

Haus der Zukunft- Berichtsnavigator

V 1.0

8. August 2011

DI Thomas Lewis
Dr. DI Ernst Schriefl

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1 Technische Erläuterungen zum Gebrauch der Materialiensammlung	4
2 Aufbau des Dokuments	5
3 Die Projekte	5
3.1 Pr. „Utendorfgasse“	8
3.2 Pr. „FH Kufstein“	12
3.3 Pr. „Ludesch“	13
3.4 Pr. „S-House“	17
3.5 Pr. „SOL4“	24
3.6 Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“	25
3.7 Pr. „Christophorushaus“	30
3.8 Pr. „Mühlweg“	34
3.9 Pr. „Weiz“	36
3.10 Pr. „SAQ, San. Kommun. Gebäude“	44
3.11 Pr. „PH-San. denkmalgesch. Gebäude“	47
3.12 Pr. „Katalog der Modernisierung v. Objekten aus 50er und 60er Jahren“	49
3.13 Pr. „Neue Standards für alte Häuser“	50
3.14 Pr. „San. Pettenbach“	51
3.15 Pr. „Schiestlhaus“	53
3.16 Pr. „Steigerung des Bauvolumens um 500% durch stand. Sanierung“	55
3.17 Pr. „Das ökologische Passivhaus“	55
3.18 Pr. „San. Makartstraße“	57
3.19 Pr. „PH-Kindergarten Ziersdorf“	59
3.20 Pr. „Tattendorf“	59
3.21 Pr. „San. Schwanenstadt“	64
3.22 Pr. „Sanierung in Schutzzonen“	68
3.23 Pr. „Wandsysteme aus Nawaros“	69
3.24 Pr. „Biomassefeuerungen für Objekte mit niedrigem Energiebedarf“	73
3.25 Pr. „PH-Scheitholzofen“	75
3.26 Pr. „San. Tschechenring“	76
3.27 Pr. „Hochbauplaner der Zukunft“	76
3.28 Pr. „Haus Zeggele“	77
3.29 Pr. „Kooperative Sanierung“	78
3.30 Pr. „Sanierung WOP, Weinheberstraße“	79
3.31 Pr. „Begleituntersuchung Roschégasse“	82
3.32 Pr. „Einfach:wohnen“	83
3.33 Pr. „grünes LICHT“	87
4 Beratungsthemen	92
4.1 Lüftung	93

4.1.1	Werden im mehrgeschoßigen Passivhaus-Wohnbau und bei Bürogebäuden Erdreichwärmetauscher vorgesehen?	94
4.1.2	Welche Lüftungskonzepte setzen sich im mehrgeschoßigen Passivhaus-Wohnungsneubau durch?	94
4.1.3	Welche Konzepte mechanischer Lüftung in der Sanierung?	94
4.1.4	Unkonventionelle Luftführungen in der Sanierungen	95
4.1.5	Kann die Zuluftnachheizung auch nicht-elektrisch und nicht-hydraulisch erfolgen?	95
4.1.6	Welche innovativen Ansätze zur Regelung des Luftvolumenstroms wurden umgesetzt?	95
4.1.7	Welche Bandbreite für den personenspezifischen Nichtraucher-Frischlufbedarf bei der Auslegung von Lüftungssystemen im Büro-Passivhaus ist anzutreffen?	95
4.1.8	Welche Bandbreite für die Maximaltemperatur in rein frischluftbeheizten Büro-Passivhäusern ist anzutreffen?	95
4.1.9	Möglichkeiten zur Vor- bzw. Nachheizung der Zuluft	96
4.1.10	Einzelfragen zur Luftdichtheit	96
4.2	Heiztechnik	97
4.2.1	Wurden rein frischluftbeheizte Passivhäuser gebaut?	97
4.2.2	Kam in Passivhaus-Bürohäusern Solarthermie zum Einsatz?	97
4.2.3	Welche Variante für raumweise Heizflächen in Passivhäusern im mehrgeschoßigen Wohnbau ist aus wirtschaftlicher Sicht optimal?	97
4.2.4	Welche Modalitäten werden für die Abrechnung des Heiz- und Warmwasserwärmeverbrauchs bevorzugt?	97
4.2.5	Wurde Latentwärmespeicherung eingesetzt?	98
4.2.6	Wurde im Neubau auch eine rein-elektrische Warmwassererzeugung eingesetzt?	98
4.2.7	Ist die Direktwarmwasserversorgung von Geschirrspülern und Waschmaschinen im mehrgeschoßigen Wohnbau ein Thema?	98
4.2.8	Wie wird in der Sanierung mit raumluftabhängigen Feuerstätten umgegangen?	98
4.2.9	Wie sicher ist es, auf die Herstellung eines neuen Fernwärmeanschlusses bei Passivhäusern zu setzen?	98
4.2.10	Völliger Stromausfall in einem rein frischluftbeheizten Passivhaus in der Kernheizperiode: wie rasch kühlt das Objekt aus?	99
4.2.11	Auf welche operative Innentemperatur wurden die Passivhausprojekte ausgelegt?	99
4.3	Fenster	99
4.3.1	Wärmebrückenauswirkung unterschiedlicher Fenstermontagearten	99
4.3.2	Einsatz PHI-zertifizierter Fenster	99
4.3.3	Fenster und Kosten	100
4.4	Sonstige Baukonstruktionen	100

4.4.1	Welche bewußten Abweichungen von „konservativen“ Regeln des solaren Bauens wurden gemacht?	100
4.4.2	Wie erfolgte der Einsatz von PHPP sowie dynamischer Gebäudesimulation?100	
4.4.3	Vermeidung sommerlicher Überwärmung durch sorgfältige Planung im Holzbau	101
4.4.4	Welche Rolle spielte bei Passivhausprojekten die PHI-Zertifizierung?101	
4.4.5	Welche Rolle spielte bei Passivhausprojekten die klima:aktiv-Zertifizierung ?	101
4.4.6	Können Technikleitungen in der außenliegenden Wärmedämmschicht (WDVS) geführt werden?	101
4.4.7	Gibt es in der Sanierung Probleme bei der Befestigung einer vorgehängten Fassade?	102
4.4.8	Soll das Stiegenhaus in die thermische Hülle einbezogen werden oder nicht?	102
4.5	Ökologisches Bauen	102
4.5.1	Inwieweit nahmen Projekte besonders auf die ökologischen Auswirkungen der eingesetzten Baustoffe Rücksicht?	102
4.5.2	Inwieweit wurden Berechnungen und Simulationen eingesetzt? 103	
4.6	Vakuumdämmung	104
4.6.1	Wann ist es vorteilhaft, Vakuumdämmung einzusetzen?	104
4.6.2	In welchen Konstruktionsbereichen kann die Vakuumdämmung eingesetzt werden?	105
4.6.3	Was ist beim Umgang mit Vakuum-Dämmplatten besonders zu beachten?	108
4.6.4	Welche Dämmwerte sind für VIP realistischerweise anzunehmen? Welche Erfahrungen liegen zum Verlust der Dämmwirkung aufgrund des Vakuumverlusts vor? Wie lange hält das Vakuum?109	
4.6.5	Welche Firmen bieten Vakuumsysteme an? Welche Zulassungen sind erforderlich?	110
4.6.6	Welche Kosten sind mit Vakuumdämmung verbunden? Sind Kostensenkungen zu erwarten?	110
4.6.7	Ist Vakuumdämmung in einer ganzheitlichen ökologischen Bilanzierung vertretbar?	110
4.6.8	In welchen „Haus der Zukunft“-Projekten wurde Vakuumdämmung eingesetzt und die dabei gemachten Erfahrungen dokumentiert?110	
4.7	Meßtechnische Evaluierung von Passivhaus-Projekten	111
4.7.1	Im Bad in Passivhäusern in der Regel aktive Heizung vorgesehen111	
4.7.2	Wurde Thermographie eingesetzt?	111
4.8	Einsatz von Nawaros	112
4.8.1	Ist die Genehmigung eines Gebäudes in Strohballenbauweise schwieriger zu erreichen als bei einem konventionellen Gebäude? Was ist diesbezüglich zu beachten? Welche technischen Prüfzeugnisse existieren?	112
4.8.2	Wie groß ist der ökologische Gesamtvorteil der Strohballenbauweise?	113

4.8.3	Wo finde ich Best-Practice Beispiele von Gebäuden in Strohhallenbauweise?	113
4.8.4	Wo befinden sich Beispiele für Detaillösungen (Wärmebrückenfreiheit, Luftdichtheit, Anschlussdetails) von Konstruktionen im Strohhallenbau (bzw. allgemeiner von Konstruktionen mit nachwachsenden Baustoffen)?	113
4.8.5	Wie hoch ist die Gefahr von Schimmelbefall ? Wie ist das allergene Potenzial von Stroh einzuschätzen?	114
4.8.6	Wie hoch ist das Risiko von Schädlingsbefall bei einer Strohhallenbauweise, welche Vorkehrungen sind dagegen zu treffen? 115	
4.8.7	Welches Feuchteverhalten weisen Wände mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (Stroh, Hanf, Zellulose, Kork, Flachs) auf?	115
4.8.8	Welche Wärmeleitfähigkeiten haben nachwachsende Rohstoffe (Unterschied Prüfbedingungen – praktischer Einsatz)?	116
4.8.9	Wo befinden sich herstellerübergreifende Informationen zu Bauprodukten aus Nachwachsenden Rohstoffen?	117
4.8.10	Welche Bezugsquellen für Baustoffe aus NAWAROs existieren? 117	
4.8.11	Weiterführende Literatur (außer HdZ-Berichte)	117
4.8.12	Wie groß ist die Auswahl an Passivhausfenstern die im mehrgeschoßigen Wohnbau die Schallschutzanforderungen der Bauordnung erfüllen?	117
4.8.13	Kann im Holzbau eine dem Massivbau vergleichbare Luftdichtheit erreicht werden?	117

Literatur	118
------------------	------------

1 Technische Erläuterungen zum Gebrauch der Materialiensammlung

Vorliegendes Dokument erlaubt, über pdf-Hyperlinks Information zu „browsen“, die über viele pdf-Dokumente - über die HdZ-Projektberichte - verstreut ist.

Folgende Anforderungen wurden an dieses Dokument als Navigationstool gestellt:

1. Kompakte Darstellung wesentlicher Inhalte aus den HdZ-Projektberichten (pdf-Dokumente) im vorliegenden Dokument als „Informationsmoleküle“ (einzelne, nummerierte Zeileneinträge in den Tabellen - eine derartige „Projekttabelle“ pro HdZ-Projekt).
2. Möglichkeit, die jeweilige zu einem dargestellten Informationsmolekül gehörige Originalstelle des entsprechenden HdZ-Projektberichts rasch über Mausklick zu finden.
3. Möglichkeit, die Originalstelle im pdf-File auch von einer Papierversion des vorliegenden Dokuments ausgehend zu finden (seitengenaues Zitieren)

Hinweise zu den Projekttabellen (S. 8 ff)

1. Die Einträge in der linken Spalte enthalten eine Kurzbeschreibung wesentlicher Inhalte aus dem jeweiligen HdZ-Projektbericht („**Informationsmoleküle**“).
2. Alle derartigen Zeileneinträge in den Tabellen sind tabellenübergreifend durchnumeriert ⇒ eine eindeutige Nummer pro Informationsmolekül.
3. Die rechte Spalte in den Tabellen enthält **Seitenzahlen**, die auf die dem Informationsmolekül entsprechende Stelle im HdZ-Projektbericht verweisen. Jede Seitenzahl ist gleichzeitig auch als Hyperlink an diese Stelle im HdZ-Projektbericht ausgebildet. Die Seitenzahl versteht sich als auf jene Seitenzahlnumerierung bezogen, die im Ausdruck des jeweiligen Berichts - praktisch immer in der Fußzeile - angegeben ist; sie muß sich nicht unbedingt mit der physischen Seitenzahl decken (viele Berichte beginnen erst nach der Titel- und nach ggf. einigen Einleitungsseiten, Seiten zu numerieren).
4. Hyperlinks zu den HdZ-Projektberichten sind stellenweise auch im Text (linke Spalte in den Tabellen) selbst enthalten.

Wie springt man über einen Hyperlink aus vorliegendem Dokument zu einem HdZ-Projektbericht? Ctrl-Taste gedrückt halten und auf den Hyperlink mausklicken. Die gedrückte Ctrl-Taste verhindert, daß das vorliegende Quelldokument, in dem Sie klicken, beim Öffnen des Zieldokuments automatisch geschlossen wird.

Einschränkungen zur Hyperlinkfunktion Nicht bei allen HdZ-Projektberichten funktioniert der Hyperlink so, daß die auf die gewünschte Seite gesprungen wird. Manche Dokumente werden bei Mausklick zwar geöffnet; die nach der Dokumentöffnung angezeigte Seite ist aber immer die Seite 1.

2 Aufbau des Dokuments

1. **Kapitel 3**, „Die Projekte“: Vorstellung der einzelnen HdZ-Projekte in Tabellenform. Jede Projekttafel enthält die wichtigsten Punkte aus dem entsprechenden HdZ-Projektbericht.
2. **Kapitel 4**, „Beratungsthemen“: Diskussion ausgewählter Energieberatungsthemen auf der Basis der vorgestellten Projekttabellen.

Enthalten ist auch ein Glossar.

3 Die Projekte

Tabelle 1 enthält eine Übersicht über alle im vorliegenden Projekt gescreenten HdZ-Projekte.

Spalte „Dateiname (auf CD)“ Die Namensgebung der pdf-Dateien (Projektberichte) erfolgte nach Ermessen der Autoren gemäß dem Schema „*P000String*“, wobei

1. „000“ für eine fortlaufende Nummer
2. „String“ für einen möglichst das Projekt gut beschreibenden Kurztext

stehen.

Beispiel: P033PHSanLueftEFHausPettenbach.

Tab. 1: Übersicht über gescreente Projekte

Projektkurzbezeichnung in vorliegendem Dokument	Projekttitle	Dateiname (auf CD)
Pr. „PH-San. denkmalgesch. Gebäude“	Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit Passivhaustechnologien	P015PHSanDenkmalgeschuetzteGebaeude
Pr. „San. Tschechenring“	Wohnhaussanierung Tschechenring	P016SanTschechenringFelixdorf
Pr. „Weiz“	Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer - Energie - Innovations - Zentrums	P021PHBueroWeizerEnergieInnovZentrum
Pr. „San. Schwanenstadt“	Erste Passivhaus -Schulsanierung	P026PHSchulSanSchwanenstadt
Pr. „Mühlweg“	Mehrgeschossiger geförderter Wohnbau für 70 Wohneinheiten Holzmassivbauweise, Passivhausstandard Mühlweg, 1210 Wien	P027PHHolzMehrfamMuehlweg
Pr. „PH-Scheitholzofen“	Passivhaustauglicher Scheitholzofen kleiner Leistung	P029PHHeizHolzScheitholzofenKleinerLeistung
Pr. „San. Pettenbach“	Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau (Umsetzung des Passivhausstandard und -komfort in der Altbauanierung von Einfamilienhäusern am Beispiel EFH Pettenbach/OÖ)	P033PHSanLueftEFHausPettenbach
Pr. „Haus Zeggele“	Haus Zeggele in Silz	P036SanHausZeggeleSilz
Pr. „San. Makartstraße“	Erstes Mehrfamilien-Passivhaus im Altbau (Makartstraße, Linz)	P037PHSanMehrfamMakartstrasse
Pr. „SOL4“	Sol4 Büro-und Seminarzentrum Eichkogel	P040PHBueroSOL4Eichkogel
Pr. „grünes LICHT“	grünes LICHT, Sanierung eines großvolumigen Wohnbaues zum Passivhaus	P042PHSanMehrfamGruenesLicht
Pr. „Ludesch“	Neubau ökologisches Gemeindezentrum Ludesch	P044KostGemeindezentrumLudesch
Pr. „Sanierungskatalog Gebäude 50er/60er Jahre“	Katalog der Modernisierung Fassaden- und Freiflächenmodernisierung mit standardisierten Elementen bei Geschosswohnbauten der fünfziger und sechziger Jahre	P047SanMehrfamKatalogDerModernisierung

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 1: Übersicht über gescreente Projekte – Fortsetzung.

Projektkurzbezeichnung in vorliegendem Dokument	Projekttitle	Dateiname (auf CD)
Pr. „Sanierung WOP, Weinheberstraße“	WOP - Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologien, Linz, Österreich	P048PHSanMehrfamWOPSanierungLinz-MitPHTechnologien
Pr. „Utendorf-gasse“	Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau	P059PHMehrfamSozialer-WohnbauUtendorf-gasse
Pr. „Tattendorf“	Lehm - Passiv Bürohaus Tattendorf	P064PHBueroLehmHausTattendorf
Pr. „FH Kufstein“	Technischer Status von Wohnraumlüftungen	P067LueftTechnischerStatus-VonWohnraumanlagenFHKufstein
Pr. „SAQ, San. Kommun. Gebäude“	SAQ - Sanieren mit Qualität - Qualitätskriterien für die Sanierung kommunaler Gebäude	P071SAQSanierenMitQualitaet-KommunGebaeude
Pr. „Neue Standards für alte Häuser“	Neue Standards für alte Häuser, Nachhaltige Sanierungskonzepte für Einfamilienhaus-Siedlungen der Zwischen- und Nachkriegszeit	P075SanNeueStandardsFuerAlteHaeuser
Pr. „Altbausanierung mit Passivhauspraxis“	Strategien zur Marktaufbereitung für die Implementierung von Passivhauskomponenten in der Althaussanierung	P077PHSanAltbausanierungMitPHPraxis
Pr. „Einfach:wohnen“	Einfach:wohnen, Phase Errichtung	P082PHEinfachWohnenErrichtungsphase
Pr. „Kooperative Sanierung“	Kooperative Sanierung	P086SanEBMehrfamKooperativeSanierung
Pr. „Steigerung des Bauvolumens um 500% durch stand. Sanierung“	Wege zur Steigerung des Bauvolumens um 500% bei standardisierter thermischer Althaussanierung	P093SanSteigerungBauvolumen500Prozent
Pr. „Sanierung in Schutzzonen“	Energetische Sanierung in Schutzzonen	P099SanEnergetischeSanierungInSchutzzonen
Pr. „Schiestlhaus“	Alpiner Stützpunkt - Schiestlhaus am Hochschwab – Phase Errichtung	P101PHSchiestlhausErrichtung
Pr. „Christophorus-haus“	Christophorus-haus	P114PHHolzBueroChristophorusHaus
Pr. „Wandsysteme aus Nawaros“	Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen	P159WandsystemeNAWAROs

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 1: Übersicht über gescreente Projekte – Fortsetzung.

Projektkurzbezeichnung in vorliegendem Dokument	Projekttitle	Dateiname (auf CD)
Pr. „Anforderungsprofile für kleine Biomassefeuerungen“	Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf	P161HeizHolzAnforderungenAnHeizungen-BeiNiedrigemEnergiebedarf
Pr. „Das ökologische Passivhaus“	Das ökologische Passivhaus	P167PHDasoekologischePassivhaus
Pr. „S-House“	S-House Innovative Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen am Beispiel eines Büro- und Ausstellungsgebäudes	P168PHBueroSHouse
Pr. „Begleituntersuchung Roschégasse“	Begleituntersuchung Roschégasse	HdZ300RoschegasseNeuMehrgeschoss

3.1 Pr. „Utendorfgasse“

Tab. 2: Innovationen im Projekt Passivhaussiedlung Utendorfgasse.

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
1: <i>Kosten Brandschutzriegel</i> : Kosteneinfluß des Brandschutzriegels auf die Quadratmeterkosten WDVS zwischen 1,52 €/m ² und 3,04 €/m ² . (Brandschutzriegel = Mineralwolleriegel über Fenstersturz in der WDVS-Ebene)	5
2: <i>Brandschutzriegelvarianten</i> : Sechs verschiedene Varianten von Brandschutzriegeln wurden getestet. Die Brandschutzriegel unterscheiden sich v.a. im Material (Mineralwolle, PUR, zellstoffverstärktes Kalziumsilikat) und darin, ob eine EPS-Auflage verwendet wird oder nicht. Drei dieser getesteten Varianten haben den Großbrandversuch bestanden (PUR-Brandriegel mit EPS-F Abdeckung, Mineralwolle Brandriegel mit EPS-F Abdeckung, Sturzplatte aus Masterclima).	62
3: <i>Fenster</i> : Maximales, damals (Stand 2003) marktgängiges Schalldämmmaß von lediglich 38 dB	50
4: <i>Nicht-Passivhauszertifizierte Fenster</i> : Es wurde versucht, auch Fenster ohne PHI-Zertifizierung zu verwenden	67

Tabelle unseitig fortgesetzt ...

Tab. 2: **Innovationen** im Projekt Passivhaussiedlung Utendorfgasse. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
5: <i>Wärmetechnischer Vergleich unterschiedlicher Fenstermontagen: Wärmebrückenuntersuchung</i> zweier Fenster-Befestigungsvarianten (Stahlwinkel, Holzstaffel). Ergebnis: praktisch kein Unterschied in der Wärmebrückenwirkung zwischen den Varianten.	68
6: <i>Fenster im Passivhaus</i> : Bei Abweichungen vom Passivhauskriterium für Fenster Nachweis nach DIN 1946 erforderlich.	24
7: <i>Wärmedämmverbundsystem in Österreich und Deutschland</i> : Unterschiedliche Ausführungsarten des Wärmedämmverbundsystems in Österreich und in Deutschland verbieten die einfache Übertragung bestimmter deutscher Wärmedämmverbundsystem-Brandschutzvorschriften in Österreich.	60
8: <i>Veraltete Wärmebrückenkataloge</i> : Wärmebrückenkataloge zum Zeitpunkt des Projektes enthielten keine Informationen zu Wärmebrücken bei Dämmstärken > 20cm	65
9: <i>Übersicht über 12 Passiv-Holzaußenwandkonstruktionen</i> : Konstruktionen der österreichischen Cost Efficient Passive Houses as European Standards (CEPHEUS)-Projekte und weitere relevante in Österreich und Deutschland ausgeführte.	79
<i>Lüftung</i>	
10: <i>Ansaugung über Dach</i> : Frischluftansaugung sowie Platzierung der eingehausten, mit 30cm Wärmedämmung versehenen Lüftungszentrale am Dach	37
11: <i>Frostschutz für Lüftungsgerät</i> : Einsatz einer elektrischen Vorheizung der Frischluft als Frostschutz, obwohl zentraler Gaskessel vorhanden wäre, dessen Wärme man über Heißwasser oder Luft nutzen könnte	56
12: Bei der damaligen Planung waren fast keine Kenndaten für Luftauslässe bei geringen Volumenströmen verfügbar (Stand 2003).	24
13: <i>Staubverschwelungsgrenze im Lüftungsgerät</i> : Unter Bezugnahme auf Literatur als Staubverschwelungsgrenze 60°C angegeben.	24
14: <i>Thema „Bakterien im Erdwärmetauscher“</i> : Zitat einer Studie, die erhöhte Konzentrationen „ganz kleiner“ Bakterien im Erdwärmetauscher nach dem Ansaugfilter nachgewiesen hat.	19
15: <i>Kein Erdwärmetauscher</i> : Die bislang nicht eindeutig nachgewiesene hygienische Unbedenklichkeit wurde neben Platzbedarf und Kosten als Zusatzargument verwendet, keinen Erdwärmetauscher einzusetzen. Die Eisfreiheit wird durch eine elektrische Vorheizung gewährleistet.	25

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 2: **Innovationen** im Projekt Passivhaussiedlung Utendorfgasse. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
16: <i>Stiegenhaus belüftet, beheizt?</i> : Das Stiegenhaus ist zwar nicht beheizt aber in die hochgedämmte thermische Hülle sowie über das Be- und Entlüftungssystem eingebunden. Diese Ausführung ist das Ergebnis der Simulation verschiedener Varianten unterschiedlicher Dämmstärke zwischen Stiegenhaus und Haupthaus sowie an der Außenwand des Stiegenhauses	76
17: <i>Bedeutung der Luftdichtheit der Gebäudeeingangstüre</i> : 20 Pa Druckdifferenz über die Gebäudehöhe bei 5-geschoßigem Gebäude aufgrund des Temperaturgradienten.	23
18: <i>Im Bad in Passivhäusern in der Regel aktive Heizung</i> : Auch, wenn einige angeführte CEPHEUS-Gebäude lediglich per hygienisch erforderlicher Zuluft beheizt werden (Tabelle über diese Gebäude im Bericht enthalten) — im Bad war immer eine zusätzliche Wärmequelle vorgesehen.	16
19: Bezugnahme auf 80 langjährig messtechnisch betreute deutsche Wohngebäude zur Ermittlung der Akzeptanz, und der Abschätzung der realen energetischen Auswirkung des Einsatzes kontrollierter Wohnraumlüftung.	15
<i>Heiztechnik</i>	
20: <i>Passivhaus-Kriterium nur schwer in Dach- und Erdgeschoß erfüllbar</i> : In vier Wohneinheiten (2 im EG, 2 im DG) sind trotz Passivhaus-Konzept des Gebäudes (ledigliche Zuluftheizung) im Bericht in ein oder zwei Räumen Heizkörper vorgesehen. Letzlich wurde aber doch der rein frischluftbeheizte Passivhaustyp realisiert.	57
21: Fremdbeheizte Nachbarwohnungen wurden in der Planung abweichend von Norm (15°C) durchwegs mit 22°C vorausgesetzt	25
22: 2 Varianten der Heizlastberechnung im Vergleich durchgeführt: (1) nach Norm und (2) nach dynamischer Gebäudesimulation. Allerdings keine Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP)-Berechnung erwähnt.	26
23: Bezugnahme auf ein „neues Berechnungsverfahren“ für das sommerliche Verhalten von Gebäuden.	26
24: Bei der Ermittlung der Heizlast wurden interne Gewinne von 1,6 W/m² berücksichtigt, bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs 2,1 W/m ² (S. 130).	25
25: <i>Erhöhte operative Auslegungstemperatur</i> : Zugrundelegung von 22°C für die zu gewährleistende empfundene Raumtemperatur (statt 20°C Lufttemperatur laut Norm) und Grundannahme permanent beheizter Nachbarwohnungen .	24

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 2: **Innovationen** im Projekt Passivhaussiedlung Utendorfgasse. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
26: <i>Zentraler Gaskessel</i> : Kostenoptimierungsüberlegungen führten zum Konzept eines zentralen Gasbrennwertkessels mit Warmwasserspeicher mit Zirkulation im Tiefgaragengeschoß für alle drei Wohnblöcke. Diskussion der Vor- und Nachteile dieser zentralen Variante.	58
27: Temperaturniveau in einzelnen Räumen einer Wohnung von Raumnutzung abhängig (Bezugnahme auf eine entsprechende österreichische Studie).	18
28: Das Schlafzimmer wird in Europa im Mittel um 4 K kälter gehalten als die anderen Räume (Verweis auf Studie mit Meßergebnissen über mehrere europäische Länder - Belgien, Deutschland, Italien und Niederlande - hinweg).	18
<i>Kosten</i>	
29: <i>Quadratmeterspezifische Baukosten für Passivhäuser im sozialen Wohnbau</i> : Utendorfgasse: Mit 1.055,- €/m ² (exkl. Planungskosten) niedrigste quadratmeterspezifische Baukosten aller CEPHEUS-Projekte.	5
30: Angabe von Wartungskosten von Lüftungsanlagen und eines Gasbrennwertkessels in % der Anlageninvestitionskosten (übliche Bandbreite)	22
<i>Sonstiges</i>	
31: <i>Thermisches Verhalten eines Passivhauses bei Stromausfall</i> : Untersuchung des Verhaltens des Passivhauses bei Ausfall der Stromversorgung in zwei Szenarien: <i>Szenario C1</i> : Stromausfall während des gesamten Jahres, <i>Szenario C2</i> : Stromausfall im Jänner (Auskühlverhalten). Innerhalb der ersten Woche kühlt das Gebäude von 22°C auf 16°C aus. Diagramm zum Temperaturverlauf. Das Aufheizen von der „Leerlufttemperatur“ von etwa 10°C im Jänner auf Solltemperatur dauert in etwa einen halben Monat.	174
32: Kurzer Abriß der Geschichte der Passivhausentwicklung	8
33: „ <i>Passivhaus-Geschichte</i> “: Übersicht über bisherige (Stand 2003) Erfahrungen mit der Planung von Passivhäusern und auch anderen Häuserkonzepten (Niedrigenergiehaus etc.) und dem realen Heizenergieverbrauch	15

Tab. 3: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Begleituntersuchungen zum Projekt PH Utendorfsgasse“

Inhalt	Seite
34: <i>Raumtemperaturen trotz „Hardcore“-Passivhausvariante immer über Auslegungswert:</i> In den vier untersuchten Wohnungen in der Passivhauswohnanlage Utendorfsgasse (Wien) liegen die Raumtemperaturen zu keinem Zeitpunkt im Jahr ungewollt unter dem behaglichen Bereich. Probleme ergeben sich am ehesten im Sommer durch zu hohe Innenraumtemperaturen bei sehr hohen Außentemperaturen.	6
35: <i>Risiko, Klima im Sommer als schwül zu empfinden:</i> Die Werte für die relative Raumfeuchte bewegen sich zumeist zwischen 30%- und 65% und damit innerhalb der Behaglichkeitsgrenzen gemäß ISO EN 7730. Von Oktober bis April schwankt die relative Raumluftfeuchte im Bereich zwischen 30% und 40%. Probleme verursacht die höhere Luftfeuchte im Sommer in Kombination mit den teilweise zu hohen Temperaturen, da dieser Luftzustand dann als schwül empfunden werden kann.	7
36: <i>Einhalten der Passivhaus-Grenzwerte für Heizwärmebedarf und Heizlast:</i> Der klimabereinigte Heizwärmebedarf (bzw. eigentlich -verbrauch) liegt bei 12,86 kWh/m ² a (nicht klimabereinigt: 15,48 kWh/m ² a), die maximale Heizlast bei 9,64 W/m ² . Der Wärmebedarf für Warmwasser ist mit 23,37 kWh/m ² a erwartungsgemäß höher als der Heizwärmebedarf.	8
37: <i>Passivhaus-Grenzwert für Primärenergiebedarf nicht einhalten:</i> Der Grenzwert für Primärenergiebedarf (120 kWh/m ² a) wird mit 170,4 kWh/m ² a überschritten. Ausschlaggebend hierfür ist im ersten Messjahr vor allem der relativ hohe Stromverbrauch für Haushaltsgeräte, sowie der Verlustanteil von 17,8% am Gesamtwärmeeintrag von Gasbrennwertkessel und Boiler. Durch einige gezielte Maßnahmen, wie z.B. einer Änderung der Regeleinstellungen für den Gaskessel bzw. für das Verteilsystem, sowie einer Optimierungsmaßnahme beim Betrieb der Lüftungsanlagen kann hier mit einer Verbesserung für das zweite Messjahr gerechnet werden.	9
38: <i>Nachweis der Bedeutung der sommerlichen Nachtlüftung:</i> In einer Wohnung, in der während einer Hitzeperiode konsequent Querlüftung während der Nacht durchgeführt wurde, konnten die Raumtemperaturen während des Tages um 4°C niedriger gehalten werden als in den anderen vermessenen Wohnungen.	10

3.2 Pr. „FH Kufstein“

Tab. 4: **Zusatzinfos** der FH Kufstein im Projekt Technischer Status von Wohnraumlüftungen.

Inhalt	Seite
39: Liste der häufigsten Probleme bei der Konzeption von Lüftungsanlagen	8
40: Liste der häufigsten Fehler bei einzelnen Anlagenteilen von Lüftungsanlagen	8
41: Darstellung der Varianten natürlicher Lüftung	27
42: Darstellung der Varianten mechanischer Lüftung	32
43: Kurzer Überblick über generelle Einflüsse auf Raumklima und Behaglichkeit	18
44: Überblick zu Fachbegriffen zu Wohnraumlüftungen mit Wärmerückgewinnung. Gute Abgrenzung der Begriffe „Rückwärmezahl“, „Wärmerückgewinnungszahl“, „Wärmebereitstellungsgrad“, „elektrisches Wirkungsgradverhältnis“, „Leistungszahl“ und „Primärenergieeinsparung“	44
45: Betrachtungen zum Thema Lüftung und Energie („Wärmetechnische Grundlagen zur Wohnraumlüftung“). Erläuterungen der h-x-Diagramme für Sommer- und Winterfall bei einem Erdwärmetauscher	47
46: Erläuterung des Themas „ Luftdichtheit “	53
47: Erläuterung des Themas „ Erdwärmetauscher “ inkl. Qualitätsmerkmale eines Erdwärmetauschers	56
48: Erläuterung des Themas „ Luftfilter “ und „ Filterqualität “	63
49: Erläuterung des Themas „ Schalldämpfer “	66
50: Erläuterung des Themas „ Luftmengenauslegung “	67
51: Diskussion verschiedener Lüftungsstrategien	72
52: Beschreibung von Qualitätskriterien für Lüftungsanlagen	77

3.3 Pr. „Ludesch“

Tab. 5: **Innovationen** im Projekt „Neubau ökologisches Gemeindezentrum Ludesch“.

Inhalt	Seite
<i>Ökologie</i>	
53: Bewertung von Baustoffen in ökologischer Hinsicht mit dem IBO-Passivhaus-Bauteilkatalog (2004) und Ökobilanzierung mit Software (Simapro 5.0 und Ecosoft)	12
54: Erläuterung einer ökologisch-ökonomischen Abwägung zwischen Gipskarton- und Gipsfaserplatten	60
55: Einsatz des Vorarlberger „Ökoleitfadens: Bau“ aus dem Jahr 2000 als Ergänzung zum IBO-Passivhaus-Bauteilkatalog	19

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 5: **Innovationen** im Projekt „Neubau ökologisches Gemeindezentrum Ludesch“. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
56: Einsatz der regional verfügbaren Weißtanne als Außen- und Innenverkleidung inkl. Decke, als massive Holzständer (S. 73), als Fenster- (S. 73) und Türenmaterial (S. 111) sowie gebürstet, unbehandelt für Inneneinrichtungen (S. 111).	40
57: <i>Beschreibung, wie Bauökologie in der Ausschreibung berücksichtigt wurde:</i> Zugrundelegung einer „doppelten Ausschreibung“ (neben der ökologischen auch zwingend Anbot zu einer konventionellen Variante). Jedes ausführende Unternehmen mußte eine Produkt-Deklarationsliste ausfüllen, in der die Angaben der Produkte-Lieferanten/Dienstleister zusammengestellt sind (Tabelle 18).	93
58: Bei ausführenden Mitarbeitern/Handwerkern am Bau fehlte das Wissen über Sicherheitsdatenblätter, Inhaltsstoffe und Gefährdungsklassen der verwendeten Baumaterialien gänzlich (S. 134). Bei den Unternehmern selbst war das Wissen vorhanden (S. 133). → Durchführung eines Infoabends für die Arbeiter bereits nach Baustellenbeginn für nachträgliche Aufklärung.	131
<i>Solar</i>	
59: Einsatz einer transluzenten Photovoltaikanlage des Amstettner Unternehmens Ertex. Detaillierte Angaben zur Ertragsprognose .	40
<i>Lüftung</i>	
60: Verzicht auf den Einsatz eines Erdwärmetauschers aufgrund der hohen Herstellungskosten und der ökologischen Aufwände (Baggerung, Lkw).	46
61: Heizung und Kühlung des Gebäudes ausschließlich über die Frischluftzufuhr (zwei Ausnahmen: eingemietete Physiotherapie und Eingangsfoyer).	49
62: Abwägung zwischen zentraler und dezentraler Lüftungsvariante. Zum Einsatz kamen vier Lüftungsgeräte für vier Zonen, keine Einzelraumgeräte. Alle Geräte werden über einen zentralen Primärkanal frischluftversorgt.	50
63: Frischluftkonditionierung über Wärmetausch der Luft mit dem Grundwasser, mit der Sole der Solarkollektoren mit Vorlauftemperaturen auch unter 15°C, teilweise gespeichert im Latentwärmespeicher, und der Abluft aus dem zentralen Serverraum . Einsatz einer Nachheizung.	51
64: Frischluftbefeuchtungseinheit in jedem Lüftungsgerät integriert. Dazu auch eine Nachheizung , um die durch die Befeuchtung hervorgerufene Abkühlung zu kompensieren.	51
65: Lufteinblastemperatur von 22°C im Heizlastfall als ausreichend angesehen.	51
<i>Kosten</i>	

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 5: **Innovationen** im Projekt „Neubau ökologisches Gemeindezentrum Ludesch“. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
66: Prüfung der Wirtschaftlichkeit einer Kälteabsorptionsanlage (letztendlich als Variante ausgeschieden)	47
67: Angegebene Mehrkosten für ökologische Materialwahl von nur 1,9% (siehe auch S. 109).	138
68: Tabellarische Übersicht über die Mehrkosten ökologischer Maßnahmen im Vergleich zu einer Standardvariante, z. B. 10.052 € Mehrkosten durch den Latentwärmespeicher	121
<i>Heiztechnik</i>	
69: Einsatz einer Abwärme-Rückgewinnungsanlage der gewerblich notwendigen Kälteanlage für Kühlzellen und -möbel (Gastro-Betrieb mit Küche). Wärme aus Rückgewinnung deckt Grundlast der Warmwasserbereitung.	49
70: Einsatz eines Latentwärmespeichers .	49
71: <i>Realisiertes Wärmeversorgungskonzept</i> : Grundsätzlich handelt es sich um ein Passivhaus. Darüberhinaus: <i>elektrische Zuheizung</i> in den einzelnen Lüftungsgeräten, <i>Solarthermie</i> über Pufferspeicher für die Brauchwasserbereitung (Boiler), für die Frischluftvorwärmung (noch vor den Lüftungsgeräten) und Einspeisung in Pufferspeicher, aus dem die Fußbodenheizung gespeist wird. <i>Grundwasser</i> wird nur für Free Cooling genutzt (Wärmeentzug über Frischluftzufuhr → entsprechende Wärmetauscher zur Kühlung in den einzelnen Lüftungsgeräten), aber kein Einsatz einer Grundwasser-Wärmepumpe. Der Anschluß an <i>Biomassefernwärme</i> wurde vorgesehen, zum Zeitpunkt der Planung konnte aber keine sichere Zusage für die spätere Herstellung eines Anschlusses erreicht werden (S. 46).	47
72: Elektrische Untertischwarmwasserboiler für Kleinteeküchen, nachdem eine Simulation (S. 49) ergab, daß die Verluste über eine zentrale Warmwasserbereitung sehr hoch wären.	52
73: Interviews mit neun Handwerkern durchgeführt. Fragen sind angegeben.	132
74: <i>Bauökologisches Controlling</i> : Angaben, wie die Qualitätssicherung hinsichtlich der Bauökologie („ <i>Bauökologisches Controlling</i> “) erfolgte, beginnend bei der Ausschreibung bis hin zur Kontrolle der Verarbeitung der Materialien pro Gewerk auf der Baustelle: Beschreibung der Prüftätigkeit und der Vorgangsweise bei Nichteinhaltung der Vorgaben und von gewerksbezogenen Besonderheiten inkl. Fotodokumentation pro Gewerk. Angabe zur Größenordnung des Kontrollaufwands (Zeit: S. 104 , Kosten: S. 122)	95

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 5: **Innovationen** im Projekt „Neubau ökologisches Gemeindezentrum Ludesch“. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
75: Durchführung einer Raumluftmessung in einem ausgewählten Raum (Kursraum): Formaldehyd, Volatile Organic Compounds (VOC) (Styrol, Toluol und gesamt)	105
<i>Sonstiges</i>	
76: Beschreibung eines systematischen Ablaufs in der Planung zur ökologischen Bauteiloptimierung	58
77: Einsatz unangemeldeter Überprüfungen auf der Baustelle (Baustellenkontrolle), um sicherzustellen, daß — vor allem in bezug auf die Bauökologie — ausschreibungskonform gearbeitet wird. Beschreibung entsprechender Erfahrungen mit den Handwerkern.	97
78: Einsatz eines EIB-Systems und dadurch computerunterstützte Energiebuchhaltung .	53
79: Auf Basis der Projekterfahrungen wurde das Servicepaket „Nachhaltig:Bauen in der Gemeinde“ des Umweltverbandes Vorarlberg entwickelt (Abbildung). Dabei wird der gesamte Prozeß von der Vorplanung bis zur Ausführung in drei (vier) Modulen begleitet. Kosten: 7.000 - 34.000 €.	109
80: Vergleich der Rechenergebnisse für Energie- und „Primärenergiekennzahl“ des Gebäudes, berechnet einerseits mit PHPP und andererseits mit Transient Energy System Simulation Tool (TRNSYS). Aufzeigen der Grenzen des PHPP als Planungsinstrument (Berücksichtigung von Nutzungszeiten wie im Gastrobereich, von komplexer Anlagentechnik etc.) Fazit → Der PH-Nachweis wurde mit PHPP, die Planung mit TRNSYS durchgeführt.	78
81: Hervorhebung, daß Handwerker die angenehmeren Verarbeitungsbedingungen von Schafwolle verglichen mit Mineralwolle schätzten (Ergebnis aus Interviews mit Handwerkern)	134
82: An einer Stelle im Dokument dürfte statt des üblichen Begriffs „Endenergie“ im Bericht „Primärenergie“ verwendet worden sein. Hinweise: S. 79f.	79
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
83: Alle Bauteilübergänge- und Fensteranschlüsse wurden als Wärmebrücken erfaßt (und mit einem Wärmebrückenprogramm simuliert?).	55

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 5: **Innovationen** im Projekt „Neubau ökologisches Gemeindezentrum Ludesch“.
– Fortsetzung.

