

Stroh kompakt

Fabrik der Zukunft als regionales Produktionsnetzwerk
auf Basis nachwachsender Rohstoffe anhand
eines Pilotprojektes im Bereich Dämmstoffe.

H. Adensam, J. Breinesberger, M. Staribacher,
S. Hiller, G. Unfried, E. Schwarzmüller,
H. Hegedys, V. Frosch, E. Ganglberger

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

8/2005

Impressum:

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

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

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

Projektfabrik Waldhör
Nedergasse 23, 1190 Wien
Email: versand@projektfabrik.at

Stroh kompakt

Fabrik der Zukunft als regionales Produktionsnetzwerk
auf Basis nachwachsender Rohstoffe anhand
eines Pilotprojektes im Bereich Dämmstoffe.

Projektleiter:

Mag. Heidi Adensam

ÖSTERREICHISCHES ÖKOLOGIE-INSTITUT
FÜR ANGEWANDTE UMWELTFORSCHUNG

Projektpartner:

DI Verena Frosch, Dr. Erika Ganglberger

ÖSTERREICHISCHES ÖKOLOGIE-INSTITUT
FÜR ANGEWANDTE UMWELTFORSCHUNG

Ing. Josef Breinesberger,

Ing. Michael Staribacher, Stefan Hiller

AGRAR PLUS BETEILIGUNGSGES.M.B.H.

Zimmermeister Gerhard Unfried

HOLZBAU UNFRIED GMBH

DI Erwin Schwarzmüller

CONSULTS

Bmstr. Ing. Heribert Hegedys

HAUS DER BAUBIOLOGIE

Wien, Februar 2004

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

INHALT

1	<i>Kurzfassung</i>	7
1.1	Teil A	7
1.1.1	Motive	7
1.1.2	Inhalt	7
1.1.3	Ziele	7
1.1.4	Methode der Bearbeitung	7
1.1.5	Daten	8
1.2	Teil B: Ergebnisse	8
2	<i>Summary</i>	11
2.1	Section A	11
2.1.1	Motives	11
2.1.2	Contents	11
2.1.3	Objectives	11
2.1.4	Method of Consideration	11
2.1.5	Data	12
2.2	Section B: Results	12
3	<i>Einleitung</i>	15
3.1	Problembeschreibung	15
3.1.1	Untersuchungsgegenstand	15
3.1.2	Ausgangslage und Vorarbeiten	15
3.2	Ziele des Projekts im Zusammenhang mit den Zielen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“	16
3.3	Schwerpunkt und Inhalte der Arbeit	17
3.3.1	Projektphasen	18
3.3.2	Veränderung der Schwerpunktsetzung im Vergleich zum Offert	19
3.4	Aufbau des Endberichts	19
4	<i>Verwendete Methoden und Daten</i>	20
4.1	Hypothese 1: Stroh eignet sich als Dämmstoff für Gebäude	20
4.1.1	Zulassung und Zertifizierung	20
4.1.2	Kostenkalkulation und erzielbare Preise	22
4.2	Hypothese 2: Verfahren und Prozesse zur Herstellung des Dämmstoffes sind im Vergleich zu bisherigen Verfahren sehr einfach	25
4.2.1	Produktion – beim Landwirt	25
4.2.2	Aufsammeln der Ballen	27
4.2.3	Transporte	27
4.2.4	Lagerung	27
4.3	Hypothese 3: Der Einsatz der Dämmstoffe aus Stroh im Gebäude ist sehr einfach	31
4.4	Hypothese 4: Durch die Entwicklung von Systemlösungen für traditionelle Bauweisen und die gewerbliche Herstellung von Bauteilen kann die potentielle Einsatzmenge von Stroh massiv gesteigert werden	32
4.5	Hypothese 5: Die „Fabrik zur Strohdämmstoffproduktion“ ist ein regionales Produktionsnetzwerk	32

5	<i>Strohballenproduktion beim Landwirt</i>	33
5.1	Beschreibung der Produktionsschritte	33
5.1.1	Ernte	33
5.1.2	Feldtrocknung	33
5.1.3	Pressen und Aufsammeln der Strohballen	34
5.1.4	Ernteprotokoll	35
5.2	Transport	35
5.3	Lagerhaltung	35
5.4	Protokoll für die Bereitstellung der Strohballendämmung	37
5.5	Zusammenfassung der ausgefüllten Ernteprotokolle 2002	40
5.6	Zusammenfassung der ausgefüllten Ernteprotokolle 2003	41
6	<i>Aufbringen der Zuschlagstoffe</i>	42
6.1	Auswahl der Zuschlagstoffe	42
6.2	Versuch Aufbringen von Wasserglas auf Weizenstroh	46
6.3	Versuch Aufbringen von Natriumcarbonat auf Weizenstroh	49
6.4	Ergebnisse der Versuche mit Kali-Wasserglas und Natriumcarbonat zusammengefasst	50
7	<i>Kenndaten der 2002 und 2003 produzierten Strohballendämmstoffe</i>	51
7.1	Daten zu den Strohballen	51
7.2	Maßhaltigkeit	55
7.3	Dichte	55
8	<i>Zulassungsinhaberschaft</i>	56
8.1	Auswahl geeigneter Zulassungsinhaber	56
8.2	Vertragsentwurf	60
8.3	Firmenprofile	63
9	<i>Qualitätseigenschaften Strohkleinballendämmstoff – Prüfanordnung, Ergebnisse und Prüfprotokolle</i>	66
9.1	Ergebnisse der Prüfungen im Überblick	66
9.2	Prüfprotokolle	70
10	<i>Resistenz gegen biologische Einwirkungen - Zusammenfassung</i>	98
10.1	Hygrothermische Bedingungen zur Bildung von Schimmelpilzen in Stroh	98
10.2	Untersuchung von Stroh auf die Abgasung von MVOC's	98
10.3	Hygrothermisches Verhalten und Schimmelpilzbildung in strohgedämmten Außenwänden	98

11 Wand- und Dachbauteil	100
11.1 Beschreibung Bauteil Definition	104
11.1.1 Fassade	104
11.1.2 Winddichte	104
11.1.3 Dämmung - Stroh	104
11.1.4 Ständerkonstruktion	104
11.1.5 Kopf- und Fußschwellen (Rahmen rund um die Ständer)	107
11.1.6 Innenseite	107
11.2 Bautechnische Kenndaten der Kernvariante	108
11.3 Produktionsprozess der Bauteile	110
12 Ergebnisse	113
12.1 Akteure und Bereitstellungsschritte entlang der Wertschöpfungskette Strohkleinballendämmstoff“ im Überblick	113
12.2 Produktion – beim Landwirt	114
12.2.1 Ernte	114
12.2.2 Feldtrocknung	114
12.2.3 Aufbringen der Zuschlagstoffe	115
12.2.4 Pressen und Aufsammeln der Strohballe	115
12.2.5 Ernteprotokoll	116
12.3 Transport	117
12.4 Lagerhaltung	117
12.5 Zulassung und Zertifizierung	118
12.5.1 Ergebnisse der Dämmstoffprüfungen	118
12.5.2 Zulassungsinhaber	121
12.6 Vertrieb	122
12.7 Weiterverarbeitung der Strohdämmstoffe zu vorgefertigten Wand/Dach/Bodenbauteilen	124
12.8 Nutzer, Anwender	125
12.9 Logistik, Produktionsnetzwerk und Kooperationserfordernisse	125
13 Weiterer Forschungsbedarf	127
14 Tabellenverzeichnis/Abbildungsverzeichnis/Literaturverzeichnis	129

Anhang A – Resistenz gegen biologische Einwirkungen

Anhang B – Pilotprojekte

Anhang C – Status Quo

Anhang D – Anfrage an das Technical Board der EOTA

1 KURZFASSUNG

1.1 TEIL A

1.1.1 MOTIVE

Die derzeit eingesetzten Dämmstoffe werden zum Großteil aus fossilen Rohstoffen gewonnen, erfordern für den Einsatz in Gebäuden zahlreiche chemische Hilfs- und Aufbaustoffe, werden überregional hergestellt und als Halbfertigprodukte großteils importiert. Im Gegensatz dazu ist Stroh ein regional verfügbarer Reststoff aus der landwirtschaftlichen Produktion, bei der derzeitigen landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsform in ausreichendem Ausmaß verfügbar und als nachwachsender Rohstoff für die Herstellung von Dämmstoffen einsetzbar. Zielsetzung des gegenständlichen Projektes war es, Dämmstoffe aus Stroh für gewerblich herstellbare Bauteile zu entwickeln und zur Marktreife zu bringen.

1.1.2 INHALT

Untersuchungsgegenstand war die Dämmung von Gebäuden mit Strohkleinballen. Ziel war die Verarbeitung von Strohkleinballen als Dämmstoff für vorgefertigte Holzrahmenbauteile. Untersucht wurde, ob und wie der landwirtschaftliche Rohstoff „Strohkleinballen“ in moderner handwerklicher bzw. gewerblicher Produktion (z.B. in Zimmereien) für die Produktion von Außenwänden, Dachelementen und erdbehürten Böden eingesetzt werden kann. Dabei sollten energetisch hochwertige (passiv- und niedrigenergiehaustaugliche) Bauelemente ausgearbeitet werden, die hinsichtlich der bauphysikalischen und produktionstechnischen Anforderungen im modernen Wohnbau (1-2 Familienhaus bis zu max. 3 Geschossen) eingesetzt werden können.

1.1.3 ZIELE

- Substitution fossiler Rohstoffe durch konkurrenzfähige nachwachsende Rohstoffe
- Steigerung der Ressourceneffizienz und der Effizienz der Flächennutzung
- Möglichst abfall- und emissionsfreie Fertigung und Einbau - geringe Verarbeitungstiefe – möglichst einfache Lösungen
- Regional- und sozialverträgliche Entwicklung

1.1.4 METHODE DER BEARBEITUNG

- 1. Status quo:** Systemgrenzen wurden festgelegt, bereits vorhandene Erfahrungen mit Strohdämmungen recherchiert und die notwendigen Anforderungen für die Entwicklung von Dämmstoffen aus Stroh zusammengestellt.
- 2. Entwicklung:** Aufbauend auf den im ersten Arbeitsblock ermittelten Anforderungen wurden die Bauteile Prüfungen unterzogen und einzelne Verfahrensschritte (z.B. Strohernte, -manipulation, -lagerung) verbessert. Weiter erfolgten Vorarbeiten für die Zulassung der Strohkleinballendämmstoffe, die für eine Marktdurchdringung notwendigen sind.
- 3. Pilotphase:** Der praktische Einsatz der entwickelten Dämmstoffe erfolgte in vier konkreten Pilotgebäuden.
- 4. Öffentlichkeitsarbeit:** Während der Projektlaufzeit wurden Informationen über Fachzeitschriften, Veranstaltungen etc. verbreitet.

1.1.5 DATEN

Verwendet wurden Daten über bautechnische Eigenschaften von Stroh aus bestehenden Studien, Daten aus Produktspezifikationen wie z. B. Angaben von Strohpressenherstellern. Recherchiert wurden Daten in Interviews mit Landwirten, Zimmereibetrieben, etc.; gemessen wurden Daten bei der Ernte der Strohballen und in den Strohlagerhallen zur Bestimmung der Feuchte/Temperaturverhältnisse in der Lagerhalle und im Strohballen.

1.2 TEIL B: ERGEBNISSE

Die Literatur- und Internetrecherche zeigte, dass es bereits marktreife Strohprodukte gibt. Eine Marktdurchdringung konnte jedoch aus verschiedensten Gründen noch nicht stattfinden. Wesentliche Hemmnisse für den Einsatz von Strohdämmungen waren Unsicherheiten bezüglich folgender Aspekte:

- Belastung mit Pilzsporen durch Schimmelbildung und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Gesundheit,
- Setzung der Strohdämmung und die damit verbundene Verschlechterung der Dämmeigenschaften,
- fehlende rechtliche Absicherung von Architekten und Fertighausherstellern, da für Strohdämmstoffe keine Zulassung oder Zertifizierung vorliegt.

Die durchgeführten Arbeiten zeigen folgendes:

- Die Zulassung der Strohkleinballen-Dämmstoffe auf europäischer Ebene ist aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Erstprüfungen möglich. Es haben sich bereits 4 Unternehmen als potenzielle Zulassungsinhaber gefunden, welche die Zulassung durchführen möchten. In einem bei der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereichten Projekt („Stroh Koop“) soll die Kooperations- bzw. Organisationsstruktur und die Wertschöpfungskette für die breite Vermarktung der Strohballendämmstoffe optimiert werden.
- Der Strohkleinballen-Dämmstoff ist bei fachgerechter Ausführung im untersuchten Wandaufbau sicher vor Schimmelbefall und damit vor gesundheitsschädlichen MVOC-Emissionen geschützt, obwohl Stroh ein vergleichsweise günstiges Nährmedium für das Schimmelpilzwachstum ist.
- Das Setzverhalten von Stroh in dem hier definierten Bauteilaufbau liegt bei maximal 2,5 % bzw. 7 cm pro Stockwerkshöhe liegt. Im Vergleich dazu liegen die Grenzwerte für das Setzverhalten loser Dämmstoffe in Wien gemäß Verordnung MA 64-BA 67/2002 bei maximal 20 % Setzung.
- Die Prüfungen zum Brandverhalten wurden bereits bei Wimmer et al. 2001 mit dem Ergebnis B2 durchgeführt. Für eine Europäische-Technische-Zulassung ist die Umschreibung dieses Ergebnisses auf Klasse E erforderlich, diese Umschreibung wurde in diesem Projekt initiiert. Die Prüfung der mit Wasserglas behandelten Ballen zeigt, dass diese Klasse E erreichen.
- Die Prüfungen zur Wärmeleitfähigkeit zeigen, dass der Strohdämmstoff vergleichbare Wärmeschutzigenschaften wie konventionelle Dämmstoffe aufweist, der $\lambda_{D(23/50)}$ liegt bei 0,046 W/mK.
- Die Zulassung und Zertifizierung auf europäischer Ebene weist nur die Brauchbarkeit des Dämmstoffes aus und stellt die Grundlage für eine Verwendbarkeit in Österreich und in anderen EU-Ländern dar. Um den Strohdämmstoff in Österreich wie jeden anderen Baustoff einsetzen zu können, ist jedoch die Verwendbarkeit für Österreich durch den Eintrag in die Baustoffliste notwendig. Ein erstes Gespräch mit dem Sachverständigenbeirat für die Baustoffzulassung in Oberösterreich zeigt, dass dem Eintrag grundsätzlich nichts im Wege steht, eventuell sind jedoch Einzelprüfungen speziell für die Anwendung in Österreich notwendig. Untersuchungen zur Verwendbarkeit des Baustoffes in Österreich über die bereits für die Europäische-Technische-Zulas-

sung ermittelten Ergebnisse hinaus wurden im Projekt „Stroh Koop“ im Rahmen der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ angeboten.

- Den Herausforderungen, die der Strohballendämmstoff im Bereich Brand und Schimmelbildung mit sich bringt, kann konstruktiv durch geeignete Bauteilaufbauten begegnet werden. Hier ist weiterer Forschungsbedarf zur Definition der für die Strohdämmung geeigneten Bauteilprototypen und Adaptierungsrichtlinien gegeben. Dazu wurde das Projekt „Stroh und Holz“ in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht.
- Ein Aufbringen von Zuschlagstoffen ist nicht notwendig und aus Sicht der Recycelbarkeit der Bauteile nicht zielführend. Sollten für bestimmte Anwendungen doch Zuschlagstoffe (Flammenschutzmittel etc.) eingesetzt werden, so eignet sich Wasserglas für ein relativ einfaches und kostengünstiges Aufbringen direkt am Feld. Forschungsbedarf besteht hier noch hinsichtlich der Auswirkungen des Wasserglases auf den Boden und auf Qualitätseigenschaften des Strohs.
- Die wesentlichsten Eigenschaften der Strohballen zur Gewährleistung der Dämmstoffqualität sind die Dichte des Ballens und der Feuchtegehalt des Strohs. Es zeigt sich, dass die gewünschten Eigenschaften der Dämmstoffe, insbesondere die Dichte von 80 und 90 kg/m³ bereitgestellt werden können, allerdings nicht von jedem Landwirt. Bei der Produktion größerer Mengen von Strohdämmstoffen müssen in der Region Landwirte gefunden werden, die über geeignete Pressen zur Bereitstellung der gewünschten Dichten verfügen bzw. es muss gemeinsam von den Landwirten einer Region eine neue Kleinballenpresse angeschafft werden.
- Die Maßhaltigkeit der Strohballen reicht für den Einbau der Strohballen bei den vier Pilotprojekten aus. Hinsichtlich der Länge können Abweichungen bis zu +/- 10 cm toleriert werden – geringere Abweichung sind aus Produktionsgründen mit wesentlich höherem Aufwand verbunden. Hinsichtlich Breite und Höhe konnte die für den Einbau der Strohballen wichtige Abweichung von maximal +/- 1,5 cm erreicht werden.
- In Zukunft ist die weitere Produktentwicklung des Strohballendämmstoffes notwendig:
 - Wünschenswert wären höhere Dichten und damit bessere Dämmstoffeigenschaften.
 - In der Landwirtschaft steigt der Einsatz von Groß- und Rundballen massiv an. Da der Manipulationsaufwand für Bauzwecke einfacher mit dem Kleinballen bewältigt werden kann, wird vom Projektteam der Kleinballen als Dämmstoff forciert. Es sind zwar noch ausreichend Kleinballenpressen vorhanden und es können auch in Zukunft neue Kleinballenpressen angeschafft werden, es ist jedoch für eine ganzjährig gesicherte und kostengünstige Bereitstellung die Gewinnung von Kleinballen aus Groß- bzw. Rundballen zu untersuchen.
- Vorschriften hinsichtlich Lagerhaltung und Transport müssen eingehalten werden, um die geforderte Maximalfeuchte im Strohballen zu garantieren:
 - nicht bodenberührte Lagerung,
 - Lagerung unter Dach,
 - Ein-, Abladen und Transport bei trockener Witterung.
- Die Bereitstellungskosten für den Strohballen liegen weit unter den Preisen für konventionelle Dämmstoffe; damit ist der Strohballendämmstoff konkurrenzfähig im Vergleich zu den konventionellen Dämmstoffen.
- Die Kosten für Transport und Lagerung der Strohballen machen einen wesentlichen Anteil an den Bereitstellungskosten der Strohballen aus.

- Ein regionales Produktionsnetzwerk für die Bereitstellung der Strohballen und für den Einsatz der Strohballen in vorgefertigten Bauteilen ist aufgrund der gewichtigen Transportkosten notwendig. Daher müssen für einen breiten Einsatz der Strohballendämmstoffe mehrere, regional verteilte Zimmereibetriebe und Fertighaushersteller gefunden werden, die vorgefertigte, mit Stroh gedämmte Bauteile produzieren können. Dazu wurde in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ das Projekt „Stroh und Holz“ eingereicht.
- Ein regionales Produktionsnetzwerk kann funktionieren, es sind aber auch zentrale Strukturen notwendig: Als Zulassungsinhaber für den Strohballendämmstoff kann nur ein Zulassungsinhaber auftreten, der die Rechte und Pflichten aus der Zulassung übernimmt. Da der Strohballendämmstoff jedoch dezentral von verschiedenen Herstellern (Landwirten) produziert wird und nicht jeder Landwirt aus Effizienzgründen eine Zulassung beantragen kann, sind hier Kooperationen gefragt. Zur Definition und zum Aufbau dieser Kooperationsbeziehungen wurde das Projekt „Stroh Koop“ im Rahmen der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ angeboten.
- Der Einsatz der Strohballendämmstoffe zur Produktion vorgefertigter Bauteile ist problemlos machbar. Wichtig für einen reibungslosen Einbau ist die Maßhaltigkeit (auf +/- 1,5 cm) hinsichtlich der Höhe und Breite der Strohballen, bei der Länge sind Abweichungen je nach Einbaurichtung bis zu 10 cm tolerierbar.

2 SUMMARY

2.1 SECTION A

2.1.1 MOTIVES

Currently used insulants are mostly won from fossil raw materials. Additives, such as adhesives, are required to apply these insulants in buildings. Pesticides, etc. are produced nationally and mostly imported. In contrast, straw is a regionally available waste material of agricultural production. Modern agricultural cultivation makes straw a sufficiently available raw material suitable for utilisation in the production of insulants. The objective of this project was to develop straw insulants for the industrial production of building construction components and to bring them to readiness for marketing.

2.1.2 CONTENTS

The object of investigation was bale straw insulation in buildings. The intention was to process small straw bales to be used as insulant in pre-fabricated wood panel components. The investigation focused on whether and how 'small bale straw' as an agricultural raw material can be applied in modern trade- and industrial production (e.g. carpentry) for the fabrication of external walls, roof elements, and floors with soil contact. The aim was to develop building construction components of top-quality energy properties and suitable for passive- and low-energy houses, to be applied in modern residential building construction (single occupancy- and semidetached houses with a maximum of 3 floors) and fulfilling the requirements regarding construction physics and production process.

2.1.3 OBJECTIVES

- Substitute fossil resources by renewable resources, on a competitive basis;
- increase resource- and space utilization efficiency;
- preferably waste- and emission-free fabrication and installation - low depth of processing - preferably simple solutions;
- socially tolerable, regional development.

2.1.4 METHOD OF CONSIDERATION

- 1. Status quo:** System limitations were established, previous experiences with straw insulation were researched, and necessary requirements for the development of straw insulants were compiled.
- 2. Development:** Based on the requirements determined in the first block, the building construction components were subjected to examinations and specific process operations (e.g. straw harvest, -manipulation, and -storage) were modified. Moreover, preparatory steps for registration necessary for market penetration were carried out.
- 3. Pilot phase:** Practical application of the developed insulants was effected in four actual pilot buildings.
- 4. Public relations:** During the project term, information was distributed via trade journals, events, etc.

2.1.5 DATA

Used data referring to those properties of bale straw which are relevant to construction engineering originated from existing studies and from product specifications, such as information from straw press manufacturers. Data were researched in interviews with farmers, carpentry businesses, etc. Data were measured during bale straw harvest and in straw storehouses to determinate moisture-/temperature conditions in the storehouse and in the straw bale.

2.2 SECTION B: RESULTS

Research in literature and internet showed that straw products ready for marketing already exist. However, market penetration has not yet occurred for various reasons. Substantial restraints to the application of straw insulants are uncertainties in the following aspects:

- Burden of fungal spores and resulting adverse effects on health;
- settlement of the straw insulation and resulting deterioration of insulation properties;
- absence of security in law for architects and manufacturers of prefabricated houses, because there is neither licence nor certification for bale straw.

The effected works indicate the following:

- Licensing of small bale straw insulants on a European level is possible based on the existing results of the preliminary examinations. Four businesses willing to accomplish the licensing process have already been identified as potential license owners. The project „Stroh Koop” („Straw Co-op”) submitted under „Fabrik der Zukunft”, third invitation to tender, intends to optimize co-operation- and organisational structures as well as the supply chain for extensive commercialisation of bale straw insulants.
- Even though straw is a comparatively favourable medium for mould growth, small bale straw insulants applied under proper workmanship in the investigated wall constructions, are safe from fungal attack and, thus, safe from health-hazardous MVOC-emissions.
- Settlement behaviour of straw in the herein defined component structure is max. 2.5% or 7 cm settlement. In comparison, threshold values for settlement behaviour of loose insulants, according to regulation No. MA 64-BA 67/2002 set forth by the Vienna municipal authority, are max. 20% settlement.
- Examinations regarding fire behaviour have been carried out by Wimmer et al. 2001 achieving the result B2. European-technical licensing requires an upgrade of this result to class E. Such upgrade was initiated during this project. Examinations of bales treated with sodium silicate indicate that these achieve a class E result.
- Examinations regarding thermal conductivity indicate that the heat insulation properties of straw insulants are comparable to those of conventional insulants, $\lambda_{D(23/50)}$ amounts to 0,046 W/mK.
- Licensing and certification on a European level merely confirms the usability as an insulant and is the prerequisite for usability in Austria and in other EU-countries. In order to allow the use of straw insulants as any other insulant in Austria, however, an entry in the index of building materials is required. A preliminary meeting with the advisory counsel of experts for licensing building materials in Upper Austria indicated that, in principle, an entry is possible. Individual examinations might, however, be required for licensing in Austria, in particular. Investigations regarding usability of this building material in Austria, further to those results determined for European-technical licensing, have already been offered in the project „Stroh Koop”, „Fabrik der Zukunft”, third invitation to tender

- The challenges posed by bale straw insulants in the areas of fire and mould growth can be met constructively with suitable component structures. Further research on these aspects is required in order to define component prototypes and adaptation guidelines applicable to bale straw insulants. The project „Stroh und Holz“ was submitted for this specific purpose during the third invitation to tender „Fabrik der Zukunft“.
- The application of additive components is neither required nor advisable with regard to the building construction components' suitability for recycling. However, if additive components are used for specific applications (flame retardants, etc), sodium silicate is suitable for simple and low-cost application, directly in the field. Further research on the effects of sodium silicate on soil (formulation) and on straw quality properties is required.
- The most substantial properties of straw bales ensuring insulation quality are bale density and straw moisture content. It is evident that the required insulation properties, in particular a density of 80 and 90 kg/m³, can be achieved, however, not by every farmer. For the production of large quantities of straw insulants, farmers must be found in the region that have access to a suitable straw press and are, thus, able to provide the required densities. Alternatively, the farmers in a specific region must jointly acquire a new straw press for small bales.
- The dimensional accuracy of bale straw is sufficient for the application of bale straw in the four pilot projects. Deviations of up to +/- 10 cm regarding bale length can be tolerated - lesser deviations involve greater expenses in production. Regarding height and width, a deviation of max. +/- 1.5 cm, required for the application of bale straw insulants, has been achieved.
- Further product development of bale straw as insulant will be necessary in the future, as higher densities and, thus, better insulation properties are desirable.

Agricultural use of large and round bales is massively increasing. Since the manipulation effort for building construction purposes can be handled more easily using small bales, the project team is forcing the use of small bales as insulants. Sufficient numbers of straw presses for small bales are still available and, in fact, new straw presses for small bales can be acquired. However, in the interest of secured and low-cost availability, the fabrication of small bales from large and round bales is worthy of investigation.

- Regulations regarding storage and transport must be met to guarantee the required maximum moisture inside the bale:
 - - Storage without soil contact;
 - - storage under roof;
 - - loading and unloading in dry weather.
- Supply costs for bale straw range far below the prices of conventional insulants, thus, rendering bale straw insulants competitive in comparison with conventional insulants.
- Transport- and storage costs represent a substantial part of the overall supply costs for bale straw.

- Because of the weighty transport costs, a regional production network for bale straw supply and for the application of bale straw in prefabricated building construction components is required. Therefore, several carpentry businesses spread within a certain region as well as manufacturers of prefabricated houses able to produce prefabricated straw insulated construction building components must be identified in order to allow the widespread application of bale straw insulants. For this purpose, the project „Stroh und Holz” was submitted under the third invitation to tender „Fabrik der Zukunft“.
- A regional production network can be successful, however, central structures are also required. A license holder can function as such only as long as he is taking on the rights and duties coming with licensing. Since bale straw insulants are locally produced by different manufacturers (farmers) and since, due to efficiency reasons, every individual farmer cannot apply for his own licence co-operations are required. For the purpose of defining and establishing these co-operative relations, the project „Stroh Koop” was provided under the third invitation to tender „Fabrik der Zukunft”.
- The application of bale straw insulants for the production of pre-fabricated building construction components is possible without any problems. Dimensional accuracy of +/- 1.5 cm regarding bale height and width is crucial for unobstructed application. Deviations of up to 10 cm in length are tolerable.

3 EINLEITUNG

3.1 PROBLEMBESCHREIBUNG

3.1.1 UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND

⇒ *Bauteilentwicklung*

Untersuchungsgegenstand war die Dämmung von Gebäuden mit Strohkleinballen. Ziel war die Verarbeitung von Strohkleinballen als Dämmstoff für vorgefertigte Holzrahmenbauteile. Untersucht wurde, ob und wie der landwirtschaftliche Rohstoff „Strohkleinballen“ in moderner handwerklicher bzw. gewerblicher Produktion (z. B. in Zimmereibetrieben) für die Produktion von Außenwänden, Dachelementen und erdberührten Böden eingesetzt werden kann. Dabei sollten energetisch hochwertige (passiv- und niedrigenergiehaustaugliche) Bauelemente ausgearbeitet werden, die hinsichtlich der bauphysikalischen und produktionstechnischen Anforderungen im modernen Wohnbau (1-2 Familienhaus bis zu 3 Geschossen) eingesetzt werden können. Hinsichtlich der ökologischen Qualität sollten die Konstruktionen dem Prinzip des „Niedrigstoffhauses“ entsprechen: recycelbar, kompostierbar, schadstofffrei.

⇒ *Regionales Produktionsnetzwerk*

Das Projekt spannt den Bogen von der Strohballenpressung am Feld bis zum fertigen Bauteil bzw. den mit Stroh gedämmten Konstruktionen. Es wurden sowohl die Logistik (Lagerung der fertigen Dämmstoffe in den bestehenden Wirtschaftsgebäuden landwirtschaftlicher Betriebe) als auch notwendige Schritte für die Verbreitung der Strohballendämmung (Zulassung und Zertifizierung) untersucht und Rahmenbedingungen für ein betriebswirtschaftliches Kooperationsmodell definiert.

3.1.2 AUSGANGLAGE UND VORARBEITEN

Die derzeit eingesetzten Dämmstoffe

- werden zum Großteil aus fossilen Rohstoffen gewonnen,
- erfordern für den Einsatz in Gebäuden Zusatzstoffe wie Klebmittel zum Aufbringen der Dämmung, Schädlingsbekämpfungsmittel usw. und
- werden großteils überregional gewonnen bzw. importiert.

Stroh ist ein regional verfügbarer Reststoff aus der landwirtschaftlichen Produktion, der bei der derzeitigen landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsform in ausreichendem Ausmaß verfügbar ist und als nachwachsender Rohstoff für die Herstellung von Dämmstoffen eingesetzt werden kann. Im Laufe der Zeit haben sich Konstruktionslösungen als Standard herauskristallisiert. Die Spitze dieser Standardlösungen liegt im Fertigteilhausbereich, wo vorgefertigte Elemente auf die Baustelle angeliefert werden, um dort nur mehr aufgestellt zu werden.

Es gibt bereits einige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für den Einsatz von Stroh als Baustoff, die hier herangezogen werden können. Projekte zum Thema „Strohhaus“ und Strohballenbau liefern wichtige Grundlagen für die Verarbeitung und praktische Umsetzbarkeit¹.

¹ Eine detaillierte Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema Bauen mit Stroh findet sich im ersten Zwischenbericht zu diesem Projekt S. 30 - 38 und im Anhang C.

Ein wesentliches Hemmnis beim Einsatz von Stroh im Baubereich ist, dass Stroh aufgrund der natürlichen Eigenschaften ein nicht 100%ig homogener Dämmstoff ist. Unsicherheiten bezüglich des Feuchteverhaltens und damit zusammenhängender Verrottung/Schimmelwachstum sowie bezüglich der Setzung der Strohballen in der Holzrahmenwand konnten bisher nicht ausgeräumt werden. In diesem Projekt werden Prüfungen für die Beurteilung von Strohdämmstoffen vorgeschlagen und in Abstimmung mit dem Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) von einer notifizierten Prüfanstalt durchgeführt, sowie eine Zulassung der Strohkleinballen-Dämmstoffe auf europäischer Ebene angestrebt.

3.2 ZIELE DES PROJEKTS IM ZUSAMMENHANG MIT DEN ZIELEN DER PROGRAMMLINIE „FABRIK DER ZUKUNFT“

⇒ *Substitution fossiler Rohstoffe durch konkurrenzfähige, nachwachsende Rohstoffe*

Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe wird sich nur dann langfristig durchsetzen, wenn das Produkt mit herkömmlichen Produkten konkurrieren kann - sei es über einen Zusatznutzen, der über die eigentliche Funktion hinausgeht und mitverkauft wird (beispielsweise Verringerung der Transmissionswärmeverluste und gesundheitliche Vorteile) oder durch ein in diesem Projekt untersuchtes Modell von "Fabrik", welches flexible Produktionsstrukturen und damit Kostenreduktionen zulässt, wie z. B. die Einbindung regionaler landwirtschaftlicher Betriebe in den Prozess der Herstellung von Systemkomponenten für den Wohnhausbau. Die Entwicklung kostengünstig hergestellter Dämmmaterialien aus Stroh trägt daher zur Substitution fossiler Rohstoffe (Mineralwolle usw.) bei.

⇒ *Steigerung der Ressourceneffizienz und der Effizienz der Flächennutzung*

Stroh ist ein in großen Mengen anfallender Reststoff aus der Getreideproduktion. Ein Teil des zur Verfügung stehenden Strohs wird in der Landwirtschaft für die Einstreu genutzt oder zur Energiegewinnung verbrannt. Übrig bleibt ein relativ großer Restposten, der eingeachert wird aber auch für andere Zwecke eingesetzt werden könnte, da aufgrund der regionalen Bedingungen das eingeacherte Stroh bei weitem nicht vollständig in Humus umgewandelt wird, sondern im Boden als Stroh erhalten bleibt und so nicht zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit beiträgt (insbesondere in den östlichen Teilen Österreichs, wo eine geringe Niederschlagsneigung zu verzeichnen ist). Stroh ist damit im Überfluss vorhanden und die Nutzung dieses Reststoffes bei gleichzeitiger Substitution anderer Ressourcen trägt zur Steigerung der Ressourceneffizienz bei. Außerdem steigert die Verwertung verschiedener Fraktionen einer Pflanze die Effizienz der Flächennutzung.

⇒ *Möglichst abfall- und emissionsfreie Fertigung und Einbau - geringe Verarbeitungstiefe – möglichst einfache Lösungen*

Der Ressourcenaufwand steigt, je höher der Verarbeitungsaufwand für ein Produkt ist. Aus diesem Grund werden hier Lösungen gesucht, die jene Qualität nachfragen, die der Rohstoff ohne großen Verarbeitungsaufwand bietet. Verfahren und Prozesse werden damit möglichst einfach gehalten und hinsichtlich Abfall und Emissionen minimiert.

⇒ *Regional- und sozialverträgliche Entwicklung*

Die Fabrik, in der die Dämmstoffe hergestellt werden, ist de facto ein Zusammenschluss von Akteuren entlang der Wertschöpfungskette „Strohballendämmung“, die ihre Kompetenzen gemeinsam optimal nutzen. Für die Landwirte erschließt sich durch die Kooperation mit dem Bauunternehmen ein neuer Markt, Baustoffhändler, Beschaffungsmanager und Bauunternehmen haben durch die Kooperation mit der Landwirtschaft die Möglichkeit, einen ökologisch vorteilhaften Dämmstoff preisgünstig anbieten zu können, da für die Herstellung großteils vorhandene landwirtschaftliche Maschinen und Lagermöglichkeiten genutzt werden können.

Aufgrund der angestrebten Produktionsstruktur (dezentrale Produktion als Kostenvorteil durch Einsatz bestehender Infrastruktur bei den Landwirten) profitiert in erster Linie die Region an der zusätzlichen Wertschöpfung. Das Projekt trägt daher zu einer regional- und sozialverträglichen Entwicklung bei, weil Arbeitsplätze und landwirtschaftliches Einkommen in der Region gesichert werden.

3.3 SCHWERPUNKT UND INHALTE DER ARBEIT

⇒ *Arbeitshypothesen des Projektes laut Offert waren folgende:*

1. Der Reststoff Stroh eignet sich als nachwachsender Rohstoff zur Herstellung von Dämmstoffen für Gebäude.
2. Die **Verfahren und Prozesse zur Herstellung** des Dämmstoffes sind im Vergleich zu bisherigen Verfahren **sehr einfach**, da die bereits bei den Landwirten vorhandene Infrastruktur (Erntemaschinen, Pressen, Lager etc.) eingesetzt werden kann bzw. nur wenig adaptiert werden muss. Es sind daher nur geringe Investitionsaufwendungen zur Herstellung der Dämmmaterialien erforderlich und so kann ein nachwachsender Rohstoff sehr kostengünstig eingesetzt werden.
3. Der **Einsatz der Dämmstoffe** aus Stroh im Gebäude ist im Vergleich zu bisherigen Dämmstoffen **sehr einfach**, weil Zusatzstoffe wie Schädlingsbekämpfungsmittel usw. gering gehalten werden können und damit die Herstellung und der Einsatz von Strohdämmstoff möglichst abfall- und emissionsfrei erfolgen kann.
4. Durch die **Entwicklung von Systemlösungen** für traditionelle Bauweisen und die gewerbliche Herstellung von Bauteilen kann die potenzielle Einsatzmenge von Stroh massiv gesteigert werden.
5. Die „Fabrik zur Strohdämmstoffproduktion“ ist ein **regionales Produktionsnetzwerk** bestehend aus Landwirten, Baustoffhändlern und Bauherren in einer Region. Sowohl Herstellung als auch Einsatz der Dämmstoffe erfolgen in einer Region: Die Herstellung des Grundproduktes erfolgt dezentral bei den Landwirten. Der professionelle Einbau des Dämmstoffes Stroh erfolgt durch den befugten Baumeister, der von den spezialisierten Landwirten den Rohstoff bezieht. Der Einbau erfolgt in Gebäuden der Region. **Finanzielle Aufwendungen und Ressourcenverbrauch** für Transport und Manipulation können im Vergleich zur zentralen Herstellung und anschließenden Verteilung **verringert werden**. Für die Region eröffnen sich **zusätzliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungsmöglichkeiten**.

Sämtliche Arbeitshypothesen wurden im Projektverlauf untersucht, die meisten Hypothesen wurden verifiziert, einige Hypothesen wurden falsifiziert (siehe dazu Kapitel „Verwendete Methoden und Daten“).

⇒ *Outputs laut Offert waren wie folgt definiert:*

- Ressourcensparende, umweltfreundliche, regional- und sozialverträgliche sowie ökonomisch tragfähige Verfahren zur Herstellung von Dämmstoffen aus Stroh: Gibt es solche Verfahren? Definition der Verfahren, notwendige Rahmenbedingungen und mögliche Hindernisse.
- Strohdämmstoff-Prototypen für Bauelemente und Pilotprojekte: Praktischer Einsatz der Strohdämmung in zwei bis drei Gebäuden.

Im Projekt konnten sowohl Verfahren zur Herstellung von Strohdämmstoffen entwickelt werden als auch notwendige Rahmenbedingungen und Hindernisse ausgewiesen werden (siehe dazu Kapitel „4.2 Hypothese 2: Verfahren und Prozesse zur Herstellung des Dämmstoffes sind im Vergleich zu bisherigen Verfahren sehr einfach“, Kapitel „12.2 Produktion – beim Landwirt“, sowie Kapitel 5 bis Kapitel 7). Strohdämmstoff-Prototypen wurden definiert und für eine Zertifizierung vorbereitet (siehe dazu Kapitel „4.1 Hypothese 1: Stroh eignet sich als Dämmstoff für Gebäude“, sowie Kapitel 8, Kapitel 9 und Anhang A). Ebenso wurden erste Bauteilprototypen untersucht, die für den Einsatz der Strohdämmung geeignet sind (siehe dazu Kapitel „4.3 Hypothese 3: Der Einsatz der Dämmstoffe aus Stroh im Gebäude ist sehr einfach“ und „12.7 Weiterverarbeitung der Strohdämmstoffe zu vorgefertigten Wand/Dach/Bodenbauteilen“, Kapitel 11 und Anhang B).

Projekthalt ist im Wesentlichen die Entwicklung von ressourcensparenden, umweltfreundlichen, regional- und sozialverträglichen, sowie ökonomisch tragfähigen Verfahren zur Herstellung von Dämmstoffen aus Strohkleinballen für Holzrahmenbauteile und der Einbau der entwickelten Strohdämmungen in zwei bis drei Gebäuden.

3.3.1 PROJEKTPHASEN

Status quo: Systemgrenzen wurden festgelegt, bereits vorhandene Erfahrungen (national und international) mit Strohdämmungen recherchiert und die notwendigen Grundlagen und Anforderungen für die Entwicklung von Dämmstoffen aus Stroh zusammengestellt. Die Ergebnisse dieses Arbeitsschrittes sind im Anhang C detailliert beschrieben.

Entwicklung: Aufbauend auf den im ersten Arbeitsblock ermittelten Anforderungen (bauphysikalisch, chemisch, Schallschutz, etc.) wurden einzelne Verfahrensschritte und Prozesse zur Rohstoffgewinnung und Dämmstoffherstellung (Strohernte, -manipulation, -lagerung) entwickelt, weiterentwickelt und getestet. Hier wurden z. B. unterschiedliche Strohpressen, Verfahren zur Aufbringung der Zuschlagstoffe und Manipulationsverfahren untersucht. Weiters wurden die Qualitätseigenschaften der Strohbälle als Dämmstoff überprüft. Die Ergebnisse dieses Arbeitsschrittes finden sich im Detail in den Kapiteln 5 bis 11 und im Anhang A.

Pilotphase: Der praktische Einsatz der entwickelten Dämmstoffe erfolgte in vier konkreten Gebäuden. Die Gebäude und die Erkenntnisse, die aus den Pilotprojekten gewonnen werden können, sind in Anhang B beschrieben.

Bereits während der Projektlaufzeit fand eine begleitende **Öffentlichkeitsarbeit** statt: Informationen zum Projekt werden laufend für Interviewpartner, Akteure in der Region und die Fachöffentlichkeit erstellt und verteilt (siehe Tätigkeitsbericht). Während und nach Abschluss des Projektes werden die Ergebnisse für zwei Zielgruppen (Unternehmen, die im Bereich Holzbau tätig sind und Architekten) aufbereitet und in Form von Presseaussendungen und Fachartikeln veröffentlicht. Auch ein Informationsfolder für Zimmereibetriebe wurde erstellt, dieser wird unter anderem vom Holzcluster Niederösterreich verteilt werden.

3.3.2 VERÄNDERUNG DER SCHWERPUNKTSETZUNG IM VERGLEICH ZUM OFFERT

Da sich im Zuge der Projektbearbeitung herausstellte, dass eine Verbreitung der mit Stroh gedämmten Bauteile längerfristig nur dann möglich ist, wenn diese Bauteile und die Strohdämmstoffe zugelassen sind, wurden die Projektaktivitäten in Richtung Zulassung fokussiert. Es wurden daher wie im Offert geplant:

- Verfahren zur Ernte und Manipulation der Strohkleinballen definiert und getestet,
- mögliche Zuschlagstoffe untersucht und Verfahren zur Aufbringung der Zuschlagstoffe entwickelt, sowie
- die Einbindung der Strohkleinballen in die ausgewählten Baukonstruktionen untersucht.

Da die Notwendigkeit der Aufbringung von Zusatzstoffen nicht vordringlich ist, wurde der Schwerpunkt der Arbeit weniger auf die Verfahrensentwicklung zur Aufbringung von Zusatzstoffen gelegt, sondern vielmehr auf die Zulassung der Strohkleinballendämmung verlagert:

- Es wurde ein Prüfplan zur Zulassung der Strohballen gemeinsam mit dem Österreichischen Institut für Bautechnik festgelegt, mit den Prüfungen zur Zulassung begonnen und Verfahren zur normgerechten Prüfung des nicht homogenen Dämmstoffes Strohballen entwickelt (siehe dazu im Detail Kapitel 8 und Kapitel 9).
- Außerdem wurde eine Anfrage an das Technical Board der EOTA im Hinblick auf die Zulassung des Wand-Bauteils mittels Europäisch-Technische-Zulassung gestellt (siehe dazu im Detail Anhang D).
- Weiters wurden potenzielle „Zulassungsinhaber“ (das sind Unternehmen, die in weiterer Folge die Bereitstellung der zugelassenen und zertifizierten Strohballen übernehmen könnten) gesucht und gefunden (siehe dazu im Detail Kapitel 8).

3.4 AUFBAU DES ENDBERICHTS

Die verwendeten Methoden und Datengrundlagen werden im Überblick in Kapitel „Verwendete Methoden und Daten“ in der Struktur der im Offert dargestellten Arbeitshypothesen beschrieben. Detailangaben zu den Methoden und Datengrundlagen finden sich in den Kapiteln 4 bis 11 und in den jeweiligen Anhängen. Die Projektergebnisse werden im Kapitel „Ergebnisse“ zusammengefasst. Um die Kurzfassung und das Kapitel „Ergebnisse“ als knappe Projektinformation unabhängig von den restlichen Ausführungen in diesem Endbericht verwenden zu können, wurden in beiden Kapiteln keine Verweise auf die Detailausarbeitungen in den Anhängen gemacht. Empfehlungen für weiterführende Forschungsarbeiten werden bereits im Kapitel „Ergebnisse“ themenspezifisch erläutert und in Kapitel „Weiterer Forschungsbedarf“ zusammengefasst. Im Tätigkeitsbericht werden der Projektablaufplan und sämtliche Arbeiten zur Präsentation des Projekts und der Projektergebnisse in der Öffentlichkeit dargestellt. Die Kapitel 4 bis 11 und die Anhänge zeigen Methoden, Datengrundlagen, sowie Ergebnisse und Schlussfolgerungen im Detail.

4 VERWENDETE METHODEN UND DATEN

Die Beschreibung der verwendeten Methoden und Daten erfolgt in der Struktur der im Offert dargestellten Arbeitshypothesen.

4.1 HYPOTHESE 1: STROH EIGNET SICH ALS DÄMMSTOFF FÜR GEBÄUDE

Im Zuge der Projektbearbeitung stellte sich heraus, das Stroh als Dämmstoff nur dann breit eingesetzt werden kann, wenn die Qualitätseigenschaften von offizieller Seite bestätigt werden und eine Zertifizierung des Dämmstoffes vorgenommen wird. Daher wurden vom Projektteam Grundlagen für eine europäische Zulassung geschaffen. Weiters wurde in diesem Zusammenhang eine erste Kostenkalkulation durchgeführt, um die Konkurrenzfähigkeit des Strohdämmstoffes im Vergleich zu konventionellen Dämmstoffen zu untersuchen.

4.1.1 ZULASSUNG UND ZERTIFIZIERUNG

Dazu wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Festlegung eines Prüfprogramms mit dem Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB),
- Ausschreibung und Vergabe der Erstprüfungen an eine notifizierte Prüfanstalt,
- Durchführung der Prüfungen und Abstimmung mit dem OIB.

4.1.1.1

⇒ *Festlegung eines Prüfprogrammes mit dem Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB)*

Die Festlegung des Prüfprogramms für den Strohballen-Dämmstoff erfolgte im Mai 2002 auf Basis des damals noch in der Entwurfsphase befindlichen CUAP (Common Understanding of Assessment Procedure) für eine Europäisch-Technische-Zulassung zu „Thermal insulation material and/or acoustic insulation material made of vegetable fibres“ in einer gemeinsamen Besprechung mit Dr. Kohlmeier und Dipl. Ing. Thoma vom OIB:

Kenngrößen

- Größe Strohballen-Dämmung
- Rohdichte
- Reifegrad des Strohs
- Feuchtegehalt des Strohs
- Unkrautbesatz
- Restkornanteil

Notwendige Prüfungen

- Brandverhalten
- Wärmeleitfähigkeit
- Strömungswiderstand
- Wasseraufnahme bei kurzzeitigem Eintauchen
- Schimmel

Für den **Wasserdampfdiffusionswiderstand** kann der Wert 1 eingesetzt werden.

⇒ *Ausschreibung und Vergabe der Erstprüfungen an eine notifizierte Prüfanstalt*

Im Anschluss an die Festlegung des Prüfprogramms wurde die Ausschreibung zur Einholung von Anboten formuliert (siehe Zwischenbericht II, Kapitel 7), wobei auch eine Prüfung zum Setzverhalten der Strohballen in der Wand und ein Schalltest des Bauteils ausgeschrieben wurden. Von den insgesamt 14 zur Anbotslegung eingeladenen Prüfanstalten legten drei Prüfanstalten ein Anbot vor. Der günstigste Anbieter war das Österreichische Forschungsinstitut für Chemie und Technik (OFI), das vom Projektteam mit der Durchführung der Prüfungen beauftragt wurde.

⇒ *Durchführung der Prüfungen und Abstimmung mit dem OIB*

Die Prüfungen zur Baustoffzulassung begannen im August 2002, die Ergebnisse der Prüfungen sind im Kapitel 9 näher erläutert.

⇒ *Resistenz gegen biologische Einwirkungen und Hygiene*

Die Bewertung des Pilzwachstums erfolgte gemäß ÖN EN ISO 846 (Bestimmung der Einwirkung von Mikroorganismen auf Kunststoffe: Ausgabe 9/1997). Weiters wurde für Österreich vom Österreichischen Institut für Baubiologie und –ökologie eine Simulationsrechnung durchgeführt, bei der das Wachstum von Schimmelpilzen auf Strohdämmstoffen bei unterschiedlichen hygrothermischen Bedingungen untersucht wurde. Zusätzlich wurden als Grundlage für eine Bewertung von Gesundheitsbelastungen die emittierten MVOC-Emissionen gemessen.

⇒ *Annahmen für die dynamische Simulation und Auswirkungen auf die Ergebnisse:*

- Wetterdatensatz: Der Wetterdatensatz (Holzkirchen, Deutschland) repräsentiert ein extremes Jahr für hygrothermische Untersuchungen, im Durchschnitt ist mit geringeren Anforderungen zu rechnen.
- Innenbelastung: Für die Innentemperatur und die Innenluftfeuchte wurde von einer sehr starken Belastung ausgegangen.
- Mit Unsicherheit behaftete Eingabedaten, wie die Diffusionswiderstandszahlen der OSB-Platte und der Strohdämmung, haben nur einen geringen Einfluss auf das hygrothermische Verhalten der Strohwand. Die Endvarianten wurden mit den ungünstigsten Kennwerten gerechnet.
- Es wird von fachgerecht ausgeführten Strohänden ausgegangen, d.h. Undichtigkeiten sowohl an der innen- wie auch außenseitig strömungsdichten Ebene werden vernachlässigt.
- Es wurde eine 1-dimensionale Berechnung durchgeführt. Geometrische Wärmebrücken, wie sie beispielsweise an Gebäudeecken und –kanten auftreten, sind daher nicht berücksichtigt. Es ist daher zu beachten, dass sowohl an geometrischen wie konstruktiven Wärmebrücken (z. B. Kellerdeckenanschluss) höhere relative Feuchten auftreten können.

