden ist und die Belüftung während der Nacht auch im Sommer angenehmen Temperaturen garantiert. Mit Hilfe der eingesetzten Materialien und Systeme können Wasser-, Gas- und Stromverbrauch um die Hälfte im Vergleich zu herkömmlichen Bürogebäuden gesenkt werden.

(Quelle: Sustainable Building: Frameworks for the Future: Voorbeeldprojecten, NL)

### 16.8.9 „Kleine Kernen, Appingedam“

NL-9901 Appingedam



Gebäudetyp	Einfamilienhaus
Planung	
Architekt	Artès Architects ans Advisors, Groningen
Bauherr	Privater Bauherr
Bauzeit	1997-1999
Bauweise	Mischbauweise
Haustechnik	Aktive und passive Solarenergienutzung, Photovoltaikanlage, Warmwasserspeicher
Baumaterialien	EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer) Folie, Beton, Holz, Zellulose
Energiestandard	
Kenndaten	U-Werte: Außenwand = 0,29W/m²K, Boden = 0,24W/m²K, Dach = 0,33W/m²K, Gläser 1,1W/m²K
Besonderheiten	Behindertengerechte Planung, Regenrinnen aus Holz

(Quelle: Sustainable Building: Frameworks for the Future: Voorbeeldprojecten, NL)

### 16.8.10 „Das ABK Haus“

NL-6971 Brummen



Gebäudetyp	Jugendherberge
Planung	
Architekt	Architectenbureau De Boer – De Witte BV
Bauherr	Nivon, Stichting Natuurvriendenhuizen and Camping Grounds Foundation
Bauzeit	-1996
Bauweise	Mischbauweise
Haustechnik	
Baumaterialien	EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer) Folie, Western red Cedar Holz
Energiestandard	
Kenndaten	U-Werte: Außenwand = 0,4W/m²K, Boden = 0,4W/m²K, Dach = 0,3 – 0,4W/m²K, Gläser 1,6W/m²K
Besonderheiten	Regenwassernutzung für WC Spülung

#### 16.8.10.1 Beschreibung

Renovierung unter ökologischen Gesichtspunkten und unter Mithilfe von Freiwilligen. Besonderes Augenmerk wurde auf die Materialauswahl gelegt sowie auf den sparsamen Umgang mit den Wasserressourcen.

(Quelle: Sustainable Building: Frameworks for the Future: Voorbeeldprojecten, NL)

### 16.8.11 „Van Hall Instituut“

NL-6971 Brummen



Gebäudetyp	Öffentliches Gebäude
Planung	
Architekt	Atelier PRO, Den Haag
Bauherr	Van Hall Institut, Groningen
Bauzeit	-1996
Bauweise	Mischbauweise
Haustechnik	
Baumaterialien	Heimisches Lärchen- und Buchenholz, EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer) Folie, Stahl, Beton, Glas, begrüntes Dach
Energiestandard	
Kenndaten	
Besonderheiten	Regenwassernutzung für WC Spülung, 2 Komposttoiletten

#### 16.8.11.1 Beschreibung

1992 entstand der Plan für den ökologischen Neubau des Colleges. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf das Wassermanagement gelegt. Aber auch heimische Hölzer wurden zum ersten Mal in Holland in relevanten Mengen eingesetzt (500m<sup>3</sup>).

(Quelle: Sustainable Building: Frameworks for the Future: Voorbeeldprojecten, NL)

## 16.8.12 „Rijkswaterstaat“

Niederlande;  
NL-4531 Terneuzen



Foto: [www.architectenwerk.nl](http://www.architectenwerk.nl)

Gebäudetyp	Öffentliches Gebäude
Planung	
Architekt	Pierre Bleuzé, Hiltrud Pötz, opMAAT, bureau voor duurzame architectuur, Delft
Bauherr	Rijksgebouwendienst Directie Zuidwest, Schiedam
Bauzeit	-2000
Bauweise	Holzständerkonstruktion
Haustechnik	Wärmepumpe mit Wärmerückgewinnung aus Kanal, Wand- und Fußbodenheizung, Solaranlage zur Warmwasseraufbereitung, Photovoltaikanlage
Baumaterialien	Holz, Recyceltes Tropenholz, Glas, begrüntes Dach, Beton
Energiestandard	
Kenndaten	U-Werte: Außenwand = 0,285W/m <sup>2</sup> K, Boden = 0.285W/m <sup>2</sup> K, Dach = 0,25W/m <sup>2</sup> K, Gläser = 1,1 – 1,6W/m <sup>2</sup> K
Besonderheiten	Wiederverwendung von Holz, Pflanzenkläranlage, Wiederverwendung des Abwassers für WC Spülung

### 16.8.12.1 Beschreibung

Das Gebäude besteht aus einer Holzständerkonstruktion, die im Inneren des Gebäudes sichtbar bleibt und so die Leichtigkeit der Konstruktion vermittelt.