Inhalt	Seite
84: <i>Dämmung mit Nawaros:</i> Zellulose im Wandelement zwischen massiven Holzstehern, Schafwolle in der <i>Installationsebene</i> , bei den nicht tragenden <i>Innenwänden</i> zwischen Metallständern (S. 62), bei den <i>Zwischengeschoßdecken</i> zwischen den Trägern bzw. Schwingbügeln (S. 67) — Ausnahme: keine Schafwolle in den abgehängten Decken der Fluchtwege und öffentlichen Gänge wegen brandschutztechnischer Auflagen — Schafwolle auch in der <i>Abhängung des Daches</i> sowie als Schafwoll-Dämmzopf für die <i>Abdichtung der Baufuge beim Fenstereinbau</i> .	54
85: Einsatz von Schafwolle in den Balkonen (Zugang zu den Büros) in mehrschichtigem Aufbau, der auch Mineralwolle vorsieht sowie Steinwolle als Trittschalldämmung.	69
86: Statt des Abklebens der Stöße der innenseitigen Beplankung Einsatz einer vollflächigen , faserverstärkten Dampfbremse .	56
87: <i>Wärmebrückenvergleich massive Holzsteher gegen T-Träger:</i> Entscheidung für massive Holzsteher trotz geringfügig höherer Wärmebrückenwirkung aus Gründen der regionalen Verfügbarkeit und Bearbeitung.	54
88: Sonnenschutz: Einsatz vorgehängter, blickdurchlässiger (aus dem Innenraum nach außen) Screens mit Hinterlüftungsabstand.	82
89: Großflächigere Verglasungen nach Norden zur Tageslichtnutzung im Eingangsbereich und im Café.	82
90: Lineare Wärmebrückenkoeffizienten von $\leq 0,06$ W/mK angestrebt (nicht die klassischen 0,01 W/mK laut Definition Dr. Feist für wärmebrückenfreies Konstruieren).	53

3.4 Pr. „S-House“

Tab. 6: **Innovationen** im Projekt „S-House“.

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
91: Luftdichtes Abdichten der Fenster mit Flachs (vgl. Schafwolle im Pr. „Ludesch“, S. 17, Z. 84)	84
92: Luftdichte, hochwärmedämmende, recyclbare Glasfassade .	86
93: Passivhaustauglichkeit im Sinne der Luftdichtheit wird ohne den Einsatz einer zusätzlichen Luftdichtigkeitsfolie erreicht. Z. B. auch luftdichtes Aufsetzen des Obergeschosses, ohne Folien/Schäume aus fossilen Rohstoffen zu verwenden (Bild S. 81).	38

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 6: Innovationen im Projekt „S-House“. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
94: Integration von vier Testboxen in der Außenwand zur Untersuchung von – neben Stroh – vier weiterer Dämmmaterialien im realen Einsatz. Somit können für die gleichen Einflussparameter Aussagen über den Wärmestrom durch die Wand und die Feuchte- und Temperaturverläufe der unterschiedlichen Dämmstoffe gemacht werden.	135
95: Die Belüftungsebene zwischen der wärmedämmtechnische Gründe und zum anderen erlaubt diese Konstruktion große Dachüberstände. Dies ist sowohl für die sommerliche Beschattung als auch für den konstruktiven Holzschutz wesentlich.	71
96: Die unterlüftete Bodenkonstruktion unterstützt den Abfluß etwaiger sich unter der Bodenplatte bildender Kaltluft.	75
97: Zusammenfassung technischer Kennwerte von Strohballen (Wärmeleitfähigkeit, Diffusionswiderstand, Brennbarkeit, Dichte, spez. Wärmekapazität)	16
98: Auflistung der im S-House realisierten Innovationen (Beschreibung des Entwicklungsbedarfs, Bezugnahme auf Haus der Zukunft (HdZ)-Vorprojekte)	18
99: Strohballenbauten als Möglichkeit, rasch kostengünstigen Wohnraum zu schaffen: In den USA wurden Strohballengebäude für sozial Bedürftige entwickelt und umgesetzt. Diese können in relativ kurzer Zeit mit hohem Selbstbauanteil errichtet werden. Die Gebäude sind als lasttragende , lehmverputzte Strohballenbauten konzipiert. Ein generell sehr interessanter Ansatz, der auch eine rasche und qualitativ hochwertige Erstellung von Unterkünften in diversen Krisengebieten ermöglichen kann.	24
100: Die Schalldämmfähigkeit von Strohballen liegt über der von herkömmlichen Dämmstoffen auf mineralischer oder fossiler Basis. Dies ergaben technische Überprüfungen des eingesetzten Strohballenwandaufbaus.	27
101: Ein neuartiges Biopolymer-Befestigungselement (sog. TREEPLAST-Schraube) wurde im Zuge des Projekts „S-House“ entwickelt. Diese ermöglicht die Herstellung weitgehend wärmebrückenfreier Wandaufbauten.	32
102: Die TREEPLAST-Schraube wird im S-House für die Montage der Lattung der hinterlüfteten Holzfassade direkt in den Strohballen eingesetzt (Einschrauben in den Ballen).	63
103: Ausführung des Dachs als freistehendes Membrandach, um die Ziele Demontierbarkeit und Rezyklierbarkeit, ressourcensparende Dachkonstruktion, Entkoppelung von Witterungsschutz und Wärmedämmung, wärmebrückenfreier Aufbau der Gebäudehülle erreichen zu können.	34

Tabelle umseitig fortgesetzt . . .

Tab. 6: **Innovationen** im Projekt „S-House“. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
104: Verschiedene Varianten einer Membrandachkonstruktion wurden mit Hilfe einer Nutzwertanalyse bewertet. Die Nutzwertanalyse umfaßt ökologische, ökonomische und technische Bewertungskriterien. Die Entscheidung fiel auf die Variante „Kautschukmembran auf Holzkonstruktion“.	36
105: Das Membrandach besteht aus einer Kautschukplane mit einer Stärke von 1,3 mm, die auf einer Holzkonstruktion aufliegt. Diese bietet genügend Schutz gegen Nässe und Durchwurzelung. Die begrünte Dachoberfläche schützt die Kautschukfolie vor UV-Strahlung.	88
106: Verschiedene Konstruktionsvarianten für eine passivhaus-taugliche Strohballen-Holz-Gebäudehülle wurden von einem Expertenteam bewertet. Von sieben Varianten wurden „Tragende Wandscheibe (Kreuzlagenholz (KLH))“ und „Skelettbau“ am besten beurteilt. Entscheidung für „Tragende Wandscheibe (KLH).“	39
107: <i>Punktfundamente</i> : Innovative Lösung, die Verbrauch an Beton und anderen mineralischen Ressourcen gegenüber herkömmlichen Fundamenten um ein Vielfaches reduziert.	60
108: <i>Holzdübel für Bretterbefestigung</i> : Die Fassadenbretter (sägeraue Fichtenbretter) werden an der Längslattung mittels Leim und Holzdübeln fixiert. Damit kommt der gesamte Wandaufbau ohne metallische Verbindungselemente aus. Vgl. mit , S. 31, Z. 207.	64
109: <i>Holzdübel für Strohballenbefestigung</i> : Fixierung der Strohballen mit Holzdübeln und Hanfschnüren. Die Holzdübel werden mit lösungsmittel- und formaldehydfreiem Klebstoff in den KLH-Massivholzplatten fixiert, welche wiederum Hanfschnüre verankern.	72
110: Direktverputz der Strohballen mit Lehm. Gewinnen des Lehms direkt vor Ort. Maschinelle Aufbringung des Lehmputzes.	66
<i>Lüftung</i>	
111: Planungswert von mindestens 4°C beim Eintritt der Frischluft in den Wärmetauscher aus dem Erdwärmetauscher bei kalten Außentemperaturen	47
112: <i>Variantevergleich der Luftbeheizung</i> : Sowohl direkte Beheizung der Luft im Lüftungssystem über heißen Luftstrom (Luft-Luft-Wärmetauscher) als auch Wärmeübertragung mittels Wasser-taschen miteinander verglichen. Resultat: Variante der direkten Luftbeheizung einfacher (daher im Projekt über Speicherofen realisiert)	51
113: <i>Konzept Zumischung von Heißluft in Abluft</i> : Temperatur der im Speicherofen erhitzten Heißluft, die in den Abluftkanal gemischt wird, kann bis zu 80°C erreichen.	47

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 6: **Innovationen** im Projekt „S-House“. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
114: <i>Auslegung der Luftvolumenströme</i> : Zugrundegelegt wurden Nichtraucher und ein Luftbedarf von 25m³/h/Person (statt sonst häufig 30m ³ /Person/h). Es wurden aber viele ökologische Baustoffe verwendet (→ geringere Emissionen) Resultierende mittl. Luftwechselzahl : ca. 1,0-fach	46
115: Höhe des Luftvolumenstroms wird in Abhängigkeit von CO₂-Konzentration bzw. Luftqualitätsindikator VOC gesteuert über Drehzahlregelung des Zu- und Abluftventilators (CO ₂ -Fühler bzw. Luftqualitätsfühler (VOC) in einem Referenzraum).	47
116: Beschreibung eines Regelungskonzeptes der Lüftungsanlage für die zwei Modi a) nur Lüftung b) Lüftung und Heizung. Einzelraumregelung (Referenzraum).	47
117: <i>Planungskriterium Recycelfähigkeit der Lüftungsanlage</i> : Recycelfähigkeit aller eingesetzten Komponenten . Daraus ergab sich die Entwicklung von Luftkanälen aus Holz (Zirbenholz). Diese Holzart gibt ätherische Substanzen ab, die zum einen bakterizid wirken und zum anderen das Wohlbefinden der Nutzer erhöhen. Kabeltrassen für Elektroleitungen ebenfalls aus Holz.	129
118: Für den Wärmetauscher der kontrollierten Lüftung wird ein Wärmerückgewinnungsgrad von 90% angegeben (Tab. 3), bzw. von bis zu 97% (S. 97)	25
119: Nachtlüftung im Sommer über raumhohe (→ erhöhte Lüftungswirkung bei gleicher Wandöffnungsfläche) Fenster (jeweils an Ost- und Westwand → Querlüftung).	85
120: Bypass, um den Erdreichwärmetauscher umgehen zu können (Erdreichwärmetauscher zweisträngig (pro Strang 35m), im Sandbett verlegt, aus Polyethylen,).	45
121: Zulufttemperatur im Heizfall max. 10°C über der Raumtemperatur	46
122: Messung der Luftkeimzahlen im Stroh (Dämmmaterial der Außenwand).	147
<i>Heiztechnik</i>	
123: <i>Heizung und Kühlung ausschließlich mit Frischluft</i> : Keine Wärmeabgabeflächen (vgl. hingegen mit , S. 32, Z. 222, wo trotz Erreichen des Passivhaus-Standards bewußt Heiz- und vor allem Kühlflächen vorgesehen werden.)	95
124: Raumluftunabhängiger Stückholz-Speicherofen mit Sichtfenster auf Flamme, 2,5-5kW (Füllung ca. 5kg Holz). Beschreibung der Regelung im Zusammenspiel mit der Lüftungsanlage auf Seite 54. Verbrennungsluft des Ofens vollkommen von der Raumluft getrennt und beeinflusst das Lüftungssystem nicht.	51
125: Errechneter Jahresheizwärmebedarf von ca. 2.400 kWh/a für ein freistehendes Bürogebäude.	46

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 6: **Innovationen** im Projekt „S-House“. – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
<i>Solar</i>	
126: Solare Brauchwarmwasserbereitung mit 1500 Liter-Pufferspeicher und 10m ² Kollektorfläche	45
<i>Ökologie</i>	
127: <i>Ökologischer Vergleich „Strohballenwand ↔ konventioneller Wandaufbau“</i> : Der ökologische Fußabdruck (gemessen nach der Sustainable Process Index (SPI)-Methode) beträgt für die Strohballenwand etwa ein Zehntel dessen einer konventionellen Wand.	3
<i>Sonstiges</i>	
128: Guter Kurzfilm (ca. 15 Min.) über Planung und Errichtung des Hauses. Der Film wird zumindest bei Besuch einer Exkursion des Hauses gezeigt (Kosten: ca. 10,-€/Person). Exkursionen meist nur an ausgewählten Tagen möglich oder nach Vereinbarung bei Gruppen ab 20 Personen.	-7
129: Getrennte Verbrauchserfassung für einzelne interessante elektrische Verbraucher über entsprechende Subzähler, darunter die Lüftungsanlage .	142
130: Kabeltrassen für Elektroleitungen aus Holz . Direkt neben den ebenfalls hölzernen Luftleitungen (→ S. 20, Z. 117) geführt.	43

Tab. 7: **Begleituntersuchungen und Messungen** im Projekt „S-House“

Inhalt	Seite
131: <i>Testboxen in Außenwand</i> : Mit Hilfe von Testboxen werden im S-House bauphysikalische Parameter (Temperatur, Wärmestrom, Feuchte) für Wandaufbauten mit verschiedenen Testdämmstoffe (Flachs, Zellulose, Kork und Hanf) gemessen. Die Testboxen sind an der Nordseite des Gebäudes eingebaut, sodass die gleichen Umgebungsbedingungen herrschen, die auch für die Strohwand gelten.	16
132: <i>Bauphysikalische Integration von Stroh in die Außenwand</i> : Bei sehr feuchten Außenbedingungen kann es zu hohen Feuchtegehalten der äußeren Dämmschicht kommen. Eine damit einhergehende Durchfeuchtung des Baustoffes mindert dessen Wärmedurchlasswiderstand und beeinträchtigt die Dauerhaftigkeit des Dämmmaterials und der Konstruktion. Dem entgegen wirkt bei dem betrachteten Wandaufbau die diffusionsoffene Konstruktion, wodurch Kondensation innerhalb der Wand verhindert werden soll. Bei Stroh ist zusätzlich an der Außenwand eine Lehmschicht als außenliegender Verputz , von der noch weiter außen liegenden Holzverschalung geschützt, aufgetragen, die zum einen als Windschutz der Strohdämmschicht, bzw. als Brandschutz dient und zum anderen auf Grund der hohen Sorptionsfähigkeit von Lehm Feuchtigkeitsspitzen kompensiert.	26

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 7: **Begleituntersuchungen und Messungen** im Projekt „S-House“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
133: Während Zellulose, Kork und Flachs einen nahezu konstanten λ -Wert bei Variation der Differenz zwischen Außen- und Innentemperatur beibehalten, steigen die Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von Stroh und Hanf mit der Temperaturdifferenz an. Im Falle von Hanf hängt dies mit größeren Lufteinschlüssen in der Testbox zusammen, was höhere Konvektionsverlusten mit sich bringt. Die Regressionsanalyse zeigt auch, dass alle Dämmstoffe leicht mit der Temperaturdifferenz erhöhte Wärmeleitfähigkeitswerte aufweisen, wobei Kork die Herstellerangaben von $\lambda=0,04$ W/mK unter speziellen Bedingungen (Temperaturdifferenzen > 10 K) nahezu erfüllen kann.	29
134: <i>Kondensation an der Außenseite des Bauteil im Herbst möglich:</i> Die Feuchte der Dämmmaterialien an der Außenseite des Wandaufbaus ändert sich nahezu ohne zeitliche Verzögerung mit der Außenfeuchte, wobei eine konstante Differenz zwischen Bauteilfeuchte und Außenfeuchte über den Jahresverlauf zu erkennen ist. An kritischen, sehr feuchten Tagen im Herbst und Winter liegt die relative Feuchte an der Außenseite der Testboxen über 95% , wodurch es zu Kondensationserscheinungen kommen kann.	37
135: Die relative Feuchte an der Innenseite der Testboxen unterliegt im Jahresverlauf Schwankungen zwischen 30% und 55%. Zusammenfassend kann man festhalten, dass bei der im Bericht beschriebenen Ausführung des Wandaufbaus mit Stroh als Dämmmaterial es nur an vereinzelt Tagen zu Kondensation kommen kann und diese am wahrscheinlichsten an der Dämmstoffaußenseite auftritt.	38
136: Die Trendlinie für den absoluten Feuchtegehalt der Luft verläuft in der Strohdämmung flacher als in der Außenluft, was auf ein gewisses Austrocknungspotenzial in der Konstruktion schließen läßt. Der Feuchtegehalt der Dämmung im Boden dagegen ist offensichtlich stärkerer Befeuchtung ausgesetzt, was auch eine zeitweise höhere Durchfeuchtung verursacht.	38

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 7: **Begleituntersuchungen und Messungen** im Projekt „S-House“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
137: <i>Gemessene Wärmeleitfähigkeiten über Herstellerangaben:</i> Für die in den Testboxen eingebauten Dämmstoffe wurden Wärmeleitfähigkeiten ermittelt. Am besten schneidet Kork ab (0,05 W/mK), gefolgt von Zellulose (0,07 W/mK), Flachs (0,07 W/mK) und Stroh (0,1 W/mK). Alle in der Messung ermittelten Wärmeleitfähigkeiten liegen über den Herstellerangaben . Insbesondere der Wert für Stroh liegt deutlich über den bei dem Prüfverfahren nach ÖNORM ermittelten Wert. Es wird vermutet, dass dieser Wert für Stroh durch größere Lufteinschlüsse aufgrund zu geringer Dichte des Dämmstoffes an der Messstelle zustande kommt. Die Vermeidung von Hohlräumen (insb. bei Anschlüssen Wand-Decke, Wand-Boden) bei der Ausführung der Dämmung ist also von großer Bedeutung.	40
138: Die Temperaturen bewegen sich größtenteils innerhalb des Behaglichkeitsbereiches trotz teilweise hoher innerer Lasten (Personenanzahl).	42
139: <i>Innenraumbehaglichkeit in bezug auf Temperatur und Feuchte:</i> Temperatur und Feuchte bewegen sich innerhalb des Behaglichkeitsfeldes, allerdings ist eine Tendenz in Richtung zu warmer und zu trockener Luft erkennbar. Bei ungünstigen Außenbedingungen (niedrige Außentemperatur, niedrige rel. Luftfeuchte der Außenluft) und bei gleichzeitig hohem Luftwechsel kann es zu sehr niedrigen, relativen Raumluftfeuchten kommen. Im Falle des S- Houses sollte der Luftwechsel , vor allem bei niedrigen Außentemperaturen und kleineren Belegungszahlen niedriger gehalten werden.	44
140: Aus den Auswertungen der Messungen ist sehr deutlich zu erkennen, dass der CO ₂ - Gehalt in der Raumluft bei Erhöhung des Luftwechsels rasch abnimmt.	47
141: <i>Im Stroh beim Einbau vorhandener Schimmelpilz wurde abgebaut:</i> In dem unbehandelten Stroh, das als Dämmmaterial am S-House verwendet wurde, kam es im Zeitraum 2004 bis 2007 zu einer erheblichen Abnahme der lebensfähigen Schimmelpilze, die natürlicherweise im Stroh vorhanden sind. Es konnte im Laufe der Messungen kein Hinweis darauf gefunden werden, dass es im Innenraum des Gebäudes zu einem durch das Dämmmaterial bedingten Anstieg der Schimmelpilzsporen kommt. Aus diesem Grunde kann das verwendete Dämmmaterial aus hygienischer Sicht als unbedenklich eingestuft werden. Diese Beurteilung gilt vorbehaltlich eines eintretenden Wasserschadens, da eine Durchnässung des Dämmmaterials zu einem erneuten Anstieg der Schimmelpilze führen könnte.	73

3.5 Pr. „SOL4“

Tab. 8: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Sol4 Büro- und Seminarzentrum Eichkogel“

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
142: Die Mineralschaumplattenfassade hat sich gerade im Bereich von 30cm Dämmstärke als sehr aufwendig erwiesen.	319
143: Gebäudethermografie erstellt.	236
144: Heizenergiebilanz für ges. Baukörper mit Gewinnen und Verlusten.	14
145: Anwendung des PHPP auf ein Bürogebäude zur Bewertung und Optimierung eines Passivhauses in Bezug auf Beheizbarkeit und zu erreichende Energiekennzahl, letztendlich aber dynamische Gebäudesimulation mit TRNSYS 15.0 durchgeführt	19
<i>Lüftung</i>	
146: <i>Ökologie von Lüftungskomponenten:</i> Unter anderem bei Lüftungsrohrschalldämpfern Polyvinylchlorid (PVC)-haltige Produkte gefunden und durch problemlose getauscht. Es sollte hier ein großes Augenmerk auf sogenannte „Standardprodukte“ gelegt werden, da sich hier die Gefahr PVC-haltige zu erhalten als wesentlich höher herausgestellt hat, als bei „Nischenprodukten“, die einfach wesentlich genauer getestet werden.	319
147: <i>Sorgfältiges Chemikalienmanagement:</i> Aufwand von vier Stunden für die Überprüfung der Halogenfreiheit der vom Auftragnehmer für die Elektrikerarbeiten angegebenen Produkte.	30
148: <i>Kühlkonzept:</i> Betonkernaktivierung + Zuluft: Eine reine, freie Nachtlüftung reicht in den meisten Zonen nicht aus, um maximale Temperaturen von 26 bis 27 Grad C nicht zu überschreiten. Einsatz von Betonkernaktivierung (BKA) macht mechanische Nachtlüftung (über Lüftungsanlage → Bürohaus) verzichtbar (→ relevante Stromeinsparung). Ausnahme Atrium: Kombination Schwerkraftentlüftung mit Zu- und Abluftklappen (je 2,5m ²) und teilweise Belegung mit BKA erforderlich.	23
149: Einsatz eines Rotationswärmetauschers und zweier Gegenstromplattenwärmetauscher im gleichen (Büro)Gebäude.	15
<i>Heiztechnik</i>	
150: Betonkernaktivierung in den Decken des Gebäudes (Direct Cooling)	13
<i>Kosten</i>	
151: Übersichtstabelle zu den Investitionskosten der Haustechnik (ohne Berücksichtigung von Fördergeldern). Inkl. Photovoltaikanlage 164,- €/m ² Nettonutzfläche	25
<i>Ökologie</i>	

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 8: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Sol4 Büro-und Seminarzentrum Eichkogel“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
152: Als erstaunlich einfach umsetzbar haben sich im Bereich der Elektroverkabelung die Anforderungen PVC- und Halogenfreiheit herausgestellt.	319
153: Luftschadstoffmessung durchgeführt (vgl. GMZ Ludesch)	13
<i>Solar</i>	
154: Stromertrag aus der Photovoltaikanlage über das Kalenderjahr deckt in etwa den Heizenergiebedarf	14

3.6 Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“

Tab. 9: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Strategien zur Marktaufbereitung für die Implementierung von Passivhauskomponenten in der Althausanierung“

Inhalt	Seite
<i>Lüftung</i>	
155: Beispiel für einen Fall, in dem der Mindestluftwechsel allein mit den üblichen Zuluft- oder Abluft- Auslegungsbedingungen nicht erreicht wird.	112
156: <i>Sanierung Geschosswohnbau Hannover</i> : Semizentrales Lüftungskonzept, aber eine eigene Lüftungsanlage für große Dachgeschoßwohnung	82
157: <i>Sanierung Geschosswohnbau Hannover</i> : Beschreibung einer Sanierung mit einem n50-Wert von 7 vor der Sanierung. Z. B. neue Fußböden auf Trockenestrichplatten verlegt und mit Folien luftdicht an die Wände angeschlossen.	81
158: <i>Sanierung Geschosswohnbau Hannover</i> : Nur im Erdgeschoß sind zusätzliche statische Heizflächen vorgesehen	82
159: Vergleich verschiedener Lüftungskonzepte in der Althausanierung (basierend auf dem entsprechenden Passivhausinstitut in Darmstadt (PHI)-Band)	50
160: <i>Sanierung Jean-Paul-Platz, Nürnberg Kostenangaben zur Nachrüstung einer Lüftungsanlage</i> : Planungskosten 12% der Gesamtkosten der Lüftungsanlage. Kosten von ca. 500 € pro Wohneinheit für die abgehängte Decke im Flur. Insgesamt spezifische Kosten für die Lüftung (inkl. Planung) auf netto 44 €/m ² .	85
161: <i>Sanierung Jean-Paul-Platz, Nürnberg</i> : Einsatz dezentraler, Passivhaus-zertifizierter Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung in jeder Wohneinheit (jeweils im Abstellraum an der Außenwand angebracht) nach Abwägung von Vor- und Nachteilen verschiedener Varianten	84

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 9: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Strategien zur Marktaufbereitung für die Implementierung von Passivhauskomponenten in der Althausanierung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
162: Luftvolumenstrom von 20m ³ Luft pro Person und Stunde als ausreichend empfohlen, um den Pettenkoferwert von 1000 ppm einzuhalten. Empfehlung für die Übergangsperiode: Anhebung auf etwa 30m ³ /h je Person, um die Feuchteabfuhr zu gewährleisten.	40
163: „Splitsystem“ für Wärmerückgewinnung: Die Wärme in der Fortluft im Dach wird über ein mit Wasser/Glykolegemisch gefülltes Rohrleitungssystem in den Keller gebracht und dort der Zuluft mit einem Heizregister zugeführt.	120
164: Übersicht über Möglichkeiten der räumlichen Anordnung der Technik für Lüftungsgeräte in der Sanierung.	48
165: Angegebene Maximaltemperatur der von der Frischluft berührten Wärmetauscherflächen: 55 °C	41
166: Dachbodenausbau Krems: Beheizung der Wohnungen erfolgt mit kontrollierten Wohnraumb- und Entlüftungen mit Luft-Luft Wärmepumpen und Gegenstromwärmetauschern	102
167: Sanierung „Goldenes Kreuz“, Krems: Frischluft durch Betonrohre geführt	100
168: Sanierung „Goldenes Kreuz“, Krems: Führung der Frischluft durch ein in der Seitenfassade angeordnetes Zuluftgitter durch einen tief gelegenen Gewölbekeller. Im Winter wird dadurch die Luft vorgewärmt - im Sommer gekühlt.	100
169: Erörterung, warum in einem Sanierungsfall eine zentrale Abluftanlage die günstigste Variante war (Varianten: zentrale Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung, reine Abluftanlage, raumweise Wärmerückgewinnungsgeräte in den Außenwänden). Auflistung der Nachteile von raumweisen Zu-/Abluftgeräten mit Wärmerückgewinnung.	111
170: Sanierung Jean-Paul-Platz, Nürnberg: Tabellarischer Vergleich der Varianten „Drei Einzelraumgeräte/Wohneinheit“ versus „Ein Zentralgerät/Wohneinheit“ inkl. Wirtschaftlichkeitsvergleich . Zwei der drei Einzelraumgeräte in bewußt gehaltener Disbalance .	88
171: Sanierung Jean-Paul-Platz, Nürnberg: Übersichtstabelle mit den wesentlichen Angaben zur Berechnung auf die Energiebezugsfläche bezogener Lüftungswärmeverluste	86
172: Sanierung Jean-Paul-Platz, Nürnberg: Tabelle zu den projektierten Ab- und Zuluftvolumenströmen pro Wohneinheit der Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	86
173: Sanierung Wiener Gründerzeithaus, pos Arch - Lüftungsanlage: 4 „Regelebenen“ (Stufen). Luftmengen zwischen „Wohnraum und Zimmern“ verschiebbar .	96

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 9: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Strategien zur Marktaufbereitung für die Implementierung von Passivhauskomponenten in der Althausanierung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
174: <i>Sanierung Wiener Gründerzeithaus, pos Arch - Lüftung</i> : Die Luft wird über die Hohlräume der Spannbetondielen (neu eingesetzte Fertigteildecken) geführt und dabei zusätzlich nachgewärmt.	95
175: <i>Sanierung Schlossmuseum Linz</i> : Einsatz von „Temperierrohren“ zur thermischen Trockenlegung im Kellerbereich. Bei der Temperierung wird ganzjährig Wärme an das Mauerwerk abgeben, um den Sättigungsdampfdruck zu erhöhen und das Aufsteigen nicht drückender Erdreichfeuchte zu vermeiden.	122
176: <i>Sanierung Schloß Schönbrunn - Kaiserhöfe</i> : Vorgaben waren eine schadenspräventive Klimatisierung mit definierter Luftwechselzahl mit hohem Komfort für die Nutzer (Quelllüftung ohne Zegerscheinungen) und möglichst geringen Betriebskosten. Zusätzliche Zuluftanlagen mit Energiebrunnen sorgen mit den in Kaminen eingebauten Abluftventilatoren für einen definierten, einfachen Luftwechsel ($n = 1/h$), um in den Schauräumen möglichst träge Klimaschwankungen ohne Temperatur- und Feuchtespitzen zu erhalten. Als Erdwärmetauscher wurde ein alter Kanal aus Ziegeln mit einer Länge von rund 200m reaktiviert.	125
177: <i>Sanierung Kindergarten und Schule in Grafenschlag</i> : Sanierung der Südfassade durch vorgehängte Doppelfassade aus Wärmeschutzglas, Ansaugung der Frischluft aus diesem Bereich des Fassadenzwischenraums . Die Frischluft wird dorthin über einen Erdwärmetauscher angesaugt. Im Doppelfassaden-Zwischenraum wird im Winter eine Durchschnittstemperatur von 10°C erwartet. Alternativ wird die Frischluft aus dem Schulhof angesaugt. Aufgrund von Budgetnot wurde das erste Halbjahr ohne Beschattung im Wintergarten verlebt. Es zeigten sich extreme Temperaturen in den Klassen! Nach Nachrüstung von Beschattungen bestanden weiterhin Überhitzungsprobleme (verringert), vor allem im Mai. Da durch den Verzicht auf eine Öffenbarkeit (Kosten und Optik) der Fassade die mechanische Lüftung (10facher Luftwechsel) nur begrenzt Wirkung zeigte, wurden Regelungskomponenten zur Nachlüftung der Klassen über den Erdwärmetauscher und das Stiegenhaus nachgerüstet.	118
178: <i>Sanierung Kindergarten und Schule in Grafenschlag</i> :: Die Zuluft wird im Winter im Keller des Stiegenhauses eingebracht. Die Nacherwärmung erfolgt über die im Gang situierten Heizkörper! Die Abluft wird jeweils in den Klassen im minimalen Dachraum über Abluftkanäle mit Volumenstromregler (nur 0 und 1 Funktion) abgesaugt. Die Nachströmung aus dem Gangbereich erfolgt über schallgedämmte Überströmelemente .	120

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 9: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Strategien zur Marktaufbereitung für die Implementierung von Passivhauskomponenten in der Althausanierung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
179: <i>Sanierung Schloß Schönbrunn - Kaiserhöfe</i> : Abwärmenutzung aus Trafo, Kühlanlagen. Nutzung eines Energiebrunnens und von Solar-Kollektoren	125
180: <i>Sanierung Museum Carolino-Augusteum, Salzburg</i> : Die Zuluft wird raumweise im Bodenbereich über einen verdeckten Schlitz eingebracht. Die Abluft wird im Sturzbereich der meist historischen Türgesimse und Rahmen abgesaugt. Im historischen Bereich werden wie in der Sanierung Schlossmuseum Linz warme Wände eingesetzt. Zur Luftführung werden hauptsächlich Kamine benutzt.	127
181: <i>Sanierung Schlossmuseum Linz</i> : Aus Kostengründen und wegen der höheren Betriebssicherheit wurde auf eine Entfeuchtung der Zuluft verzichtet. Das Überschreiten der zulässigen Höchstgrenze der relativen Feuchtigkeit im Sommer wird durch das Unterbinden von Eindringen zu feuchter Luft in das Museum verhindert: Bei zu feuchter Außenluft wird die Lüftungsrate zuerst minimiert und bei weiterem Ansteigen der Feuchte abgeschaltet. Bei trockeneren Zuständen der Frischluft wird die Lüftung wieder aktiviert. Bei dennoch zu hohen Werten der relativen Feuchte kann mit konservatorischem Heizen entgegen gesteuert werden, d.h. durch leichtes Anheben der Raumtemperatur. Die Aktivierung der Abluftlüfter wird durch ein intelligentes Bussystem welches die absolute Außenluftfeuchte und die Raumluftfeuchtigkeit vergleicht, freigegeben. Entsprechend der Anzahl aktivierter Lüfter wird die Zuluft stufig geschaltet. Die Führungsgröße ist immer die aktuelle Raumfeuchte! Im Winter geschieht dies mit umgekehrten Vorzeichen und der Minimierung der Raumtemperatur. Bei trockenen Wintern werden mobile dezentrale Luftbefeuchter eingesetzt.	123
182: <i>Sanierung Schlossmuseum Linz</i> : Die Frischluft wird über einen bei den Ausgrabungen für den unterirdischen Zubau gefunden „Römischen Brunnen“ geleitet. Dieser dient zur Glättung der Außenluftzustände.	123
183: <i>Sanierung Schlossmuseum Linz</i> : Die Zuluft wird zentral in den Gängen parallel mit dem Aufzugsschacht in die jeweiligen Geschosse eingebracht. Die Führung der Abluft erfolgt dezentral über in den Fensterlaibungen installierte schallgedämmte Walzenlüfter, welche die Fortluft in den Fensterzwischenraum einbringen. Der äußere Flügel der historischen Kastenfenster wird minimal geöffnet um die Fortluft entweichen zulassen. Im Sommer kann damit gleichzeitig die an der Verschattung entstehende Wärme abgelüftet werden. Der innere Flügel wird abgedichtet.	123
184: Diskussion der Variante, Lüftungsleitungen innerhalb einer Dämmschicht auf der obersten Geschossdecke zu verlegen.	113

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 9: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Strategien zur Marktaufbereitung für die Implementierung von Passivhauskomponenten in der Althausanierung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
185: Einrechnung der Wärmeverluste der Lüftungsleitungen in den Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung des Wärmetauschers	113
186: Tabelle mit energetischer Auswirkung unterschiedlicher Verlegung der Zuluft- und Abluftleitungen	113
187: <i>Sanierung Jean-Paul-Platz, Nürnberg</i> : Als luftdichte Ebene den Außenputz vor Anbringung der Wärmedämmung gewählt. (Verweis auf Kapitel 4.6.2, dort aber nicht erwähnt. Ausführliche Beschreibung aber in PHI-Band)	23
188: Einsatz einer Prototypentwicklung des Ing.-Büro ebök. Bei der Anlage wird die neueste Generation marktverfügbarer, hocheffizienter Komponenten eingesetzt. So werden beispielsweise Lüfter mit integrierten Meß-, Steuer-, und Regeltechnik (MSR)-Funktionen und digitalen Schnittstellen eingesetzt, die eine einfache bedarfsgerechte Variation der Volumenströme bei dauerhafter Massenstrombalance (Zu/Abluft) ermöglichen.	116
189: Gesamte Lüftungszentrale im wesentlichen im Bereich einer Abseite des Dachraums eingebaut	117
190: Sanierungsbeispiel, in dem die Raumhöhen aus gestalterischen Gründen erhalten werden sollen und somit keine abgehängten Deckenbereiche für Lüftungsleitungen zur Verfügung stehen	112
191: <i>Begründung, warum Weitwurfdüsen zur Vermeidung sommerlicher Überwärmung günstig sind</i> :: Die Zuluft wird über Weitwurfdüsen von den Rauminnenseiten unter die Decke eingeblasen. Hierdurch wird insbesondere in der Betriebsart forcierte Nachtlüftung ein höherer konvektiver Wärmübergang erzielt, der den Entladevorgang verbessert. Es kann sich keine stehende erwärmte Luftschicht unter der Decke ansammeln	115
192: Lüftungsanlage zur sommerlichen Nachtkühlung für die 4fache Volumenstrommenge (4000m ³ /h) vgl. mit jener in der Heizperiode (1000m ³ /h) ausgelegt	115
<i>Heiztechnik</i>	
193: Einsatz des Latentwärmespeicherputzes der Fa. BASF in der Sanierung	106
194: Sole- Erdwärmetauscher in Arbeitsraum verlegt, der für die Perimeterdämmung im Sockelbereich ohnehin ausgehoben werden mußte	117
195: Übersicht über Haustechniksysteme nach der Sanierung inkl. Schemazeichnungen	43
196: Sanierung: Diskussion des Dachbodens als Ort der Technikzentrale (Vorteile)	110

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 9: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Strategien zur Marktaufbereitung für die Implementierung von Passivhauskomponenten in der Althausanierung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
197: Listen (theoretischer) Alternativen zum Erdwärmetauscher bei Altbauten: lokale Tiefenbohrungen, Betonkernaktivierung von Zubauten wie Garagen, Systeme zur Außenluft-Vorerwärmung ohne elektrischen Strom	11
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
198: Bepunktung mit Phase Change Material (PCM)-Platten am Dachboden	115
199: Stellungnahme der Fa. Internorm zum Thema, ob in der Sanierung für hohe Sanierungsqualität im sozialen Wohnbau immer PHI-zertifizierte Fenster zu Einsatz kommen müssen, um die Anforderung an höhere Behaglichkeit zu erfüllen.	174
200: Ausführungen zu passivhaus-geeigneten Dachflächenfenstern	38
<i>Kosten</i>	
201: <i>Individuelle Abrechnung</i> : Ein Feedback für BewohnerInnen in Form von individueller Heizkostenabrechnung und eventuell sogar Soll-Istwertvergleichen des Energieverbrauchs wird empfohlen.	134
<i>Sonstiges</i>	
202: Netzfreeschaltung für alle Schlafräume, sowie geschirmte Kabel im gesamten Aufenthaltsbereich	96

3.7 Pr. „Christophorushaus“

Tab. 10: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Christophorushaus“

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
203: <i>PHI-Zertifizierung</i> : Gebäude als „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ durch das Passivhausinstitut in Darmstadt zertifiziert.	21
204: <i>Sommerliche Überwärmung</i> : Hohes Risiko sommerlicher Überwärmung gemäß erster Simulation (Berechnungsvariante „E“) mit Spitzentemperaturen über 50°C in exponierten Zonen (Galerie 2. OG, Besprechungsräume im 1. und 2. OG, etc.) bei relativ geringem Heizwärmebedarf (ca. 30 kWh/m ² a). Berechnungsgrundlage waren der Klimadatensatz 1994 („Kühlextrem“) sowie die definierten Maxima der internen und externen Lasten.	22
205: <i>Spezielle Form der Passivhaus-Außenwände</i> : Außenwände rund (Gebäude als Zylinder ausgebildet) zwecks guter Innenraumbelichtung. Damit auch größere Raumtiefen möglich → Elementbauweisen-Fertigung gekrümmter Passivhaus-Außenwände als technische Herausforderung.	13

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 10: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Christophorushaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
206: <i>Ökologie der Baustoffe innerhalb des Holzsegments:</i> Rundstützen aus nach Festigkeit sortiertem Rundholz statt teuren und primärenergieintensiveren Brettschichtholzes	21
207: <i>Reduktion des Stahleinsatzes:</i> Stahlfreie Deckenaufleger zur Reduktion grauer Energie und andernfalls erforderlicher gewerkübergreifender Montage. Leichteres Erreichen von Wärmebrückenfreiheit.	21
208: Mit Zellulose gedämmtes Dach.	17
209: <i>Beschreibung von Optimierungsschritten in der Planung des Holzbaus - v. a. in bezug auf sommerliche Überwärmung:</i> Gezielte Einbringung von Speichermassen (ca. 100 Tonnen über Estriche, massive Innenwände und Stiegenhaus) Gezielte Reduktion des Glasflächenanteils der Atriumverglasung (Reduktion um ca. 50%) sowie Änderung der Orientierung. Gezielter Einsatz von Sonnenschutzverglasungen vs. Wärmeschutzverglasungen (Bandbreite der g-Werte zwischen 0,3 und 0,6). Optimierte Beleuchtungsstrategien (Tageslichtnutzung über Oberlichten und energiesparende Beleuchtungskörper - „Einbaudownlights“; Konstantregelung der Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz durch Lichtsensor). Berücksichtigung eines freien Nachtlüftungskonzeptes.	23
<i>Lüftung</i>	
210: <i>Luftvorwärmung/-kühlung über Erdregister:</i> Erdkollektor aus Polyethylen, DN 500, von nur 25 m Länge gekoppelt mit einer „Erdsondenaukopplung“ (Verwendung eines Tiefensondenkreises zur Vorwärmung/-kühlung der Frischluft). Eine zusätzliche Nachkühlung der Luft im Sommer ist im Normalfall nicht mehr erforderlich, da durch das Vorkühlregister die Zuluft bereits auf +22°C vorgekühlt wird (→ siehe Z. 211).	27
211: <i>Kühlleistung des Erdreichwärmetauschers im Sommerbetrieb:</i> Lufteintritt vor Luftvorwärmregister: 32°C/40% r.F., Luftaustritt nach Luftvorwärmregister: 22°C/73 %r.F.	32
212: Luftnachheizung über Heizwasser aus der Wärmepumpe (erforderliche Vorlauftemperatur von 40°C im Heizlastfall für Büroräume)	33
213: Einsatz von Rotationswärmetauschern	27
214: <i>Luftmengenregelung gemäß gemessener Luftqualität:</i> Die Anlage wurde so ausgeführt, dass die Luftmenge in den Seminarräumen entsprechend der tatsächlichen Personenbelegung verändert werden kann. Die Luftqualität wird mittels Luftqualitätsfühlern erfasst und mit Hilfe frequenz geregelter Lüftermotoren angepasst.	33