Weitere Details dazu siehe Kapitel 9 und Anhang A.

4.1.2 KOSTENKALKULATION UND ERZIELBARE PREISE

Im Rahmen des Projektes wurde auch eine erste Kostenkalkulation zu Vollkosten durchgeführt, die auf einem Artikel in der Bauernzeitung (Marianne Priplata 2003) basiert. Berücksichtigt wurden die Kosten für die Strohbereitung beim Landwirt: Maschinenkosten, Arbeitskosten für interne Qualitätssicherung, Pressen, Verladen, Transport und Maschinenrüstzeiten. Ebenso wurden die zusätzlichen Kosten durch den Nährstoffentzug berücksichtigt, die anfallen, wenn das Stroh nicht in den Boden eingearbeitet, sondern für Dämmzwecke verwendet wird. Hinsichtlich der internen Qualitätssicherung wurde angenommen, dass rund 10 % der Ballen geprüft werden (Maßhaltigkeit, Dichte und Feuchtigkeit). Hinsichtlich der Lagerkosten wurden Abschreibung, Verzinsung auf das durchschnittlich eingesetzte Kapital und Instandhaltungskosten einer geschlossenen Lagerhalle berücksichtigt und eine durchschnittliche Lagerdauer von einem Jahr für die Strohballen angenommen. Die Transportkosten wurden bei einem Spediteur (Firma LKW-Walter, Internationale Transportorganisations AG, Zentrale Wien) recherchiert und für eine durchschnittliche Transportdistanz von 100 km errechnet. Die Kalkulation der Kosten des Landwirts erfolgte incl. MWSt., da die meisten Landwirte nicht vorsteuerabzugsberechtigt sind. Alle anderen Kosten wurden excl. MWSt. kalkuliert.

Die folgenden Tabellen zeigen die Kalkulation im Detail.

Tabelle 1: *Kostenkalkulation Stroballendämmstoff (Quelle: Marianne Priplata 2003; Firma LKW-Walter; Internationale Transportorganisations AG, Zentrale Wien)*

Rahmendaten, Nebenrechnungen			
geschätzter Strohertrag in kg/ha:	4.000,00		
Ballen/ha:	329,22		
Stundensatz für Arbeitsaufwand (€/h):	11,00		
Kosten für die Strohbereitung (€)			
	Stunden	Personen	pro Hektar
Sachkosten:			
Maschinenkosten			100,00
Transport zur Hofstelle			42,00
Nährstoffentzug			22,00
Summe			164,00
Arbeitszeit			
interne Qualitätssicherung	2,74	1,00	39,23
Pressen/Aufladen/Transport/Entladen	4,00	2,00	88,00
Verladung für Abtransport zum Kunden	2,00	2,00	44,00
Maschinenrüstzeit	1,00		11,00
Summe			182,23
Sachkosten und Arbeitszeit je Strohballen			1,05
Lagerkosten (€)			
Kosten für Lagerung			265,83
Summe			265,83
Lagerkosten je Strohballen			0,81

Transportkosten (€)			
Kosten für Transport			154,73
Transportkosten je Strohballe			0,47
Gesamtkosten: (€)			
Kosten/kg Stroh:			0,1917
Kosten pro Kleinballe (€)			
			2,33

Tabelle 2: Transportkosten (Quelle: Firma LKW-Walter, Internationale Transportorganisations AG, Zentrale Wien)

Transportkosten	
Kosten pro h Stehzeit (€)	35,00
Stehzeit (h)	4,00
Kosten für Be-/Entladen (€)	140,00
Transportkosten pro km (€)	1,50
Kubatur LKW, Motorwagen plus Anhänger (m ³)	83,30
Kubatur Strohballe (m ³)	0,14
Strohballe pro LKW	617
Durchschnittliche Transportdistanz (km)	100
Transportkosten (€)	150
Gesamtkosten pro LKW (€)	290
Transportkosten pro Strohballe (€)	0,470

LKW-Abmessungen	
Länge (m)	13,6
Breite (m)	2,45
Höhe (m)	2,5

Tabelle 3: Kosten für interne Qualitätssicherung (Quelle: Eigene Berechnungen)

Qualitätssicherung				
Interne Ballenkontrolle	Kontrollierte Ballen pro ha	Zeitaufwand für QS in h	Kosten für interne Ballenkontrolle (€)	Kosten für interne QS gesamt (€)
10 %	32,92	2,74	30,18	39,23
Zeitdauer pro Ballen min pro Person	5,00			
Manipulationsaufwand etc. 30 % der QS-Kosten				
Kosten für Kalkulation € 39,23				

Tabelle 4: Kosten für Lagerung (Quelle: Baurichtpreise BLF; Deckungsbeitragskatalog des BMLF, 2001-2003; Eigene Berechnungen)

Notwendiger Hallenraum zur Einlagerung von 1 ha mit 4000 kg Strohertrag				
Lagerhöhe	4	m		
Grundfläche	12,5	m ²		
Länge	25	m		
Breite	8	m		
Fläche	200	m ²		
Davon Manipulation	40	m ²		
Lagerfläche	160	m ²		
Lagerhöhe	4	m		
Lagerraum	640	m ³		
Lagerfläche reicht für	4.740,7	Ballen		
entspricht bei	4.000	kg Stroh je ha		
	14,40	ha Stroh		
Gebäude:				
Länge	25	m		
Breite	8	m		
Höhe	5,5	m		
Kubatur	1.100	m ³	á € 58	Gesamt 63.800
			+ 0 % USt.	0
			Summe	63.800
Nutzungsdauer	40	Jahre		
AFA je Jahr	1595	€		
AFA je Strohbällen	0,34	€ je Ballen		
Verzinsung auf das durchschnittlich eingesetzte Kapital	0,34	€ je Ballen	5 %	Zinssatz
Reparaturkosten	0,13	€ je Ballen	1 %	pa der Investkosten
Lagerkosten gesamt je Ballen	0,81	€ je Ballen		

Die in diesem Projekt durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Zulassung von Stroh als Dämmstoff auf europäischer Ebene beantragt werden kann und dass der Dämmstoff konkurrenzfähig im Vergleich zu konventionellen Dämmstoffen ist. Die Wärmeschutzqualitäten entsprechen den Anforderungen des Passivhausbaues, die Setzung des Strohs im Bauteil stellt bei den hier betrachteten Bauteilen kein Problem dar. Herausforderungen an den Strohdämmstoff stellen der Brandschutz (Klasse B2 wird erreicht) und die Resistenz gegen biologische Einwirkungen (Klasse 3 wird erreicht) dar. Beiden Herausforderungen kann durch eine geeignete Konstruktion der Holzrahmenbauteile begegnet werden: Strohdämmstoffe müssen in Konstruktionen eingesetzt werden, die ausreichend Brandschutz gewährleisten und keine hygrothermischen Bedingungen zulassen, welche Schimmelpilzwachstum ermöglichen. In der Zulassung der Strohdämmstoffe wird in der Verarbeitungsrichtlinie darauf hingewiesen, dass der Einsatz der Strohdämmstoffe nur in den dafür vorgesehenen Konstruktionen erfolgen darf. Daher könnten im Projektvorschlag „Stroh Koop“, der in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, über den hier untersuchten Bauteilaufbau hinaus Bauteilprototypen für einen unproblematischen Einsatz von Strohdämmstoffen entwickelt und Anpassungsrichtlinien für eine Adaptierung der Bauteile auf die Erfordernisse der verarbeitenden Unternehmen definiert werden.

4.2 HYPOTHESE 2: VERFAHREN UND PROZESSE ZUR HERSTELLUNG DES DÄMMSTOFFES SIND IM VERGLEICH ZU BISHERIGEN VERFAHREN SEHR EINFACH

(da die bereits bei den Landwirten vorhandene Infrastruktur (Erntemaschinen, Pressen, Lager etc.) eingesetzt werden kann bzw. nur wenig adaptiert werden muss. Es sind daher nur geringe Investitionsaufwendungen zur Herstellung der Dämmmaterialien erforderlich und so kann ein nachwachsender Rohstoff sehr kostengünstig eingesetzt werden).

Zur Untersuchung dieser Hypothese wurde der Produktionsprozess bei den Landwirten bei zwei Ernten - 2002 und 2003 - untersucht.

4.2.1 PRODUKTION – BEIM LANDWIRT

⇒ *Ernte*

Im gegenständlichen Projekt wurde die Strohballenproduktion während zwei Strohproduktionsperioden - 2002 und 2003 – untersucht. 2002 wurden vom Projektteam keine gesonderten Anforderungen an Maßhaltigkeit, Dichte etc. gestellt, da in einem ersten Schritt überprüft werden sollte, welche Abmessungen, Dichten und Abweichungen gemäß landwirtschaftlicher Praxis in dieser Region produziert werden. Bei der Strohproduktion 2003 wurden dann konkrete Abmessungen (75 x 36 x 50 und 75 x 36 x 46 cm) und Dichten (80, 90 und 110 kg/m³) bei den Landwirten bestellt. Ziel war es bei der Ernte 2003 herauszufinden, ob gewünschte Qualitäten ohne massiven Mehraufwand bei der Produktion lieferbar sind oder nicht. Die Daten zur Strohaufbringen sind im Detail in den Ernteprotokollen (siehe Kapitel 5) enthalten. 2003 wurden außerdem Versuche zum Aufbringen von Zuschlagstoffen unternommen und die Ernte von ca. 2000 Stück Strohballen für die Pilotgebäude in Mitterlaßnitzberg und Thal bei Graz angeordnet.

⇒ *Aufbringen der Zuschlagstoffe*

Die Ergebnisse von „Stroh kompakt“ zeigen zwar, dass für eine Zertifizierung der Strohdämmstoffe vom Einsatz von Zuschlagstoffen voraussichtlich abgesehen werden kann. Aufgrund der Herausforderungen, die Brandschutz und Schimmelbildung für den Strohballendämmstoff darstellen, wurden trotzdem Versuche zum Einsatz von Zuschlagstoffen durchgeführt. Aus insgesamt sieben Zuschlagstoffen wurden 2 Zuschlagstoffe - Kaliwasserglas und Natriumcarbonat - ausgewählt und am Feld direkt auf die Strohschwad mittels Rückenspritze händisch aufgebracht. Im Detail siehe dazu Kapitel 6.

⇒ *Pressen*

Der Pressvorgang erfolgte mit folgenden Pressentypen:

2002

- Haimerl: Claas Markant
- Bauer: Welger AP 12
- Ederer: Ferguson 10

2003

- Schmidt: Welger AP 45 und nach Defekt der AP 45 mit Welger AP 52
- Weis: Welger AP 45
- Rohringer: Ferguson MF 15

⇒ *Feuchtigkeit*

Folgende Feuchtigkeitsmessungen wurden von Ing. Staribacher (Projektmitarbeiter) mit dem Gerät Farmex HMT 2 Heufeuchtigkeitsmesser der Firma Agtronik durchgeführt:

Tabelle 5: Feuchtigkeitsmessung bei der Strobernte 2002 (Quelle: Eigene Messungen, AGRAR Plus)

Betrieb	Betriebsart	Feuchtigkeitsmessung
Haimerl	Biobetrieb	zw. 8,2 und 10,7 %
Bauer	konventioneller Betrieb (ab nächstes Jahr Umstellung auf Biobetrieb)	zw. 8,7 und 10,8 %
Ederer	konventioneller Betrieb	zw. 8,2 und 10,5 %

Tabelle 6: Feuchtigkeitsmessung bei der Strobernte 2003 (Quelle: Eigene Messungen, AGRAR Plus)

Betrieb	Betriebsart	Feuchtigkeitsmessung
Schmidt	konventioneller Betrieb	zw. 8,1 und 9,0 %
Weis	konventioneller Betrieb	zw. 8,6 und 11,3 %
Rohringer	konventioneller Betrieb	zw. 8,0 und 9,4 %

⇒ *Maßhaltigkeit der Ballen*

Die Dimension der Strohballen wurde mittels Messtisch mit einer plattenförmigen Auflast von 7 kg gemessen. Das folgende Foto zeigt den vom Österreichischen Forschungsinstitut eingesetzten Messtisch. Bei den Messungen zur Maßhaltigkeit der Ballen bei der Ernte 2003 wurde ebenso eine Auflast von 7 kg verwendet.

Abbildung 1: Messtisch zur Bestimmung der Ballendimensionen (Quelle: Österreichisches Forschungsinstitut)



Die Messdaten bezüglich Maßhaltigkeit, Dichte und Feuchtigkeit finden sich im Detail im Kapitel 7.

4.2.2 AUFSAMMELN DER BALLEEN

Nach der Strohkleinballenpressung werden die Strohballen meist vom Feld abtransportiert. Für diesen Abtransport gibt es vier Möglichkeiten:

- Variante 1: Der Ballen fällt nach der Pressung zu Boden und wird in einem weiteren Arbeitsgang auf einen Anhänger händisch aufgeladen.
- Variante 2: Der Ballen rutscht nach der Pressung über eine Rutsche auf den Anhänger und wird dort händisch geschlichtet.
- Variante 3: Der Ballen wird nach der Pressung in einen Aufsammelwagen mittels Schleuder geschleudert, dieses Verfahren ist in Österreich selten anzutreffen.
- Variante 4: Der Ballen fällt nach dem Pressen auf den Boden und wird in einem zweiten Arbeitsgang mit einem speziellen Sammelwagen automatisch aufgenommen, auch diese Variante ist in Österreich sehr selten anzutreffen.

4.2.3 TRANSPORTE

Für den eigentlichen Transport der Strohkleinballen werden herkömmliche, meist offene Anhänger verwendet. Transporte des Strohkleinballen-Dämmstoffes, beispielsweise vom Feld zum Lager des Landwirtes oder vom Lager des Landwirtes zum Fertighaushersteller, müssen jedenfalls so erfolgen, dass der Dämmstoff keinesfalls Feuchtigkeit aufnehmen kann – d. h. entweder im abgeschlossenen Wagen oder bei trockenem Wetter. Bezüglich des Transportes der Strohballen wurde daher vom Projektteam gefordert, dass dieser (vor allem vom Lager zum Kunden) in einem geschlossenen Wagen erfolgen muss bzw. nicht bei Regen stattfinden darf.

⇒ *Transport 2002 und 2003*

Bei der Ernte 2002 und 2003 erfolgte der Transport vom Feld zum Lager mit offenen Anhängern bei Sonnenschein.

4.2.4 LAGERUNG

Werden die Strohballen nicht unmittelbar nach dem Aufsammeln verkauft oder verwendet, werden sie meist unter Dach gelagert. Die in der Landwirtschaft verwendeten Strohlager sind sehr heterogen und reichen von der mit Planen abgedeckten Lagerung im Freien, bis zu abgeschlossenen Lagerhallen mit Betonboden.

Ebenso wie für den Transport wurde auch für die Lagerung der Strohballen-Dämmstoffe gefordert, dass eine Aufnahme von Feuchtigkeit vermieden werden muss. Es wurde daher gefordert, dass:

- die in einem überdachten Lager (Holz, Beton oder Stahl) gelagert werden und vor Regen und Schnee geschützt sind,
- die unteren beiden Lagen nicht für Dämmzwecke verwendet werden dürfen (Gefahr der Feuchtigkeitsaufnahme vom Boden) und
- die Feuchtigkeit der als Strohkleinballen-Dämmstoff gelieferten Strohballen 15 % nicht übersteigen darf.

2002 wurden bei den drei Landwirten folgende Lager genutzt:

- Bauer: Scheune, geschlossen, Betonboden
- Ederer: Scheune mit Holztoren, Erdboden
- Haimerl: Scheune, Lagerung in LKW-Anhänger, Türe permanent geöffnet

2003 wurden bei den drei Landwirten die folgenden Lager genutzt:

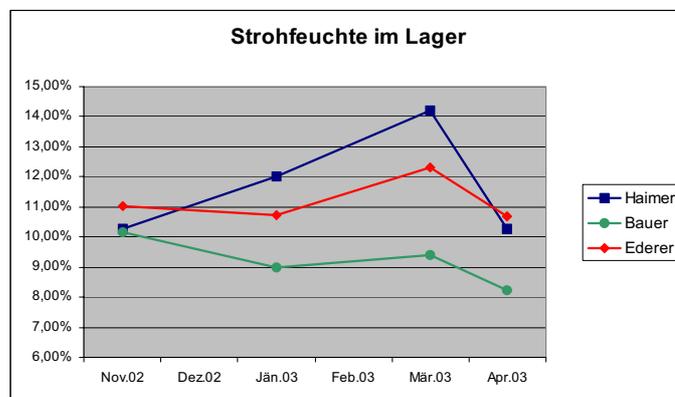
- Weis: Stadl gemauert, Erdboden, eine Seite permanent offen
- Schmidt: Stadel mit Holzschalung, Betonboden, geschlossen
- Rohringer: Ziegelstadel, Erdboden, Tore tagsüber meist geöffnet

2002 wurde die Strohballenfeuchte in den Lagern gemessen, um Informationen über das Feuchteverhalten des Strohballens bei der Lagerung zu erlangen. Die Feuchtigkeitsmessungen der Strohballen wurden von Ing. Michael Staribacher und Stefan Hiller (Projektmitarbeiter) mit dem Gerät Farmex HMT 2 Heufeuchtigkeitsmesser der Firma Agrotrotronik durchgeführt. Die folgende Tabelle und Grafik zeigt die Daten im Überblick.

Tabella 7: Durchschnittliche Strohfeuchte im Lager der drei Landwirte (an 4 Messtagen zu je mindestens 15 Messungen) (Quelle: AGRAR plus)

Strohfeuchte		20.11.02	22.01.03	12.03.03	16.04.03
Haimerl	Mittelwert	10,28 %	12,02 %	14,22 %	10,28 %
	Maximum	12,00 %	14,00 %	16,30 %	11,10 %
	Minimum	8,50 %	9,40 %	12,40 %	9,00 %
Bauer	Mittelwert	10,15 %	8,97 %	9,42 %	8,24 %
	Maximum	11,60 %	10,80 %	11,60 %	9,40 %
	Minimum	8,20 %	8,00 %	8,20 %	8,00 %
Ederer	Mittelwert	11,01 %	10,74 %	12,30 %	10,70 %
	Maximum	13,60 %	13,30 %	14,20 %	12,00 %
	Minimum	8,80 %	8,40 %	10,60 %	9,50 %

Abbildung 2: Durchschnittliche Strohfeuchte im Lager der drei Landwirte Haimerl, Bauer und Ederer (an 4 Messtagen zu je mindestens 15 Messungen) (Quelle: AGRAR Plus)



Um Rückschlüsse auf den Einfluss der Temperatur und Feuchtigkeit im Lager auf die Strohfeuchtigkeit schließen zu können, wurden 2003 nicht nur die Strohfeuchtigkeiten, sondern auch Temperatur und Feuchtigkeit im Lagerraum mittels Datenlogger TGX 3580 der Firma RS Components gemessen. Einer dieser Datenlogger stellte sich jedoch im Nachhinein als defekt heraus, daher konnten die Daten nur von zwei Lagerräumen (Weis und Rohringer) genutzt werden. Die folgende Tabelle zeigt die Strohfeuchtemessungen, die folgenden Abbildungen zeigen Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit in den beiden Lagerhallen.

Tabelle 8: Strohfeuchtemessungen in den Lagerräumen Rohringer, Weis und Schmidt (Quelle: AGRAR Plus)

Rohringer Johann 2154 Unterstinkenbrunn 37 25.07.03	Weis Alois 2133 Ungerndorf 12 25.07.03	Schmidt Andreas 2135 Neudorf 157 21.08.03	Rohringer Johann 2154 Unterstinkenbrunn 37 17.10.03	Weis Alois 2133 Ungerndorf 12 20.10.03	Schmidt Andreas 2135 Neudorf 157 20.10.03	
8,00 %	9,00 %	8,70 %	10,50 %	13,30 %	10,00 %	
8,10 %	8,80 %	8,60 %	10,70 %	10,80 %	8,40 %	
8,00 %	8,80 %	8,90 %	9,40 %	11,20 %	8,60 %	
8,00 %	9,00 %	9,00 %	9,40 %	13,60 %	9,00 %	
8,00 %	8,80 %	8,20 %	9,00 %	11,80 %	8,40 %	
8,40 %	9,30 %	8,10 %	9,20 %	11,20 %	8,90 %	
8,30 %	8,70 %	8,30 %	8,70 %	11,70 %	8,40 %	
8,50 %	8,60 %	8,20 %	8,70 %	10,50 %	8,20 %	
8,10 %	9,40 %	8,40 %	8,80 %	11,60 %	8,60 %	
8,00 %	9,90 %	8,70 %	9,30 %	10,90 %	8,60 %	
8,90 %	9,50 %	8,20 %	11,90 %	11,30 %	9,00 %	
9,00 %	9,60 %	8,40 %	9,70 %	12,40 %	8,30 %	
8,70 %	10,70 %	8,20 %	10,50 %	12,70 %	8,70 %	
9,40 %	10,60 %	9,00 %	11,00 %	11,40 %	8,20 %	
8,10 %	11,30 %	8,80 %	10,20 %	13,10 %	8,60 %	
8,37 %	9,47 %	8,51 %	9,80 %	11,83 %	8,66 %	Mittelwert
8,00 %	8,60 %	8,10 %	8,70 %	10,50 %	8,20 %	Minimum
9,40 %	11,30 %	9,00 %	11,90 %	13,60 %	10,00 %	Maximum

Abbildung 3: Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf im Lager Robringer (Quelle: AGRAR Plus)

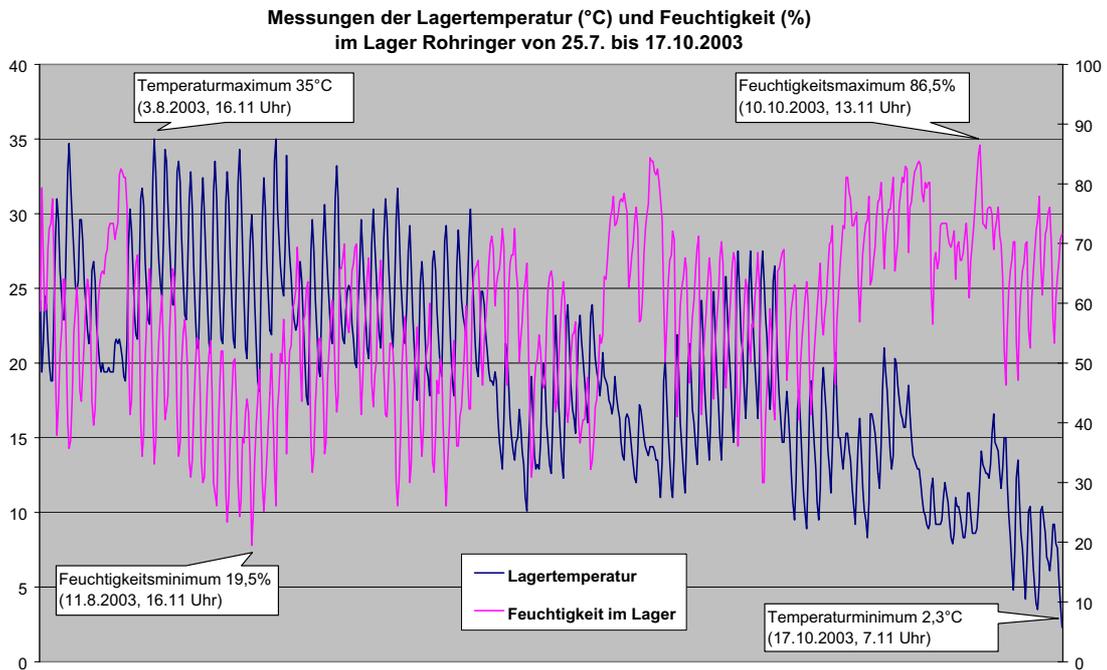
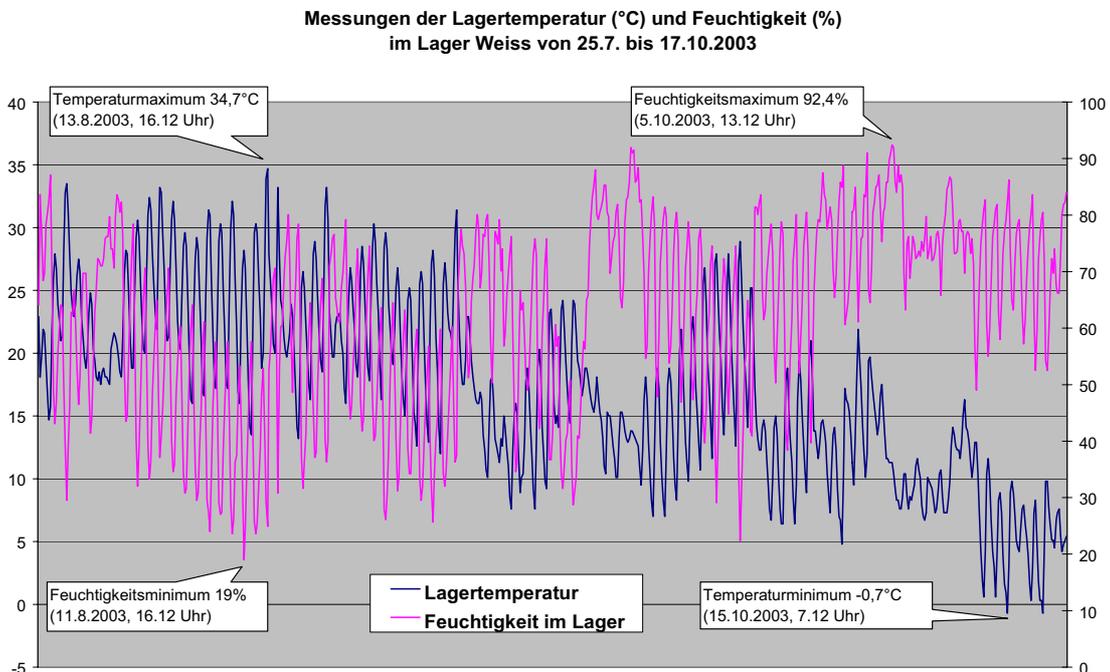


Abbildung 4: Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf im Lager Weis (Quelle: AGRAR Plus)



Es zeigte sich, dass die Strohfeuchtigkeit im Oktober höher war als nach der Ernte im Juli/August. Im permanent geöffneten Lager waren die höchsten Strohballenfeuchtigkeiten zu verzeichnen, diese gingen einher mit einer höheren maximalen Luftfeuchtigkeit (92,6 %) und einer geringeren minimalen Temperatur (-0,7 °C) im Vergleich zum anderen Lager (max. Luftfeuchtigkeit 86,5 % und min. Temperatur 3,2 °C). In allen Lagern wurde bei den nicht bodenberührt gelagerten Ballen bei den Messungen im Juli/August und Oktober 2003 die Obergrenze von 15 % Feuchte im Strohballen nicht überschritten. In keinem der untersuchten Lager traten hygrothermische Bedingungen auf, die Schimmelpilzwachstum am Strohballen ermöglichen würden.

2003 wurde auch die Feuchtigkeit von Strohballen gemessen, die direkt am Lagerboden lagern. Es zeigte sich, dass bei den Landwirten Rohringer und Schmidt ähnliche Feuchtigkeiten auftreten wie in den höheren Lagerschichten. Beim Landwirt Weis sind dagegen massiv höhere Feuchtigkeiten in der untersten Strohballenreihen zu erkennen. Diese Ergebnisse erhärten die Annahme, dass nur Strohballen, die nicht bodenberührt gelagert werden, als Dämmstoff eingesetzt werden dürfen (die untersten beiden Strohballenlagen dürfen nicht als Dämmstoff verwendet werden).

Weiters zeigt sich in beiden Jahren, dass die Strohballenfeuchte bei permanent geöffnetem Lager (Haimerl 2002 und Weis 2003) markant über den anderen geschlossenen bzw. teilweise geschlossenen Lagern liegt. Es wird daher empfohlen, für die Lagerung zwar ein permanent offenes Lager zuzulassen, aber das Nichteindringen von Wasser durch einen geeigneten Regenschutz zu gewährleisten.

4.3 HYPOTHESE 3: DER EINSATZ DER DÄMMSTOFFE AUS STROH IM GEBÄUDE IST SEHR EINFACH

(weil Zusatzstoffe wie Schädlingsbekämpfungsmittel usw. gering gehalten werden können und damit die Herstellung und der Einsatz von Strohdämmstoff möglichst abfall- und emissionsfrei erfolgen kann.)

Der Einsatz der Dämmstoffe wurde in insgesamt vier Pilotgebäuden getestet. Drei der Pilotprojekte (Perchtoldsdorf, Wien-Oberlaa und Mitterlaßnitzberg) wurden teilweise mit dem im Projekt vorgeschlagenen Bauteil errichtet. Es zeigte sich, dass beim Einsatz der Strohdämmstoffe keine wesentlichen Hindernisse für den breiten Einsatz auftreten. Folgende Erfahrungen konnten bei den Pilotprojekten gewonnen werden:

- Der Einbau der Strohballen in die Holzriegelkonstruktion ist ohne Mehraufwand im Vergleich zu einem herkömmlichen Dämmstoff einfach machbar.
- Die Verarbeitung ist im Vergleich zu konventionellen Dämmstoffen gleich bis einfacher und angenehmer (keine Hautirritation) für die Zimmerer.
- Der Strohdämmstoff verursacht mehr „Abfall“, der jedoch kompostiert werden kann (sofern keine Zuschlagstoffe aufgebracht werden).
- Abweichungen bei der Länge der Strohballen können im Ausmaß bis zu +/- 10 cm toleriert werden, bei der Breite und Höhe der Strohballen sind Abweichungen bis +/- 1,5 cm tolerierbar.
- Die Manipulation der Strohballen für ein ganzes Haus (ca. 1.400 Ballen im Pilotheus Mitterlaßnitzberg) muss logistisch gut geplant werden. Regenfälle und mangelnde Termintreue seitens des Spediteurs führten zu 1,5 Wochen Lieferverzug.
- Bei einem nachträglichen Einschneiden der Bauteile ist auf einen eventuellen Funkenschlag besonders Bedacht zu nehmen.

Die detaillierte Beschreibung der Pilotgebäude befindet sich in Anhang B.

4.4 HYPOTHESE 4: DURCH DIE ENTWICKLUNG VON SYSTEMLÖSUNGEN FÜR TRADITIONELLE BAUWEISEN UND DIE GEWERBLICHE HERSTELLUNG VON BAUTEILEN KANN DIE POTENTIELLE EINSATZMENGE VON STROH MASSIV GESTEIGERT WERDEN

Zur Bearbeitung dieser Hypothese wurde beim European Straw Bale Gathering 2002 in Wösendorf eine Umfrage durchgeführt, die zeigte, dass bereits 2003/2004 mit einem Absatz von mehr als 16.000 Strohkleinballen gerechnet werden kann. Die Diskussion mit potenziellen Zulassungsinhabern zeigt, dass Absatzziele im Jahr 2006 von mindestens 120.000 Strohballen bzw. ca. 180 Häusern angestrebt werden.

4.5 HYPOTHESE 5: DIE „FABRIK ZUR STROHDÄMMSTOFFPRODUKTION“ IST EIN REGIONALES PRODUKTIONSNETZWERK

(bestehend aus Landwirten, Baustoffhändlern und Bauberren in einer Region. Sowohl Herstellung als auch Einsatz der Dämmstoffe erfolgen in einer Region: Die Herstellung des Grundproduktes erfolgt dezentral bei den Landwirten. Der professionelle Einbau des Dämmstoffes Stroh erfolgt durch den befugten Baumeister, der von den spezialisierten Landwirten den Rohstoff bezieht. Der Einbau erfolgt in Gebäuden der Region. Finanzielle Aufwendungen und Ressourcenverbrauch für Transport und Manipulation können im Vergleich zur zentralen Herstellung und anschließenden Verteilung verringert werden. Für die Region eröffnen sich zusätzliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungsmöglichkeiten.)

Die Untersuchung dieser Hypothese erfolgte durch Interviews bei den Akteuren entlang der Wertschöpfungskette der Strohballendämmstoffe, durch Testläufe bei der Organisation der Strohballenlieferungen für die Pilotprojekte und durch die bereits erwähnte Kostenkalkulation (siehe Seite 22).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der Strohdämmstoffbereitstellung im Projekt, dass ein regionales Produktionsnetzwerk funktionieren kann, dass aber auch zentrale Strukturen notwendig sind: Als Zulassungsinhaber für den Strohballendämmstoff kann nur ein Zulassungsinhaber auftreten, der die Rechte und Pflichten aus der Zulassung übernimmt. Da der Strohballendämmstoff jedoch dezentral von verschiedenen Herstellern (Landwirten) produziert wird und nicht jeder Landwirt aus Effizienz eine Zulassung beantragen kann, sind hier Kooperationen gefragt. Es bietet sich eine Vielzahl von Kooperationsmöglichkeiten für die Zulassungsinhaberschaft an, z.B. könnten Landwirte kooperieren und einen Landwirt als Zulassungsinhaber nominieren, der im Auftrag sämtlicher beteiligter Landwirte die Zulassungsinhaberschaft übernimmt. Es könnte ein eigenes Unternehmen gegründet oder ein bestehendes Unternehmen für die Zulassungsinhaberschaft gewonnen werden usw. Rechtliche, ökonomische, organisatorische, institutionelle und soziale Aspekte müssen bei der Auswahl und Gestaltung des Kooperationsmodells berücksichtigt werden.

Kooperationen sind aber nicht nur zwischen Herstellern und Zulassungsinhabern notwendig. Da der Einsatz der Strohballendämmstoffe auch dezentral, z.B. in regionalen Zimmereibetrieben erfolgen wird, wäre es aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten zielführender, sowohl Herstellung als auch Vertrieb und Anwendung der Dämmstoffe dezentral mit möglichst geringem Manipulationsaufwand ablaufen zu lassen. Hier sind Kooperationen, insbesondere Absprachen bezüglich Mindestbestellmengen und Preisen zwischen Zimmereibetrieben, Baumeistern, Architekten, potenziellen Vertriebskanälen und Herstellern von Nutzen. Auch der Transport der Strohballendämmstoffe stellt besondere Anforderungen an die Termintreue und Flexibilität des Transportunternehmens und daher sind auch hier Kooperationen bzw. spezielle, vertragliche Regelungen notwendig. Um eine Zertifizierung der Strohballendämmstoffe zu ermöglichen, den effizienten Einsatz der Strohdämmstoffe zu gewährleisten und den Kostenvorteil von Strohdämmstoffen im Vergleich zu herkömmlichen Dämmstoffen zu sichern, sind Kooperationen zwischen den genannten Akteuren - Hersteller (Landwirte), Zulassungsinhaber, Vertrieb, Transport, Anwender (Baumeister, Architekten etc.) und Nutzer (Gebäudenutzer) - notwendig. Daher wurde die Entwicklung und Optimierung von Kooperationsystemen im Rahmen eines Nachfolgeprojekts „Stroh Koop“ in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ angeboten.

5 STROHBALLENPRODUKTION BEIM LANDWIRT

5.1 BESCHREIBUNG DER PRODUKTIONSSCHRITTE

Strohballendämmstoffe werden dezentral beim Landwirt produziert und zwischengelagert. Die Produktion beim Landwirt umfasst drei bis vier Produktionsschritte – Ernte, Feldtrocknung, eventuell das Aufbringen von Zuschlagstoffen sowie das Pressen und Aufsammeln der gepressten Ballen.

5.1.1 ERNTE

Geerntet wird das vollreife Korn im Juli/August. Anforderungen an die Ernte zur Dämmstoffproduktion sind:

- die Kornfeuchte darf maximal bei 15 % liegen
- der Erntevorgang selbst darf nicht bei feuchter Witterung erfolgen, da sonst je nach hydrothermischen Verhältnissen die Möglichkeit einer Pilzsporenbildung und eines Pilzwachstums erfolgen kann.

Beides entspricht der gängigen landwirtschaftlichen Praxis, damit sind keine besonderen Vorkehrungen oder Arbeitsaufwendungen erforderlich.

⇒ *Ergebnisse der Ernte 2002 und 2003*

Im Juli 2002 fand die Ernte bei drei Landwirten (davon ein Biobauer) in der Region Horner Becken statt (siehe dazu im Detail die Ernteprotokolle im Folgenden). Im Juli 2003 wurde bei drei Landwirten im Land um Laa geerntet. Die Wetterverhältnisse waren sowohl 2002 als auch 2003 bei Ernte, Pressen und Transport optimal (hohe Lufttemperatur, kein Regen).

2002 wurde ausschließlich Weizenstroh der Weizensorte Capo einbezogen. Der Weizen wurde 2002 von allen drei Landwirten mit zwischen 12 % u. 13,5 % Kornfeuchte geerntet. 2003 wurden unterschiedliche Weizensorten einbezogen: Perlo, Extrem, Capo und Renan. Die Kornfeuchte lag 2003 bei den drei Landwirten bei 12 % bis 13,2 %.

5.1.2 FELDTROCKNUNG

Stroh weist zum Zeitpunkt der Ernte höhere Feuchtigkeit auf als das Korn (bis zu 5 % höher). Nach der Kornernte verbleibt das Stroh je nach Witterung einige Tage zur sogenannten Feldtrocknung am Feld, wodurch die Strohfeuchtigkeit reduziert wird. Auch in Bezug auf die Feldtrocknung müssen im Vergleich zur gängigen landwirtschaftlichen Praxis keine Veränderungen des Prozesses zur Dämmstoffproduktion vorgenommen werden.

⇒ *Ergebnisse der Feldtrocknung 2002 und 2003*

Bei der Ernte 2002 erfolgte die Feldtrocknung mit einer Dauer von ca. 2-3 Tagen. 2003 wurde das Stroh 1 bis 5 Tage am Feld getrocknet. Dabei trocknete das Stroh 2002 auf unter 11 % ab. 2003 trocknete das Stroh auf unter 11,3 % ab.

5.1.3 PRESSEN UND AUFSAMMELN DER STROHBALLEN

Beim Pressen wird das Stroh nach der Feldtrocknung vom Feld aufgesammelt, gepresst und zu Ballen gebunden. Dieser Produktionsschritt ist maßgeblich für einige wichtige Eigenschaften des Strohkleinballen-Dämmstoffes: Vom Hersteller und Type der Presse, sowie Einstellung und Zustand der Presse werden die Abmessungen und die Dichte des Strohballens bestimmt. Da für das gegenständliche Projekt nur Strohkleinballen von Bedeutung sind, wird in weiterer Folge nur der Pressvorgang von Strohkleinballen betrachtet.

⇒ *Ergebnisse der Pressvorgänge 2002 und 2003 (siehe dazu auch Kapitel 7)*

- Verunkrautung

Verunkrautung war 2002 bei zwei Landwirten nicht erkennbar, bei einem Landwirt (dem Biobauern) leicht erkennbar. 2003 war bei allen drei Landwirten Verunkrautung nicht erkennbar.

- Feuchtigkeit

Die Feuchtigkeitsmessungen wurden von Ing. Staribacher (Projektmitarbeiter) mit dem Gerät Farmex HMT 2 Heufeuchtigkeitsmesser durchgeführt. Bei beiden Ernteperioden konnte damit die geforderte Strohfeuchtigkeit von maximal 15 % leicht erzielt werden.

- Maßhaltigkeit der Ballen

Aus der Ernte 2003 wird ersichtlich, dass - wie erwartet - die größten Abweichungen bei den Längen der Strohballen auftreten und diese bei ca. +/- 10 cm liegen. Eine Eingrenzung dieser Abweichung auf unter 10 cm kann nur durch Aussortieren der Ballen mit den gewünschten Längen erfolgen, wobei hier der Ausschuss beträchtlich wäre und damit zusätzliche Kosten entstehen würden. Da aus Sicht der im Projekt beteiligten verarbeitenden Betriebe (Firma Buhl, Hr. Gerhard Unfried und Bmst. Heribert Hege-dys) **eine Abweichung bei der Länge des Ballen bis zu +/- 10 cm kein Problem für den Einsatz der Strohballen darstellt**, wird vom Projektteam von einer Eingrenzung der Abweichung auf unter +/- 10 cm abgesehen. Wie der Einbau der Ballen bei den drei Pilotprojekten zeigt, sind im Gegensatz zur Länge bei Breite und Höhe wesentlich geringere Abweichungen zu fordern, um einen reibungslosen Einbau der Ballen zu gewährleisten. **Für die Zulassung werden vom Projektteam Abweichungen bei Breite und Höhe der Strohballen von maximal +/-1,5 cm vorgeschlagen.**

- Dichte

Die Ernte 2002 (hier wurden Dichten von über 90 kg/m³ erzielt) und einige Landwirte bzw. Pressen bei der Ernte 2003 zeigen, dass die geforderten Dichten von 80 bis 90 kg/m³ durchaus zu erzielen sind. Insbesondere die Ernte 2003 zeigt jedoch auch, dass die geforderten Dichten nicht immer und von jedem Landwirt produziert werden können. Einflussfaktoren auf die Dichte scheinen Zustand und Handhabung der Presse und eventuell auch die Witterung zu sein.

Da die Dichte der Strohballen ein wesentliches Qualitätsmerkmal für den Strohballendämmstoff ist, besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der von den Landwirten erzielbaren Dichten und der Einflussfaktoren auf diese Dichte beim Pressvorgang. In einem mehrjährigen Forschungsprojekt sollte untersucht werden, welche Einflussfaktoren (Witterung, Handhabung der Presse beim Pressvorgang etc.) die Dichte der Strohballen maßgeblich beeinflussen. Weiters könnten höhere Dichten durch Produktweiterentwicklung erzielt werden. Daher wird im bereits erwähnten Nachfolgeprojekt „Stroh Koop“, das in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, eine Produktweiterentwicklung der Strohballendämmstoffe zur Erzielung höherer Dichte, z. B. durch mehrmaliges Pressen, angestrebt.

Für die künftige Bereitstellung qualitätsgesicherter Strohballendämmstoffe sind von den interessierten Landwirten vorab Tests mit den betriebseigenen Pressen hinsichtlich der erzielbaren Dichten durchzuführen. Eventuell könnte auch vom Maschinenring eine Presse zur Verfügung gestellt werden, welche die geforderten Dichten pressen kann und Schulungen der Landwirte bezüglich der richtigen Handhabung der Presse zur möglichst dichten Pressung durchgeführt werden.

- Aufsammeln der Ballen

Nach der Strohkleinballenpressung werden die Strohballen meist vom Feld abtransportiert. Für diesen Abtransport gibt es vier Möglichkeiten:

- Variante 1: Der Ballen fällt nach der Pressung zu Boden und wird in einem weiteren Arbeitsgang auf einen Anhänger händisch aufgeladen.
- Variante 2: Der Ballen rutscht nach der Pressung über eine Rutsche auf den Anhänger und wird dort händisch geschlichtet.
- Variante 3: Der Ballen wird nach der Pressung in einen Aufsammelwagen mittels Schleuder geschleudert, dieses Verfahren ist in Österreich selten anzutreffen.
- Variante 4: Der Ballen fällt nach dem Pressen auf den Boden und wird in einem zweiten Arbeitsgang mit einem speziellen Sammelwagen automatisch aufgenommen, auch diese Variante ist in Österreich sehr selten anzutreffen.

5.1.4 ERNTEPROTOKOLL

Vom Projektteam wurde das Ausfüllen eines „Ernteprotokolls“ gefordert, um die Nachvollziehbarkeit des Bereitstellungsprozesses zu gewährleisten. Das im Projekt entworfene Ernteprotokoll wurde von allen beteiligten Landwirten bei beiden Ernteperioden ausgefüllt. Das Ausfüllen des Ernteprotokolls erwies sich nach kleinen Adaptierungen als problemlos und ohne nennenswerten Mehraufwand machbar. Um in weiterer Folge eine Qualitätskontrolle durch einen Zulassungsinhaber zu gewährleisten, ist das Ausfüllen des Ernteprotokolls unerlässlich.

5.2 TRANSPORT

Für den eigentlichen Transport der Strohkleinballen werden vom Landwirt herkömmliche, meist offene Anhänger verwendet. Transporte des Strohkleinballen-Dämmstoffes, beispielsweise vom Feld zum Lager des Landwirtes oder vom Lager, bzw. von der Vertriebsorganisation des Landwirtes zum Fertighaushersteller, müssen jedenfalls so erfolgen, dass der Dämmstoff keinesfalls mit Regenwasser oder Schnee in Verbindung kommt, d. h. entweder im abgeschlossenen Wagen oder bei trockener Witterung. Bezüglich des Transportes der Strohballen wurde daher vom Projektteam gefordert, dass dieser in einem geschlossenen Wagen erfolgen muss bzw. nicht bei Regen stattfinden darf.

Eine Verpackung der Strohballen ist bei vorschriftsmäßiger Durchführung von Transport und Lagerung nicht notwendig und sollte unter dem Gesichtspunkt der Ressourcenschonung möglichst vermieden werden. Bei einem breiten Einsatz der Strohdämmstoffe in bestehenden Vertriebsorganisationen, wie z. B. Baustoffhandel, wird eine Verladung der Strohballen, z. B. auf Paletten nicht vermeidbar sein.

5.3 LAGERHALTUNG

Werden die Strohballen nicht unmittelbar nach dem Aufsammeln verkauft oder verwendet, werden sie vom Landwirt meist unter Dach gelagert. Die in der Landwirtschaft verwendeten Strohlager sind sehr heterogen und reichen von der mit Planen abgedeckten Lagerung im Freien bis zu abgeschlossenen Lagerhallen mit Betonboden.

Ebenso wie für den Transport wurde auch für die Lagerung der Strohballendämmstoffe gefordert, dass eine Aufnahme von Feuchtigkeit vermieden werden muss. Es wurde daher gefordert, dass die Strohballen

- in einem Lager unter Dach gelagert werden müssen und keinerlei Flüssigkeitseintrag (Regen oder Schnee) stattfinden darf;
- nicht bodenberührt gelagert werden dürfen, die unteren beiden Strohballenlagen dürfen nicht für Dämmzwecke verwendet werden (Gefahr der Feuchtigkeitsaufnahme vom Boden);

- die als Strohkleinballen-Dämmstoff gelieferten werden eine Feuchtigkeit von 15 % nicht übersteigen dürfen.

⇒ *Lagerhaltung 2002 und 2003*

- Lagerhaltung 2002

Die Messdaten zeigen einen Anstieg der Strohfeuchte über die Wintermonate bis März und einen Rückgang der Strohfeuchte im April in etwa auf das Ausgangsniveau bei Ernte und teilweise darunter. Die Feuchte im Strohballen stieg damit bei Lagerung an! Um erste Einflussfaktoren auf den Anstieg der Strohfeuchte zu ermitteln, wurden für die Lagerung 2003 Temperatur- und Feuchtemessungen in den Lagerräumen vorgesehen.