Die Sichtfassade besteht aus wiederverwerteten Angelique-Holz (*Dicorynia guianensis*). Aus dem Tropenholz wurden nicht nur die Schindeln, sondern auch Fußböden, Stiegen, Geländer und Gehwege gemacht.

### 16.8.13 „Gemeentelijke Gezondheidsdienst (GDD) Rivierenland“

NL-4001 Tiel



Gebäudetyp	Öffentliches Gebäude
Planung	
Architekt	B. Krijger, Krijger en Wachter Architecten Buren
Bauherr	Intergemeentelijk Orgaan Rivierenland, Tiel
Bauzeit	-1999
Bauweise	Holzständerkonstruktion
Haustechnik	Wärmepumpen mit Klimadecke, Lüftungssystem
Baumaterialien	Holz, EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer) Folie, Glas, begrüntes Dach
Energiestandard	
Kenndaten	U-Werte: Außenwand = 0,285 – 0,45W/m <sup>2</sup> K, Boden = 0.24W/m <sup>2</sup> K, Dach = 0,23W/m <sup>2</sup> K, Gläser = 1,6 – 2,0W/m <sup>2</sup> K
Besonderheiten	Atrium, Innenausstattung mit Holz und Lacken auf Wasserbasis, innovatives Belüftungssystem, tageslichtabhängige energiesparende Beleuchtung

#### 16.8.13.1 Beschreibung

Das Gebäude besteht aus einer Holzständerkonstruktion. Das Atrium garantiert genügend Tageslicht für die Büros und dient zum Vorwärmen der Frischluft während der kalten Jahreszeit.

Mit dem Gesundheitszentrum konnte der Architekt beweisen, dass Holzständerbau nicht nur für Wohnbauten hervorragend geeignet ist.

(Quelle: Sustainable Building: Frameworks for the Future: Voorbeeldprojecten, NL)

**16.8.14 „De Enk“**

NL-7201 Zutphen



Gebäudetyp	Wohnbau
Planung	
Architekt	Grottenbreg Architecten, Zutphen
Bauherr	Vernieuwend Wonen Zutphen (VWZ)
Bauzeit	-1996
Bauweise	Holzständerkonstruktion
Haustechnik	Solaranlage für Heizung und Warmwasser, Wandheizung,
Baumaterialien	Holz, Zellulose, Lehmputz, Ziegel, Beton, begrüntes Dach, Leinölfarben
Energiestandard	
Kenndaten	U-Werte: Außenwand = 0,285W/m²K, Boden = 0.33W/m²K, Dach = 0,4W/m²K, Gläser = 1,8W/m²K
Besonderheiten	Regenwassernutzung für WC Spülung und Gartenbewässerung

16.8.14.1 Beschreibung

Die Wohnsiedlung besteht aus 50 Gebäuden, die zum Teil Eigentums- und zum Teil Miethäuser sind. Zwei Häuser sind speziell an die Bedürfnisse älterer Menschen angepasst. Die Bewohner wurden in den Planungsprozess miteingebunden und setzten die ökologischen Schwerpunkte wie Wandheizung, Lehmverputz und die Verwendung von Holz.

(Quelle: Sustainable Building: Frameworks for the Future: Voorbeeldprojecten, NL)

**16.8.15 „De Bongerd“**

NL-8011Zwolle



Gebäudetyp	Wohnbau
Planung	
Architekt	ORTA Atelier, Bunnik
Bauherr	Housing Association Savo; MMWZ Association, Zwolle
Bauzeit	-1997
Bauweise	Holzständerkonstruktion
Haustechnik	Solaranlage für Heizung und Warmwasser, Photovoltaikanlage,
Baumaterialien	Holz, Zellulose, Lehmputz, Ziegel, Beton, Anhydrit, Leinölfarben
Energiestandard	
Kenndaten	U-Werte: Außenwand = 0,285W/m²K, Boden = 0.285W/m²K, Dach = 0,285W/m²K, Gläser = 1,3W/m²K
Besonderheiten	Konstruktive Lösung ohne Dampfsperren und Winddichtigkeitsfolien, Regenwassernutzung für WC Spülung, Waschmaschine und Gartenbewässerung