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 10: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Christophorushaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
215: Die WCs werden über über dezentrale Abluftventilatoren entlüftet. Die Zuluftnachströmung erfolgt über Türgitter in Bodennähe → keine balancierte Lüftungsanlage.	28
216: <i>Abschätzung des Lüftungswärmeverlustes über die Abluftanlage des WCs:</i> (läuft nicht über die Wärmerückgewinnung) Wird von einer tatsächlichen Laufzeit von 10 min je Stunde ausgegangen, dann ergibt sich eine umgerechnete Luftmenge von 51 m ³ /h, welche ohne Wärmerückgewinnung ins Freie geblasen wird.	34
217: Im Holzbau einen n ₅₀ -Wert von 0,4 erreicht	27
218: <i>Tiefensondendimensionierung:</i> Hervorhebung der Bedeutung der Dimensionierung der Tiefensonden, wenn direct cooling ermöglicht werden soll. Zum Einsatz kamen 8x100 m lange Duplex-Erdsonden.	25
219: Zonierung der Lüftung in Büroräume „Zone Nord“ und „Zone Süd,“ sowie in Seminarräume	33
220: Planung Lüftungssystem: maximal zulässige Raumluftgeschwindigkeit 0,2 m/s	31
221: Dämmung für Außenluft- und Fortluftkanal mit 30 mm (Mineralfasermatten) angegeben. Dämmung von Zuluft- und Abluftkanal: 10 cm. Anm. Autor: Unklar, warum Außenluftkanal nur vergleichsweise schwach gedämmt ist.	31
<i>Heiztechnik</i>	
222: <i>Aufgrund Kühlanforderungen Vorsehen von Wärmeabgabe(entzugs)flächen trotz Erreichung des PH-Heizlastkriteriums:</i> Aufgrund des erreichten Passivhausstandards beim Heizlastkriterium (spezifische Heizlast $\leq 10 \text{ W/m}^2$) wäre für die Wärmeversorgung eine reine Frischluftheizung – also der Verzicht auf Wärmeabgabeflächen im Raum – möglich gewesen. Da für den Kühlfall einerseits aus Behaglichkeitsgründen die Absenkung der Zulufttemperaturen begrenzt ist und andererseits das „direct-cooling“ auch bei Sondenvorlauftemperaturen knapp unter den maximalen Raumtemperaturen (26°C) möglich ist, wurden als Wärmesenke des Raums wasserdurchströmte Kühlflächen vorgesehen. Außerdem wird durch die Heizflächen die Behaglichkeit in den Büroräumen im Heizbetrieb angehoben. Wasserdurchströmte Kühlflächen sind je nach Zonenbelastung und konstruktiven Rahmenbedingungen als Deckenpaneele bzw. Fußbodenelemente (Aktivierung der Estrichmassen) ausgeführt. Die durchschnittliche erzielbare Kühlleistung liegt beim „direct-cooling“ in Kombination mit Kühldecken etwa bei 25 W/m² .	27

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 10: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Christophorushaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
223: <i>Kühlung durch free cooling über Erdsonden</i> : Erwartete Kühlwassertemperaturen aus den Erdsonden von 18°C (Kühlwasservorlauf) und 21°C (Kühlwasserrücklauf). Bei außerplanmäßig erhöhter Kühllast und daher Einsatz des Umkehrbetriebs der Wärmepumpe Kühlwassertemperaturen von 12°C (Vorlauf) und 18°C (Rücklauf) möglich.	32
224: <i>Kühlen und Heizen mit der Wärmepumpe</i> : Wärmepumpe ist mit einer Möglichkeit zur Prozessumkehr ausgestattet, sodaß im Sommer mit der Anlage eine Kühlwassererzeugung möglich wäre. Hierbei wird im Sommer die bei der Kühlwassererzeugung anfallende Wärme an das Erdreich übertragen. Das System ist allerdings so ausgelegt, daß der Umkehrbetrieb der Wärmepumpe nicht erforderlich wird (S. 33).	29
225: Kühlenergiebedarf zwischen 4,5 und 10 kWh/m ² /a	24
226: <i>Jahresprimärenergiebedarf</i> : 49 kWh/m ² Nutzfläche/a für Heizung, Warmwasser, Lüftung, Hilfsstrom und Kühlung (direct cooling).	9
227: Ausführliche Beschreibung aller technischen Komponenten durch die Planungsfa.	28
228: <i>Dynamische Gebäudesimulation</i> : Mehr als 20 Variationsrechnungen zur sukzessiven Optimierung hinsichtlich Behaglichkeit und Energiebedarf mittels dynamischer Gebäudesimulation (Software TRNSYS). Darstellung der Wirkungen der Einzelmaßnahmen im Optimierungsprozeß als Abfolge von Balken in einem Balkendiagramm. Jeder Balken trennt den jeweiligen Gesamtenergiebedarf in seine einzelnen Komponenten auf.	23
229: <i>Extremklimadatensätze für thermische Gebäudesimulation</i> : Anwenden zweier unterschiedlicher Extremklimadatensätze für jede einzelne Variation des Gebäudekonzepts (Wandaufbauten, Speichermassen, Luftwechsel, externe Lasten, interne Lasten, etc.) zur Absicherung der Ergebnisse der dynamischen Gebäudesimulation. 1) Extremklimadaten „Heizen“ (1996 war für den Standort das kälteste Jahr der letzten Dekade) 2) Extremklimadaten „Kühlen“ (1994 war für den Standort das heißeste Jahr der letzten Dekade).	22
230: <i>Nutzungsprofile</i> : Festlegung von Nutzungsprofilen für die Simulation bis hin zur Annahme von EDV-Nutzungszeiten (die Bandbreite der Lasten von der konventionellen „Kathodenröhren-EDV-Station“ mit ca. 230 W/Arbeitsplatz bis zur „Flachbildschirm-EDV-Station“ mit ca. 140 W/Arbeitsplatz.	22
<i>Sonstiges</i>	
231: <i>Monitoring</i> : Meßkurven zum Raumklima im bereits errichteten Passivhaus	50
<i>Solar</i>	

Tabelle umseitig fortgesetzt . . .

Tab. 10: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Christophorushaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
232: <i>Photovoltaik</i> : 9,8 kW _{peak} -Photovoltaik-Anlage davon etwa 3,6 kW _{peak} in der Fassade und etwa 6,2 kW _{peak} mit 40 Neigung	26
233: <i>Solarthermie</i> : 6m ² solarthermische Brauchwasseranlage mit elektrischer Nachheizung. Deckungsanteil: mehr als 70% der Brauchwasserwärme.	26

3.8 Pr. „Mühlweg“

Tab. 11: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wohnbau, Holz-Passivhaus“ (Mehrgeschossiger geförderter Wohnbau für 70 Wohneinheiten Holzmassivbauweise, Passivhausstandard Mühlweg, 1210 Wien).

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
234: Passivhaus-Fenster – Problem der Vereinbarkeit der Schallschutzanforderungen der Bauordnung und der wärmetechnischen Qualität marktverfügbarer Fenster: Passivhausgeeignete Fenster in Kombination mit der in Wien erforderlich hohen Schallschutzanforderung von resultierend 38 dB wurden 2005 nicht standardmäßig angeboten	28
235: Einsatz von Vakuumdämmung bei Seitenwänden des Hauseingangs- und Windfangsbereiches , um Wohnfläche zu maximieren. Ursprünglich war mehr Fläche an Vakuumdämmung geplant, aber Kostendruck zu hoch, außerdem Befürchtungen über unbemerkte, schleichende Verschlechterung des Dämmwertes durch Vakuumverlust und Unmöglichkeit zur Reparatur (keine Zugänglichkeit der Paneele). In den genannten Einsatzbereichen Austausch der Paneele leichter möglich.	28
236: Liste von Vorteilen der Element-Vorfertigung beim Holzbau	25
237: Ursprünglich geplanter Einsatz von Vakuumdämmung zur Erzielung eines niedrigen Fußbodenaufbaus , um in der vorgegebenen Bauklasse II die geplante Anzahl an Stockwerken unterbringen zu können. Angedachte Reduktion von rd. 280 mm Steinwolle auf 2 x 25 mm Vakuumdämmung + 30 mm Trittschalldämmplatte. Dann aber nicht realisiert. Angeführte Gründe: Paneele schadensanfällig in der Anlieferung, im Einbau, im Zuge der Bauführung wie auch vor allem über die Nutzungsdauer. Im Schadensfall Totalversagen des betreffenden Bauteils Anm. Autor: laut Herstellerangaben nicht zutreffend; ein Restdämmwert bleibt aufgrund der feinporösen Struktur des Materials erhalten. und außerdem nicht bauordnungsgemäß ausführbar (Schwelle innen - außen unzulässig)	27

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 11: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wohnbau, Holz-Passivhaus“ (Mehrgeschos- siger geförderter Wohnbau für 70 Wohneinheiten Holzmassivbauweise, Passivhaus- standard Mühlweg, 1210 Wien). – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
238: Wohnungsweise Erfassung des Verbrauchs von Kalt- und Warmwasser	8
239: Passivhaus-Neubau im mehrgeschößigen Wohnbau: Control- ling, Beratung und Auswertung der Projekte angedacht.	32
<i>Lüftung</i>	
240: <i>Realisierung einer raumindividuellen Temperaturregel- barkeit unabhängig von Lüftung::</i> Konzept einer „Bonsai“- Fußbodenheizung wurde wirtschaftlich verglichen mit der Variante „Bonsai“- Heizkörper . Resultat: Wirtschaftlicher Vorteil der Heizkörpervariante.	20
241: 0,2/h als im Rohbau erreichter n_{50} -Luftdichtheitswert aller 4 Häuser (Holzbau!)	25
242: Ursprüngliches Konzept sah Erdreichwärmetauscher zur Frischluftvorwärmung vor. Dann aber wegen Kostenreduktion Ent- fall dieser Variante wie im Pr. „Utendorfgasse“. Aus hygien- ischen Bedenken wäre außerdem seitens der Baubehörde eine (betriebskosten-) aufwendige Spülung und Reinigung des Kollektors in kurzen Intervallen vorgeschrieben worden. Vgl. hingegen mit Pr. „S-House“ und Pr. „Christophorushaus“, bei denen Erdreichwärmetauscher eingesetzt wurden.	3
243: Lüftungskonzept : 1 zentrales Gerät am Dach pro Haus. (→ bei 4 Häusern insgesamt 4 Geräte). Entspricht der Variante beim Pr. „Utendorfgasse“. Ursprünglich war ein dezentrales System geplant (hätte 72 Geräten bei der Variante 1 Gerät/Wohnung entsprochen). Umplanung vor allem aufgrund von Kostenreduktion.	20
244: Zusätzliche Schalldämmmaßnahmen im Bereich der Zu- luftführung.	3
<i>Heiztechnik</i>	
245: Neben Kalt- auch Direktwarmwasserversorgung von Geschirrspülern und Waschmaschinen vorgesehen	11
246: Fehlende Zusage seitens der Fernwärme Wien zur Herstel- lung eines Fernwärmeanschlusses (max. 25 kW pro Gebäude bei 4 Gebäuden) erforderte Umplanung auf Gasversorgung. Vgl. Situ- ation im Pr. „Ludesch“	18
247: Zitat: „Der Einsatz von Gasherden in den Küchen stellt eine weitere Möglichkeit zur Reduktion des Energieverbrauchs dar.“ <i>Ann.</i> Autor: <i>diskussionswürdig.</i>	11
248: Einsatz wassersparender Armaturen und Spülsysteme	8
<i>Solar</i>	

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 11: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wohnbau, Holz-Passivhaus“ (Mehrgeschossiger geförderter Wohnbau für 70 Wohneinheiten Holzmassivbauweise, Passivhausstandard Mühlweg, 1210 Wien). – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
249: Betrieb der Solaranlage über Contracting ausgelagert (angegebener Deckungsgrad 66%, Nachheizung über ein Gas-Brennwertgerät). Generell wurden im Projekt mehrere Bereiche über Contracting ausgelagert, es wurden aber nur Contractoren einbezogen, die über das österreichische Umweltzeichen für Contracting verfügen	11
250: Abdeckung des „Restwärmebedarfes“ für Heizung und Warmwasser durch Sonnenenergie. Anm. Autor: Widerspruch?	8
<i>Kosten</i>	
251: Preisangabe aus Anbot zu PH-Fenstern im großvolumigen Geschoßwohnungsbau: Fa. Gaulhofer: rd. € 460.000,- f. rd. 1.650m ² = rd. € 280,-/m ² Fensterfläche	29
252: Kostenranking für Wien für die drei Hauptbauweisen aus der Sicht des Bauherren im Zeitraum 2005 - 2008 (Abgabe Endbericht): Holz-Mischbauweise (am teuersten) → Holzriegelbauweise (10% teurer als Massivbauweise) → Massivbauweise	45
253: Abrechnung der Heizkosten erfolgt nach beheizter Fläche. Eine individuelle, verbrauchsbezogene Abrechnung ist laut Heizkostenabrechnungsgesetz nicht notwendig und wäre außerdem kostenintensiv.	11
254: Angaben zu Mehrkosten für die Einrichtung der Möglichkeit zur raumweisen Temperaturregelung über entsprechende statische Heizflächen: zwischen 10-15,- €/m ² (Bauherr BAI) einerseits und 20,-€/m ² (Schöberl & Pöll, 2007) andererseits	31
<i>Sonstiges</i>	
255: Netzfreisaltungen zur Vermeidung von Magnetfeldern im Schlafbereich	8
256: Hauptschalter beim Wohnungseingang für zusätzliche Stromeinsparungen durch Reduktion des Verbrauchs an grauer Energie. Anm. Autor: Welcher Zusammenhang?	8

3.9 Pr. „Weiz“

Tab. 12: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer- Energie- Innovations- Zentrums“

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
Tabelle umseitig fortgesetzt ...	

Tab. 12: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer- Energie- Innovations- Zentrums“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
257: <i>Zentrierung des Passivhaus-Gebäudes um überdachtes, unbeheiztes Atrium:</i> Nordseitiges, glasüberdachtes Atrium, das sich über drei Geschosse erstreckt. Atrium ist Abluftzone, Verkehrsfläche und Lichtöffnung. Minimaltemperatur von 15°C im Atrium ohne Zusatzheizung dann einhaltbar, wenn keine Nachtabsenkung durchgeführt wird.	16
258: <i>Problem Dachflächenfenster (in PH-Qualität schwer verfügbar) ↔ Passivhauskonzept:</i> Lösungsansatz: Belichtung des Atriums über Dach derart, daß eine Umlenkung des einfallenden Lichts auf die „Rückseite“ der Büros (U-förmiger Gebäudekomplex) möglich ist.	13
<i>Lüftung</i>	
259: <i>Einsatz eines Erdwärmetauschers in einem Bürohaus:</i> Detaillierte Simulation. Verlegung unter dem Kellerfundament. Simulationsergebnisse flossen in den Bericht „Passive Kühlkonzepte für Büro- und Verwaltungsgebäude mittels luft- bzw. wasserdurchströmten Erdreichwärmetauschern“ unter der Nummer 35/2002 in der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ ein. Zentrale Nacherwärmung der Zuluft nach dem Erdwärmetauscher in vier Heizkreisen.	17
260: <i>Lüftung im Sommerfall:</i> Leistungsreserve der Ventilatoren von 2 (= die stündliche Volumenleistung kann auf das Doppelte jener Volumenleistung hochgefahren werden, mit der die Anlage während der Heizperiode betrieben wird).	17
261: <i>Energetischer Effekt von Erdwärmetauscher und Wärmerückgewinnung:</i> 23kW als Reduktion der Lüftungswärmeverlustleistung aufgrund von Erdwärmetauscher und Wärmerückgewinnung bei -10°C Außentemperatur. 23kW = fast die Hälfte der Heizlast ohne Erdwärmetauscher und Wärmerückgewinnung.	17
262: <i>Maximal benötigte Zulufttemperatur:</i> 45°C → Verschmelzung ausgeschlossen.	17
263: Abschalten der Lüftungsanlage bei über 14°C Außentemperatur, hyg. Luftwechsel war ab dieser Temperatur laut Planung über Fensterlüftung sicherzustellen	18
264: <i>Regelung der Zulufttemperatur:</i> Regelung über einen Temperaturmittelwert, der in jeweils einem Referenzraum pro Zone von insgesamt drei Zonen erfaßt wird. Eine Einzelraumregelung der an die Räume herangeführten Zulufttemperatur wäre zu aufwändig geworden. Statt dessen individuelle Nachheizung der Räume → siehe Z. 271.	27

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 12: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer- Energie- Innovations- Zentrums“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
265: <i>Luftmengenauslegung</i> : Bei generellem Rauchverbot 35 m ³ /h/Person von der Behörde verlangt. Bei Raucherlaubnis 50 m ³ /h/Person. Fazit des Planers im Bericht (als Autor Beitrag eines eigenen Abschnitts im Bericht): Raucherlaubnis und rein frischluft-beheiztes Passivhaus sind unvereinbare Forderungen.	25
266: <i>Luftbefeuchtung</i> : Einbau elektrisch beheizter Dampfluftbe-feuchter , um im Bedarfsfall zu trockene Luft vermeiden zu können.	26
267: <i>Planung der Nachtlüftung</i> : Über gekippte Fenster in den Büros und Dachöffnungen im Atrium . Diese Lüftungsvariante hat sich allerdings nicht bewährt, da oft darauf vergessen wurde, die Fenster zu öffnen.	1
<i>Heiztechnik</i>	
268: <i>Ursprünglich geplantes Passivhaus-„Hardcore“-Prinzip (keine Heizflächen) nicht verwirklicht</i> : Verwaltungsbereich liegt an der Nord-Ostseite des Erdgeschosses → zu wenig Sonneneinstrahlung im Winter resultierte aus der Einzelraumbetrachtung. Überdies ist dieser Bereich nahe am Haupteingang gelegen → trotz Windfang von dort deutlicher Kaltlufteinfall befürchtet. Kaltlufteinfall in abgeschwächter Weise auch für Atrium befürchtet. Vorschlag des Planers: Fußbodenheizung für Verwaltung u. Atrium , um Be-haglichkeitsrisiko zu vermeiden. Vorschlag wurde umgesetzt. Zitat des Planers: „Zum Glück für das Projekt und die Mitarbeiter in der Administration konnten sich in diesem Fall die „Praktiker“ gegen die Vertreter der „reinen Passivhaus-Lehre“ durchsetzen, denn im Nachhinein erwies sich das Vorhandensein einer Fußbodenheizung insbesondere in den Verwaltungsräumen als absolut notwendig.“ Fußbodenheizungen auch in Sanitärräumen.	27
269: <i>Maßnahme, um spätere Nachrüstung aktiver Gebäudekühlung zu erleichtern</i> : Keine aktive Gebäudekühlung dafür aber ein „leerer“ Wärmetauscher im Luftsystem vorgesehen, um ggf. später über diesen Tauscher kühlen zu können.	26
270: <i>Starke Abweichung der Ist-Werte von den Planwerten</i> : Wärmebedarf von 45.000 kWh/a statt geplanten 24.000. Maximal-temperaturen in einzelnen Büros von 30°C statt 26°C wegen Nicht-durchführens der erforderlichen manuellen Nachtlüftung (p. 28).	1
271: Individuelle elektrische Nachheizung der einzelnen Räume.	1
<i>Sonstiges</i>	
272: <i>Gebäudesimulation</i> : Einsatz von TRNSYS	1

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 12: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer- Energie- Innovations- Zentrums“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
273: <i>Thermographie</i> : Zahlreiche interessante, weil kommentierte Thermographieaufnahmen (Wärmebrücken, Leckagen) im Anhang. Wertvoll, weil in dieser erläuternden Form selten zu finden.	87
274: <i>Sommerverhalten im Monitoring</i> : Auflistung interessanter ungelöster Fragestellungen zum Somerverhalten des Gebäudes im Juni 2002. Beispiele: zu geringe Luftmengen, unzureichende Luftverteilung über die Räume hinweg. Unklares Zusammenspiel zwischen freier und Zwangslüftung.	67
275: <i>Mietereinbindung</i> : Abbildung eines Infoblattes zur Einbindung der Mieter in Maßnahmen zur Sicherstellung ausreichender Nachtkühlung .	69
276: Ergebnisse einer gezielten Nutzerbefragung von 2003.	56
277: <i>Internationaler Vergleich</i> : Tabellarische Darstellung eines Vergleichs mit anderen vier ähnlichen deutschen Bürogebäuden in bezug auf 12 Vergleichskriterien .	60
278: <i>Pionier im österreichischen Büro-Passivhausbau</i> : Erster „Versuch in Österreich ein Bürohaus als Passivhaus“ zu errichten. Letztendlich „erstes in der Steiermark fertiggestelltes Büro-Passivhaus“. Holzhaus.	8
279: <i>Passivhaus-Besonderheiten von Bürohäusern</i> : Guter Abschnitt über die wichtigsten Unterschiede zwischen Wohnungs- und Verwaltungsbau im Passivhaus-Planungsbereich.	15
280: <i>Pioniergebäude</i> : Das W.E.I.Z. wurde, erstmals als Bürohaus dieser Größenordnung, als Holzbau errichtet. Dabei sind in allen Bauteilen und in der Wahl der Dämmmaterialien der Stand der Technik in Holzbau und industrieller Vorfertigung zur Anwendung gekommen. Insgesamt kommt eine Kombination aus leichten und massiven Elementen zum Einsatz. Aus der fehlenden Speichermasse (trotz einiger massiver Elemente wie Stiegenhaus, Estrich, Einbauten in Erschließungszone) leitet sich zudem der Bedarf nach einer automatischen Querlüftung in der Nacht ab, um in besonders heißen Perioden angenehme Innentemperaturen zu gewährleisten. Im Rahmen des Projektes werden sowohl die technischen und elektronischen Komponenten, als auch Lösungen für Fragen des Schallschutzes zwischen den Büros erprobt.	12

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 12: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer- Energie- Innovations- Zentrums“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
<p>281: Folgende Elemente sind von direktem Demonstrationscharakter bzgl. Lüftung / Heizung / Kühlung im W.E.I.Z.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sorgfältige Zonierung und Steuerung der Zu- und Abluftanlage zur Gewährleistung etwaiger unterschiedlicher Komfortbedingungen (Temperatur, Luftwechsel, unterschiedliche Wärme- oder Kühllasten); 2. Kostenminimierung durch Optimierung von Kanallängen und Integration der Haustechnik in die Vorfertigung der Bauteile; 3. Nutzung der Anlage im Sommer und im Winter und steuerungstechnische Kombination mit der Forderung nach offenbaren Fenstern. 	12
<p>282: <i>Funktion des Atriums im Lüftungsgesamtkonzept</i>: Die Kosten für die Lüftungsanlage konnten reduziert werden, da das Atrium selbst als luftführender Raum für die Abluft aus den Büros verwendet wird. Zwei Abluftansaugstutzen im Nordtrakt des Atrium erzeugen dort einen Unterdruck und führen zu einer vollständigen Querströmung von den im Oberlichtbereich der Büros platzierten Zuluftauslässen über schalldämmte Überströmöffnungen in den Trennwänden zu den Laubengängen des Atriums.</p>	16
<p>283: <i>Nutzen des Erdregisters zur aktiven Kühlung</i>: Während der Perioden mit Außentemperaturen über 27 Grad C wurde in der Simulation das Erdregister zur aktiven Kühlung mit dem für die Lüftungsanlage ausgelegten Massenstrom von 3200m³/h befahren. Bei sommerlicher Erdregisterkühlung wird die Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage durch einen Bypass umfahren.</p>	19
<p>284: <i>Benutzereingriffe versus automatisierte Regelung</i>: Schon in der Planungsphase wurde diskutiert, welche „Bevormundungen“, die für das Funktionieren des gesamten Hauses im Regelungssystem notwendig waren, in der Benützung dem Mieter zuzumuten sind und welche individuelle Regelungen trotzdem möglich sein müssen. In den meisten Fällen (... von individueller Raumtemperaturregelungen im begrenzten Ausmaß, von Unterbrechungsmöglichkeit der Jalousiensteuerung und Meldesensoren bei geöffneten Fenstern und die Rückmeldung über die Zentrale zu den jeweiligen Mieter, zentral gesteuerter Umluftbetrieb während der Nacht und am Wochenende, etc. ...) werden die Regelungen nicht als Einschränkung empfunden.</p>	22

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 12: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer- Energie- Innovations- Zentrums“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
285: <i>Nachtlüftung - tatsächliches Nutzerverhalten</i> : In der Simulation war vorgesehen, dass in den Büros über gekippte Außenfenster und geöffnete Lüftungsklappen von den Büros zum Atrium eine Nachtlüftung durchgeführt werden sollte. Auf diese Notwendigkeit, die nur manuell zu handhaben ist, wurde anfangs oft vergessen, was dazu führte, dass keine relevante Nachtabkühlung in den Büros stattfand.	22
286: Raucherproblematik (Luftwechsel): Zu Beginn der Besiedelung wurde mit den Mietern zuerst ein zweimonatiges Rauchverbot im Haus vereinbart, das danach in ein dauerndes ausgedehnt werden konnte. Dadurch ist im Winter der Betrieb auf der niedrigen Lüftungsstufe möglich. Die höhere Betriebsstufe kann im Sommer zu Kühlzwecken genutzt werden.	29
287: Außenliegende Ventilatormotoren am Lüftungsgerät zur Vermeidung von unerwünschten Wärmegewinnen im Sommerbetrieb: In einem Bürogebäude bestimmt das Verhalten im Sommer die Nutzerzufriedenheit viel stärker als die Beheizung im Winter!	30
288: <i>Aufteilung der Lüftungszonen in Raumbereiche</i> : In der Flexibilität der Büroaufteilung stößt das Passivhaus an seine Grenzen.	30
289: Luftbefeuchtung ist unumgänglich : Besondere Umstände sind die hohe Ausstattung mit Büro-Elektronik und deren Anforderungen sowie die Besonderheiten des Holzbaus.	30
290: <i>Genaue Messung und Einregulierung der Gesamtanlage</i> : Das wurde verabsäumt und musste nachträglich mit ungleich höherem Aufwand im Rahmen der Begleitforschung vollkommen neu begonnen werden.	31
291: <i>Wärmeverbrauch versus Wärmebedarf</i> : Der Wärmeverbrauch des Gebäudes liegt deutlich über den errechneten Werten, auch über den Grenzwerten für ein Passivhaus, obwohl ein Teil des Wärmebedarfs über die installierten Geräte gedeckt werden kann. Besonders hoch ist der Verbrauch im Frühjahr. Er deutet darauf hin, dass das Nutzerverhalten (Öffnen der Fenster) noch nicht an die Bedingungen des Passivhauses angepasst ist.	32
292: <i>Anstieg Stromverbrauch</i> : Der Stromverbrauch ist in zwei Jahren um 100 % gestiegen und liegt bei ca. 130 kWh pro m ² Bürofläche oder viermal so hoch wie der gesamte Wärmeverbrauch.	36

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 12: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer- Energie- Innovations- Zentrums“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
<p>293: <i>Höhere Wärmelasten durch angestiegenen Stromverbrauch</i>: Größte Problembereiche für die Übertragung des Passivhaus-Konzeptes auf Bürogebäude: - Steigender Einsatz von elektrischen Anlagen (vorrangig EDV) führt zu steigenden internen Lasten (Sommerverhalten wird entscheidend).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. In einem Gebäude mit wechselnden Mietern ist es unmöglich, die Lüftung für alle Eventualitäten zu dimensionieren und individuell einzustellen. 2. Nutzungen mit internen Lasten, die sich auch mit 50 m³/Person und Stunde und Nutzung der Nachtkühlung nicht kühlen lassen, sind in einem Passivhaus fast nicht bewältigbar. 3. Punktuell hohe Innentemperaturen durch Fremdwärme im Winter können sogar zu Komfortproblemen in anderen Bereichen führen, wenn sie in die Ermittlung einer mittleren Temperatur als Regelgröße eingehen. 4. Im Winter führen hohe interne Lasten bei gleichzeitigem Heizbetrieb zum Öffnen von Fenstern, was die Heizleistung sogar noch steigern kann. Wahrscheinlich ist das Konzept des Passivhauses nur einsetzbar, wenn klare Nutzungsvorgaben möglich sind, ohne die Wirtschaftlichkeit des Hauses zu beeinträchtigen. 	36
<p>294: <i>Temperaturmessungen</i>: Die wichtigste Erkenntnis war, dass die Raumtemperaturen sehr stark schwanken. Das bedeutet, dass Benutzung (z.B. Anwesenheit und installierte Geräte) sowie Lage (indirekt damit auch die aktive Luftverteilung) im Gebäude deutlich mehr Einfluss haben als die Gebäudehülle. Die Kurven zeigen auch, dass das Gebäude im Mittel zwar durchaus im komfortablen Bereich liegt, in einigen Räumen aber deutlich zu niedrige Temperaturen im Winter, in anderen zu hohe Temperaturen im Sommer auftreten. In einem Gebäude mit zahlenden und wechselnden Mietern ist das ein Grund für Unzufriedenheit und ist mit bewusstseinsbildenden Maßnahmen nur schwer in den Griff zu bekommen.</p>	41

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 12: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer- Energie- Innovations- Zentrums“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
295: <i>Sommerproblematik</i> : Grundsätzlich ist das Gebäude ohne Probleme auch auf über 22 Grad beheizbar, was von den MieterInnen auch ausgenutzt wird. Der Komfortanspruch ist jedenfalls deutlich höher als in der Simulation angenommen. Deutlich problematischer wird das Sommerverhalten wahrgenommen. Ohne zusätzliche Kühlung können Komfortbedingungen nicht eingehalten werden. Die geplante Nachtkühlung bedarf der aktiven Beteiligung aller MieterInnen und wurde in den beiden ersten Jahren praktisch überhaupt nicht eingesetzt . Im Jahr 2003) wurden erste Erfolge mit Bewusstseinsbildung (Informationsblätter) erzielt, die sich allerdings noch nicht quantifizieren lassen.	41
296: <i>Rahmenbedingungen für ein frei vermietbares Passiv -- Bürohaus</i> : <ol style="list-style-type: none"> 1. Übererfüllung der Anforderungen an Dämmung, Gebäudedichtheit und baulichen Sonnenschutz. 2. Wahl eines Gebäudekonzeptes, das sicherstellt, dass alle Büros vergleichbare Bedingungen vorfinden (gebäudeabhängige Heiz- und Kühllast, Länge der Luftleitungen). 3. Einschränkungen für die Mieter bezüglich spezifischer Wärmeeinträge (z.B. Laborgeräte) und extremer Belegungen. 4. Gemeinschaftliche Lösung für Raucher. 5. Einbau von Sicherheiten für Luftmengen, Kühlung und Beheizung für besondere Umstände. <p>Alle diese Forderungen sind nicht ohne Mehrkosten gegenüber herkömmlichen Bürobauten zu verwirklichen. Wahrscheinlich wird die Ausführung als über die Lüftung beheiztes und gekühltes Passivhaus nur in wenigen Fällen die sinnvollste Lösung darstellen.</p>	48
297: <i>Schwierigkeiten, Nutzerverhalten bzgl. Nachtlüftung zu beeinflussen</i> : Keine messtechnisch nachweisbare dauerhafte Verbesserung der Temperatur- und Energiebilanz im gesamten Gebäude.	49
298: Das Thema der sommerlichen Überwärmung dominiert die Akzeptanz des Gebäudes . Es wurden vor allem im Sommer, teilweise jedoch auch schon in der Übergangszeit und im Winter unerträgliche, zumindest aber unangenehme Temperaturen in fast allen Gebäudebereichen erreicht. Die Ursachen sind im Wesentlichen durch die gegenüber den ursprünglichen Planungswerten erheblich gestiegenen Wärmelasten sowie der zu knapp ausgelegte Erdreichwärmetauscher .	58

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 12: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erprobung von Passivhausstandards am Beispiel des Weizer- Energie- Innovations- Zentrums“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
299: Von den Nutzern empfundene Trockenheit der Raumluft während der Wintermonate ⇒ Einbau einer Dampf-Hochdruck-Befeuchtungsanlage. Hauptproblem dieser Art der Befeuchtung: Kondenswasserbildung in den Zuluftkanälen im Bereich des Lüftungsraumes.	58
300: <i>Ableitung von Empfehlungen für energetisch optimierte Bürobauten:</i> 1. Konzentration auf die Optimierung des Sommerbetriebes 2. Hinterfragen des Passivhaus-Konzeptes 3. Qualitätssicherung in Planung und Ausführung 4. Optimierung der Kosten-Nutzen Relation	74
301: <i>Betonung des Kostendrucks - Fazit aus Sicht der Autoren:</i> Nachdem im W.E.I.Z. die Verwirklichung eines konsequenten Passivhaus versucht, diese aber durch knappe Mittel in vielen Facetten infrage gestellt wurde, sollte diesmal die Strategie geändert werden. Statt der Definition energetischer Zielwerte sollten ein Budget sowie Nutzungs- und Komfortziele festgelegt und die maximale energetische Effizienz gefordert werden, ohne das Ergebnis bereits vorweg zu nehmen .	75

3.10 Pr. „SAQ, San. Kommun. Gebäude“

Tabelle mit Qualitätskriterien pro Gebäudeart, S. 30.

Tab. 13: **Hervorzuhebendes** im Projekt „SAQ – Sanieren mit Qualität Qualitätskriterien für die Sanierung kommunaler Gebäude“

Inhalt	Seite
302: <i>Versuch, eine ökologische Sanierung in Salzburg zu bewirken:</i> Acht kommunale Objekte unterschiedlicher Nutzung umfassend bestandserhoben und nach einer zuvor ausgearbeiteten Methode einheitlich bauökologisch bewertet. Bewertung verschiedener Sanierungsvarianten nach gleicher Methode sowie gemäß einfachem Kosten-/ Nutzenvergleich. Zusammenfassung der Bewertungskriterien auf S. 30.	10
303: <i>EXCEL-Tool:</i> Entwicklung eines eigenen EDV-Tools (EXCEL) zur Darstellung der Bewertungsergebnisse.	33
	19

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 13: **Hervorzuhebendes** im Projekt „SAQ – Sanieren mit Qualität Qualitätskriterien für die Sanierung kommunaler Gebäude“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
305: Übersichtstabelle über ausgewählte Objekte und Sanierungsschwerpunkte	21
306: <i>Kosten der Sanierung</i> : Für jede Sanierungsvariante wurde auch eine Kostenbewertung durchgeführt.	29
307: <i>Arbeitshypothese</i> : Sanierung bestehender Bausubstanz ist aus ökologischen Gründen einem Neubau vorzuziehen.	15
308: Präsentation der Ergebnisse in den einzelnen Gemeinden, Rückmeldungen in Sanierungskonzepte mit eingearbeitet.	16
309: <i>Umfassende Erhebung zum kommunalen Gebäudesanierungsbedarf</i> : Erhebung des Sanierungsbedarfs in allen 119 Salzburger Gemeinden über Erhebung des Sanierungspotenzials der nächsten 2 Jahre. Längerer Untersuchungszeitraum als nicht sinnvoll erachtet, da der Sanierungsbedarf zu stark vom - volatilen - Fördersystem abhängt.	17
310: Nach Möglichkeit sollten auch historische Energiekosten- bzw. Energieverbrauchsdaten von Objekten erhoben werden. Stellte sich als nicht zielführend heraus, da vielfach diese Daten offensichtlich nicht aufbereitet vorlagen bzw. nicht wirklich bekannt waren.	17
311: Angaben zu geplanten Sanierungen in der schriftlichen Erhebung wurden mit bereits zugesicherten Förderungen bzw. den bereits bekannten Förderungsanmeldungen verglichen (Kooperation mit der Landesbehörde) und nach verschiedenen Gebäudekategorien sowie den soweit geplanten Sanierungsmaßnahmen klassifiziert.	17
312: <i>Häufig unbekanntes Baualter von Schulen</i> : Zu vielen Schulen keine Angaben zum Baualter in den Fragebögen. Vermutung, dass ein Großteil dieser Gebäude aus den 60- er bis 70- Jahren stammt, da es in dieser Zeitperiode eine Bauwelle bei Schulneubauten gab. Daher gibt es derzeit in dieser Kategorie einen hohen Sanierungsbedarf in den nächsten Jahren (innerhalb der nächsten zwei Jahren werden für Schulsanierungen im Bundesland Salzburg ca. 20 Mio. Investitionsvolumen erwartet). Ein Thema bei Schulsanierungen könnte sein, dass die Schulgebäude auf einen zeitgemäßen Standard bezüglich des Raumprogramms gebracht werden.	19
313: <i>Nicht-energetischer Sanierungsgrund für Schulen „kleinere Klassen“</i> : „Während früher Klassen, entsprechend den damals üblichen Schülerzahlen, pro Klasse von etwa 30 – 35 Schülern dimensioniert wurden, sind heute einerseits kleinere Schülerzahlen pro Klasse üblich, andererseits ergibt sich aufgrund des zunehmenden Unterrichts in Kleingruppen o.ä. ein Bedarf nach mehr, dafür aber durchaus kleineren Räumen.“	19

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 13: **Hervorzuhebendes** im Projekt „SAQ – Sanieren mit Qualität Qualitätskriterien für die Sanierung kommunaler Gebäude“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
314: <i>Schwerpunkte Schulsanierung</i> : Ein großer Sanierungsbedarf liegt bei Gebäuden aus den 60er und 70-er Jahren. Auffallend war die große Anzahl an Nennungen im Fragebogen im Bereich „Turnhallen“.	19
315: <i>Sanierungsgrund für Seniorenheime</i> : Durch die zunehmende Funktion als Pflegeheim (anstatt eines reinen Seniorenwohnheims) ergeben sich neue Anforderungen an die Innengestaltung (z.B. Mindestbreite für Bettentransport). Vielfach ist eine Sanierung auf den Stand heutiger Anforderungen schwer möglich, da tragende Mauern als Gangbegrenzungen etc. eine entsprechende Sanierung erheblich erschweren. Daher wird anstatt einer Sanierung vielfach ein Neubau realisiert.	19
316: <i>Vorschlag zur einfachen Beurteilung des Wärmebereitstellungssystems in der Sanierung</i> : Nach „Panzhauser“ erfolgt die Beurteilung anhand des Jahresnutzungsgrades nach ÖNORM H5056 mit einer Punktebewertung zwischen -5 und +7. Stellte sich allerdings als nicht sehr praxistauglich dar, weil Jahresnutzungsgrade bei bestehenden Heizsystemen nur mit großem Aufwand ermittelbar sind. Überschlägige Ermittlungsmethoden sind zwar prinzipiell möglich aber für im Projekt gewünschte Bewertungsgenauigkeit ungeeignet. Vorschlag zu einem alleinigen Kriterium „Energieträger“: *) Fernwärme *) Heizzentrale *) Wärmepumpe *) Biomasse *) Abwärme	24
317: Bezugnahme auf das Bewertungsschema aus „Altbaumodernisierung – der praktische Leitfaden, Johannes Fechner (Hrsg.), 2002“. Verbesserungsvorschläge sind angeführt.	24
318: <i>Bezugnahme auf LEK- Wert</i> : Zielvorgabe LEK- Wert von max. 22 erreichbar (ausgenommen sind unter Umständen jene Gebäude, die dem Denkmalschutz unterliegen), wird aber als nicht besonders ambitiös erachtet.	23
319: Bewertung anhand der OI3 lc –Bewertungskennzahl konnte wegen noch fehlender Baustoff- Kennwerte noch nicht durchgeführt werden.	27
320: <i>Eingeschränkte Verallgemeinerbarkeit des Bewertungssystems</i> : Nicht für jedes zu sanierende Objekt waren gleichermaßen alle Bewertungskriterien anwendbar bzw. für eine Sanierungsentscheidung relevant. Z. B. , wenn die Standortfrage definitiv außer Diskussion steht.	29
321: <i>Pflicht- und Zusatzkriterien</i> : Rückmeldungen führten zu einer Unterscheidung der Bewertungskriterien in „Pflichtkriterien“, die unabhängig vom Objekttyp angewendet werden, und darüber hinausgehende Zusatzkriterien, die angewendet werden können.	29

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 13: **Hervorzuhebendes** im Projekt „SAQ – Sanieren mit Qualität Qualitätskriterien für die Sanierung kommunaler Gebäude“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
322: <i>Abhängigkeit der Bewertung von der Gebäudenutzung:</i> Gebäudebezogene Qualitätskriterien wurden immer betrachtet, da im Zuge der Sanierung prinzipiell verbesserbar. Gebäudetypenabhängige Nutzungsprofile beeinflussen aber Qualitätsanforderungen. Z. B. wirkt sich bei einer zeitweise genutzten Lüftungsanlage ein höherer spezifischer Strombedarf weniger aus als bei einem permanent genutzten Gebäude mit permanent betriebener Anlage.	29

3.11 Pr. „PH-San. denkmalgesch. Gebäude“

Thermische und hygrische Simulationen mit TRNSYS an einem Althaus mit 60cm Natursteinmauerwerk. Schwerpunkt: Beurteilung des Feuchteverhaltens in bezug auf mögliche Schimmelbildung zwischen Innendämmplatten und bestehender Außenwand.