5.4 PROTOKOLL FÜR DIE BEREITSTELLUNG DER STROHBALLENDÄMMUNG

Feld

Gemeinde
Katastralgemeinde
Schlag (Feldstück)
Seehöhe
Weizensorte
Zustand des Feldes vor Drusch (zutreffendes ankreuzen) <ul style="list-style-type: none"> • stehend • vorwiegend stehend • vorwiegend liegend • liegend • _____
Verunkrautung (zutreffendes ankreuzen) <ul style="list-style-type: none"> • nicht erkennbar • leicht • stark • _____
Sonstiges

Getreideernte

Datum / Zeit [Tag, Monat / Stunde]
Lufttemperatur
Kornfeuchte laut Messung Abnahmestelle
Röstgrad des Strohs, Halm: <ul style="list-style-type: none"> • feucht/grün • leicht unreif • vollreif • _____
Hersteller des Mähdreschers/Marke
Typenbezeichnung des Mähdreschers
Name der Ernteperson
Sonstiges

Pressen

Datum / Zeit [Tag, Monat / Stunde]
Lufttemperatur
Hersteller der Presse
Typenbezeichnung der Presse
Name des „Pressers“
Strohfeuchte mit Messgerät gemessen (in %)
Schnurart <ul style="list-style-type: none"> • Plastik • Naturfaser • _____

Transport 1 (Feld ⇒ Lager)

Datum und Uhrzeit der Abfahrt, Dauer
Zielort (Adresse)
Transportmittel <ul style="list-style-type: none"> • offener Anhänger • geschlossener Transportwagen • _____
Wetter bei Transport <ul style="list-style-type: none"> • Regen • _____
Name des „Lieferanten“
Sonstiges

Transport 2 (Lager ⇒ Prüfanstalt bzw. Abnehmer)

Datum und Uhrzeit der Abfahrt, Dauer
Zielort (Adresse)
Transportmittel <ul style="list-style-type: none"> • offener Anhänger • geschlossener Transportwagen • _____
Wetter bei Transport <ul style="list-style-type: none"> • Regen • _____
Name des „Lieferanten“
Sonstiges

Lagerung

Datum und Uhrzeit der Einlagerung, Dauer
Beschaffenheit Lagerraum <ul style="list-style-type: none"> • Holzscheune • Lagerhalle mit Betonwänden • Lagerhalle mit Paneelwänden • Sonstiges _____
Beschreibung der Bodenfläche <ul style="list-style-type: none"> • Beton • Erde • Erde abgedeckt mit (Folie etc.) _____ • eine Lage Strohballen • zwei Lagen Strohballen • Paletten • Sonstiges _____
Sonstiges

5.5 ZUSAMMENFASSUNG DER AUSGEFÜLLTEN ERNTEPROTOKOLLE 2002

Landwirt	Haimerl	Ederer	Bauer
Feld			
Gemeinde	Gars/Kamp	Gars/Kamp	Plank/Kamp
Katastralgemeinde	Maiersch	Maiersch	Plank/Kamp
Schlag (Feldstück)	Stoßfeld	4 Grube 2081	Sutten
Seehöhe	355 m	256 m	
Weizensorte	Capo	Capo	Capo
Zustand des Feldes vor Drusch	Stehend	Stehend	Stehend
Verunkrautung	Leicht	Nicht erkennbar	Nicht erkennbar
Getreideernte			
Datum/Zeit	28.7.2002	14.7.2002	23.7.2002, 18.00 Uhr
Lufttemperatur	28 °C	32 °C	
Kornfeuchte laut Messung Abnahmestelle	13,4 %	14 %	12,1 %
Röstgrad des Strohs, Halm	Vollreif	Vollreif	Vollreif
Hersteller des Mähdreschers	Claas	Claas	Claas
Typenbezeichnung des Mähdreschers	Dominator 76	Lexion 420	Lexon
Ernteperson	Kurt Haimerl	Leopold Ederer	Josef Baumgartner
Pressen			
Datum/Zeit	31.7.2002, 13.00 Uhr	16.7.2002	24.7.2002, 17.00 Uhr
Lufttemperatur	29 °C	28 °C	
Hersteller der Presse	Claas	Ferguson	Welger
Typenbezeichnung der Presse	Markant	Ferguson 10	AP 12
Name des „Pressers“	Kurt Haimerl	Leopold Ederer	Franz Bauer
Strohfeuchte	~ 11 %	10,5 %	9-10 %
Schnurart	Plastik	Plastik	Plastik
Transport 1 (Feld → Lager)			
Datum und Uhrzeit der Abfahrt, Dauer	31.7.2002, 15.00 Uhr		24.7.2002, 15 min.
Zielort	Maiersch 41	Maiersch 37	Maiersch
Transportmittel	Offener Anhänger	Offener Anhänger	Offener Anhänger
Wetter bei Transport	Sonne	Sonne	Sonne
Lieferant	Kurt Haimerl	Leopold Ederer	Franz u. Christine Bauer
Transport 2 (Lager → Prüfanstalt bzw. Abnehmer)			
Datum und Uhrzeit der Abfahrt, Dauer	5.8.2002, 11.00 Uhr, 2 Stunden		
Zielort	Wien Arsenal		
Transportmittel	Geschlossener Transportwagen		
Wetter bei Transport	Sonne		
Lieferanten	Kurt Haimerl	Leopold Ederer	

5.6 ZUSAMMENFASSUNG DER AUSGEFÜLLTEN ERNTEPROTOKOLLE 2003

Landwirt	Rohringer	Schmidt	Weis
Feld			
Gemeinde	Unterstinkenbrunn	Neudorf	Laa/Thaya
Katastralgemeinde	Unterstinkenbrunn	Neudorf	Ungerndorf
Schlag (Feldstück)		Schlossacker	1,3 ha
Seehöhe		202 m	190 m
Weizensorte	Capo	Mischung aus Perlo, Capo, Extrem	Renan
Zustand des Feldes vor Drusch	stehend	stehend	stehend
Verunkrautung	nicht erkennbar	nicht erkennbar	nicht erkennbar
Getreideernte			
Datum/Zeit	15.7.2003/16.00 Uhr	15.7.2003	14.7.2003
Lufttemperatur/feuchte	26 °C	31 °C	30 °C/49 %
Kornfeuchte laut Mes- sung Abnahmestelle	12,0 %	13,2 %	12,7 %
Röstgrad des Strohs, Halm	vollreif	vollreif	vollreif
Hersteller des Mähdre- schers	Claas	New Holland	Deutz-Fahr
Typenbezeichnung des Mähdreschers	Lexion	Cleson 8030	M 770 Schnittbreite 2,5 m
Ernteperson	Mähdrescher- gemeinschaft	Schmidt Andreas	Weis Alois
Pressen			
Datum/Zeit	16.7.2003/16.00 Uhr	21.7.2003	15.7.2003/14.00 Uhr
Lufttemperatur/feuchte	28 °C		32 °C/48 %
Hersteller der Presse	Masse Ferguson	Welger	Welger
Typenbezeichnung der Presse	MS 15	AP 45 (leichter), AP 52 (fester)	AP 45
Name des „Pressers“	Rohringer Johann	Schmidt Andreas	Weis Alois
Strohfeuchte			
Schnurart	Naturfaser	Naturfaser	Plastik
Transport 1 (Feld → Lager)			
Datum und Uhrzeit der Abfahrt, Dauer	16.7.2003/16.00 Uhr	21.7.2003	15.7.2003/14.15 Uhr
Zielort	Unterstinkenbrunn		Weis Alois, Ungerndorf 12
Transportmittel	offener Anhänger	offener Anhänger	offener Anhänger
Wetter bei Transport	Sonne	Sonne	Sonne
Lieferant	Rohringer Johann		
Lagerung			
Datum und Uhrzeit der Einlagerung, Dauer			15.7.2003/14.25 Uhr
Beschaffenheit Lager- raum	Lagerhalle mit Beton- wänden	Holzscheune	Stadel gemauert, 1 Tor offen
Bodenbeschaffenheit	Erde	Beton	eine Lage Strohballen

6 AUFBRINGEN DER ZUSCHLAGSTOFFE

6.1 AUSWAHL DER ZUSCHLAGSTOFFE

Bei der Nutzung von Stroh als Dämmstoff stellen insbesondere das Brandverhalten und die Schimmelpilzresistenz Herausforderungen an den Strohballedämmstoff dar. Hinsichtlich der Brennbarkeit erzielt der Strohballedämmstoff Klasse B2 bzw. E (gem. Europäischer Norm). Bei der Bewertung des Pilzwachstums wurde der Strohdämmstoff in Wachstumsintensitätsstufe 3 - Wachstum mit bloßem Auge erkennbar, bis zu 50 % der Probenoberfläche bewachsen - eingestuft. Beiden Herausforderungen kann konstruktiv durch die geeignete Wahl des Wand/Dachaufbaues entgegnet werden. Die konstruktive Lösung ist aus Sicht des Projektteams der Aufbringung von Zuschlagstoffen vorzuziehen, da ein Vorteil nachwachsender Rohstoffe die natürliche Abbaubarkeit und damit Kompostierbarkeit ist. Durch das Aufbringen von Zuschlagstoffen wird eine anschließende Kompostierung des Materials jedoch erheblich erschwert. Trotzdem wurde in diesem Projekt das Aufbringen von Zuschlagstoffen zur Verbesserung der Brandschutz- und Schimmelresistenzeigenschaften untersucht, falls für spezielle Anwendungen des Strohdämmstoffes bessere Ergebnisse hinsichtlich Brand und Schimmelwachstum notwendig sein sollten.

Bisher gibt es kaum Untersuchungen und konkretes Datenmaterial zum Schimmelverhalten von Stroh mit unterschiedlichen Zuschlagstoffen. Im Projekt „Qualifizierung und Erprobung eines neuartigen Dämmstoffs aus land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen unter Verwendung von Klebstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen“ unter Leitung von R. Günther und A. Mieth, Forschungsstelle für Ökotechnologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel in Deutschland wurden Dämmplatten aus verpresstem Stroh untersucht.²

Dabei wurden Schimmelpilz-Besiedlungstests zur qualitativen Ermittlung der mikrobiellen Resistenz unter extremen Feuchtebedingungen durchgeführt. Die Proben aus gehäckseltem Weizenstroh und Lignin/Tannin-Klebstoff bzw. Kartoffelpülpe wurden mit den verschiedenen Substanzen vermischt, die auf ihre schimmelpilzhemmende Wirkung untersucht werden sollten. Folgende Substanzen bzw. Substanzkombinationen erwiesen sich dabei als allgemein sehr gut geeignet gegen die Bildung von Schimmelpilzen:

- Alaun (20 %)³/Na-Benzoesäure (5 %)/Wasser
- Alaun (20 %)/Na-Benzoesäure (5 %)/Milch
- Zeolith (40 %)/Wasser
- Soda (10 %)/Milch

Bei den Langzeituntersuchungen der Proben, die neben der Kartoffelpülpe als Klebstoff die Substanzkombinationen Alaun/Benzoesäure bzw. Alaun/Benzoesäure/Milch enthielten, konnte nach einer Inkubationszeit von 7 Wochen makroskopisch kein Pilzbefall beobachtet werden. Die entsprechenden Proben der Lignin/Tannin-Ansätze wiesen nach der 7. Woche nur etwas mehr als 5 % Schimmelpilzbefall auf. Die zur Kontrolle angesetzten Null-Proben (Stroh/Klebstoff) waren dagegen schon nach der 4. Woche auf der Oberfläche zu 100 % mit Schimmelpilzen überwachsen.

² Projekt „Qualifizierung und Erprobung eines neuartigen Dämmstoffs aus land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen unter Verwendung von Klebstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen“ unter Leitung von R. Günther und A. Mieth, Forschungsstelle für Ökotechnologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel in Deutschland, Kooperationsvorhaben der Forschungsstelle für Ökotechnologie und Firma Sehesteder Naturfarben, gefördert durch die Technologiestiftung Schleswig-Holstein, Ergebnisse aus Abschlussbericht März 1999

³ In den Klammern sind die Anteile der jeweiligen Trockenmasse in Prozent angegeben; die Milch wurde anstelle des Wassers als Lösungsmittel verwendet.

Ganz ähnlich verhielt es sich bei den Versuchsansätzen mit Zeolith und Soda/Molke. Auch hier waren die Kontroll-Proben (Stroh/Klebstoff) bereits nach der 4. Woche zu 100 % von Pilzen befallen, wohingegen die Lignin/Tannin-Proben selbst nach der 7. Woche keinen makroskopisch erkennbaren Schimmelpilzbefall aufwiesen. Die Proben mit Kartoffelpülpe waren dagegen zu diesem Zeitpunkt zu 1-10 % bewachsen.

Die antimikrobielle Wirkung von Wasserglas (20 %) und Alaun (20 %)/Molke war im Verlauf der ersten 5 Wochen ähnlich gut wie die oben genannten Substanzkombinationen. Bei den Ansätzen, in denen Kartoffelpülpe als Klebekomponente verwendet wurde, kam es jedoch in der Endphase der Langzeituntersuchung (5. -7. Woche), insbesondere bei den Alaun/Molke-Ansätzen zu einer erheblichen Schimmelpilzbildung, während die entsprechenden Proben der Lignin/Tannin-Ansätze auch nach 7 Wochen keinen bzw. keinen nennenswerten Schimmelpilzbefall aufwiesen.

Die Ergebnisse zeigten sehr deutlich, dass die verschiedenen Probenansätze hinsichtlich der schimmelpilzhemmenden Wirkung große Unterschiede aufweisen, je nachdem, ob die Proben Lignin/Tannin oder Kartoffelpülpe als Klebekomponente enthalten. Um eine optimale fungizide Wirkung zu erreichen, muss also die schimmelpilzhemmende Imprägnierung speziell auf die Zusammensetzung der Stroh-Dämmplatte abgestimmt werden.

Die Stroh –Lignin/Tannin-Dämmplatten konnten besonders gut durch folgende Substanzkombinationen geschützt werden:

- Soda (10 %)⁴/Molke
- Alaun (20 %)/Molke
- Wasserglas (20 %)/Wasser
- Zeolithe (40 %)/Wasser

Mit diesen Zuschlagstoffen wurde selbst nach einer Inkubationszeit von 7 Wochen makroskopisch kein sichtbarer Schimmelpilzbefall beobachtet.

Für die Stroh-Kartoffelpülpe-Dämmplatten wurde im Langzeitversuch über 7 Wochen ein Schimmelpilzbefall durch folgende Substanzkombinationen erfolgreich verhindert:

- Alaun (20 %)⁵/Na-Benzoesäure (5 %)/Wasser
- Alaun (20 %)/Na-Benzoesäure (5 %)/Molke

In Expertenkreisen wurden mehrmals auch Borax und Kalk als mögliche Zuschlagstoffe in Erwägung gezogen, wobei für diese Zuschlagstoffe auf keine konkreten Untersuchungen verwiesen werden konnte.

⇒ ZEOLITHE = *Aluminiumnatriumsilikate*⁶

Zeolithe sind eine Gruppe von Mineralien bei denen die Anionen gitterartige, weit ausgedehnte Strukturen aus Silizium, Aluminium und Sauerstoff sind. Diese spezielle Anordnung der Anionen führt zu Hohlräumen in der mineralischen Struktur. Die in den Porenöffnungen der Anionenstruktur sitzenden Kationen haben eine gewisse Bewegungsfreiheit. So kommt es, dass die Kationen verhältnismäßig leicht ausgetauscht werden können (Einsatz der Zeolithe als Enthärter z.B. in Waschmitteln) und dass sich neutrale Moleküle zusätzlich in den Poren niederlassen können (Einsatz als Adsorptionsmittel für Feuchtigkeit). Zeolithe finden sich als natürliche Mineralien und haben zum Teil sehr unterschiedliche chemische Zusammensetzung, was auch zu unterschiedlichen Eigenschaften als Adsorptionsmittel und Ionenaustauscher führt. Da es bei modernen industriellen Anwendungen sehr auf das genaue Einstellen der gewünschten Eigenschaften ankommt, sind die meisten der heute verwendeten Zeolithe entweder modifizierte, natürliche Zeolithe oder synthetisch hergestellt. Für das Adsorptionsverhalten ist vor allem Form und Größe der Poren und Dichten der negativen Ladung ausschlaggebend.

⁴ In den Klammern sind die Anteile der jeweiligen Trockenmasse in Prozent angegeben; die Molke wurde anstelle des Wassers als Lösungsmittel verwendet.

⁵ In den Klammern sind die Anteile der jeweiligen Trockenmasse in Prozent angegeben; die Molke wurde anstelle des Wassers als Lösungsmittel verwendet.

⁶ Info zu den Stoffen aus Neumüller, O.-A.: Römpps Chemie-Lexikon und Sicherheitsdatenblättern und www.arnold-chemie.de (Zeolithe), www.kremer-pigmente.de (Kali-Wasserglas), www.baulink.de (Soda), www.kreidezeit.de (Alaun)

Zeolithe gelten als ungefährlich, es sind keine toxikologische und ökotoxikologische Wirkung bekannt.

⇒ *KALI-WASSERGLAS = Kaliumsilikat*

Kaliwasserglas ist ein anorganisches Bindemittel auf der Basis von Kaliumsilikat. Es ist eine dickflüssige, ölige, farblose Flüssigkeit, die eine wässrige, kolloidale Lösung von Kieselsäure darstellt. Kaliwasserglas findet in Flammgeschutzanstrichen und als Bindemittel bei Wasserglasanstrichen Verwendung. Kaliwasserglas verfestigt mineralische Untergründe durch Verkieselung, wodurch eine sehr gute Haftung gewährleistet wird. Die so applizierten Farben und Putze zeigen lange Haltbarkeit und die applizierten Schichten führen nicht zur Blasenbildung, da die Wasserdampfdurchlässigkeit zum Untergrund erhalten bleibt (dampfdiffusionsoffene Beschichtung).

Kaliwasserglas reizt Augen und Haut (primäre Reizwirkung). Deshalb ist bei Exposition auf Augenschutz (dichtschließende Schutzbrille) und Körperschutz (angemessene Arbeitskleidung) zu achten, Atemschutz ist nicht erforderlich.

Die ökotoxischen Wirkungen beschränken sich auf mögliche pH-Verschiebungen (Kaliwasserglas weist einen alkalischen pH-Wert von ca. 12 auf), die zu Störungen in Abwasserkanälen und biologischen Kläranlagen führen können. Deshalb soll Kaliwasserglas nicht unverdünnt bzw. in größeren Mengen in das Grundwasser, in Gewässer oder in die Kanalisation gelangen.

⇒ *SODA = Natriumcarbonat*

Reines, wasserfreies Soda ist ein weißes Pulver, welches Haut und Schleimhäute reizt. Es ist stark hygroskopisch und nimmt Kristallwasser aus der Luft auf. Aufgrund des alkalischen pH-Werts (pH 11,5) ist Soda ökotoxisch, da in aquatischen Systemen pH-Verschiebungen verursacht werden können.

Soda ist das wichtigste Zwischenprodukt für Natrium-Verbindungen, z. B. zur Herstellung von Natriumhydroxid und wird bei der Produktion von Glas als Flussmittel, zur Herstellung von Seifen und Waschmitteln, in der Zellstoff- und Papierindustrie und zum Enthärten von Wasser verwendet. In Fachkreisen gilt 5 %-ige wässrige Soda-Lösung als einfaches und giftfreies Rezept gegen Schimmel.

⇒ *NATRIUMSULFAT*

Natriumsulfat ist ein geruchloses, leicht hygroskopisches weißes Pulver. Natriumsulfat findet sich in der Natur in vielen Mineralwässern. Natriumsulfat-Staub kann die Augen und bei Einatmen die Schleimhäute reizen. Intensiver Kontakt kann zur Austrocknung der Haut führen. Es ist kein Gefahrstoff, bei der Verarbeitung wird Augenschutz und Schutzkleidung empfohlen. Hinsichtlich seiner Ökotoxizität ist Natriumsulfat schwach wassergefährdend eingestuft, da Sulfate allgemein ab einer gewissen Dosis für Fische (ab 7g/l) und Bakterien (ab 2,5g/l) toxisch wirken.

⇒ *ALAUN = Kaliumaluminiumsulfat*

Alaun ist ein gut wasserlösliches, schwefelsaures Doppelsalz von Kalium und Aluminium mit folgenden Eigenschaften: sauer, geruchlos, desinfizierend, vor Fäulnis schützend, härtend.

Ursprünglich wurde das schon seit dem Altertum bekannte und geschätzte Alaun durch Rösten und Auslaugen sogenannten Alaunschiefers gewonnen. Alaun wirkt antibakteriell, hemmt die geruchserzeugenden Bakterien und hat auch entzündungshemmende Wirkung. Deshalb wird es als Deodorant und als blutstillendes Mittel in Rasierstiften eingesetzt. Weiters findet es Einsatz in der Gerberei (Weißmachen der Häute) und in der Papierindustrie zur Verleimung. Durch seine saure Wirkung wird Alaun zur Neutralisierung von Ätzkalkresten auf neuen lufttrocknenden Putzen (z. B. Kalk- und Gipsputze) angewendet. Gleichzeitig kristallisiert das Salz in den Kapillaren mineralischer Untergründe aus und bewirkt auf diese Weise eine Putzhärtung und die Ausbildung einer Sperrschicht gegen wasserlösliche Stoffe (Absperrung von Nikotin- und Wasserflecken). Weiters vermindert und gleicht Alaun die Saugfähigkeit mineralischer Untergründe aus.

⇒ *BORAX = Natriumborat*

Borax ist ein komplexes Bormineral, das in Salzseen und anderen Verdampfungslagerstätten entsteht. Die Grundstruktur des Borax umfasst eine Kette aus verknüpften $\text{BO}_2(\text{OH})$ -Dreiecken und $\text{BO}_3(\text{OH})$ -Tetraedern, die zu Ketten aus Natrium- und Wasser-Oktaeder, verbunden sind. Borax ist ein schwach alkalisches Mineral. Man verwendet es zum Aufschluss des Milcheiweißes bei der Kaseinfarbenherstellung.

Borsalze sind in toxikologischer Hinsicht relativ harmlos. Ihre Giftwirkung auf Warmblüter ist äußerst gering. Die Toxizität ist vergleichbar mit der von Kochsalz. Als Symptome einer übermäßigen Einnahme können Leibschmerzen, Erbrechen, Durchfall, Kopfschmerzen, Verwirrungszustände, Muskelzittern, Nervenentzündungen, Krämpfe und Schleimhautblutungen auftreten. Bor ist als wichtiges Spurenelement für höhere Pflanzen in Düngemitteln enthalten. Der Mensch nimmt täglich 10-20 mg Bor auf, hauptsächlich aus Obst und Gemüse. Trotzdem wird Borax in die Wassergefährdungsklasse 1 (schwach wassergefährdend) eingestuft, da eine schädliche Wirkung auf das Grundwasser möglich ist.

⇒ *KALK = Calciumcarbonat*

Kalk ist ein geruchloses Pulver, bindet Schadstoffe und besitzt keimtötende Wirkung. Kalk gehört zu den wichtigsten, vielseitigsten und mengenmäßig am häufigsten verwendeten Materialien. In der Landwirtschaft werden durch Düngung mit gebranntem Kalk oder Kalkpulver die organischen Bodensäuren neutralisiert und gleichzeitig Calcium als Aufbauelement zugeführt. Kalk ist ein traditioneller Baustoff zur Herstellung von Mörtel, Putz, Estrich, Anstrichen und Kunststeinen. Baustoffe aus Kalk weisen geringere radioaktive Strahlung und bessere Dampfdurchlässigkeit auf als solche aus Zement, was zu einem guten Raumklima beiträgt.

Für die Aufbringung der Zuschlagstoffe sind nicht nur die Eigenschaften dieser Stoffe von Bedeutung. Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl der in diesem Projekt getesteten Zuschlagstoffe ist die Haftbarkeit dieser am Stroh. Bei den Stroh-Dämmplatten (Universität Kiel) stellten sich diese Fragen nicht, da die Platten mit natürlichen Klebstoffen wie Stärke oder Lignin verpresst werden und die Zuschlagstoffe während des Mischvorgangs gemeinsam mit dem Klebstoff zugegeben werden, wodurch das Anhaften und eine homogene Verteilung sichergestellt sind. In einem Gespräch mit Dr. Bruckner, Institut für Baustofflehre der Technischen Universität Wien, wurde die Aufbringung der einzelnen Zuschlagstoffe überlegt – besonders bei Kalk ist ein Problem mit der Haftung zu erwarten, im Vergleich dazu könnte Soda am Stroh haften. Beim Besprühen mit Wasserglas sollten sich keine Anhaftungsschwierigkeiten ergeben. Allerdings ist nur Kali-Wasserglas als Stroh-Zuschlagstoff geeignet, da Natrium-Wasserglas Stärke und damit auch Stroh zersetzt. In weiterer Folge wurden daher Versuche zum Aufbringen von Zuschlagstoffen mit Kali-Wasserglas und Natriumcarbonat durchgeführt.

6.2 VERSUCH AUFBRINGEN VON WASSERGLAS AUF WEIZENSTROH

Der Versuch mit Wasserglas wurde am Mittwoch, 16.07.2003, um 15.30 Uhr durchgeführt.

Abbildung 5: Rückenspritze (Quelle: AGRAR Plus)



Eine Strohschwad (Menge für ca. 100 kg Strohballen oder 8 Ballen) wurde mit 40 l Wasserglas mit Hilfe einer Rückenspritze (17 l max. Inhalt) händisch aufgesprüht.

Abbildung 6: Wasserglas (Quelle: AGRAR Plus)



In Verbindung mit Luft wird Wasserglas eine geleeartige, harte Masse. Es ähnelt gefrorenem Wasser.

Wie auf dem folgenden Bild zu erkennen ist, zerfällt der Sprühstrahl von Wasserglas durch seine ölige Konsistenz nicht in Tröpfchen. Somit war ein "breites" Aufsprühen nicht möglich.

Abbildung 7: Sprühstrahl von Wasserglas (Quelle: AGRAR Plus)



Es wurde beim ersten Durchgang nur die halbe Seite einer Schwad behandelt, die andere beim zweiten Durchgang. Das Besprühen dauerte ca. 30 min.

Nachstehendes Foto wurde um 16.00 Uhr aufgenommen. Das aufgetragene Wasserglas bleibt sehr gut auf den Strohhalmen haften und verbindet einzelne Halme miteinander.

Abbildung 8: Strohhalme mit Wasserglas (Quelle: AGRAR Plus)



Das Pressen (17.30 Uhr) an sich verlief problemlos. Durch seine Eigenschaft schnell und gut auszuhärten, war auch noch nach dem Pressvorgang Wasserglas auf den Strohhalmen zu finden. Eine exakte Feuchtigkeitsmessung konnte nicht durchgeführt werden, da das Stroh einen Feuchtigkeitswert von $< 8\%$ aufwies und somit nicht mehr gemessen werden konnte.

Auch nach der Aufbringung von 40 l Wasserglas wurde keine höhere Feuchtigkeit festgestellt.

Die Reinigung der Arbeitsgeräte war sehr arbeitsintensiv. Obwohl die Behälter einige Stunden mit Wasser gefüllt waren, musste das ausgehärtete Wasserglas mit Hilfe einer Spachtel gelöst werden.

Die Rückenspritze wurde sofort nach dem Gebrauch mit 20 l Wasser ausgewaschen, was problemlos möglich war. Auf den folgenden Fotos sieht man die Wirkung von Wasserglas auf Stoff und Haut. Es bildet graue Flecken, die sich mit Wasser leicht abwaschen lassen. Verätzungen oder dergleichen gab es keine.

Abbildung 9: Wasserglas auf Stoff (Quelle: AGRAR Plus)



Abbildung 10: Wasserglas auf Haut (Quelle: AGRAR Plus)



Für einen großflächigen Einsatz müssten geeignete große Spritzgeräte wie z. B. Unkrautspritzen getestet werden. Folgende Probleme könnten bei einem großflächigen Aufbringen der Zuschlagstoffe entstehen:

- die Düsen am Rand der Spritzgeräte müssen verschlossen werden, damit der Zuschlagstoff nur auf der Strohschwad aufgebracht wird und nicht auf der gesamten Breite der Spritze.
- das Reinigen der Düsen und der gesamte Spritze ist derzeit sehr zeitaufwendig.

6.3 VERSUCH AUFBRINGEN VON NATRIUMCARBONAT AUF WEIZENSTROH

Der Versuch mit Natrium-Carbonat wurde am Dienstag, 22.07.2003, um 14.00 Uhr durchgeführt, Temperatur: 32 ° C, leichter Wind. Eine Strohschwad (Menge für ca. 40 kg Strohballen oder 4-5 Ballen) wurde mit 40 l gelöstem Natrium-Carbonat mit Hilfe einer Rückenspritze (17 l max. Inhalt) besprüht. Nach ca. 15 min. war das Natrium-Carbonat gleichmäßig aufgetragen, das Stroh dementsprechend feucht.

Durch die hohe Lufttemperatur und den leichten Wind trocknete das Stroh relativ rasch ab. Es bildeten sich Kristalle auf den Halmen.

Abbildung 11: Natriumcarbonat auf Weizenstroh (Quelle: AGRAR Plus)



Um ca. 15.15 Uhr wurde das Stroh gepresst. Nachdem die behandelte Schwad gepresst war, zeigte sich, dass das Natriumcarbonat relativ stark in der Presse ausgieselt war.

Abbildung 12: Ausgieseltes Natriumcarbonat in der Presse (Quelle: AGRAR Plus)



Um die Strohpresse vom Natriumcarbonat zu befreien, wurden weitere fünf Ballen ohne Zuschlagstoff gepresst. Danach war beinahe kein Natrium-Carbonat mehr in der Presse zu finden. Die fünf behandelten Strohballen wurden violett gekennzeichnet.

Dort, wo die Strohballen nach dem Pressvorgang aufs Feld gefallen sind, zeigten sich kleine Mengen von Natriumcarbonat.

Abbildung 13: Natriumcarbonat am Feld nach Pressvorgang (Quelle: AGRAR Plus)



Nicht behandelte Strohballen wiesen durchwegs eine Feuchte $< 8 \%$ auf, zwei der fünf behandelten Strohballen hingegen $9,3 \%$ bzw. $9,5 \%$ Feuchte – die restlichen drei ebenfalls $< 8 \%$.

6.4 ERGEBNISSE DER VERSUCHE MIT KALI-WASSERGLAS UND NATRIUM-CARBONAT ZUSAMMENGEFASST

Kali-Wasserglas konnte erfolgreich aufgebracht werden. Natriumcarbonat rieselte größtenteils beim Pressvorgang wieder aus und wird daher nicht weiter betrachtet. Das Aufbringen des Wasserglases brachte zwar keine Schwierigkeiten mit sich, bei einem großflächigen Einsatz müssten jedoch geeignete große Spritzgeräte wie z. B. Unkrautspritzen getestet werden. Folgende Probleme könnten bei einem großflächigen Aufbringen der Zuschlagstoffe entstehen:

- die Düsen am Rand der Spritzgeräte müssen verschlossen werden, damit der Zuschlagstoff nur auf der Strohschwad aufgebracht wird und nicht auf der gesamten Breite der Spritze.
- das Reinigen der Düsen und der gesamte Spritze ist derzeit sehr zeitaufwendig.

7 KENNDATEN DER 2002 UND 2003 PRODUZIERTEN STROHBALLENDÄMMSTOFFE

In diesem Kapitel werden die Daten der 2002 und 2003 geernteten Strohballen im Detail dargestellt.

7.1 DATEN ZU DEN STROHBALLEN

Tabelle 9: Abmessungen und Rohdichte der Strohballen 2002 (Quelle: AGRAR Plus)

Ballen Nr.	Länge (cm)			Breite (cm)			Höhe (cm)			Dichte (kg/m ³)		
	Ederer	Haimerl	Bauer	Ederer	Haimerl	Bauer	Ederer	Haimerl	Bauer	Ederer	Haimerl	Bauer
1	67	86	81	52	48	48	35	37	38	68,9	76,6	58,2
2	72	86	72	48	48	47	38	37	37	55,6	85,1	60,7
3	65	88	75	53	48	47	36	36	37	71,8	84,2	64,4
4	67	86	79	51	48	48	36	36	38	88,6	92,2	59,0
5	67	85	77	50	49	47	35	36	37	94,7	84,7	61,2
6	67	86	71	52	49	47	36	36	36	90,9	82,4	60,8
7	70	91	65	51	49	50	36	35	36	88,7	88,4	82,1
8	66	90	76	51	48	47	36	36	38	79,2	92,6	63,4
9	65	86	77	51	49	47	36	36	36	80,4	79,8	59,1
10	68	81	73	50	49	47	36	36	37	92,3	83,3	58,3
11	70	84	77	51	49	47	37	37	37	90,1	76,2	61,2
12	67	86	74	50	49	47	35	36	37	82,7	82,4	58,3
13	65	85	76	51	49	47	36	36	37	88,8	92,0	65,1
14	73	90	71	51	50	47	37	36	37	81,3	88,9	64,0
15	66	83	76	51	48	47	36	37	38	94,1	93,6	53,8
16	70	91	76	51	48	47	36	36	37	78,6	90,3	62,8
17	68	85	77	51	47	47	36	36	38	80,9	86,9	64,0
18	72	87	76	51	49	47	36	36	36	77,9	80,8	58,3
19	78	84	75	48	47	47	38	36	37	57,6	83,0	58,3
20	70	85	73	51	48	47	35	35	37	84,0	83,3	57,5
Mittelwert	69	86	75	51	48	47	36	36	37	81,4	85,3	61,5
Maximum	78	91	81	53	50	50	38	37	38	94,7	93,6	82,1
Minimum	65	81	65	48	47	47	35	35	36	55,6	76,2	53,8

Abbildung 14: Strohballen-Länge 2002 (Quelle: AGRAR Plus)

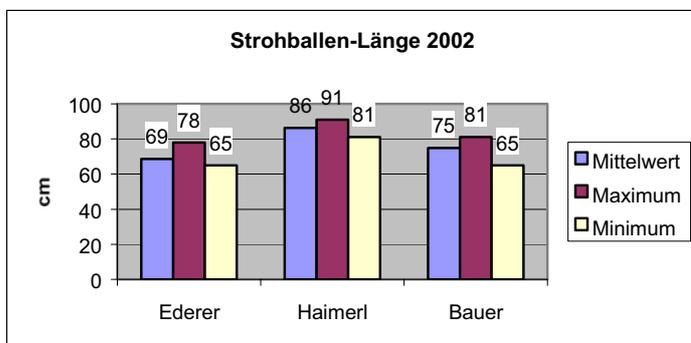


Abbildung 15: Strohballen-Breite 2002 (Quelle: AGRAR Plus)

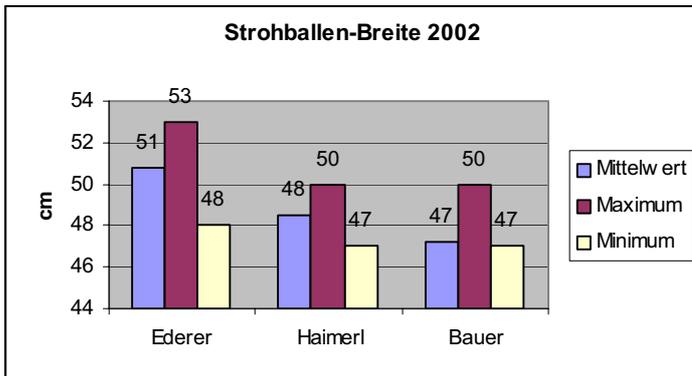


Abbildung 16: Strohballen-Höhe 2002 (Quelle: AGRAR Plus)

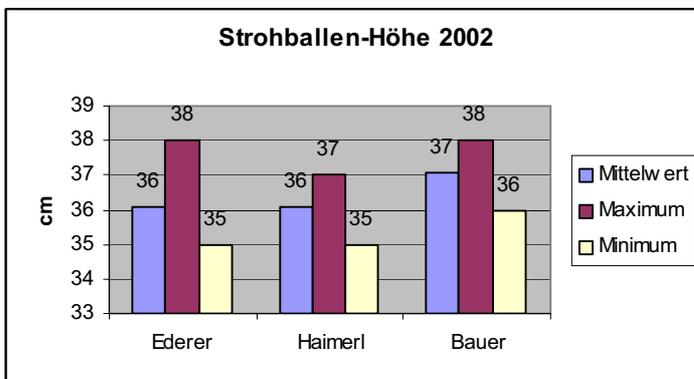


Abbildung 17: Strohballen-Dichte 2002 (Quelle: AGRAR Plus)

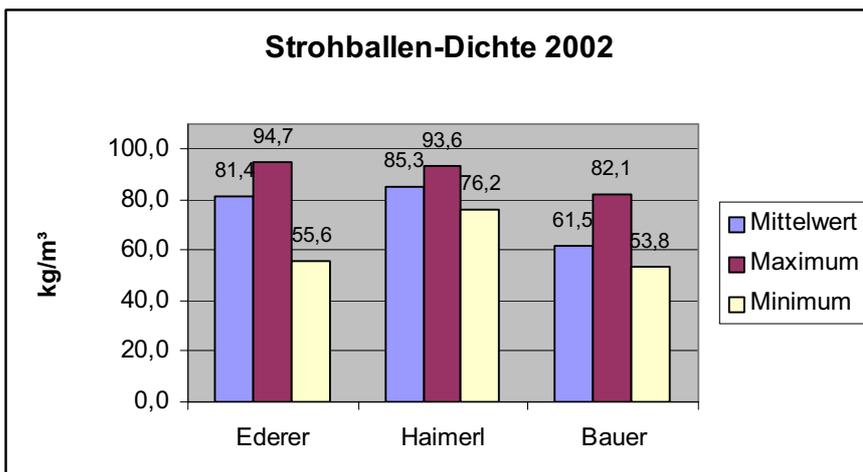


Tabelle 10: Feuchte der Strohballen 2002 (Quelle: AGRAR Plus)

durchschnittliche Feuchte (%)		
Ederer	Haimerl	Bauer
9,0	9,9	10,2

Tabelle 11: Abmessungen und Rohdichte der Strohballen 2003 (Quelle: AGRAR Plus)

Ballen Nr.	Länge (cm)			Breite (cm)			Höhe (cm)			Dichte (kg/m ³)		
	Rohringer	Weis	Schmidt	Rohringer	Weis	Schmidt	Rohringer	Weis	Schmidt	Rohringer	Weis	Schmidt
1	78,0	81,0	81,0	48,0	49,0	51,0	37,5	35,5	36,5	71,9	68,84	63,01
2	75,5	78,5	82,0	47,0	50,5	50,0	40,5	35,5	38,0	66,1	63,95	78,31
3	76,0	77,0	84,0	49,5	49,5	50,0	40,5	34,0	38,0	64,3	72,54	79,57
4	77,0	81,5	81,0	46,5	50,0	49,5	39,5	34,5	36,5	72,1	70,42	81,31
5	78,5	78,0	82,0	47,5	49,5	50,0	39,5	33,0	37,0	72,6	70,64	81,74
6	79,0	83,0	81,0	49,0	49,5	50,0	40,0	36,5	37,0	72,3	65,35	80,75
7	81,0	79,0	79,0	49,0	50,0	49,5	38,5	35,0	37,0	75,3	65,10	81,55
8	79,0	80,5	72,5	47,5	50,0	50,0	37,5	36,0	34,5	78,9	67,63	68,77
9	75,0	78,0	79,0	47,0	49,0	49,5	40,0	36,0	37,0	59,6	71,23	85,01
10	78,0	79,0	80,5	49,0	50,5	50,0	41,0	35,0	36,0	63,2	60,16	82,13
11	75,5	77,0	75,0	48,5	51,0	50,5	38,5	34,0	34,5	70,2	65,16	66,58
12	82,5	77,0	80,5	49,0	49,5	51,0	39,0	34,0	37,0	67,9	69,45	75,71
13	77,0	78,5	78,0	48,0	50,0	50,5	40,0	33,5	36,0	69,7	68,45	62,76
14	77,5	77,0	77,0	47,5	50,5	51,0	39,0	36,0	34,5	65,5	64,29	64,95
15	80,5	80,0	74,0	50,0	50,0	50,0	40,5	34,0	34,0	65,0	71,32	65,98
Mittelwert	78,0	79,0	79,1	48,2	49,9	50,2	39,4	34,8	36,2	69,0	67,63	74,54
Maximum	82,5	83,0	84,0	50,0	51,0	51,0	41,0	36,5	38,0	78,9	72,5	85,0
Minimum	75,0	77,0	72,5	46,5	49,0	49,5	37,5	33,0	34,0	59,6	60,2	62,8

Abbildung 18: Strohballen-Länge 2003 (Quelle: AGRAR Plus)

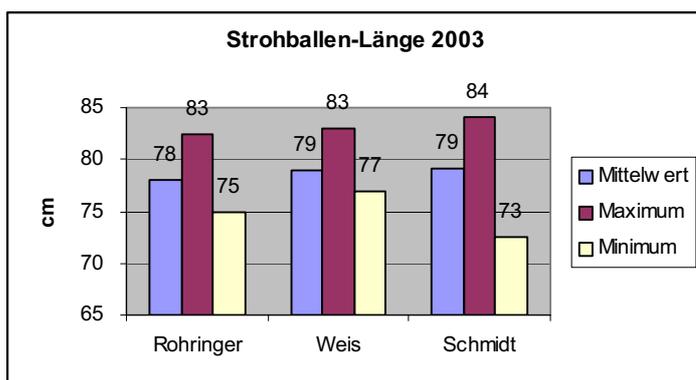


Abbildung 19: Strohballen-Breite 2003 (Quelle: AGRAR Plus)

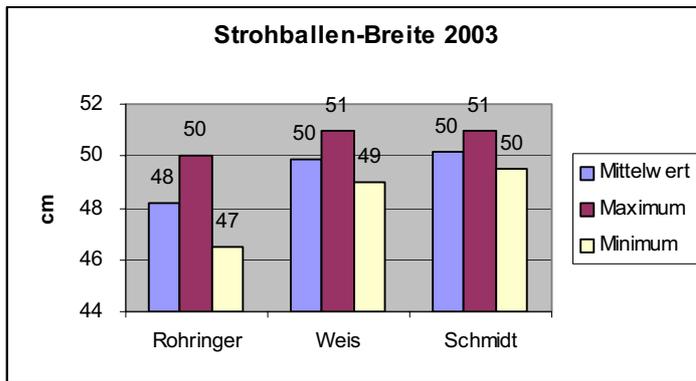


Abbildung 20: Strohballen-Höhe 2003 (Quelle: AGRAR Plus)

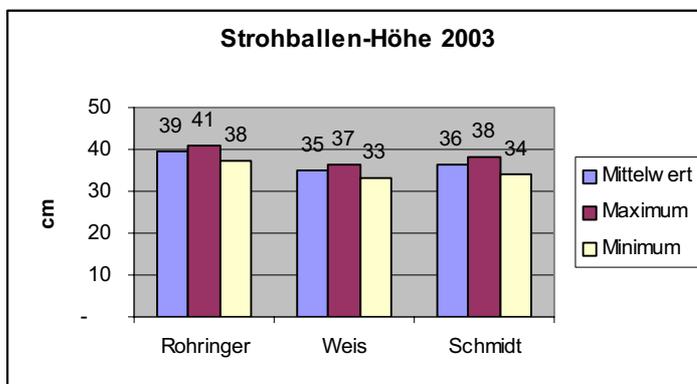


Abbildung 21: Strohballen-Dichte 2003 (Quelle: AGRAR Plus)

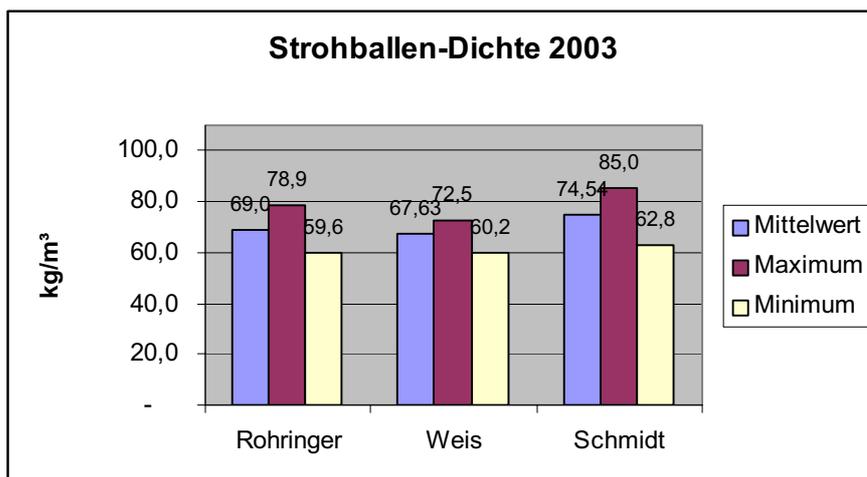


Tabelle 12: Feuchte der Strohballen 2003 (Quelle: AGRAR Plus)

durchschnittliche Feuchte (%)			
	Rohringer	Weis	Schmidt
Mittelwert	8,37	9,47	8,51
Minimum	9,40	11,30	9,00
Maximum	8,00	8,60	8,10

7.2 MAßHALTIGKEIT

Die Ballenlänge bei den drei Landwirten bewegte sich 2002 (ohne Vorgabe seitens des Projektteams) zwischen 60 und 90 cm. Die Längen der Strohballen variierten je nach Landwirt beträchtlich. 2003 wurden 75 cm Ballenlänge bestellt, geliefert wurden Ballen mit durchschnittlich 78 bis 79,1 cm Mittelwert, die maximalen Abweichungen von den bestellten 75 cm lagen bei 9 cm, die durchschnittliche Abweichung lag bei unter 5 cm. Im Vergleich zur Ballenlänge treten bei der Ballenbreite und -höhe geringere Abweichungen vom Mittelmaß bzw. vom bestellten Maß auf. 2002 lag die mittlere Breite je nach Landwirt bei 47 bis 51 cm. Mittelwerte der Ballenhöhe lagen bei 36 und 37 cm, wobei auch hier Abweichungen bis zu maximal 3 cm auftraten. 2003 konnte die bestellte Breite und Höhe sehr gut eingehalten werden: Von der bestellten Breite traten Abweichungen von maximal 3 cm und von der bestellten Höhe von maximal 2,5 cm auf.

7.3 DICHTE

2002 wurden - ohne besondere Anforderungen an die Dichte der Strohballen zu stellen - Rohdichten von 55,6 kg/m³ bis zu 94,1 kg/m³ erzielt.

2003 wurden 3 Dichten bestellt (80,9 und 110 kg/m³), die gewünschten Dichten konnten 2003 jedoch NICHT von allen Landwirten erreicht werden. Selbst bei maximaler Einstellung des Pressdruckes konnten beim Landwirt Weis und Rohringer kaum Dichten über 85 kg/m³ erzielt werden. Grund für die geringen Rohdichten dürften die eingesetzten Pressen sein: Der Landwirt Schmidt musste aufgrund eines Defektes der Presse Welger AP 45 mit Welger AP 52 weiter pressen. Es zeigte sich, dass bei maximalem Pressdruck die AP 52 wesentlich dichter presst als die AP 45. Für das Erreichen der gewünschten Dichte scheint in erster Linie Zustand und Einsatz der Presse ausschlaggebend zu sein, nicht jedoch der Presstyp: Es zeigte sich, dass beim Landwirt Kienast, der Ballen für das Pilotprojekt Mitterlaßnitzberg presste, Dichten mit einer Welger AP 45 von durchschnittlich 88 kg/m³ bis zu 105 kg/m³ bei der heurigen Ernte erzielt werden konnten, obwohl beim Landwirt Weis und Schmidt mit dem gleichen Presentyp nur wesentlich geringere Dichten zu pressen waren. Ein weiterer Grund für die vergleichsweise geringe Dichte könnte nach Angaben der Landwirte auch die Trockenheit des Strohs aufgrund der trockenen Witterung 2003 sein. Diese Vermutung müsste jedoch in einem weiteren, mehrjährigen Versuch verifiziert werden.

8 ZULASSUNGSINHABERSCHAFT

8.1 AUSWAHL GEEIGNETER ZULASSUNGSINHABER

Für das Zulassungs- und anschließende Zertifizierungsverfahren auf EU-Ebene sind nicht nur die vorgeschriebenen Prüfungen erforderlich, es wird auch notwendig sein, einen „Zulassungsinhaber“ zu finden, der in weiterer Folge die vorgeschriebenen, laufenden Prüfungen des Dämmstoffes im Rahmen der vorgeschriebenen Eigen- und Fremdüberwachung finanziert und durchführen lässt, für die in der Zulassung bzw. Zertifizierung verbrieften Qualität haftet und damit die Qualitätssicherung übernimmt. Neben der Bereitstellung der Strohkleinballen durch die Landwirte und der Qualitätssicherung des Zulassungsinhabers, muss für einen über das Forschungsprojekt hinaus andauernden Einsatz der Strohkleinballen als Dämmstoff auch der Vertrieb des Produktes geplant werden, der nicht notwendigerweise durch den Zulassungsinhaber selbst erfolgen muss. Daraus ergibt sich der Bedarf an Kooperationsmodellen für die Bereitstellung, die Qualitätssicherung und den Vertrieb des Strohkleinballen-Dämmstoffes. Die Analyse solcher Kooperationsmodelle ist zwar nicht Gegenstand des vorliegenden Projektes, wird aber aufgrund des angestrebten Ziels einer Zulassung der Strohkleinballen-Dämmstoffe soweit dafür notwendig bereits hier vorgenommen.

⇒ *Anforderungen/ Aufgaben, die der Zulassungsinhaber erfüllen sollte:*

- Übernahme der Zulassungsinhabung für die nächsten 3 Jahre
- Übernahme der Kosten für das **Zulassungs- und Zertifizierungsverfahren** (ca. 5.000 Euro, wird nicht gefördert im Rahmen der Fabrik der Zukunft)
- Gewährleisten eines **uneingeschränkten Marktzuganges** für Dämmstoffkunden, d.h. keine Ausgrenzung von potenziellen Kunden, Verkauf der Strohdämmballen zu gleichen Konditionen und Preisen an alle Marktteilnehmer (Zimmereibetriebe, Baumeister etc.)
- **Erreichung von Umsatzzielen:**
 - 16.500 Kleinballen (das entspricht ca. 25 - 30 Häusern) im ersten Jahr
 - 40.000 im zweiten Jahr
 - 120.000 im dritten Jahr (ca. 180 Häuser)

- **Preisfestlegung**

Zur Gewährleistung der Konkurrenzfähigkeit in den ersten drei Jahren wird der Preis aus dem mittleren Preis für Zellulose, Steinwolle und eines Polystyrol-Basisproduktes berechnet, wobei der Preis für den Strohkleinballen-Dämmstoff zwischen 40 % und 60 % dieses Mittelpreises betragen darf, derzeit ca. → 30 €/m³ → 3,5 €/Kleinballen.

- **Qualitätssicherung**

Die notwendigen Maßnahmen für die Zertifizierung und den Eintrag im standardisierten Leistungsverzeichnis.

- **Marketing**

Gemeinsames Erarbeiten eines Marketingkonzepts im Nachfolgeprojekt, Durchführen einzelner Marketingmaßnahmen für eine bestimmte Zielgruppe wie z. B. die Qualitätssicherung nach außen transportieren über Produktkennzeichnung.

⇒ Folgende Unternehmen/Organisationen wurden als Zulassungsinhaber vom Projektteam in einem ersten Schritt in Betracht gezogen:

- **Firma Buhl oder ein anderer Fertighaushersteller:** fungiert nur ein Fertighaushersteller als Zulassungsinhaber ist der breite Einsatz der Strohballedämmung gefährdet.
- **Baustoffhandel:** z.B. Quester, da die Strohballedämmstoffe vorwiegend für Professionisten und nicht für den Endkunden bestimmt sind, kommt nur der auf Professionisten spezialisierte Baustoffhandel in Frage.
- **Holzbereich:** z.B. Pro Holz oder Holzforschung Austria.
- **Strohhändler:** Einzelunternehmer, die aber nicht überall in Österreich vertreten sind. Es gibt keine zentrale Dachorganisation zu diesen Strohhändlern, als Zulassungsinhaber daher weniger geeignet.
- **Maschinenring:** eignet sich nicht gut als Zulassungsinhaber, weil dieser keinen Handel betreibt, sondern er vermittelt nur Maschinen zwischen Landwirten. Der Maschinenring ist eventuell als regionale, dezentrale Organisationsstruktur geeignet, diewicklungsaufgaben (Eigenkontrolle, Logistik, etc.) übernimmt,.
- **Landwirtschaftliche Genossenschaften:** wie z. B. der Heizwerkverband, ein Zusammenschluss von elf Fernheizwerken in Niederösterreich, die sich bereits mit Stroh (allerdings für Heizzwecke) beschäftigen. Die primären Interessen dieser Genossenschaften sind aber möglichst billiges Stroh für Heizzwecke bereitzustellen und nicht qualitativ hochwertiges Stroh für Dämmzwecke, außerdem sind diese Genossenschaften nicht österreichweit tätig. Eventuell könnten die Strohballe als Dämmung für den Heizwerkverband aber ein zweites Standbein werden.