**16.8.15.1 Beschreibung**

Die Wohnsiedlung beinhaltet neben 20 Eigentümshäusern und 16 Miethäusern auch einen Kindergarten, ein Tageszentrum und ein Bio-Lebensmittelgeschäft. Die gesamte Planung wurde von den BewohnerInnen, die im Verein MMWZ zusammengeschlossen sind, initiiert und mitgetragen und ermöglichte dadurch die Umsetzung nachhaltigen Bauens.

(Quelle: Sustainable Building: Frameworks for the Future: Voorbeeldprojecten, NL)

### 16.8.16 „Kamomilla – Ecological kindergarten construction“

Kamomilla,  
Finnland



Gebäudetyp	Kindergarten
Planung	
Architekt	PWD Architekture Division
Bauherr	Social Welfare Department
Bauzeit	Bis Herbst 2001
Bauweise	Holzkonstruktion
Haustechnik	Passive Sonnenenergienutzung, CO <sub>2</sub> Sensor kombiniertes Lüftungssystem
Baumaterialien	Holz, Zellulose
Energiestandard	
Kenndaten	U-Werte: Fenster (m. Metallrahmen) = 1,1 W/m <sup>2</sup> K, : Fenster (m. Holzrahmen) = 1,4 W/m <sup>2</sup> K
Besonderheiten	

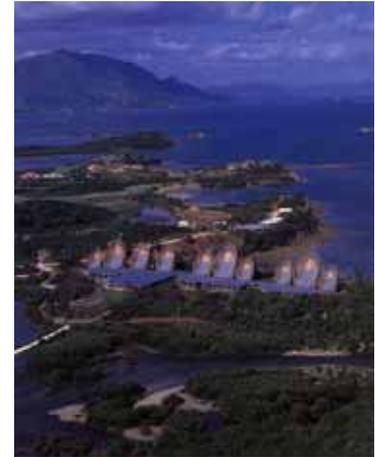
#### 16.8.16.1 Beschreibung

Dieses Gebäude wurde mit dem Gedanken eines möglichst ressourceneffizienten Bauens errichtet. Der Energieverbrauch konnte mittels Energiesparlampen und einer durchdachten Steuerungstechnik um 30% gesenkt werden (im Vergleich zum PWD Normal Level). Des weiteren werden auch wassersparende Armaturen verwendet. Durch eine möglichst geringe Gebäudeoberfläche, eine breite Dämmschicht, besser wärmedämmte Fenster und eine ideale Anpassung des Gebäudes an das Gelände wurde versucht die Wärmeverluste zu verringern.

(Quelle:[http://www.rakli.fi/ProGresS/ProGresS\\_in\\_English.pdf](http://www.rakli.fi/ProGresS/ProGresS_in_English.pdf))

### 16.8.17 „Kulturzentrum in Noumea, Neu-Kaledonien“

Noumea  
Neu-Kaledonien



Gebäudetyp	Öffentliches Gebäude
Planung	
Architekt	Renzo Piano Building Workshop, Paris/Genua
Bauherr	A.D.C.K.
Planung/Bauzeit	1991 - 1998
Bauweise	Holz–Stahl-Konstruktion
Haustechnik	
Baumaterialien	Leimschichtholz, Stahl Gussteile
Energiestandard	
Kenndaten	3.500m <sup>2</sup> verbaute Fläche
Besonderheiten	

#### 16.8.17.1 Beschreibung

Das neue Kulturzentrum soll mit seiner Architektur den kulturellen Ursprüngen der einheimischen Melanesier (Kanaken) Ausdruck verleihen und ihre Suche nach Identität unterstützen. Es liegt in einer beeindruckenden Landschaft auf einer Halbinsel, ca. zehn Kilometer von der Hauptstadt Noumea entfernt. Die eine Seite ist zum Wind und zur stürmischen See orientiert, die andere zu den ruhigen Gewässern der Lagune.

Das Bauwerk versucht eine Brücke zwischen Tradition und Modernität zu schlagen: Es assoziiert traditionelle Bauweisen und verwendet gleichzeitig neueste Technologie. Es stellt sich auf die klimatischen Gegebenheiten des Ortes ein und trägt einem wachsenden Umweltbewusstsein Rechnung.