Tab. 14: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit Passivhaustechnologien“

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
323: <i>Berücksichtigung des kapillaren Feuchtetransports in der Berechnung zum Kondensations-/Schimmelschutz in Bauteilen liefert überraschende Ergebnisse:</i> Der kapillare Feuchtetransport führt zu geringeren Kondensatmengen im Simulationsergebnis als wenn man diese Feuchtetransportart nicht berücksichtigte (in der Norm nicht berücksichtigt). Anders als aufgrund der geringeren Kondensatmengen evtl. zu erwarten, ergeben sich dennoch unzulässige Zustände hinsichtlich der relativen Feuchte (Schimmelgefahr), die bei Nichtberücksichtigung des kapillaren Feuchtetransports (Berechnung laut Norm) nicht auftreten.	37
324: <i>Simulation des Feuchtezustandes der Bauteile über lange Zeitdauern:</i> Simulationsergebnisse für einen Bauzustand 10 Jahre nach der Sanierung (der simulierte Zustand ist nichtstationär, eventuelle Akkumulationen von Kondensat würden abgebildet)	40

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 14: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit Passivhaustechnologien“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
<p>325: <i>Fazit der Feuchtesimulation:</i> Bei Innendämmung nur mit Kalziumsilikatplatten alleine würde im für das zu dämmende Natursteinmauerwerk (angenommene Wärmeleitfähigkeit von etwa 2 W/mK) simulierten Fall Schimmelpilzrisiko bestehen (zwischen Innendämmung und Mauerwerk). Eine reine Innendämmung ist hier daher nur zulässig, wenn sie quasi dampfdicht (Schaumglas, Vakuuminolation, Vorsatzschale mit dichter Dampfbremse) ausgeführt wird. Daher</p> <ol style="list-style-type: none"> entweder dampfdichte Innendämmung verwenden (Problematik, dampf- bzw. luftdichte Anschlüsse dauerhaft herzustellen) oder aber zusätzlich zur Innendämmung eine Außendämmung verwenden. 	44
<p>326: <i>Reduktion des Heizwärmebedarfs auf 24 kWh/m² a möglich:</i> Außendämmung mit Abluftwärmerückgewinnung erreicht Reduktion auf 24 kWh/m² a Heizwärmebedarf. Bei der seitens des Denkmalschutzes bevorzugten Innendämmvariante werden 38 kWh/m² a erreicht.</p>	4
<p>327: <i>Reduktion des Heizwärmebedarfs auf 38 kWh/m² a durch Innendämmungsanierung möglich:</i> Eine Sanierung des Bestandsgebäudes mit Innendämmung der massiven Wände (Szenario 06a) führt zu einem Heizwärmebedarf von etwa 60 kWh/m² a. Der zusätzliche Einbau der Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (Szenario 07a) verringert den Heizwärmebedarf auf etwa 38 kWh/m² a.</p>	46
<p>328: <i>Gleichzeitige Außen- und Innendämmung in der Sanierung:</i> Interessante Variante (Variante 8) mit gleichzeitiger Außen- (10cm) und Innendämmung (2,5cm) mit geringsten Wärmebrückeneffekten nach thermischer Simulation. Die Denkmalschutzbehörde zieht allerdings ausschließliche Innendämmung vor. Im Projekt aber mit modifizierter Variante mit 20cm Außendämmung und 2,5cm Innendämmung „weitergerechnet“.</p>	29
<p>329: <i>Graphische Darstellung der Lage der Wärmebrücken:</i> Genaue Angabe der Wärmebrücken, eingezeichnet in einen Grundriß des Gebäudes. Dargestellt sind Wärmebrücken, die in Außenwänden aber auch Wärmebrücken, die in Innenwänden liegen, in jeweils unterschiedlichen Farbcodes.</p>	51

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 14: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit Passivhaustechnologien“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
330: <i>Sanierung von Kastenfenstern durch Scheibentausch:</i> Zur Sanierung von Kastenfenstern wurden die Varianten Austausch des vorhandenen Glases im Innenflügel durch eine K-Glas-Scheibe oder durch eine Vakuumverglasung untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass der Einsatz der Vakuumverglasung keine nennenswerten Verbesserungen gegenüber dem K-Glas ergäbe, aber ungleich höhere Kosten verursachte.	4
<i>Heiztechnik</i>	
331: <i>Darstellung errechneter Jahresdauerlinien:</i> Jahresdauerlinien für Heiz- und -kühllast aus der Simulation zum Jahr 2005	85
332: <i>„Free cooling“-System für Kühlung nach Sanierung ausreichend:</i> Geringe Kühllast aufgrund thermischer Simulation. Es reicht nach der Sanierung ein über die Tiefenbohrung realisiertes „free cooling“-System.	-2
<i>Sonstiges</i>	
333: <i>Vorgangsweise Sanierungsplanung:</i> „Anamnese“ eines Altbaus mit den typischen Symptomen. Guter Überblick, um sich einen Begriff der wichtigsten Schritte bei der Bestandsaufnahme zu bilden.	3
334: <i>Verwendung lokaler, eigener Messungen für Klimadatensätze:</i> Simulation der Wärmeströme zwischen erdberührten Bauteilen und Erde. Aufbereitung und Einsatz lokal verfügbarer Meßdaten zum Klima für die Simulation - allerdings nur für den Zeitraum 2002 – 2005.	13
335: 3D-Berechnung-Darstellung der Temperaturfeld-Ergebnisse der Wärmebrücken der Erdgeschoß-Außenecke des Bestandes.	33
336: <i>Vergleich Ergebnisse laut EN ÖN Norm mit Ergebnissen laut thermisch-hygrischer Simulation hinsichtlich der Feuchtebilanz:</i> Die Bedeutung des Einbeziehens von kapillarem Feuchtetransport, Schlagregen und solarer Erwärmung der Außenwand für die Feuchtebilanz wird an Variante 6 durch mehrere Simulationen deutlich gemacht. Diese Einflüsse werden in der Norm EN 13788 nicht berücksichtigt.	34
337: Nutzungsprofile (Luftwechsel, Temperaturen, Wochenprofile für innere Wärme- und Feuchtebelasten) gemäß Merkblatt 2024 der Schweizer SIA und der deutschen Vornorm DIN V 18599-10	71

3.12 Pr. „Katalog der Modernisierung v. Objekten aus 50er und 60er Jahren“

Tab. 15: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Katalog der Modernisierung Fassaden- und Freiflächenmodernisierung mit standardisierten Elementen bei Geschosswohnbauten der fünfziger und sechziger Jahre“

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
338: Fenstertypologien der Jahre 1948-1964 im Wiener Geschößwohnbau	117
<i>Lüftung</i>	
339: <i>Lüftungsanlagen in Wiener Sanierungskonzepten:</i> Drei Konzepte für die Nachrüstung von Lüftungsanlagen in typischen Grundrissen von Wiener Wohnungen der 50er Jahre.	57
340: <i>Sanierungskonzept mit außenliegenden Lüftungskanälen:</i> Konzept für die Nachrüstung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung mit Zuluftkanälen, die an die Fassade in die Wärmedämmung integriert montiert werden. Abluftführung in leeren Kaminschächten.	59
341: <i>Einfluß der Überdämmung der Fensterlaibungen:</i> Beispiel von Sanierungsvarianten, gerechnet mit Archiphysik. Überdämmung der Fensterlaibungen bewirkt ca. 10% weniger Einstrahlungsfläche (abhängig von Dämmstärke).	109
342: Beschreibung des „ Lüftungsflügel Fensters “ (Kastenfenster, bei dem der obere Teil eines der äußeren Flügel gekippt werden kann).	153
<i>Sonstiges</i>	
343: <i>Wohnbauweise in den 50er und 60er Jahren in Wien:</i> Guter Überblick über die Wohnbauweise der 1950er und 60er Jahre in Wien, den ihr zugrundeliegenden Zustand der Gesellschaft und die Motivation, in der damals üblichen Weise zu bauen.	30
344: <i>Beschreibung typischer Wiener Wohnungen der 50er und 60er:</i> Darstellung typischer Wiener Wohnungsgrundrißtypen und Haustechnikkonzepte (Lüftung, Heizung u. Warmwasser, Schallschutzkonzepte) der 50er und 60er.)	35
345: Kleiner Abriss zur Geschichte der öst. Schallschutznormung.	37
346: Kleiner Abriss zur Geschichte der öst. Wärmeschutznormung.	38
347: Kleiner Abriss zur Geschichte der Wiener Wohnbauförderung. Gute Darstellung der Ursachen, warum es meist zu wenig innovativen Sanierungen kommt. Erklärung der Begriffe „Sockelsanierung“, „Totalsanierung“, „Thewosan“.	47
348: <i>Literatur zum Wiener Wohnbau:</i> Viele Angaben, unter anderem: Marchart, Peter: „Der Wohnbau der Stadt Wien nach 1945“, Dissertation, Wien, 1982.	187

3.13 Pr. „Neue Standards für alte Häuser“

Tab. 16: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Neue Standards für alte Häuser Nachhaltige Sanierungskonzepte für Einfamilienhaus- Siedlungen der Zwischen- und Nachkriegszeit“.

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
349: Der Energiebedarf der bestehenden unsanierten Siedlungshäuser dieser Periode kann auf den heutigen Standard eines Neubaus (70-85 kWh/m ² a) bzw. auf den eines Niedrigenergiehauses (<40 kWh/m ² ,a) gebracht werden.	5
<i>Lüftung</i>	
350: Der Einbau einer Lüftungsanlage bringt nach Ausschöpfung sonstiger Maßnahmen nur mehr eine weitere Einsparung im Ausmaß von etwa 5%.	5
<i>Sonstiges</i>	
351: Darstellung von 4 Stufen der Altbausanierung an einem konkreten Sanierungsobjekt. In jeder Stufe drei Realisierungsvarianten: moderat/engagiert/ambitioniert	47

3.14 Pr. „San. Pettenbach“

Tab. 17: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau“

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
352: Möglichst hoher Vorfertigungsgrad : Sowohl im Fassaden- als auch im Dachbereich kamen vorgefertigte Holzrieelemente zum Einsatz, welche im Bereich des Erdgeschoßes der bestehenden Fassade vorgehängt wurden. Die Zellulose-Wärmedämmung wurde auf der Baustelle eingeblasen, Spalten zwischen den Stehern und dem Mauerwerk mit Mineralwolle ausgestopft.	65
353: <i>Wärmebrückenminimierung</i> : Um eine Minimierung der Wärmebrücken in den vorgefertigten Holzrieelementen zu erzielen, kamen keine durchgehenden Rippen sondern ein Raster aus kreuzweise angeordneten Rippen zum Einsatz. Um die Wärmedämmung an die Unebenheiten und Fugen des Bestandes anpassen zu können, wurde eine Einblasdämmung vor Ort ausgeführt. Aus ökologischen Gründen Entscheidung für Zellularwollwolle.	66
354: <i>Schirmdämmung</i> : Im Bereich des aufgehenden Mauerwerks kam eine sogenannte „Schirmdämmung“ zum Einsatz. Die Wärmebrückenwirkung wird dadurch im Vergleich zu einer Sockeldämmung ohne Schirm reduziert.	85
355: Isothermenbild des Bereichs, in dem Schirmdämmung eingesetzt wurde	87

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 17: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
356: <i>Untersuchung Befestigungsoptionen für die vorgehängten Fassadelemente</i> : Spreizanker, Klebeanker, Klebung.	69
357: <i>Neuentwickelte Befestigungstechnik</i> : Zweigeteiltes Befestigungsmittel wird im Bestand mittels Klebeanker fixiert und verfügt über eine U-förmige Einhängemöglichkeit. Der zweite Teil des Befestigungsmittels wird am Element fixiert (mittels Verschraubung) und verfügt über einen U-förmigen Aufhängeteil.	70
358: Montageablauf Fassade Erdgeschoß	72
359: Entwicklungen im HdZ-Projekt „Schulsanierung Schwanenstadt“ dienen als Vorbild für vorgefertigte Elemente	31
360: <i>Erneuerung luftdichte Ebene</i> : Aufgrund des schlechten Zustands des Putzes und der vielen Elektroschlitzte wurden sämtliche Innenwand- und Deckenflächen neu verputzt , um die luftdichte Ebene innen herzustellen	64
361: <i>Fußbodendämmung</i> : Bestehende 5-8 cm unbewehrte Bodenplatte und Erdreich darunter abgetragen . In diesem Bereich konventionelle Fußbodendämmung (Distanzbodensystem , 32 cm Mineralwolle)	79
362: <i>Zertifizierung</i> : Zertifizierung nach einer „Beta-Version“ des klima:aktiv-Kriterienkatalogs	35
363: Im unterkellerten Bereich Entscheidung für den Einsatz einer Vakuumdämmung aufgrund geringer zur Verfügung stehender Aufbauhöhe.	82
364: <i>Verlegetechnik Vakuumdämmung</i> : Verwendung von Standardformaten bei den Vakuumisulationspaneelen (VIP), Randbereich mit EPS-Platten ausgefüllt, darüber überlappend Überdeckung mit VIP.	82
365: Angabe des Schichtaufbaus in Bereichen, in denen Vakuumdämmung verwendet wurde.	81
366: <i>Schaumglas</i> : Alle neu errichteten Innenwände und der Stiegenaufgang im Erdgeschoß wurden auf Thermofüße aus Schaumglas aufgesetzt.	88
367: <i>Kellerabgang - thermisch luftdichte Trennung</i> : Zu beachten, falls Keller außerhalb der thermischen Hülle. Lösung im Projekt: Stiegenaufgang mit einer 25 cm dicken Holzriegelwand abgeschotet. Luftdichter Einbau und Anschluss auf der warmen Bauteilseite. Decke zum Obergeschoss im Kellerabgang um 35 cm abgehängt und gedämmt.	94

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 17: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
368: <i>Wärmebrückenfreier und luftdichter Einbau der Fenster:</i> Übergang von der vorgehängten Holzriegelkonstruktion auf das bestehende Mauerwerk durch luftdichtes Andichten der Klebebänder an die Putzlaibungen. Nachträgliche Verkleidung der Innenlaibungen.	68
369: <i>Umfassende Luftdichtheitsmessung:</i> Vier Luftdichtheits tests durchgeführt, laufende Verbesserung des Luftdichtheitswerts	89
370: <i>Luftdichtheitsmessung und Thermografie simultan:</i> Empfohlen wird, die Luftdichtheitsmessung und die Thermografieaufnahmen (innen und außen) gleichzeitig durchzuführen, um Schwachstellen bzgl. Luftdichtheit sichtbar zu machen.	90
371: Auszüge aus dem Thermografie-Protokoll	91
372: <i>Ökobilanz-Vergleich:</i> Vergleich einer konventionellen Sanierungsvariante (WDVS, 18 cm EPS) mit der tatsächlich durchgeführten Variante: Aufgrund des hohen Anteils an nachwachsenden Rohstoffen (v.a. Holz) schneidet tatsächlich durchgeführte Variante bzgl. der CO ₂ -Bilanz deutlich besser ab trotz größerer Bauteilvolumina.	102
373: <i>Ökobilanz-Vergleich Neubau - Sanierung:</i> Einsparung Graue Energie (Primärenergieinhalt) bei durchgeführter Sanierung von 66%. Neubau-Vergleichsvariante: EG in Massivbauweise, OG Holzbau. Keine Darstellung eines Vergleichs mit reiner Holzbau-Neubauvariante.	105
374: <i>Nutzung der Senkgrubenabwärme bei Frischluft-Vorwärmung:</i> Das Erdkollektorrohr für die Frischluft-Vorwärmung wurde direkt an die Seitenwand der Senkgrube außenseitig entlang angelegt, und somit die Temperaturdifferenz zwischen Erdreich- und Senkgrubentemperatur für eine zusätzliche Vorwärmung der Frischluft ohne Mehraufwand genutzt. Nebenbei ist keine separate Künnette erforderlich.	108
<i>Kosten</i>	
375: <i>Mehrkosten gegenüber Referenzsanierung:</i> Insg. 27%, 16% für Erreichung Passivhausstandard, 11% für ökologische Maßnahmen. Kosten aber absolut sehr hoch (1456 Euro/m ² Wohnnutzfläche bei tatsächlich durchgeführter Sanierung, allerdings großer Zubau)	121
<i>Solar</i>	
376: Neuentwicklung großflächig fassadenintegrierter Photo-voltaikanlage . Auch Setzen architektonischer Akzente.	116

3.15 Pr. „Schiestlhaus“

Tab. 18: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Schiestlhaus am Hochschwab 2154 m“

Inhalt	Seite
<i>Lüftung</i>	
377: <i>Auslegung Lüftung:</i> Erforderliche Frischluftzufuhr von ca. 12 m³/h/Person angesetzt, um Pettenkoferkriterium von 1000 ppm einzuhalten. Vgl. Wert mit Wert von S-House (25m ³ /h/person) oder dem üblichen Wert von 30m ³ /h/Person	30
378: <i>Variation des Heizwärmebedarfs aufgrund unterschiedlichen Luftbedarfs bei unterschiedlicher Belegungsdichte:</i> Der Heizwärmebedarf steigt zwar, wenn die internen Gewinne infolge geringer Belegung drastisch reduziert werden, aber der Anstieg fällt deutlich geringer aus, als zu erwarten wäre, weil mit sinkender Belegung auch der Lüftungsbedarf und damit die Lüftungswärmeverluste sinken (Nutzungsszenarios „leer“ und „voll“).	22
379: <i>Lüftungsgerät für Abwasserreinigungsanlage (ARA) und WC-Anlagen:</i> Das Lüftungsgerät für die ARA und die WC-Anlagen aus hygienischen Gründen als reines Frischluftgerät mit Wärmerohr-Wärmerückgewinnung ausgeführt; Hauptvolumenstrom über die Trockentoilettenlage.	33
380: <i>Trockentoilette und Belüftungssystem:</i> Sämtliche im Betriebsraum aufgestellte Behälter der Trockentoilette sind geruchsdicht verschlossen und werden über eine Belüftungsöffnung in der Außenwand mit Frischluft versorgt. Entlüftung der Behälter sowie des Raumes über Dach. Vgl. ähnliche Lösung im Projekt Tattendorf.	36
381: <i>Lüftungskonzept:</i> Die Küche wurde zur besseren Belüftbarkeit an die Außenfassade gelegt.	19
382: <i>Nennabluft- und Zuluftmenge in Abluftraum unterschiedlich:</i> Da die Küche als Abluftraum auch direkt zuluftversorgt ist, wurde sie mit einer Lüftungsanlage mit einer Nenn-Zuluftmenge von 1.800 m ³ /h und einer Nenn-Abluftmenge von 2.000 m ³ /h ausgestattet.	33
383: <i>Küchenlüftungssystem in Küchenablufthaube:</i> Die wichtigsten Komponenten des Küchenlüftungssystems sind in der Küchenablufthaube untergebracht: waschbare Edelstahl-Fettfiltereinsätze, leicht zu reinigender Rohrwärmetauscher (etwa 54% Wirkungsgrad) und Nachheizregister.	33
384: <i>Belüftung von Batterien:</i> Batterien sind im Keller in einem zwangsbelüfteten Batterieschrank untergebracht.	41
385: Schneesicheres Lüftungsgitter bei der Ansaugung (nahe liegend, da Schiestlhaus im alpinen Bereich, Schneesicherheit der Ansaugung aber in Ö generell wichtig)	32
<i>Heiztechnik</i>	
386: Warmwasser aus dem Pufferspeicher wird in Waschmaschine oder Geschirrspüler eingespeist.	42
<i>Solar</i>	

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 18: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Schiestlhaus am Hochschwab 2154 m²“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
387: Simulation der thermischen Sonnenenergieanlage mit der Software „Polysun 3.3“.	26

3.16 Pr. „Steigerung des Bauvolumens um 500% durch stand. Sanierung“

Tab. 19: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wege zur Steigerung des Bauvolumens um 500% bei standardisierter thermischer Althausanierung“

Inhalt	Seite
<i>Lüftung</i>	
388: <i>Ergebnis einer Umfrage</i> : Resultat einer Befragung unter Eigenheimbesitzern von Ein- und Zweifamilienhäusern: Hohes Interesse an einer Wohnraumlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung mit auffallend vielen Bewohnern dieser Häuser mit Atemwegserkrankungen. Der Wunsch nach frischer, gesunder Luft war spürbar allgegenwärtig	33
389: Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sollte erst dann eingebaut werden, wenn die Haushülle (Fassade, Fenster, Decke oben und unten) gedämmt und gedichtet ist. <i>Ann. Autor: diskussionswürdig.</i>	33
390: Besitzer von Lüftungsanlagen, deren energetische Effizienz nicht nachgewiesen werden konnte, wollen auf ihre Anlage nicht mehr verzichten.	35
<i>Heiztechnik</i>	
391: <i>Ergebnis einer Umfrage</i> : Nachtabsenkungen früher kaum praktiziert.	34
392: („da es sich ja gezeigt hatte, dass Zentralheizungen trockene Luft bewirken“) → <i>Ann. Autor: diskussionswürdig.</i>	34
393: Abschätzung zur Sanierung von Althäusern: bei entsprechender Dämmung der Außenhülle, Austausch der Fenster und der Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung kann der Heizenergiebedarf eines Althauses auf rund 40kWh/m ² a reduziert werden.	101

3.17 Pr. „Das ökologische Passivhaus“

Tab. 20: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Das ökologische Passivhaus“

Inhalt	Seite
<i>Lüftung</i>	
Tabelle umseitig fortgesetzt ...	

Tab. 20: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Das ökologische Passivhaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
394: Heizen über das Frischluftsystem: Beschreibung der Varianten von Warmwasser-Nachheizregistern, also der Nachheizung der Zuluft (oder Abluft vor dem Luft-Luft-Wärmetauscher) durch Heißwasser. Unterpunkte: Bauform der Wärmetauscher, Variante Wärmebezug über die über Fernwärmeversorgung, über ein Blockheizkraftwerk oder über einen Pelletsofen	49
395: Erörterung der indirekten Beheizung der Zuluft über direkte Abluft-Erwärmung über Mini-Gasgeräte (Erd- oder Propan-gas) und Wärmetauscher. Vorteil: schonende Frischlufterwärmung möglich ohne punktuelle Überhitzung an heißen Oberflächen. Kombinierbar mit Abluft-Wärmepumpe (eigentlich Fortluft-Wärmepumpe, jedenfalls Verdampfer im Fortluftkanal). Zweipunktregelung (Gasflamme-ein/aus) - vgl. das mit Ablufterwärmung und Klappenregelung beim S-House.	46
396: Maximale Zuluft-Temperatur zu den Wohnräumen von 50°C.	47
397: Bei Propangasvariante der Aufheizung der Abluft: Gasflaschen müssen außerhalb des Hauses (oder in einem Raum, der nur von außen zugänglich ist) aufgestellt werden. 6 Flaschen à 33kg Gasfüllung reichen für ein Einfamilienhaus (EFH) während einer Heizperiode.	47
398: Wörtliche Wiedergabe einer Diskussion im Umfang von drei Seiten zwischen Wolfgang Feist und Hrn. Paul (Inhaber der Fa. Paul, die Lüftungsgeräte herstellt) zum Thema Lüftung	52
399: Heizen über das Frischluftsystem: Beschreibung der Varianten der Einbindung von Solarthermie	50
400: Allgemeine Bemerkungen zur Luft-Nachheizung inkl. Angaben zur Ökonomie und Ökologie (Fokus auf Leistungszahl)	51
401: Heizen über das Frischluftsystem: Beschreibung der unterschiedlichen Varianten von Elektro-Nachheizregistern	50
402: Sanierung in Deutschland, Sindelfingen, 1987/88: Wegen seiner großen Luftdichtheit musste man in diesem Haus ständig fensterlüften. Der Effekt war, dass die Fenster auch ständig offen blieben , weil den Nutzern gezieltes Stoßlüften nicht beizubringen war. Erkenntnis: ein so hoher Luftdichtheitsstandard ist nur in Kombination mit einem anderen haustechnischen Konzept, der kontrollierten Lüftung, denkbar.	25
403: Darstellung des Auswirkung eines relativ starken zusätzlichen Luftwechsels durch Fensterlüftung bei kontrollierter WRL mit WRG auf den Jahreseheizwärmebedarfs (aus einem PHI-Band entnommen)	51

Heiztechnik

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 20: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Das ökologische Passivhaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
404: Beschreibung der Besonderheiten und der hydraulischen Einbindung von vier Varianten einer Wärmepumpe in Kombination mit einer Lüftungsanlage. Die Varianten entziehen der Abluft/Fortluft der Lüftungsanlage bzw. der Außenluft (konventionelle Variante einer Luftwärmepumpe) Wärme. Bezeichnungen: Abluft-Warmwasser, Abluft-Zuluft, Außenluft-Zuluft -und Außenluft-Warmwasser-Wärmepumpe	48
<i>Sonstiges</i>	
405: Einsatz von fossilem Gas aus primärenergetischer und ökologischer Sicht für die Nachheizung beim Lüftungsgerät als „sehr sinnvoll“ bezeichnet. Anm. Autor: <i>diskussionswürdig</i> .	47
406: <i>Wohnungskaltwasserzähler</i> : Manfred Bruck schlägt den Einbau von Wohnungswasserzählern vor, die eine verbrauchsbezogene Abrechnung der Kaltwassergebühren erlauben.	8

3.18 Pr. „San. Makartstraße“

Tab. 21: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erstes Mehrfamilien-Passivhaus im Altbau“

Inhalt	Seite
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	
407: Einsatz von Solarwaben-Fassadenpaneelen der Firma Gap-Solar, welche in vorgefertigte Holzwandelemente integriert sind. Kernstück dieser Fassadenpaneele ist eine spezielle Wabe, welche Sonnenstrahlung absorbiert und dadurch die Temperatur an der Außenseite der Fassade anhebt.	36
408: Die vorgefertigten Holzwandelemente (mit integrierter Solarwaben-Fassadenpaneelen) wurden in großflächigen Fertigteilen geliefert und montiert. Darin integriert befinden sich die Fenster mit integriertem Sonnenschutz, die Luftkanalführung und die notwendigen E-Leitungen. Ein Element hat die Dimension einer Wohnungsbreite und einer Geschoßhöhe. Aufgrund der Verwendung dieser vorgefertigten Elemente war nur ein sehr geringer Eingriff in den Wohnungsverband notwendig.	35
409: <i>Vorteile der vorgefertigten Holzwandelemente</i> : Reduktion der Bauzeit, Erhöhung der Qualität durch strenge werkseitige Qualitätskontrolle, gerüstlose Montage mit minimiertem Zeitaufwand und damit minimierter Benutzerbeeinträchtigung (stark reduzierte Lärm- und Staubemissionen, stark reduzierte Unfallgefahr, minimierter Lagerflächenbedarf, keine Beeinträchtigung der Sichtverhältnisse durch Gerüstung, Schutznetz und dergleichen)	37

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 21: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erstes Mehrfamilien-Passivhaus im Altbau“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
410: <i>Untersuchungen der Solarwabenfassade</i> : Die spezifischen Eigenschaften der Solarwabenfassade wurden bereits vor der Planung der Sanierung vom ITW- Stuttgart in einer Feldmessung untersucht und veröffentlicht. Das PHI entwickelte aus diesen Untersuchungen eine Vorgabe für den Einsatz der Solarwabenfassade im PHPP	45
411: Anbringung der Befestigungsanker (für Befestigung der vorgefertigten Fassadenelemente) nur im Deckenbereich möglich. Wand zu porös , Untersuchung des Wandaufbaus wurde durchgeführt.	37
412: Einhausung und Vergrößerung der Balkone, dadurch auch Reduktion der Lärmbelastung. Benutzbarkeit der eingehausten Balkone als neuer Wohnraum möglich (Balkone vor Sanierung auf Straßenseite ungenutzt), Vergrößerung der Wohnfläche (von 2.755,68 m ² auf 3.106,11 m ²) erhöht. Die verglasten Balkone bilden eine warme Pufferzone, sodass keine Notwendigkeit bestand, die bestehenden Balkontüren auszutauschen.	41
413: Komforterhöhung: Die erforderliche Be- und Entlüftung der Wohnungen durch das Öffnen der Fenster zur Makartstraße war aufgrund der starken Lärm- und Schmutzentwicklung ebenfalls beeinträchtigt.	25
414: Aus baurechtlichen Gründen musste von einer Stiegenhausdämmung (Wärmedämmung der Wohnungstrennwände zum Stiegenhaus) abgesehen werden, da eine Minimalbreite von 1.20 m nicht unterschritten werden darf. Daher wurde das ganze Stiegenhaus in die warme Hülle eingebunden.	41
415: Passivhausfenster mit integriertem Sonnenschutz, Dreifachverglasung, $U_W=0,86 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, äußerste Fensterscheibe Aktivbeschichtung mit Selbstreinigungsfunktion.	28
416: Details: Vertikalschnittzeichnung zu Gebäudekomplex samt Balkoneinhausung	33
417: Details: Fensteranschlüsse	34
418: Details: Fassadenschnitt Elementstöße	35
419: Luftdichtheitswert $n=0,6$ nicht erreicht. Gründe: Kaminzüge mit Putztürchen, Elektroverrohrungen, Durchführungen zu Keller und Dachboden	59
420: Verbrauchsauswertungen der ersten Heizperiode (2006/07) liegen vor	61
421: überdimensionierte Wärmeverteilung, trotzdem geringer Verbrauch (aber auch milder Winter 06/07)	62
422: persönliche Einschulung	57
423: keine monatlichen Mehrbelastungen für Mieter	58

Heiztechnik

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 21: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erstes Mehrfamilien-Passivhaus im Altbau“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
424: Vorteil des Belassens der bestehenden Heizung: größere Akzeptanz bei Mietern (vorwiegend Senioren)	57
425: Entscheidung, Gas-Durchlauferhitzer durch Fernwärme-Durchlauferhitzer auszutauschen	56
<i>Lüftung</i>	
426: Wahl des Lüftungsprinzips: Verglichen wurde eine „semizentrale“ Variante (zwei Geräte für jeweils 25 WE, wohnungsexternes und wohnungsinternes Luftverteilnetz) und eine dezentrale Variante (mehrere Einzelraumgeräte pro Wohnung). Vergleichskriterien: Preis, Umsetzbarkeit. Entscheidung für dezentrale Variante aufgrund leichterer Umsetzbarkeit,	51
427: Gerätemarktanalyse wurde durchgeführt (hinsichtlich Funktionalität, Bedienerfreundlichkeit, Wartungsaufwand, Herstellungs- und Betriebskosten). Geräte der Firma InVENTer und Meltem (Einzelraumgeräte) und Lüfta (semizentrale Var.) wurden untersucht.	53
428: Bewertung dezentrales Lüftungssystem: Entfall Luftverteilnetz, keine baulichen Eingriffe in den Wohnungen, bessere Regelbarkeit durch raumweise Regelung, einfach zu handhabender Filterwechsel, Reinigung der Lüftungskanäle entfällt	63
429: Die Filterwechsel werden von GIWOG Objektbetreuern durchgeführt	63
430: Diskussion raumluftabhängige Gas-Durchlauferhitzer (zur Warmwasserbereitung) in luftdichten Wohnungen	55
<i>Kosten</i>	
431: Mehrkosten zur Erreichung des Passivhausstandards ca. 27%, Mehrkosten für PH-Standard und ökologische Maßnahmen 30%	58

3.19 Pr. „PH-Kindergarten Ziersdorf“

Tab. 22: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Passivhauskindergarten mit heilpädagogischer Integrationsgruppe“

Inhalt	Seite
432: Für die Auslegung der Heizlast mittels PHPP2002 zeigt sich bei Simulation eines ununterbrochenen Betriebs eine ca. 10%ige Verminderung im Vergleich zur TRNSYS-Heizlastberechnung	107
433: Einsatz PHI-zertifizierter Fenster	101

3.20 Pr. „Tattendorf“

Tab. 23: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Lehm- Passiv Bürohaus Tattendorf“

Inhalt	Seite
<i>Lüftung</i>	
434: Quelllüftung mit Überströmöffnungen in den Oberlichten im Deckenbereich und Luftauslässen im Bodenbereich. Raumweise Zuluftregulierung mit Schiebern .	44
435: Einsatz schalldämpfender Überströmöffnungen	44
436: Minimierung statisch aufladbarer Oberflächen im Innenraum und in den Zuluftkanälen als Planungsrichtlinie.	39
437: Zuluftführung für die meisten Räume in Lehm-Röhrenziegelkanälen und/oder innerhalb von Lehm-Zwischenwänden	40
438: Zuluftnachheizung : nicht über konventionelle Register sondern im „Lehm- PH Konzept“: über individuell regelbare flexible Lehm-Paneele mit Warmwasser aus dem Solarspeicher. Zuluftführung in waagrechten, versetzt verlegten Lehmrohrenziegelkanälen und in senkrechten, hohlen Wänden aus n&l (Natur & Lehm) Schilf-Lehmplatten. Mit diesem Konzept sollen mögliche, leichte Zug-Erscheinungen an den wenigen Nachheiztagen vermieden werden.	43
439: Für den zeitweiligen Spitzenlastbetrieb (z.B. Abhalten eines Seminars) wird ein zweites Lüftungsgerät mit geringerer Wärmerückgewinnungsrate eingesetzt	43
440: Lehmkanäle für die Zuluft wirken als Wärmetauscher für die Zuluft	40
441: Möglichkeit einer Luftnachheizung über Bioäthanol	44
442: Einsatz eines wärmeleitenden Lehmestrichs in „Bio-faserlehmtechnik“ auf der Lehmrohrenziegellage, um guten Wärmeübergang zwischen der in den Lehmrohren geführten Zuluft und der Raumluft zu schaffen.	44
443: Alle WC-Muscheln im Haus direkt an das Abluftsystem über die Spülkästen angeschlossen. Keine „WC-Duftsteine“ nötig.	44
444: Detaillierte Beschreibung des Konzepts zur Abluftführung	44
445: Lehmputz -Wandflächen sind luftdichter als mit Kalkputz verputzte Flächen (Prüfung der flächigen Luftdurchlässigkeit im ehemaligen arsenal research durchgeführt.)	50
446: Nutzung von Brunnenwasser zur Lufterwärmung/-kühlung : Der der Südfassade vorgelagerte Teich wird von Brunnenwasser gespeist, das vorher im Wärmetauscher im Installationsschacht die Zuluft im Sommer gekühlt hat, bzw. in der Heizperiode vorgewärmt. Das eingespeiste Wasser kann in einer Sumpfzone am Teichrand wieder versickern.	57

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 23: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Lehm- Passiv Bürohaus Tattendorf“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
447: Unbeachteter Vorteil, wenn Raumlufftfeuchte im Winter zwischen 40% und 60% bzw. ausreichend hoch gehalten werden kann: die Wärmeverluste des menschlichen Körpers zur ständigen Befeuchtung der eingeatmeten Luft auf 100% Luftfeuchte werden umso geringer , je höher die relative Luftfeuchte im Raum ist.	37
448: Maßnahmenliste zur Minimierung der Luftstaubbelastung	38
449: Abluftabsaugung gezielt beim Kopiergerät (Reduktion der Innenraumbelastung hinsichtlich Ozon und Feinstaub)	38
450: Zur Vermeidung von Rest-Ozon im Bürobereich wurde der Standort des Kopiergeräts in die Aula hinausverlegt.	44
451: Passive Maßnahmen zur Stabilisierung der Raumlufftfeuchte: a) Ausbildung der Innenoberflächen zum größten Teil als kapillar wirkende Lehmputzflächen . Können daher Luftfeuchte-Spitzenwerte über Wochen abpuffern. b) geeignete Zimmerpflanzen , insbesondere Zyperngras	37
452: Einsatz eines Lüftungsgeräts für den Grundlastbetrieb mit Wärme- und Feuchterückgewinnung aus der Abluft (Hoval Home Vent 250)	37
453: Vermeidung von Schadstoffimmissionen in das Haus aus der Altlast und aus dem Austritt von natürlichem Radon durch die Hinterlüftung der Bodenplattform .	41
454: Bewußt keine Nachheizung der Zuluft zur Vermeidung der bekannten, negativen Folgen.	38
455: Kriterium Mengenverhältnis der negativen Kleinionen zu positiven Großionen in Beurteilung der Raumlufftqualität einbezogen	39
456: Außenluftansaugung an der von der Straße abgewandten Südseite des Gebäudes nach Fertigstellung des Feuchtbiotops über der Wasseroberfläche . Ziel ist die Ansaugung im Bereich geringstmöglicher Staubbelaftung und maximaler Konzentration negativer Kleinionen.	42

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 23: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Lehm- Passiv Bürohaus Tattendorf“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
457: Nutzung der Wärmekapazität des Erdreichs über wasserführende Rohre („Erdreich-Rohrregister“) im Erdreich und Abgabe der Wärme an die Frischluft über Wasser/Luft Wärmetauscher (entspricht der Variante „ Sole-Wärmetauscher “). Nordseitiges Erdreich-Rohrregister wurde in der Kanal-Künette rund um das Abwasserrohr gewickelt → bescheidenes Ausnutzen der Abwärme des Abwasserrohrs sowie Einsparung separater Erdarbeiten. Das zweite Rohrregister wurde auf der Südseite unter dem neuangelegten Feuchtbiotop verlegt. Erwartet wurde, daß diese Variante des Wärmetauschs mit dem Erdreich über wasserführende Rohre energieeffizienter als ein 'konventioneller' luftführender Erdreichwärmetauscher ist. Weiterer Vorteil: geringeres Restrisiko im Bereich Luft-Hygiene infolge von Kondensatausfall im Sommer und bei mangelhafter Wartung (wie bei Solewärmetauscher)	42
458: Vermeidung von Zugluft - Erscheinungen durch PH-Planungsstandard; z.B. durch vertikal versetzte Anordnung der Fenster in der zweigeschossigen Eingangshalle	40
<i>Heiztechnik</i>	
459: In die Mittelwand wurden Register eingebaut die wechselweise auch mit Kaltwasser aus dem Brunnen durchströmt werden können.	36
460: Testprogramm mit gekühltem Wasser vorgesehen, mit dem das hinsichtlich Kondensatausfall bei Flächenkühlungen günstigere Verhalten echter Lehmputzoberflächen ermittelt werden soll.	36
461: Untersuchung mit dem Ziel nachzuweisen, dass Kondensatausfall beim sommerlichen Kühlbetrieb an Lehmputzoberflächen mit hoher Sorptions- und Desorptionsleistung grundsätzlich erst bei niedrigeren Vorlauftemperaturen als bei konventionellen Putze auftritt. Absicht: bei Einsatz von Lehmputz zur Bedeckung von Flächenkühlensystemen mit niedrigeren Vorlauftemperaturen und damit kleineren Registerflächen das Auslangen finden.	45
462: Einsatz eines Stückholzkessels , der mit „Industrie-Restholz“ beschickt wird. Aufstellungsort frostsicher im Bereich des Windfangs . Durch Wahl des Aufstellortes Reduktion der Problematik der Luftdichtheit und Brandbeständigkeit bei den Rohrdurchführungen sowie der Problematik der Stillstandsverluste von Kaminanlagen in Passivhäusern.	45
463: Im Erdgeschoß war eine minimale Beheizung der raumhohen Fensterlaibungen nicht rechtzeitig eingeplant worden. Sie konnte daher nicht mehr ausgeführt werden.	40
<i>Baukonstruktionen / Sanierung</i>	