Neben dem Heizwerkverband könnte auch die FEX (Landwirtschaftliche Genossenschaft zur Strohverarbeitung) fungieren oder es könnte die Gründung einer eigenen landwirtschaftlichen Genossenschaft bzw. eines eigenen Unternehmens für die Zulassung und den Vertrieb von Strohkleinballen-Dämmstoffen ins Auge gefasst werden.

- **Erzeugergemeinschaften (EZG):** Es gibt keinen zentralen Verband der EZG, diese sind in Österreich wie die Strohhändler nur punktuell vorhanden. Außerdem sind die finanziellen Mittel für Marketing sehr begrenzt.
- **Landwirtschaftskammer:** Wäre flächendeckend in Österreich vorhanden, ist jedoch kein Unternehmen und kann daher nicht als Zulassungsinhaber fungieren, außerdem fehlt die personelle Kapazität.
- **Landesproduktehandel:** Dies sind einzelne Betriebe ohne österreichweit aktiven Zusammenschluss.
- **ASBN-Strohnetzwerk:** Hier sind keine regionalen Strukturen vorhanden, und keine Kooperationen mit dem landwirtschaftlichen Organisationen wie Landwirtschaftskammern, Lagerhäusern oder Raiffeisen Ware Austria (RWA).

In einem ersten Arbeitsschritt wurde die RWA, oder in kleinem regionalen Rahmen eines der Lagerhäuser, als Zulassungsinhaber favorisiert. Die RWA ist ein Zusammenschluss vieler Lagerhäuser (NÖ, OÖ, Stmk). Nur einige wenige Lagerhäuser in Österreich sind selbständig, die meisten sind Mitglied bei der RWA. Erste Gespräche mit der RWA ergaben, dass diese als Zulassungsinhaber für Österreich in Frage kommt und auch die Zertifizierung übernehmen würde. Für die Qualitätssicherung und Fremdüberwachung würde sich - unter anderem um Transportwege möglichst gering zu halten – eine Aufgabenverteilung an die einzelnen Lagerhäuser anbieten. Diese könnten operative Aufgaben wie z.B. Kundenkontakt, Lieferung von Strohballen an den Kunden bzw. Organisation der Lieferung der Strohballen vom Landwirt zum Kunden, Eigenkontrolle der Strohballen im Lagerhaus und/oder im Lager des Landwirtes, übernehmen.

Vorteile der RWA-Lösung:

- Die RWA ist ein finanzkräftiger Partner, der über ausreichendes Risikokapital verfügt und auch Mittel für PR/Marketing zur Verfügung hat.
- Die RWA kann sich leicht dezentraler, regionaler Strukturen bedienen (Lagerhäuser) und damit Kosten und Umweltbelastung (z.B. durch Transport) sparen.

Nachteile der RWA-Lösung:

- Als einziger, relativ mächtiger Zulassungsinhaber könnte die RWA die Preise für Strohballen-Dämmstoffe, die an die einzelnen Landwirte gezahlt werden, als Nachfragemonopolist bestimmen. Um dieses Problem zu entschärfen, könnten unabhängige Erzeugergenossenschaften eingeschaltet werden, welche die Interessen der Landwirte vertreten und als Verhandlungspartner gegenüber der RWA auftreten.
- Es gibt in Österreich wenige aber doch auch Regionen, wo die RWA nicht präsent ist.

Erste Gespräche mit der RWA und mit den Lagerhäusern Weinviertel Mitte zeigten jedoch, dass

- die RWA und die Lagerhäuser unter anderem Vertriebsorganisationen für landwirtschaftliche Produkte an den landwirtschaftlichen oder privaten ENDKUNDEN (z. B. Häuslbauer) sind.
- die RWA und die Lagerhäuser nicht in den zur Zeit noch risikoreichen Markt mit Strohdämmstoffen einsteigen möchten. Als Voraussetzung seitens der Lagerhäuser wurden in einem Gespräch fixe Liefermengen und fixe, vergleichsweise hohe Preise der Strohdämmstoffe genannt, was vom Projektteam nicht garantiert werden konnte.

Die weitere Recherche nach möglichen Zulassungsinhabern zeigte, dass sich ein Zimmereibetrieb, die Firma Vinzenz Harrer GmbH., sowie ein Unternehmen im Bereich der Beschaffungsberatung, Firma Conness Unternehmensberatungs-, Beschaffungs- und Handels GmbH., für eine Zulassungsinhaberschaft eignen würden. Weiters würden sich an einer Zulassungsinhaberschaft auch zwei der am gegenständlichen Projekt beteiligten Firmen/Forschungspartner beteiligten: Herr Unfried ehemaliger Mitarbeiter der Firma Buhl, jetzt Firma Holzbau Unfried und Herr DI Schwarzmüller, Firma ConsultS (Firmenbeschreibung siehe im Kapitel 8.3 Firmenprofile). Die Zimmereibetriebe repräsentieren die künftigen Abnehmer der Strohballendämmung. Die Firma Vinzenz Harrer GmbH. fertigt außerdem Bauteile vor, die nicht nur im eigenen Betrieb verwendet, sondern auch an andere Zimmereibetriebe vertrieben werden. Damit würde die Strohdämmung über die Firma Harrer auch Eingang in andere Zimmereibetriebe finden. Die Firma Conness beschäftigt sich unter anderem mit der Beschaffungsberatung im Bereich Bauen und Energiecontracting, hat Interesse an einem günstigen, effektiven und ökologischen Dämmstoff und könnte im Zuge der Beschaffungsberatung die Strohdämmung bei potenziellen Nutzern wie z. B. Bauherren platzieren. Erwin Schwarzmüller hat bereits weitreichende Erfahrungen mit dem Baustoff Stroh und könnte den Dämmstoff Stroh als Architekt und Berater bei Bauherren nutzen.

Eine Übernahme der Zulassungsinhaberschaft durch mehrere Zulassungsinhaber wird vom Projektteam gewünscht, um eine möglichst breite Umsetzung zu ermöglichen. Um die vom Projektteam gewünschte, weite Verbreitung der Strohballendämmung zu gewährleisten, ist darauf zu achten, dass die Zulassungsinhaber nicht durch markthemmende Maßnahmen wie z. B. die Preisbildung die Verbreitung der Strohballendämmstoffe einschränken und den Dämmstoff eventuell nur für eigene Zwecke (in der eigenen Zimmererei) nutzen. Daher wurde vom Projektteam eine gemeinsame Zulassungsinhaberschaft durch die genannten vier Betriebe angestrebt und ein Vertragsentwurf für die Übernahme der Zulassungsinhaberschaft in den ersten drei Jahren entworfen. Im Nachfolgeprojekt „Stroh Koop“, das in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, sollte nun der Kreis der Zulassungsinhaber noch um zwei bis drei Firmen erweitert und der Vertragsentwurf mit den Zulassungsinhabern verfeinert werden.

8.2 VERTRAGSENTWURF

Vertrag

Zulassungsinhaber für zertifizierte Stroh-Kleinballen

abgeschlossen zwischen Zulassungsinhaber mit dem heutigen Datum..... unter der Federführung von:

Angaben zum Zulassungsinhaber

nachfolgend kurz "Zulassungsinhaber" genannt,

und

(Vertragspartner: FFF, Ministerium oder Projektteam „Stroh kompakt“)

nachfolgend kurz „Stroh kompakt“ genannt.

1. Gegenstand des Vertrages

Gegenstand des Vertrages zwischen dem Zulassungsinhaber und Stroh kompakt ist die Übernahme der Zulassungsinhabung für zertifizierte Stroh-Kleinballen für die nächsten drei Jahre.

2. Aufgaben des Zulassungsinhabers

2.1 Die Kosten für das Zulassungs- und Zertifizierungsverfahren in Höhe von ca. € 5.000,-- sind vom Zulassungsinhaber zu übernehmen.

2.2 Der Zulassungsinhaber gewährleistet einen uneingeschränkten Marktzugang für Dämmstoffkunden, d.h. keine Ausgrenzung von potenziellen Kunden und Verkauf der Strohdämmballen zu gleichen Konditionen und Preisen an alle Marktteilnehmer (Zimmereibetriebe, Baumeister etc.).

2.3 Erreichung von Umsatzzielen:

- 16.500 Kleinballen (das entspricht ca. 25 - 30 Häusern) im ersten Jahr
- 40.000 im zweiten Jahr
- 120.000 im dritten Jahr (ca. 180 Häuser)

2.4 Preisfestlegung

Zur Gewährleistung der Konkurrenzfähigkeit in den ersten drei Jahren wird der Preis aus dem mittleren Preis für Zellulose, Steinwolle und eines Polystyrol-Basisproduktes berechnet, wobei der Preis für den Strohkleinballendämmstoff zwischen 40 % und 60 % dieses Mittelpreises betragen darf (derzeit ca. → 30 €/m³ → 3,5 €/Kleinballen).

2.5 Qualitätssicherung

Der Zulassungsinhaber ist verpflichtet, die notwendigen Maßnahmen für die Zertifizierung und den Eintrag im standardisierten Leistungsverzeichnis durchzuführen.

2.6 Marketing

Vom Zulassungsinhaber wird gemeinsam mit Stroh kompakt ein Marketingkonzept erarbeitet. Das Durchführen einzelner Marketingmaßnahmen für eine bestimmte Zielgruppe, wie z. B. die Qualitätssicherung über die Produktkennzeichnung, obliegt dem Zulassungsinhaber.

3. Nutzen für den Zulassungsinhaber

3.1 Zulassungsinhabung

Zulassungsinhabung und damit Vertriebsmöglichkeit eines auf europäischer Ebene zugelassenen Dämmstoffes für die nächsten drei Jahre (2004-2006). Nach Ablauf der 3 Jahre besteht die Möglichkeit für die Weiterführung der Zulassungsinhabung gemäß im vorhinein definierter Bedingungen, diese sind Gegenstand eines separaten Vertrages!

3.2 Dem Zulassungsinhaber steht die Nutzung sämtlicher Forschungsergebnisse aus Stroh kompakt zu, insbesondere:

- sämtliche Erstprüfungen, die für die Zulassung der Strohbällen notwendig sind,
- Test zu Setzung von Stroh,
- Studie zur Schimmelbildung vom IBO,
- Betreuung der Einreichung der Zulassung (erstellen der Verarbeitungsrichtlinie usw.).

3.3 Von Stroh kompakt wird eine gemeinsame Folgeprojektaquisition übernommen, die untenstehende Ziele verfolgt:

- Marketingkonzept,
- betriebswirtschaftliches Kooperationsmodell,
- Öffentlichkeitsarbeit (Internet, Artikel in Zeitschriften, Networking).

4. Allgemeine Vereinbarungen

4.1 Diese Vereinbarung wird in zwei Ausfertigungen errichtet, wovon jeder Vertragspartner ein Exemplar erhält.

4.2 Änderungen dieser Vereinbarung bedürfen der Schriftform und können nur einvernehmlich vorgenommen werden.

4.3 Als Gerichtsstand wird Wien vereinbart.

5. Rechte und Pflichten der Vertragspartner

5.1 „Stroh kompakt“ wird vom Zulassungsinhaber das Recht eingeräumt, dieses realisierte Projekt als Referenzprojekt zu führen und für Werbung, Vorträge, Fachartikel etc. zu verwenden. Die Weitergabe bzw. Verwendung von Daten darf nur in Abstimmung und mit ausdrücklicher Zustimmung des Zulassungsinhabers erfolgen.

5.2 Gegensätzliche Ansichten zwischen „Stroh kompakt“ und dem Zulassungsinhaber sind schriftlich zu protokollieren.

5.3 Bei Entscheidungen des Zulassungsinhabers, die das Projekt gefährden, ist „Stroh kompakt“ zum Rücktritt von diesem Vertrag berechtigt. Der Zulassungsinhaber hat den bis zu diesem Zeitpunkt aufgelaufenen Aufwand von „Stroh kompakt“ zu ersetzen.

5.4 Der Zulassungsinhaber hat seinerseits das Rücktrittsrecht von dieser Vereinbarung, wenn „Stroh kompakt“ schuldhaft wesentliche Teile der Vereinbarung nicht erfüllt oder durch Entscheidungen oder Handlungen das Projekt wesentlich gefährdet.

5.5 Der Zulassungsinhaber verpflichtet sich, die von „Stroh kompakt“ zur Verfügung gestellten Unterlagen und Daten nicht an Dritte weiterzugeben, sofern dies nicht ausdrücklich von „Stroh kompakt“ gestattet wird.

Datum:

Ort:

Für den Zulassungsinhaber

Für „Stroh kompakt“

.....

.....

8.3 FIRMENPROFILE

Im Folgenden findet sich eine Beschreibung der Firmen, welche die Zulassung der Strohhallendämmstoffe beantragen möchten. Im Rahmen des in der 3. Ausschreibung der „Fabrik der Zukunft“ eingereichten Forschungsprojektes „Stroh Koop“ könnte der Kreis der Zulassungsinhaber erweitert werden bzw. Kooperationsmodelle zwischen Akteuren entlang der Wertschöpfungskette Strohhallendämmstoff definiert werden.

⇒ *Conness Unternehmensberatungs-, Beschaffungs- und Handels GmbH (im Folgenden kurz Conness)*

Die Firma Conness wurde im August 2003 gegründet. Die Gesellschafter sind die Conness Energieberatungs- Planungs- und Betriebs GmbH., Herr Peter Mayrold-Neubauer und Herr Gehrt Ettl, der auch gleichzeitig Geschäftsführer ist.

Unternehmensgegenstand ist eine neue innovative Dienstleistung: ProCheck. Ziel von ProCheck ist die Optimierung der Beschaffung für den Kunden. Optimiert wird der gesamte Beschaffungsvorgang, von der Definition der Anforderung bis zur Lieferung bzw. Inbetriebnahme.

Durch die Optimierung der Beschaffung werden die Kosten der Kunden kurz-, mittel- und langfristig gesenkt. Die resultierenden Einsparungen werden zwischen den Kunden und Conness geteilt. Conness optimiert folgende Beschaffungsbereiche:

- Überprüfung der Lieferkonditionen
- Erstellung und Abwicklung von Ausschreibungen
- Preisverhandlungen
- Erstellung von Rahmenvereinbarungen und Verträgen
- Optimierung der Materialwirtschaft
- Umsetzung „schlanker“ Abläufe in der Beschaffung
- Schulungen und Workshops

Zielgruppe sind kleine und mittlere Unternehmen und Gemeinden, die nicht selbst über eine eigene Einkaufsabteilung und ein professionelles Beschaffungsmanagement verfügen. Der Schwerpunkt des Beschaffungsmanagements liegt in den Bereichen Architekten, Gewerbe (Klein- und Mittelbetriebe) in den Branchen Hoch- und Tiefbau, Tischlerei, Zimmerei, Heizungs- und Sanitärinstallationsunternehmen, Elektroinstallationsunternehmen, holzverarbeitende Industriebetriebe sowie steirische Gemeinden.

⇒ *Vinzenz Harrer GmbH*

Die Firma Harrer wurde im Februar 1994 gegründet und zählte 5 Mitarbeiter. Wurden anfänglich Zimmermannsarbeiten aller Art durchgeführt, so entwickelte sich der dynamische Betrieb in Folge rasch zum idealen Ansprechpartner für die Ausführung von Dachkonstruktionen, Wintergärten, Stiegenbau und die Verlegung von Fußböden. Umwelt- und energiebewusste Standards im modernen Holzbau veranlassten Herrn Harrer, sich mit der Verarbeitung von Zellulosedämmstoffen zu beschäftigen.

Pionierarbeit in dieser neuen Technik profilierte den Betrieb als kompetenten Ansprechpartner für Architekten, Planer, Gewerbetunden und Wärmedämm-Fachbetriebe. Heute stellt die intensive Betreuung dieser Betriebe einen zentralen Aufgabenbereich des Unternehmens dar. Der nunmehr auf 21 Mitarbeiter angewachsene Betrieb entwickelte sich zu einem der größten Anbieter alternativer Dämmsysteme - namhafte Unternehmen aus Industrie, Handel und Gewerbe zählen zu den Kunden.

Als Partner im Holzbau hat sich die Firma Vinzenz Harrer GmbH auf die Zulieferung von innovativen Produkten an den kompetenten Holzbau- und Fertighausbetrieb am Markt etabliert. Es werden Lösungen in allen Fertigungs- und Montagebereichen für den Fachbetrieb angeboten. Einen besonderen Stellenwert im Unternehmen stellt die Problemlösung von speziellen Anordnungen unserer Kunden dar. Durch die mittlerweile beinahe internationale Verknüpfung mit Spezialisten aus verschiedensten Bereichen können individuelle Anforderungen für unsere Kunden realisiert werden.

Durch die ständig wachsende Anforderung an die geschaffenen Wohnräume, gehören die Optimierung der Bauphysik, Energiekonzepte sowie die Entwicklung von verschiedenen Holzbausystemen zum Aufgabenbereich der Firma Vinzenz Harrer GmbH. Das Niedrigenergiehaus ist im Holzbau Standard und kann durch unsere Systeme optimal und zu vernünftigen Kosten realisiert werden. Baubiologie und Umweltbewusstsein gehören zu unseren Pflichten.

Nicht nur die Optimierung des Dämmstandards gehört zu unseren Herausforderungen, sondern auch der Einsatz von ökologisch einwandfreien und naturnahen Bauprodukten.

⇒ *ConsultS*

Erwin Schwarzmüller DI, ConsultS - Nachhaltige Produktentwicklung Stadtökologie, Passivhaus (Beratung, Optimierung, Schulung);

Seit über 25 Jahren in der Architektur tätig, berate ich seit mehr als 10 Jahren Baufrauen/herren, Bau-träger, Bauprofis wie Architekten, Baumeister und Haustechnikplaner und -ausführende bei der Umsetzung ihrer Niedrigenergiehaus- bis Nullheizenergiehausprojekte. Ich betreue oder juriere Wettbewerbe, organisiere und unterrichte in Ausbildungen für Bauprofis zum Themenkreis Nachhaltig Bauen und Passivhaus.

Die Entwicklung nachwachsender Rohstoffe zählt, wie die Energieoptimierung und die Stadtökologie, zu meinen bevorzugten Arbeitsbereichen.

Wenn es um den Themenbereich Niedrigenergiehaus, nachwachsende Rohstoffe, effizienter Ressourceneinsatz, Sanierung und Stadtökologie geht, sind mir private wie öffentliche Baufrauen/ herren, Profesionisten aus dem Baugewerbe, Gemeinden, Institutionen auf Landes- und Bundesebene gleich willkommen.

Meine Kunden profitieren von:

- Langjähriger, berufsübergreifender Projekterfahrung
- Besten Kontakten in der Bauwelt
- Kenntnis neuester Produkte und Innovationen
- Erfahrung mit Entwicklung und Umsetzung von Fördersystemen
- Internationaler Weiterbildung
- Nationaler Netzwerkzusammenarbeit

Firmengründung und einige Projekte:

- 2001 Gründung ConsultS Büro für nachhaltige Produktentwicklung, Stadtökologie und Passivhaus
- damit im Business Wettbewerb „Nachhaltig Wirtschaften“ des bmvit ausgezeichnet
- 2001-2002 Studie „Passivhausstandard für den Wiener Wohnungsneubau“ mit Robert Korab für WBSF
- 2001-2003 „Stroh kompakt“ mit Österr. Ökologie Institut, AGRAR Plus, Haus d. Baubiologie, Bau
<http://www.ecology.at/projekt/projekt.php?projektID=209&back=%2Fprojekt%2Freferenz.php%2329>
- 2002 Gründungs- und Vorstandsmitglied der IG Passivhaus Ost

- 2002-2003 www.Grandhotel-Toblach.com : „Bauen im Solaren Zeitalter“ Weiterbildungskurse für Professionisten. Programmierung, Referentenauswahl gemeinsam mit Dr. Hans Glauber, Ökologieninstitut Bozen, Referent
- 2003 Bildungsnetzwerk der Energieagentur Murtal: Murau Referent
- 2003 Projektbegleitung, PH Expertise, Bauphysik für Wohnhaus der WOGEM (in Arbeit)
- 2003-2004 Sanierung 5 Objekte im nördl. NÖ & Südmähren mit Strohdämmung (Zusage NÖ Wohnbauforschung)
- 2003-2004 Entwicklung eines Passivhauskonzeptes und bauphysikalische Dimensionierung Wohnbau in Stammersdorf
- 2003- 2004 Sanierungskonzept und Aufstockung in PH Qualität einer Wohnanlage in Wien 1110
- 2003 Fachliche Begleitung der ÖGUT beim Schirmmanagement zum „Haus der Zukunft“- Programm des bmvit
- ab 2003-2004 Redaktion Internetplattform Infoknoten NAWARO der GrAT

⇒ *Holzbau Unfried GmbH*

Unternehmensgeschichte

Die Firma Holzbau Unfried GmbH wurde 2003 gegründet. Sie beschäftigt zur Zeit 12 Mitarbeiter und hat sich auf Passivhäuser spezialisiert. Mitarbeit im Vorprojekt „Stroh kompakt“, damals noch für die Firma Buhl. Im Rahmen von „Stroh kompakt“ wurden zwei Pilotgebäude mit Strohdämmstoffen errichtet und Bauteilprototypen gebaut.

Lebenslauf Gerhard Unfried

Geboren: 27. November 1970 in Hartberg/Stmk.

Berufsschule in Pöchlarn, Lehrabschlussprüfung, Bauhandwerkerschule in Hallein, Meisterprüfung

Praxis:

- Zimmerei Heigl Bau in Herzogenburg, vom 01.07.1986 bis 31.03.1990
Lehre und Geselle
- Präsenzdienst vom 01.04.1990 bis 30.11.1990
- Zimmerei Sattler in Reichersdorf, vom 17.12.1990 bis 03.02.1992
Leitende Funktion als Bundzimmerer
- Blüml-Bau GesmbH in Stanzendorf, vom 13.04.1992 bis 17.09.1995
Leitende Funktion als Bundzimmerer / Polier
- Zimmerei Pfeiffer in Stanzendorf, vom 26.03.1996 bis 30.12.1997
Leitende Funktion als Bundzimmerer / Polier
- Fa. Buhl GmbH in Gars/Kamp, vom 14.04.1998 bis 28.02.2003
Leitung der Zimmerei

9 QUALITÄTSEIGENSCHAFTEN STROH- KLEINBALLENDÄMMSTOFF – PRÜFAN- ORDNUNG, ERGEBNISSE UND PRÜFPRO- TOKOLLE

Die hier beschriebenen Prüfungen wurden im Zeitraum von der 32. Kalender Woche 2002 bis zur 47. Kalenderwoche 2003 durchgeführt. Prüfanstalten waren die MA39 - Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien (Prüfungen zum Brandschutz der mit Wasserglas behandelten Strohballen), sowie das Österreichische Forschungsinstitut für Chemie und Technik. Die Messungen und Simulationsrechnungen in Bezug auf das Schimmelverhalten von Stroh in dem hier definierten Bauteilaufbau des Instituts für Bau- und -ökologie werden gesondert im Anhang A beschrieben.

9.1 ERGEBNISSE DER PRÜFUNGEN IM ÜBERBLICK

Ballenmaße im Mittel

Tabelle 13: Ballenmaße im Mittel (Quelle: OFI-Prüfbericht 10.125)

Landwirt:	Ederer	Bauer	Haimerl
Länge (cm)	69	75	86
Breite (cm)	51	47	49
Höhe (cm)	36	37	36
Dichte (kg/m ³)	81,4	61,5	85,3
Masse (kg)	10	8	13

Wärmeleitfähigkeit

⇒ *Versuchsanordnung*

Aufgrund der für eine Europäisch-Technische-Zulassung vorgeschriebenen Prüfungen, konnte die in Österreich bereits durchgeführte Prüfung der Wärmeleitfähigkeit (siehe Wimmer et. al 2001) aufgrund unterschiedlicher Versuchsanordnung nicht übernommen werden. Die Wärmeleitfähigkeit λ wird bei 10° C Mitteltemperatur im trockenen Zustand nach EN12667 gemessen, vorherige Lagerbedingungen: 6 h lang bei 23 °C, 50 % Luftfeuchte, sowie bei 23 °C, 85 % Luftfeuchte. Bestimmung des Umrechnungsfaktors nach ÖN E10456. Die Probenvorbereitung ist aufgrund des gemäß Norm geforderten Prüfgerätes (2-Platten-Poensengerät, Heizplatte 400 mm x 400 mm) nicht trivial: Die Probe muss zur Erreichung der geforderten Dichten wesentlich vorverdichtet werden.

⇒ Prüfergebnisse

Tabelle 14: Prüfergebnisse Wärmeleitfähigkeit (Quelle: OFI Prüfbericht Nr. 10.125, Nr. 300.779 und Nr. 300.779-b)

	Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur λ_{10} W/mK	Massebezogener Feuchtegehalt u ; kg/kg	Massebezogener Umrechnungsfaktor f_u ; kg/kg
Trocken	0,045 (Nennwert, repräsentativ für mind. 90 % der Produktion bei einem Vertrauensniveau von 90 %)		
23 °C/50 %	$\lambda_{D(23/50)} = 0,046$	0,058	0,2
23 °C/85 %	$\lambda_{10(23/85)} = 0,050$	0,15	0,7

$\lambda_{D(23/50)}$ berechnet sich aus dem Wert $\lambda_{(10, tr, 90/90)}$ und dem Umrechnungsfaktor für den Feuchtegehalt

$$F_m = e^{f_u (u_2 - u_1)} \text{ wie folgt: } \lambda_{(10, tr, 90/90)} * e^{f_u (u_2 - u_1)} = 0,045 * e^{0,2 (0,058 - 0)} = 0,045 * 1,0117 \text{ W/mK.}$$

Die Prüfergebnisse zur Wärmeleitfähigkeit sind in den Prüfprotokollen 10.125, 300.779 und 300.779b enthalten.

Abbildung 22: Probenvorbereitung Wärmeleitfähigkeitsprüfung (Quelle: ConsultS Erwin Schwarzmüller)



Brennbarkeit

Eine Prüfung zur Brennbarkeit des Dämmstoffes wurde bereits in Wimmer et al. 2001 durchgeführt, wobei hier das Ergebnis B2 erreicht wurde. Eine Umschreibung dieses Prüfergebnisses auf die EU-Klassifizierung E wurde in diesem Projekt initiiert. Weiters wurde die Brennbarkeit von Strohballen, die mit Wasserglas behandelt wurden (siehe dazu Kapitel 6) in einer Prüfung der MA 39 (Kleinbrennertest) ermittelt. Die Ergebnisse der Prüfung zeigen, dass der mit Wasserglas behandelte Strohballen Klasse E problemlos erreicht (siehe dazu Prüfprotokoll „Klassifizierung zum Brandverhalten von mit Wasserglas behandeltem Stroh, Seite 3).

Strömungswiderstand

Die Prüfung wird gemäß EN 29053 nach dem Luftgleichstromverfahren durchgeführt, die Orientierung der Strohhalme erfolgte vertikal zur Öffnung des Prüfzylinders⁷. Der Strömungswiderstand wurde bei zwei unterschiedlichen Dichten gemessen und daraus wurden folgende Strömungswiderstände ermittelt:

Tabelle 15: Strömungswiderstand (Quelle: OFI-Prüfbericht)

Mittlere Dichte in kg/m ³	Mittlerer Spez. Strömungswiderstand (Pa.s/m)
90	429.9
109	702.6

Die Prüfergebnisse zum Strömungswiderstand sind im Prüfprotokoll 10.125 enthalten.

Wasseraufnahme bei kurzzeitigem, teilweisen Eintauchen

Diese Messung erfolgte gemäß ÖN EN 1609:1996, Verfahren A; Es wurde eine mittlere flächenbezogene Wasseraufnahme von 4,3 kg/m³ ermittelt. Die Prüfergebnisse zur Wasseraufnahme sind im Prüfprotokoll 10.125 enthalten.

Restkornanteil und Unkrautbeisatz

Tabelle 16: Restkornanteil und Unkrautbeisatz (Quelle: OFI-Prüfbericht)

Landwirt:		Ederer	Bauer	Haimerl
Stichprobe 1	Restkornanteil Gew. %	0,02	0,11	0,36
Stichprobe 1	Unkrautbeisatz Gew. %	0,00	0,08	0,45
Stichprobe 2	Restkornanteil Gew. %	0,04		0,04
Stichprobe 2	Unkrautbeisatz Gew. %	0,02		0,01

Obige Tabelle zeigt, dass Restkornanteil und Unkrautbeisatz bei allen drei Landwirten relativ gering (zwischen 0 und 0,45 Gew. %) liegen. Beim Landwirt Ederer (geringste Werte der ersten Stichprobe) und Haimerl (höchste Werte der ersten Stichprobe) wurden zwei Stichproben ausgezählt, die ähnliche Ergebnisse zeigen.

Die Prüfergebnisse zum Restkornanteil und Unkrautbeisatz sind im Prüfprotokoll 10.125 S. 5 enthalten.

Schimmelresistenz

Die Bewertung des Pilzwachstums erfolgte gemäß ÖN EN ISO 846 (Bestimmung der Einwirkungen von Mikroorganismen auf Kunststoffe: Ausgabe 9/1997). Aufgrund der Ergebnisse werden die gemäß ÖN B 6010 gelagerten Proben (3 Stück 50 mm x 50 mm x 100 mm) in die Wachstumsintensitätsstufe 3 – Wachstum mit bloßem Auge erkennbar, bis zu 50 % der Probenoberfläche bewachsen – eingeteilt. Siehe Prüfprotokoll 300.779-a. Bei der für die Europäisch-Technische-Zulassung geforderten Versuchsanordnung zeigt sich damit - wie erwartet - Schimmelbildung. In die Zulassung des Strohkleinballen-Dämmstoffes ist in Abstimmung mit dem OIB „Klasse 3“ einzutragen. Gleichzeitig ist in den Verwendungshinweisen in der Zulassung zu definieren, auf welche Bauteilkonstruktionen der Einsatz des Stroh-Dämmstoffes begrenzt ist, um eine Schimmelbildung zu vermeiden.

⁷ Aus den Strohhallen wurden entsprechend der Prüfvorschrift Proben mit 3 mm Überstand ausgestanzt. Diese wurden dann mit unterschiedlicher Verdichtung in die Röhre des Widerstandsmessgeräts gepackt.

Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen des Österreichischen Institut für Baubiologie und -ökologie zeigen, dass in der hier untersuchten Strohwand (siehe dazu Kapitel 11) trotz der vergleichsweise ungünstigen Voraussetzungen des Strohdämmstoffes kein Schimmelpilzwachstum stattfindet und damit auch die Belastung durch MVOC-Emissionen nicht gegeben ist.

Ergebnisse der Simulationsrechnungen:

- Insgesamt kann auf der Grundlage der durchgeführten Messungen und Simulationen davon ausgegangen werden, dass die hinterlüftete Strohwand bei fachgerechter Ausführung eine ausreichende Sicherheit vor Schimmelpilzbildung bietet.
- Durch die hinterlüftete Ebene wirkt sich der Schlagregen nur vernachlässigbar auf das Feuchteverhalten der Wand aus.
- Der Diffusionswiderstand der OSB-Platte und das Diffusionsverhalten des Strohs haben nur einen geringen Einfluss auf das hygrothermische Verhalten der Strohwand.
- Die MVOC-Emissionen an schimmelbefallenem Stroh liegen zum Teil in einem hohen Bereich. Neben der toxikologischen Wirkung der emittierten MVOC's ist eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch schimmeltypische Gerüche nicht auszuschließen. Im Normalfall steht die Luft aus der Dämmebene nicht oder nur in geringem Ausmaß mit der Raumluft in Verbindung. Zudem tritt in der untersuchten Konstruktionen keine Schimmelbildung auf.
- Die Auswirkung der hygrothermischen Zustände in typischen Anschlüssen (z.B. Kellerdecke, Dach) sollten in weiterführenden Untersuchungen erforscht werden. Zudem ist eine messtechnische Überprüfung der auftretenden hygrothermischen Zustände in ausgeführten Strohänden jedenfalls anzustreben. Die Entwicklung von Bauteilen und Anschlüssen für den Einsatz von Stroh, sowie eine messtechnische Überprüfung der hygrothermischen Zustände, wird daher im Projekt „Stroh und Holz“, das in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, angestrebt.

Die Simulationsrechnungen sind in Anhang A in Detail dargestellt.

Setzung

Obwohl in der Europäisch-Technischen-Zulassung nicht gefordert, wurde der in diesem Projekt vorgeschlagene Bauteil (siehe dazu Kapitel 11) auch eine Prüfung bei Extrembedingungen beim Transport für das Setzmaß unter Erschütterung durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Setzung im Bauteil im Ausmaß von maximal 2,3 % bzw. 70 mm erfolgt. Im Vergleich dazu werden z. B. in der Wiener Verordnung MA 64-BA 67/2002 für lose Dämmstoffe maximal 20 % vorgeschrieben. Die Setzung von Stroh liegt damit weit unter dieser geforderten Grenze. Die Ergebnisse sind aus dem Prüfprotokoll 301.476 ersichtlich.

Abbildung 23: Stroballen beim Setztest (Quelle: OFI)



9.2 PRÜFPROTOKOLLE


Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik

A-1030 Wien, Franz Grill-Straße 5, Arsenal, Objekt 213
Tel (+43 1) 798 16 01 - 0, Fax (+43 1) 798 16 01 - 8, <http://www.ofi.co.at>

Prüfbericht Nr.: **10.125** Datum: 2003-03-20

Strohballen
Dämmstoff auf Basis von Stroh

Antragsteller: Österreichisches Ökologie-Institut
Für angewandte Umweltforschung
Seidengasse 13

A-1070 Wien

Gegenstand: Dämmstoff auf Basis von Stroh

Inhalt: Prüfungen zur Baustoffzulassung
von Strohballen als Dämmstoff gemäß CUAP-Richtlinie

Antrag: schriftlich vom 15.07.2002, durch Frau Adensam

Datum der Probenahme: 2002-07-31

Ort der Probenahme: Maiersch (NÖ)

Eingang der Proben: 2002-08-05

Zeichen: Ing. Jech / Mit

Österreichische Creditanstalt, Wien 1, Schuberting 14, BLZ 12000, Konto-Nr. 0966-49504/00,
Gericht: Wien, Firmenbuch-Nr.: FN 71847 h, Rechtsform: Verein, UID: ATU 1637 1502
Stand Wien.

 GZ: 32714/630.D02/98

 DAP-PL-2032.00

Ein nach DIN EN 45001
durch die DAP Deutsches
Akkreditierungssystem Prüf-
wesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

1 AUFGABENSTELLUNG

Auftragsgemäß sollte an den am 31. Juli durch einen offiziellen Vertreter des *ofi*-Bauinstitutes entnommenen Proben der Höfe Ederer, Bauer und Haimerl eine Erstprüfung im Rahmen der CUAP – Richtlinie durchgeführt werden.

2 PROBEMATERIAL

Für die Erstprüfung wurden je 20 Strohballen mit den Nennmaßen

Ederer-Hof:	ca. 70cm x 50cm x 35cm
Bauer-Hof	ca. 70cm x 50cm x 35cm
Haimerl-Hof	ca. 90cm x 50cm x 35cm

entnommen.

Die Strohballen sind mit je 2 Kunststoffschnüren gebunden und nicht kaschiert.

3 PRÜFUNGEN

Alle Prüfungen wurden gemäß CUAP – Common Understanding of Assessment Procedure (Thermal insulation materials and/or acoustic insulation materials made of vegetable fibres) – durchgeführt.

Der Prüfzeitraum erstreckte sich von der 32. KW bis zur 45. KW 2002.

4 ERGEBNISSE

4.1 KENNZEICHNUNG

Bei einer Erstprüfung werden keine Anforderungen an die Kennzeichnung gemäß CUAP gestellt.

4.2 ABMESSUNGEN UND ROHDICHTE

Die Messung und Ermittlung der Prüfergebnisse der Länge und Breite erfolgte gemäß ÖN EN 822:1995, der Dicke gemäß ÖN EN 823:1995 (Prüflast 250 Pa). Abweichend zu den genannten Normen wurden die Ergebnisse auf Zentimeter gerundet.

Die Berechnung der Rohdichte erfolgte gemäß ÖN EN 1602:1997.

Tab. 1: Strohballen, Ederer – Hof

Proben Nr.	Länge l [cm]	Breite b [cm]	Dicke [cm]	Rohdichte [kg/m ³]
1	67	52	35	68,9
2	72	48	38	55,6
3	65	53	36	71,8
4	67	51	36	88,6
5	67	50	35	94,7
6	67	52	36	90,9
7	70	51	36	88,7
8	66	51	36	79,2
9	65	51	36	80,4
10	68	50	36	92,3
11	70	51	37	90,1
12	67	50	35	82,7
13	65	51	36	88,8
14	73	51	37	81,3
15	66	51	36	94,1
16	70	51	36	78,6
17	68	51	36	80,9
18	72	51	36	77,9
19	78	48	38	57,6
20	70	51	35	84,0
Mittelwert	69	51	36	81,4

Tab. 2: Strohballen, Bauer – Hof

Proben Nr.	Länge l [cm]	Breite b [cm]	Dicke [cm]	Rohdichte [kg/m ³]
1	81	48	38	58,2
2	72	47	37	60,7
3	75	47	37	64,4
4	79	48	38	59,0
5	77	47	37	61,2
6	71	47	36	60,8
7	65	50	36	82,1
8	76	47	38	63,4
9	77	47	36	59,1
10	73	47	37	58,3
11	77	47	37	61,2
12	74	47	37	58,3
13	76	47	37	65,1
14	71	47	37	64,0
15	76	47	38	53,8
16	76	47	37	62,8
17	77	47	38	64,0
18	76	47	36	58,3
19	75	47	37	58,3
20	73	47	37	57,5
Mittelwert	75	47	37	61,5

Tab. 3: Strohballen, Haimerl – Hof

Proben Nr.	Länge l [cm]	Breite b [cm]	Dicke [cm]	Rohdichte [kg/m ³]
1	86	48	37	76,6
2	86	48	37	85,1
3	88	48	36	84,2
4	86	48	36	92,2
5	85	49	36	84,7
6	86	49	36	82,4
7	91	49	35	88,4
8	90	48	36	92,6
9	86	49	36	79,8
10	81	49	36	83,3
11	84	49	37	76,2
12	86	49	36	82,4
13	85	49	36	92,0
14	90	50	36	88,9
15	83	48	37	93,6
16	91	48	36	90,3
17	85	47	36	86,9
18	87	49	36	80,8
19	84	47	36	83,0
20	85	48	35	83,3
Mittelwert	86	48	36	85,3

4.3 BESTIMMUNG DES RÖSTGRADES

Grenzwerte des Röstgrades im Bezug auf den Feuchtigkeitsgehalt:

Feucht/grün	< 15% Feuchte
Leicht unreif	11% - 15% Feuchte
Vollreif	< 11% Feuchte

Gemäß Feuchtigkeitsgehalt (siehe Pkt. 4.4) der Proben 1 – Ederer, 2 – Haimerl und 3 – Bauer werden die Proben als **vollreif** eingestuft.

4.4 BESTIMMUNG DES FEUCHTIGKEITSGEHALTS

Die Prüfung erfolgte gemäß DIN 51718. Hierfür wurden stichprobenartig aus je einem Strohballen Proben entnommen und bei 103°C getrocknet.

Tab. 4: Einzelwerte der Messung

Probe	Feuchtigkeitsgehalt	Wassergehalt
1 - Ederer	9,0	8,2
2 - Haimerl	9,9	9,0
3 - Bauer	10,2	9,2
Mittelwert	9,7	8,8

4.5 RESTKORNANTEIL UND UNKRAUTBEISATZ

Für die Prüfung wurde je Entnahmestelle stichprobenartig ein Strohballen geprüft.

Tab. 5: Einzelwerte der Messung

Probe	Restkornanteil	Restkornanteil	Unkrautbeisatz	Unkrautbeisatz
	[g]	[%]	[g]	[%]
1 - Ederer	0,8	0,02	0,0	0,0
2 - Haimerl	21,4	0,36	27,1	0,45
3 - Bauer	4,0	0,11	3,0	0,08
Mittelwert	--	--	--	--

4.6 STÄNGELDICKE

Für die Prüfung wurde je Entnahmestelle stichprobenartig ca. 95 Stängel pro Strohballen mittels Schiebelehre geprüft.

Tab. 6: Einzelwerte der Messung

Probe	Mittelwert [mm]	Standardabweichung [mm]
1 - Ederer	3,4	0,4
2 - Haimerl	4,2	0,7
3 - Bauer	3,4	0,5

4.7 BRANDVERHALTEN (B2 - NORMALBRENNBAR)

Die **Bestimmung des Brandverhaltens (Entzündbarkeit) beim Abbrand** erfolgte in einem Prüfkasten, der den in der EN ISO 11925, Teil 2 („Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test ISO 11925-2:2002“) angegebenen Anforderungen entspricht; die Prüfung erfolgte normgemäß (Beflammungsdauer 15 s).

An den Proben wurden jeweils 3 Flächenbeflammungen durchgeführt.

Die Rohdichte der beflamten Proben betrug ca. 80 kg/m³

Vor den Prüfungen wurden die Proben bei 80°C bis zur Massekonstanz getrocknet und anschließend im Normklima 23/50 gemäß ÖNORM ISO 554 rückkonditioniert.

Tab.7: Ergebnisse der Brandprüfung

Flächenbeflammung (Anordnung der Stängel)		horizontal quer			horizontal längs		
		[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
Zeit bis Erreichen der Messmarke	[s]	--	--	--	--	--	--
Entzündung	[s]	15	15	15	15	17	17
Brennendes Abfallen der Probe		--	--	--	--	--	--
Nachglimmen (Dauer)	[s]	50	55	35	85	160	55

Gemäß EN ISO 11925-2 beziehen sich die Prüfergebnisse auf das Brandverhalten unter den besonderen Bedingungen der Prüfung; sie stellen nicht das einzige Kriterium zur Bewertung des potentiellen Brandrisikos des Bauprodukts in der praktischen Anwendung dar.

4.8 WÄRMELEITFÄHIGKEIT

Die Messung der Wärmeleitfähigkeit erfolgte gemäß ÖN EN 12667:2001 (Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät – Dicke Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand)

Tab 8: Ergebnisse der Wärmeleitfähigkeitsmessung

Probe	Messwert $\lambda_{10,fr}$ [W/mK]	Nennstärke [mm]	Rohdichte [kg/m ³]	Temperaturdifferenz [K]
1	0,0436	100	86	12,0
2	0,0436	100	81	11,6
3	0,0432	100	113	12,2

Die Ermittlung des Nennwertes der Wärmeleitfähigkeit erfolgte gemäß ÖN EN 10456:2000 bei 10°C Mitteltemperatur (im trockenen Zustand) und ist repräsentativ für mindestens 90% der Produktion bei einem Vertrauensniveau von 90% ($\lambda_{90/90}$)

$$\lambda_{90/90} = 0,0445 \text{ W/mK}$$

der Nennwert wird auf das nächsthöhere 0,001 W/mK aufgerundet.

Der Nennwert beträgt somit

$$0,045 \text{ W/mK}$$

Für die Ermittlung des Umrechnungsfaktors für den Feuchtegehalt F_m wurden folgende Werte gemäß EN 10456:1999 zugrunde gelegt.

massebezogener Feuchtegehalt bei 23°C / 50% rel. Luftfeuchte (u) = 0,06 kg/kg

massebezogener Feuchtegehalt bei 23°C / 80% rel. Luftfeuchte (u) = 0,09 kg/kg

massebezogener Feuchteumrechnungskoeffizient (f_u) = 0,2 kg/kg

4.9 STRÖMUNGSWIDERSTAND

Die Prüfung erfolgte gemäß EN 29053 nach dem Luftgleichstromverfahren. Für die Prüfung wurden aus 3 Strohballen je 3 Proben ausgestanzt und mit 3mm Übermaß in die Versuchsapparatur eingebracht. Aufgrund der Apparatur und der Probenvorbereitung wurden 200mm bzw. 165mm dicke Proben eingesetzt.

Tab. 9: Einzelwerte der Messung bei 90 kg/m^3

Proben Nr.	Dicke [mm]	spez. Strömungswiderstand $R_s (0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s})$ [Pa.s/m]
1-1	201	390
1-2	201	389
1-3	201	625
2-1	195	349
2-2	198	347
2-3	200	489
3-1	200	486
3-2	201	424
3-3	199	370
Mittelwert	---	430

Tab. 10: Einzelwerte der Messung bei 110 kg/m^3

Proben Nr.	Dicke [mm]	spez. Strömungswiderstand $R_s (0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s})$ [Pa.s/m]
1-1	165	672
1-2	165	724
1-3	165	712
Mittelwert	---	703

4.10 WASSERAUFNAHME BEI KURZZEITIGEM TEILWEISEM EINTAUCHEN

Die Messung und Ermittlung der Prüfergebnisse erfolgte gemäß ÖN EN 1609:1996, Verfahren A. Abweichend von der genannten Norm wurden ganze Strohballen teilweise eingetaucht.

Tab. 11: Einzelwerte der Messung

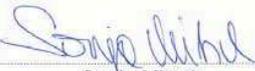
Proben Nr.	flächenbezogene Wasseraufnahme [kg/m ²]	Rohdichte [kg/m ³]
1	4,1	92
2	4,5	83
Mittelwert	4,3	--

Der vorliegende Prüfbericht Nr. **10.125**

umfasst **10** Blätter mit **11** Tabelle(n), **0** Abbildung(en), **0** Beilage(n).

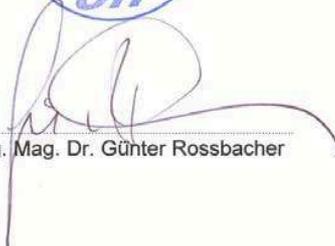
Experimentelle Sachbearbeiter

Verantwortlicher Prüfleiter


Sorja Mitsch


Ing. Günter Jechlinger




Ing. Mag. Dr. Günter Rossbacher

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das untersuchte Probenmaterial. Prüfberichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der Prüfanstalt nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden. Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß ONORM EN 45 001.
Akkreditierte Verfahren sind als solche gekennzeichnet.

Das ofi-Bauinstitut ist eine Sektion des
ofi-Forschungsinstitutes für Chemie und Technik unter Leitung von:

A-1030 Wien, Franz Grill-Straße 5, Arsenal, Objekt 213
Tel (+43 1) 798 16 01 - 0, Fax (+43 1) 798 16 01 - 8, <http://www.ofi.co.at>

Wien, 2003 09 02
unser Zeichen: Ing. Jech - DW 390

Prüfbericht Nr. 300.779

Antragsteller: Österreichisches Ökologieinstitut
für angewandte Umweltforschung
Seidengasse 13
1070 Wien

Antrag: schriftlich vom 15.07.2002, durch Frau Mag. Adensam

Prüfgegenstand: Strohballen, Wärmedämmstoff auf Basis von Stroh
(Kleinballen, Nennmaße ca. 70cm x 50cm x 35cm)

**Probenahme und
Probeneingang:** 2002-07-31 / 2002-08-05

**Durchführung
der Prüfung:** gemäß ÖNORM EN 12667; Ausgabe 2001 (akkreditiertes Verfahren)
Prüfdatum: ab KW 22, 2003

Ergebnisse: siehe Beilage 1 und 2
Auswertung der Ergebnisse gemäß CUAP – Factory-made thermal insulation material and/or acoustic insulation material made of vegetable or animal fibres; Edition 2003, Annex B

massebezogener Feuchtegehalt $u_{23,50}$	[kg/kg]	0,058
massenbezogener Feuchteumrechnungskoeffizient $f_{u,1}$	[kg/kg]	0,2
massebezogener Feuchtegehalt $u_{23,80}$	[kg/kg]	0,15
Massenbezogener Feuchteumrechnungskoeffizient $f_{u,2}$	[kg/kg]	0,7

 Notified Body no. 1085, gemäß Bauproduktenrichtlinie 89/106 EEC	Sachbearbeiter:	<i>i.R. Sonja Mitsch</i> Sonja Mitsch
	Verantwortlicher Prüfleiter:	<i>G. Jechlinger</i> Ing. Günter Jechlinger (Bereich Wärmedämmstoffe/-systeme)

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das untersuchte Probematerial.
Prüfberichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der Prüfstelle
nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden.
Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß
EN ISO IEC 17025:2000. Akkreditierte Verfahren sind als solche gekennzeichnet.

Dieser Bericht umfasst 1 Seite
und 2 Beilagen


Beilage 1, zum Prüfbericht 300.779
Prüfung der Wärmeleitfähigkeit nach ÖNORM EN 12667, 2-Plattengerät (waagrecht)

Geprüfter Stoff, Produktnorm: Strohballen
 Antragsteller (Hersteller): Österr. Ökologie - Institut
 Prüffläche (Meßfläche): $2 \times 0,16 \text{ m}^2$
 Produkttype, Nenndicke: Stroh-Kleinballen, 350mm
 Konditionierung der Probekörper: $23^\circ\text{C} / 50\%$ rel. Luftfeuchte
 Prüfdatum: KW 22

Tab. 1: Probenparameter

Proben Nr.		1	2
Länge	[mm]	550	550
Breite	[mm]	550	550
Dicke im eingebauten Zustand	[m]	102	102
Dichte im trockenen Zustand	[kg/m ³]	85,6	85,6
flächenbezogene Masse	[kg/m ²]	--	--
massebez. Feuchtegehalt	[%]	0,0	0,0
volumenbez. Feuchtegehalt	[%]	--	--
Änderung der Dicke	[%]	0,0	0,0

Tab. 2: Ergebnisse der Wärmeleitfähigkeitsmessung

Messung Nr.	Mitteltemp. der Probenoberfl. auf der Heizplattenseite T_{wm} [°C]	Mitteltemp. der Probenoberfl. auf der Kühlplattenseite T_{km} [°C]	Mittlere Temperaturdifferenz $T_{wm} - T_{km}$ [K]	Mitteltemperatur der Probe $T_m = (T_{wm} + T_{km})/2$ [°C]	Mittlere Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]
1	15,5	3,5	12,0	9,5	0,0439
2	--	--	--	--	--
3	--	--	--	--	--
Wärmeleitfähigkeit bei 10°C Mitteltemp.					
$\lambda_{10(23/50)}$ [W/mK]	Zuschlagswert [%]	$\lambda_{10(23/50)}$ mit Zuschlagswert [W/mK]	Nennwert λ_D [W/mK]	Wärmedurchlaß- widerstand R [m ² K/W]	
0,0440	--	--	--	--	

Die angegebene Messunsicherheit bezogen auf die Wärmeleitfähigkeit bei 10°C Mitteltemperatur gemäß ÖNORM EN 12667 bzw. EN 1946-2 beträgt $\pm 2\%$.