Das Anknüpfen an die Tradition wird vor allem durch die Bauform der Hütten und ihre Gruppierung zu einzelnen Dörfern, das Material Holz sowie durch ideelle Bezüge hergestellt. Alle Räume sind entlang einer leicht gekrümmten, 230 m langen Straße angeordnet. Auf der einen Seite der Achse liegen die hoch aufragenden Hütten mit gemeinschaftlichen Räumen, auf der anderen Seite sind niedrige, transparente Räume angeordnet, mit Ausstellungsflächen und Büros. Ein 400 Personen fassender Konzertsaal ist in die Erde eingegraben.

Seinen unverwechselbaren Charakter erhält die Anlage durch die Holzschalen der Hütten. Die Ausfachungen aus Holzlamellen erinnern an die ursprüngliche Flechtart der kanakischen Häuser.

Das Tragwerk besteht aus Leimschichtholz. An den Verbindungsstellen kommen Stahlgussteile zum Einsatz. Die Schichtholzelemente sind im Abstand von 2,25 Metern mit horizontal laufenden Stahlrohren verbunden und diagonal ausgesteift. Die gesamte Schalenkonstruktion ist äußerst stabil und kann auch Wirbelstürmen mit Geschwindigkeiten bis zu 240 km/h standhalten. Der zweischalige Wandaufbau dient der natürlichen Belüftung. Der Fassadenzwischenraum zwischen der gebogenen äußeren und der vertikalen inneren Schale wirkt als Warmluftkamin und ermöglicht die Lenkung der Luftströme. Über Sensoren und Messgeräte gesteuerte Öffnungsklappen regeln die Durchströmung der Fassade und der dahinter liegenden Räume.

**16.8.18 „Riseley Home“**

Otaki,  
Neuseeland



Foto: [www.ecoprojects.co.nz](http://www.ecoprojects.co.nz)

Gebäudetyp	Wohnbau, Bürobau
Planung	
Architekt	Alexander Eden-Greig, Ecoprojects
Bauherr	
Bauzeit	-1997
Bauweise	Holzkonstruktion
Haustechnik	Passive Solarenergienutzung, Holzheizung
Baumaterialien	Holz, Schafwolle, Biofarben
Energiestandard	
Kenndaten	
Besonderheiten	Regenwassernutzung, Komposttoilette

**16.8.18.1 Beschreibung**

Das Institut für Baubiologie und Ökologie in Neuseeland hat sich zum Ziel gesetzt Neuseelands Baukultur nachhaltiger und gesünder zu gestalten. Das oben angeführte Haus ist ein Beispiel der bereits umgesetzten Projekte.

### 16.8.19 „Chesapeake Bay Foundation Headquarters“

Annapolis, MD 21403  
USA



Existing Site



Water



Woods



Working Bay

Gebäudetyp	Bürogebäude
Planung	
Architekt	Stephanie C. Hodal of SmithGroup
Bauherr	Smith Group
Bauzeit	-2000
Bauweise	Mischbauweise
Haustechnik	34% des Energiebedarfes kommen aus erneuerbaren Rohstoffen, passive Sonnenenergienutzung, Solarkollektoren für Warmwasseraufbereitung, Photovoltaiksystem, Geothermische Energie für Heizung, mechanisches Beschattungssystem
Baumaterialien	
Energiestandard	
Kenndaten	
Besonderheiten	Komposttoiletten, Regenwasserzisternen aus Holz, Regenwassernutzung als Brauchwasser Zählt zu den AIA/COTE 2001 Top Ten Green Projects, bisher einziges Projekt mit einer Platin Auszeichnung für Leadership in Environmental Engineering and Design (LEED) vom US Green Building Council.

#### 16.8.19.1 Beschreibung

Die Planung beinhaltet die „cradle to cradle“ Philosophie (vom der Wiege zur Wiege), das heißt es wird der Schwerpunkt auf die Verwendung von Materialien gelegt, die recycelt sind, recycelbar sind oder beides. Um den Schadstoffausstoß möglichst gering und die Recycelbarkeit möglichst hoch zu halten, kommen die Mehrzahl der verwendeten Materialien aus einem Umkreis von 500 km und die Oberflächenbehandlung der Bauteile wurde auf ein Minimum reduziert.

(Quelle: <http://www.eren.doe.gov/buildings/aiatopten/viewentry.cfm?JEFID=79>)