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 23: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Lehm- Passiv Bürohaus Tattendorf“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
464: Neu entwickelte Lehm-Vliestechnik ersetzt in der Außenwand die herkömmliche Dampfbremse . Aufbau: Lehm-Vliesschicht, darauf der „Biofaserlehm“. Vorteil: Wasserdampf kann stärker aus der Wand in den Raum rückdiffundieren. Die kapillare Transportleistung kann voll genutzt werden und wird durch keine Folie behindert. Ergebnis aber aufgrund der großen Qualitätsunterschiede zwischen den am Markt befindlichen Lehmbaumstoffen nicht verallgemeinerbar.	49
465: Plattformmodule aus Stroh und Holz für das Fundament geplant - vorgesehen war also ein stahlbetonfreies Fundament. Letztendlich aber doch stahlbewehrte Streifenfundamente aufgrund unerwarteter Bodenstruktur.	48
<i>Solar</i>	
466: Solarthermie: Einsatz eines Fassadenkollektors mit Holzrahmen	45

Tab. 24: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Begleituntersuchungen zum Projekt Lehmhaus Tattendorf“

Inhalt	Seite
467: Die Raumtemperaturen im Passiv-Bürohaus Tattendorf liegen während der Heizperiode vereinzelt unter dem behaglichen Bereich, im Sommer werden Temperaturen von über 28°C erreicht. In den ersten beiden Messjahren wurde die Möglichkeit der Nachtabsenkung mittels Fensterlüftung zum Schutz gegen sommerliche Überhitzung aus versicherungstechnischen Gründen nicht genutzt.	7
468: Vor allem an strahlungsärmeren Tagen lagen die Temperaturen morgens zu Büroöffnung des Öfteren unter 20°C. Durch passiv solare Gewinne stieg die Temperatur im Laufe des Tages allerdings meist recht schnell wieder über die Behaglichkeitsschwelle von 20°C. Wenn nötig, wurde aber auch in einigen Räumen mit Elektro-Radiatoren nachgeheizt.	8
469: Die relative Raumfeuchte bewegt sich mit Werten zwischen 35% und 60% innerhalb der Behaglichkeitsgrenzen gemäß ÖNORM EN 13779. Auch während der Monate Oktober bis Juni lag die Raumluftfeuchte meist um die 40%. Die guten Werte sind vor allem durch den Einsatz des Lüftungsgerätes mit Wärme- und Feuchterückgewinnung zu erklären. Im Vergleich zu anderen Gebäuden mit mechanischer Lüftung und reiner Wärmerückgewinnung schneidet dieses Konzept deutlich besser ab. (Anmerkung: nicht erwähnt ist im Bericht der wahrscheinlich ebenfalls positive Effekt der Lehm-Innenwände auf die Raumluftfeuchte.)	8

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 24: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Begleituntersuchungen zum Projekt Lehmhaus Tattendorf“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
470: Die CO ₂ -Konzentrationen liegen (während der Bürozeiten) meist unter dem Pettenkofer Wert (1500 ppm).	9
471: Alle gemäß Passivhaus-Institut geforderten Grenzwerte können eingehalten werden: Deutlich werden Heizwärmebedarf (max. 9,1 kWh/m ² a) und Heizlast (max. 5,2 W/m ²) im Vergleich zu den Vorgaben unterschritten. Auch der Primärenergiebedarf (bzw. eigentlich -verbrauch) liegt mit max. 106 kWh/m ² a unter dem geforderten Grenzwert von 120 kWh/m ² a.	10
472: Während der Weihnachtsfeiertage 2007/2008 kühlte das Gebäude trotz Außentemperaturen unter 0 Grad auf minimal 10 Grad ab. Aufgrund des hohen Dämmstandards und allein durch geringe passiv solare Gewinne stabilisiert sich die Innenraumtemperatur nach wenigen Tagen bei etwa 10°C.	11
473: Während des gesamten Abkühlvorganges blieb die relative Feuchte innerhalb des Gebäudes konstant. Aufgrund der sehr dichten Gebäudehülle kann der Anteil der abtransportierten Feuchte nur einen kleinen Teil ausmachen und der Großteil wird vom Lehm-Verbundwerkstoff zwischengepuffert . Diese Puffereigenschaft wirkt feuchteregulierend und trägt somit zusätzlich zu einem behaglichen Innenraumklima bei. Innerhalb eines Zeitraums von 12 Tagen (22.12.2007 bis 02.01.2008) wurden insgesamt 3,635 g Wasserdampf/m ³ Luft durch den Lehmbaustoff aufgenommen.	12

3.21 Pr. „San. Schwanenstadt“

Tab. 25: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erste Passivhaus -Schulsanierung“

Inhalt	Seite
474: Heizwärme- und Primärenergiebedarf gemäß Passivhausgrenzwerten um 90% geringer als Bestand und ca. 75% geringer als bei einer konventionellen Sanierung. Geringer Energiebedarf in der Gebäudeherstellung durch die Verwendung von Holzleichtbauelementen und durch bauökologische Optimierung.	8
475: Erste Passivhausanierung eines öffentlichen Gebäudes.	8
476: Einbeziehung von Schülern in eine der Gesprächsrunden, um auch die Meinungen und Wünsche der betroffenen Schüler über ihre Vorstellungen einer Schulsanierung und Bedarfsanalyse zu erfahren.	19

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 25: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erste Passivhaus -Schulsanierung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
477: Um die geplante Fassadenkonstruktion wärmebrückenfrei zu konstruieren, wird die vor der Fassade stehende Stahlbetonsäule überdämmt, sodass die gesamte Fassade mit den Fensterbändern in einer Ebene vor den Säulen vorbeigeführt wird. Damit ergibt sich eine Dämmstärke von 50 cm mit einem U-Wert 0,08 W/m ² K und über eine Achslänge von 5,0 m mit eingebundener Stahlbetonsäule als Wärmebrücke ein gemittelter U-Wert von 0,10 W/m² K .	32
478: Die bestehende Betonbrüstung eignet sich als Dampfbremse; die vorgesetzte Fassade selbst wird vergleichsweise diffusionsoffen ausgeführt. Die Erfordernis einer zusätzlichen Dampfsperre entfällt somit. Die Dampfdichtigkeit im Sturz- und Parapetbereich wird über bituminöse Klebefolien erreicht, welche mittels Voranstrich an den bestehenden Betonbrüstungen fixiert werden. Durch die Abdeckung mit zweilagigen Gipskarton- Feuerschutzplatten besteht in brandschutztechnischer Hinsicht gegen die Klebefolien seitens der BVS Linz kein Einwand. Die außenseitige Winddichtigkeit wird über die geringfügige Verzahnung in der Holzschalung bzw. über den Dünnschichtputz erreicht.	55
479: Umstellung des Restheizenergiebedarfes von Erdgas auf Holzpellets	33
480: Erhöhung der Kompaktheit des Baukörpers durch Integration des geforderten Zubaus	9
481: Öffnung innenliegender Bereiche für die Tageslichtnutzung über Oberlichten	9
482: komplett außenseitige Sanierung bzw. Überbauung mit einer passivhaustauglichen und ökologisch hochwertigen Hülle	9
483: <i>Keine Verbundwerkstoffe</i> : Bei der Gegenüberstellung der verschiedenen Sanierungsvarianten für den Bauteil für die thermische Außenwandsanierung zeigt sich, dass bei Berücksichtigung einer ökologischen Bauteilsanierung mit größtenteils nachwachsenden Rohstoffen, eine Sanierung auf Passivhausstandard - trotz rund sechsfachem Volumen, eine bessere Ökobilanz schon alleine bei der Herstellung aufweisen kann, als die heute üblichen konventionellen Sanierungsmaßnahmen.	33
484: <i>Deckengleicher Unterzug</i> : Dieser ist jedoch aufgrund der geringen Konstruktionsstärke der Holzbetonverbunddecke nicht in Holz und somit mit einem nachwachsenden Baustoff ausführbar. Es muss auf den Baustoff Stahl zurückgegriffen werden.	64

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 25: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erste Passivhaus -Schulsanierung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
485: Die Raumhöhe im Erdgeschoss beschränkt den Bodenaufbau inklusive Wärmedämmung auf maximal 10 cm . Neben der Dämmung mittels Vakuumdämmplatten wurden auch Trockenestrichlösungen mit Trittschallfilzen aus Schaf- oder Glaswolle angedacht .	83
486: Bei fließendem Grundwasser kann Passivhausstandard nur mit einer Vakuumdämmung der Bodenplatte erreicht werden	84
487: Durchdringung der thermischen Hülle durch Stahlbetonstützen: Die Stahlbetonstützen durchdringen die thermische Hülle im Randbereich der Bodenplatten und gründen im Grundwasser .	86
488: Für die thermische Schwachstelle direkt an den Stahlbetonpfosten wurden die folgenden Maßnahmen angedacht: <ol style="list-style-type: none"> 1. Überdämmung mit Vakuumplatten 2. Überdämmung mit Faserdämmstoffen niedriger Wärmeleitfähigkeit (z.B. Schafwolle- oder Glaswolle- Trittschallfilze) 3. Erhöhung der Gesamtdämmstärke 	86
489: Untersuchung per Wärmebrückenberechnung verschiedener Sanierungsvarianten im Bereich Stahlbetonstützen. Ergebnis: - Mit lediglich 2 cm Vakuumdämmplatten bereits ein sehr niedriger Transmissionsleitwert erreichbar. <ol style="list-style-type: none"> 1. 2 cm Dämmstoff $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$ (z.B. Schaf- oder Glaswolle Trittschallfilz) statt Vakuumdämmung \rightarrow starke Erhöhung des mittleren U-Wertes um 22%. 2. Aufstockung der Konstruktionsstärke um 3 cm auf 5 cm „konventionellen“ Dämmstoff $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$ bis $0,04 \text{ W/mK}$ vor der Stahlbetonstütze nur 2-4% mehr Wärmedurchgang gegenüber Vakuumdämmung. 	87
490: Zur Gewährleistung der Wärmebrückenfreiheit wird im Bereich der Stützen sowohl seitlich als auch stirnseitig Vakuumdämmung eingesetzt.	55

Tabelle umseitig fortgesetzt . . .

Tab. 25: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Erste Passivhaus -Schulsanierung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
491: Schlüsselement für das Erreichen des nutzenergetischen Passivhauskriteriums einer Heizenergiekennzahl $< 15 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ ist die thermische Sanierung der Bodenplatte . Unter den hohen Anforderungen an eine geringe Bodenaufbaustärke der Sanierung max. um 8 cm erschien hierbei nur eine Variante mit Vakuumdämmplatten sinnvoll möglich. Je nach Grundwassersituation wurden damit Heizenergiekennzahlen zwischen 10.4 und 13.9 $\text{kWh/m}^2 \text{ a}$ ermittelt. Die Heizlasten gemäß PHPP liegen mit 11.1 W/m^2 bis 12.5 W/m^2 geringfügig über dem Passivhauszielwert von 10 W/m^2 . Bei Verwendung konventioneller Bodendämmung ist die Dämmstärke erheblich zu erhöhen und zudem die hydrogeologische Situation im Detail einzuberechnen, z.B. ergab sich bei 4 cm üblicher Bodendämmung und fließendem Grundwasser eine Heizenergiekennzahl gemäß PHPP von 20.2 $\text{kWh/m}^2 \text{ a}$ und damit keine Passivhaustauglichkeit.	109
492: Kapitel 8.6: Gute Einführung zum Thema Vakuumdämmung	123
493: Zu klären ist besonders die thermische Wirkung des nur ca. 50 cm unter Niveau liegenden Grundwasserspiegels.	83
494: Da bis zum Zeitpunkt der Planung des Gebäudes keine quantitativen Unterlagen zum Grundwasserverhalten vorlagen, wurde durch eine Sensitivitätsanalyse die Auswirkung von zwei Extremfällen untersucht (Bandbreitenberechnung best case - worst case): - Grundwasser ruhend (best case) - Grundwasser fließend (worst case): Isotherme Randbedingung unter der Bodenplatte, mittlere Grundwassertemperatur zwischen Jahresdurchschnittstemperatur Außenluft und Durchschnittstemperatur der Außenluft während der Heizsaison.	83
495: Um PH-Standard zu erreichen, kam für ruhendes Grundwasser auch eine konventionell gedämmte Bodenplatte mit mindestens 4 cm Dämmstärke in Frage. Der resultierende U - Wert der Bodenplatte entspräche zwar nicht den Passivhausanforderungen („Probleme Zertifizierung?“), es seien aber hinsichtlich Einhaltung der Heizenergiekennzahl $< 15 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ und thermischem Komfort keine größeren Schwierigkeiten zu erwarten gewesen. - Bei fließendem Grundwasser war bei vorgegebener Aufbauhöhe nur eine Vakuumdämmung sinnvoll für Passivhaus - Bauweise einsetzbar (eventuell in 2 Lagen, Detailkonstruktion wurde zu untersuchen empfohlen). Für den Bodenaufbau hinsichtlich Wärme- und Feuchteschutz zusätzlich zu beachten waren die über tragende Wände und Säulen entstehenden Wärmebrücken und die entsprechende Gefahr der Tauwasserbildung an den Wärmebrücken.	84

3.22 Pr. „Sanierung in Schutzzonen“

Tab. 26: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Energetische Sanierung in Schutzzonen“

Inhalt	Seite
496: Analyse zweier Sanierungsobjekte: im Bestand an zahlreichen Stellen Innenoberflächentemperaturen von unter 14°C (bis zu 9,5°C) errechnet, was zu Kondensat- und in Folge zu Schimmelbildung führen würde.	23
497: Befragung (Fragebogenaussendung) an Eigentümer und Verwalter ortsbild- und denkmalgeschützter Objekte	12
498: Abschlagen der 6cm starken Putzschicht und 10cm Dämmputz als Maßnahme empfohlen. Vollwärmeschutz wegen aufsteigender Feuchtigkeit abgelehnt, vor allem wegen des unvermeidbar hohen Dampfdiffusionswiderstandes der Sockeldämmung. Innendämmung aufgrund der Tonnen- und Kreuzgewölbe im Erdgeschoss ausgeschlossen. Alleine Dämmputz Aufbringen bewirkt Innenoberflächentemperaturen von knapp 14°C im Sockelbereich und mehr (bei den anderen kritischen Stellen) sowie Reduktion des Heizwärmebedarfs auf knapp unter die Hälfte (112 kWh/m ²).	23
499: Kältebereich Toiletten: Im Bestand musste in den Wintermonaten das Wasser durchgehend rinnen, um ein Einfrieren zu verhindern.	24
500: Einsatz von 5cm Calciumsilikatplatten als Innendämmung	24
501: Kurze Darstellung einer Befundung (Analyse) zweier Sanierungsobjekte in Tirol. Entgegen den Befürchtungen des Bauherren stellte sich trotz überall gefundener Ausblühungen die Durchfeuchtung der Mauern als nicht kritisch heraus. Der geplante Abriß wurde verworfen, das Bauherrenbewußtsein stieg. Einzige Maßnahme: Dämmung der obersten Geschoßdecke und Umstellung auf Gasheizung.	40
502: Entwicklung eines neuen Fensters mit echter glasteilender Sprosse, schmalen Rahmenteilern und zwar nur 10mm Scheibenabstand dafür aber Kryptonfüllung → U-Wert 1,46 W/m ² K. Glasteilflächen bewußt zur Sprosse hin geneigt ausgebildet, um ästhetisch einen inhomogenen ziehglasähnlichen Effekt zu erzeugen. Herkömmlichen, verkitteten Glasanschlag außen durch lackierbare Acrylfuge ersetzt.	51
503: Sanierung einer Fassade eines denkmalgeschützten Objektes ohne Wärmedämmmaßnahmen, aber Tausch der bestehenden Verbundfenster gegen Kastenfenster mit innerem Flügel als neu entwickeltes Fenster. Innendämmung in der Fensterlaibung im Erkerbereich, da dort die Wände geschwächt sind und Kondensatproblematik möglich wäre (Wärmebrückenberechnung: ungedämmt: 5,5°C Oberflächentemp. bei -15°C Außentemp. gedämmt: auf 13,7°C erhöht).	56

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 26: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Energetische Sanierung in Schutzzonen“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
504: Innendämmung der Heizkörpernischen (bestehende Heizkörper wurden getauscht)	62
505: Ausführliche Beschreibung der drei wichtigsten Formen der Innendämmung: diffusionsoffene Dämmmaterialien mit Dampfsperre, dampfdichte Materialien, diffusionsoffene Materialien mit kapillaraktiven Eigenschaften	65
506: Kurze Auflistung der Methoden zur Feststellung der Salzbelastung von Mauerwerk	83
507: 5cm Calciumsilikatplatten als Innendämmung	0

3.23 Pr. „Wandsysteme aus Nawaros“

Tab. 27: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“

Inhalt	Seite
508: Brandschutz: Strohballenkonstruktionen erreichen F90	-4
509: Gute Übersicht über in Ö verfügbare Strohmenen	13
510: Gute Übersicht über gängige Strohballenformate und -pressen	17
511: Verfügbarkeit des Rohstoffs Stroh: Basierend auf einer Arbeit von Dissemond (1994) wird angenommen, dass ein Drittel des anfallenden Strohs als Einstreu verwendet wird, ein Drittel eingeckert wird und ein Drittel frei verfügbar ist (Dissemond, 1994). Ein frei verfügbares Strohpotenzial von 400 000 t wurde ermittelt, welches in den Bundesländern Oberösterreich, Niederösterreich und Burgenland vorhanden ist. Bei der Nutzung von beispielsweise 50% des freien Strohpotenzials für den Hausbau könnten jährlich mehr als 1300 Strohballenhäuser mit einer Grundfläche von 150m ² (Wandfläche 400m ²) gebaut werden. Daraus folgt, dass die Verfügbarkeit von Stroh derzeit keinen begrenzenden Faktor für den Strohballenbau darstellt. Viel eher sind qualitative Aspekte als Randbedingung zu sehen.	13
512: Im Rahmen des Projekts wurde zur Qualitätssicherung der eingesetzten Strohballen ein mobiles Prüflabor entwickelt und getestet. Längen, Gewicht, Temperatur und Feuchte der Ballen können gemessen werden.	24
513: Der optimale Bereich für eine gute Wärmedämmung organischer Materialien liegt zwischen 8% und 14M.-% Materialfeuchte. Der Vorteil von organischen Baustoffen, wie Stroh, ist, dass sie Wasserdampf relativ schnell abgeben können.	21

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 27: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
514: Da Pilzbefall bei hoher Wasserbelastung vor allem durch Schlagregen oder bei sehr hohen Einbaufeuchten auftritt, kann er im Strohbau mit entsprechenden konstruktiven Lösungen und einer effizienten Qualitätskontrolle der Strohballen auch ohne chemischen Schutz verhindert werden. Ein geringer Feuchtegehalt ist außerdem notwendig, um die Keimung eventuell eingeschlossener Getreidesamen zu verhindern.	21
515: <i>Bedeutung von gleichmäßig verdichtetem Stroh:</i> Unregelmäßige Dichten verschlechtern die Wärmedämmung. Die Dichte spielt auch eine Rolle für die Nagetierbeständigkeit des Baustoffs. Nur gleichmäßig verdichtetes Stroh garantiert einen Schutz vor Mäusen. Die erreichbaren Dichten sind abhängig von den verwendeten Ballenpressen und liegen zwischen 90 und 180kg/m³ . Bei den durchgeführten Wärmeleit- und Brandtests wurden Kleinballen mit Dichten zwischen 70 und 100kg/m ³ verwendet.	21
516: Acht verschiedene Wandaufbauten mit Strohballen wurden in bauphysikalischer Hinsicht (Wärmeschutz, Feuchteverhalten und Dampfdiffusion, Luftdichtigkeit, Schallschutz, Brandverhalten) untersucht. Die Aufbauten unterscheiden sich darin, ob sie hinterlüftet sind oder nicht, sowie in der innenseitigen Ausführung (Gipsfaserplatte, Lehmputz, Hourdisziegel, Lehmbauplatten). Lösungsvorschläge für Anschlüsse wurden erarbeitet.	30
517: Zusammenfassung technischer Kennwerte (Wärmeleitfähigkeit, Diffusionswiderstand, Brennbarkeitsklasse, Dichte, Spez. Wärmekapazität) von Strohballen	31
518: Wichtig für die Funktionstüchtigkeit des Bauteils ist der passgenaue Einbau der Strohballen. Potenzielle Schwachstellen sind die zumeist abgerundeten Kanten der Strohballen und die dadurch entstehenden durchgängigen Lufträume.	31
519: Liste zur Maßnahmen zur Vermeidung von Feuchteschäden	33
520: Dimensionierung der außenseitigen (Winddichtheit) und innen-seitigen (Dampfbremse, Luftdichtheit) Dichtungsbahnen: Der sd-Wert der inneren Schicht solle mehr als 10-mal so groß wie der sd-Wert der äußeren Schicht sein. Der innere sd-Wert sollte aber nicht zu groß sein (< 5 m).	33

Tabelle umseitig fortgesetzt . . .

Tab. 27: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
521: Allgemeine Aussagen zu den Wandkonstruktionen mit hinterlüfteter Fassade: Gute Eigenschaften bzgl. Wärmeschutz, Feuchteverhalten und Dampfdiffusion (bei sorgfältiger Dimensionierung und Ausführung der winddichten Schicht) und Luftdichtigkeit. Problematischer bzgl. Schallschutz (der Beitrag der äußeren Beplankung zum Schallschutz ist gering. Eine Verbesserung könnte durch eine durchgängige Holzschalung oder durch Plattenbaustoffe erreicht werden.)	34
522: Auswahl des Außenputzes für Putzfassaden: Der Außenputz sollte möglichst diffusionsoffen sein und ausreichend wasserabweisend sein. Geeignet sind Silikat- und Kalk(zement)putze. Wenn durch große Dachüberstände, ausreichende Abstände vom Spritzwasserbereich (Höhe > 80cm) oder durch eine windgeschützte Lage direkte Wassereinwirkung sicher ausgeschlossen werden kann, sind auch Lehm- oder der leicht wasserhemmende Trasskalkputz geeignet. Der Außenputz muss armiert ausgeführt werden.	44
523: Bei den Konstruktionen mit Putzfassade muss dem Dampfdiffusionsverhalten höhere Aufmerksamkeit im Vergleich zu hinterlüfteten Fassaden geschenkt werden, da der Dampfdiffusionswiderstand der Putzfassade über demjenigen der hinterlüfteten Fassade liegt. Empfohlen wird beim Silikatputz (außen) eine Dampfbremse (innen) mit einem sd-Wert von 4.6 m. Von dem Einsatz von Dampfbremsen mit deutlich höheren sd-Werten wird abgeraten, da dadurch die Austrocknungskapazität deutlich reduziert wird und im Sommer an der Außenseite der Dampfsperre beträchtliche Mengen an Kondensat entstehen können.	52
524: Anschlußdetails Kellerdecke	52
525: Anschlußdetails Pultdach	55
526: Anschlußdetails Fenster	58
527: Luftdichtheit bei Durchdringungen (Installationen): Problemlos, falls eigene Installationsebene vorhanden. Für Durchdringungen, die insgesamt durch die Außenwand führen müssen, können 2 Fälle unterschieden werden: 1) Die luftdichte Ebene, die durchdrungen wird, ist eine Gipsfaserplatte, Putz, Oriented Strand Board (OSB)-Platte etc.: In diesem Fall wird ein ausreichend großer Spalt zwischen Durchdringung und Platte ausgespart, der mit dauerlastischer Masse geschlossen wird. 2) Die luftdichte Ebene ist eine Folie, z.B. Dampfbremse oder Windsperre: Es wird eine Folienmanschette hergestellt (für bestimmte Maße auch am Markt erhältlich), die mit Hilfe eines Spezialklebandes mit der Folie und der Durchdringung luftdicht verklebt wird.	60

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 27: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
528: Empfehlung für Lehmputze auf der Innenseite: Lehmputze unterstützen aufgrund ihrer hydrophilen Eigenschaft die Verteilung von Feuchtespitzen auf einen längeren Zeitraum (Lehmputze haben bei Fachwerkhäusern das Holz auf lange Zeit derart ausgetrocknet und konserviert, dass weder Schädlinge noch Pilze und Mikroorganismen dem Holz schaden konnten).	61
529: Hinweise zu den Dampfdiffusionswiderständen verschiedener Putze und Anstriche	62
530: Allergenes Potenzial von Stroh: Aus der Literatur (Gruber, 2000) lässt sich entnehmen, dass sauberes, helles Stroh ein äußerst geringes allergenes Potenzial besitzt und kaum Schimmelpilze oder Sporen enthält. Lediglich schimmelndes Stroh kann für Asthmatiker problematisch sein. Sobald die Strohwand verputzt ist, stellt auch die Verwendung von Stroh schlechterer Qualität kein Allergiepotenzial mehr dar. Es ist jedoch darauf zu achten, dass nicht durch zu feuchtes Verputzen und extrem langsames Trocknen des Verputzes Schimmelbildung auftritt. Daher sollte besonders in kalten oder feuchten Klimazonen bzw. während ebensolcher Jahreszeiten zu flüssiger oder übernässter Verputz ebenso wie diffusionsdichter Verputz auf nicht hinterlüfteten Strohänden vermieden werden.	65
531: Zellulose (der Rohstoff, aus dem Stroh besteht) kann nur von Termiten verdaut werden. Im Gegensatz zu Heu oder Getreideähren bietet Stroh also keinen besonderen Anziehungspunkt für Kleinnagetiere und Insekten aller Art. (Gruber, 2000)	65
532: Die Erfahrungen bei der Realisierung aktueller Strohbauten sind, dass während der Bauphase, speziell in der kalten Jahreszeit, Strohballen aufgrund ihrer guten Wärmedämmeigenschaften von Mäusen als Behausung aufgesucht werden können. Durchgängige Putzschichten oder OSB-, Gipsfaserplatten etc., stellen "bissichere" Abdeckungen dar, die nach der Fertigstellung des Bauteils bzw. des Gebäudes den Nagern ein Eindringen in eventuell vorhandene Hohlräume nicht mehr ermöglichen und das Problem somit eliminieren.	65
533: Um einem Insektenbefall vorzubeugen, empfiehlt sich: Verunreinigungen und Beikräuter bei der Ernte möglichst zu vermeiden, den Restkorngehalt im Strohballen (durch längeres Dreschen) möglichst gering zu halten, das Stroh während Ernte, Lagerung und Einbau möglichst trocken zu halten, die Wände nach der Errichtung möglichst rasch und vollständig zu verputzen.	66

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 27: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
534: Brandschutz: Damit ein Baustoff aus brandschutztechnischer Sicht in eine Außenwand eingebaut werden darf, muss dieser mindestens die Anforderungen der Baustoffklasse B2 (normal entflammbar) erfüllen. Im Zuge des Projekts wurden Brandschutztests durchgeführt, in denen die Baustoffklasse B2 für unbehandeltes, nicht imprägniertes Weizenstroh sowohl mit einer Rohdichte von 90 kg/m ³ wie auch von 120 kg/m ³ erreicht wurde.	69
535: Bauteil-Brandbeständigkeit: Getestet wurde eine Holzkonstruktion mit Strohballendämmung, beidseitig mit einer Bretterschalung verkleidet (Wind-Aussteifung), mit Lehm (innen) und Trassitkalk (außen) verputzt. Der Brandtest ergab für dieses Teil die Brandbeständigkeitklasse F90.	71
536: Die im Zuge des Projekts durchgeführte Wärmeleitfähigkeitsuntersuchung ergaben für Weizenstrohbällen einen Lambda-Wert (Rechenwert) von 0,0456 W/mK.	79
537: Die qualitative Bewertung der Schallschutzeigenschaften der verschiedenen Strohwand-Varianten haben ergeben, dass bei durchgängigen Schalen an der Außen- und Innenseite der Strohdämmung (Putze, Platten, in den anderen Fällen vollflächige Diagonalschalung innen und Plattenbaustoffe außen) gute Schalldämmwerte erreichbar sind. Durch zweischalige Bauweise ist sehr guter Schallschutz erreichbar. Bei einschaligem Aufbau der Strohwand kann der Mindestschallschutz je nach Art der Beplankung eingehalten werden.	89

3.24 Pr. „Biomassefeuerungen für Objekte mit niedrigem Energiebedarf“

Tab. 28: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf“

Inhalt	Seite
538: Umfrageergebnis in Niedrigenergiebauten: Interessant ist der hohe Anteil von 51% von „Weiß nicht“-Antworten auf die Frage: mit welchem Brennstoff werden die Wohnungen beheizt?	129
539: Simulationsergebnis für ein 2001 gerade noch die Bauordnung erfüllendes (= schlecht gedämmtes) Gebäude: Eine Raumtemperaturerhöhung um 2°C erhöht den Wärmebedarf für die Heizung um 27% für das Wohn- und um 35% für das Bürogebäude. Dieser Anstieg ist wesentlich höher als bei „normal“ gedämmten Gebäuden des derzeitigen Gebäudebestandes in Österreich	53

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 28: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
540: Simulationsrechnungen mit TRNSYS zu einem Mehrfamilienwohnhaus und einem Bürogebäude	43
541: Das Thema „Heizen“ spielte 2001 für die BewohnerInnen in Mehrfamiliengebäuden eine untergeordnete Rolle. Dies unterscheidet Bewohner im verdichteten Wohnbau signifikant von Bewohnern von Ein- oder Zweifamilienhäusern, die zu ihrer Heizanlage im Haus wesentlich mehr Bezug haben und über diese auch gut informiert sind	151
542: Kompletter Fragebogen zu Umfrage in Wohnungen zum Thema Heizsystem/Lüftung für HausmeisterInnen / HeizungsbetreuerInnen	155
543: Befragung der Bewohner zum Heizsystem und Lüftungsverhalten. 467 Personen.	0
544: Umfrageergebnis bei Biomassekesseln: In 82% der Wohnungen erfolgt die Wärmeabgabe über Heizkörper	129
545: Umfrageergebnis bei Biomassekesseln: Vor allem bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten, aber auch im Betrieb sind die Anlagen den Bewohnern oft zu laut . Zur Lösung dieses Problems werden die Biomassekessel z. B. auf Gummimanschetten gestellt, um ein Vibrieren zu verhindern.	25
546: Beschreibung einer Heizlastberechnung laut (mittlerweile veralteter!) ÖNORM B 8135 (Graz: -12°C): keine inneren Gewinne, keine solare Einstrahlung, Luftwechsel von 0,8 1/h. Innentemperatur von 21°C.	48
547: Beschreibung raumlufttemperatur geregelter Verschattungselemente für die Simulation: Übersteigt die mittlere Raumlufttemperatur einer Zone 23°C so wird die Verschattung als „aktiv“ angenommen. Fällt die Raumlufttemperatur dann wieder unter 21°C so werden die Verschattungselemente deaktiviert.	205
548: Simulation der Belüftung eines Bürogebäudes: es wird eine raumlufttechnische Anlage angenommen deren Tagesgang an Luftdurchsatz vorgegeben werden kann. Der angesetzte Tagesgang des Luftwechsels setzt sich aus drei Luftwechselraten zusammen.	189
549: Gute Kurzbeschreibung des Simulationsprogrammes TRNSYS (inkl. Grenzen der Anwendbarkeit)	249
550: Lüftungsannahme zu einer Simulation eines Niedrigenergiewohngebäudes: Der durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle auftretende Luftwechsel wird mit 0,1 1/h (Montag - Sonntag, 0 - 24 Uhr) angesetzt.	188

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 28: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
551: Lüftungskonzept gegen Überwärmung: Sobald die Raumlufttemperatur über 24°C steigt und die Außentemperatur darunter liegt, erhöht sich der Luftwechsel um 1-h, um die Überwärmung wegzulüften. Fällt die Raumlufttemperatur dann wieder unter 23°C, reduziert sich der Luftwechsel wieder.	47
552: Lüftungsannahme zu einer Simulation eines Niedrigenergiewohngebäudes: Bei der Fensterlüftung wird ein Luftwechsel von 0,8 in der Simulation angesetzt. Begründung: Geht man davon aus, dass der hygienisch erforderliche Luftwechsel zu jeder Zeit eingehalten werden muss, so wird, aufgrund der schlechten Regelbarkeit der Fensterlüftung, der tatsächliche Luftwechsel höher sein als der rein hygienisch erforderliche. Der Faktor dieser Erhöhung wird durch das Lüftungsverhalten der Bewohner bestimmt. Für die Referenzvariante wird dieser Faktor mit 2,0 angesetzt.	187

3.25 Pr. „PH-Scheitholzofen“

Tab. 29: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Passivhaustauglicher Scheitholzofen kleiner Leistung“

Inhalt	Seite
553: Gute Beschreibung, wie ein Ofen feuerungstechnisch sukzessive optimiert wird: Einführen einer zusätzlichen Luftzufuhr, Einführen einer zusätzlichen wassergekühlten Umschließungsfläche, da zuerst eine zu hohe Abgastemperatur von 260°C erreicht wurde.	25
554: Gezielte Senkung der Abgastemperatur von einem Ausgangswert von 280°C (Bild 6) durch Gestaltung der oberen Abdeckung des Kaminofens als wasserführend.	25
555: Auch wenn nur geringe Mengen für ein EFH bzw. eine Wohnung (3 bis 5 Festmeter) benötigt werden	42
556: Um möglichst schnell hohe Feuerraumtemperatur zu erreichen und die Flamme nicht an eine kalte Feuerraumdecke auftreffen zu lassen, wurde mit einem hitzebeständigen 2 mm Abdeckblech abgedeckt und oberhalb isoliert.	35
557: Einsatz eines rund 800 Liter Speichers (Boiler-Puffer-Kombination). Die konzipierte räumliche Nähe zwischen Wärmeerzeuger und Speicher soll eine Beladung ohne Pumpbetrieb ermöglichen. Diese Variante würde auch erlauben, auf eine thermische Ablaufsicherung zu verzichten und damit keinen Wasseranschluss zum Aufstellort erfordern (Anmerkung im Bericht: „Rechtliche Grenzen prüfen“).	9

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 29: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Passivhaustauglicher Scheitholzofen kleiner Leistung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
558: Eine Schweizer Studie über die Wärmeverteilung in einem Passivhaus und mögliche Überwärmung des Aufstellraumes durch eine zentrale Heizquelle. Ausgegangen wurde dabei von 2 kW Wärmeabgabe im Wohnzimmer, die nach der vorliegenden Studie zu einer Überwärmung des Aufstellungsraumes auf ca. 27°C über mehrere Stunden führt.	7
559: Mögliche Überwärmung des Aufstellraumes in einem „Mustergebäude“ bei 15, 30, und 45 kWh/m ² a (nach PHPP, wenn 1 kW abgegeben wird bzw. wenn 2 kW abgegeben werden).	10
560: Fazit: Eine geringe Überhitzung der Wohnräume auf rund 26 bis 27°C über einige Zeit wird als akzeptabel angesehen. Daher ist eine Reduktion der direkt an den Aufstellraum abgegebenen Wärme von unter 30% nach derzeitigem Stand der Erkenntnisse nicht erforderlich.	10
561: „Nachbau“ der Simulation mit Thermal Analysis Simulation Software (TAS) auf Ausgangswerte die auch für die PHPP-Berechnung verwendet wurden.	12

3.26 Pr. „San. Tschechenring“

Tab. 30: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Wohnhaussanierung Tschechenring“

Inhalt	Seite
562: Innendämmung mit Multipor-Mineraldämmplatten (ursprünglich Ca-Si-Platten geplant)	6
563: Einsatz wassersparender Armaturen	9
564: Nachweis der Sommertauglichkeit mit PHPP durchgeführt (obwohl kein Passivhaus)	11
565: Im Innenbereich Sanierputz aufgebracht als Ausgleichsputz für Innendämmung	17

3.27 Pr. „Hochbauplaner der Zukunft“

Tab. 31: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Hochbauplaner der Zukunft“

Inhalt	Seite
566: <i>Wohnungsweise Raumwärmeverbrauchsmessung im Passivhaus sinnlos</i> : Arbeitsgruppenergebnis von Teilnehmern aus einem Workshop: Wohnungsbezogene Heizwärmeabrechnung sei im Passivhaus Unsinn, weil die Kosten für die Messung des Energieverbrauchs mehr als die Hälfte der gesamten Wärmeenergiekosten betragen (gilt für Fernwärme).	80

3.28 Pr. „Haus Zeggele“

Tab. 32: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Haus Zeggele in Silz“

Inhalt	Seite
567: Heiztechnikkonzept mit drei Wärmeerzeugern: Eigener Waldbestand der Gebäudebewohner vorhanden. Holzvergaserkessel mit Pufferspeicher plus Kachelofen in der „Stube“. Aus Komfortgründen für Urlaubs- oder Krankheitsfall auch Gastherme vorgesehen. Holzvergaser verteilt über „Bauteiltemperierung“ Wärme in jenen Bereichen, die über den gemauerten Grundofen unzureichend versorgt würden.	20
568: Erdgeschoß im Zuge der Sanierung ungedämmt belassen. Gründe gegen Außendämmung: höhere Sicherheit bei der Bauteilschadensfreiheit sowie optische und denkmalpflegerische Gründe. Grund gegen Innendämmung: Gewölbeausbildung im Erdgeschoß. Sanierungsziel war vorwiegend die Erhaltung beziehungsweise die Wiederherstellung der alten Substanz und weniger eine energietechnische Optimierung. → Nach Sanierung noch immer mehr als die Hälfte des Heizwärmebedarfes durch Transmissionswärmeverluste der Außenwand.	-2
569: Tlw. extrem alte Gebäudesubstanz, im Laufe der Jahrhunderte erweitert → Überlagerung von Baukörpern aus den einzelnen Bauphasen: spätromanischer/frühgotischer Kernbau, Erweiterung in der Renaissance (Ende 16. Jahrhundert, Anfang 17. Jahrhundert). Zusätzliche Ausbauten und Erneuerungen im 19. Jahrhundert (Obergeschoss)	15

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 32: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Haus Zeggele in Silz“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
570: Aufbau der Innendämmung im Obergeschoß: *) bestehende Fachwerkständerwand 20 cm, ca. 15 % Holzanteil, dazwischen Ausmauerung mit damals üblichen Restmaterialien (Steine, Mörtel, Stroh, etc), außen verputzt *) Heraflax 2*6 cm zwischen Holzständerkonstruktion (Dämmstärke kann aufgrund des unebenen Untergrunds variieren) *) OSB-Platte als Dampfbremse *) Heraklith-Platte als Putzträger *) Innenputz Luftdichte Verklebung der OSB-Platten an den Stößen mit Klebebändern. Zusätzlicher „Luftdichtheitsschutz“ innere Putzschicht. OSB-Platte stellt die Dampfbremse dar, welche zwar einen gewissen Feuchteintrag durch Dampfdiffusion zulässt, aber im Gegensatz zu luftdichten Konstruktionen die Austrocknung zur Raumseite hin zulässt. „Einseitige“ Innendämmung nur im oberen Geschoß (Erdgeschoß aufgrund der Gewölbeausbildung nicht innengedämmt – und auch nicht außengedämmt) ließe ohne Gegenmaßnahmen erhöhtes Feuchterisiko für die Balkenköpfe der Holzträme der Zwischendecke Erdgeschoß Obergeschoß befürchten → ständige Beheizung des Erdgeschoßes sowie gezielt installierte Wandheizung bzw. Bauteiltemperierung.	20
571: Neu aufgesetztes Dach wurde mit Zellulose-Einblasdämmung gedämmt	20
572: Vorgesetzter Glasverbindungstrakt für zwei Gebäude mit Steinspeicher im Fundament des Verbindungsganges	21

3.29 Pr. „Kooperative Sanierung“

Tab. 33: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Kooperative Sanierung“

Inhalt	Seite
573: Ein Projektergebnis war die Erarbeitung eines Leitfadens für nachhaltige Sanierungen , der eine Grundlage für dieses Projekt darstellt.	11
574: Das OTB Research Institute für Housing and Urban Mobility Studies in Delft führt in den Niederlanden Projekte zu den Themen „Gesundheit“ und „Lüftung“ in Wohngebäuden durch. Für die Einbeziehung der BewohnerInnen wurden Bewertungsinstrumente entwickelt, die der Selbstevaluation der MieterInnen und der Bestandaufnahme von Mängeln in den Wohnbereichen dient. Dabei zeigt sich, dass alleine die Einbeziehung der NutzerInnen in die Erstellung der Mängelliste einen positiven Effekt auf ihre Motivation bei zu setzenden Sanierungsmaßnahmen mit sich bringt.	11