Beilage 2, zum Prüfbericht 300.779

Prüfung der Wärmeleitfähigkeit nach ÖNORM EN 12667, 2-Plattengerät (waagrecht)

Geprüfter Stoff, Produktnorm: Strohballen
 Antragsteller (Hersteller): Österr. Ökologie - Institut
 Prüffläche (Meßfläche): 2 x 0,16 m²
 Produkttyp, Nenndicke: Stroh-Kleinballen, 350mm
 Konditionierung der Probekörper: 23°C / 85% rel. Luftfeuchte
 Prüfdatum: KW 32

Tab. 1: Probenparameter

Proben Nr.		1	2
Länge	[mm]	555	555
Breite	[mm]	559	564
Dicke im eingebauten Zustand	[m]	111	111
Dichte im trockenen Zustand	[kg/m ³]	83,3	82,5
flächenbezogene Masse	[kg/m ²]	--	--
massebez. Feuchtegehalt	[%]	0,0	0,0
volumenbez. Feuchtegehalt	[%]	--	--
Änderung der Dicke	[%]	0,0	0,0

Tab. 2: Ergebnisse der Wärmeleitfähigkeitsmessung

Messung Nr.	Mitteltemp. der Probenoberfl. auf der Heizplattenseite T _{wm} [°C]	Mitteltemp. der Probenoberfl. auf der Kühlplattenseite T _{km} [°C]	Mittlere Temperaturdifferenz T _{wm} - T _{km} [K]	Mitteltemperatur der Probe T _m = (T _{wm} + T _{km})/2 [°C]	Mittlere Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]
1	11,2	3,1	8,1	7,1	0,0467
2	21,2	13,3	7,9	17,2	0,0474
3	--	--	--	--	--
Wärmeleitfähigkeit bei 10°C Mitteltemp.					
λ ₁₀ (23/85) [W/mK]	Zuschlagswert [%]	λ ₁₀ (23/85) mit Zuschlagswert [W/mK]	Nennwert λ _D [W/mK]	Wärmedurchlaß- widerstand R [m ² K/W]	
0,0469	--	--	--	--	

Die angegebene Messunsicherheit bezogen auf die Wärmeleitfähigkeit bei 10°C Mitteltemperatur gemäß ÖNORM EN 12667 bzw. EN 1946-2 beträgt ± 2%.

24. Okt. 2003 9:10

OFI WIEN

Nr. 5563 S. 2/2

ofi Technologie & Innovation GmbHA-1030 Wien, Franz Grill-Straße 5, Arsenal, Objekt 213
Tel (+43 1) 798 16 01 - 0, Fax (+43 1) 798 16 01 - 8, <http://www.ofi.co.at>Wien, 2003 09 02
unser Zeichen: Ing. Jech - DW 390**Prüfbericht Nr. 300.779-a****Antragsteller:** Österreichisches Ökologieinstitut
für angewandte Umweltforschung
Seidengasse 13
1070 Wien**Antrag:** schriftlich vom 15.07.2002, durch Frau Mag. Adensam**Prüfgegenstand:** Strohballen, Wärmedämmstoff auf Basis von Stroh
(Kleinballen, Nennmaße ca. 70cm x 50cm x 35cm)**Probenahme und
Probeneingang:** 2002-07-31 / 2002-08-05**Durchführung
der Prüfung:** gemäß ÖNORM B 6010; Ausgabe 1999, Pkt. 4.22
(akkreditiertes Verfahren)**Prüfdatum:** ab KW 32, 2002**Beurteilung:**

Die Bewertung des Pilzwachstums erfolgte gemäß ÖN EN ISO 846 (Bestimmung der Einwirkung von Mikroorganismen auf Kunststoffe; Ausgabe 9/1997).

Aufgrund der Ergebnisse werden die gemäß ÖN B 6010 gelagerten Proben (3 Stück 50mm x 50mm x 100mm) in die Wachstumsintensitätsstufe 3 - Wachstum mit bloßem Auge erkennbar, bis zu 50% der Probenoberfläche bewachsen – eingeteilt.

 Notified Body no. 1065 gemäß Bauproduktenrichtlinie 89/106 EEC	Sachbearbeiter:	<i>i. V. Misch Hand</i> Sonja Mitsch
	Verantwortlicher Prüfleiter:	<i>G. Jech</i> Ing. Günter Jechlinger (Bereich Wärmedämmstoffe/-systeme)

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das untersuchte Probenmaterial.
Prüfberichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der Prüfstelle
nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden.
Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß
EN ISO IEC 17025:2000. Akkreditierte Verfahren sind so gekennzeichnet.Dieser Bericht umfasst 1 Seite
und 0 Beilagen

ofi Technologie & Innovation GmbH

A-1030 Wien, Franz Grill-Straße 5, Arsenal, Objekt 213
Tel (+43 1) 798 16 01 - 0, Fax (+43 1) 798 16 01 - 8, <http://www.ofi.co.at>

Wien, 2003 10 02
unser Zeichen: Ing. Jech - DW 390

Prüfbericht Nr. 300.779-b

Antragsteller: Österreichisches Ökologieinstitut
für angewandte Umweltforschung
Seidengasse 13
1070 Wien

Antrag: schriftlich vom 15.07.2002, durch Frau Mag. Adensam

Prüfgegenstand: Strohballen, Wärmedämmstoff auf Basis von Stroh
(Kleinballen, Nennmaße ca. 70cm x 50cm x 35cm)

**Probenahme und
Probeneingang:** 2002-07-31 / 2002-08-05

**Durchführung
der Prüfung:** gemäß ÖNORM EN ISO 10456; Ausgabe 2000

Prüfdatum: KW 40, 2003

Ergebnisse: siehe Beilage 1

 Notified Body no. 1085, gemäß Bauproduktenrichtlinie 89/106 EEC	Sachbearbeiter:	 Sonja Mitsch
	Verantwortlicher Prüfleiter:	 Ing. Günter Jechlinger (Bereich Wärmedämmstoffe/-systeme)

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das untersuchte Probenmaterial.
Prüfberichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der Prüfstelle
nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden.
Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß
EN ISO IEC 17025:2000. Akkreditierte Verfahren sind als solche gekennzeichnet.

Dieser Bericht umfasst 1 Seite
und 1 Beilage



Beilage 1 zum Prüfbericht Nr. 300779-b vom 2.10.2003

Berechnung der Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit vom massenbezogenen Feuchtegehalt

Grundlagen für die Berechnung:

Nennwert der Wärmeleitfähigkeit (im trockenen Zustand):	0,045W/mK (PA-ofi-Nr. 10.125 vom 20.3.2003)
massebezogener Feuchtegehalt	0,11 kg/kg bzw. 0,15 kg/kg (Annahmen entsprechend 11 Masse -% bzw. 15 Masse -% Feuchtegehalt)
massebez. Feuchteumrechnungs- koeffizient (f_u)	0,7 kg/kg (PA-ofi-Nr. 300.779-a vom 2.9.2003)

Die Berechnung erfolgte gemäß ÖN EN ISO 10456:2000 (Gleichung 1) wobei der Umrechnungsfaktor für die Temperatur (Mitteltemperatur 10°C) und der Umrechnungsfaktor infolge Alterung nicht berücksichtigt wurden:

$$\lambda = \lambda_{10, \text{tr}} * F_{m(0,11 \text{ kg/kg})} = \mathbf{0,049 \text{ W/mK}}$$

$$\lambda = \lambda_{10, \text{tr}} * F_{m(0,15 \text{ kg/kg})} = \mathbf{0,050 \text{ W/mK}}$$

Die Differenz der Wärmeleitfähigkeit, unter der Annahme von 0,11 kg/kg Feuchtegehalt und 0,15 kg/kg Feuchtegehalt, beträgt somit 2%.

5. Nov. 2003 8:24

OFI WIEN

Nr. 0/12 S. 2



A-1030 Wien, Franz Grill-Straße 5, Arsenal, Objekt 213
Tel (+43 1) 798 16 01 - 0, Fax (+43 1) 798 16 01 - 8, <http://www.ofi.co.at>

Prüfbericht Nr.: 301.476

Datum: 2003-11-03

Strohballen (Kleinballen)

Antragsteller: Österreichisches Ökologie-Institut
Seidengasse 13
A-1070 Wien

Antrag: schriftlich vom 24.7.2003

Prüfgegenstand: Strohballen, Wärmedämmstoff auf Basis von Stroh
(Kleinballen, Nennmaße ca. 70cm x 50cm x 35cm)

**Probenahme und
Probeneingang:** --/--

**Durchführung
der Prüfung:** Setzmaß unter Erschütterung
Prüfung in Anlehnung an die Wiener Verordnung
(MA 64-BA 67/2002)

Zeichen: Ing. Jech



5. Nov. 2003 8:24 OFI WIEN

Nr. 5712 S. 3

Seite 2
von 4 Seiten

1 AUFGABENSTELLUNG

Gemäß Antragsteller sollte das Setzverhalten unter Erschütterung von Strohballen in einer Holzriegelwandkonstruktion ermittelt werden.

2 PROBEMATERIAL

Für die Prüfung wurde ein Holzriegelwandelement mit den Nennmaßen (Innenmaße) 2950mm x 750mm x 350mm hergestellt und mit insgesamt 12 Strohballen befüllt (siehe Abb. 1)

Nennmaße der gebundenen Strohballen: 700mm x 500mm x 350mm

3 PRÜFUNG

Die Prüfung erfolgte am 23.10.2003 im Werkstättenbereich der Firma HOLZBAU UNFRIED in 3571 Gars am Kamp im Beisein von Herrn Zimmermeister Unfried und 2 Helfern.

Je 6 Strohballen wurden in je ein Fach lagenweise ohne zusätzlicher Komprimierung eingebracht und anschließend mittels Abdeckplatten verschraubt. Die fertige Holzriegelwandkonstruktion wurde anschließend in der Werkstätte aufgestellt und mittels Gabelstapler gegen Umstürzen gesichert.

Vor der Prüfung des Setzverhaltens wurden vier Messmarkierungen angebracht (Nullmessung 0).

5. Nov. 2003 8:24 OFI WIEN

Nr. 5/12 S. 4

Seite 3
von 4 Seiten**ofi**

4 ERGEBNISSE

4.1 Setzmaß unter Erschütterung

Die Bestimmung des Setzmaßes unter Erschütterung erfolgte mit dem unter Punkt 3 beschriebenen Holzriegelwandelement, welches mit Hilfe des Gabelstaplers, je 10 mal an 2 gegenüberliegenden Kanten aus ca. 100mm Höhe fallengelassen wurde (siehe Abb. 2).

Das Setzmaß ergibt sich aus der Differenz der Messmarkierungen vor der Prüfung (Nullmessung 0) und nach der Prüfung (X_i)

Tab. 1: Ergebnisse des Setzmaßes unter Erschütterung (Seizverhalten)

Messung	Setzmaß [mm]	Setzmaß [%]
X_{i-1}	35	1,2
X_{i-2}	40	1,3
X_{i-3}	70	2,3
X_{i-4}	55	1,8
Mittelwert	50	1,7

5.Nov. 2003 8:24 OFI WIEN

Nr.5712 S. 5

Seite 4
von 4 Seiten

Der vorliegende Prüfbericht Nr. 301.476

umfasst 4 Blätter mit 1 Tabelle(n), 2 Abbildung(en), 1 Beilage(n).

Experimentelle Sachbearbeiter

Verantwortlicher Prüfleiter

Ing. Günter Jechlinger
Bereich Wärmedämmstoff/-systeme

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das untersuchte Probenmaterial. Prüfberichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der Prüfstelle nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden. Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß EN ISO IEC 17.025:2000.
Akkreditierte Verfahren sind als solche gekennzeichnet.

5-Nov. 2003 8:24 OFI WIEN

Nr. 5712 S. 6

ofi

Beilage 1 zum Prüfbericht ofi-Nr. 301 476

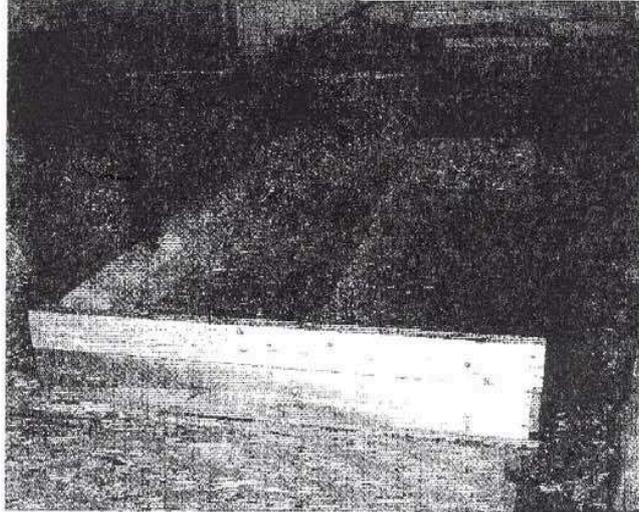


Abb. 1 (vorgefertigtes Holzriegeelement)

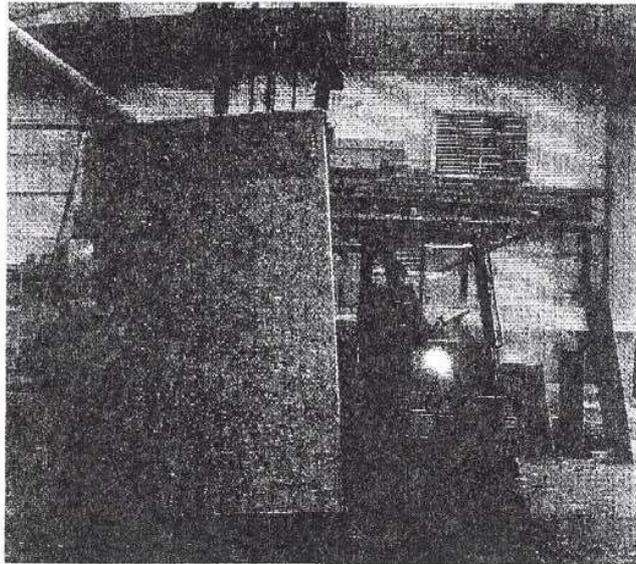


Abb. 2 (Holzriegelwandkonstruktion mit Strohballen, Fallhöhe ca. 100mm)

7/11 03 DO 11:17 FAX +43 1 79514 998039 MA 39

001

Österreichisches Ökologieinstitut

Seidengasse 13
A-1070 Wien

MAGISTRAT DER STADT WIEN
MA 39 – VFA
MAGISTRATSABTEILUNG 39
VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT DER STADT WIEN
gegründet 1879
AKKREDITIERTE PRÜF- UND ÜBERWACHUNGSSTELLE
A-110 Wien, Rinnböckstraße 15
Telefon: (national 01), (international +43 1) 79514-8039 oder DW
Telefax: (national 01), (international +43 1) 79514-99-8039 oder DW
Internet E-Mail: post@m59.magwien.gv.at

MA 39 - VFA 2003-2040.01

Wien, 27. November 2003

Klassifizierungsbericht

zum

Brandverhalten von mit Wasserglas behandeltem Stroh (Dichte 80 kg/m³)

Antragsteller: Österreichisches Ökologieinstitut

Antragsdatum: 18. November 2003

Prüfgut: Weizenstroh, das mit Wasserglas behandelt wurde (die genauen Mengen und Rezepturen werden in der MA 39 – VFA in Evidenz gehalten), Dichte 80 kg/m³, beschrieben in den folgenden, der Klassifizierung zugrunde gelegten Prüfberichten

MA 39 – VFA 2003-2040.02
(Prüfung gemäß ÖNORM EN ISO 11925-2)

Kurzbeurteilung: In Übereinstimmung mit der ÖNORM EN 13501-1 wird das oben angegebene Bauprodukt bezüglich seines Brandverhaltens mit **E** klassifiziert.

Der Bericht umfasst 3 Seiten.



69

Fernschreiber
114735CTelegraphenschicht
MAGISTRAT WIENParteienverkehr
Montag bis Freitag: 7.30 – 15.30 UhrDVR:
0000191Bankverbindung:
Bank Austria AG, Wien, Konto 696 203 504

MA 39 + SD 54 – 062002 – 54

27/11 103 DO 10:24

27/11 '03 DO 11:19 FAX T10 1 1921 000000

MA 39 - VFA 2003-2040.01	Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien Magistratsabteilung 39 Akreditierte Prüf- und Überwachungsstelle	Seite 2 / 3
-----------------------------	---	-------------

1 Einführung

Dieser Klassifizierungsbericht definiert die Klassifizierung, die dem Bauprodukt Weizenstroh, mit Wasserglas behandelt und mit einer Dichte von 80 kg/m^3 , bis zur Massekonstanz im Normklima gemäß ÖNORM EN 13238 gelagert, beschrieben in den im Punkt 3.1 angeführten Prüfberichten, in Übereinstimmung mit den in der ÖNORM EN 13501-1 angegebenen Verfahren zugewiesen wird.

2 Einzelheiten des klassifizierten Bauproduktes

Das Bauprodukt wird vollständig in den im Punkt 3.1 angeführten Prüfberichten, die der Klassifizierung zugrunde liegen, beschrieben.

3 Prüfberichte und Prüfergebnisse, die der Klassifizierung zugrunde liegen

3.1 Prüfberichte

Name des Labors	Auftraggeber	Nummer der Prüfberichte	Prüfverfahren
MA 39 - VFA	Österreichisches Ökologieinstitut	MA 39 – VFA 2003-2040.02	ÖNORM EN ISO 11925-2

3.2 Prüfergebnisse

Weizenstroh, mit Wasserglas behandelt, Halme überwiegend senkrecht gerichtet, Dichte 80 kg/m^3 .

Prüfverfahren	Parameter	Anzahl an Prüfungen	Prüfergebnis	
			stetige Parameter Mittelwert	Abfrage Parameter
ÖNORM EN ISO 11925-2	$F_a \leq 150 \text{ mm}$	6	---	J
Flächenbeflammung und Kantenbeflammung 15 Sekunden Beflammung Brennendes Abtropfen / Abfallen	Entzündung des Filterpapiers		---	N

MA 39 - VFA 2003-2040.01	Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien Magistratsabteilung 39 Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle	Seite 3 / 3
-----------------------------	--	-------------

4 Klassifizierung und direkter Anwendungsbereich

Diese Klassifizierung wurde in Übereinstimmung mit der ÖNORM EN 13501-1 durchgeführt.

4.1 Klassifizierung

Das Bauprodukt (beschrieben in den angeführten Prüfberichten) wird in Bezug zu seinem Brandverhalten wie folgt klassifiziert:

Brandverhalten
E

4.2 Anwendungsbereich

Diese Klassifizierung ist für das in den angeführten Prüfberichten beschriebene Bauprodukt mit einer Dichte von 80 kg/m³ gültig. Es muss sichergestellt sein, dass die Halme im Anwendungsfall überwiegend senkrecht gerichtet sind. Bei der Prüfung nach ÖNORM EN ISO 11925-2 wurde keine Trägerplatte verwendet. Die Menge und die Rezeptur der Wasserglasbehandlung ist der MA 39 – VFA bekannt, wird aber auf ausdrücklichen Wunsch des Antragstellers nicht in das Prüfzeugnis aufgenommen. In der Endanwendung dürfen offene Kanten auftreten.

5 Einschränkungen

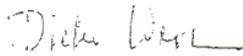
5.1 Allgemeines

Die Geltungsdauer dieses Klassifizierungsberichtes richtet sich nach der Geltungsdauer der Prüfzeugnisse, welche dieser Klassifizierung zugrunde liegen bzw. nach allenfalls diese Geltungsdauer beschränkenden Bestimmungen zukünftiger europäischer Produktnormen.

5.2 Warnhinweis

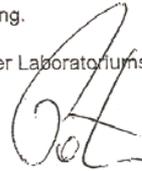
Dieses Dokument ist keine Typengenehmigung oder Produktzertifizierung.

Der Sachbearbeiter:



Dipl. Ing. D. Werner

Der Laboratoriumsleiter:



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

Der Leiter der Versuchs- und
Forschungsanstalt:



Dipl. Ing. W. Fleck
Senatsrat

/11 03 DO 11:18 FAX +43 1 79514 998039 MA 39

Österreichisches Ökologieinstitut

Seidengasse 13
A-1070 WienMAGISTRAT DER STADT WIEN
MA 39 – VFA
MAGISTRATSABTEILUNG 39
VERSUCHS- UND FÖRSCUNGSANSTALT DER STADT WIEN
gegründet 1879
AKKREDITIERTE PRÜF- UND ÜBERWACHUNGSSTELLE
A-110 Wien, Rinnböckstraße 15
Telefon: (national 01), (international +43 1) 795 14-9030 oder 0W
Telefax: (national 01), (international +43 1) 795 14-99-6039 oder DW
Internet E-Mail: post@m39.magwien.gv.at

MA 39 - VFA 2003-2040.02

Wien, 27. November 2003

Prüfbericht

Über

**das Brandverhalten von mit Wasserglas behandeltem Stroh (Dichte 80 kg/m³)
gemäß ÖNORM EN ISO 11925-2**

Antragsteller: Österreichisches Ökologieinstitut

Antragsdatum: 18. November 2003

Prüfgut: Weizenstroh, das mit Wasserglas behandelt wurde (die genauen Mengen und Rezepturen werden in der MA 39 – VFA in Evidenz gehalten), Dichte 80 kg/m³

Prüfprogramm: Prüfung zur Bestimmung des Brandverhaltens gemäß ÖNORM EN ISO 11925-2

Der Bericht umfasst 4 Seiten.



69

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgutproben.
Alle Seiten des Berichtes sind mit dem Amtssiegel der Stadt
Wien versehen. Veröffentlichung und Auszüge bedürfen der schriftlichen
Bewilligung der Magistratsabteilung 39. Die Daten und Sicherungsmassnahmen
werden im nicht akkreditierten Bereich durchgeführt. Es gelten die derzeit
gültigen Allgemeinen Geschäftsbedingungen der MA 39 – VFA.

Akkreditiert als Prüf- und Überwachungsstelle (1) gemäß ANAG, BGBl. Nr. 406/1990,
L. 8. des Bundesgesetzes OGBI, Nr. 42/1999 per Beschluss des Bundesministeriums
für wirtschaftliche Angelegenheiten, GZ. 20714/1999 und (2) gemäß WIRAC,
LGBI, Nr. 39/92 per Akkreditierungsbescheid des Österreichischen Instituts für
Beurteilung, Zahl. 010/90-00019/010. Mit den Ausnahmestellungen wird bestätigt, dass die
MA 39 – VFA den Anforderungen der EN 45001 und EN 45004 entspricht.

Famachhaber
1147350Telegrafenanschrift
MAGISTRAT WIENParteienverkehr
Montag bis Freitag: 7.30 – 15.30 UhrÖVRI:
0000191Bankverbindung:
Bank Austria AG, Wien, Konto 695 203 504

MA 39 – SP 54 - 062002 – 54

27/11 '03 DO 10:24 [SE/EM NR 9704]

7/11 03 DO 11:18 FAX +43 1 79514 998039 MA 09

MA 39 - VFA
2003-2040.02Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien
Magistratsabteilung 39
Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle

Seite 2 / 4

1 Prüfgutbeschreibung

Vom Antragsteller wurde am 18. November 2003 folgendes Prüfgut angeliefert:

ein Ballen Weizenstroh, der zuvor mit Wasserglas behandelt wurde (die genaue Menge an Wasserglas und dessen Rezeptur wird in der MA 39 – VFA in Evidenz gehalten)

Ein Prüfkorb, der jenem, der im Anhang G der CUAP-Richtlinie (Juni 2003) beschrieben ist, entspricht, wurde händisch mit dem Prüfgut befüllt (Halme waren überwiegend senkrecht gerichtet), sodass eine Prüfgutdichte von 80 kg/m^3 erreicht wurde (Korbabmessungen 230 mm x 90 mm x 50 mm). Der Gebrauch einer Harfe (lt. CUAP-Richtlinie) war nicht notwendig.

2 Prüfung des Brandverhaltens

Die Prüfung erfolgte gemäß ÖNORM EN ISO 11925-2.

Versuchsdurchführung

Es wurden insgesamt 12 Versuche – je 6 für die Kanten- und Flächenbeflammung – durchgeführt, für jeden dieser Versuch wurde unmittelbar vor Prüfbeginn das oben beschriebene Befüllprocedere ausgeführt.

In einer Höhe von 150 mm oberhalb des Beflammungspunktes wurde eine Messmarke am Prüfkorb eingezeichnet.

Bei der Flächenbeflammung wurde in 40 mm Abstand von der Unterkante des Probekörpers die Flamme eines Gasbrenners gegen den Prüfkörper gerichtet (Flammenhöhe 20 mm). Für die Kantenbeflammung wurden die Probekörper an der unteren Kante 1,5 mm hinter der Vorderkante beflammt.

Die Probekörper werden jeweils 15 Sekunden lang beflammt und anschließend der Brenner zurückgezogen. Die Zeitdauer vom Beginn der Beflammung bis zum Zeitpunkt, zu dem die Flammenspitze des brennenden Probekörpers die Messmarke erreicht, wird gemessen, sofern die Flamme nicht vorher von selbst erlischt. Spätestens nach 20 Sekunden ist der Versuch abzubrechen.

Die Prüfungen fanden am 18. November 2003 statt.

7/11 03 D0 11:19 FAX +43 1 79514 880000

MA 39 - VFA 2003-2040.02	Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien Magistratsabteilung 39 Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle	Seite 3 / 4
-----------------------------	--	-------------

3 Ergebnisse

Die Beobachtungen während der Versuche und die Prüfergebnisse ergeben sich wie folgt:

Flächenbeflammung (15 Sekunden), Weizenstroh mit Wasserglas, 80 kg/m ³							
		VERSUCH NR.					
		1	2	3	4	5	6
Entzündung nach Sekunden bzw. keine Entzündung (N)		7	4	3	5	4	5
Schmelzen / Schrumpfen der Probe (J/N)		N	N	N	N	N	N
Messmarke (150 mm) erreicht nach Sekunden bzw. nicht erreicht (N)		N	N	N	N	N	N
Maximale Flammenausbreitung (mm)		110	110	105	110	95	110
Glimmen (J/N)		J	J	J	J	J	J
	Nach Sekunden	2	2	1	3	2	2
	Dauer in Sekunden	18	18	19	17	18	18
Brennendes Abfallen (J/N)		N	N	N	N	N	N
Größe der beschädigten Fläche (cm ²)		14	15	15,5	13,5	15	15

Kantenbeflammung (15 Sekunden), Weizenstroh mit Wasserglas, 80 kg/m ³							
		VERSUCH NR.					
		1	2	3	4	5	6
Entzündung nach Sekunden bzw. keine Entzündung (N)		4	2	2	3	4	3
Schmelzen / Schrumpfen der Probe (J/N)		N	N	N	N	N	N
Messmarke (150 mm) erreicht nach Sekunden bzw. nicht erreicht (N)		N	N	N	N	N	N
Maximale Flammenausbreitung (mm)		20	40	30	35	37	29
Glimmen (J/N)		J	J	J	J	J	J
	Nach Sekunden	2	2	2	2	3	2
	Dauer in Sekunden	18	18	18	18	17	18

11 03 DO 11:19 FAX +43 1 79514 998039 MA 39

0007

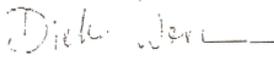
MA 39 - VFA 2003-2040.02	Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien Magistratsabteilung 39 Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle	Seite 4 / 4
-----------------------------	---	-------------

Brennendes Abfallen (J/N)		N	N	N	N	N	N
Größe der beschädigten Fläche (cm ²)		18	27	25	24,5	19,5	23

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das in der oben beschriebenen Form geprüfte Material.

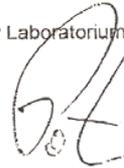
Die Prüfergebnisse beziehen sich auf das Brandverhalten des Bauproduktes unter den besonderen Bedingungen der Prüfung; sie stellen nicht das einzige Kriterium zur Bewertung des potenziellen Brandrisikos des Bauproduktes in der praktischen Anwendung dar.

Der Sachbearbeiter:



Dipl. Ing. D. Werner

Der Laboratoriumsleiter:


Dipl. Ing. Dr. techn. C. Pöhn
OberstadtbauratDer Leiter der Versuchs- und
Forschungsanstalt:

Dipl. Ing. W. Fleck
Senatsrat

10 RESISTENZ GEGEN BIOLOGISCHE EINWIRKUNGEN - ZUSAMMENFASSUNG⁸

Die Untersuchung der Schimmelpilzbildung in Stroh und strohgedämmten Außenwandkonstruktionen führte zu den folgenden Ergebnissen:

10.1 HYGROTHERMISCHE BEDINGUNGEN ZUR BILDUNG VON SCHIMMELPILZEN IN STROH

Stroh stellt ein gutes Nährmedium für Schimmelpilzwachstum dar. Die festgestellten Zeiten bis zum sichtbaren Wachstum liegen zwischen den Zeitspannen, die auf idealen Nährmedien (Substratgruppe 0) und die auf Substratgruppe I nach Sedlbauer (Wachstum auf biologisch verwertbaren Untergründen) festgestellt werden. Es wurde ein eigenes Isoplethenmodell für Stroh entwickelt, das die Mindestzeiträume für den Beginn von Schimmelpilzwachstum unter bestimmten hygrothermischen Bedingungen in Stroh angibt.

10.2 UNTERSUCHUNG VON STROH AUF DIE ABGASUNG VON MVOC'S

Die MVOC-Emissionen an schimmelbefallenen Stroh liegen zum Teil in einem hohen Bereich. Neben der toxikologischen Wirkung der emittierten MVOC's ist eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch schimmeltypische Gerüche nicht auszuschließen. Im Normalfall steht die Luft aus der Dämmebene nicht oder nur in geringem Ausmaß mit der Raumluft in Verbindung. Zudem tritt jedoch bei der hier untersuchten Konstruktion keine Schimmelbildung auf. Eine toxikologische Bewertung der auftretenden Emissionen war nicht Teil dieses Forschungsprojektes.

10.3 HYGROTHERMISCHES VERHALTEN UND SCHIMMELPILZBILDUNG IN STROHGEDÄMMTEN AUßENWÄNDEN

Die Ergebnisse der dynamischen Simulation (WUFI) sind unter den folgenden Randbedingungen zu interpretieren:

- Wetterdatensatz: Der Wetterdatensatz (Holzkirchen, Deutschland) repräsentiert ein extremes Jahr für hygrothermische Untersuchungen, im Durchschnitt ist mit geringeren Belastungen zu rechnen.
- Innenbelastung: Für die Innentemperatur und die Innenluftfeuchte wurde ebenfalls von einer sehr starken Belastung ausgegangen.
- Mit Unsicherheit behaftete Eingabedaten wie die Diffusionswiderstandszahlen der OSB-Platte und der Strohdämmung haben nur einen geringen Einfluss auf das hygrothermische Verhalten der Strohwand. Die Endvarianten wurden mit den ungünstigsten Kennwerten gerechnet.
- Es wird von fachgerecht ausgeführten Strohänden ausgegangen, d.h. Undichtigkeiten sowohl an der innen- wie auch außenseitig strömungsdichten Ebene werden vernachlässigt.
- Es wurde eine 1-dimensionale Berechnung durchgeführt. Geometrische Wärmebrücken, wie sie beispielsweise an Gebäudeecken und -kanten auftreten, sind daher nicht berücksichtigt. Es ist daher zu beachten, dass sowohl an geometrischen wie konstruktiven Wärmebrücken (z. B. Kellerdeckenanschluss) höhere relative Feuchten auftreten können.

⁸ Der gesamte Bericht „Resistenz gegen biologische Einwirkungen: Wachstum von Schimmelpilzen auf Stroh und Strohänden“ der IBO GmbH befindet sich im Anhang A.

Die Ergebnisse der berechneten Bauteilaufbauten zur Schimmelpilzbildung können wie folgt zusammengefasst werden:

Tabelle 17: Ergebnisse im Überblick (Quelle: Fa. IBO GmbH.)

	Variante	Bewertung
Konstruktionen hinterlüftet		
1	Ausgangsvariante: Holzrahmenbauweise mit Strohdämmung, außen Holzfaserverplatte mit hinterlüfteter Lärchenschalung, innenseitig OSB-Platte mit Installationsebene, Raumabschluss Gipskartonplatte	Schimmelbildung kann bei fachgerechtem Einbau sicher ausgeschlossen werden
1b	Sensitivitätsvariante Dampfdiffusionswiderstand Stroh: Dampfdiffusionswiderstand auf $\mu=1$ gesetzt	Schimmelbildung kann bei fachgerechtem Einbau sicher ausgeschlossen werden
1c	Sensitivitätsvariante Dampfdiffusionswiderstand OSB-Platte: Dampfdiffusionswiderstand OSB-Platte reduziert	Schimmelbildung kann bei fachgerechtem Einbau sicher ausgeschlossen werden
3	Variante Holzrahmenbauweise hinterlüftet ohne Installationsebene, Kernvariante Projekt „Stroh kompakt“: Wie Ausgangsvariante, innenseitig keine Installationsebene, Raumabschluss Gipsfaserplatte	Schimmelbildung kann bei fachgerechtem Einbau sicher ausgeschlossen werden

Insgesamt kann auf der Grundlage der durchgeführten Messungen und Simulationen davon ausgegangen werden, dass alle hinterlüfteten Strohwände und die durch ein Vordach geschützte außen verputzte Strohwand bei fachgerechter Ausführung eine ausreichende Sicherheit vor Schimmelpilzbildung bieten.

Die Auswirkung der hygrothermischen Zustände in typischen Anschlüssen (z.B. Kellerdecke, Dach) sollten in weiterführenden Untersuchungen erforscht werden. Zudem ist eine messtechnische Überprüfung der auftretenden hygrothermischen Zustände in ausgeführten Strohwänden jedenfalls anzustreben.

11 WAND- UND DACHBAUTEIL

Über den Aufbau der Bauteile fand eine eingehende Diskussion im Projektteam während eines Projektworkshops statt. Im Rahmen eines diskursiven Entscheidungsprozesses, an dem alle Teammitglieder teilnahmen, wurde ausgehend von einem Wand- und Dachaufbau der Firma Buhl (siehe folgende Abbildungen) eine Kernvariante des in weiterer Folge im Projekt zu untersuchenden Wand/Dachaufbaus festgelegt. Wie im Projektantrag geplant, wurde eine Optimierung dieser Kernvariante hinsichtlich bauphysikalischer, baubiologischer, ökonomischer, ökologischer und sozialer Faktoren angestrebt. Außerdem wurden weitere in Frage kommende Alternativvarianten zur Kernvarianten diskutiert. In den nachfolgenden Abbildungen ist der Bauteilaufbau der Firma Buhl, sowie der im vorliegenden Projekt untersuchte Bauteil (Kernvariante) dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung finden sich Vor- und Nachteile in Bezug auf die jeweiligen Faktoren.

Abbildung 24: Wandaufbau der Firma Buhl (Quelle: Firma Buhl)

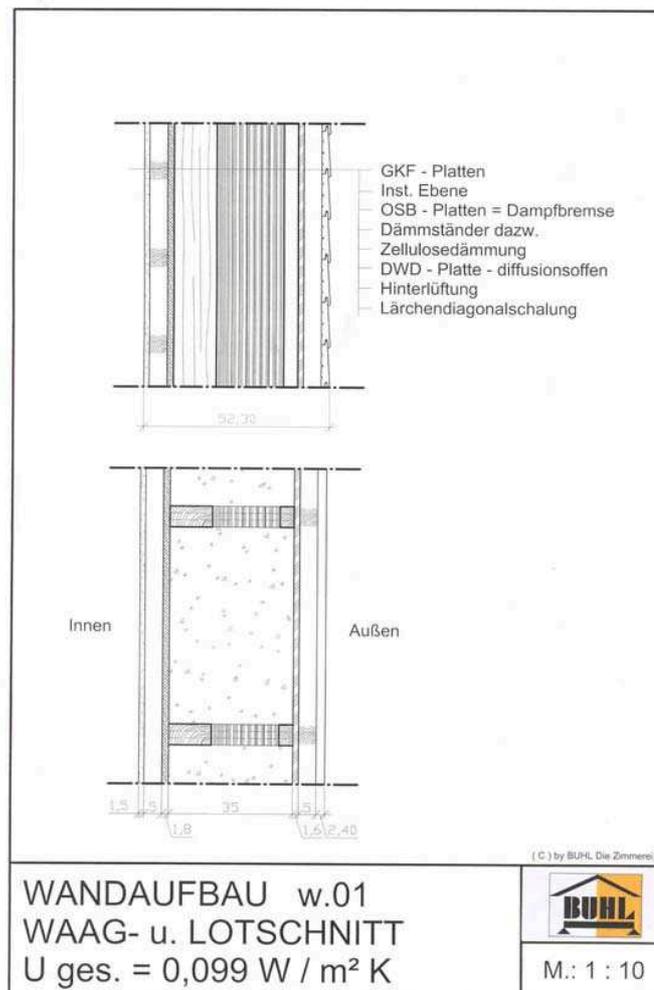


Abbildung 25: Dachaufbau der Firma Buhl (Quelle: Firma Buhl)

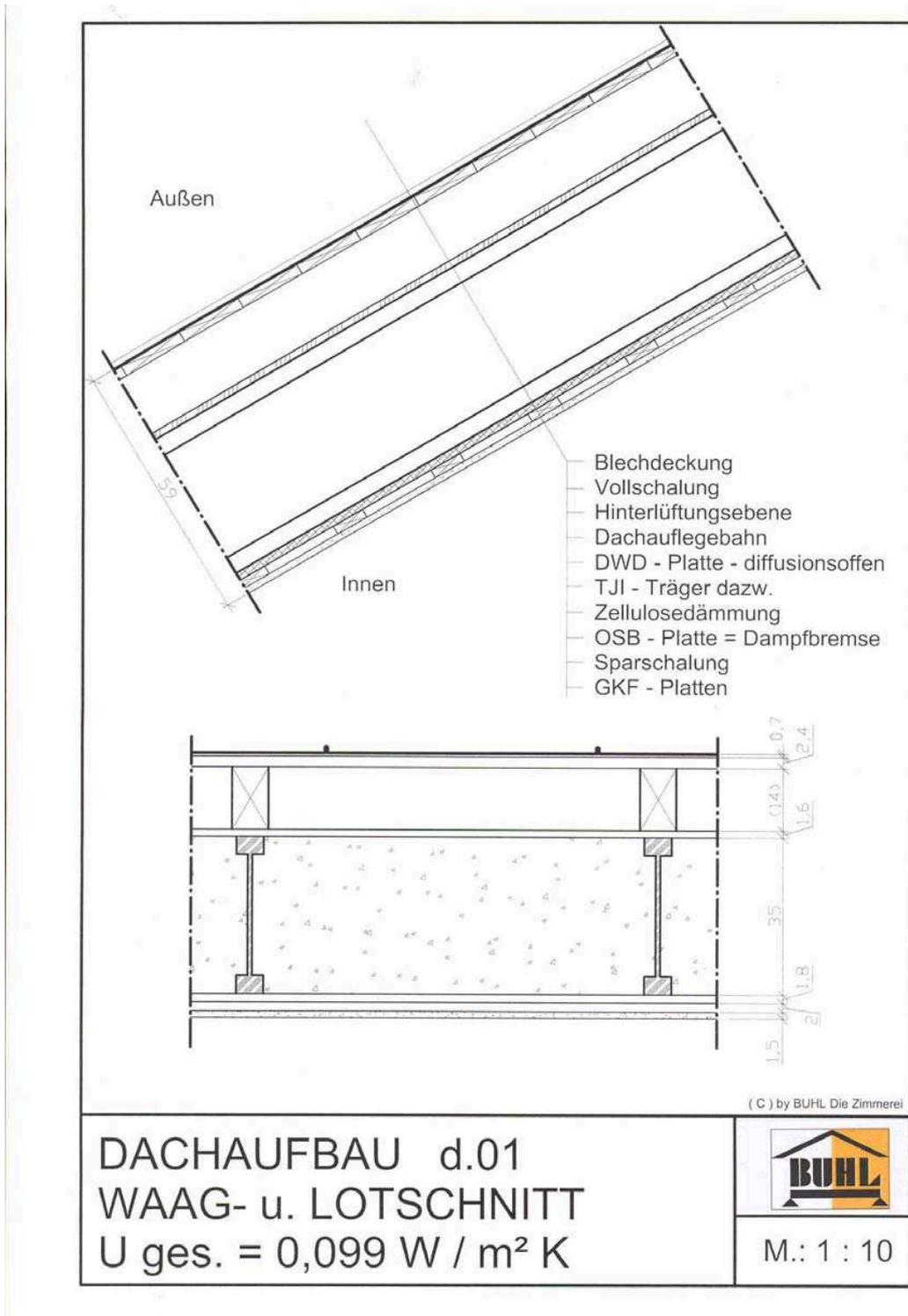


Abbildung 26: Bauteilzeichnung Wand (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)

Bauteil Stroh kompakt Kernvariante Wand

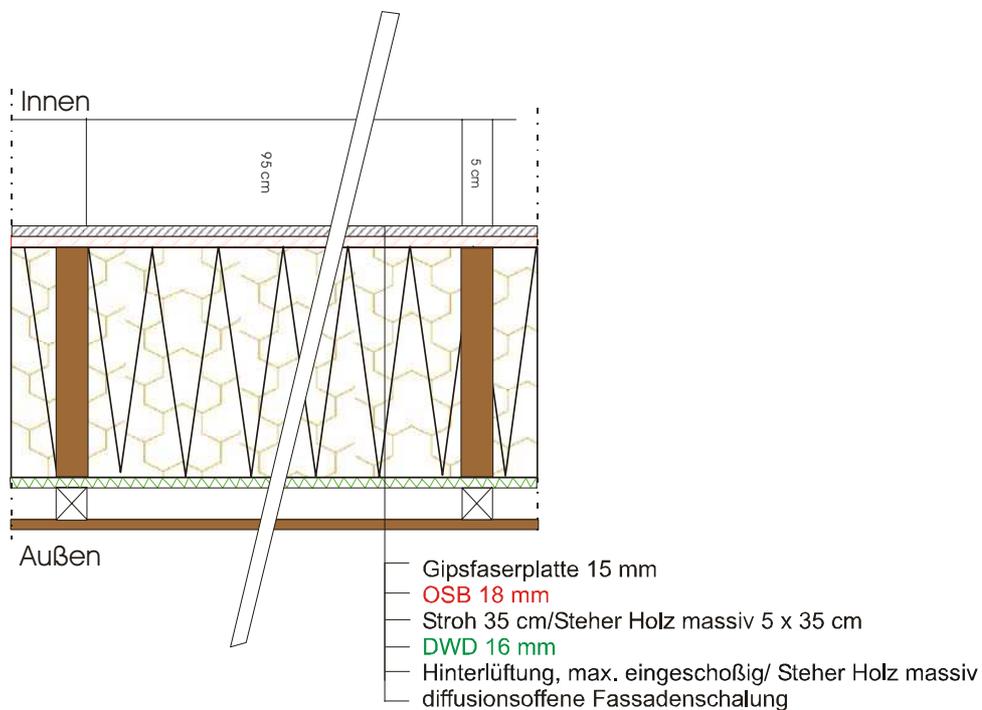
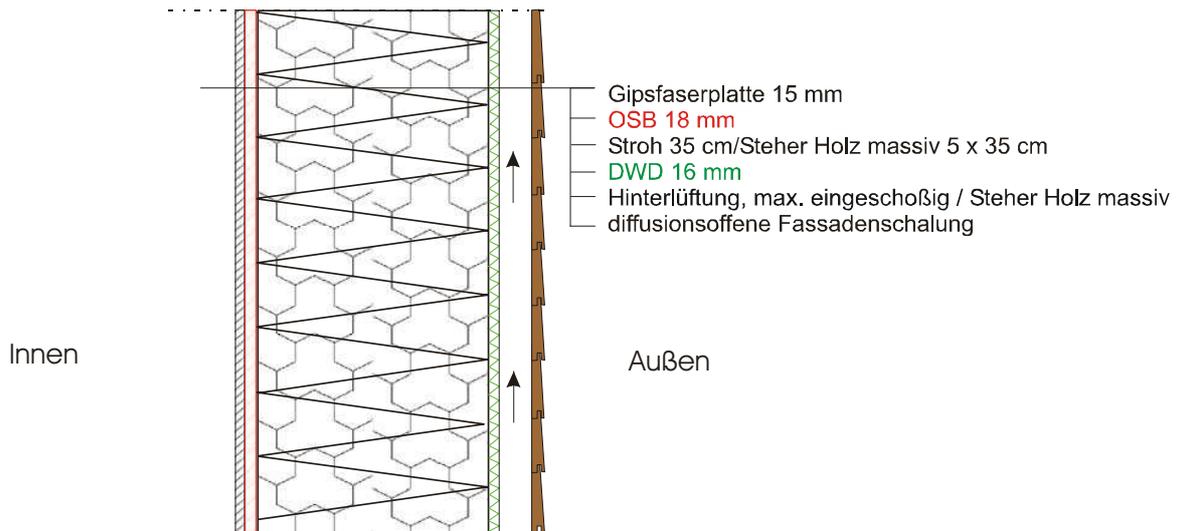
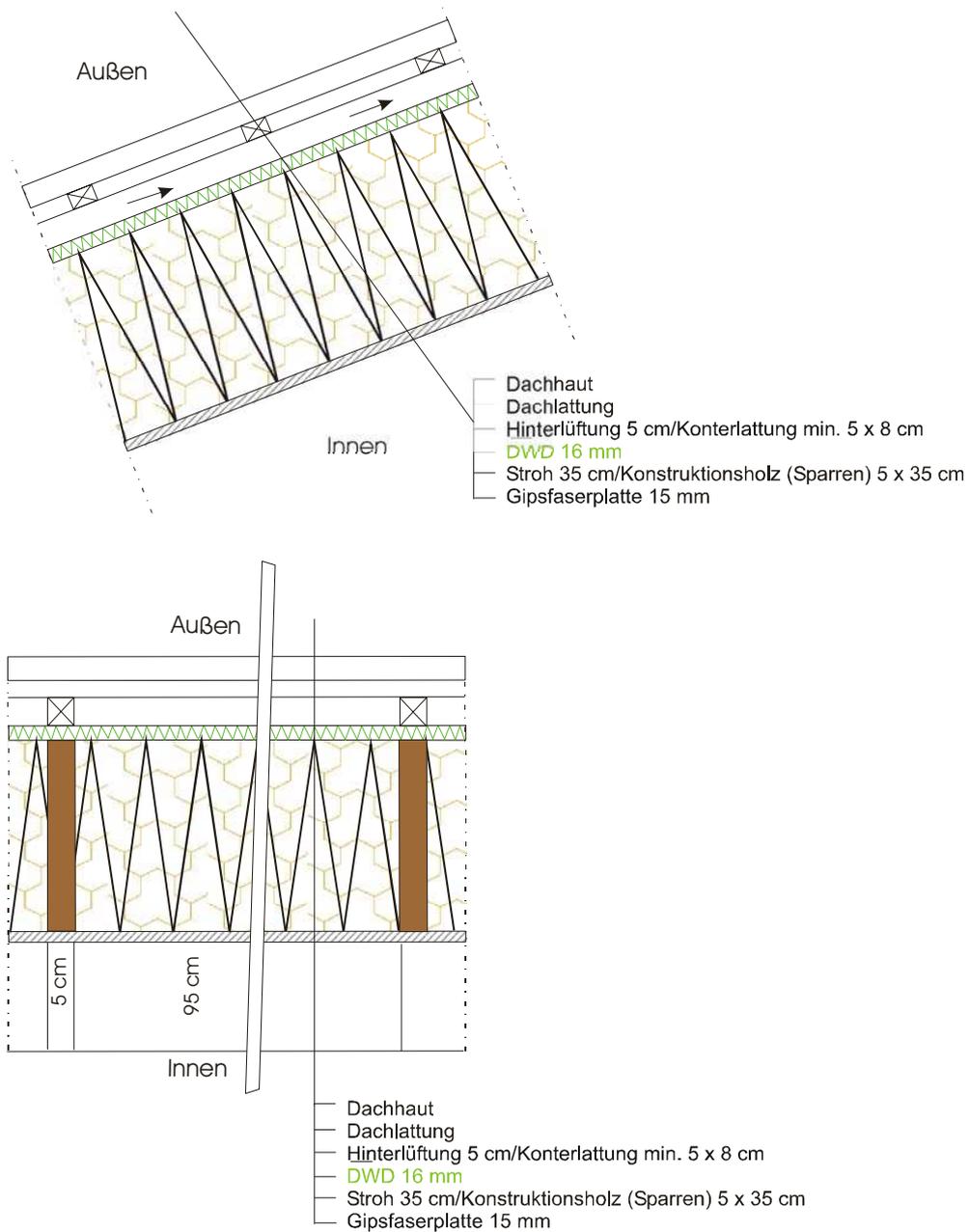


Abbildung 27: Bauteilzeichnung Dach (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)

Bauteil Stroh kompakt Kernvariante Dach



11.1 BESCHREIBUNG BAUTEIL DEFINITION

11.1.1 FASSADE

Diffusionsoffene Fassadenschalung z. B Lärchendiagonalschalung, Befestigung mittels Klammern oder Nägeln auf Konterlattung.

11.1.2 WINDDICHTE

⇒ *V1-DWD-Kernvariante:*

DWD-Platte

Vorteil im Vergleich zu V2: leichter bei der Verarbeitung, weil

- die DWD steifer ist, damit ist kein Aussteifen notwendig, aufgrund der bis zu 100 cm Abstand zwischen den Ständern ist dies für den untersuchten Bauteil eine wichtige Eigenschaft.
- aufgrund der glatteren Oberfläche reagiert die DWD nicht so heikel auf Bewitterung.