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 33: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Kooperative Sanierung“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
575: Das erste Projekt wurde vom Österreichischen Ökologieinstitut durchgeführt und trug den Titel „Sanierung Pro! Sanierung und Partizipation im mehrgeschossigen Wohnbau“. Ziel dieses Projektes war die Erstellung eines Leitfadens („Erfolgreich Sanieren mit Bewohnereinbindung“), der Bauträger, PlanerInnen und BeraterInnen im Rahmen von Sanierungsprozessen im mehrgeschossigen Wohnbau bei der Bewohnereinbindung unterstützt.	11
576: Die qualitativen Experteninterviews wurden mit Hilfe eines Gesprächsleitfadens durchgeführt, dauerten in der Regel 1 bis 1 1/2 Stunden, wurden auf Tonband mitgeschnitten, transkribiert und inhaltsanalytisch mit dem Softwareprogramm „ATLAS Ti“ ausgewertet.	13
577: 3.2. Voraussetzungen für das Gelingen von Partizipationprozessen	14
578: Viele, interessant zu lesende, Interviewausschnitte als Zitate zu unterschiedlichen Themen. Ungeschminkt, aus der Sicht der wesentlichen Akteure über Direktzitate (z. B. zu den Themen: wie sehen Wohnbaugenossenschaften das Thema „Nachhaltiges Sanieren“?, Wie beginnt ein Sanierungsprozess?). Gut zum Einlesen für -F-KurskandidatInnen .	50
579: 4.16. Grenzen der Beteiligung	60

3.30 Pr. „Sanierung WOP, Weinheberstraße“

Tab. 34: **Hervorzuhebendes** im Projekt „WOP - Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologien, Linz, Österreich“

Inhalt	Seite
580: Auswahl Dämmstoff Fassade: Vergleich verschiedener Varianten nach ökologischen und Kosten-Kriterien. Entscheidung für Wärmedämmverbundsystem mit Dämmstoff Mineralschaumplatten.	29
581: Dämmung Rolladenkasten: Vergleich PU-Dämmung mit Vakuumdämmplatten. Nach derzeitigem Stand des Wissens ist Dämmung mit Vakuumpaneelen in ökologischer Hinsicht vorzuziehen, aus Kostengründen wurden aber PU-Platten eingesetzt .	46

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 34: **Hervorzuhebendes** im Projekt „WOP - Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologien, Linz, Österreich“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
582: Empfehlung Sockeldämmung: Wird die Fassadendämmung mit hinterlüfteter Fassade ausgeführt, kann eine solche Lösung auch für den Sockelbereich interessant sein. Beim verputzten System ist aus ökologischer Sicht Schaumglas als Dämmstoff zu empfehlen. Wird aus wirtschaftlichen Erwägungen Extrudiertes Polystyrol (XPS) eingesetzt, sollten nur CO ₂ -geschäumte („HFKW-freie“) Platten eingesetzt werden, da HFKW ein sehr hohes Treibhauspotential besitzt.	50
583: Die bestehende Loggia wird verbreitert. Bei der Planung dieser Konstruktion wurde die Dämmung der gesamten auskragenden Wände und Balkonplatten berücksichtigt, sodass hier die Wärmebrücke entschärft wird.	52
584: Eine ambitionierte sozialwissenschaftliche Begleitung und Bewohnereinbindung wurde durchgeführt. Schwerpunkt war, auf Bedenken der Bewohner bezüglich der Lüftungsanlage einzugehen. Hierzu wurde auch ein Fragenkatalog ausgearbeitet.	55
585: Die sozialwissenschaftliche Begleitung und Moderation des Planungsprozesses umfasste vier Schritte: 1) Moderation einer Mieterversammlung, 2) Durchführung von Beratungsgesprächen mit den Mietern, 3) Mitgestaltung und Mediation bei einem Infotag, 4) Zusammenfassung der Ergebnisse	61
586: Akzeptanzerhöhung Lüftungsgerät: Das gewählte Lüftungsgerät Inventer iV 14 wurde bei Besprechungen mit den Mietern im Raum aufgebaut und in voller Funktion den Mietern präsentiert, sodass sie sich einen Eindruck von der Größe des Gerätes und der geringen Lautstärke machen können. Es ist anfangs in Betrieb unter einem Tuch versteckt , sodass den Mietern klar werden kann, dass es tatsächlich beim Aufenthalt im Raum nicht wahrgenommen wird.	57
587: Die Moderation des Informations- und Beratungsprozesses durch eine externe „intermediäre“ Instanz stellt bei großen Sanierungsmaßnahmen mit Passivhaustechnologie eine positive Einrichtung zur Verbesserung der Nutzerakzeptanz dar.	69
588: Die Befragung der Mieter/innen (100 Prozent der Haushalte) hat gezeigt, dass es nach wie vor eine breite Skepsis gegenüber einer Änderung des Nutzerverhaltens beim Heizen und Lüften gibt. Die klassische Fensterlüftung in der Heizperiode (insbesondere Dauerlüften im Schlafzimmer) wird nur sehr mühsam zu verändern sein, das zeigen auch die durchgeführten Interviews. Bedingt durch den hohen Altersschnitt in sanierungsbedürftigen Altbeständen dürfte sich die notwendige Verhaltensänderung bei Sanierung noch schwieriger als im Neubau gestalten.	69

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 34: **Hervorzuhebendes** im Projekt „WOP - Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologien, Linz, Österreich“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
589: Die Beratungsgespräche und Interviews haben gezeigt, dass neue energiesparende Techniken beim Heizen und Lüften insbesondere im Mietwohnungsbau einwandfrei und ohne aufwändige Bedienung funktionieren müssen. Empfohlen werden für Sanierungsprojekte mit Passivhaus-Standard eine möglichst optimale Einschulung der Mieter/innen sowie die Weitergabe einer einfachen und klaren Bedienungsanleitung .	69
590: Generell drückt das Ergebnis der Befragungen erhebliche Informationsdefizite sowie eine große Skepsis gegenüber der praktischen Nutzung einer automatischen Lüftung aus. Kritisch gesehen werden vor allem die vermutete Ähnlichkeit mit Klimaanlage und die angenommene Lärmentwicklung im Betrieb der Lüftungsanlage. Die Hälfte der Haushalte findet außerdem einen hohen Stromverbrauch als zutreffend.	68
591: Trotz aller Bemühungen der Mediation und Informationssweitergabe gab es von mindestens 3 Haushalten eine „definitive Ablehnung“ der Komfortlüftung. Nach deren Meinung sollte die Sanierung ähnlich jener der bereits sanierten Objekte in der Umgebung durchgeführt werden.	62
592: Die Fragen der Bewohner im Zusammenhang mit der kontrollierten Wohnraumlüftung betrafen insbesondere Kosten, Filterwechsel, Bedienbarkeit, Zugigkeit und Platzierung des Gerätes.	62
593: Vergleich des ökologischen Profils verschiedener Varianten der Außenwanddämmung	73
594: Ergebnis ökologischer Vergleich Außenwanddämmungen: Empfehlungen für Wärmedämmverbundsystem Mineralschaumplatte mit Silikatputz, Wärmedämmverbundsystem Hanfdämmplatte mit Silikatputz, Zellulose zwischen Holz-C-Trägern, hinterlüftete Dämmsysteme.	81
595: Dämmung Rollladenkästen: Vakuumdämmplatte bessere Ökobilanz als Polyurethan	82
596: Dämmung Sockelbereich: Aus ökologischer Sicht ist Schaumglas oder hinterlüfteter Fassade vor XPS der Vorzug zu geben. Falls XPS, nur CO ₂ -geschäumte Platten einsetzen.	82
597: Vergleich des ökologischen Profils verschiedener Varianten der Dachdämmung. Als Dämmstoff wird Zellulose zwischen Holzkonstruktion empfohlen.	83
598: Empfohlene Varianten für Kellerdeckendämmung	87

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 34: **Hervorzuhebendes** im Projekt „WOP - Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologien, Linz, Österreich“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
599: Entscheidung für dezentrales Lüftungsprinzip: Bezüglich Investitionskosten ergibt der Systemvergleich nahezu Preisgleichheit. In Sachen Umsetzbarkeit im bewohnten Zustand stellt sich jedoch heraus, dass die dezentrale Lösung deutliche Vorteile mit sich bringt, da die Montagezeiten innerhalb der Wohnung nur sehr kurz sind , wohingegen bei der semizentralen nahezu die gesamte Anlagemontage innerhalb der Wohnung erfolgen muss. Hinzu kommt allerdings, dass bei der dezentralen Lösung das Deckengerät und das erforderliche Luftkanalnetz noch zusätzlich baulich verkleidet werden muss, z.B. mit einer abgehängten Gipskartondecke.	88
600: Gegenüberstellung Einzelraum-Lüftungsgeräte	90
601: Thermografie-Aufnahmen vor und nach Sanierung	98
602: Gliederung Mehrkosten nach Gewerken	113
603: Kostenschätzung Lüftungsanlage	-6

3.31 Pr. „Begleituntersuchung Roschégasse“

Tab. 35: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Begleituntersuchungen zum Projekt Roschégasse“

Inhalt	Seite
604: In der Passivhauswohnanlage Roschegasse (Wien) liegen die Raumtemperaturen eigentlich zu keinem Zeitpunkt im Jahr ungewollt unter dem behaglichen Bereich. Probleme ergeben allerdings sehr wohl im Sommer durch Überhitzungserscheinungen. Vor allem in einer Wohnung wurden Temperaturen von über 30°C gemessen.	7
605: Die relative Raumfeuchte bewegt sich im Sommer mit Werten zwischen 30% und 65% exakt innerhalb der Behaglichkeitsgrenzen gemäß ISO EN 7730. Im Winterfall gibt es häufig Probleme mit zu trockener Raumluft (rel. Feuchte kleiner 30%), die wie beispielsweise im Februar 2008 auf bis zu 20% absinken kann.	8
606: Während eines mehr als vier Monate andauernden Meßzeitraums wurde eine CO ₂ -Konzentration von mehr als 1000 ppm nur während zwei Prozent der Zeit überschritten.	9

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 35: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Begleituntersuchungen zum Projekt Roschégasse“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
607: Knappes Überschreiten der Passivhaus-Grenzwerte: Der raumtemperatur- und klimabereinigte Heizwärmeverbrauch liegt mit 15,27 kWh/(m ² a) knapp über dem geforderten Wert von 15 kWh/(m ² a). Die maximale Heizlast liegt bei 10,3 W/m ² . Der Primärenergieverbrauch liegt mit 144,2 kWh/(m ² a) im ersten Messjahr um 20% über dem geforderten Wert von 120 kWh/(m ² a). Ausschlaggebend für den relativ hohen Primärenergieverbrauch trotz der ist vor allem der hohe Anteil elektrischer Verbraucher . Neben dem Haushaltsstrom wirken sich natürlich auch die Verbraucher Wärmepumpe und Elektroheizungen negativ auf die Primärenergiebilanz aus.	10

3.32 Pr. „Einfach:wohnen“

Tab. 36: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Einfach:wohnen, Ganzheitliches Konzept für den mehrgeschossigen Wohnbau“

Inhalt	Seite
608: Realisierung von drei verschiedenen energetischen Gebäudestandards: Niedrigenergiehaus (mit Fensterlüftung und konventioneller Radiatorenheizung), „Fast-Passivhaus“ (mit Lüftungsanlage und reduzierten Heizflächen, Dämmstandard wie bei Niedrigenergiehaus), Passivhaus	17
609: kleine Heizflächen im Passivhaus: Untersuchungen (Computational Fluid Dynamics-Luftströmungssimulation) haben dazu geführt, dass im Wohnzimmer (der im Passivhausstandard errichteten Wohneinheiten) im Bereich der 2-geschossigen Verglasungselemente und im Badezimmer kleine Heizkörper installiert wurden. Die Leistung des Heizkörpers am Fensterparapet beträgt 350 W.	32
610: Argumente gegen zentrale Lüftungsanlagen: Grundsätzlich haben die Erfahrungen der letzten Jahre mit Lüftungsanlagen in mehrgeschossigen Niedrigenergie- und Passivhäusern gezeigt, dass zentrale Systeme eine Reihe von Nachteilen aufweisen. So lassen sich Temperaturen und Luftmengen in den einzelnen Wohnungen meist nicht oder nur unzureichend regeln. Man braucht für solche Anlagen lange Luftleitungen mit großen Querschnitten mit allen damit verbundenen Nachteilen (Raumbedarf, Druckverluste, Stromverbrauch, schlechte Abrechnungsmöglichkeit usw.). Daher werden neuere Anlagen praktisch nur mehr nach zwei Prinzipien ausgeführt: semizentral oder dezentral.	33

Tabelle umseitig fortgesetzt . . .

Tab. 36: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Einfach:wohnen, Ganzheitliches Konzept für den mehrgeschossigen Wohnbau“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
611: Semizentrales versus dezentrales Lüftungskonzept: Der Vorteil von semizentralen Anlagen liegt vor allem in der einfacheren Wartung (Filtertausch, usw.) in der leicht zugänglichen Lüftungszentrale. Als nachteilig erweisen sich die meist aufwendigere Ausführung sowie Risiko von Geruchsübertragungen . Bei einer dezentralen Lüftungsanlage werden kompakte Lüftungsgeräte in jeder Wohnung eingebaut und überwiegend selbstständig betrieben. Aufwendige Lüftungssammelleitungen können weitgehend vermieden und jedes Lüftungsgerät kann einzeln geregelt werden.	33
612: Ökologisch nachhaltiges Nutzerverhalten kann neben verstärkter Information und „Bewohner-Qualifizierung“ nur durch ein hohes Maß an Identifikation mit dem Projekt und der gesamten Wohn- und Wohnumfeldsituation erreicht werden. Diese Identifikation passiert allerdings nicht oder nur bedingt von selbst, sondern muss durch soziokulturelle Maßnahmen in Form von „Anschubhilfe“ gefördert werden. Um nachhaltige Ergebnisse zu erzielen, geht es insbesondere beim ökologischen Bauen und Wohnen nicht mehr nur um die Sicherung der Akzeptanz durch die Nutzer/innen im Sinne von „Hinnahmefähigkeit“, sondern um deren engagiertes Mitwirken am gesamten Prozess, d.h. nach Möglichkeit in der Planungs-, Bau- und Wohnphase.	34
613: Beteiligungsbereitschaft der Bewohner: Knapp 18 % geben an, in keinerlei Aktivitäten der „Bewohnerbeteiligung“ einbezogen werden zu wollen, ein Viertel will sich beteiligen und mehr als die Hälfte der Befragten zeigt sich noch abwartend. Von den Haushalten, die sich beteiligen wollen, ist ein Drittel v.a. an Hausversammlungen interessiert und ein Viertel an der Mitarbeit in Arbeitsgruppen.	53
614: Ein überdurchschnittliches Maß an Information der „Kunden“ bildet die Grundlage jeglicher Bewohner-Partizipation. Frühzeitige und laufende Kommunikation mit den Wohnungsinteressenten führt zu Kundenbindung und zur Identifikation mit dem Wohnquartier, was insbesondere bei anspruchsvollen Wohnprojekten eine große Rolle spielt. Dabei ist neben der medialen (Info-Broschüren etc.) die „face-to-face“-Kommunikation mehr denn je von Bedeutung.	68

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 36: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Einfach:wohnen, Ganzheitliches Konzept für den mehrgeschossigen Wohnbau“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
615: Mobilität / PKW-Nutzung: Erklärtes Ziel bei der Planung der Solar City ist die Vermeidung von PKW-Verkehr durch das Anbieten eines attraktiven öffentlichen Nahverkehrs. Außerdem ist der Siedlungskern autofrei. Automobilität spielt dennoch eine bedeutende Rolle: 38 % der befragten Haushalte haben 2 PKW und nur 2 % werden mit Einzug in die solarCity kein Auto besitzen. Drei Viertel der befragten Männer und 60 % der Frauen wollen nach Bezug der solarCity den Weg zum Arbeitsplatz mit dem eigenen Auto zurücklegen.	67
616: Vermeidung von Wärmebrücken im Sockelbereich: Im Sockelbereich des aufgehenden, tragenden Ziegelmauerwerks über der Kellerdecke wurde die unterste Schar aus einer Reihe Gasbetonsteine hergestellt. Alle nicht tragenden Zwischenwände wurden ebenfalls auf Gasbetonsteine gestellt und damit auf die gleiche Weise von der Kellerdecke thermisch getrennt. Auch die Stahlbetonsäulen in den Wohnungen wurden auf Isokörbe gestellt.	115
617: Wärmebrückenfreie Montage der Jalousiekästen: erfolgte mittels punktuell im Abstand von ca. 1 m angeordneten Stahlwinkeln, die mehrfach thermisch entkoppelt wurden. So wurden die Winkel auf Holzklötzchen von 9 cm Stärke am Ziegelmauerwerk montiert, wobei die Befestigungsschrauben noch versenkt sind. Der eigentliche Jalousiekasten wurde durch ein weiteres Distanzstück aus Holz vom Haltewinkel getrennt. Damit ist der Stahlwinkel allseitig von wärmedämmenden Material umgeben und der durch ihn verursachte Wärmebrückeneffekt praktisch vernachlässigbar.	123
618: Führung der Solarleitungen in der Außenwanddämmung: Die Führung der Solarleitungen von den Sonnenkollektoren in den Haustechnikraum im Keller erfolgt in den Außenwänden, und zwar in der Dämmebene, wobei darauf geachtet wurde, dass rund um die Leitungen ausreichend Wärmedämmung vorhanden ist. Damit wird erreicht, dass einerseits die Wärmeverluste zwischen den Kollektoren und dem Keller verringert werden und andererseits die so reduzierten Verluste zum größten Teil den Wohnräumen zugute kommen.	127

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 36: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Einfach:wohnen, Ganzheitliches Konzept für den mehrgeschossigen Wohnbau“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
619: Licht- und jahreszeitlich gesteuerter Sonnenschutz: Bei allen großflächigen, südorientierten Verglasungen werden automatisch gesteuerte Außenjalousien eingebaut, um das Risiko von Überhitzungen im Sommer zu minimieren. Die Jalousien werden über Lichtsensoren so gesteuert, dass sie im Sommer automatisch heruntergelassen werden, wenn das Sonnenlicht einen bestimmten Schwellwert überschreitet. Im Winter fährt die automatische Steuerung die Jalousien bei Tageslicht hoch und lässt sie in der Nacht herunter. Die Bewohner können den Sonnenschutz alternativ auch händisch bedienen.	128
620: Recycling-Speicherziegel aus Ziegelsplitt: Ursprünglich war vorgesehen, einen Recycling-Speicherziegel aus Ziegelsplitt (produziert in Gars am Kamp) einzusetzen. Da zum Zeitpunkt der Errichtung der Wohnhausanlage noch keine bautechnische Zulassung für Oberösterreich vorlag, wurden als Ersatz relativ schwere Hochlochziegel (hohe Speichermasse) verwendet. Diese wurden in geringerer Entfernung zur Baustelle produziert, wodurch die Transportwege und die damit verbundenen Umweltbelastungen auf etwa ein Viertel gegenüber dem ursprünglich geplanten Recycling-Speicherziegel reduziert werden konnten.	130
621: Einsatz Vakuumdämmung an der Deckenunterseite im Durchgangsbereich: Zuerst wird eine Expandiertes Polystyrol (EPS)-Schicht an die Betondecke geklebt, dann werden zwei Lagen Vakuumdämmung zur Minimierung der Wärmebrücken mit versetzten Stößen verlegt und ebenfalls verklebt. Anschließend wird eine weitere dünne Schutzschicht aus expandiertem Polystyrol angebracht. Zur Absicherung gegen eine Ablösung der Dämmschichten und zum Schutz vor äußerer Beschädigung wird an der Unterseite eine Metallkassettendecke montiert. Erreichter U-Wert: 0,095 W/.	131
622: Tageslichtumlenkende Transparente Wärmedämmung (TWD)-Elemente: Bei Räumen mit größeren Tiefen werden einfache tageslichtumlenkenden Elemente mit einer Füllung aus transparenter Wärmedämmung (Kapilux TWD) als Oberlichter eingebaut. Neben der wesentlich besseren Ausleuchtung der rückwärtigen Raumbereiche mit natürlichem Tageslicht und der damit verbundenen Kunstlicht – und Stromeinsparung weisen sie auch höhere Nettoenergiegewinne als die besten verfügbaren Wärmeschutzverglasungen auf.	134

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 36: **Hervorzuhebendes** im Projekt „Einfach:wohnen, Ganzheitliches Konzept für den mehrgeschossigen Wohnbau“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
623: Wärmeschutzverglasung mit innenliegender Jalousie: Im Gemeinschaftsbereich des Hauses war ursprünglich der Einsatz einer automatisch gesteuerten, elektrochromen Verglasung geplant. Da diese nicht mehr erhältlich war, mußte auf eine Wärmeschutzverglasung mit innenliegender Jalousie zurückgegriffen werden.	137
624: Heizungsumwälzpumpe mit niedrigstem Stromverbrauch: Eine in der Schweiz entwickelte Heizungsumwälzpumpe wurde eingesetzt, die durch einen drehzahlgeregelten Drehstrom-Synchronmotor mit Permanentmagnet-Rotor und hohen Drehzahlen bis zu 4000 U/min den Stromverbrauch um etwa 60 % reduziert.	139
625: Kostenvergleich Passivhaus – Niedrigenergiehaus: Die Mehrkosten des Passivhauses im Vergleich zum Niedrigenergiehaus betragen 14,09%. Die Mehrkosten in den einzelnen Kategorien Dämmung Fassade, Dämmung Kellerdecken, Spengler und Schwarzdecker, Fenster, Haustechnik sind ausgewiesen.	148
626: Detaillierter Kostenvergleich Passivhaus – Niedrigenergiehaus	146
627: Kostenvergleich „Fast-Passivhaus“ – Niedrigenergiehaus: Die Mehrkosten des Fast-Passivhauses im Vergleich zum Niedrigenergiehaus betragen 7,1%.	150

3.33 Pr. „grünes LICHT“

Tab. 37: **Hervorzuhebendes** im Projekt „grünes LICHT, Sanierung eines großvolumigen Wohnbaues zum Passivhaus“

Inhalt	Seite
628: Die Attraktivität einer Wohnung wird für Nutzer stark von den Kriterien Helligkeit, privater Freiraum und Qualität des Wohnumfeldes bestimmt.	-13
629: Fenstertausch und Belichtung: Mit gängigen Einbaudetails führt der Einbau von Passivhausfenstern zu einer starken Reduktion der Belichtung: 1. durch die Verkleinerung des Fensters (der Glasfläche) infolge des nachträglichen Einbaus, 2. durch eine Verkleinerung der Glasfläche durch dickere Rahmenprofile, 3. geringerer Lichtdurchlaß (niedriger g-Wert) infolge der 3-Scheiben Verglasung, und 4. durch die höhere Laibungstiefe infolge der großen Dämmstärke.	3
630: Wenn der Geschosswohnbau attraktiv sein und eine echte Alternative zum Einfamilienhaus darstellen soll, so ist der wohnungseigene Freiraum ein essentieller Bestandteil, eigentlich eine conditio sine qua non.	5

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 37: **Hervorzuhebendes** im Projekt „grünes LICHT, Sanierung eines großvolumigen Wohnbaues zum Passivhaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
631: Hervorhebung der Bedeutung des Feuchtemanagements : fundiertes (und nicht zufälliges) Feuchtemanagement im Wohnbereich wird für die Zukunft als unabdingbar gehalten	7
632: Um die Feuchtigkeit in der Wohnung zu bewahren, können folgende Maßnahmen getroffen werden: 1. Wäschetrockenschrank in Zuluft 2. semipermeable Baddecke 3. Feuchtepufferung 4. Bepflanzung 5. Feuchtebewahrung mit Wärme- und Feuchterückgewinnungsgerät	7
633: In Abhängigkeit der Gebäudegröße wurden die notwendigen U-Werte und damit verbundenen Dämmstoffstärken der jeweiligen Bauteile ermittelt, um Passivhausstandard zu erreichen. Die Unterschiede zwischen einem Einfamilienhaus (U-Wert Wand = 0,12) und einem sehr großen Wohngebäude (U-Wert = 0,34) sind beträchtlich. Analog verringert sich die erforderliche Dämmstoffdicke von 32 auf 12 cm.	66
634: Im Extremfall (wenig kompaktes Einfamilienhaus versus sehr großer kompakter Wohnbau) hat das Einfamilienhaus pro m ² Nutzfläche den 20igfachen Verbrauch an Dämmstoff für die Erreichung des gleichen energetischen Standards.	48
635: Energiebilanzen von Fenstern, Vergleich über eine viergeschoßige Fassade im verbauten Gebiet: Südorientierte Fenster sind auch (tendenziell) im verbauten Gebiet Gewinnflächen (Tab. 9)	69
636: Energiebilanzen von Fenstern, Vergleich über eine viergeschoßige Fassade im verbauten Gebiet, Variation der Fenstergröße: Südorientierte Fenster sind auch (tendenziell) im verbauten Gebiet Gewinnflächen (Tab. 9) Es zeigt sich, dass ein Fenster unter 1,5 m ² auch südseitig nicht mit der Außenwand konkurrieren kann (U (Wand) = 0,153). Bei größerer Größe verhält es sich jedoch in der Gesamtbilanz besser als ein ansonsten verwendeter Wandbauteil (höherer Glasanteil bei größeren Fenstern (Tab. 10). Große ungeteilte Fensterformate, zusammenhängende Fenster und Fixverglasungen bieten also deutliche Vorteile, kleine Fenster und Fensterteilungen sind in der Passivhaustechnologie kontraproduktiv .	69
637: Die Verdoppelung der Laibungstiefe von 15 cm auf 30 cm bewirkt eine Verringerung der Wärmegewinne um 15%.	71
638: Energiebilanzen von Fenstern, Vergleich über eine viergeschoßige Fassade im verbauten Gebiet, Vorhandensein von Balkonen: Auf der Südseite ist es in allen Fällen energetisch günstiger, ein Fenster auszuführen als eine Wand, vorausgesetzt, das Fenster ist groß und der Rahmenanteil gering (Tab. 12).	72

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 37: **Hervorzuhebendes** im Projekt „grünes LICHT, Sanierung eines großvolumigen Wohnbaues zum Passivhaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
639: Verhältnis zwischen Wärmedämmung Dach und Wärmedämmung Kellerdecke, das in der Summe mit dem minimalen Dämmstoffeinsatz auskommt: Die Dämmstoffdicke der Kellerdecke beträgt 70-75% von derjenigen beim Dach.	74
640: Höherer Wärmeverlust und höhere Heizlast bei Wohnungen in Randlage (aufgrund höheren Anteils an Außenflächen): Bei größeren Gebäuden kann die Heizlast für Randwohnungen bei alleiniger Heizung über die Lüftungsanlage nicht mehr gedeckt werden.	79
641: Möglichkeiten der konstruktiven Erhöhung der Dämmdicke bei Wohnungen in Randlage werden diskutiert.	89
642: Ein einfaches wassergeführtes Heizsystem kann (insb.) für die Problematik des höheren Wärmebedarfs in Randwohnungen Abhilfe schaffen. Wegen der gut gedämmten Gebäudehülle und den Passivhausfenstern ist es ohne Komfortverlust möglich, die Position einer Heizfläche (Heizkörper) nicht in Fensternähe zu wählen. Damit werden die nötigen Zuleitungen zu den Heizflächen kürzer, die Kosten sind nur wenig über denen einer einzelraumgeregelten Luftheizung. Zudem entfällt die Koppelung der Heizleistung mit der Luftmenge, wodurch die NutzerInnen in der Lage sind, bei trockenen Außenluftbedingungen im Winter den Luftwechsel auf die hygienischen Bedürfnisse zu drosseln (z.B. Lüftungsgerät Stufe 1) und trotzdem ausreichend Heizleistung im Raum einzubringen.	96
643: Eine erprobte Position für die Anbringung einer kostengünstigen Heizfläche ist der Türsturz. Für die Anordnung des Zuluftdurchlasses eignet sich die Position über der Heizfläche, damit die Lüftströmung die natürliche Konvektion an der Heizfläche ergänzt (Abb. 46).	97
644: Die Kosten für verschiedene Varianten der Beheizung (Luftheizregister, Kleinheizkörper, Fußbodenheizung) einer 75 m ² Wohnung im Passivhausstandard wurden ermittelt (Tab. 21).	99
645: Mehrkosten für Zusatzheizsysteme betragen weniger als 1% der Baukosten. Berücksichtigt man, dass kein erhöhter Dämmstandard für die Randwohnungen notwendig ist, werden die Mehrkosten in den meisten Fällen leicht wieder ausgeglichen. Die einfachen Zusatzsysteme ermöglichen eine individuellere Regelbarkeit, lassen eine Entkopplung der Heizung von der Lüftung zu, was im Winter Vorteile hinsichtlich der Luftfeuchtigkeit bringen kann und geben höhere Sicherheit weil sie mehr Spielraum in der Abdeckung der Heizlast gewähren.	100

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 37: **Hervorzuhebendes** im Projekt „grünes LICHT, Sanierung eines großvolumigen Wohnbaues zum Passivhaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
646: Um eine ausreichende Belichtung von Innenräumen zu gewährleisten, wird eine Nettoglasfläche von 25% von der Nutzfläche des Raumes empfohlen / gefordert. Bei großen Glasteilungen und teilweiser Fixverglasung entspricht dies einer Rohbaulichte von 30%-35% der Nutzfläche des Raumes. Einschränkungen aus Verschattung durch Balkone sind gesondert zu bewerten, generell ist von der üblichen Balkonauskragung von 1,5 m abzugehen.	112
647: Verschattung durch Nachbargebäude: Der in Österreich praktizierte ausreichende Lichteinfallswinkel von 45 wird von den Autoren als zu hoch eingeschätzt. Bei einer derart hohen Verschattung durch Nachbargebäude lässt sich im EG in der Raummitte oder Raumtiefe keine angemessene Belichtung mehr herstellen. Anzustreben wäre eine maximale Verschattung von 30 oder ein Verhältnis Abstand/Höhe von 2:1. In dicht verbauten Gebieten könnten Speziallösungen wie hoch reflektierende Fassadenbeschichtungen, Terrassenbeläge und Fußbodenmaterialien überlegt werden.	112
648: Maßnahmen wie helle Raumbooberflächen, weiße Fensterlaibungen, helle Farbgebung von Nachbargebäuden, Verzicht auf Store oder andere „Lichtvernichter“ können nur im Rahmen langfristiger Aufklärung im Bewusstsein von Planern und (Gebäude-)Nutzern verankert werden.	112
649: Bedeutung der Maximierung des Glasanteiles (beim Einbau von Passivhausfenstern). Während der Rahmen jedenfalls thermisch schlechter ist als die opake Wand (im Passivhaus) wird mit dem Glas 1. der Zweck des Fensters erfüllt (nämlich die Belichtung des Raumes) 2. die energetische Bilanz des Fenster u.U. erheblich verbessert.	117
650: Gegenüberstellung von Glas- und Rahmenanteil für Fenster unterschiedlicher Größe und Proportion Höhe/Breite. Bezüglich der Proportion Höhe/Breite ist (bei gleicher Fensterfläche) ein möglichst quadratisches Verhältnis anzustreben.	119
651: Selbst bei Verwendung sehr schlanker Rahmenprofile erreicht man erst bei Rohbaulichten über 2 m ² einen Glasanteil von über 70%. Bei Verwendung von Fixverglasungen sind auch Glasanteile über 80% realisierbar,	120

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 37: **Hervorzuhebendes** im Projekt „grünes LICHT, Sanierung eines großvolumigen Wohnbaues zum Passivhaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
652: Untersuchung verschiedener Laibungsvarianten: Die verschiedenen untersuchten Laibungsvarianten (abgeschrägt, nicht abgeschrägt) weisen nur geringfügige Unterschiede in der gemessenen Tageslichtmenge auf. Daher erscheint es nicht sinnvoll, irgendwelche Lösungen mit erhöhtem technischen Aufwand umzusetzen, wie zum Beispiel eine Abschrägung der Laibung. Einfache Maßnahmen, wie etwa die weiße Färbung von Laibung und anderen Fensterbauteilen und die dadurch erzielten erhöhten Reflexionswerte führen zu kostenneutralen, leichten Verbesserungen.	133
653: Drei verschiedene Varianten des Fenstertausches bei Sanierung zum Passivhaus und unveränderter Rohbauöffnung wurden untersucht. Die Varianten unterscheiden sich im Glasanteil (Fixverglasung versus offenbar), Profildbreite und Art des Einbaus. Bei jeder Variante verschlechtert sich die Tageslichtversorgung (erheblich). Diese Verschlechterung ist hauptsächlich auf den schlechteren Lichttransmissionswert, gegebenenfalls auf die Verkleinerung der Glaslichte und z. Teil auf die dickere Dämmstärke zurückzuführen.	145
654: Durch sorgfältige Detailausbildung und die Wahl schlanker Fensterprofile kann die Verschlechterung in Grenzen gehalten werden. Während bei einem Passivhausfenstertausch ohne weitere Optimierung die Tageslichtverhältnisse um knapp 40 % schlechter werden, kann diese Verschlechterung bei sorgfältigster Detailausbildung und Ausschöpfen aller Möglichkeiten auf 25% reduziert werden. Dies ist allerdings immer noch ein völlig unzureichender Wert, zumal die Ausstattung mit Fenstern von Gebäuden aus den 50iger bis 80iger Jahren des vergangenen Jahrhunderts zumeist ausreichend, aber nicht großzügig erfolgte. Dies bedeutet, dass im Sanierungsfall zum Passivhaus die zukünftigen Belichtungsverhältnisse sorgfältig zu prüfen sind und dass die Planer die Wirkung der für sie noch nicht so vertrauten Dreifach-Verglasung nicht unterschätzen dürfen.	145
655: Vergrößerung der Fensterfläche: Falls das Fenster nach unten verlängert (durch Ausbrechen des Parapets) wird, gleichen die Lichtverhältnisse denen vor der Sanierung. Da im Passivhaus kein Heizkörper unter dem Fenster angeordnet werden muß, ist diese Maßnahme möglich.	146
656: Eine weisse Wandfläche durch eine dunkle zu ersetzen resultiert in einer Verschlechterung der Belichtungsverhältnisse um 15-20 %. Im Vergleich zum Aufwand der Maßnahme scheint die Wirkung groß zu sein. Wenn schlechte Verhältnisse vorhanden sind, kann durch farbige Oberflächen und dunkle Möbel noch viel zusätzlich verloren werden.	159

Tabelle umseitig fortgesetzt ...

Tab. 37: **Hervorzuhebendes** im Projekt „grünes LICHT, Sanierung eines großvolumigen Wohnbaues zum Passivhaus“ – Fortsetzung.

Inhalt	Seite
657: Wenn ein Wohnraum nach heutigen Anforderungen mit einer (zu) kleinen Fensteröffnung ausgestattet ist, muss bei der maximal erzielbaren Glasfläche und dem maximalen Einstrahlwinkel angesetzt werden. Dies ist erzielbar 1. durch möglichst große Glasflächen und möglichst geringen Rahmenanteil 2. durch Ausbrechen des Parapetes – möglich durch Verzicht auf Radiatoren- 3. durch Vergrößerung der Glasfläche über die Rohbauöffnung hinaus.	163
658: Bedeutung des Balkons als wohnungseigener Freiraum: Für die Zuwendung größerer Teile der Bevölkerung zu verdichteten Wohnformen ist es mitentscheidend, ob es gelingt, manche Aspekte des Einfamilienhauses wie z.B. den wohnungseigenen Freiraum in guter Qualität auch im verdichteten Wohnbau anzubieten.	168
659: Beim Bau von Balkonen geht es immer um ein Abwägen: Wie viel Platz bekommt der Freiraum der oberen Wohnung und wie viel Einschränkung ist für die untere Wohnung ist zumutbar?	170
660: Die Autoren des Berichts sind der Meinung, dass zugunsten der Wohnqualität dem wohnungseigenen Freiraum und damit einer gewissen Verschlechterung der energetischen Performance der Vorzug gegeben werden muss. Dieser Mehrbedarf an Energie muss z.B. durch eine thermische Verbesserung der Gebäudehülle wieder ausgeglichen werden.	176
661: Höhersetzen von Balkonen erscheint vielversprechendste Maßnahme für den kompakten Passivhauswohnbau überhaupt, um die Anforderungen großzügiger Freiraum und gute Belichtung verbinden zu können. Untersucht wurde ein Höhersetzen um 0,4 m bei gleichzeitiger Verbreiterung der Fenster	194

4 Beratungsthemen

In diesem Teil des Navigators werden ausgewählte Energieberatungsthemen auf der Basis der vorgestellten Projekttabellen diskutiert. Die Referenzierung durch Hyperlinks im folgenden Text bezieht sich somit auf die Tabellen aus dem Kap. 3, „Die Projekte“.

Ein Beispiel:

Die Angabe *Pr. „Ludesch“, S. 14, Z. 60* bedeutet die Bezugnahme auf das Informationsmolekül 60 (= laufende Nummerierung der Zeilen in den Tabellen in Kap. 3) des Projektes „Neubau ökologisches Gemeindezentrum Ludesch“. Die Seitenangabe „S. 14“ bezieht sich auf die Seite dieses vorliegenden Dokuments und nicht auf die Seitenzahl des zugehörigen HdZ-Berichts.

Wie gelangt man von einem Hyperlink im folgenden Text zur jeweiligen Stelle im originalen HdZ-Bericht?

Am Computer Hyperlink anklicken, um zu dem zugehörigen Tabelleneintrag in diesem Dokument (Navigator) zu springen. Dort unter Drücken der Ctrl-Taste auf den Hyperlink klicken, der sich im zugehörigen Eintrag in der Spalte „Seite“ befindet. Der zugehörige HdZ-Bericht sollte automatisch an der richtigen Stelle geöffnet werden. In einigen Fällen muß, nachdem sich das Berichtsdokument geöffnet hat, manuell auf die entsprechende Seitenzahl gescrollt oder gesprungen werden (Sprung zu einer Seitenzahl in einem pdf-Dokument unter Acrobat Reader 8 aktivierbar durch die Tastenkombination „Shift-Ctrl-9“)

In einem Ausdruck (Hardcopy) des vorliegenden Dokuments

1. Zugehörigen Tabelleneintrag in diesem Dokument durch Zurückblättern über die angegebene Seitenzahl finden (S. 14 in obigem Beispiel).
2. Dort in der jeweiligen Zeile (60 in obigem Beispiel) den zugehörigen Eintrag in Spalte „Seite“ (Seitenzahl des HdZ-Berichts) ablesen und diese Seite im HdZ-Bericht aufschlagen.

Sollte ein Papierausdruck des HdZ-Berichts von der beiliegenden CD zu aufwendig sein - HdZ-Berichte können als Hardcopy fertig gebunden bei der ÖGUT angefordert bzw. erworben werden.

Ausnahme In Abweichung zu obiger Referenzierung wurde in einigen Fällen im folgenden Text nicht der Weg „Hyperlink → Tabelle → Seitenzahl des HdZ-Berichts“ gewählt, sondern direkt die Seitenzahl des HdZ-Berichts angegeben. Die entsprechenden Stellen im folgenden Text sind daran zu erkennen, daß die Seitenzahlangabe nicht als Hyperlink ausgebildet ist. Dies erfolgte überall dort, wo auf einen HdZ-Bericht bezug genommen wird aber kein entsprechendes „Informationsmolekül“ (Tabelleneintrag) erstellt wurde. Der Verzicht auf die Darstellung eines Umstandes als Informationsmolekül in den Tabellen erfolgte immer dann, wenn ein Umstand als nicht bedeutsam genug eingeschätzt wurde, alleinstehend hervorgehoben zu werden.

4.1 Lüftung

Praktisch **alle** beratungsrelevanten Lüftungsthemen wurden im Pr. „FH Kufstein“ umfassend behandelt. Der dortige Wissenstand wurde mittlerweile aktualisiert. Die Ergebnisse finden sich dzt. vor allem auf www.komfortlüftung.at, wahrscheinlich ist dies in Zukunft auch die Bezugsquelle für weitere Aktualisierungen. Das Wissen wird in Form einer Ausbildungsoffensive an das einschlägige Gewerbe weitergegeben.

1. Kontakt im Osten: W. Leitzinger (AIT, Austrian Institute of Technology)

2. Kontakt im Westen: Andreas Greml (TB Greml)

Derzeit wird als „Folge“ des Pr. „FH Kufstein“ die einwöchige Ausbildung zum „Zertifizierten Lüftungsplaner“ angeboten. Nähere Informationen bei wolfgang.leitzinger@ait.ac.at.