⇒ *V2-Weichfaserplatte:*

Diffusionsoffene Weichfaserplatte (z.B. Gutex, Pavatex)

Vorteil im Vergleich zu V1: Dampfdiffusionswiderstand günstiger, ökologisch besser, weil

- nur mit Kunstharz verklebt und
- ohne Polyurethan.

Preislich sind beide Varianten gleich. Befestigung mittels Klammern oder Nägeln.

11.1.3 DÄMMUNG - STROH

In der Kernvariante werden 35 cm Dicke für die Strohdämmung eingeplant. Zwischen zwei Ständern (Abstand bis zu 100 cm) werden zwei Strohballen nebeneinander eingebracht. Grundsätzlich wäre die Strohdämmung auch mit 32 cm Dicke möglich, was aufgrund der Platzersparnis zu Kosteneinsparungen führen würde. Die landwirtschaftliche Ernte der Strohballen würde durch die geringere Dicke der Strohballen aber erschwert werden. Die bauphysikalischen Eigenschaften ändern sich nicht wesentlich durch die unterschiedliche Dämmstoffdicke.

11.1.4 STÄNDERKONSTRUKTION

Material: In Frage kommen Vollholz oder Dämmständer oder KVH-Holz.

⇒ *V1-Vollholz-Kernvariante:*

Vorteile:

- Regional verfügbar, geringer Herstellungsaufwand, geringerer Transportaufwand und daher auch die Logistik leichter (bei Sägewerken beziehbar). Wertschöpfung im Inland;
- Preislich günstiger als V2 und V3.

Nachteile:

- Güteanforderungen für Bauholz nicht so streng wie für V2 und V3, Probleme könnten eventuell durch Holzfeuchte und mangelnde Maßhaltigkeit entstehen.
- Wärmetechnischer Nachteil, weil durch Vollholz keine Wärmebrückenvermeidung garantiert ist. Mittels Wärmebrückenberechnung wurde nachgewiesen (Querschnitt 50 mm/350 mm), dass pro Laufmeter der lineare Wärmebrückenzuschlag $\Psi = 0,01 \text{ W/mK}$ eingehalten wird. Daher ist es gemäß Stand der Technik (Passivhausinstitut Darmstadt) nicht notwendig, weitergehende Wärmebrückenberechnungen für die Tragkonstruktion durchzuführen. Die nachfolgenden Grafiken dokumentieren die Berechnungen.

Abbildung 28: Wärmebrückenberechnung Eingabedaten (Quelle: ConsultS – Erwin Schwarzmüller)

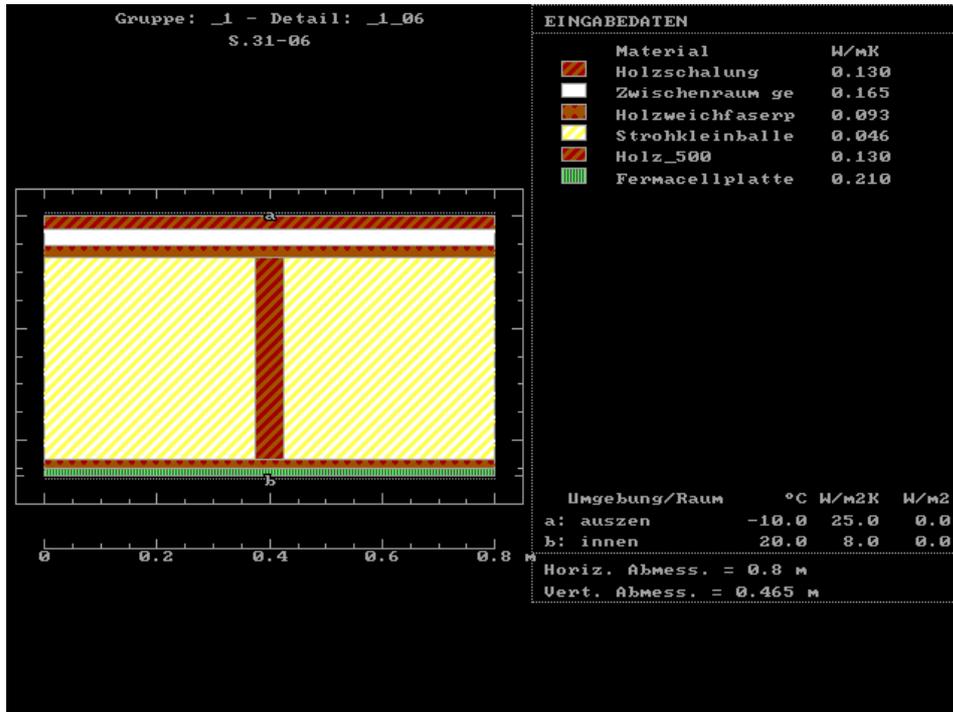


Abbildung 29: Wärmebrückenberechnung Ergebnisse (Quelle: ConsultS – Erwin Schwarzmüller)

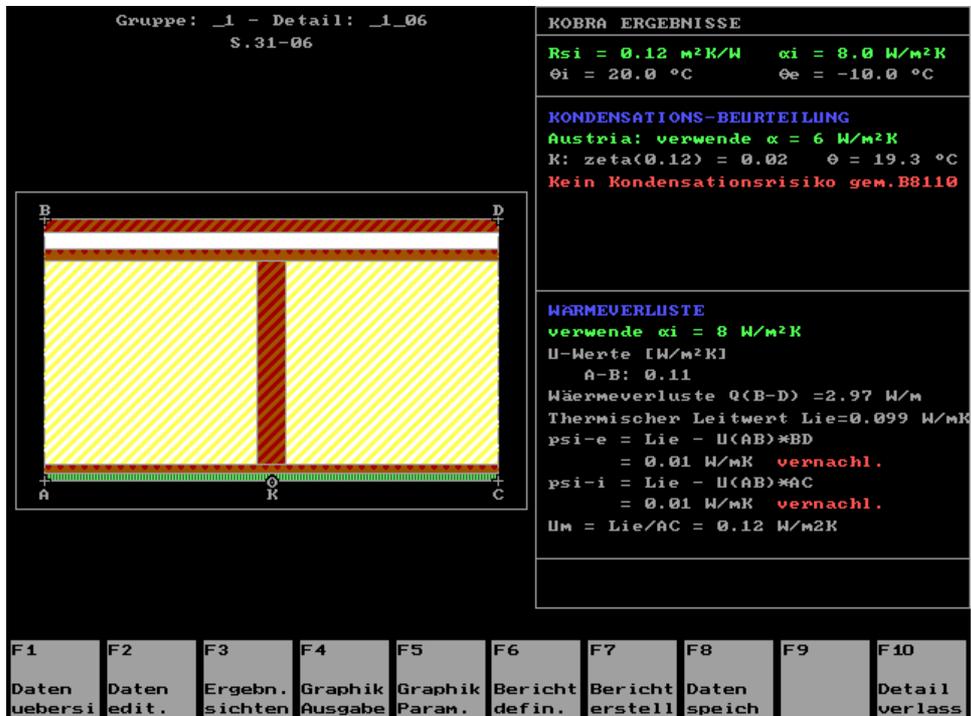
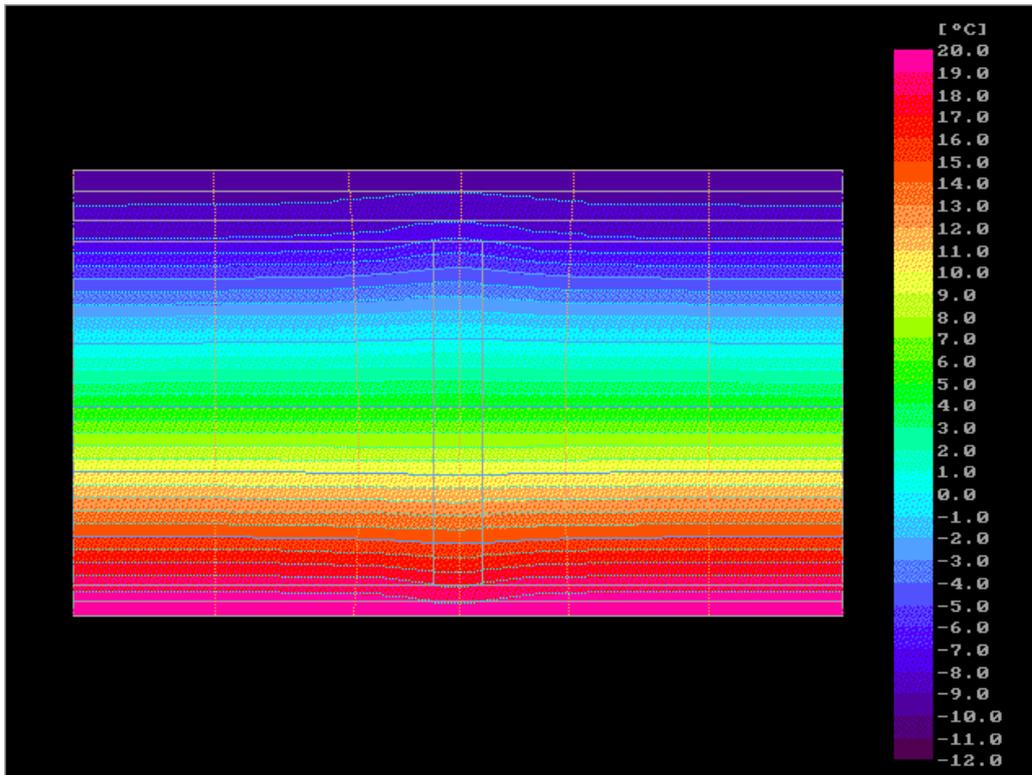


Abbildung 30: Wärmebrückenberechnung Temperaturverlauf (Quelle: ConsultS – Erwin Schwarzmüller)



⇒ V2-Dämmständer

Vorteile:

- Hohe, genormte und gesicherte Qualität durch Zertifikat, insbesondere die Holzfeuchtigkeit stellt kein Problem dar, Maßhaltigkeit ist besser als bei Vollholz, generell sind die Güteanforderungen für Bauholz nicht so streng wie für den Dämmständer (z.B. Astigkeit, Abholzigkeit etc.).
- Wärmetechnisch besser als V1 und V3.

Nachteile:

- Nicht in Österreich hergestellt und damit Logistik schwieriger.
- Ökologischer Nachteil durch vermehrten Transport, Energie und Materialaufwand bei Verarbeitung im Vergleich zu V1 und V3 und
- teurer als V1 und V3.

⇒ V3-KVH-Holz (Konstruktionsvollholz)

Z.B. KLH-Holz

Vorteile:

- Günstiger als V2.
- In Österreich hergestellt und damit leichter verfügbar als der Dämmständer.
- Qualität (Feuchtigkeit, Maßhaltigkeit, Äste usw.) ist besser und kontrollierbarer als bei V1, entspricht in Bezug auf Qualität V2.

Nachteile:

- Teurer als V1.
- Wärmetechnisch schlechter als V2, ähnlich V1.

⇒ *Dicke der Ständer*

Die Ständer sollten aufgrund der Belastbarkeit jedenfalls ≥ 5 cm sein.

Bei Vollholz (V1) und KVH-Holz (V3) ist bei Ständern mit einer Dicke größer 5 cm auf die Kältebrückenwirkung zu achten.

Beim Dämmständer (V2) werden 6 cm dicke Ständer im Projekt eingesetzt, weil der Ständer mit 6 cm belastbarer ist als mit 5 cm und beim Dämmständer mit keinen negativen Einflüssen auf das Wärmeverhalten zu rechnen ist.

⇒ *Abstand der Ständer*

Aufgrund der Biegezugfestigkeit der Beplankung wird der Abstand der Ständer mit maximal 100 cm festgelegt.

11.1.5 KOPF- UND FUßSCHWELLEN (RAHMEN RUND UM DIE STÄNDER)

⇒ *V1-Kernvariante*

3 Schichtplatten 20 mm

⇒ *V2-OSB-Platte*

OSB-Platte 18 mm, Nachteil gegenüber V1: höherer Leimanteil, hier ist im weiteren Projektverlauf ein Wärmebrückennachweis für den Einsatz im Passivhaus erforderlich.

Im Sockelbereich wird eine zementgebundene Pressspanplatte 20 mm und eine Fußschwelle eingesetzt. Eine Wärmebrückenwirkung ist hier nicht zu erwarten, da die Pressspanplatte auf der kalten Seite bzw. Fundamentseite zum Liegen kommt.

11.1.6 INNENSEITE

Im Bereich der Innenseite ist grundsätzlich zu unterscheiden,

- ob die vorgefertigte Wand mit oder ohne Installationsebene zur Baustelle geliefert wird.
- welche Aufbauten eingesetzt werden.

Im gegenständlichen Projekt wurde aus der Vielzahl an möglichen Kombinationen 3 Varianten ausgewählt:

⇒ *V1-OSB-Gipsfaser-Kernvariante:*

Vorteile:

- Verarbeitung leichter als V2 (keine Folie, die zerreißen kann).
- Belastbarkeit besser weil OSB steifer.
- Kostengünstiger als V2.
- Kostengünstiger als V3, weil
 - Platzersparnis durch Wegfall der Installationsebene,
 - weniger Arbeitsschritte notwendig sind.

Nachteile:

- Höherer Leimanteil als bei V2.
- Keine Installationsebene, Installationen nur in der Sockelleiste und in Türzargen möglich, daher ist Kunde weniger flexibel bei Installationsarbeiten (der nachträgliche Einbau einer Installationsebene ist zwar möglich, würde aber die Kosten- und Platzvorteile wieder wettmachen).

⇒ *V2- Wachspapier-Gipsfaserplatte:*

Vorteile:

- Günstiger als V3, weil
 - Platzersparnis durch Wegfall der Installationsebene,
 - geringere Werkstoffkosten und
 - weniger Arbeitsschritte notwendig sind.
- Ökologisch besser als V1 und V3, weil die Gipsfaserplatte und das Wachspapier im Vergleich zur OSB-Platte über einen ökologisch unbedenklichen Bindemittelanteil verfügt (Gipsfaserplatte wird vom Institut für Baubiologie und –ökologie güteüberwacht).

Nachteile:

- Keine Installationsebene, Installationen nur in der Sockelleiste und in Türzargen möglich, daher ist Kunde weniger flexibel bei Installationsarbeiten (der nachträgliche Einbau einer Installationsebene ist zwar möglich, würde aber die Kosten- und Platzvorteile wieder wettmachen).
- Teurer als V1.
- Verarbeitung schwieriger als V1 und V3 (Folie zerreisst leicht, Gipsfaserplatte muss im Werk aufgebracht werden, damit sind auf der Baustelle keine Nachbesserungen mehr möglich).

Innenraum: braucht nur verspachtelt werden.

Ad Dampfbremse: Folie oder Wachs- oder Öl-imprägniertes Papier, s.d-Wert 3m.

Ad Gipsfaserplatte: PU-geklebt oder gipsverspachtelt.

⇒ *V3-OSB - Installationsebene – Gipskartonplatte:*

Vorteile:

- Luftdichtheit durch OSB und Installationsebene, weil es bei sachgemäßer Installation keine Durchgänge gibt.
- Flexibler bei Installationen für den Kunden.
- Eignet sich als „Ausbauvariante für den Kunden“ besser, da die Schnittstelle Fertighaushersteller - Bauherr besser abgesichert ist, weil der Fertighaushersteller seine Bauteile ganz abschließen kann und die weitere Installationsarbeit auf den Bauteil aufsetzt.

Nachteil:

- Teurer als V1 und V2.

11.2 BAUTECHNISCHE KENNDATEN DER KERNVARIANTE

Kondensat/Austrocknung:

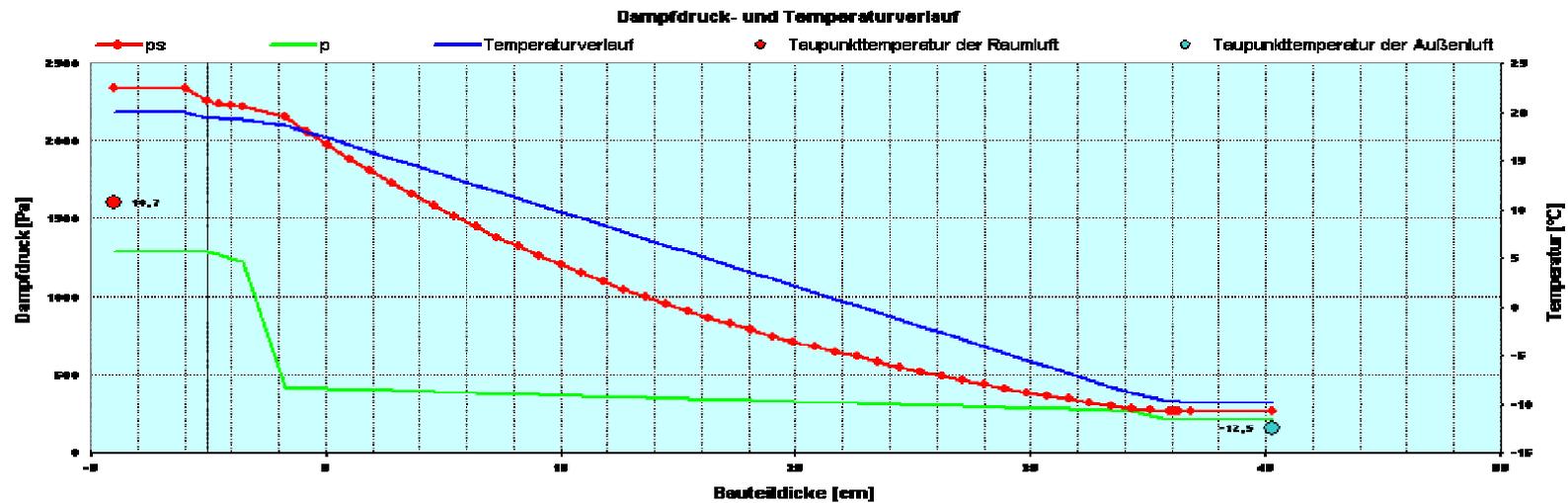
Die Dampfdiffusionsberechnung für den Querschnitt erfolgte nach ÖN 8110 Teil 2 (Verfahren Glaser). Es zeigt sich, dass während der gesamten Heizperiode der Querschnitt kondensatfrei ist. In der Grenzschicht nach außen können im Winter Konditionen bis zu 90 % relativer Luftfeuchtigkeit auftreten (siehe dazu die folgende Tabelle und Grafik). Dies ist jedoch aufgrund geringer Temperaturen für die Schimmelbildung unbedeutend. Für die Rahmenbedingungen in den Sommermonaten wurden die in Anhang A dargestellten Berechnungen durchgeführt.

Abbildung 31: U-Wert- und Dampfdiffusionsberechnung (Quelle: ConsultS – Erwin Schwarzmüller)

Stationäre U-Wert- und Dampfdiffusionsberechnung

Zusammenfassung für den Bauteil: Bauteilbezeichnung

Wärmeschutz (U-Wert)			Feuchteverhalten (Dampfdiffusion)				
Bauteil gegen Außenluft			Luftberührter Bauteil				
R_{si}	0,13	[m ² K/W]	R_{si}	0,17	[m ² K/W]	20 °C Raumtemperatur im Winter	55 % r.L. im Winter (innen)
R_{se}	0,04	[m ² K/W]	R_{se}	0,05	[m ² K/W]	-10 °C Außentemperatur im Winter	80 % r.L. im Winter (außen)
R_t	8,28	[m ² K/W]	Tauwasser	kein	[g/m ²]	Tauwasserperiode 60 Tage	15 °C und 70 % im Sommer (innen)
R_T	8,45	[m ² K/W]	Verdunstung	Kondensat	[g/m ²]	Verdunstungsperiode 120 Tage	15 °C und 70 % im Sommer (außen)
Der U-Wert des Bauteils beträgt			Kein Kondensat !!!				
0,118 W/m²K			Unter den angegebenen Randbedingungen gibt es im Bauteil keinen Tauwasserausfall !!!				



U-wert

Der mittlere U-Wert gemäß ÖN 8110 (T1 Pkt 8.7.) beträgt inklusive Holzanteil von 10 % $0,12 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Auch unter Einrechnung von 2 Meter pro m^2 Fläche Wärmebrückenzuschlag ist mit $0,13 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ der Aufbau immer noch passivhaustauglich.

11.3 PRODUKTIONSPROZESS DER BAUTEILE

1. Am Schmetterlingswender werden die Ständer mit Kopf- und Fußschwelle aufgelegt.
2. Die OSB-Platte wird aufgebracht (mittels Klammern oder Nägeln befestigt).
3. Die Gipsfaserplatte wird aufgebracht (mittels Klammern oder Nägeln befestigt), entweder werden Stöße mit PU-Kleber verklebt (statischer Vorteil) oder offengelassen und die Fugen fachgerecht verspachtelt (Vorteil kein PU-Kleber notwendig).
4. Der Bauteil wird gewendet.
5. Die Strohdämmung wird händisch mit Druck eingebracht. Allfällige Fugen werden mit losem Stroh ausgestopft und danach die Strohhallenschnüre geöffnet. Durch das Öffnen der Schnüre wird eine innere Vorspannung im Gefach erzeugt.
6. Die DWD-Platte wird mittels Klammern oder Nägeln befestigt.
7. Die Konterlattung wird aufgebracht.
8. Die Fassadenschalung wird aufgebracht.

Die Optimierung des Bauteiles erfolgte durch eingehende Diskussion im Projektteam. Einzelne Berechnung diesen optimierten Bauteil betreffend wurden durchgeführt (Wärmebrücken, etc.). Eine weitere konstruktive und bauphysikalische Optimierung des Bauteils für die speziellen, in diesem Projekt geprüften Qualitätseigenschaften des Stroh, wäre mit weiteren Berechnungen verbunden, die in diesem Projekt nicht mehr durchgeführt werden konnten. Auch auf die Anschlüsse der Wand/Dachbauteile konnte in diesem Projekt nicht näher eingegangen werden. Dazu wurde das Folgeprojekt „Stroh und Holz“ bei der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht.

Die folgenden Bilder zeigen die wichtigsten Arbeitsschritte bei Produktion der Bauteile.

Abbildung 32: Einbringen der Stroballendämmung in den Bauteil (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)



Abbildung 33: Ausstopfen eventueller Fugen mit losem Stroh (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)



Abbildung 34: Bauteil vor dem Verschluss (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)



Abbildung 35: Verschluss des Bauteils, Befestigen der DWD-Platte (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)



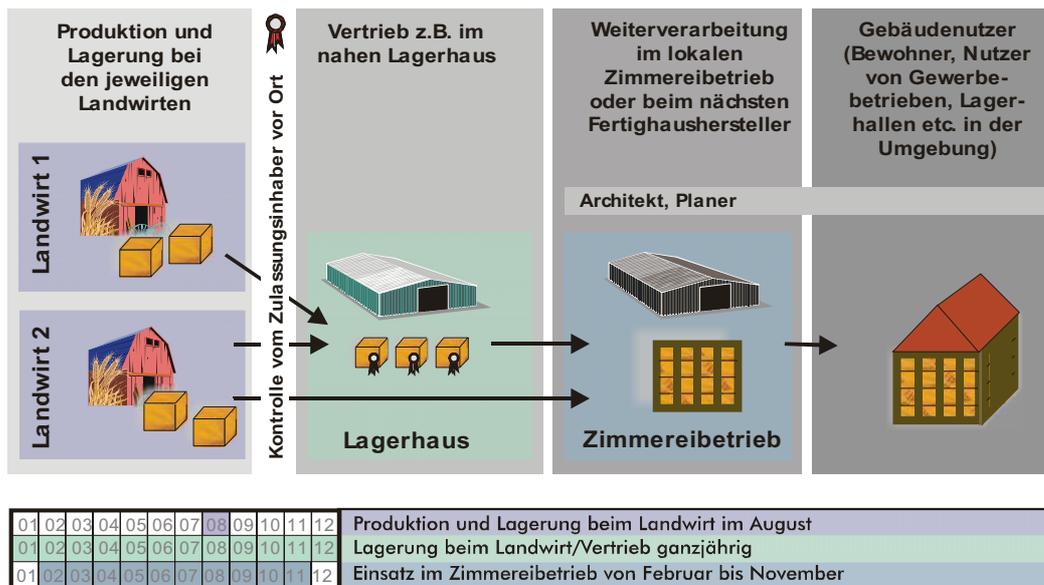
12 ERGEBNISSE

12.1 AKTEURE UND BEREITSTELLUNGSSCHRITTE ENTLANG DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE STROHKLEINBALLENDÄMMSTOFF“ IM ÜBERBLICK

Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick über die gesamte Produktionskette: Produziert wird beim Landwirt, Qualitätskontrolle und Organisation des Vertriebes liegen bei einem Zulassungsinhaber, als Vertriebsschiene kommen entweder dezentrale Strukturen wie die Lagerhäuser in Betracht oder die Direktlieferung vom Landwirt an den Abnehmer. Abnehmer sind Zimmereibetriebe, Bauteilproduzenten oder Fertighaushersteller, die den Dämmstoff zu vorgefertigten Bauteilen weiterverarbeiten. Nutzer sind die Bauherren bzw. Gebäudenutzer, deren Gebäude aus den vorgefertigten, mit Stroh gedämmten Bauteilen bestehen.

Abbildung 36: Wertschöpfungskette „Strohkleinballendämmstoff“ (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)

Wertschöpfungskette Strohkleinballendämmstoff



12.2 PRODUKTION – BEIM LANDWIRT

Strohballendämmstoffe werden dezentral beim Landwirt produziert und zwischengelagert. Die Produktion beim Landwirt umfasst drei bis vier Produktionsschritte – Ernte, Feldtrocknung, eventuell das Aufbringen von Zuschlagstoffen sowie das Pressen und Aufsammeln der gepressten Ballen.

12.2.1 ERNTE

Geerntet wird das vollreife Korn im Juli/August. Anforderungen an die Ernte zur Dämmstoffproduktion sind:

- die Kornfeuchte darf maximal bei 15 % liegen
- der Erntevorgang selbst darf nicht bei feuchter Witterung erfolgen, da sonst je nach hygrothermischen Verhältnissen die Möglichkeit einer Pilzsporenbildung und eines Pilzwachstums erfolgen kann.

Beides entspricht der gängigen landwirtschaftlichen Praxis, damit sind keine besonderen Vorkehrungen oder Arbeitsaufwendungen erforderlich.

⇒ *Ergebnisse der Ernte 2002 und 2003*

Im Juli 2002 fand die Ernte bei drei Landwirten (davon ein Biobauer) in der Region Horner Becken statt (siehe dazu im Detail die Ernteprotokolle im Kapitel 5). Im Juli 2003 wurde bei drei Landwirten im Land um Laa geerntet. Die Wetterverhältnisse waren sowohl 2002 als auch 2003 bei Ernte, Pressen und Transport optimal (hohe Lufttemperatur, kein Regen).

2002 wurde ausschließlich Weizenstroh der Weizensorte Capo einbezogen. Der Weizen wurde 2002 von allen drei Landwirten mit zwischen 12 % u. 13,5 % Kornfeuchte geerntet. 2003 wurden unterschiedliche Weizensorten einbezogen: Perlo, Extrem, Capo und Renan. Die Kornfeuchte lag 2003 bei den drei Landwirten bei 12 % bis 13,2 %.

12.2.2 FELDTROCKNUNG

Stroh weist zum Zeitpunkt der Ernte höhere Feuchtigkeit auf als das Korn (bis zu 5 % höher). Nach der Kornernte verbleibt das Stroh je nach Witterung einige Tage zur sogenannten Feldtrocknung am Feld, wodurch die Strohfeuchtigkeit reduziert wird. Auch in Bezug auf die Feldtrocknung müssen im Vergleich zur gängigen landwirtschaftlichen Praxis keine Veränderungen des Prozesses zur Dämmstoffproduktion vorgenommen werden.

⇒ *Ergebnisse der Feldtrocknung 2002 und 2003*

Bei der Ernte 2002 erfolgte die Feldtrocknung mit einer Dauer von ca. 2-3 Tagen. 2003 wurde das Stroh 1 bis 5 Tage am Feld getrocknet. Dabei trocknete das Stroh 2002 auf unter 11 % ab. 2003 trocknete das Stroh auf unter 11,3 % ab.

12.2.3 AUFBRINGEN DER ZUSCHLAGSTOFFE

Die Ergebnisse von „Stroh kompakt“ zeigen zwar, dass für eine Zertifizierung der Strohdämmstoffe auf europäischer Ebene vom Einsatz von Zuschlagstoffen voraussichtlich abgesehen werden kann. Aufgrund der Herausforderungen, die Brandschutz und Schimmelbildung für den Strohballendämmstoff darstellen, wurden trotzdem erste Versuche zum Einsatz von Zuschlagstoffen durchgeführt. Aus insgesamt sieben Zuschlagstoffen wurden zwei Zuschlagstoffe - Kaliumsilikat (Wasserglas) und Natriumcarbonat (Soda) - ausgewählt und am Feld direkt auf die Strohschwad mittels Rückenspritze händisch aufgebracht. Wasserglas konnte erfolgreich aufgebracht werden. Soda rieselte großteils beim Pressvorgang wieder aus. Das Aufbringen des Wasserglases brachte zwar keine Schwierigkeiten mit sich, bei einem großflächigen Einsatz müssten jedoch geeignete große Spritzgeräte wie z. B. Unkrautspritzen getestet werden. Folgende Probleme könnten bei einer großflächigen Aufbringen der Zuschlagstoffe entstehen:

- die Düsen am Rand der Spritzgeräte müssen verschlossen werden, damit der Zuschlagstoff nur auf der Strohschwad aufgebracht wird und nicht auf der gesamten Breite der Spritze.
- das Reinigen der Düsen und der gesamten Spritze ist derzeit sehr zeitaufwendig.

12.2.4 PRESSEN UND AUFSAMMELN DER STROHBALLEN

Beim Pressen wird das Stroh nach der Feldtrocknung vom Feld aufgesammelt, gepresst und zu Ballen gebunden. Dieser Produktionsschritt ist maßgeblich für einige wichtige Eigenschaften des Strohkleinballen-Dämmstoffes: Vom Hersteller und Type der Presse, sowie Einstellung und Zustand der Presse werden die Abmessungen und die Dichte des Strohballens bestimmt. Da für das gegenständliche Projekt nur Strohkleinballen von Bedeutung sind, wird in weiterer Folge nur der Pressvorgang von Strohkleinballen betrachtet.

⇒ *Ergebnisse der Pressvorgänge 2002 und 2003*

- Verunkrautung

Verunkrautung war 2002 bei zwei Landwirten nicht erkennbar, bei einem Landwirt (dem Biobauern) leicht erkennbar. 2003 war bei allen drei Landwirten Verunkrautung nicht erkennbar.

- Feuchtigkeit

Die Feuchtigkeitsmessungen wurden von Ing. Staribacher (Projektmitarbeiter) mit dem Gerät Farmex HMT 2 Heufeuchtigkeitsmesser durchgeführt. Bei beiden Ernteperioden konnte damit die geforderte Strohfeuchtigkeit von maximal 15 % leicht erzielt werden.

- Maßhaltigkeit der Ballen

Aus der Ernte 2003 wird ersichtlich, dass - wie erwartet - die größten Abweichungen bei den Längen der Strohballen auftreten und diese bei ca. +/- 10 cm liegen. Eine Eingrenzung dieser Abweichung auf unter 10 cm kann nur durch Aussortieren der Ballen mit den gewünschten Längen erfolgen, wobei hier der Ausschuss beträchtlich wäre und damit zusätzliche Kosten entstehen würden. Da aus Sicht der im Projekt beteiligten verarbeitenden Betriebe (Firma Buhl, Hr. Gerhard Unfried und Bmst. Heribert Hege-dys) **eine Abweichung bei der Länge des Ballen bis zu +/- 10 cm kein Problem für den Einsatz der Strohballen darstellt**, wird vom Projektteam von einer Eingrenzung der Abweichung auf unter +/- 10 cm abgesehen. Wie der Einbau der Ballen bei den drei Pilotprojekten zeigt, sind im Gegensatz zur Länge bei Breite und Höhe wesentlich geringere Abweichungen zu fordern, um einen reibungslosen Einbau der Ballen zu gewährleisten. **Für die Zulassung werden vom Projektteam Abweichungen bei Breite und Höhe der Strohballen von maximal +/-1,5 cm vorgeschlagen.**

- Dichte

Die Ernte 2002 (hier wurden Dichten von über 90 kg/m³ erzielt) und einige Landwirte bzw. Pressen bei der Ernte 2003 zeigen, dass die geforderten Dichten von 80 bis 90 kg/m³ durchaus zu erzielen sind. Insbesondere die Ernte 2003 zeigt jedoch auch, dass die geforderten Dichten nicht immer und von jedem Landwirt produziert werden können. Einflussfaktoren auf die Dichte scheinen Zustand und Handhabung der Presse und eventuell auch die Witterung zu sein.

Da die Dichte der Strohballen ein wesentliches Qualitätsmerkmal für den Strohballendämmstoff ist, besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der von den Landwirten erzielbaren Dichten und der Einflussfaktoren auf diese Dichte beim Pressvorgang. In einem mehrjährigen Forschungsprojekt sollte untersucht werden, welche Einflussfaktoren (Witterung, Handhabung der Presse beim Pressvorgang etc.) die Dichte der Strohballen maßgeblich beeinflussen. Weiters könnten höhere Dichten durch Produktweiterentwicklung erzielt werden. Daher wird im bereits erwähnten Nachfolgeprojekt „Stroh Koop“, das in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, eine Produktweiterentwicklung der Strohballendämmstoffe zur Erzielung höherer Dichte, z. B. durch mehrmaliges Pressen, angestrebt.

Für die künftige Bereitstellung qualitätsgesicherter Strohballendämmstoffe sind von den interessierten Landwirten vorab Tests mit den betriebseigenen Pressen hinsichtlich der erzielbaren Dichten durchzuführen. Eventuell könnte auch vom Maschinenring eine Presse zur Verfügung gestellt werden, welche die geforderten Dichten pressen kann und Schulungen der Landwirte bezüglich der richtigen Handhabung der Presse zur möglichst dichten Pressung durchgeführt werden.

- Aufsammeln der Ballen

Nach der Strohkleinballenpressung werden die Strohballen meist vom Feld abtransportiert. Für diesen Abtransport gibt es vier Möglichkeiten:

- Variante 1: Der Ballen fällt nach der Pressung zu Boden und wird in einem weiteren Arbeitsgang auf einen Anhänger händisch aufgeladen.
- Variante 2: Der Ballen rutscht nach der Pressung über eine Rutsche auf den Anhänger und wird dort händisch geschlichtet.
- Variante 3: Der Ballen wird nach der Pressung in einen Aufsammelwagen mittels Schleuder geschleudert, dieses Verfahren ist in Österreich selten anzutreffen.
- Variante 4: Der Ballen fällt nach dem Pressen auf den Boden und wird in einem zweiten Arbeitsgang mit einem speziellen Sammelwagen automatisch aufgenommen, auch diese Variante ist in Österreich sehr selten anzutreffen.

12.2.5 ERNTEPROTOKOLL

Vom Projektteam wurde das Ausfüllen eines „Ernteprotokolls“ gefordert, um die Nachvollziehbarkeit des Bereitstellungsprozesses zu gewährleisten. Das im Projekt entworfene Ernteprotokoll wurde von allen beteiligten Landwirten bei beiden Ernteperioden ausgefüllt. Das Ausfüllen des Ernteprotokolls erwies sich nach kleinen Adaptierungen als problemlos und ohne nennenswerten Mehraufwand machbar. Um in weiterer Folge eine Qualitätskontrolle durch einen Zulassungsinhaber zu gewährleisten, ist das Ausfüllen des Ernteprotokolls unerlässlich.

12.3 TRANSPORT

Für den eigentlichen Transport der Strohkleinballen werden vom Landwirt herkömmliche, meist offene Anhänger verwendet. Transporte des Strohkleinballen-Dämmstoffes, beispielsweise vom Feld zum Lager des Landwirtes oder vom Lager, bzw. von der Vertriebsorganisation des Landwirtes zum Fertighaushersteller, müssen jedenfalls so erfolgen, dass der Dämmstoff keinesfalls mit Regenwasser oder Schnee in Verbindung kommt, d. h. entweder im abgeschlossenen Wagen oder bei trockener Witterung. Bezüglich des Transportes der Strohballen wurde daher vom Projektteam gefordert, dass dieser in einem geschlossenen Wagen erfolgen muss bzw. nicht bei Regen stattfinden darf.

Eine Verpackung der Strohballen ist bei vorschriftsmäßiger Durchführung von Transport und Lagerung nicht notwendig und sollte unter dem Gesichtspunkt der Ressourcenschonung möglichst vermieden werden. Bei einem breiten Einsatz der Strohdämmstoffe in bestehenden Vertriebsorganisationen, wie z. B. Baustoffhandel, wird eine Verladung der Strohballen, z. B. auf Paletten nicht vermeidbar sein.

12.4 LAGERHALTUNG

Werden die Strohballen nicht unmittelbar nach dem Aufsammeln verkauft oder verwendet, werden sie vom Landwirt meist unter Dach gelagert. Die in der Landwirtschaft verwendeten Strohlager sind sehr heterogen und reichen von der mit Planen abgedeckten Lagerung im Freien bis zu abgeschlossenen Lagerhallen mit Betonboden.

Ebenso wie für den Transport wurde auch für die Lagerung der Strohballendämmstoffe gefordert, dass eine Aufnahme von Feuchtigkeit vermieden werden muss. Es wurde daher gefordert, dass die Strohballen

- in einem Lager unter Dach gelagert werden müssen und keinerlei Flüssigkeitseintrag (Regen oder Schnee) stattfinden darf;
- nicht bodenberührt gelagert werden dürfen, die unteren beiden Strohballenlagen dürfen nicht für Dämmzwecke verwendet werden (Gefahr der Feuchtigkeitsaufnahme vom Boden);
- die als Strohkleinballen-Dämmstoff gelieferten werden eine Feuchtigkeit von 15 % nicht übersteigen dürfen.

⇒ Lagerhaltung 2002 und 2003

- Lagerhaltung 2002

Die Messdaten zeigen einen Anstieg der Strohfeuchte über die Wintermonate bis März und einen Rückgang der Strohfeuchte im April in etwa auf das Ausgangsniveau bei Ernte und teilweise darunter. Die Feuchte im Strohballen stieg damit bei Lagerung an! Um erste Einflussfaktoren auf den Anstieg der Strohfeuchte zu ermitteln, wurden für die Lagerung 2003 Temperatur- und Feuchtemessungen in den Lageräumen vorgesehen.

- Lagerhaltung 2003

Es zeigte sich, dass die Strohfeuchtigkeit im Oktober höher war als nach der Ernte im Juli/August. Im permanent geöffneten Lager waren die höchsten Strohballenfeuchtigkeiten zu verzeichnen, diese gingen einher mit einer höheren maximalen Luftfeuchtigkeit (92,6 %) und einer geringeren minimalen Temperatur (-0,7 °C) im Vergleich zum anderen Lager (max. Luftfeuchtigkeit 86,5 % und min. Temperatur 3,2 °C). In allen Lagern wurde bei den nicht bodenberührt gelagerten Ballen bei den Messungen im Juli/August und Oktober 2003 die Obergrenze von 15 % Feuchte im Strohballen nicht überschritten. In keinem der untersuchten Lager traten hygrothermische Bedingungen auf, die Schimmelpilzwachstum am Strohballen ermöglichen würden.

2003 wurde auch die Feuchtigkeit von Strohballen gemessen, die direkt am Boden lagern. Es zeigte sich, dass bei den Landwirten Rohringer und Schmidt ähnliche Feuchtigkeiten auftreten wie in den höheren Lagerschichten. Beim Landwirt Weis sind dagegen massiv höhere Feuchtigkeiten in der untersten Strohballenreihe zu erkennen. Diese Ergebnisse erhärten die Annahme, dass nur Strohballen, die nicht bodenberührt gelagert werden, als Dämmstoff eingesetzt werden dürfen (die untersten beiden Strohballenlagen dürfen nicht als Dämmstoff verwendet werden).

Weiters zeigt sich in beiden Jahren, dass die Strohballenfeuchte bei permanent geöffnetem Lager (Haimerl 2002 und Weis 2003) markant über der von anderen geschlossenen bzw. teilweise geschlossenen Lagern liegt. Es wird daher empfohlen, für die Lagerung zwar ein permanent offenes Lager zuzulassen, aber das Nichteindringen von Wasser durch einen geeigneten Regenschutz zu gewährleisten.

12.5 ZULASSUNG UND ZERTIFIZIERUNG

Während der Projektarbeit stellte sich heraus, dass ein wesentliches Hemmnis für die Verbreitung der Strohdämmstoffe das Fehlen einer anerkannten Qualitätszertifizierung der Strohdämmstoffe ist, welche die Qualitätseigenschaften ausweist und ein Zertifikatinhaber im Falle eines Mangels zur Verantwortung gezogen werden kann. Daher wurde eine Europäisch-Technische-Zertifizierung vorbereitet und notwendige Qualitätseigenschaften für die Europäisch-Technische-Zulassung überprüft. Die Ergebnisse der Prüfungen zeigen, dass der Strohballendämmstoff auf europäischer Ebene zugelassen werden kann.

12.5.1 ERGEBNISSE DER DÄMMSTOFFPRÜFUNGEN

⇒ *Kennwerte der Strohballen, die als Dämmstoff herangezogen werden:*

- **Größe Strohballen-Dämmung:** Länge: 60, 70, 80 und 90 cm, Breite: 46 oder 50 cm, Höhe: 36 cm oder 40 cm. Maximale Abweichungen bei der Länge: +/- 10 cm, bei der Breite und Höhe +/- 1,5 cm
- **Rohdichte:** Untere und obere Grenze: 80 kg/m³ bzw. 90 kg/m³
- **Feuchtegehalt des Strohs:** < 15 %
- **Unkrautbesatz:** < 0,5 Gew. %
- **Restkornanteil:** < 0,4 Gew. %

⇒ *Abgeschlossene Prüfungen*

- **Wärmeleitfähigkeit:**

Die Wärmeleitfähigkeit wurde bei einer Konditionierung der Probekörper von 23 °C/50 % rel. Luftfeuchte und bei 23 °C/85 % rel. Luftfeuchte bestimmt. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Tabelle 18: Ergebnisse der Wärmeleitfähigkeitsprüfungen (Quelle: OFI Prüfbericht Nr. 10.125, Nr. 300.779 und Nr. 300.779-b)

	Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur λ_{10} W/mK	Massebezogener Feuchtegehalt u ; kg/kg	Massebezogener Um- rechnungsfaktor f_u ; kg/kg
Trocken	0,045 (Nennwert, repräsentativ für mind. 90 % der Produktion bei einem Vertrauensniveau von 90 %)		
23 °C/ 50 %	$\lambda_{D(23/50)} = 0,046$	0,058	0,2
23 °C/ 85 %	$\lambda_{10(23/85)} = 0,050$	0,15	0,7

$\lambda_{D(23/50)}$ berechnet sich aus dem Wert $\lambda_{(10, tr, 90/90)}$ und dem Umrechnungsfaktor für den Feuchtegehalt

$$f_m = e^{f_u (u_2 - u_1)} \text{ wie folgt: } \lambda_{(10, tr, 90/90)} * e^{f_u (u_2 - u_1)} = 0,045 * e^{0,2 (0,058 - 0)} = 0,045 * 1,0117 \text{ W/mK.}$$

- **Brandverhalten:** wurde bereits bei Wimmer et al. 2001 mit dem Ergebnis B2 durchgeführt. Für eine Europäisch-Technische-Zulassung ist die Umschreibung dieses Ergebnisses auf Klasse E erforderlich, diese Umschreibung wurde in diesem Projekt initiiert. Weiters wurde ein Brandversuch (Kleinbrenntest) der mit Wasserglas behandelten Strohballen durchgeführt. Das Prüfprotokoll zeigt, dass die mit Wasserglas behandelten Ballen Klasse E erreichen.
- **Strömungswiderstand:** 0,43 kPa s/m²
- **Wasseraufnahme:** 5 kg/m²
- **Restkornanteil:** < 0,4 %
- **Unkrautbeisatz:** < 0,5 %
- **Resistenz gegen biologische Einwirkungen und Hygiene:** Die Bewertung des Pilzwachstums erfolgte gemäß ÖN EN ISO 846 (Bestimmung der Einwirkung von Mikroorganismen auf Kunststoffe: Ausgabe 9/1997). Aufgrund der Ergebnisse werden die gemäß ÖN B 6010 gelagerten Proben in die Wachstumsintensitätsstufe 3 – Wachstum mit bloßem Auge erkennbar, bis zu 50 % der Probenoberfläche bewachsen – eingeteilt. Bei der für die Europäisch-Technische-Zulassung geforderten Versuchsanordnung zeigt sich damit - wie erwartet - Schimmelbildung. In die Zulassung des Strohkleinballen-Dämmstoffes ist in Abstimmung mit dem OIB „Klasse 3“ einzutragen. Gleichzeitig ist in den Verwendungshinweisen in der Zulassung zu definieren, auf welche Bauteilkonstruktionen der Einsatz des Strohdämmstoffes begrenzt ist, um eine Schimmelbildung zu vermeiden.

Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen des Österreichischen Instituts für Baubiologie und –ökologie zeigen, dass in der hier untersuchten Strohwand (siehe dazu Abbildung 38) trotz der vergleichsweise ungünstigen Voraussetzungen des Strohdämmstoffes kein Schimmelpilzwachstum stattfindet und damit auch die Belastung durch MVOC-Emissionen nicht gegeben ist.

Ergebnisse der Simulationsrechnungen:

- Insgesamt kann auf der Grundlage der durchgeführten Messungen und Simulationen davon ausgegangen werden, dass die hinterlüftete Strohwand bei fachgerechter Ausführung eine ausreichende Sicherheit vor Schimmelpilzbildung bietet.
- Durch die hinterlüftete Ebene wirkt sich der Schlagregen nur vernachlässigbar auf das Feuchteverhalten der Wand aus.
- Der Diffusionswiderstand der OSB-Platte und das Diffusionsverhalten des Strohs haben nur einen geringen Einfluss auf das hygrothermische Verhalten der Strohwand.

- Die MVOC-Emissionen an schimmelbefallenem Stroh liegen zum Teil in einem hohen Bereich. Neben der toxikologischen Wirkung der emittierten MVOC's ist eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch schimmeltypische Gerüche nicht auszuschließen. Im Normalfall steht die Luft aus der Dämmebene nicht oder nur in geringem Ausmaß mit der Raumluft in Verbindung. Zudem tritt in den untersuchten Konstruktionen keine Schimmelbildung auf.
- Die Auswirkung der hygrothermischen Zustände in typischen Anschlüssen (z.B. Kellerdecke, Dach) sollten in weiterführenden Untersuchungen erforscht werden. Zudem ist eine messtechnische Überprüfung der auftretenden hygrothermischen Zustände in ausgeführten Strowänden jedenfalls anzustreben. Die Entwicklung von Bauteilen und Anschlüssen für den Einsatz von Stroh, sowie eine messtechnische Überprüfung der hygrothermischen Zustände wird daher im Projekt „Stroh und Holz“, das in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, angestrebt.
- **Setzung:**

Obwohl in der Europäisch-Technischen-Zulassung ein Setztest nicht gefordert wird, wurde für den in diesem Projekt vorgeschlagenen Bauteil (siehe dazu Abbildung 38) auch eine Prüfung für das Setzmaß unter Erschütterung durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Setzung im Bauteil bei Extrembedingungen beim Transport im Ausmaß von maximal 2,3 % bzw. 70 mm erfolgt. Im Vergleich dazu werden z. B. in der Wiener Verordnung MA 64-BA 67/2002 für lose Dämmstoffe maximal 20 % vorgeschrieben. Die Setzung von Stroh liegt damit weit unter dieser geforderten Grenze.

Die in diesem Projekt durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Zulassung von Stroh als Dämmstoff auf europäischer Ebene beantragt werden kann. Die Wärmeschutzqualitäten entsprechen den Anforderungen des Passivhausbaues, die Setzung des Strohs im Bauteil stellt bei den hier betrachteten Bauteilen kein Problem dar. Herausforderungen an den Strohdämmstoff stellen der Brandschutz (Klasse B2 wird erreicht) und die Resistenz gegen biologische Einwirkungen (Klasse 3 wird erreicht) dar. Beiden Herausforderungen kann durch eine geeignete Konstruktion der Holzrahmenbauteile begegnet werden: Strohdämmstoffe müssen in Konstruktionen eingesetzt werden, die ausreichend Brandschutz gewährleisten und keine hygrothermischen Bedingungen zulassen, die Schimmelpilzwachstum ermöglichen. In der Zulassung der Strohdämmstoffe wird in der Verarbeitungsrichtlinie darauf hingewiesen, dass der Einsatz der Strohdämmstoffe nur in den dafür vorgesehenen Konstruktionen erfolgen darf. Daher könnten im Projektvorschlag „Stroh und Holz“, der in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, über den hier untersuchten Bauteilaufbau hinaus Bauteilprototypen für einen unproblematischen Einsatz von Strohdämmstoffen entwickelt und Anpassungsrichtlinien für eine Adaptierung der Bauteile auf die Erfordernisse der verarbeitenden Unternehmen definiert werden.

Abbildung 37: Strohballen beim Setztest (Quelle: Fa. Holzbau Unfried GmbH)



12.5.2 ZULASSUNGSINHABER

Für das Zulassungs- und anschließende Zertifizierungsverfahren auf EU-Ebene sind, wie bereits erwähnt, nicht nur die vorgeschriebenen Prüfungen erforderlich, es ist auch erforderlich, EINEN „Zulassungsinhaber“ zu finden, der in weiterer Folge die laufenden Prüfungen des Dämmstoffes im Rahmen der vorgeschriebenen Eigen- und Fremdüberwachung finanziert und durchführen lässt, für die in der Zulassung bzw. Zertifizierung verbrieften Qualität haftet und damit die Qualitätssicherung übernimmt. Da es für die Europäisch-Technische-Zulassung nur einen Zulassungsinhaber geben kann, der berechtigt ist, die zugelassenen Strohballen zu vertreiben, kann die im Projekt-Offert geplante, ausschließlich dezentrale Struktur in Verbindung mit einer europäischen Zulassung nicht realisiert werden⁹. Eine oder einige wenige zentrale Stellen, welche die Qualitätskontrolle übernehmen und für diese Qualität gemäß Zulassung haften, sind notwendig. Allerdings könnten auch teil-dezentrale Lösungen angedacht werden, wie z. B. dezentrale Qualitätskontrollen vor Ort durch den Zulassungsinhaber oder ähnliche Modelle. Für die Entwicklung dezentraler Qualitätssicherungs- und Kooperationsmöglichkeiten in Zusammenhang mit einer Europäisch-Technischen-Zulassung wurde das Nachfolgeprojekt „Stroh Koop“ im Rahmen der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht.

Um die Zulassung noch in diesem Projekt voranzutreiben und das Nachfolgeprojekt bestmöglich vorzubereiten wurden bereits jetzt erste Gespräche mit potenziellen Zulassungsinhabern geführt. Vom Projektteam wurde in einem ersten Schritt eine Vielzahl von möglichen Zulassungsinhabern in Betracht gezogen. Die ursprünglich favorisierte Lösung mit Raiffeisen Ware Austria (RWA) bzw. einigen großen Lagerhäusern stellte sich als nicht zielführend heraus.

Die weitere Recherche nach möglichen Zulassungsinhabern zeigte, dass sich ein Zimmereibetrieb, die Firma Vinzenz Harrer GmbH., sowie ein Unternehmen im Bereich der Beschaffungsberatung, Firma Conness Unternehmensberatungs-, Beschaffungs- und Handels GmbH, für eine Zulassungsinhaberschaft eignen würden. Weiters würden sich an einer Zulassungsinhaberschaft auch zwei der am gegenständlichen Projekt beteiligten Firmen/Forschungspartner beteiligen: Herr Unfried ehemaliger Mitarbeiter der Firma Buhl jetzt Firma Holzbau Unfried und Herr DI Schwarzmüller, Firma ConsultS (Firmenbeschreibung siehe im Kapitel 8). Die Zimmereibetriebe repräsentieren die künftigen Abnehmer der Strohhallendämmung. Die Firma Vinzenz Harrer GmbH fertigt außerdem Bauteile vor, die nicht nur im eigenen Betrieb verwendet, sondern auch an andere Zimmereibetriebe vertrieben werden. Damit würde die Strohdämmung über die Firma Harrer auch Eingang in andere Zimmereibetriebe finden. Die Firma Conness beschäftigt sich unter anderem mit der Beschaffungsberatung im Bereich Bauen und Energiecontracting, hat Interesse an einem günstigen, effektiven und ökologischen Dämmstoff und könnte im Zuge der Beschaffungsberatung die Strohdämmung bei potenziellen Nutzern, wie z. B. Bauherren, platzieren. DI Schwarzmüller hat bereits weitreichende Erfahrungen mit dem Baustoff Stroh und könnte den Dämmstoff Stroh als Architekt und Berater bei Bauherren nutzen.

Eine Übernahme der Zulassungsinhaberschaft durch mehrere Zulassungsinhaber wird vom Projektteam gewünscht, um eine möglichst breite Umsetzung zu ermöglichen. Ein Vertragsentwurf für die Übernahme der Zulassungsinhaberschaft in den ersten drei Jahren wurde entworfen. Im Nachfolgeprojekt „Stroh Koop“, das in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, sollte nun der Kreis der Zulassungsinhaber noch um zwei bis drei Firmen erweitert und der Vertragsentwurf mit den Zulassungsinhabern verfeinert werden.

⁹ Es kann in einer Zulassung nur ein einziger Zulassungsinhaber genannt sein. Es können jedoch Duplikate der Zulassung für weitere Zulassungsinhaber erstellt werden. Es kann daher mehrere Zulassungsinhaber für den Strohkleinballendämmstoff geben. Eine dezentrale Struktur, bei der die Landwirte selbst die Strohhallendämmstoffe produzieren und vertreiben, ist jedoch nicht denkbar, da auch die Duplikate der Zulassungen Kosten verursachen und nicht jeder Landwirt eine eigene Zulassung lösen können wird. Es wird daher einen oder einige wenige Zulassungsinhaber geben, welche die Qualitätskontrolle, den Vertrieb etc. für die beteiligten Landwirte übernehmen.

12.6 VERTRIEB

Neben der Bereitstellung der Strohkleinballen durch die Landwirte und der Qualitätssicherung des Zulassungsinhabers, muss für einen über das Forschungsprojekt hinaus andauernden Einsatz der Strohkleinballen als Dämmstoff auch der Vertrieb des Produktes geplant werden, der nicht notwendigerweise durch den Zulassungsinhaber selbst erfolgen muss. Da der Transport und die Lagerung der Strohdämmstoffe ein gewichtiger Faktor in der Kostenkalkulation sind, müssen Vertriebsmöglichkeiten gesucht werden, die möglichst geringe Transportwege verursachen.

Eine wie im Projekt-Offert angedachte rein regionale/dezentrale Lösung kann nicht realisiert werden, da

- aus Kostengründen für die Qualitätskontrolle und Zulassungsinhaberschaft eine oder wenige zentrale Stellen erforderlich sind;
- Stroh nicht flächendeckend in Österreich vorhanden ist. Obwohl in Österreich insgesamt gesehen zwar ausreichend Stroh für die Dämmstoffproduktion zur Verfügung steht, könnte in den westlichen und südlichen Bundesländern der Bedarf nicht dezentral gedeckt werden.

Eine rein zentrale Lösung (ein Zentrallager in Österreich) hätte den Vorteil, dass die Qualitätskontrolle zentral an einer Stelle realisiert werden kann, nachteilig sind die vergleichsweise langen Transportwege (von den einzelnen Landwirten zum Zentrallager und vom Zentrallager zur Weiterverarbeitung).

Es wurden daher vom Projektteam mehrere regionale Vertriebsmöglichkeiten für die dezentral produzierten und dezentral genutzten Strohballendämmstoffe angedacht:

Variante 1: Nutzung bereits bestehender Vertriebsorganisationen, wie z. B. Lagerhäuser, Baustoffhandel

- 1.a Dezentrale Vertriebsstrukturen wie z. B. Raiffeisen-Lagerhäuser oder Baustoffhandel könnten genutzt werden. Die Strohballen würden unmittelbar nach der Ernte direkt in das Lager der dezentralen Vertriebsstruktur gebracht und nach Verkauf von diesem Lager zum Weiterverarbeiter (z. B. Zimmereibetrieb etc.) transportiert. Vorteil dieser Variante wären einige wenige, leicht kontrollierbare Dämmstofflager und bereits vorhandene Vertriebsstrukturen, die auch andere Baustoffe vertreiben.
- 1.b Der Verkauf der Strohballendämmung könnte organisatorisch und finanziell über die Vertriebsorganisation wie in Variante 1.a laufen, die Belieferung könnte direkt vom Lager des Landwirtes zum Weiterverarbeiter erfolgen. In diesem Fall würde das Lager des Landwirtes in Anspruch genommen werden und Transportkosten könnten eingespart werden, da das Lager des lokalen Landwirtes tendenziell näher zum lokalen Weiterverarbeiter liegt als das Lager der dezentralen Vertriebsorganisation. Vorhandene Vertriebsstrukturen und Know-how könnten genutzt werden. Nachteil ist hier, dass viele dezentrale Lagerstätten bei den einzelnen Landwirten teurer zu kontrollieren sind und auch die Qualitätskontrolle der Strohballen kostenintensiver ist.

Variante 2: Gründung eines Unternehmens, welches Aufgaben im Rahmen der Strohballenbereitstellung und des –vertriebs übernimmt

- 2.a Die Belieferung der Strohkleinballennachfrage erfolgt direkt vom Landwirt ohne zwischengeschaltete, dezentrale Vertriebsorganisation, wobei hier die organisatorische Abwicklung des Bestellvorganges, der Lieferungen, des Zahlungsverkehrs, des Mahnwesens usw. durch ein zentrales Unternehmen (nicht aber eine bestehende Vertriebsorganisation wie in Variante 1), z. B. den Zulassungsinhaber, erfolgen würde. Vorteil dieser Variante wären kurze Transportwege und professionelle Herangehensweise durch ein zentrales „Stroh-Unternehmen“. Allerdings könnte bei dieser Variante anders als bei Variante 1 nicht die Vertriebsstruktur bestehender Vertriebsorganisationen genutzt werden.
- 2.b Die organisatorische und finanzielle Abwicklung erfolgt durch ein zentrales Unternehmen, z. B. den Zulassungsinhaber wie in Variante 2.a. Die Lagerung wird aber nicht vom Landwirt übernommen, sondern es werden dezentrale Lager genutzt, z. B. bei Maschinenringen etc. oder wenige, dezentrale Lager neu gebaut. Vorteil wären hier wieder die leichtere Kontrollierbarkeit der relativ wenigen Lagerstätten, nachteilig sind die längeren Transportwege und die voraussichtlich höheren Lagerkosten im Vergleich zum Lager beim Landwirt.

Von der Variante eines Zentrallagers wird hier abgesehen, da Transportaufwendungen wesentlich höher und aus Sicht des Projektteams nicht gerechtfertigt wären, da der Dämmstoff dezentral anfällt und auch dezentral genutzt werden kann. Ebenso wird von der Variante abgesehen, dass jeder einzelne Landwirt den Dämmstoff selbst vermarktet, da dies dem Landwirt vom Arbeitsaufwand her kaum zumutbar ist und eine rein dezentrale Struktur nicht möglich ist, da wie bereits erwähnt, Stroh nicht flächendeckend in Österreich verfügbar ist.

⇒ *Kostenkalkulation und erzielbare Preise*

Im Rahmen des Projektes wurde auch eine erste Kostenkalkulation durchgeführt, die auf einem Artikel in der Bauernzeitung (Marianne Priplata 2003) basiert. Die Kalkulation zeigt, dass die Gesteungskosten von herkömmlichen Strohballen bei ca. 60 bis 70 Cent je Strohballen liegen. Unter Berücksichtigung der erforderlichen Mehrarbeiten für die geforderte Qualität der Strohballen und die Qualitätssicherung entstehen Kosten je nach Annahmen in Höhe von 1 Euro bis 1,5 Euro, frei LKW ab Lager des Landwirts (inklusive Aufladen, exklusive Transportkosten zum Weiterverarbeiter). Die Transportkosten bis zum weiterverarbeitenden Betrieb sind ein wichtiger Kostenfaktor, bei z. B. 100 km Transportdistanz fallen rund 50 Cent, je Strohkleinballendämmstoff an. Die Lagerkosten für die Lagerung von 12 Monaten verursachen Kosten von rund 80 Cent je Strohkleinballendämmstoff. Insgesamt betragen die Kosten für die Bereitstellung (Produktion, Lager und Transport) des Strohkleinballendämmstoffes rund 2,3 bis 2,8, bzw. zwischen 17 und 21 Euro je m³. Die Transportkosten und insbesondere die Lagerkosten machen damit einen wesentlichen Anteil an den Gesamtkosten für den Strohkleinballendämmstoff aus, Transporte und Lagerdauer sollten daher soweit wie möglich reduziert werden.

Die Preise für konventionelle Dämmstoffe liegen derzeit bei 35 bis 50 Euro je m³ exkl. MWSt., inklusive Transport zum weiterverarbeitenden Betrieb. Im Vergleich dazu wäre der Strohkleinballendämmstoff konkurrenzfähig, wenn die Kosten für Vertrieb, Marketing, externe Qualitätskontrolle etc. nicht über rund 10 Euro pro m³ oder 1,35 Euro je Ballen liegen und der Preis für den Strohkleinballendämmstoff exkl. MWSt. nicht mehr als 30 Euro pro m³ betragen würden.

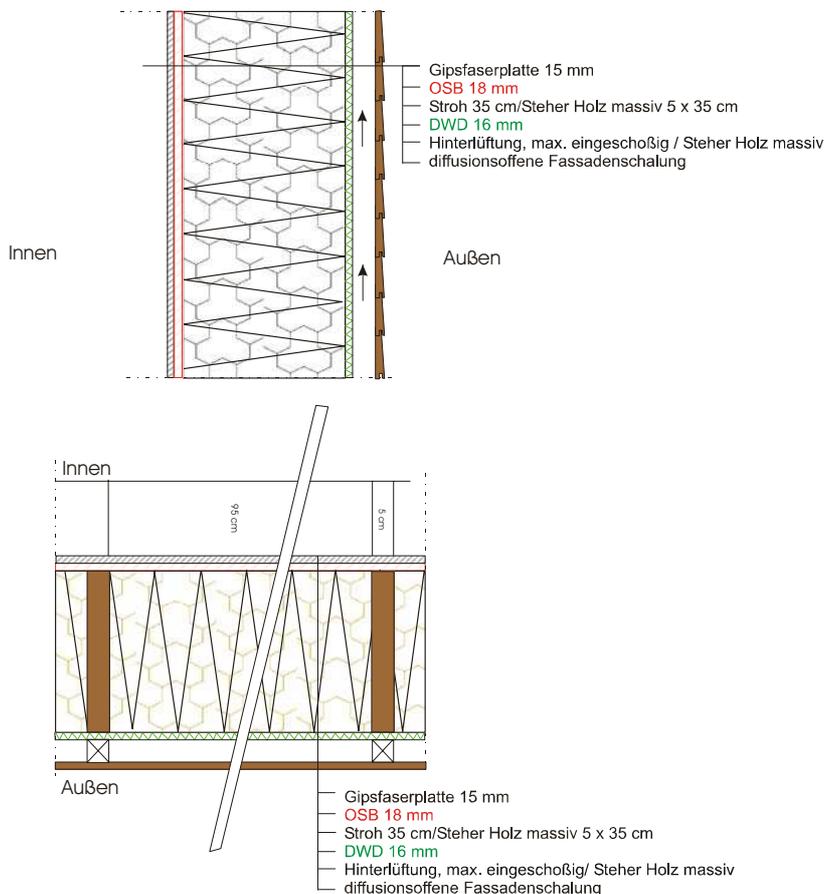
12.7 WEITERVERARBEITUNG DER STROHDÄMMSTOFFE ZU VORGEFERTIGTEN WAND/DACH/BODENBAUTEILEN

Die Strohkleinballendämmstoffe sollen vorwiegend bei weiterverarbeitenden Betrieben, insbesondere Zimmereibetrieben und Fertighausherstellern eingesetzt werden.

Die Strohballen sollen vorerst primär im Holzrahmenbau eingesetzt werden. Unmittelbare Abnehmer der Strohballendämmstoffe sind damit Zimmereibetriebe und Fertighaushersteller, die mit Holzrahmenbau arbeiten. In der Zulassung der Strohballendämmstoffe wird eine Verarbeitungsrichtlinie enthalten sein, welche die Einsatzmöglichkeiten der Strohballendämmstoffe ausweist und Grundlage für die Weiterverarbeitung der Strohballendämmstoffe zu Bauteilen ist. In diesem Projekt wurde ein erster Bauteil im Projektteam optimiert, unter anderem um den Herausforderungen des Strohdämmstoffes im Hinblick auf das Schimmelpilzwachstum zu begegnen. Der Einsatz der hier untersuchten Strohkleinballendämmstoffe im Heimwerkermarkt, oder für andere als hinterlüftete Holzrahmenbauweisen wird vom Projektteam derzeit noch nicht angestrebt, da bei solchen Anwendungen das gesetzlich geforderte Verhalten in Bezug auf Resistenz gegen biologische Einwirkungen derzeit vom Projektteam noch nicht garantiert werden kann.

Abbildung 38: Bauteilzeichnung der Kernvariante Wand (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)

Bauteil Stroh kompakt Kernvariante Wand



Um nicht nur diesen Bauteil Aufbau für den Einsatz der Strohdämmung, sondern auch Bauteilprototypen zuzulassen die für andere Zimmereibetriebe einsetzbar und vor allem adaptierbar sind, wurde in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ das Projekt „Stroh und Holz“ eingereicht. Bei diesem Projekt würden Zimmereibetriebe im Rahmen einer „Technologie- und Komponentenentwicklung“ Bauteilprototypen und Anpassungsrichtlinien entwickeln.

12.8 NUTZER, ANWENDER

Die Nutzer der Holzrahmenbauteile bzw. Strohdämmung sind Architekten, Planer, Bauherren und letztendlich die Gebäudenutzer – Bewohner, Nutzer von Wohn- und Bürobau, öffentlichen Gebäuden, Gewerbebetrieben, Lagerhallen etc.

12.9 LOGISTIK, PRODUKTIONSNETZWERK UND KOOPERATIONSERFORDERNISSE

Die Projektarbeit, insbesondere die Bereitstellung der Strohballen für die Pilotprojekte, lässt folgende Herausforderungen bei der Bereitstellung von Strohdämmstoffen erkennen:

- Die Strohdämmstoffproduktion ist an natürliche, nicht beeinflussbare Rahmenbedingungen gebunden, da die Kornernte je nach Witterung, Getreideart und Gebiet von Ende Juni bis Mitte August erfolgt. Die Nachfrage nach Strohdämmstoffen hängt von der Auslastung der weiterverarbeitenden Betriebe wie z. B. Zimmereibetriebe, Fertighaushersteller etc. ab und dehnt sich von Februar bis November aus. Die Dämmstoffe müssen daher zwischengelagert werden. Um das Risiko der Dämmstoffüberproduktion für den Landwirt und das Risiko der Strohdämmstoffknappheit für den weiterverarbeitenden Betrieb zu verringern, wären Mindestbestellungen oder Vorbestellungen zu einem Fixpreis durch die weiterverarbeitenden Betriebe bis spätestens kurz vor der Ernte (Juni) wünschenswert.
- Auf- und Abladen der Strohballen auf die Transportfahrzeuge sind im Rahmen der Transportkosten ein wichtiger Kostenfaktor, da das sperrige Ladegut von mindestens 2 Personen verladen werden muss und Stehzeiten für das Transportfahrzeug zu berücksichtigen sind. Damit diese Manipulationen soweit möglich minimiert werden können, sollte wenn möglich der Strohballendämmstoff
 - entweder direkt vom Feld zum Lager der Vertriebsorganisation oder zum Zimmereibetrieb transportiert werden,
 - oder zum Lager des Landwirtes und von dort direkt zum weiterverarbeitenden Betrieb gebracht werden.
- Wird der Transport nicht vom Landwirt selbst durchgeführt, muss der Transporttermin mit einem Transportunternehmen genau vereinbart werden, da die Strohballen möglichst bald nach dem Pressen zum Lager gebracht werden sollten, soweit es sich nicht um ein Lager des Landwirtes handelt. Die Transporttermine müssen jedoch flexibel gehandhabt werden, da z. B. bei Regen nicht transportiert werden darf (siehe nächster Punkt). Strohballendämmstofftransporte werden daher nicht von jedem Transportunternehmen durchgeführt werden können, Kooperationen zwischen Spediteur und Landwirten sind hier notwendig.
- Da die Feuchte des Strohballens ein wichtiges Qualitätsmerkmal für den Dämmstoff ist, sind besondere Anforderungen an das Dämmstofflager und den Dämmstofftransport zu stellen. Das Auf- und Abladen der Strohballen sowie der Transport in offenen Wagen darf nur bei trockenem Wetter erfolgen.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der Strohdämmstoffbereitstellung im Projekt, dass ein regionales Produktionsnetzwerk funktionieren kann, dass aber auch zentrale Strukturen notwendig sind: Als Zulassungsinhaber für den Strohballendämmstoff kann nur ein Zulassungsinhaber auftreten, der die Rechte und Pflichten aus der Zulassung übernimmt. Da der Strohballendämmstoff jedoch dezentral von verschiedenen Herstellern (Landwirten) produziert wird und nicht jeder Landwirt aus Effizienz eine Zulassung beantragen kann, sind hier Kooperationen gefragt. Es bietet sich eine Vielzahl von Kooperationsmöglichkeiten für die Zulassungsinhaberschaft an, z.B. könnten Landwirte kooperieren und einen Landwirt als Zulassungsinhaber nominieren, der im Auftrag sämtlicher beteiligter Landwirte die Zulassungsinhaberschaft übernimmt. Es könnte ein eigenes Unternehmen gegründet werden oder ein bestehendes Unternehmen für die Zulassungsinhaberschaft gewonnen werden, usw. Rechtliche, ökonomische, organisatorische, institutionelle und soziale Aspekte müssen bei der Auswahl und Gestaltung des Kooperationsmodells berücksichtigt werden.

Kooperationen sind aber nicht nur zwischen Herstellern und Zulassungsinhabern notwendig. Da der Einsatz der Strohballendämmstoffe auch dezentral, z.B. in regionalen Zimmereibetrieben erfolgen wird, wäre es aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten zielführender, sowohl Herstellung als auch Vertrieb und Anwendung der Dämmstoffe dezentral mit möglichst geringem Manipulationsaufwand ablaufen zu lassen. Hier sind Kooperationen, insbesondere Absprachen bezüglich Mindestbestellmengen und Preisen zwischen Zimmereibetrieben, Baumeistern, Architekten, potenziellen Vertriebskanälen und Herstellern von Nutzen. Auch der Transport der Strohballendämmstoffe stellt besondere Anforderungen an die Termintreue und Flexibilität des Transportunternehmens und daher sind auch hier Kooperationen bzw. spezielle vertragliche Regelungen notwendig. Um eine Zertifizierung der Strohballendämmstoffe zu ermöglichen, den effizienten Einsatz der Strohdämmstoffe zu gewährleisten und den Kostenvorteil von Strohdämmstoffen im Vergleich zu herkömmlichen Dämmstoffen zu sichern, sind Kooperationen zwischen den genannten Akteuren - Hersteller (Landwirte), Zulassungsinhaber, Vertrieb, Transport, Anwender (Baumeister, Architekten etc.) und Nutzer (Gebäudenutzer) - notwendig. Daher wurde die Entwicklung und Optimierung von Kooperationssystemen im Rahmen eines Nachfolgeprojekts „Stroh Koop“ in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ angeboten.

13 WEITERER FORSCHUNGSBEDARF

⇒ *Aufnahme des Strohballendämmstoffes in die Baustoffliste*

Die Zulassung und Zertifizierung auf europäischer Ebene weist nur die Brauchbarkeit des Dämmstoffes aus und stellt die Grundlage für eine Verwendbarkeit in Österreich und in anderen EU-Ländern dar. Um den Strohdämmstoff in Österreich wie jeden anderen Baustoff einsetzen zu können, ist jedoch die Verwendbarkeit für Österreich durch den Eintrag in die Baustoffliste notwendig. Ein erstes Gespräch mit dem Sachverständigenbeirat für die Baustoffzulassung in Oberösterreich zeigt, dass dem Eintrag grundsätzlich nichts im Wege steht, eventuell sind jedoch Einzelprüfungen speziell für die Anwendung in Österreich notwendig. Untersuchungen zur Verwendbarkeit des Baustoffes in Österreich über die bereits für die Europäisch-Technische-Zulassung ermittelten Ergebnisse hinaus wurden im Projekt „Stroh Koop“ im Rahmen der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ angeboten.

⇒ *Produktweiterentwicklung*

Da die Dichte der Strohballen ein wesentliches Qualitätsmerkmal für den Strohballendämmstoff ist und die gewünschten Dichten von über 90 kg/m³ nur vereinzelt erreicht werden, besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der von den Landwirten erzielbaren Dichten und der Einflussfaktoren auf diese Dichte beim Pressvorgang. In einem mehrjährigen Forschungsprojekt sollte untersucht werden, welche Einflussfaktoren (Witterung, Handhabung der Presse beim Pressvorgang etc.) die Dichte der Strohballen maßgeblich beeinflussen. Weiters könnten höhere Dichten durch Produktweiterentwicklung erzielt werden. Daher wird im bereits erwähnten Nachfolgeprojekt „Stroh Koop“, das in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, eine Produktweiterentwicklung der Strohballendämmstoffe zur Erzielung höherer Dichte, z. B. durch mehrmaliges Pressen, angestrebt.

⇒ *Anschlüsse*

Die Auswirkung der hygrothermischen Zustände in typischen Anschlüssen (z.B. Kellerdecke, Dach) sollten in weiterführenden Untersuchungen erforscht werden. Zudem ist eine messtechnische Überprüfung der auftretenden, hygrothermischen Zustände in ausgeführten Strohänden jedenfalls zu untersuchen. Die Entwicklung von Bauteilen und Anschlüssen für den Einsatz von Stroh, sowie eine messtechnische Überprüfung der hygrothermischen Zustände wird daher im Projekt „Stroh und Holz“, das in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, angestrebt.

⇒ *Konstruktive Lösungen für Brand und Schimmelresistenz*

Die in diesem Projekt durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Zulassung von Stroh als Dämmstoff auf europäischer Ebene beantragt werden kann. Herausforderungen an den Strohdämmstoff stellen der Brandschutz und die Resistenz gegen biologische Einwirkungen dar. Beiden Herausforderungen kann durch eine geeignete Konstruktion der Holzrahmenbauteile begegnet werden: Strohdämmstoffe müssen in Konstruktionen eingesetzt werden, die ausreichend Brandschutz gewährleisten und keine hygrothermischen Bedingungen zulassen, die Schimmelpilzwachstum ermöglichen. Weiters sind Fehlertoleranzen z. B. bei nicht fachgerechter Verarbeitung zu untersuchen. Daher könnten im Projektvorschlag „Stroh und Holz“, der in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht wurde, über den hier untersuchten Bauteil Aufbau hinaus Bauteilprototypen für einen unproblematischen Einsatz von Strohdämmstoffen entwickelt und Anpassungsrichtlinien für eine Adaptierung der Bauteile auf die Erfordernisse der verarbeitenden Unternehmen definiert werden.

⇒ Kooperationsmöglichkeiten

Für das Zulassungs- und anschließende Zertifizierungsverfahren auf EU-Ebene sind, wie bereits erwähnt, nicht nur die vorgeschriebenen Prüfungen erforderlich, es ist auch erforderlich, EINEN „Zulassungsinhaber“ zu finden, der in weiterer Folge die laufenden Prüfungen des Dämmstoffes im Rahmen der vorgeschriebenen Eigen- und Fremdüberwachung finanziert und durchführen lässt, für die in der Zulassung bzw. Zertifizierung verbrieften Qualität haftet und damit die Qualitätssicherung übernimmt. Da es für die Europäisch-Technische-Zulassung nur einen Zulassungsinhaber geben kann, der berechtigt ist, die zugelassenen Strohballen zu vertreiben, kann die im Projekt-Offert geplante ausschließlich dezentrale Struktur in Verbindung mit einer europäischen Zulassung nicht realisiert werden¹⁰. Eine oder einige wenige zentrale Stellen, welche die Qualitätskontrolle übernehmen und für diese Qualität gemäß Zulassung haften, sind notwendig. Allerdings könnten auch teil-dezentrale Lösungen angedacht werden, wie z. B. dezentrale Qualitätskontrollen vor Ort durch den Zulassungsinhaber oder ähnliche Modelle. Für die Entwicklung dezentraler Qualitätssicherungs- und Kooperationsmöglichkeiten in Zusammenhang mit einer Europäisch-Technischen-Zulassung wurde das Nachfolgeprojekt „Stroh Koop“ im Rahmen der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ eingereicht.

Kooperationen sind aber nicht nur zwischen Herstellern und Zulassungsinhabern notwendig. Da der Einsatz der Strohballendämmstoffe auch dezentral, z.B. in regionalen Zimmereibetrieben erfolgen wird, wäre es aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten zielführender, sowohl Herstellung als auch Vertrieb und Anwendung der Dämmstoffe dezentral mit möglichst geringem Manipulationsaufwand ablaufen zu lassen. Hier sind Kooperationen, insbesondere Absprachen bezüglich Mindestbestellmengen und Preisen zwischen Zimmereibetrieben, Baumeistern, Architekten, potenziellen Vertriebskanälen und Herstellern von Nutzen. Auch der Transport der Strohballendämmstoffe stellt besondere Anforderungen an die Termintreue und Flexibilität des Transportunternehmens und daher sind auch hier Kooperationen bzw. spezielle, vertragliche Regelungen notwendig. Um eine Zertifizierung der Strohballendämmstoffe zu ermöglichen, den effizienten Einsatz der Strohdämmstoffe zu gewährleisten und den Kostenvorteil von Strohdämmstoffen im Vergleich zu herkömmlichen Dämmstoffen zu sichern, sind Kooperationen zwischen den genannten Akteuren - Hersteller (Landwirte), Zulassungsinhaber, Vertrieb, Transport, Anwender (Baumeister, Architekten etc.) und Nutzer (Gebäudenutzer) - notwendig. Daher wurde die Entwicklung und Optimierung von Kooperationssystemen im Rahmen eines Nachfolgeprojekts „Stroh Koop“ in der 3. Ausschreibung „Fabrik der Zukunft“ angeboten.

¹⁰ Es kann in einer Zulassung nur ein einziger Zulassungsinhaber genannt sein. Es können jedoch Duplikate der Zulassung für weitere Zulassungsinhaber erstellt werden. Es kann daher mehrere Zulassungsinhaber für den Strohkleinballendämmstoff geben. Eine dezentrale Struktur, bei der die Landwirte selbst die Strohballendämmstoffe produzieren und vertreiben ist jedoch nicht denkbar, da auch die Duplikate der Zulassungen Kosten verursachen und nicht jeder Landwirt eine solche Duplikatzulassung lösen können wird. Es wird daher einen oder einige wenige Zulassungsinhaber geben, welche die Qualitätskontrolle, den Vertrieb etc. für die beteiligten Landwirte übernehmen.

14 TABELLENVERZEICHNIS/ABBILDUNGS- VERZEICHNIS/LITERATURVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1: Kostenkalkulation Strohballendämmstoff (Quelle: Marianne Priplata 2003; Firma LKW-Walter; Internationale Transportorganisations AG, Zentrale Wien).....</i>	22
<i>Tabelle 2: Transportkosten (Quelle: Firma LKW-Walter, Internationale Transportorganisations AG, Zentrale Wien)</i>	23
<i>Tabelle 3: Kosten für interne Qualitätssicherung (Quelle: Eigene Berechnungen)</i>	23
<i>Tabelle 4: Kosten für Lagerung (Quelle: Baurichtpreise BLF; Deckungsbeitragskatalog des BMLF, 2001-2003; Eigene Berechnungen)</i>	24
<i>Tabelle 5: Feuchtigkeitsmessung bei der Strohernte 2002 (Quelle: Eigene Messungen, AGRAR Plus)</i>	26
<i>Tabelle 6: Feuchtigkeitsmessung bei der Strohernte 2003 (Quelle: Eigene Messungen, AGRAR Plus)</i>	26
<i>Tabelle 7: Durchschnittliche Strohfeuchte im Lager der drei Landwirte (an 4 Messtagen zu je mindestens 15 Messungen) (Quelle: AGRAR plus).....</i>	28
<i>Tabelle 8: Strohfeuchtemessungen in den Lagerräumen Rohringer, Weis und Schmidt (Quelle: AGRAR Plus) .</i>	29
<i>Tabelle 9: Abmessungen und Rohdiche der Strohballen 2002 (Quelle: AGRAR Plus).....</i>	51
<i>Tabelle 10: Feuchte der Strohballen 2002 (Quelle: AGRAR Plus).....</i>	53
<i>Tabelle 11: Abmessungen und Rohdiche der Strohballen 2003 (Quelle: AGRAR Plus).....</i>	53
<i>Tabelle 12: Feuchte der Strohballen 2003 (Quelle: AGRAR Plus).....</i>	55
<i>Tabelle 13: Ballenmaße im Mittel (Quelle: OFI-Prüfbericht 10.125)</i>	66
<i>Tabelle 14: Prüfergebnisse Wärmeleitfähigkeit (Quelle: OFI Prüfbericht Nr. 10.125, Nr. 300.779 und Nr. 300.779-b).....</i>	67
<i>Tabelle 15: Strömungswiderstand (Quelle: OFI-Prüfbericht).....</i>	68
<i>Tabelle 16: Restkornanteil und Unkrautbeisatz (Quelle: OFI-Prüfbericht)</i>	68
<i>Tabelle 17: Ergebnisse im Überblick (Quelle: Fa. IBO GmbH.).....</i>	99
<i>Tabelle 18: Ergebnisse der Wärmeleitfähigkeitsprüfungen (Quelle: OFI Prüfbericht Nr. 10.125, Nr. 300.779 und Nr. 300.779-b).....</i>	119

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Messtisch zur Bestimmung der Ballendimensionen (Quelle: Österreichisches Forschungsinstitut)	26
Abbildung 2: Durchschnittliche Strohfeuchte im Lager der drei Landwirte Haimerl, Bauer und Ederer (an 4 Messtagen zu je mindestens 15 Messungen) (Quelle: AGRAR Plus)	28
Abbildung 3: Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf im Lager Rohringer (Quelle: AGRAR Plus)	30
Abbildung 4: Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf im Lager Weis (Quelle: AGRAR Plus)	30
Abbildung 5: Rückenspritze (Quelle: AGRAR Plus)	46
Abbildung 6: Wasserglas (Quelle: AGRAR Plus)	46
Abbildung 7: Sprühstrahl von Wasserglas (Quelle: AGRAR Plus)	47
Abbildung 8: Strohhalme mit Wasserglas (Quelle: AGRAR Plus)	47
Abbildung 9: Wasserglas auf Stoff (Quelle: AGRAR Plus)	48
Abbildung 10: Wasserglas auf Haut (Quelle: AGRAR Plus)	48
Abbildung 11: Natriumcarbonat auf Weizenstroh (Quelle: AGRAR Plus)	49
Abbildung 12: Ausgerieseltes Natriumcarbonat in der Presse (Quelle: AGRAR Plus)	49
Abbildung 13: Natriumcarbonat am Feld nach Pressvorgang (Quelle: AGRAR Plus)	50
Abbildung 14: Strohballen-Länge 2002 (Quelle: AGRAR Plus)	51
Abbildung 15: Strohballen-Breite 2002 (Quelle: AGRAR Plus)	52
Abbildung 16: Strohballen-Höhe 2002 (Quelle: AGRAR Plus)	52
Abbildung 17: Strohballen-Dichte 2002 (Quelle: AGRAR Plus)	52
Abbildung 18: Strohballen-Länge 2003 (Quelle: AGRAR Plus)	53
Abbildung 19: Strohballen-Breite 2003 (Quelle: AGRAR Plus)	54
Abbildung 20: Strohballen-Höhe 2003 (Quelle: AGRAR Plus)	54
Abbildung 21: Strohballen-Dichte 2003 (Quelle: AGRAR Plus)	54
Abbildung 22: Probenvorbereitung Wärmeleitfähigkeitsprüfung (Quelle: ConsultS Erwin Schwarzmüller)	67
Abbildung 23: Strohballen beim Setzttest (Quelle: OFI)	69
Abbildung 24: Wandaufbau der Firma Buhl (Quelle: Firma Buhl)	100
Abbildung 25: Dachaufbau der Firma Buhl (Quelle: Firma Buhl)	101
Abbildung 26: Bauteilzeichnung Wand (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)	102
Abbildung 27: Bauteilzeichnung Dach (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)	103
Abbildung 28: Wärmebrückenberechnung Eingabedaten (Quelle: ConsultS – Erwin Schwarzmüller)	105
Abbildung 29: Wärmebrückenberechnung Ergebnisse (Quelle: ConsultS – Erwin Schwarzmüller)	105
Abbildung 30: Wärmebrückenberechnung Temperaturverlauf (Quelle: ConsultS – Erwin Schwarzmüller)	106
Abbildung 31: U-Wert- und Dampfdiffusionsberechnung (Quelle: ConsultS – Erwin Schwarzmüller)	109
Abbildung 32: Einbringen der Strohballendämmung in den Bauteil (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)	111
Abbildung 33: Ausstopfen eventueller Fugen mit loseem Stroh (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)	111
Abbildung 34: Bauteil vor dem Verschluss (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)	111
Abbildung 35: Verschluss des Bauteils, Befestigen der DWD-Platte (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)	112
Abbildung 36: Wertschöpfungskette „Strohkleinballendämmstoff“ (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)	113
Abbildung 37: Strohballen beim Setzttest (Quelle: Fa. Holzbau Unfried GmbH)	120
Abbildung 38: Bauteilzeichnung der Kervariante Wand (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)	124

LITERATURVERZEICHNIS

- Baurichtpreise
- Bundesgesundheitsblatt (1996): Richtwerte für die Innenraumluft, Bundesgesundheitsblatt 11/96
- Deckungsbeitragskatalog des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Abfall und Wasserwirtschaft, 2001 - 2003
- DIBT, OIB, KIWA (2002): Thermal insulation material and/or acoustic insulation material made of vegetable fibres, CUAP for an European Technical approval according to Article 9.2 of the Construction Products Directive, ETA request No 12.01/02
- Gruber, Astrid; Gruber, Herbert: Bauen mit Stroh, Ökobuch 2000
- Günther, R.; Mieth, A. (1999): „Qualifizierung und Erprobung eines neuartigen Dämmstoffs aus land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen unter Verwendung von Klebstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen“ unter Leitung von R. Günther und A. Mieth, Forschungsstelle für Ökotechnologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel in Deutschland, Kooperationsvorhaben der Forschungsstelle für Ökotechnologie und Firma Sehestedter Naturfarben, gefördert durch die Technologiestiftung Schleswig-Holstein, Ergebnisse aus Abschlussbericht März 1999
- Lide, D. R. et. al. CRC Handbook of Chemistry and Physics, 74th Edition, CRC Press, 1993
- Luftverunreinigungen in Innenräumen: Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, 1995
- McCabe, Joseph: Thermal Resistivity of Straw Bales for Construction, University of Arizona, Diplomarbeit
- Neumüller, Otto-Albrecht: Römpps Chemie-Lexikon - Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung
- Priplata, Marianne (2003): Wie Sie beim Verkauf von Stroh kalkulieren sollten, Bauernzeitung, Nr. 27, Seite 11, 3. Juli 2003
- Sedlbauer, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen, Dissertation, Stuttgart 2001
- Sicherheitsdatenblatt gemäß 91/155/EWG und §14 - GefStoffV
- Smith, S.L. , Hill, S.T., Influence of temperature and water activity on germination and growth of aspergillus restrictus and Aspergillus versicolor. Transactions of the British Mycological Society Vol. 79 (1982) S. 558-560 (Zitiert in K. Sedlbauer, Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen, Dissertation, Stuttgart 2001)
- Viitanen, H.: Factors affecting the development of mould and brown rot decay in wooden material and wooden structures – Effect of temperature and exposure time, Thesis, Uppsala, 1996
- Wimmer, Robert; Hohensinner, Hannes; Janisch, Luise (2001): Wandaufbauten aus Nachwachsenden Rohstoffen, Haus der Zukunft, Wirtschaftsbezogene Grundlagenforschung, Endbericht
- www.arnold-chemie.de
- www.kremer-pigmente.de
- www.baulink.de
- www.kreidezeit.de



STROH KOMPAKT – ANHÄNGE

**DIE FABRIK DER ZUKUNFT ALS REGIONALES PRODUKTIONSNETZWERK AUF
DER BASIS NACHWACHSENDER ROHSTOFFE: KONZEPTENTWICKLUNG
ANHANG EINES PILOTPROJEKTES IM BEREICH DER DÄMMSTOFFE**

ANHANG A - RESISTENZ GEGEN BIOLOGISCHE EINWIRKUNGEN

ANHANG B - PILOTPROJEKTE

ANHANG C - STATUS QUO

ANHANG D - ANFRAGE AN DAS TECHNICAL BOARD DER EOTA

Wien, im Februar 2004

**ANHANG A -
RESISTENZ GEGEN BIOLOGISCHE EINWIRKUNGEN**

**Wachstum von Schimmelpilzen
auf Stroh und Strohwänden**

Auftraggeber:**Österreichisches Ökologieinstitut für angewandte Umweltforschung**

Mag. Heidi Adensam
Seidengasse 13
A-1070 Wien

AH3

Arch. DI Johannes Kislinger
Hauptplatz 3
A-3580 Horn

Auftragnehmer:**IBO GmbH**

Technisches Büro für technische Physik
Alserbachstr. 5/8
1090 Wien
Bearbeitung:
Dipl.-Ing. Thomas Zelger
Dipl.-Ing. Dr. Michael Gann
Tel.: 01-3192005-16
Fax.: 01-3192005-50
Email: thomas.zelger@ibo.at

Innenraum Mess- & Beratungsservice IBO GmbH

Chemisches Laboratorium - Technisches Büro für Physik
Damberger, Tappler & Twardik OEG
Bearbeitung:
Dipl.-Ing. Bernhard Damberger
Stutterheimstraße 16-18/2
A-1150 Wien
Tel.: 01-983 80 80-12
Email: damberger@innenraumanalytik.at

Institut für Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz**Abteilung Bauphysik**

TU-Wien
Karlsplatz 13/206
A-1040 Wien
Bearbeitung:
Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. Thomas Bednar
Tel: 01-58801-20652
Email: thomas.bednar@tuwien.ac.at

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	4
2	UNTERSUCHUNGSMETHODIK.....	5
3	GRUNDLAGEN VON SCHIMMELPILZWACHSTUM.....	6
4	SCHIMMELBILDUNG AUF STROH: EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG IN DER KLIMAKAMMER	9
5	MODELLIERUNG DES SCHIMMELPILZWACHSTUMS AUF STROH	11
6	UNTERSUCHUNG VON STROH AUF DIE ABGASUNG VON MVOC`S.....	14
6.1	ERGEBNISSE	14
6.2	BEWERTUNGSGRUNDLAGEN	15
6.3	BEWERTUNG	15
7	HYGROTHERMISCHES VERHALTEN UND SCHIMMELPILZBILDUNG VON STROHWÄNDEN	16
7.1	AUFBAUTEN.....	16
7.2	TECHNISCHE KENNDATEN	17
7.3	SIMULATIONSPROGRAMM, RANDBEDINGUNGEN	17
7.4	ERGEBNISSE	18
7.4.1	<i>Variante 1: Ausgangsvariante Rahmenbauweise hinterlüftet.....</i>	<i>18</i>
7.4.2	<i>Variante 1b: Sensitivitätsanalyse Dampfdiffusionswiderstandszahl Stroh</i>	<i>24</i>
7.4.3	<i>Variante 1c: Sensitivitätsanalyse OSB-Platte Dampfdiffusionswiderstandszahl.....</i>	<i>25</i>
7.4.4	<i>Variante 2: Holzrahmenbauweise hinterlüftet, innenseitig direkt lehmverputzt.....</i>	<i>25</i>
7.4.5	<i>Variante 3: Holzrahmenbauweise hinterlüftet ohne Installationsebene, Kernvariante Projekt „Stroh kompakt“</i>	<i>27</i>
7.4.6	<i>Variante 4: Ausgangsvariante Passivhauskindergarten Ziersdorf: KLH-Wand strohgedämmt, beidseitig mit Lehm verputzt.....</i>	<i>31</i>
7.4.7	<i>Variante 5: KLH-Wand strohgedämmt, mit wasserabweisenden Putz außenseitig.....</i>	<i>33</i>
7.4.8	<i>Variante 6: Ausführungsvariante Passivhauskindergarten Ziersdorf: Holzrahmenbauweise beidseitig verputzt, vor Schlagregen geschützt.....</i>	<i>34</i>
8	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG	37
8.1	HYGROTHERMISCHE BEDINGUNGEN ZUR BILDUNG VON SCHIMMELPILZEN IN STROH.....	37
8.2	UNTERSUCHUNG VON STROH AUF DIE ABGASUNG VON MVOC`S	37
8.3	HYGROTHERMISCHES VERHALTEN UND SCHIMMELPILZBILDUNG IN STROHGEDÄMMTEN AUßENWÄNDEN.....	37
9	ANHANG	39
9.1	UNTERSUCHUNGSMETHODIK ABGASUNGSMESSUNG MVOC-EMISSIONEN.....	39
9.1.1	<i>Beschreibung Proben</i>	<i>39</i>
9.1.2	<i>Vorgangsweise und Methodik der Untersuchung.....</i>	<i>39</i>
9.2	MESSUNGEN IN DER KLIMAKAMMER, FOTODOKUMENTATION (QUELLE: FA. IBO GMBH.).....	40

1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Zur Beurteilung der hygrothermischen Eigenschaften von Baukonstruktionen ist die Kenntnis der Belastbarkeit der Baustoffe von wesentlicher Bedeutung. Im Falle von Stroh, welches als Baustoff bzw. Wärmedämmung eingesetzt wird, ist Wachstum von Schimmelpilzen eine bis jetzt noch nicht ausreichend untersuchte Fragestellung. Je nach Temperatur und Luftfeuchte ist es zu erwarten, dass nach ausreichender Zeitdauer ein sichtbares Wachstum von Pilzen auf der Strohoberfläche beobachtbar ist.

Für ausgewählte Konstruktionen, die im Rahmen des Forschungsprojektes Stroh kompakt (Forschungsschwerpunkt „Fabrik der Zukunft“, Auftraggeber BMVIT) und des Demonstrationsprojektes Passivhauskindergarten Ziersdorf (Forschungsschwerpunkt „Haus der Zukunft“, Auftraggeber BMVIT), sollte das hygrothermische Verhalten simuliert und das Risiko von Schimmelpilzbildung im Bauteil untersucht werden.

Als Grundlage für eine Bewertung von Gesundheitsbelastungen von einbaufertigem Stroh mit Schimmelbelastungen, wurden die emittierten MVOC-Emissionen gemessen.

2 UNTERSUCHUNGSMETHODIK

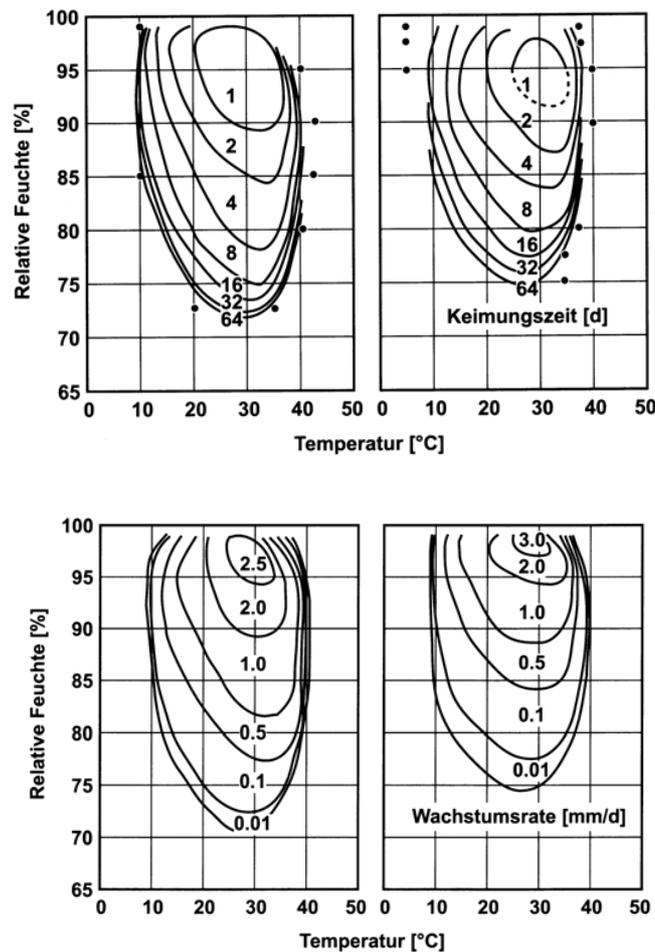
Für die Lösung der Fragestellung wurde folgendermaßen vorgegangen:

- Untersuchung des Schimmelpilzwachstums am Baustoff Stroh, d.h. ab welchen hygrothermischen Randbedingungen tritt Schimmelpilzwachstum auf?
- Messung der MVOC´s von Schimmelpilz-befallenen Strohdämmstoff
- Hygrothermisches Verhalten von Bauteilkonstruktionen mit Strohdämmung
- Bewertung des Risikos von Schimmelpilzwachstum in den untersuchten Strohänden

3 GRUNDLAGEN VON SCHIMMELPILZWACHSTUM

In der Literatur sind für einige Schimmelpilzarten Auskeimungszeiten bzw. Wachstumsraten als Funktion der Temperatur und relativen Luftfeuchte (Wasseraktivität) dargestellt. Die Experimente wurden auf idealen Nährböden gemacht. Typische Kurven gleicher Keimungszeit bzw. Wachstumsrate sind in der untenstehenden Abbildung dargestellt.

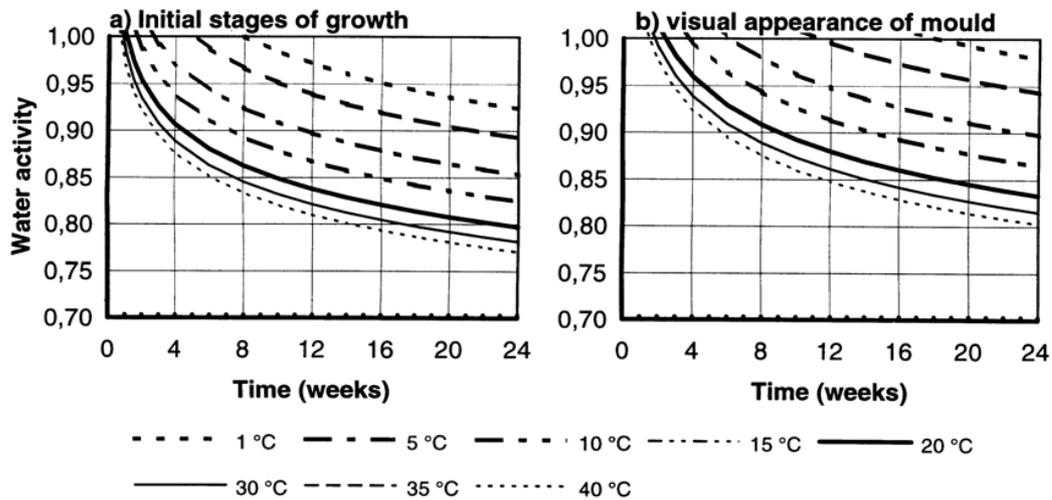
Abbildung: Isoplethensystem für Sporenauskeimung (oben) und Myzelwachstum (unten) der Schimmelpilze *Aspergillus restrictus* (links) und *Aspergillus versicolor* (rechts)¹



Da ein Baustoff im allgemeinen kein idealer Nährboden für einen Schimmelpilz ist, wurde insbesondere für Holz in der jüngeren Vergangenheit dieser Einfluss untersucht. Umfassende Untersuchungen sind von Viitanen in seiner Dissertation durchgeführt worden und haben zu den in der untenstehenden Abbildung dargestellten Ergebnissen geführt.