4.1.1 Werden im mehrgeschoßigen Passivhaus-Wohnbau und bei Bürogebäuden Erdreichwärmetauscher vorgesehen?

Auf den Einsatz eines Erdreichwärmetauschers wurde im Pr. „Ludesch“, S. 14, Z. 60, sowie im Pr. „Utendorfgasse“, S. 9, Z. 15, verzichtet. Der erforderliche Frostschutz des Wärmetauschers des Lüftungsgeräts wird über eine Vorheizung der Frischluft (elektrisch im Fall Pr. „Utendorfgasse“ und Pr. „Mühlweg“, über Heizungswasser im Fall Pr. „Ludesch“) erreicht. Die hydraulische Installation für die Vorheizung über jenes System, mit dem Warmwasser bereitgestellt wird (v. a. als Gaskessel realisiert) wäre im Pr. „Utendorfgasse“ und im Pr. „Mühlweg“ teurer als die elektrische Vorheizung gekommen. Die Regelung des Frostschutzes erfolgt über die Temperatur der Zuluft. Fällt die Zulufttemperatur unter einen festgelegten Mindestwert, schaltet die Vorheizung zu.

Gründe für den Verzicht auf den Erdreichwärmetauscher:

1. Erzielbare (Invest)Kostenreduktion (v. a. Entfall der Grabarbeiten)
2. Mangelnder Platz für die Verlegung in der Umgebung des Gebäudes
3. Behördenauflagen hinsichtlich regelmäßiger Spülung und Reinigung (Pr. „Mühlweg“, S. 35, Z. 242)

Im Pr. „S-House“, S. 20, Z. 120 wurde hingegen nicht nur ein Erdwärmetauscher sondern auch ein Bypaß vorgesehen, um den Tauscher umgehen zu können.

4.1.2 Welche Lüftungskonzepte setzen sich im mehrgeschoßigen Passivhaus-Wohnungsneubau durch?

In den betrachteten Neubauprojekten überwog das „semizentrale“ Konzept, dzt. lediglich von der Fa. Drexel u. Weiss angeboten, realisiert als Variante „Ein zentrales Gerät pro Objekt am Dach“; dort, über Dach, erfolgt auch die Luftansaugung (inkl. Vorheizung für Frostschutz). Beispiele: Pr. „Mühlweg“, S. 35, Z. 243, Pr. „Utendorfgasse“, S. 11, Z. 26.

Lüftungsstrategien an sich (z. B. wie erfolgt grundsätzlich die Zuluftversorgung und die Durchströmung aller konditionierten Bereiche) werden in Pr. „FH Kufstein“, S. 13, Z. 51 erörtert.

Im Pr. „S-House“, S. 20, Z. 116 wird ein **Regelungskonzept einer Lüftungsanlage** für die zwei Modi a) „nur Lüftung“ b) „Lüftung und Heizung“ beschrieben.

4.1.3 Welche Konzepte mechanischer Lüftung in der Sanierung?

Im Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“ wird der nachträgliche Einbau von Lüftungsanlagen am ausführlichsten unter allen gescreenten HdZ-Berichten diskutiert. Dabei wird auf österreichische, aber auch auf deutsche Sanierungsprojekte sowie auf Arbeiten des PHI bezug genommen:

Auf S. 26, Z. 169 wird erörtert warum in einem Sanierungsfall ein zentrales Konzept („zentral“ hier = eine zentrale Anlage pro Wohneinheit) als günstigste Variante resultierte. Ein tabellarischer Wirtschaftlichkeitsvergleich der beiden Varianten „Einzelraumgeräte“ vs. „1 Zentralgerät pro Wohnung“ findet sich auf S. 26, Z. 170.

4.1.4 Unkonventionelle Luftführungen in der Sanierungen

Im Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“, S. 27, Z. 174 wird die Luftführung über die Hohlräume einer nachträglich eingesetzten Hohldielenspannbetondecke erwähnt. Die Abluft wird in einem Schloss über bestehende Kamine abgeführt (Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“, S. 27, Z. 176).

4.1.5 Kann die Zuluftnachheizung auch nicht-elektrisch und nicht-hydraulisch erfolgen?

Siehe zu unterschiedlichen Möglichkeiten der Zuluftnachheizung auch den Punkt 4.1.9, S. 96. Im Pr. „S-House“, S. 20, Z. 124, wurde eine Beheizung der Zuluft über Heißluft vorgesehen (→ Luft-Luft-Wärmetauscher). Die Heißluft wird in einem Stückholzkessel erzeugt und in die **Abluft** des Lüftungssystems zugemischt. Von dort gelangt die Wärme in den Wärmetauscher des Lüftungsgeräts, wo sie an die Frischluft übertragen wird.

4.1.6 Welche innovativen Ansätze zur Regelung des Luftvolumenstroms wurden umgesetzt?

Im Pr. „S-House“, S. 20, Z. 115 wurde eine Regelung in Abhängigkeit von CO₂- und **VOC-Konzentration** eingerichtet.

Nachtlüftung in Bürohäusern Im Pr. „Weiz“, S. 38, Z. 267, einem Pilotprojekt im Passivhausbürobau, wurde eine händische Nachtlüftung vorgesehen, die allerdings erforderte, daß Nutzer vor Büroschluß die Fenster kippen. Das Konzept scheiterte. Ebenso ist aber auch im später realisierten Pr. „S-House“ S. 20, Z. 119 eine Nachtlüftung über freie Lüftung (geöffnete Fenster) vorgesehen.

4.1.7 Welche Bandbreite für den personenspezifischen Nichtraucher-Frischlufbedarf bei der Auslegung von Lüftungssystemen im Büro-Passivhaus ist anzutreffen?

Zugrundegelegt wurden im Pr. „S-House“, S. 20, Z. 114 ein Luftbedarf von **25m³/h/Person**, üblicherweise kommen 30m³/h/Person zur Anwendung. Im S-House wurde allerdings hohe Sorgfalt auf die Verwendung ökologischer Materialien gelegt, sodaß die Grundemissionsbelastung durch Baustoffe wesentlich geringer als üblich ausfällt.

4.1.8 Welche Bandbreite für die Maximaltemperatur in rein frischluft-beheizten Büro-Passivhäusern ist anzutreffen?

Im (fast) rein frischluftbeheizten Bürogebäude im Pr. „Ludesch“, S. 14, Z. 65, wurde eine Maximaltemperatur von 22°C als ausreichend angenommen. Im Pr. „S-House“, S. 20, Z. 121 liegt die Zulufttemperatur im Heizfall maximal 10°C über der Raumtemperatur. Im Pr. „Weiz“, S. 37, Z. 262 beträgt die maximal benötigte Zulufttemperatur hingegen 45°C.

4.1.9 Möglichkeiten zur Vor- bzw. Nachheizung der Zuluft

Folgende „exotischere“ Varianten der Zuluftvor- bzw. -nachheizung wurden in Projekten eingesetzt bzw. erörtert¹:

Vorwärmung der Frischluft vor dem Wärmetauscher, Frostfreihaltung

1. Im Pr. „Ludesch“, S. 14, Z. 63: Direktes Anwärmen über Grundwasser, Sole aus Solarkollektoren und **Abluft aus dem zentralen Serverraum**.
2. Verwendung eines bestehenden alten Kanals aus Ziegeln als Erdwärmetauscher. Im Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“, S. 27, Z. 176 vorgestellt am Beispiel des Schlosses Schönbrunn.

Nachheizung der Zuluft

1. Bonsaiheizkörper unter den Zuluftauslässen: Pr. „Mühlweg“, S. 35, Z. 240
2. Biomassespeicherofen: Pr. „S-House“, S. 20, Z. 124
3. Solarthermie: Pr. „Das ökologische Passivhaus“, S. 56, Z. 399
4. Lehmrohrenkanäle: Pr. „Tattendorf“, S. 60, Z. 438
5. Bioäthanol: Pr. „Tattendorf“, S. 60, Z. 441
6. Elektrische Nachheizung: Pr. „Weiz“, S. 38, Z. 271
7. Propangas: Erörterung im Pr. „Das ökologische Passivhaus“, S. 56, Z. 395.
8. Wenn Abluft- und Frischluftleitungen räumlich so weit getrennt sind, daß sie nicht in einem Wärmetauscher zusammengeführt werden können, Wärmetransport - in diesem Fall von der Abluft im Dachbereich - über ein Wasser/Glykol-Gemisch zur Frischluft im Keller (Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“, S. 26, Z. 163)

4.1.10 Einzelfragen zur Luftdichtheit

Ausführung der Durchdringung der Außenwand nach Stand der Technik

Zwei grundsätzliche Möglichkeiten einer luftdichten Durchdringung der Außenwand (v. a. bei einer Durchführung eines Rohres) werden in Pr. „Wandsysteme aus Nawaros“, S. 71, Z. 527 beschrieben.

Luftdichte Gebäudeeingangstüre Das Thema des höhenbedingten Druckunterschiedes in einem Stiegenhaus, das in das belüftete Volumen eingebunden ist, sowie die Bedeutung einer luftdichten Gebäudeeingangstüre bei mehrgeschoßigen Gebäuden wird in Pr. „Utendorfgasse“, S. 10, Z. 17, erörtert.

Vermeidung des Einsatzes einer Luftdichtheitsfolie im Holzbau Im Pr. „S-House“, S. 17, Z. 93 wurde die Luftdichtheit unter Verzicht auf Folien und Schäume erreicht, im Gegensatz, z. B., zum Pr. „Ludesch“, S. 17, Z. 86.

¹Die elektrische Variante wurde hier ebenfalls eingefügt.

4.2 Heiztechnik

4.2.1 Wurden rein frischluftbeheizte Passivhäuser gebaut?

Eine reine Frischluftbeheizung (keine aktiven Heizflächen) kam z. B. in folgenden Fällen zur Anwendung: Pr. „S-House“, S. 20, Z. 123, Pr. „Weiz“, S. 38, Z. 268, Pr. „Ludesch“, S. 14, Z. 61 (mit der Ausnahme eines eingemieteten Physiotherapiebetriebes und des Eingangsfoyers), sowie im Pr. „Utendorfasse“.

4.2.2 Kam in Passivhaus-Bürohäusern Solarthermie zum Einsatz?

Im Pr. „S-House“, S. 21, Z. 126 wurde Solarthermie ausschließlich für die Brauchwasserbereitung eingesetzt; die Wärme wird in einem 1500l-Speicher (!) gespeichert. Im heizungsunterstützten Kombisystem im Pr. „Ludesch“, S. 15, Z. 71, wurde die Solarwärme getrennt in einen Brauchwasserspeicher sowie in einen Pufferspeicher (speist die Fußbodenheizung) eingespeist.

4.2.3 Welche Variante für raumweise Heizflächen in Passivhäusern im mehrgeschoßigen Wohnbau ist aus wirtschaftlicher Sicht optimal?

Durch die Installation von Heizflächen und die raumindividuelle Temperaturregelbarkeit unabhängig von der Lüftung kann die Bemessung der aktuellen Zuluftmenge von der aktuellen Heiz-/Kühlleistung entkoppelt werden. So kann zu Zeiten niedriger Außentemperaturen und geringer Personenbelegungsichte (→ geringer Feuchtigkeitsanfall, größeres Risiko zu trockener Luft bei unangepaßtem Luftwechsel) die Zuluftmenge der Personenbelegungsichte angepaßt werden, ohne daß die Raumtemperatur unter die operative Auslegungstemperatur sinkt. Der gegenüber der reinen Frischluftheizung fehlende Heizwärmebedarf wird durch die Heizflächen ergänzt.

Umsetzungsvarianten der raumweisen Zusatzheizung über Heizflächen (Pr. „Mühlweg“, S. 35, Z. 240) sind

1. „Bonsai“-Fußbodenheizung
2. „Bonsai“-Heizkörper, die knapp unter den Zuluftauslässen angebracht werden.

Die entsprechenden wohnflächenspezifischen **Mehrkosten** für die Einrichtung der Möglichkeit zur raumweisen Temperaturregelung, also das Vorsehen regelbarer Heizflächen in den Räumen, werden in Pr. „Mühlweg“, S. 36, Z. 254 mit einer Bandbreite von 10-20 €/m² angegeben.

4.2.4 Welche Modalitäten werden für die Abrechnung des Heiz- und Warmwasserwärmeverbrauchs bevorzugt?

Neubau In mehrgeschoßigen Passivhäusern werden Heizkosten tendenziell nicht nach Verbrauch abgerechnet, da die Vollkosten der meßtechnischen Erfassung über separate Wärmemengenzähler in der Größenordnung möglicher Differenzen in den Jahresraumwärmekosten liegen. So wird auch in Pr. „Hochbauplaner der Zukunft“, S. 77, Z. 566 die wohnungsweise Abrechnung in einem Gesamtergebnis einer Expertengruppe als „Unsinn“ bezeichnet. In Pr. „Mühlweg“, S. 36, Z. 253 wird nach Wohnfläche abgerechnet.

Hingegen werden in Pr. „Mühlweg“, S. 35, Z. 238 der **Warmwasserwärmeverbrauch**, der wesentlich höher als der Heizwärmeverbrauch ist, und auch der **Kaltwasserverbrauch** wohnungsweise nach tatsächlichem Verbrauch erfaßt und abgerechnet. Eine separate Abrechnung des Kaltwasserverbrauchs wird auch im Pr. „Das ökologische Passivhaus“, S. 57, Z. 406 empfohlen.

Sanierung Für die Sanierung, in der meist nicht der Passivhausstandard erreicht wird, wird zumindest in Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“, S. 30, Z. 201, generell eine individuelle Abrechnung zu den Heizkosten als Feed-Back an die Nutzer empfohlen.

4.2.5 Wurde Latentwärmespeicherung eingesetzt?

Im Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“, S. 29, Z. 193 wurde Latentwärmespeicherputz sowie im Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“, S. 30, Z. 198 (über vorgefertigte Platten) eingesetzt (→ Bautechnik), im Pr. „Ludesch“, S. 15, Z. 70 ein Latentwärmespeicher (→ Heiztechnik).

4.2.6 Wurde im Neubau auch eine rein-elektrische Warmwassererzeugung eingesetzt?

Bürogebäude: Eine Simulation der Verluste über die Leitungslängen ergab in Pr. „Ludesch“, S. 15, Z. 72, daß für Kleinteeküchen eine dezentrale Versorgung über Untertischboiler energetisch günstiger kommt.

4.2.7 Ist die Direktwarmwasserversorgung von Geschirrspülern und Waschmaschinen im mehrgeschoßigen Wohnbau ein Thema?

Eine Direktwarmwasserversorgung von Geräten mit Warmwasserbedarf wurde in Pr. „Mühlweg“, S. 35, Z. 245 sowie in Pr. „Schiestlhaus“, S. 54, Z. 386 vorgesehen. Ebenso wurden wassersparende Armaturen und Spülsysteme (S. 35, Z. 248) eingesetzt.

4.2.8 Wie wird in der Sanierung mit raumluftabhängigen Feuerstätten umgegangen?

Das Problem der nach der Sanierung gestiegenen Luftdichtheit in Verbindung mit raumluftabhängigen Feuerstätten wird im Pr. „San. Makartstraße“, S. 59, Z. 430 erörtert.

4.2.9 Wie sicher ist es, auf die Herstellung eines neuen Fernwärmeanschlusses bei Passivhäusern zu setzen?

In Pr. „Mühlweg“, S. 35, Z. 246 fehlte im Projektverlauf die verbindliche Zusage seitens der Fernwärme Wien zur Herstellung eines Fernwärmeanschlusses, sodaß schließlich eine Gasbeheizung vorgesehen wurde. Im Pr. „Ludesch“, S. 15, Z. 71 war die Anbindung an die Biomassenahwärme ebenfalls nicht sicher planbar.

4.2.10 Völliger Stromausfall in einem rein frischluftbeheizten Passivhaus in der Kernheizperiode: wie rasch kühlt das Objekt aus?

Diese Problemstellung und die rechnerischen Konsequenzen (Planungs- keine Meßwerte) werden in Pr. „Utendorfgasse“, S. 11, Z. 31, in aussagekräftigen Temperaturverlaufdiagrammen dargestellt.

Wesentlichste Aussagen (Wiener Klima, Jänner):

1. Die operative Raumtemperatur sinkt **innerhalb einer Woche** nach Stromausfall von 22°C auf 16°C.
2. Die „**Leerlauftemperatur**“, auf die sich die Rauminnentemperatur einpendelt, beträgt 10°C.
3. Das **Aufheizen** auf die Solltemperatur von 22°C, sobald wieder Strom verfügbar ist, **dauert ca. 1 Monat** (Aufheizperiode im Februar).

4.2.11 Auf welche operative Innentemperatur wurden die Passivhausprojekte ausgelegt?

Eindeutig erwähnt wurde die Auslegungstemperatur mit 22°C, also bewußt von dem als unrealistisch niedrig empfundenen Standardplanungswert von 20°C (Stand 2009) abweichend, im Pr. „Utendorfgasse“, S. 10, Z. 25.

4.3 Fenster

4.3.1 Wärmebrückenauswirkung unterschiedlicher Fenstermontagearten

Unterschiedliche Varianten der Befestigung des Fensters in der Außendämmebene wurden in Pr. „Utendorfgasse“, S. 9, Z. 5 über Wärmebrückensimulation untersucht. Fazit: die Unterschiede hinsichtlich des Wärmebrückenverhaltens sind vernachlässigbar.

4.3.2 Einsatz PHI-zertifizierter Fenster

Vorangestellt sei kommentarlos ein Zitat der Fa. Internorm aus dem Pr. „Altbau-sanierung mit PH-Praxis“, S. 30, Z. 199: „Es ist zwischen **zertifizierten** Passivhausfenstern (nach Feist) und **passivhaustauglichen** Fenstern zu unterscheiden.“

1. Im Pr. „Utendorfgasse“, S. 8, Z. 4 wurden PHI-zertifizierte Fenster in eine umfassende Untersuchung zu Kosten, Montagearten und Schallschutz einbezogen.
2. Schwierigkeiten, PHI-zertifizierte Fenster unter speziellen Anforderungen im mehrgeschoßigen Wohnbau in Wien zu erhalten, entstanden im Pr. „Mühlweg“ (S. 18 u. S. 28).
3. Im Pr. „PH-Kindergarten Ziersdorf“, S. 59, Z. 433 sowie im Pr. „San. Pettenbach“ (S. 68) wurden PHI-zertifizierte Fenster eingesetzt.
4. Im Pr. „Das ökologische Passivhaus“, S. 30, wird in einem Bericht eines deutschen Architekten ein PHI-zertifiziertes Fenster erwähnt, das der Autor selbst mitentwickelt hat.

Zur PHI-Zertifizierung siehe auch 4.4.4, S. 101.

4.3.3 Fenster und Kosten

In Pr. „Mühlweg“, S. 36, Z. 251 werden Kostenangaben zu PH-Fenstern für Großabnehmer gemacht: 280,- €/m².

4.4 Sonstige Baukonstruktionen

4.4.1 Welche bewußten Abweichungen von „konservativen“ Regeln des solaren Bauens wurden gemacht?

Im Pr. „Ludesch“, S. 17, Z. 89, wurden bewußt aufgrund des gewünschten Tageslichteinfalls größere Glasflächen nach Norden hin vorgesehen.

4.4.2 Wie erfolgte der Einsatz von PHPP sowie dynamischer Gebäudesimulation?

Im allgemeinen wird das PHPP für den Nachweis des Passivhausstandards (Winter- und Sommerfall) eingesetzt, im wesentlichen also zur Bestimmung der Gebäudeheizlast, des Jahresheizwärmebedarfes sowie zur Ermittlung der Anzahl der Stunden, in denen die Maximalinnentemperatur überschritten wird (sommerliche Überwärmung). Die dynamische Gebäudesimulation wird hingegen zur Detailplanung des Gebäudes in bezug auf die Einzelraumauslegung angewendet. In bezug auf Parameter, die das gesamte Gebäude betreffen, werden die Ergebnisse aus PHPP-Berechnung und dynamischer Gebäudesimulation (sofern im jeweiligen Projekt erfolgt) verglichen. Das PHPP wurde im Pr. „Ludesch“, S. 16, Z. 80, für den Passivhausnachweis verwendet, für die Gebäudeplanung hingegen wurde TRNSYS eingesetzt. Eine gute Kurzbeschreibung von TRNSYS findet sich in Pr. „Biomassefeuerungen für Objekte mit niedrigem Energiebedarf“, S. 74, Z. 549.

Im Pr. „San. Tschechenring“, S. 76, Z. 564 wurde das PHPP eingesetzt, um den Nachweis der Sommertauglichkeit zu erbringen. Im Pr. „San. Schwanenstadt“, S. 67, Z. 491 wurde das PHPP zur Bestimmung der Gebäudeheizlast bei unterschiedlichen Randbedingungen hinsichtlich des Wärmeentzugs durch Grundwasser eingesetzt. In Pr. „San. Makartstraße“, S. 24, Z. 145, wurde das PHPP auf ein Bürogebäude angewendet, die Feinoptimierung hinsichtlich der Planung erfolgte mit TRNSYS. Im Pr. „Utendorfgasse“, S. 10, Z. 22 wird das PHPP nicht explizit erwähnt, obwohl es sich um ein Pilotprojekt im Passivhausbereich handelt; es bleibt offen, ob das PHPP eingesetzt wurde.

Interessant ist die Abweichung der Ergebnisse zwischen PHPP und TRNSYS in bezug auf die **Heizlast** im Pr. „PH-Kindergarten Ziersdorf“, S. 59, Z. 432, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Berechnungsmethode der beiden Softwares bei der Ermittlung der Heizlast unterschiedlich ist. Die Berechnung nach PHPP (Version 2002) ergab so eine um 10% verminderte Heizlast verglichen mit dem TRNSYS-Ergebnis.

Die mittels PHPP in der ermittelten Planungswerte zu Jahresheizwärmebedarf und Heizlast wurden bei jenen Gebäuden, die meßtechnisch evaluiert wurden, mit den Meßwerten verglichen.

4.4.3 Vermeidung sommerlicher Überwärmung durch sorgfältige Planung im Holzbau

Im Pr. „Christophorushaus“, S. 30, Z. 204 wurde ein hohes Risiko sommerlicher Überwärmung in einer ersten Simulation festgestellt. Erst nach verschiedenen Optimierungsschritten (S. 31, Z. 209) konnte der geforderte Planwert erreicht werden.

4.4.4 Welche Rolle spielte bei Passivhausprojekten die PHI-Zertifizierung?

Gebäude insgesamt Das deutsche PHI bietet die Zertifizierung von Passivhäusern gemäß einer selbstentwickelten Methode an. In Österreich wird diese Zertifizierung von Lizenznehmern, z. B. vom IBO angeboten.

1. Die einzige im zugehörigen Bericht explizit erwähnte Zertifizierung eines Hauses wurde für das Pr. „Christophorushaus“, S. 30, Z. 203 gefunden. Die Zertifizierung wurde vom PHI direkt durchgeführt.
2. Im Pr. „Hochbauplaner der Zukunft“ wird allerdings auf S. 28. für das Pr. „Uten-dorf-gasse“ angegeben, daß das Gebäude PHI-zertifiziert ist.
3. Im Pr. „San. Schwanenstadt“ wird auf Seite 84 im Zusammenhang „Grundwasser \Leftrightarrow Bodenplatte“ sowie Passivhausanforderungen die Anmerkung „Probleme Zertifizierung?“ gemacht, sodaß davon ausgegangen wird, daß dieses Gebäude ebenfalls zertifiziert wurde.

Dem Thema **Gebäudezertifizierung im allgemeinen** (nicht auf das PHI-Zertifikat eingeschränkt) ist im Pr. „Das ökologische Passivhaus“ ein eigener Artikel von Dr. Susanne Geissler mit dem Titel „Gebäude-Qualitätszertifikat – Bewertung von Gebäuden als Grundlage für die Erstellung von Qualitätszertifikaten“ gewidmet. In diesem Bericht von 2001, einer Sammlung mehrerer Einzelartikel, wird auch das Thema „Total Quality Management“ angesprochen (Artikel von Manfred Bruck) sowie die ökologische Bewertung von Passivhäusern (Artikel von Burkhard Schulze-Darup).

Im Pr. „Altbausanierung mit PH-Praxis“, 2004, wurde eine Übersicht damals verfügbarer PHI-zertifizierter Komponenten zusammengestellt (S. 59ff).

4.4.5 Welche Rolle spielte bei Passivhausprojekten die klima:aktiv-Zertifizierung?

Das sanierte Gebäude im Pr. „San. Pettenbach“ wurde mit der „Beta-Version 3.0 des vom klima:aktiv haus Schirmmanagement ausgearbeiteten Kriterienkatalogs“ zertifiziert (S. 52, Z. 362).

4.4.6 Können Technikleitungen in der außenliegenden Wärmedämmschicht (WDVS) geführt werden?

In Pr. „Einfach:wohnen“, S. 85, Z. 618 wurden die Leitungen des Solarkollektorkreis-es im WDVS geführt. Im Pr. „Katalog der Modernisierung v. Objekten aus 50er und 60er Jahren“, S. 50, Z. 340, wurde ein Konzept vorgestellt, in dem die Zuluftkanäle der Lüftung in der Fassadenwärmedämmung verlaufen.

4.4.7 Gibt es in der Sanierung Probleme bei der Befestigung einer vorgehängten Fassade?

Im Pr. „San. Makartstraße“ S. 58, Z. 411, sowie im Pr. „San. Pettenbach“ stellte sich die Außenwand als porös heraus, sodaß eine sorgfältige Planung der Aufhängungspunkte erforderlich war.

4.4.8 Soll das Stiegenhaus in die thermische Hülle einbezogen werden oder nicht?

Neubau, mehrgeschoßiger Wohnbau Im Pr. „Utendorfgasse“, S. 10, Z. 16, wird im Neubau die Lösung gefunden, das Stiegenhaus zwar nicht zu beheizen, es aber in die thermische Hülle sowie in das Be- und Entlüftungssystem einzubinden. Diesem Ergebnis gehen einige Simulationen zur Dämmstärke und Einbeziehen des Stiegenhauses in die thermische Hülle bzw. Ausschließen aus dieser voraus. Die Dämmschicht wird also als Außendämmung an der Außenwand des Stiegenhauses geführt.

Sanierung Im Pr. „San. Makartstraße“, S. 58, Z. 414, wurde aufgrund von Platzmangel im Stiegenhaus für eine Dämmschicht das Stiegenhaus ebenfalls von außen gedämmt.

4.5 Ökologisches Bauen

4.5.1 Inwieweit nahmen Projekte besonders auf die ökologischen Auswirkungen der eingesetzten Baustoffe Rücksicht?

Nawaros als Wärmedämmung im Stopfbereich Im Pr. „S-House“, S. 17, Z. 91 wurden die Fenster mit Flachs abgedichtet. Im Pr. „Ludesch“, S. 17, Z. 84, erfolgte diese Abdichtung mit Schafwolle.

Einsatz von Nawaros als Befestigungsmittel, bzw. Verzicht auf Metallkonstruktionen, Nawaro-Rohrsysteme Im Pr. „S-House“, S. 18, Z. 101 wurden neuentwickelte Biopolymer-Schrauben für die Montage der Lattung der hinterlüfteten Holzfassade eingesetzt. Die Fassadenbretter (sägeraue Fichtenbretter) wurden mittels Leim und **Holzdübeln** (S. 19, Z. 108), die Strohballen mit Schnüren, die ebenfalls an verankerten Holzdübeln festgebunden wurden (S. 19, Z. 109), fixiert. Die Kabeltrassen für die Lüftung (S. 20, Z. 117) wie auch die Elektroleitungen (S. 21, Z. 130) wurden aus Holz gefertigt. Im Pr. „Christophorushaus“, S. 31, Z. 207, wurden stahlfreie Deckenaufleger eingesetzt. Im Pr. „San. Schwanenstadt“, S. 65, Z. 484 war dies ein Bestreben, konnte aber nicht erreicht werden.

Ersatz von Holz durch Holz unter ökologischen Kriterien Im Pr. „Christophorushaus“, S. 31, Z. 206 wurde Voll- statt Brettschichtholz im Bereich der Stützen verwendet.

Einsatz ökologischer Baustoffe als Teil der Ausschreibung Im Pr. „Ludesch“. S. 14, Z. 57, wurde eine „doppelte Ausschreibung“ durchgeführt (neben der ökologischen auch zwingend auch Anbot zu einer konventionellen Variante). Im Pr. „SOL4“, S. 25, Z. 152, wird erwähnt, daß die Anforderung PVC- und Halogenfreiheit leicht gewährleistet werden konnte. Im Pr. „SOL4“ wird in S. 24, Z. 147, ein Aufwand von vier Stunden für die Überprüfung der Halogenfreiheit der für die Elektrikerarbeiten angegebenen Produkte vermerkt.

Wie wurden Ausführende in das Thema ökologische Baustoffe eingebunden? Im Pr. „Ludesch“, S. 14, Z. 58 wurde ein Infoabend für die Arbeiter nach Baustellenbeginn zur nachträgliche Aufklärung durchgeführt, nachdem erkannt wurde, daß dies erforderlich ist.

Kontrolle am Bau Im Pr. „Ludesch“ erfolgte auch eine ausführliche Kontrolle der Einhaltung der Vorgaben hinsichtlich ökologischer Baustoffe durch eine spezielle Baustellenaufsicht (S. 15, Z. 74).

4.5.2 Inwieweit wurden Berechnungen und Simulationen eingesetzt?

Einsatz von Software und Bewertungstools Im Pr. „Ludesch“, S. 13, Z. 53 die Softwares Simapro 5.0 und Ecosoft eingesetzt, der IBO-Passivhaus-Bauteilkatalog 2004 sowie der Vorarlberger „Ökoleitfadens: Bau“ als Ergänzung (S. 13, Z. 55).

Bewußter Einsatz einer Ökobilanz zur Auswahl der Baustoffe Im Pr. „Einfach:wohnen“, S. 86, Z. 620 wurde bewußt auf den Einsatz von Recycling-Ziegeln verzichtet, als nach Erstellung einer Ökobilanz klar wurde, daß der Einsatz neuer Hochlochziegel, die allerdings in der näheren Umgebung produziert wurden, eine geringere negative Umweltauswirkung hatte. Weißtanne aus lokaler Herkunft wurde im Pr. „Ludesch“, S. 14, Z. 56 eingesetzt. Im selben Projekt, S. 17, Z. 87 wurden massive Holzsteher trotz geringfügig höherer Wärmebrückenwirkung eingesetzt, da sie regional verfügbar waren. Im Pr. „S-House“, S. 19, Z. 110 wurde darauf geachtet, daß der erforderliche Lehm vor Ort gewonnen wurde. Im Pr. „Ludesch“, S. 13, Z. 54 wurde die Frage kurz angerissen, was in ökologisch-ökonomischer Hinsicht günstiger sei - **Gipskarton- oder Gipsfaserplatten**.

Bewußte Reduktion des Materialeinsatzes Im Pr. „S-House“, S. 19, Z. 107, wurden Punktfundamente eingesetzt.

In welchen Projekten wurden Mehrkosten für eine ökologische Variante angegeben? Mehrkosten werden angegeben im Pr. „Ludesch“, S. 15, Z. 68 sowie in Pr. „San. Pettenbach“, S. 53, Z. 375. In Pr. „Ludesch“, S. 15, Z. 67 werden für die Materialkosten alleine lediglich 1,9% Mehrkosten angegeben.

Kostenranking zu Bauweise Für Wien wurde ein Kostenranking für die drei Hauptbauweisen für den Zeitraum 2005 - 2008 (Abgabe Endbericht) in Pr. „Mühlweg“, S. 36, Z. 252 angegeben:

1. Holz-Mischbauweise (am teuersten) – und im Projekt realisiert
2. Holzriegelbauweise (10% teurer als Massivbauweise)
3. Massivbauweise

4.6 Vakuumdämmung

In einigen „Haus der Zukunft“-Projekten (siehe Frage 4.6.8) wurden (und werden noch) Erfahrungen mit dem Einsatz von Vakuumdämmung gesammelt. In diesem Abschnitt werden einerseits diese Ergebnisse dargestellt, aber auch Erkenntnisse aus anderen Projekten und Forschungsprogrammen (Schweiz, Deutschland) integriert. Ein Vakuumisolationspaneel (VIP) besteht aus einem Kernmaterial (Kieselsäure), welches in einer Vakuumkammer in ein hoch gasdichtes Hüllmaterial eingeschweißt wird. Ohne Einfluß des Wärmebrücken-Randeffekts erreichen gut evakuierte VIP nach der Herstellung eine Wärmeleitfähigkeit von 4×10^{-3} W/mK. Aufgrund der sehr guten Dämmeigenschaften von VIP können sehr schlanke Konstruktionen realisiert werden. Diesem Vorteil des Einsatzes von Vakuumdämmung im Gebäudebereich stehen jedoch folgende grundsätzliche Einwände gegenüber:

1. Fehlendes Vertrauen in die praktische Anwendbarkeit (Befestigung, langfristige Stabilität der Dämmwirkung) der Vakuum-Dämmtechnologie
2. Fehlendes / mangelhaftes Know-How innerhalb der Baubranche
3. Teilweise fehlende behördliche Zulassungen (TBD: noch zu recherchieren)
4. Hohe Kosten (siehe Frage 4.6.6).

4.6.1 Wann ist es vorteilhaft, Vakuumdämmung einzusetzen?

1. Bei beschränktem Platzangebot bzw. falls auf möglichst geringen Raumbedarf durch eine Dämmung Wert gelegt wird. (z.B. Platzbeschränkung durch Einbauhöhe einer existierenden Terrassentür, siehe Abb. 1)
Abbildung 1: Terasse vor thermischer Sanierung, Quelle: Ferle and Essl [2004], S. 25.
2. Bewahrung des optischen Erscheinungsbildes / möglichst geringer Eingriff in das optische Erscheinungsbild
Ein Beispiel für diesen Fall ist die (weitgehende) Wahrung der bestehenden Außenabmessungen zu einem Nachbarobjekt wie im Fall der thermischen Sanierung einer Doppelhaushälfte (siehe Abb. 2). Die bestehende Dämmung wurde abgebaut und durch Aufbau mit Vakuumdämmung ersetzt ohne bzw. mit geringfügiger Änderung der Außenabmessungen (Ferle and Essl [2004], S.7, S. 41) Abbildung 2: Thermische Sanierung der rechten Doppelhaushälfte mit VIP, Quelle: Ferle and Essl [2004], S. 41
3. Thermische Sanierung besonders problematischer Bereiche (z.B. Balkone, Betonpfeiler)
Im Projekt Lang et al. [2004] wurde mit Hilfe von Wärmebrückensimulationen der Einsatz verschiedener Dämm-Varianten für den Bereich der Stahlbetonstützen (Vakuumdämmung versus konventionelle Überdämmung) untersucht (Lang et al. [2004], S. 87ff.). Zur Sanierung von Balkonen siehe die nächste Frage 4.6.2 weiter unten.



Abb. 4.1: Schule in Schwanenstadt vor thermischer Sanierung, deutlich erkennbar sind die Stahlbetonstützen.
Quelle: Lang et al. [2004].

4.6.2 In welchen Konstruktionsbereichen kann die Vakuumdämmung eingesetzt werden?

Mögliche Einsatzbereiche sind Terrassen, Balkone, Böden, aber auch Flachdächer oder sogar Außenwände. Folgende Beispiele stammen aus „Haus der Zukunft“-Projekten:

Dämmung der Kellerdecke auf der Oberseite Bei der Sanierung eines Einfamilienhauses in Pettenbach (Lang et al. [2007]) entschied man sich im Bereich der Unterkellerung aufgrund der mit 17 cm begrenzten Aufbauhöhe für eine Vakuumdämmung, um die Passivhauskriterien (U-Wert Kellerdecke von kleiner 0,15 W/) einhalten zu können.

Zur Verlegetechnik: Zur Wand hin wurden Restfelder mit 20 mm EPS-Platten ausgefüllt, um kostensparend mit VIP-Standardformaten das Auslangen zu finden. In der nächsten Lage wurden die EPS-Restfelder mit VIP-Platten stoßversetzt und überlappend überdeckt, und die übrige Fläche mit 20 mm EPS ausgelegt (siehe Abb. 4).

Abbildung 4: Dämmung der Oberseite der Kellerdecke im EFH Pettenbach, Quelle: Lang et al. [2007], S. 81,82.

Thermische Sanierung von Balkonen Im Fall der Sanierung einer Doppelhaushälfte mit VIP in Salzburg (Ferle and Essl [2004], S. 38f.) wurde die auskra-

gende Balkonplatte im Bereich von ca. 80 cm ab Außenwand mit VIP, danach mit aluminium-kaschierten PUR-Platten umlaufend (ober- und unterseitig) gedämmt (siehe Abb. 5). Die Balkonplatte hätte nur unter großem finanziellem und technischem Aufwand vom Bestand thermisch entkoppelt werden können. Auch die Möglichkeit einer Balkonverglasung wurde aus Kostengründen verworfen.

Abbildung 5: Vertikalschnitt der VIP-Überdämmung eines Balkons, Quelle: Ferle [2007], Folie 12

Flachdächer / Terrassen Das Flachdach und die Terasse wurden im HdZ-Projekt P32 (Ferle and Essl [2004]) mit dem „3D Dachsystem“ gedämmt (Abb. 6). „3D“ steht für **D**ünn, **D**icht und hoch **W**ärme**D**ämmend. Das patentierte System besteht aus den drei Bestandteilen:

1. Vakuumdämmung (2 x 25 mm bzw. 1 x 25 mm und 1 Schicht PUR-Platten)
2. reaktive 2-Komponenten Bitumenmasse
3. oberste Schutzschicht bzw. Gehbelag

Auf die Geschoßdecke wird nach Anbringen einer Dampfsperre eine selbstnivellierende 2-Komponenten Kaltbitumenvergussmasse mit steuerbarer Abbindezeit aufgebracht (Ferle and Essl [2004], S. 16f., S. 23-27). Folgende Vorteile hat die ursprünglich für den Straßenbau entwickelte kalt verarbeitbare bituminösen Masse:

1. im Gegensatz zum Flämmen von Bitumenbahnen keinerlei Wärmezuführung für die Verarbeitung notwendig (Energieeinsparung)
2. ungefährliche und einfache Handhabbarkeit (keine Verbrühungs- und Verbrennungsgefahr, keine gefährliche Ausgasung und Dampfentwicklung).

Dieser Untergrund bietet Schutz für die zweilagig, stoßversetzt verlegten je 25 mm dicken Vakuumdämmplatten (die zweite obere Lage kann auch aus aluminium-kaschierten PUR-Platten bestehen). Die Vakuumdämmplatten werden Zug um Zug in die Bitumenmasse eingeschlämmt. Dadurch ist die Dichtigkeit der Konstruktion, selbst bei Verletzung der obersten Ebene, gewährleistet. Als oberste Schutzschicht können sämtliche handelsüblichen Werkstoffe, wie z.B. beschieferte Dachbahnen, etc. aufgebracht werden. Die gesamte Konstruktion hat mit dem erwähnten zweilagigen Aufbau eine gesamte Schichtdicke von nur ca. 6 cm und entspricht einer Wärmedämmung mit „konventionellen“ Dämmstoffen von ca. 40 cm. Somit sind U-Werte von unter 0,10 W/m²K mit 6cm Aufbauhöhe realisierbar (Ferle and Essl [2004], S. 17.).

Abbildung 6: Schichtaufbau des „3D Dachsystems“ (von unten nach oben): Dampfsperre, Kaltbitumenvergussmasse, erste Dämmschicht (VIP), Kaltbitumenvergussmasse, zweite Dämmschicht (PUR-Platten), oberste Schutzschicht (nicht abgebildet), Quelle: Ferle and Essl [2004], S. 25

Fassade Verschiedene Befestigungssysteme von VIP kommen für Fassaden zur Anwendung. Im Projekt P32 (Ferle and Essl [2004]) wurde ein spezielles mechanisches Befestigungssystem für VIP-Platten verwendet (siehe Abb. 7). Dieses Befestigungssystem ermöglicht, ein Mischsystem aus VIP und PUR-Hartschaumplatten zweilagig mechanisch an – vor allem vertikalen - Bauteiloberflächen zu befestigen und mit einer beliebigen Fassade (Putz, Metall, Holz, etc.) zu versehen. Das Mischsystem aus VIP und PUR-reduziert den Anteil der Vakuumdämmung auf bis

zu 55% und macht gleichzeitig die teuren Sonderformate bei VIP überflüssig. In der ersten Ebene werden - so weit wie möglich - VIP in Standardformaten verlegt, Passstücke für die erste Ebene werden aus PUR angefertigt und in der zweiten Ebene mit VIP überdeckt (der Rest der zweiten Ebene wird mit PUR-Platten überdeckt). Wärmebrücken werden dadurch entschärft. Das Mischsystem reduziert die Kosten (Entfall teurer Sonderformate für Paßstücke bei den VIP) und vereinfacht das Handling auf der Baustelle. Es konnte der bauphysikalische Nachweis erbracht werden, daß unter Einbeziehung und Schaffung stehender Luftschichten in Plattenzwischenräumen (abgeklebte Luftzwischenräume zwischen den VIP) die mittleren Wärmedurchgangswerte nur unwesentlich schlechter sind als bei einer geklebten Konstruktion.

Abbildung 7: Demonstration des mechanischen Befestigungssystems an einem Versuchsaufbau; linkes Bild: erste Lage mit VIP, Bohrungen für Dübel; rechtes Bild: Montage der zweiten Ebene, überdeckende PUR-Platte, Quelle: Ferle [2007], Folie 7

Ausführung des Befestigungssystems:

1. In einem ersten Arbeitsschritt wird als Schutzschicht und Haftgrund für die VIP eine 2 cm dicke EPS Schicht mittels Dispersionskleber auf den vorhandenen Untergrund aufgeklebt. Auf der Styroporschicht werden der Raster für die Dübelung erstellt und anschließend die erforderlichen Bohrlöcher ausgeführt.
2. Mit doppelseitigem Klebeband wird sodann die Lage VIP auf die EPS-Lage aufgeklebt und die dabei zwischen den VIP entstehenden Stoßfugen an der Außenseite der VIP wieder mit doppelseitigem Klebeband abgeklebt. Durch fertigungsbedingte Maßtoleranzen der VIP liegen die Fugengrößen zwischen 4 und 10 mm.
3. Danach werden Spezialdübel in die Bohrlöcher versenkt. Die Dübel befinden sich an der Ecke der VIP (wo vier VIP aneinandergrenzen, Abb. 8). Im Bereich der Dübel, wo das Klebeband durchstoßen wurde, wird mittels Luftdichtheitsmasse ein Luftabschluß hergestellt (Abb. 8).
4. Als letzte Schicht wird eine Lage PUR-Platten stoßversetzt zur VIP-Lage aufgeklebt (Abb. 9). Stellen, die in der ersten Lage mit PUR-Platten belegt sind, werden mit VIP überdeckt. Die Fugen werden mit einem alubeschichtetem Klebeband abgedeckt. Anschließend werden die vorgebohrten Lattungen verschraubt, welche als tragfähiger Untergrund für die Cem-Board Platten fungieren (Abb. 10).

Abbildung 8: Einbringen von Luftdichtheitsmasse im Bereich der Dübel, Quelle: Ferle and Essl [2004], S. 31

Abbildung 9: Einsetzen alukaschierter PUR-Platten in der zweiten Ebene, Quelle: Ferle and Essl [2004], S. 31

Abbildung 10: Montage der Cem-Board Platten (Außenhülle), daneben ist noch die Lattung und die zweite Dämmebene zu erkennen, Quelle: Ferle and Essl [2004], S. 32

Weitere Möglichkeiten für die Befestigung von VIP an Fassaden sind **Schienen-Befestigungssysteme** oder die Verwendung **geschützter / vorgefertigter Elemente** mit VIP.

In einem Pilotprojekt wurde ein denkmalgeschütztes Einfamilienhaus in Nürnberg unter Verwendung von VIP gedämmt (Schwab et al. [2003], S. 2-7). Vorgabe war in diesem Fall, daß das anzubringende Dämmsystem eine Gesamtdicke von **6 cm** nicht

überschreiten darf, damit der typische Dachüberstand noch erhalten bleibt. Ein VIP-Wärmedämmverbundsystem unter Verwendung von PVC-Schienen kam zur Anwendung (Abb. 11). Nach Aufbringen einer Dampfsperre und der horizontal montierten Schienen werden die VIP in die Schienen eingestellt und XPS-Putzträgerplatten davor gesetzt. Die XPS-Platten sind mit einer Nut versehen, so daß die XPS-Platten mit der Nut ebenfalls in die Schiene eingesteckt werden können. Zusätzlich werden die VIP mit je einem Klebepunkt an der Wand und die XPS-Platten an den VIP verklebt. Eventuell auftretende Fugen zwischen VIP werden mit Bauschaum verschlossen. Eine Verbesserung des U-Werts von vorher $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ auf $0,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ konnte erreicht werden.

Abbildung 11: Konstruktionsskizze des bei der Sanierung eines Einfamilienhauses in Nürnberg angewandten VIP-WDVS mit PVC Schienensystem, Quelle: Schwab et al. [2003], S. 3

VIP können durch Verwendung von Hüllmaterialien geschützt werden, z.B. durch Kaschierung mit EPS (Abb. 12), wodurch sich ein unproblematischerer Umgang mit dem Material auf der Baustelle ergibt. Eine weitere Möglichkeit der Erleichterung der Abläufe auf der Baustelle besteht in der Verwendung vorgefertigter Fassadenelemente (Abb. 13).

Abbildung 12: Mit EPS kaschiertes VIP, rechts Skizze eines WDVS mit EPS-kaschierten VIP, Quelle: Schwab et al. [2003], S. 3

Abbildung 13: Vorgefertigtes Fassadenelement mit VIP, Quelle: Schwab et al. [2003], S. 3

Innendämmung Vakuumdämmplatten sind prinzipiell auch für Innendämmung anwendbar, wie in einem in der Schweiz ausgeführten Pilotprojekt demonstriert wurde (Binz et al. [2005], S. 27-31). Hier wurde versucht, mit Innendämmung einen sehr hohen Dämmstandard (in Richtung Passivhausstandard) zu erreichen. Die bauphysikalischen Risiken bei Realisierung einer Innendämmung gelten auch für den Einsatz von VIP, sogar noch in verschärftem Ausmaß. Zur Entschärfung der Risiken werden folgende Maßnahmen empfohlen (Binz et al. [2005], S. 30):

1. Flankenwärmedämmungen (Dämmstreifen entlang von Decken und Wandanschlüssen)
2. **Schwächung der Dämmschicht** (!) entlang der Wärmebrücken. Dadurch wird an kritischen Stellen die Temperatur etwas erhöht und das Kondensatrisiko vermindert.
3. Verwendung von rauminnenseitigen Oberflächenmaterialien mit gutem Feuchtepufferverhalten. Diese vermindern zwar nicht Kondensathäufigkeit und -menge, aber den Pilzbefall.
4. Ausstopfen von Hohlräumen in Decken (v.a. im Bereich von Balkenköpfen)
5. Einbau einer kontrollierten Wohnraumlüftung (zur Entfeuchtung)

4.6.3 Was ist beim Umgang mit Vakuum-Dämmplatten besonders zu beachten?

Der Einsatz von VIP im Baubereich setzt besondere Sorgfalt bei Planung und Ausführung voraus, insbesondere dann, wenn Einbau von ungeschützten VIP erfol-

gt. Folgende Empfehlungen sind von Bedeutung (Großklos [2007], Binz et al. [2005], S. 63-65):

1. Erstellen exakter Stücklisten und Verlegepläne (Toleranzen einplanen)
2. Verwendung möglichst weniger Standardformate, um Kosten zu sparen und schnell Ersatz zu bekommen
3. zur Reduktion des Wärmebrücken-Randeffekts: Verwendung möglichst großer Formate (min. 0,5 x 0,5 m); direkt an VIP angrenzende Materialien sollten geringe Wärmeleitfähigkeit haben; VIP-freie Stellen (z.B. an den Ecken) mit sehr gutem konventionellem Dämmstoff belegen (z.B. PUR); bei Hüllmaterialien mit Metallfolien doppellagiges und mindestens 5 cm überlappendes Verlegen der Paneele. (zur Erläuterung: VIP, welche mit Metallfolien (Aluminium, Edelstahl) umhüllt sind, haben aufgrund der höheren Wärmeleitfähigkeit des Hüllmaterials einen höheren Wärmebrückenbrücken-Randeffekt als VIP, die mit metallisiertem Film beschichtet sind.)
4. Handwerkerschulungen sind sehr wichtig, ebenso die Koordination der Verlegearbeiten mit anderen Gewerken
5. Austauschbarkeit der Paneele und Überprüfung der Funktion (mit Thermografie) sollte möglich sein
6. Sicherer ist grundsätzlich, geschützte VIP oder VIP in vorgefertigten Konstruktionen einzusetzen

4.6.4 Welche Dämmwerte sind für VIP realistischerweise anzunehmen? Welche Erfahrungen liegen zum Verlust der Dämmwirkung aufgrund des Vakuumverlusts vor? Wie lange hält das Vakuum?

Basierend auf Ergebnissen von Schweizer Forschungsaktivitäten werden folgende Planungsrichtwerte für die Wärmeleitfähigkeit von heute erhältlichen VIP empfohlen (Binz et al. [2005], S. 2, S. 8-18): 0,008 W/mK für VIP mit metallisierten Folien als Hüllmaterial, 0,006 W/mK für VIP mit laminiertes Aluminiumfolie. Diese Werte berücksichtigen Alterungseffekte (Druckverluste) und einen Feuchtigkeitzuschlag. Dem gegenüber steht eine Wärmeleitfähigkeit von neuen VIP in der Mitte des Paneels bei 0,004 W/mK. Weiters verschlechtert sich die gesamtflächenbezogene Dämmwirkung von Konstruktionen mit VIP durch verschiedene Wärmebrückeneffekte:

1. Wärmebrücken am Rand der Paneele aufgrund der höheren Wärmeleitfähigkeit des Hüllmaterials im Vergleich zum Paneelkern
2. Wärmebrücken zwischen den Paneelen aufgrund nicht zu vermeidender Luftspalten zwischen den VIP
3. Wärmebrücken aufgrund in der Paneelfläche angrenzender Bauteile (Plattenstöße an Mauern, Pfeiler etc.)

Je nach verwendetem Hüllmaterial, Größe der Paneele und umgebenden Materialien ergeben sich unterschiedliche Effekte, die die Wärmeleitfähigkeit der Konstruktion beeinflussen. Empfehlenswert sind möglichst große Paneele und gut dämmende umgebende Materialien. Aufgrund der relativen Neuheit der Technologie können tatsächliche Lebensdauern von VIP nur abgeschätzt werden, Alterungstests lassen

30 Jahre und mehr erwarten (Großklos [2006], Folie 6). Selbst bei Verlust des Vakuums haben VIP allerdings noch relativ gute Dämmeigenschaften: Das Kernmaterial Kieselsäure hat bei Normaldruck eine Wärmeleitfähigkeit von 0,018 W/mK.

4.6.5 Welche Firmen bieten Vakuumsysteme an? Welche Zulassungen sind erforderlich?

Derzeit gibt es Herstellerfirmen von VIP nur in Deutschland, zum Beispiel die Firmen Vaku- Isotherm, Baars oder Porextherm. In Österreich gibt es bisher keine bauaufsichtliche Zulassung, in Deutschland ist ein Verfahren im Gange. (Haselsteiner [2007], S. 24, Haselsteiner [2006]) Anmerkung: diesbezüglich ist aktueller Stand noch zu recherchieren

In Deutschland existieren bisher bauaufsichtliche Zulassungen für begrenzte Einsatzbereiche (Innenwand, Boden, Decke). Bei Außenanwendungen bedarf es einer Zustimmung im Einzelfall. Garantiefragen sind bisher offen (Großklos [2007]) Anmerkung: Stand für Österreich ist noch zu recherchieren

4.6.6 Welche Kosten sind mit Vakuumdämmung verbunden? Sind Kostensenkungen zu erwarten?

Die Materialkosten für VIP bewegen sich zwischen 60 und 100 €/m² (Stand 2007, Großklos [2007], Folie 16). Jeweils für eine 2 cm Platte ($U=0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$):

1. Ungeschützte VIP-Platte ab 60 €/m²
2. Kaschiertes Panel ab 80 €/m²
3. VIP-Fußbodenplatte: 100 €/m²

Konstruktionen mit VIP sind bei gleicher Dämmwirkung etwa doppelt so teuer wie Konstruktionen mit konventionellen Dämmstoffen (Innovative Sanierung).

Kostensenkungen sind möglich, es ist aber wahrscheinlich, daß in den nächsten 5 bis 10 Jahren VIP deutlich teurer bleiben werden als herkömmliche Dämmstoffe (Binz et al. [2005], S. 76f.)

4.6.7 Ist Vakuumdämmung in einer ganzheitlichen ökologischen Bilanzierung vertretbar?

Ein Vergleich von VIP mit EPS und Glaswolle mit Hilfe dreier verschiedener Ökobilanzierungsmethoden (Eco-Indicator 99, Umweltbelastungspunkte UBP 97, Kumulierter Energieaufwand) zeigt, daß die Umweltbelastungen bei gleichem U-Wert einer Konstruktion bei der Produktion von VIP in einer ähnlichen Größenordnung liegen wie bei EPS und Glaswolle (VIPimGebäudesektor, S. 19-21).

4.6.8 In welchen „Haus der Zukunft“-Projekten wurde Vakuumdämmung eingesetzt und die dabei gemachten Erfahrungen dokumentiert?

1. „Praxis- und Passivhaustaugliche Sanierungssysteme für Dach- und Wandbauteile unter Verwendung von Hochleistungswärmedämmssystemen“, (Ferle and Essl [2004]);

Sanierung einer Doppelhaushälfte mit Vakuumisolationspaneelen (VIP) im Wand-, Dach- und Terrassenbereich. Mechanisches Befestigungssystem für VIP an der Wand, VIP-PUR Mischsystem im Bereich von Terrasse und Dach.

2. „Project b1. Einsatz von Vakuumdämmung im Hochbau“ (P097DaemmEinsatzVonVakuumDaemmung) Mit Hilfe eines Versuchsaufbaus wurden Befestigungssysteme für VIP (mechanische Befestigung, 3D-Dachsystem) getestet. Die getesteten Systeme wurden im Projekt Ferle and Essl [2004] (siehe oben) eingesetzt.
3. „Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau“ (Lang et al. [2007]); Verwendung von Vakuumdämmung für Dämmung der Kellerdecke (Oberseite).
4. „Erste Passivhaus Schulsanierung“ (Lang et al. [2004]), Vakuumdämmung im Bereich der Bodenplatte, Wärmebrückensimulation für Bereich der Stahlbetonstützen (Vakuumdämmung versus konventionelle Überdämmung).
5. „Erste Altbausanierung auf Passivhausstandard mit Vakuüm-Isolations-Paneelen (VIP)“; Sanierung eines Bauernhauses aus dem 19. Jahrhundert mit VIP, Fokus auf dynamischer Simulation des Feuchteverhaltens unter instationären (realen) Bedingungen, Projekt noch laufend.

Weiterführende Quellen: www.vip-bau.ch, www.vip-bau.de

4.7 Meßtechnische Evaluierung von Passivhaus-Projekten

Sommerverhalten, (Temperaturen, Luftfeuchte) Teilweise zu schwüle Bedingungen (zu hohe Luftfeuchte) wurden in Pr. „Utendorfsgasse“ gemessen (S. 12, Z. 35 sowie S. 12, Z. 34). Allerdings wurde auch der eindeutige Nachweis geführt, daß konsequentes Nachtquerlüften die Raumtemperaturen deutlich absenkt (S. 12, Z. 38 - Vergleich zwischen mehreren Wohnungen im großvolumigen Wohnbau).

Winterverhalten, Raumtemperatur Die Raumtemperaturen fielen in Pr. „Utendorfsgasse“ S. 12, Z. 34 ungewollt nie unter die Behaglichkeits(auslegungs)grenze.

Einhalten von Passivhauskriterien Heizlast und Heizwärmebedarf Eingehten wurden diese beiden Parameter in Pr. „Utendorfsgasse“, S. 12, Z. 36.

4.7.1 Im Bad in Passivhäusern in der Regel aktive Heizung vorgesehen

Eine im Pr. „Utendorfsgasse“, S. 10, Z. 18 angeführte Evaluierung anderer (= „nicht-HdZ“) Passivhäuser zeigte, daß selbst bei rein frischluftbeheizten Passivhäusern im Bad immer eine aktive Heizfläche vorgesehen war, um die entsprechend höhere Raumtemperatur (vgl. raumweise festgelegte Temperatur gemäß Heizlastberechnung) bedarfsgerecht erreichen zu können.

4.7.2 Wurde Thermographie eingesetzt?

Beispielsweise wurden in Pr. „SOL4“, S. 24, Z. 143, und in Pr. „Weiz“, S. 39, Z. 273, Thermographie eingesetzt. Im Pr. „San. Pettenbach“, S. 53, Z. 370 wurde die Thermographie gleichzeitig mit dem Luftdichtheitstest (z. B zur Leckagenortung)

durchgeführt. Die besten Erkenntnisse können aus dem Bericht im Pr. „Weiz“ gezogen werden, in dem die Aufnahmen sehr gut im Anhang erläutert werden. Auch im Pr. „San. Pettenbach“, S. 53, Z. 371, sind Auszüge aus dem Thermographieprotokoll enthalten.

4.8 Einsatz von Nawaros

4.8.1 Ist die **Genehmigung** eines Gebäudes in Strohballenbauweise schwieriger zu erreichen als bei einem konventionellen Gebäude? Was ist diesbezüglich zu beachten? Welche technischen Prüfzeugnisse existieren?

Im Bereich Strohballenbau erarbeitet die Gruppe Angepaßte Technologie (GrAT) derzeit (Stand Juni 2009) eine Österreichische Technische Zulassung für Strohballen als Dämmstoff. Diese Zulassung hebt den Baustoff Stroh auf eine Ebene mit konventionellen Dämmstoffen, da Sicherheitsfaktoren wie konstante Materialeigenschaften, logistische Lösungen sowie Qualitätsmanagement im Produktions- und Logistikprozeß die Zugänglichkeit zum Massenmarkt ermöglichen sowie Berechenbarkeit und Attraktivität für Bauherren und Planer erzeugen. Die Zulassung wird innerhalb des HdZ-Projekts „StrohCert“ erarbeitet (Zwischenbericht wird in Kürze veröffentlicht) und im Rahmen der Projektlaufzeit (bis Frühjahr 2010) abgeschlossen sein. <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id5447?active=>

Aktuelle Rechtslage Gemäß den Bauordnungen gilt die Gleichwertigkeitsklausel: Die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen im Bauwesen kann dann erfolgen, wenn z.B. ein Bausachverständiger die Gleichwertigkeit der innovativen Ausführung gegenüber der konventionellen feststellen kann (Wimmer et al. [2001b], S. 49). Der funktionelle Wert innovativer Lösungen, insbesondere die Leistungsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe kann durch erfolgreiche Demonstrations- und Musterprojekte Bauherren, Planern und Behörden vor Augen geführt werden und stellt damit einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Akzeptanz dar (Wimmer et al. [2001b], S. 50).

Die **Brandschutztauglichkeit von Wandaufbauten aus Strohballen** wurde im Projekt „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“ untersucht. Für den in diesem Projekt getesteten Wandaufbau (mit Strohballen gedämmte Holzständerkonstruktion, beidseitig verputzt) wurde die Brandwiderstandsklasse F90 erreicht (Wimmer et al. [2001a], S. 71) Der von der Wiener Magistratsabteilung 39 (MA 39) ausgestellte „Prüfbericht über das Brandverhalten einer Strohwand (mit Außen- und Innenputz)“ ist im Anhang des Berichts abgedruckt (P159WandsystemeNAWAROsAnhang.pdf, S. 103ff) . Damit kann der nach ÖNORM B3800 überprüfte Wandaufbau in geeigneter Ausführung in sämtlichen Bauteilen von Ein-, Zweifamilien- und Reihenhäusern bis 2 Geschoßen (außer Keller) sowie in überirdischen Garagen bis 100 m², landwirtschaftlichen Nebengebäuden und Wirtschaftsgebäuden uneingeschränkt eingesetzt werden. Weiters existieren technische Prüfzeugnisse zu Wärmeleitfähigkeit und Schallschutz.

Für einige Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen gibt es bereits Zulassungen, teilweise sogar auf europäischer Ebene (ETZ). Vgl. hierzu ThermoHanf: http://www.thermo-hanf.de/front_content.php?idcat=46

Mit zunehmendem Abbau bürokratischer Hürden (durch weitere Zertifizierungen, etc) und einer erweiterten fachlichen Ausbildung von Handwerkern und Planern in Bezug auf Verwendung und Eigenschaften von NAWARO-Baustoffen kann in Zukunft ein erhöhter Einsatz dieser Materialien erwartet werden.

4.8.2 Wie groß ist der **ökologische Gesamtvorteil** der Strohballenbauweise?

Im Pr. „S-House“, S. 21, Z. 127 wird der ökologische Fußabdruck für die Strohballenwand mit ca. **einem Zehntel** dessen einer konventionellen Wand angegeben.

4.8.3 Wo finde ich **Best-Practice Beispiele** von Gebäuden in Strohballenbauweise?

„Haus der Zukunft“-Projekte Folgende „Haus der Zukunft“ Demonstrationsgebäude wurden in Strohballenbauweise bzw. unter Verwendung des Baumaterials Stroh errichtet:

1. *S-House (Böheimkirchen)*: Passiv-Bürohaus in Strohballenbauweise, zahlreiche Innovationen des ressourcenschonenden Bauens umgesetzt, <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id1752?active=>, <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id3133?active=>
2. *Biohof Achleitner (Eferding)*: Wände in Strohballenbauweise (Teil davon sichtbar hinter hinterlüfteter Glasfassade), Raumklimatisierung mit Hilfe von Pflanzen, Mischnutzung (Laden, Restaurant, Büro), <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id3869?active=>
3. *Lehm Passiv-Bürohaus Tattendorf*: Verwendung vorgefertigter Bauelemente aus Holz, Stroh und Lehm, besondere Betonung des Einsatzes des Baustoffs Lehm (Innen- und Außenbereich), <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id2758?active=>
4. *Passivhaus-Kindergarten Ziersdorf*: Außenwand teilweise mit Stroh gedämmt, ansonsten Zellschichtdämmung, Lehmputz, <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id3132>, <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id2088>

Internetplattform des Österreichischen Strohballennetzwerks (<http://www.baubiologie.at/asbn/>): Hier befinden sich neben verschiedenen Informationen zum Thema Strohballenbau zahlreiche Beispiele realisierter Gebäude in Strohballenbauweise: siehe strohbaugalerien.at und strohbaugalerien.eu.

4.8.4 Wo befinden sich Beispiele für **Detaillösungen** (Wärmebrückenfreiheit, Luftdichtheit, Anschlussdetails) von Konstruktionen im Strohballenbau (bzw. allgemeiner von Konstruktionen mit nachwachsenden Baustoffen)?

1. HdZ-Projektbericht „Wandsysteme aus Nachwachsenden Rohstoffen“ (Wimmer et al. [2001a], S. 31 – 64): Darstellung von vier mit Stroh gedämmten Wandaufbauten als hinterlüftete Konstruktion, sowie weiteren vier mit Stroh gedämmten Wandaufbauten mit Putzfassade. Angaben zu Wärmeschutz, Feuchteverhalten, Dampfdiffusion, Luftdichtheit und Wärmespeicherkapazität.

2. www.nawaro.com, unter „Beispiele“: Beispielaufbauten unter Verwendung verschiedener nachwachsender Rohstoffe (Stroh, Schafwolle, Flachs, Hanf, Zellulose, etc.) für die Bauteile Boden, Innenwand, Trennwand, Außenwand, Decke, Dach. Bauphysikalische Kennwerte, Ökologisches Profil, Bautechnisches Profil (Verarbeitung, Anschlüsse), Baubiologisches Profil.

4.8.5 Wie hoch ist die Gefahr von **Schimmelbefall**? Wie ist das allergene Potenzial von Stroh einzuschätzen?

Die Luftfeuchte im Strohballen (und damit im Zusammenhang stehend die Feuchtigkeit des Stroh-Substrats) ist entscheidend für die potenzielle Gefährdung eines Befalls mit Schimmelpilzen. Um diesbezüglich auf der sicheren Seite zu sein empfiehlt Krick [2008], S. 34, daß die relative Luftfeuchte einen Wert von 0,75 (bzw. 75%) nicht überschreiten soll. Je nach Substrat (Weizen, Gerste, Hanf, etc.) leitet sich aus dieser Forderung ein etwas unterschiedlicher Maximalwert der Materialfeuchte ab: Für Weizenstroh max. 0,13 g/g Feuchte (bzw. Feuchtegehalt 13%), für Gerste 0,15 g/g, für Roggen 0,12 g/g (Krick [2008], S. 34). Die Verwendung möglichst trockener Strohballen und diffusionsoffener Konstruktionen, die ein Austrocknen ermöglichen, ist daher bedeutsam. Zur Qualitätskontrolle von Strohballen wurde im Rahmen des HdZ-Projekts „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“ ein mobiles Prüflabor entwickelt, mit Hilfe dessen auch der Feuchtegehalt des Strohs gemessen werden kann.

Im „Haus der Zukunft“ Projekt S-House wurde zwischen 2004 und 2007 eine mikrobiologische Begleituntersuchung durchgeführt (vier Probenahmen). Die mikrobiologische Untersuchung kommt zu folgendem Schluß (Wimmer et al. [2001a], S. 65):

„In dem unbehandelten Stroh, das als Dämmmaterial am S-House verwendet wurde, kam es im Zeitraum 2004 bis 2007 zu einer **erheblichen Abnahme der lebensfähigen Schimmelpilze**, die natürlicherweise im Stroh vorhanden sind. Es konnte im Laufe der Messungen kein Hinweis darauf gefunden werden, daß es im Innenraum des Gebäudes zu einem durch das Dämmmaterial bedingten Anstieg der Schimmelpilzsporen kommt. Aus diesem Grunde kann das verwendete Dämmmaterial aus hygienischer Sicht **als unbedenklich** eingestuft werden. Diese Beurteilung gilt vorbehaltlich eines eintretenden Wasserschadens, da eine Durchnässung des Dämmmaterials zu einem erneuten Anstieg der Schimmelpilze führen könnte.“

(Wagner et al., S. 79)

Allergenes Potenzial von Stroh(ballen) Zu diesem Aspekt gab es keine gesonderten Untersuchungen in „Haus der Zukunft“-Projekten. Im Bericht „Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen“ wird Sekundärliteratur zitiert: „Aus der Literatur (Gruber and Gruber [2000]) läßt sich entnehmen, daß sauberes, helles Stroh ein äußerst geringes allergenes Potenzial besitzt.“

4.8.6 Wie hoch ist das Risiko von **Schädlingsbefall** bei einer Strohballenbauweise, welche Vorkehrungen sind dagegen zu treffen?

Möglich ist, daß Strohballen aufgrund deren guter Wärmedämmwirkung von Mäusen als Behausung genutzt werden. Abhilfe kann durch Anbringen „bissicherer“ Abdeckungen (durchgängige Putzschichten, OSB-, Gipsfaserplatten o.ä.) sowie durch Verwendung von Strohballen mit einer hohen und möglichst gleichmäßigen Ballendichte geschaffen werden. (Wimmer et al. [2001a], S. 65)

In einer US-amerikanischen Studie wurde eine bestimmte Lebensmittelmotenart identifiziert, die sich vom Restkorn in Strohballen ernährt und rasch vermehrt. Einem Insektenbefall kann vorgebeugt werden durch:

1. Möglichst hohe **Vermeidung von Verunreinigungen** und Beikräuter bei der Ernte,
2. **Geringer Restkorngehalt** im Strohballen (durch längeres Dreschen)
3. **Trockenhalten** des Stroh während Ernte, Lagerung und Einbau
4. **Verputzen** der Wände möglichst rasch nach deren Errichtung. (Wimmer et al. [2001a], S. 66)

4.8.7 Welches **Feuchteverhalten** weisen Wände mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (Stroh, Hanf, Zellulose, Kork, Flachs) auf?

Ein hoher Feuchteschutz ist für die Beständigkeit von Konstruktionen mit Strohballen (und anderen nachwachsenden Rohstoffen) von besonderer Bedeutung, da ein hoher Feuchtigkeitsgehalt über einen längeren Zeitraum zu Schimmelbildung und Zersetzung des Stroh führen kann. Feuchteschutz bedeutet gewährleisten, dass

1. nur **geringste Mengen an Kondensat** anfallen und
2. eine **hohe Austrocknungskapazität** für außerplanmäßigen Feuchteeintrag zur Verfügung steht. (Wimmer et al. [2001a], S. 32, 33).

Wichtige Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung von Feuchteschäden sind z.B. eine wasserdichte, aber diffusionsoffene Außenputzschicht, ein bauphysikalisch richtiger Schichtaufbau oder der möglichst trockene Einbau der Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen (Wimmer et al. [2001a], S. 33, Tab. 8). In diesem Zusammenhang wird eine Empfehlung für Anbringung eines Lehmputzes auf der Innenseite gegeben: „Lehmputze unterstützen aufgrund ihrer hydrophilen Eigenschaft die Verteilung von Feuchtespitzen auf einen längeren Zeitraum (Lehmputze haben bei Fachwerkhäusern das Holz auf lange Zeit derart ausgetrocknet und konserviert, daß weder Schädlinge noch Pilze und Mikroorganismen dem Holz schaden konnten).“ (Wimmer et al. [2001a], S. 61)

Im Pr. „S-House“ wurden im Wandbereich Testboxen mit verschiedenen Dämmstoffen (Stroh, Hanf, Zellulose, Kork, Flachs) eingebaut und meßtechnisch untersucht (S. 18, Z. 94). Der prinzipielle Aufbau der Wand (bzw. der Testbox) ist in Abb. 1 dargestellt. An die 50 cm dicke Dämmschicht grenzt an der Wandinnenseite eine Schicht aus Kreuzlagenholz (KLH), außen wird die Dämmung von einer Schicht Lehmputz und einer hinterlüfteten Außenschalung begrenzt.

Abb. 1: Wandaufbau bzw. Aufbau der Testbox im S-House, Wagner et al., S. 22

Aus den Meßergebnissen werden folgende Schlüsse gezogen (Wagner et al., S. 43, 44, 46,):

1. Die Feuchte der Dämmmaterialien an der Außenseite des Wandaufbaus ändert sich nahezu ohne zeitliche Verzögerung mit der Außenfeuchte, wobei eine **konstante Differenz** über den Jahresverlauf zu erkennen ist. (Abb. 2)
2. An kritischen, sehr feuchten Tagen im Herbst und Winter liegt die relative Feuchte an der Außenseite der Testboxen an vereinzelt Tagen über 95%, wodurch es **zu Kondensationserscheinungen kommen kann**.
3. Die relative Feuchte an der Innenseite der Testboxen unterliegt im Jahresverlauf Schwankungen zwischen 30% und 55%. (Abb. 3)
4. Die Trendlinie für den absoluten Feuchtegehalt der Luft verläuft in der Strohdämmung flacher als in der Außenluft, was auf ein gewisses Austrocknungspotenzial in der Konstruktion schließen läßt. (Abb. 4)
5. Im Bodenbereich ist eine leichte Tendenz zur Feuchteanreicherung erkennbar.

Abb. 2: Jahresverlauf der relativen Feuchte an der Außenseite der Testboxen, Wagner et al., S. 43

Abb. 3: Jahresverlauf der relativen Feuchte an der Innenseite der Testboxen, Wagner et al., S. 43

Abb. 4: Langzeitfeuchteverhalten der Testboxen (Wand- und Bodenbereich), Wagner et al., S. 44

4.8.8 Welche **Wärmeleitfähigkeiten** haben nachwachsende Rohstoffe (Unterschied Prüfbedingungen – praktischer Einsatz)?

Im Rahmen der meßtechnischen Begleituntersuchungen für das S-House wurden auch U-Werte der Versuchswandaufbauten gemessen und daraus Werte für die Wärmeleitfähigkeiten (λ) der eingesetzten Dämmstoffe Stroh, Zellulose, Kork und Flachs ermittelt.

Tab. 1: Wärmeleitfähigkeiten von Stroh, Zellulose, Kork und Flachs, Vergleich Messungen (grün umrandet) mit Angaben aus Prüfzertifikaten, Wagner et al., S. 46

Tab. 1 zeigt einen Vergleich der aus diesen Messungen ermittelten Werte mit Werten aus Herstellerangaben bzw. Prüfzertifikaten. Kork schneidet in diesem Vergleich am besten ab, die Wärmeleitfähigkeiten von Zellulose, Flachs und Stroh liegen deutlich über den unter Prüfbedingungen ermittelten Werten. Insbesondere der **λ -Wert für Stroh mit 0,1 W/mK ist auffallend hoch**. Begründet wird dieser hohe Wert durch erhöhten Wärmetransport über Luftkonvektion durch vermutlich größere Lufteinschlüsse an der Stelle des Meßaufbaus. Durch mangelhaften Einbau können Luftspalte in der Konstruktion entstehen (z.B. Luftspalt zwischen Wand und Strohbällen oder bei unzureichend ausgestopften Zwischenräumen). Die Vermeidung von Hohlräumen in der Dämmschicht ist daher von großer Bedeutung. Vor allem bei komplizierten Anschlussdetails, wie Wand-Decke oder Decke-Boden ist daher auf eine saubere Ausführung zu achten, um die Wirkung eventuell vorhandener Wärmebrücken nicht zusätzlich zu verstärken. Wagner et al., S. 47

Ob die relativ hohen Wärmeleitfähigkeiten und damit U-Werte für die gesamte Wandkonstruktion des S-Houses Gültigkeit haben, wird im Bericht bezweifelt: „Die Ergebnisse dieser Messungen stellen lediglich ein Abbild der jeweiligen Stelle des betrachteten Messaufbaus dar, der repräsentativ sein soll, jedoch nicht zwingend sein

muss. Speziell bei der Messung von Stroh muß man auch berücksichtigen, daß es sich bei der Messstelle nicht um eine Testbox handelt. Die Gesamtperformance des Gebäudes bei einer energetischen Betrachtung lässt insgesamt **auf einen niedrigeren U-Wert für den Stroh- Wandaufbau** schließen.“

4.8.9 Wo befinden sich **herstellerübergreifende Informationen** zu Bauprodukten aus **Nachwachsenden Rohstoffen**?

Die Informationsplattform www.nawaro.com erhält insbesondere Informationen zu Bauprodukten aus nachwachsenden Rohstoffen (Wärme- und Schalldämmung, Oberflächenvergütung, Farbstoffe, etc.), zu Baukonstruktionen aus NAWAROs und verschiedene Serviceangebote.

4.8.10 Welche **Bezugsquellen** für **Baustoffe** aus **NAWAROs** existieren?

1. Eine Liste von Firmen, welche Produkte aus NAWAROs herstellen oder vertreiben, befindet sich auf: <http://www.nawaro.com/cgi-bin/unternehmen.pl>
2. Eine wichtige Informations- und Bezugsquelle zu Strohballenbau ist das ASBN (Austrian Strawbale Network, <http://www.baubiologie.at/asbn/>) – Kontaktperson Herbert Gruber (asbn@baubiologie.at)
3. Dämmstoffe aus NAWAROs vertreibt z. B. die Firma „Häuser in Wolle“ (<http://www.haeuser-in-wolle.com>) - Kontaktperson Fritz Reichel
4. Fragen aller Art zu NAWAROs können an die GrAT (Gruppe Angepaßte Technologie) gerichtet werden (01-58801-49523, www.grat.at)

4.8.11 **Weiterführende Literatur** (außer HdZ-Berichte)

Krick [2008] und Gruber and Gruber [2000].

4.8.12 **Wie groß ist die Auswahl an Passivhausfenstern die im mehrgeschoßigen Wohnbau die Schallschutzanforderungen der Bauordnung erfüllen?**

Marktgängige Passivhausfenster für den mehrgeschoßigen Wohnbau, die gleichzeitig auch die (strengen) Anforderungen der Wiener Bauordnung erfüllen, waren noch bis 2005 (Pr. „Mühlweg“, S. 34, Z. 234) knapp bzw. nur auf spezielle Anfrage verfügbar.

4.8.13 **Kann im Holzbau eine dem Massivbau vergleichbare Luftdichtheit erreicht werden?**

Entgegen bisweilen anzutreffender Meinung ist eine dem Massivbau vergleichbare Luftdichtheit auch im Holzbau erreichbar.

Z. B. wurde im Pr. „Mühlweg“, S. 35, Z. 241 im Rohbaustadium ein n_{50} -Wert von 0,2/h erreicht. Deutliche Verschlechterungen des Wertes im Laufe der Zeit wurden im Pr. „S-House“ gemessen (Ergebnis des Luftdichtheits im Zuge des Monitorings während der Betriebsphase des Hauses), obwohl das Haus weitgehend mit KLH-Elementen gefertigt wurde (geringeres Arbeiten des Holzes wurde erwartet).

Glossar

- ARA** Abwasserreinigungsanlage. 54
- BKA** Betonkernaktivierung. 24
- CEPHEUS** Cost Efficient Passive Houses as European Standards. 8–10
- EFH** Einfamilienhaus. 56, 75
- EPS** Expandiertes Polystyrol. 86, 102–105
- HdZ** Haus der Zukunft. 17, 52
- K-Glas** Zwecks Wärmeschutz metallbeschichtetes Einfachglas. 49
- KLH** Kreuzlagenholz. 18
- MSR** Meß-, Steuer-, und Regeltechnik. 29
- OI3** Einzahlbewertung (Ökoindex) für Baustoffe basierend auf Ökobilanzen gemäß ISO 14 040. Basiert auf den Auswirkungen in den drei ökologischen *Wirkungskategorien* Treibhauseffekt, Versauerungspotential und Primärenergieaufwand. 46
- OSB** Oriented Strand Board. 71, 72, 78
- PCM** Phase Change Material. 29
- PHI** Passivhausinstitut in Darmstadt. 25, 28, 58
- PHPP** Passivhaus-Projektierungspaket. 10, 15, 23, 58, 67, 76
- PVC** Polyvinylchlorid. 23, 24, 99
- SPI** Sustainable Process Index. 20
- TAS** Thermal Analysis Simulation Software. 76
- TRNSYS** Transient Energy System Simulation Tool. 15, 23, 33, 38, 73, 74
- TWD** Transparente Wärmedämmung. 86
- VIP** Vakuumisolationspaneel. 101–105
- VOC** Volatile Organic Compounds. 15, 19
- XPS** Extrudiertes Polystyrol. 80, 81

Literatur

- Armin Binz et al. *Vakuum-Isolations-Paneele im Gebäudesektor*. Schweizer Bundesamt für Energie BFE, 2005. 108, 109, 110
- A. Ferle and O. Essl. *Sanierungssysteme für Dach und Wandbauteile unter Verwendung von Hochleistungswärmedämmsystemen*. Österreichisches Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2004. 104, 105, 106, 107, 110, 111

- Anton Ferle. *Einsatz von Vakuumdämmung im Neubau und in der Sanierung (Folienpräsentation)*. 2007. 106, 107
- Marc Großklos. *Grundlagen der Vakuumdämmung und Anwendung an der Außenwand (Folienpräsentation)*. Institut Wohnen und Umwelt GmbH, 2007. 109, 110
- Marc Großklos. *Einsatz von Vakuumdämmung im Gebäudebereich: 2. Baustelleninfotag (Folienpräsentation)*. Institut Wohnen und Umwelt GmbH, 2006. 110
- Herbert Gruber and Astrid Gruber. *Bauen mit Stroh, oekobuch-Verlag Stauffen*. 2000. 114, 117
- E. Haselsteiner. Energetische Sanierung historischer Gebäude. *Forum Planen*, 11, Jun. 2006. 110
- E. Haselsteiner. *Projekt(t)Raum_Haus_Zukunft*. Österreichisches Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2007. 110
- Innovative Sanierung. Flyer „Innovative Sanierung mit Vakuumdämmung Doppelhaushälfte Andre Salzburg“. 110
- Benjamin Krick. *Untersuchung von Strohbällen und Strohbalkenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der lasttragenden Bauweise*. Kassel University Press, 2008. 114, 117
- Günter Lang, Heinz Plöderl, Thomas Zelger, Christoph Muss, Bernd Krauß, and Hans Christian Obermayr. *Erste Passivhaus -Schulsanierung (Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie Haus der Zukunft)*. Österreichisches Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2004. 104, 105, 111
- Günter Lang, M. Lang, E. Panic, R. Wimmer, Bernd Krauß, and Hans Christian Obermayr. *Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau*. Österreichisches Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2007. 105, 111
- Hubert Schwab et al. *Entwicklung und Anwendung von evakuierten höchsteffizienten Dämmungen für Gebäude (Vakuumdämmung für Gebäude)*. Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung, 2003. 107, 108
- Waldemar Wagner et al. *Messtechnische Begleituntersuchung für das S-House*. Österreichisches Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. 114, 115, 116
- Robert Wimmer et al. *Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen*. Österreichisches Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2001a. 112, 113, 114, 115
- Robert Wimmer et al. *Fördernde und hemmende Faktoren für den Einsatz Nachwachsender Rohstoffe im Baubereich*. Österreichisches Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2001b. 112