¹ Smith, S.L., Hill, S.T., Influence of temperature and water activity on germination and growth of *aspergillus restrictus* and *Aspergillus versicolor*. Transactions of the British Mycological Society Vol. 79 (1982) S. 558-560 (Zitiert in K. Sedlbauer, Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen, Dissertation, Stuttgart 2001)

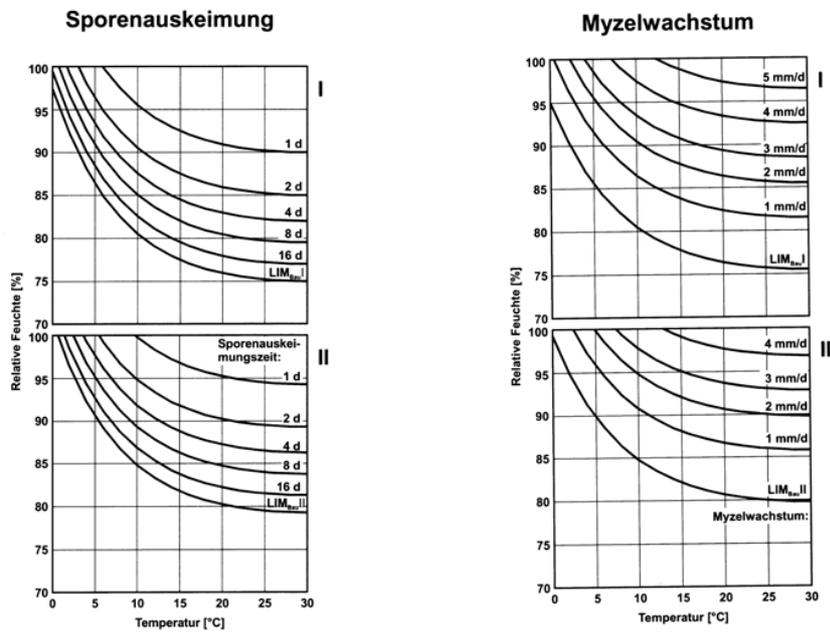
Abbildung: Ergebnisse der Untersuchungen zur Zeitdauer bis zur Keimung (links) bzw. bis zum sichtbaren Befall von Schimmelpilzen (rechts) auf Fichtenholz.²



Damit die vorhandenen Literaturdaten über das Wachstum von Schimmelpilzen bei der Beurteilung der hygrothermischen Eigenschaften von Baukonstruktionen verwenden werden können, wurden von Sedlbauer in seiner Dissertation zwei Modelle vorgeschlagen, die aus dem Klima an einer Stelle in der Konstruktion auf das Risiko des Schimmelpilzwachstums zu kommen. Das einfachere Modell, benannt nach den zugrundeliegenden Wachstumskurven („Isoplethen“), basiert auf umhüllenden Grenzkurven aller in der Literatur gefundenen Wachstumskurven von Schimmelpilzen. Von Sedlbauer wird vorgeschlagen, Baustoffe in vier Substratgruppen einzuteilen (Gruppe 0: idealer Nährboden, Gruppe I: biologisch verwertbare Substrate, Gruppe II: Substrate mit porigem Gefüge, Gruppe III: inerte Substrate, bei starker Verschmutzung der Oberflächen ist für letztere beide mit Gruppe I zu rechnen). In der folgenden Abbildung sind die Isoplethen für Sporenauskeimung und Wachstum für die Substratgruppe I und II dargestellt.

² H. Viitanen, Factors affecting the development of mould and brown rot decay in wooden material and wooden structures – Effect of temperature and exposure time, Thesis, Uppsala, 1996

Abbildung: Verallgemeinertes Isoplethensystem Sporenauskeimung (links) und Myzelwachstum (rechts) für Substratgruppe I (biologisch verwertbare Substanzen) und Substratgruppe II (Substrate mit porigem Gefüge) ³



³ K. Sedlbauer, Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen, Dissertation, Stuttgart 2001

4 SCHIMMELBILDUNG AUF STROH: EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG IN DER KLIMAKAMMER

Durch Lagerung von Strohproben in verschiedenen Klimaboxen wurde visuell das Wachstum von Schimmelpilzen auf der Oberfläche verfolgt. Die relativen Luftfeuchten wurden durch gesättigte Salzlösungen erzeugt. Die verwendeten Salze sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Klima	Verwendete Lösung	Relative Luftfeuchte über der gesättigten Lösung ⁴ in Prozent
10 °C/100 %	Reines Wasser	100.0
10 °C/90 %	BaCl ₂	91.2
10 °C/75 %	NaCl	75.6
23 °C/100 %	Reines Wasser	100.0
23 °C/90 %	BaCl ₂	90.2
23 °C/75 %	NaCl	75.3

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Die Ergebnisse der Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Temperatur	10°C			23°C		
	100%	90%	75%	100%	90%	75%
Sichtbarkeit von Schimmelpilzwachstum						
0.5 Woche				sichtbar		
1. Woche				deutlich		
2. Woche	sichtbar			deutlich	sichtbar	
3. Woche	sichtbar			deutlich	sichtbar	
4. Woche	deutlich	sichtbar		deutlich	sichtbar	
5. Woche	deutlich	sichtbar		deutlich	sichtbar	
6. Woche	deutlich	sichtbar		deutlich	sichtbar	
7. Woche	deutlich	sichtbar		deutlich	sichtbar	
8. Woche	deutlich	sichtbar		deutlich	deutlich	sichtbar
9. Woche	deutlich	sichtbar		deutlich	deutlich	sichtbar
10. Woche	deutlich	sichtbar		deutlich	deutlich	sichtbar
11. Woche	deutlich	sichtbar		deutlich	deutlich	sichtbar
12. Woche	deutlich	sichtbar		deutlich	deutlich	sichtbar

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Unter der Annahme, dass ein Schimmelpilzwachstum ab einer Ausdehnung von 0.1 mm sichtbar ist, sind in der folgenden Tabelle die Zeitdauern zusammengestellt, die sich aus den vorhergehend dargestellten Untersuchungen ergeben. Die angegebenen Wochen sind, aufgrund der Unschärfe der Daten, als Richtwerte zu betrachten.

⁴ Lide ,D.R. et. al. CRC Handbook of Chemistry and Physics, 74th Edition, CRC Press, 1993

Temperatur in °C	Zeitdauer in Wochen bis zum sichtbaren Wachstum bei verschiedenen Luftfeuchten in Prozent											
	Ideales Medium			Wachstum auf Fichtenholz			Isoplethen- modell Substr.Gr. I			Messung auf Stroh		
	75	90	100	75	90	100	75	90	100	75	90	100
10	∞	6	6	∞	21	7	∞	1	0.1	∞	4	2
23	6	0.5	0.5	∞	8	3	∞	0.2	0.1	8	2	0.5

Quelle: Fa. IBO GmbH.

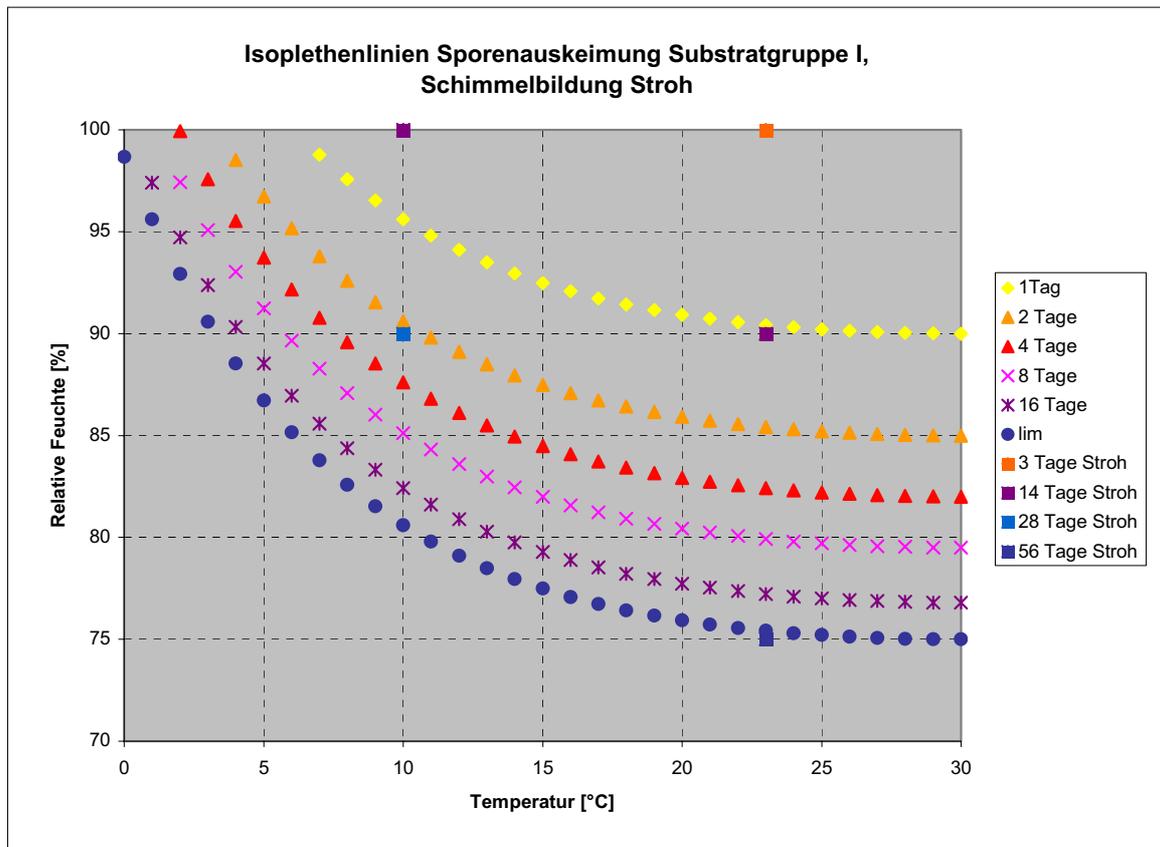
5 MODELLIERUNG DES SCHIMMELPILZ- WACHSTUMS AUF STROH

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse der visuellen Beobachtung des Schimmelpilzwachstums auf Stroh können folgende Schlüsse gezogen werden:

- Stroh stellt ein gutes Nährmedium für Schimmelpilzwachstum dar. Die festgestellten Zeiten bis zum sichtbaren Wachstum sind zum Teil ähnlich den Zeiten, die auf idealen Nährmedien festgestellt werden (Substratgruppe 0).
- Sowohl das Modell nach Viitanen (Wachstum auf Fichtenholz), als auch das Isoplethenmodell für Substratgruppe I nach Sedlbauer (Wachstum auf biologisch verwertbaren Untergründen), sind ohne Modifikation nicht verwendbar. Das Modell nach Viitanen liefert zu hohe Zeiten und das Isoplethenmodell Substratgruppe I nach Sedlbauer zum Teil zu geringe Zeiten bis zum Auftreten von sichtbarem Schimmelpilzwachstum.

Diese Untersuchung soll Kennwerte für Konstruktionen mit Strohdämmung liefern, für welche mit Sicherheit Schimmelbildung ausgeschlossen werden kann. Aus diesem Grund bietet das Isoplethenmodell die geeignetere Methode. Allerdings ist eine Anpassung an die tatsächlichen Substratbedingungen von Stroh erforderlich. Für eine quantitative Anpassung der gemessenen Auskeimungszeiten wurden in der nachfolgenden Abbildung die Messwerte aus den Klimakammer-Untersuchungen in den Isoplethen der Substratgruppe I (biologisch verwertbare Substanzen) eingetragen.

Abbildung: Isoplethen Substratgruppe I (biologisch verwertbare Substanzen), Messwerte Schimmelbildung auf Stroh (grafisch als Vierecke dargestellt)

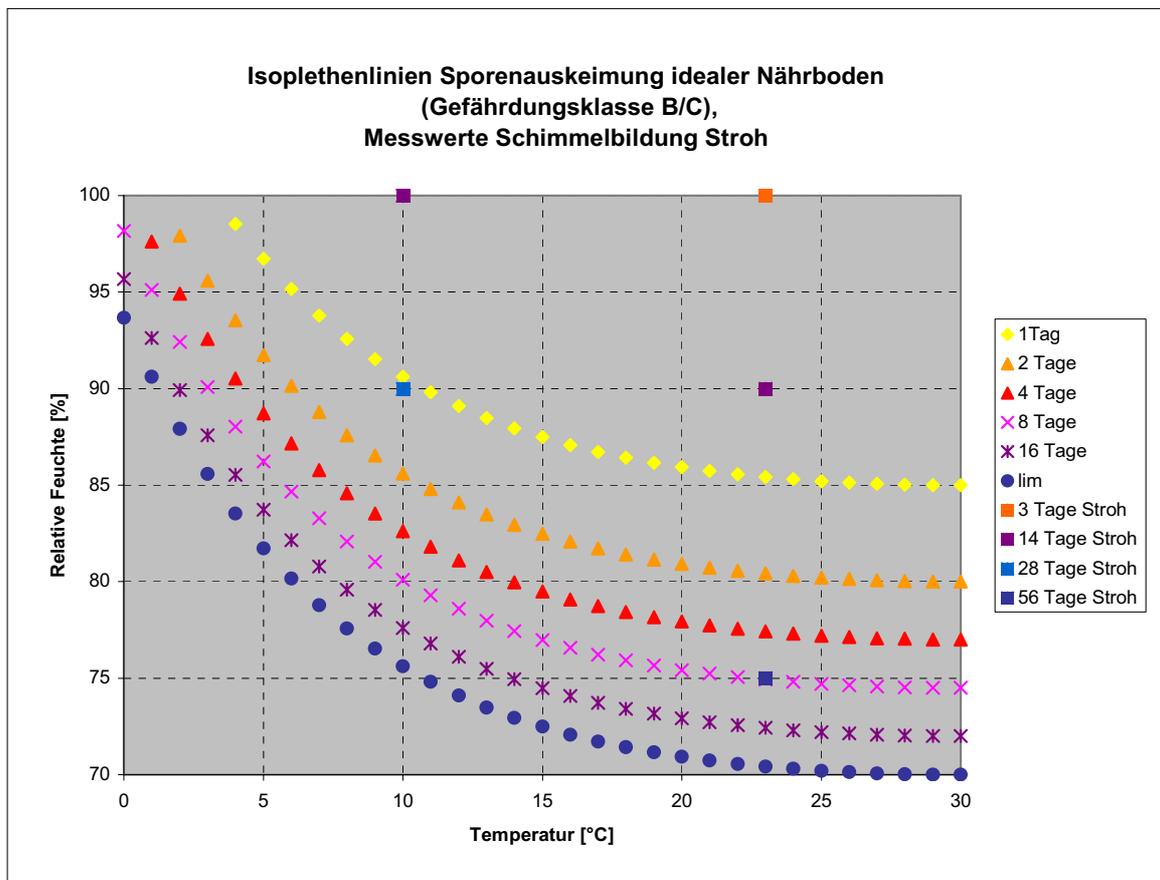


Es ist ersichtlich,

- dass alle hydrothermischen Bedingungen für Schimmelpilzwachstum auf Stroh, die maximal 4 Wochen Auskeimungszeit erfordern, deutlich von den Isoplethen umhüllt werden, somit die Voraussagen des Isoplethenmodells zutreffen (i.e. bei Unterschreiten der Isoplethen tritt keine Schimmelpilzbildung auf)
- dass für die Strohprobe, die bei 23 °C/75 % relative Feuchte gelagert war, die entsprechende Isoplethenlinie unterschritten wird.

Die Eintragung der Messwerte in die Isoplethenschar für ideale Nährmedien, ergibt das folgende Bild:

Abbildung: Isoplethen Sporenauskeimung idealer Nährboden, Messwerte Schimmelbildung auf Stroh (grafisch als Vierecke dargestellt)

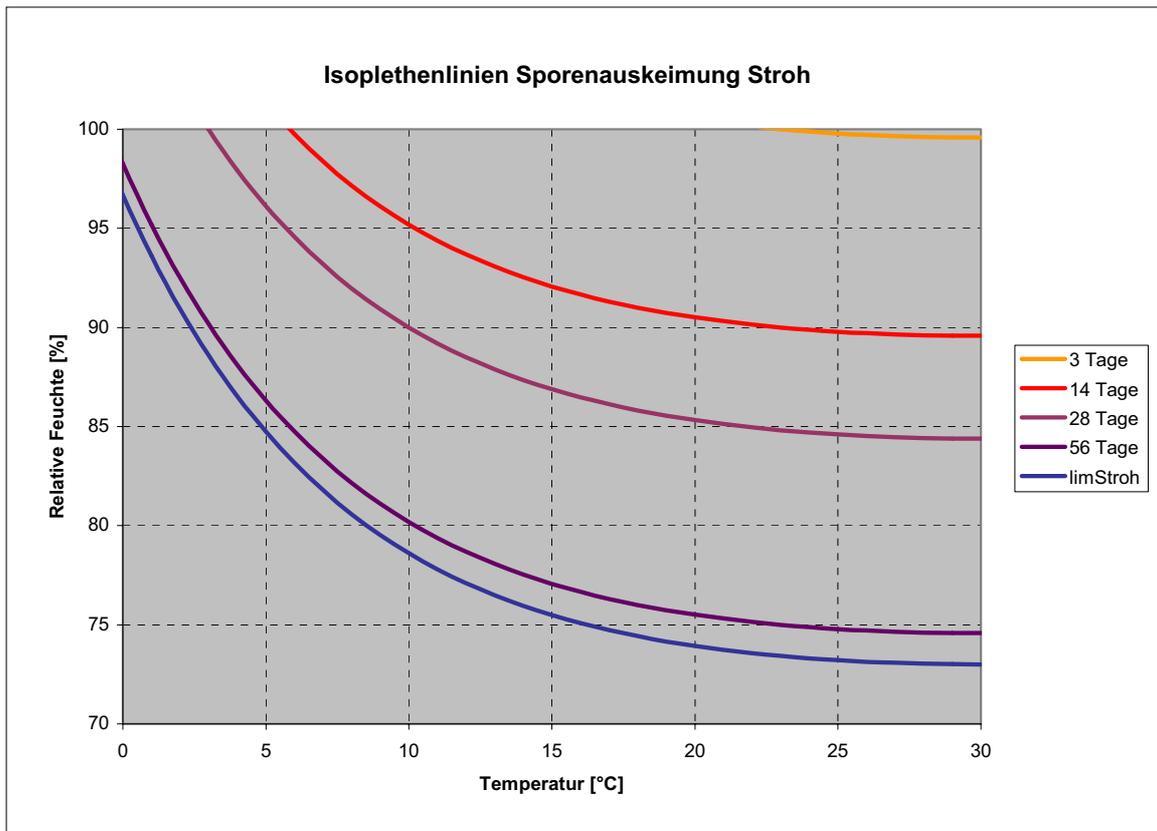


Aus der Abbildung wird ersichtlich,

- dass alle entsprechenden Isoplethen deutlich unterhalb der Messwerte für Stroh liegen,
- dass die Schimmelpilzbildung bei Verwendung der Isoplethenschar idealer Nährboden deutlich überschätzt wird.

Um ein realistischeres Isoplethenmodell für Stroh zu entwickeln, wurde aus den Messwerten eine entsprechende Isoplethenschar extrapoliert. Um auch einen Grenzwert für den unendlichen Zeitraum (limStroh) zu erhalten, wurde in erster (konservativer) Näherung angenommen, dass der Abstand Isoplethen Stroh 56 Tage zu limStroh dem Abstand Substratgruppe I 16 Tage zu limSubI entspricht. Das resultierende Isoplethenmodell (Substratgruppe Stroh) ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung: Isoplethenmodell Substratgruppe Stroh, abgeleitet aus den Messwerten der Klimakammeruntersuchungen



Quelle: Fa. IBO GmbH.

Da das Ziel dieser Untersuchung vor allem den Bedingungen gilt, unter denen sicher Schimmelpilzbildung vermieden werden kann, wurde die Auswertung neben dem Isoplethenmodell Substrat Stroh auch mit dem Isoplethenmodell idealer Nährboden (Substratgruppe 0) durchgeführt.

- Mit dem Isoplethenmodell Substrat Stroh werden realistische Kennwerte für die Schimmelpilzbildung auf Stroh angegeben.
- Mit dem Isoplethenmodell idealer Nährboden (Substratgruppe 0) werden die Bedingungen angegeben, unter denen mit absoluter Sicherheit keine Schimmelpilzbildung auftritt.

6 UNTERSUCHUNG VON STROH AUF DIE ABGASUNG VON MVOC'S

Eine Strohdämmstoff-Probe wurde auf die Abgasung von MVOC-Verbindungen (Microbially Volatile Organic Compounds) untersucht. Der untersuchte Strohdämmstoff entspricht dem in Experimenten zur Schimmelpilzbildung (siehe vorherige Abschnitte) verwendeten Material.

Das Probenmaterial wurde zuvor 14 Tage in einer Prüfkammer 20 bis 22 °C und 95 % relativer Luftfeuchtigkeit gelagert.

6.1 ERGEBNISSE

Es ergeben sich die folgenden Emissionsraten (Massenbezogene Emission in $\mu\text{g}/\text{kg h a}$):

Substanz	Einheit	Konz.	BG	Substanz	Einheit	Konz.	BG
Dimethylsulfid	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,24	0,01	1-Heptanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
2-Methylfuran	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,10	0,01	1-Octen-3-ol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	1,8	0,01
3-Methylfuran	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,07	0,01	3-Octanon	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,15	0,01
3-Methylbutyraldehyd	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,03	0,01	3-Octen-2-ol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
3-Methyl-2-butanon	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,07	0,01	3-Octanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,05	0,01
3-Methyl-2-butanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,21	0,01	2-n-Pentylfuran	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,03	0,01
2-Pentanon	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,24	0,01	2-Octanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,01	0,01
2-Pentanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	1,0	0,01	2-Ethyl-1-hexanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,35	0,01
2,5-Dimethylfuran	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,01	0,01	cis-3-Octen-1-ol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
3-Methyl-1-butanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,08	0,01	trans-2-Octen-1-ol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
Pyrazin	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,01	0,01	1-Octanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
2-Methyl-1-butanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,03	0,01	Isopropylmethoxy-pyrazin	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
Dimethyldisulfid	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,02	0,01	1-Nonanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
1-Pentanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,10	0,01	4-Hydroxyanisol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
2-Butanonoxim	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01	2-Ethylhexylacrylat	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
2-Hexanon	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,06	0,01	1-Decanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
3-Methoxy-1-butanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01	2,4,6-Trimethylbenzaldehyd	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
Dimethylsulfoxid	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01	Tetradecansäurepropylester	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
Furfural	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,04	0,01	Diphenylsulfid	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
1-Hexanol	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01	Diisobutyladipat	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01
2-Heptanon	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	0,13	0,01				
5-Methylfurfural	[$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$]	n.b.	0,01	Summe MVOC	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]	4,9	

Quelle: Fa. IBO GmbH.

- ^a [$\mu\text{g}/\text{kg}^*\text{h}$] = Mikrogramm pro Kilogramm und Stunde ($\mu\text{g kg}^{-1} \text{h}^{-1}$)
- n.b. Bestimmungsgrenze unterschritten
- BG Bestimmungsgrenze (ist methodenbedingt die kleinste mit Sicherheit bestimmbare Konzentration und bezieht sich nicht auf das gesundheitliche Risiko der Verbindung)

6.2 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN

Ab ca. $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ MVOC- Gesamtkonzentration in der Raumluft kann mit einiger Wahrscheinlichkeit von einem Befall ausgegangen werden. Die oft geäußerte Vermutung, dass die mikrobiell produzierten flüchtigen organischen Substanzen eine besondere Toxizität aufweisen und in den genannten Konzentrationsbereichen bereits Befindlichkeitsstörungen hervorrufen sollen, kann nach Vergleich mit vorliegenden Literaturwerten, sowie im Vergleich mit bekannten Bewertungskriterien von flüchtigen organischen Substanzen aus Baustoffen (VOC) nach dem heutigen Stand des Wissens nicht abgeleitet werden. Die Entstehung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch schimmeltypische Gerüche sind jedoch nicht auszuschließen.

Die Mehrzahl der MVOC- Verbindungen weist Doppelbindungen, Carbonylverbindungen und/oder OH-Gruppen auf, von denen bekannt ist, dass die menschliche Nase empfindlich darauf reagiert. Dies bedeutet, dass die als Indikatoren eines Schimmelpilzwachstums bekannten Stoffe in der Mehrzahl selbst in einem niedrigen Konzentrationsbereich schon geruchlich wahrgenommen werden können, was daraus entstehende Reaktionen möglich macht.

Eine Überschreitung des mittleren Geruchsschwellenwertes ist in jedem Fall als Überschreitung des Richtwertes I 5 (BRD) zu werten. Richtwert I ist die Konzentration eines Stoffes, bei der im Rahmen einer Einzelstoffbetrachtung auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Eine Überschreitung des Richtwertes I ist mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, hygienisch unerwünschten Belastung verbunden. In einer Arbeit des Österreichischen Bundesinstitutes für Gesundheitswesen werden Gerüche folgendermaßen beurteilt (Auszug) 6: „Gerüche werden individuell und situationsbedingt sehr unterschiedlich beurteilt. In der überwiegenden Zahl der Fälle werden jedoch persistente Gerüche, deren Auftreten und Dauer von den Raumnutzern nicht gesteuert werden können, als störend empfunden.“

6.3 BEWERTUNG

Die geprüfte Probe zeigte unter den Prüfkammerbedingungen (zweiwöchige Lagerung bei 95 % rel. Luftfeuchtigkeit) eine deutliche Abgabe an MVOC's. Die massenbezogene Emissionsrate der einzelnen Substanzen lag in einem zum Teil hohen Bereich. Nach dem Öffnen der Prüfkammer konnte deutlich modrig/schimmlicher Geruch organoleptisch wahrgenommen werden. An den Halmknoten des Stroh waren Schimmelkolonien sichtbar.

Eine direkte Umrechnung der massenbezogenen Abgasung in eine Raumluftkonzentration ist aufgrund der Verwendung des Stroh als Dämmstoff nicht sinnvoll. Im Normalfall steht die Luft aus der Dämmebene nicht oder nur in geringem Ausmaß mit der Raumluft in Verbindung.

Bei Undichtigkeiten in der Gebäudehülle kann es jedoch besonders in Häusern mit kontrollierter Wohnraumbelüftung oder bei starkem Wind (bei geringem Unterdruck im gesamten Haus oder in bestimmten Räumen) zum Ansaugen von Luft aus der Dämmschicht kommen. Würde die Dämmschicht aus dem geprüften Material bestehen und einer vergleichbaren Feuchtebelastung ausgesetzt sein, würde mit MVOC angereicherte Luft in den Innenraumbereich gelangen. Je nach den im Einzelfall vorliegenden Randbedingungen könnte es in Folge zu einer geruchlichen Wahrnehmung und/oder bei entsprechenden Undichtheiten auch eine Belastung der Innenraumluft mit Schimmelpilzsporen kommen. Voraussetzung dafür sind allerdings erhöhte Feuchtekonzentrationen, die für einen Schimmelpilzbefall notwendig sind (siehe nächste Abschnitte).

⁵ Bundesgesundheitsblatt (1996) Richtwerte für die Innenraumluft, Bundesgesundheitsblatt 11/96

⁶ Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen (1995), Luftverunreinigungen in Innenräumen

7 HYGROTHERMISCHES VERHALTEN UND SCHIMMELPILZBILDUNG VON STROHWÄN- DEN

Für die potenzielle Gefährdung der Strohdämmung wird das Schimmelpilzspezifische Verhalten von Stroh mit den hygrothermischen Bedingungen des Bauteils unter den definierten schwierigen Randbedingungen Klima und Nutzung verknüpft.

7.1 AUFBAUTEN

In Zusammenarbeit mit den Auftraggebern wurde als Strohwandkonstruktion eine Ausgangsvariante und eine Reihe von Varianten ausgewählt, die die derzeit aktuellsten Fragestellungen und wesentliche Randbedingungen abbilden:

	Variante	Beschreibung
Konstruktionen hinterlüftet		
1	Ausgangsvariante	Holzrahmenbauweise mit Strohdämmung, außen Holzfaserverplatte mit hinterlüfteter Lärchenschalung, innenseitig OSB-Platte mit Gipskartonplatte auf Installationsebene
1b	Sensitivitäts-Variante Dampfdiffusionswiderstand Stroh	Wie Ausgangsvariante 1, Dampfdiffusionswiderstand auf $\mu=1$ gesetzt
1c	Sensitivitäts-Variante Dampfdiffusionswiderstand OSB-Platte	Wie Ausgangsvariante 1, Dampfdiffusionswiderstand OSB-Platte reduziert
2	Variante innen direkt lehmverputzt	OSB-Platte wird direkt mit 15 mm Lehmputz verputzt
3	Variante Holzrahmenbauweise hinterlüftet ohne Installationsebene, Kernvariante Projekt „Stroh kompakt“	Wie Ausgangsvariante, innenseitig keine Installationsebene, Raumabschluss Gipsfaserverplatte
Konstruktionen außenseitig verputzt		
4	Ausgangsvariante Passivhauskindergarten Ziersdorf	Innenseitig Kreuzlagenholz mit 15 mm Lehmputz verputzt, außenseitig DWD-Platte mit Lehmputz verputzt, Schlagregen
5	Variante außenseitig wasserabweisendes Putzsystem	Wie Variante 6, außenseitig wasserabweisendes Putzsystem auf Holzwolledämmplatte
6	Ausführungsvariante Passivhauskindergarten Ziersdorf	Holzrahmenbauweise nicht hinterlüftet, innenseitig Holzwolledämmplatte auf OSB-Platte als Installationsebene und Putzträger, darauf Lehmputz, außenseitig Silikatputz auf Putzträgerplatte Verotec, Fassade konstruktiv vor Schlagregen geschützt

Quelle: Fa. IBO GmbH.

7.2 TECHNISCHE KENNDATEN

Die technischen Kenndaten der eingesetzten Baustoffe wurden vor allem der WUFI-Baustoffdatenbank entnommen. Nichtvorhandene Baustoffe wie Stroh, DWD-Platte, Gipsfaserplatte, Kreuzlagenholz und Lehmputz wurden neu eingegeben, bzw. auf der Grundlage vorhandener ähnlicher Baustoffe in der Datenbank angepasst. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die verwendeten Kennwerte:

Baustoff	λ_{trocken}	μ_{trocken}	Kommentar
	W/m ² K	-	
Stroh	0.043	4	Variante mit $\mu_{\text{trocken}}=1$, Sorptionsisotherme aus Holz [WUFI 2003] umgerechnet, ohne Saugen und Weiterverteilen
DWD-Platte	0.05	11	Wärmeleitfähigkeit und Diffusionswiderstandzahl nach Herstellerangaben angepaßt, ansonsten [WUFI 2003]
OSB-Platte	0.09	287	[WUFI 2003], Ausgangsvariante und Variante 2 mit $\mu_{\text{trocken}}=650$, $\lambda_{\text{trocken}}=0.13$ W/m ² K
Gipskartonplatte	0.16	6	[WUFI 2003]
Gipsfaserplatte	0.3	11	Herstellerangaben, Sorptionsisotherme nach Herstellerangaben, ansonsten Werte Gipskartonplatte [WUFI 2003]
Flachmatten	0.04	1.5	[WUFI 2003]
Holzwolleleichtbauplatte	0.08	9	[WUFI 2003]
Kreuzlagenholz	0.09	30	Herstellerangaben, ansonsten Werte Fichte radial [WUFI 2003]
Lehmputz	0.7	7	Herstellerangaben angepasst, ansonsten Kalkputz [WUFI 2003]
Wasserabweisendes Putzsystem	0.87/0.25	Var.	[WUFI 2003]
Putzträgerplatte Verotec	0.14	17	Herstellerangaben
Silikatputz	0.7	75	Herstellerangaben

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Die Sensitivitätsanalysen bezüglich Dampfdiffusionswiderstandszahl von Stroh und der OSB-Platte (Variante 1b und 1c) ergibt zwar nur leichte Änderungen im Feuchteverhalten, es wurde allerdings für alle folgenden Varianten (Varianten 2-6) mit den kritischeren Werten gerechnet (Stroh $\mu_{\text{trocken}}=4$, OSB-Platte $\mu_{\text{trocken}}=287$)

7.3 SIMULATIONSPROGRAMM, RANDBEDINGUNGEN

Die Simulation des hygrothermischen Verhaltens der Strohwände erfolgt mit dem Programmpaket WUFI, das eine detaillierte dynamische Berechnung aller relevanten Zustandsgrößen ermöglicht. Es werden Feuchtetransportvorgänge sowohl im hygrokopischen Bereich (insbesondere Diffusionsvorgänge) als auch im überhygrokopischen Bereich (Kapillarleitung) berücksichtigt. Zudem geht das Feuchtespeichervermögen über die Sorptionsisotherme der Baustoffe in die Berechnung ein. Die Abhängigkeit der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ und der Wärmeleitfähigkeit λ vom Feuchtegehalt der Baustoffe ist ebenfalls einbezogen.

Die Berechnung erfolgt mit dem 1-dimensionalen Programmpaket:

- Die Simulation der Regelquerschnitte ist damit ausreichend genau erfasst, die Wirkung der Tragkonstruktion (KVH- oder als TJI-Steher) auf den Feuchtehaushalt der Strohdämmung ist in den untersuchten Aufbauten gering
- Das Feuchteverhalten der Strohdämmung an den Anschlüssen zu Kellerdecke, Dach etc. kann je nach Ausbildung deutlich vom Regelquerschnitt abweichen. Hierzu sollten 2-dimensionale Simulationen durchgeführt werden.

Klima- und Nutzungsbedingungen wurden wie folgt angenommen:

- Außenklima: Wetterdaten Holzkirchen (vergleichsweise strenge klimatische Bedingungen)
- Innenklima: Innentemperatur schwankt zwischen 21 °C im Winter und 23 °C im Sommer, Relative Feuchte zwischen 50 % und 60 %. D.h. es handelt sich um vergleichsweise extreme Innenraumluft-Bedingungen

Es wurde eine nicht verschattete Südwand für alle Varianten angenommen. Die Simulationsdauer beträgt zwei Jahre, dargestellt wird im Regelfall das 2. Jahr.

7.4 ERGEBNISSE

7.4.1 VARIANTE 1: AUSGANGSVARIANTE RAHMENBAUWEISE HINTERLÜFTET

Beim untersuchten Bauteil handelt es sich um eine Außenwand in Leichtbauweise, die in reiner Trockenbauweise errichtet wird.

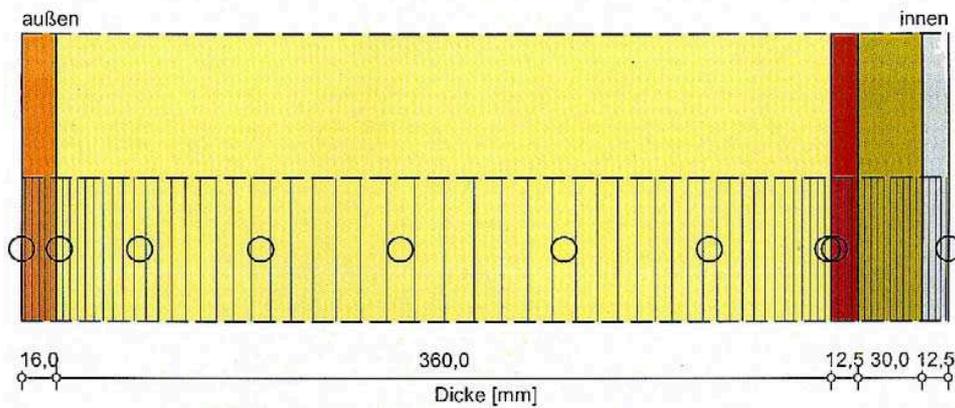
Variante 1	Stärke [cm]
Innen	
Gipskartonplatte	1,25
Installationsebene Flachsdämmung	3,0
OSB-Platte	1,25
Stroh/Steher Holz massiv	36,0
DWD (Holzfaserplatte)	1,6
Hinterlüftung	
Diffusionsoffene Fassadenschalung	
Außen	

Quelle: Fa. IBO GmbH.

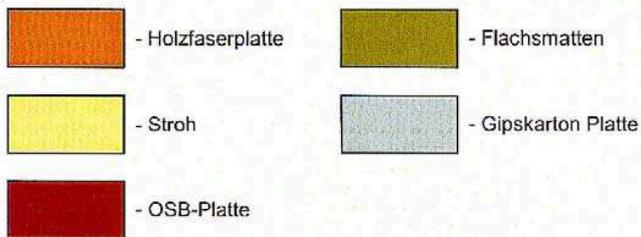
In der nachfolgenden Abbildung ist der Aufbau schematisch dargestellt (Hinterlüftungsebene und Lärchenschalung sind nicht dargestellt).

BAUTEILAUFBAU

Variante:



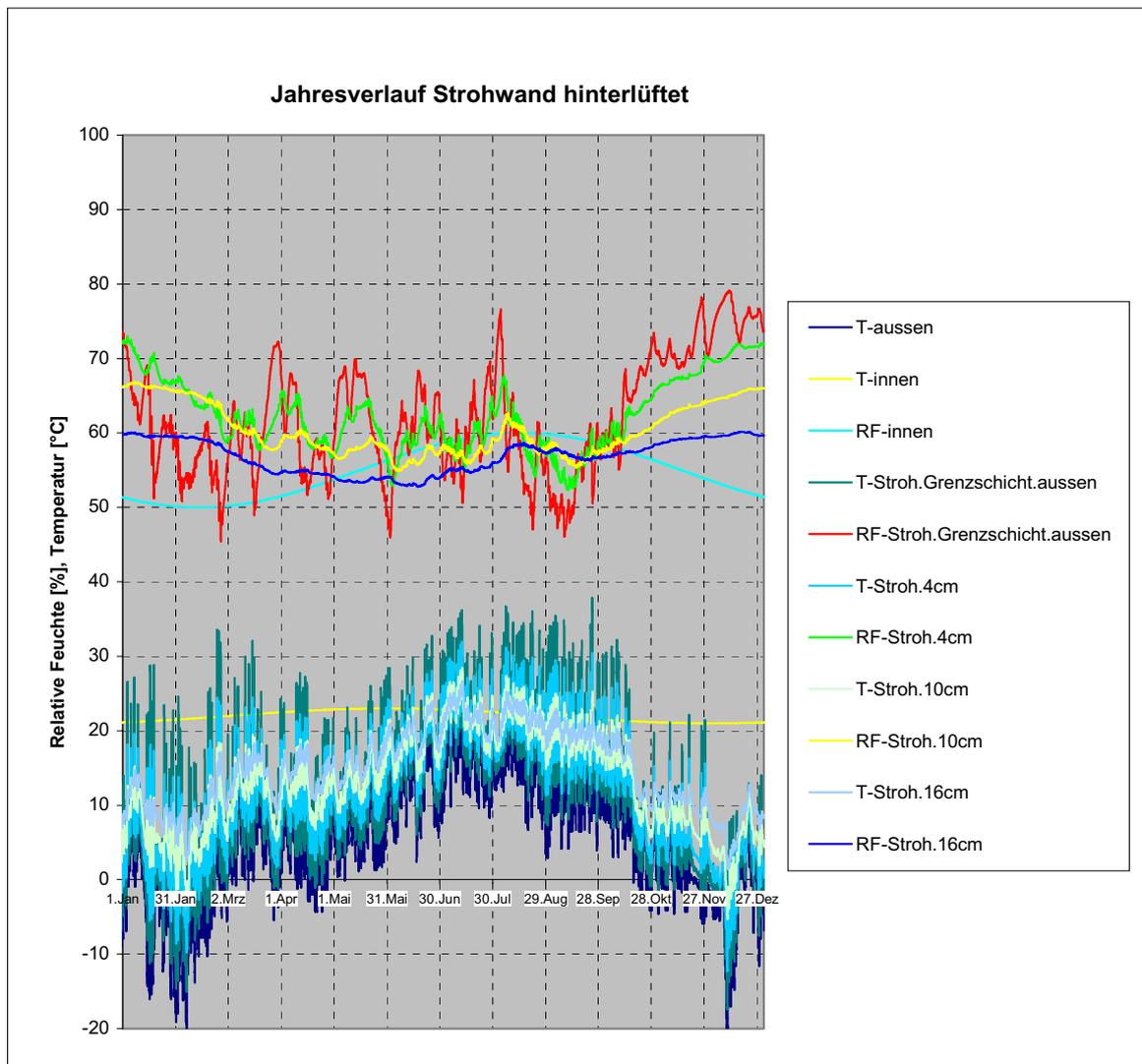
Materialien :



Quelle: Fa. IBO GmbH.

In der folgenden Abbildung sind die Kennwerte an jenen Stellen der Strohdämmung im Überblick dargestellt, die im Jahresverlauf höhere relative Feuchten erreichen. Dies ist in etwa für die ersten 16 cm der Strohdämmung der Fall (von außen gesehen).

Abbildung: Jahresverlauf der relativen Feuchte und Temperatur der Strohwand, letztes simuliertes Jahr



Folgende Aussagen lassen sich bereits aus den hygrothermischen Simulationen ableiten:

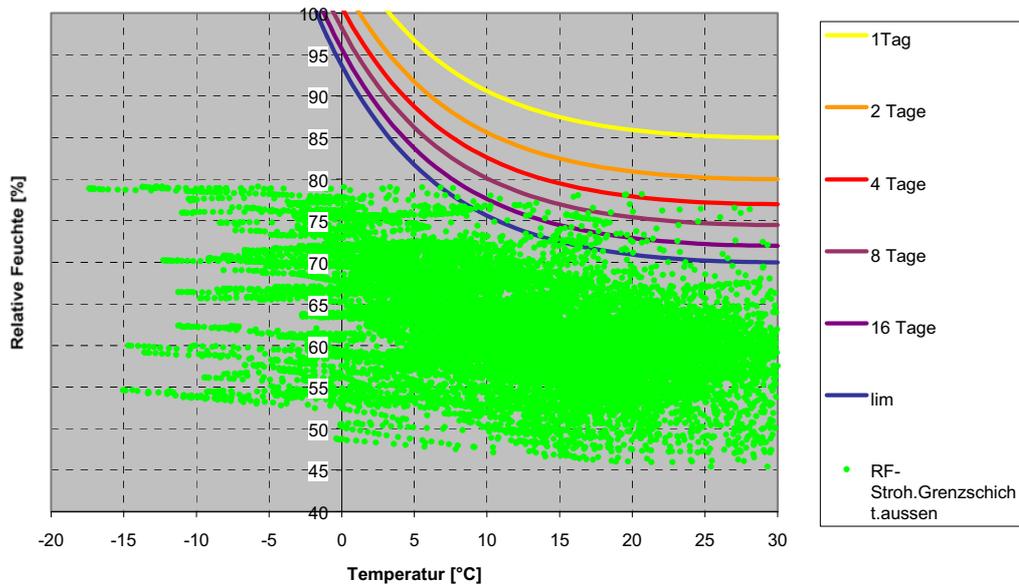
- Die ersten 5 cm der Strohdämmung (von außen betrachtet) kommen potenziell für den Schimmelbefall in Frage, dieser Anteil muss mittels Isoplethenmodell auf Schimmelpilzbildung untersucht werden.
- Die relative Feuchte an der Grenzschicht variiert vergleichsweise stark, erst nach einigen cm Strohdämmung sind die Tagesschwankungen in der relativen Feuchte bereits deutlich gedämpft.
- In der Simulationsdauer von 2 Jahren wurde keine Akkumulation von Feuchte im Bauteil feststellbar (diffusionsoffener Aufbau).

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen den hygrothermischen Verlauf der Strohgrenzschicht zur nach außen begrenzenden Holzfaserverplatte jeweils mit dem Isoplethensystem Stroh und dem Isoplethensystem idealer Nährboden.

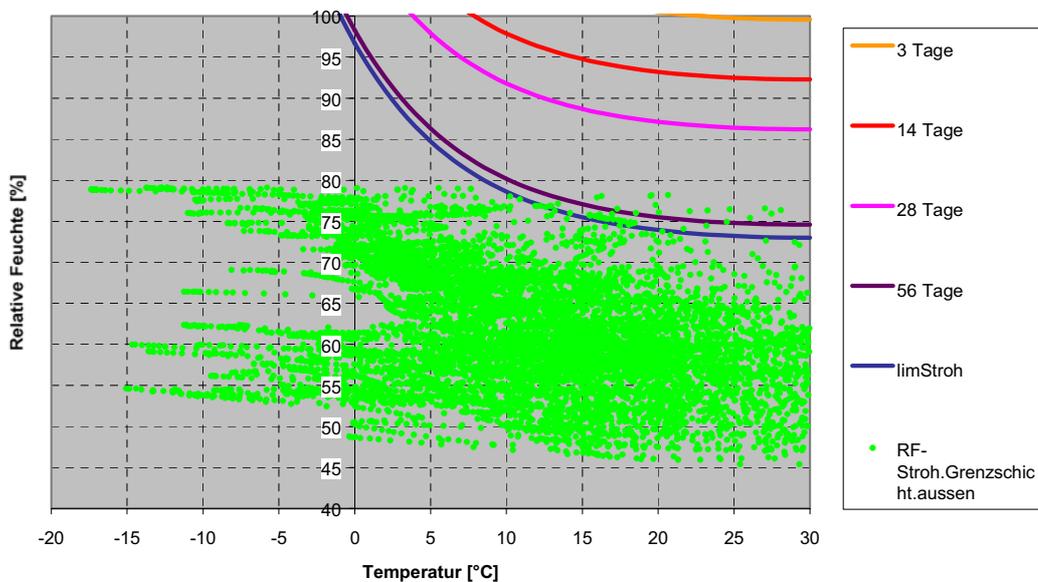
Aus den Grafiken kann abgeleitet werden:

- Die für die Schimmelpilzbildung relevanten hygrothermischen Bedingungen werden in der Grenzschicht Stroh während mehrerer Perioden überschritten.
- Bei Verwendung des Stroh-Isoplethensystems wird die für 28 Tage gültige Kurve nicht überschritten, im Falle des idealen Nährbodens die 2 Tages-Isoplethenlinie.

Isoplethenlinie Sporenauskeimung idealer Nährboden Ausgangsvariante (Gefährdungsklasse B/C), hygrothermisches Verhalten in Stundenwerten



Isoplethenlinie Sporenauskeimung Stroh Ausgangsvariante hygrothermisches Verhalten in Stundenwerten



Quelle: Fa. IBO GmbH.

Für die Auskeimung der Sporen ist allerdings ein Mindestzeitraum notwendig, in dem die im I-soplethensystem definierten hygrothermischen Randbedingungen überschritten werden müssen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse dargestellt (Grenzschicht, in 4 cm Abstand von der Holzfaserplatte, in 10 cm Abstand von der Holzfaserplatte):

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell Stroh
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
3 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
14 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
28 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
56 Tage	0.42	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	1.33	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
4 Tage	0.13	Schimmelbildung nicht möglich
8 Tage	0.42	Schimmelbildung nicht möglich
16 Tage	1.54	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	3.08	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.4cm von außen		Isoplethenmodell Stroh
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
3 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
14 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
28 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
56 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	0.00	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.4cm von außen		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
4 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
8 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
16 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	0.21	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.10cm von außen		Isoplethenmodell Stroh
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
3 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
14 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
28 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
56 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	0.00	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

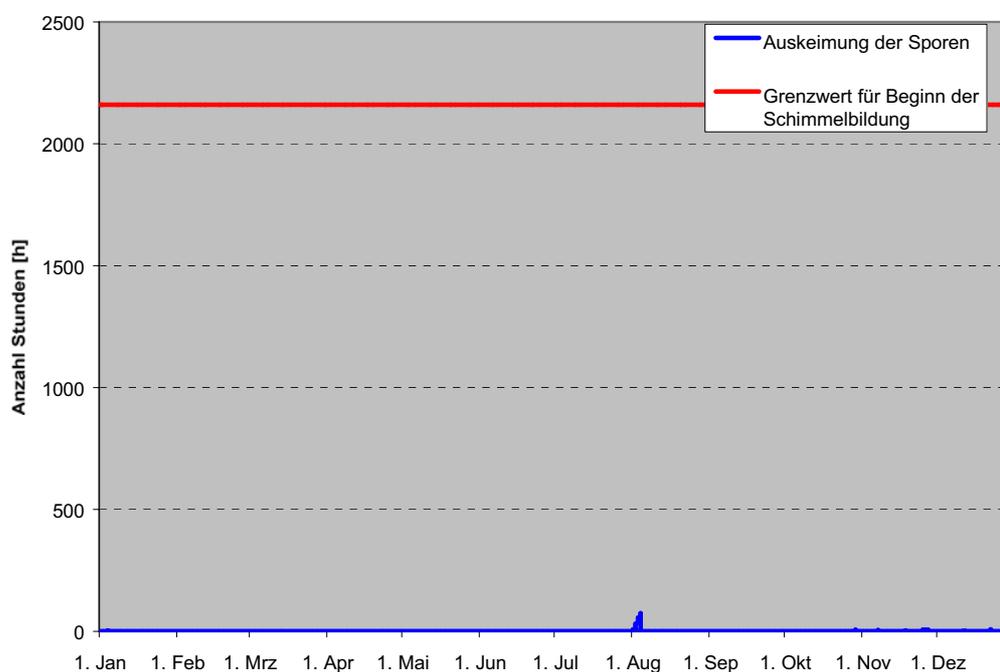
Stroh.10cm von außen		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
4 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
8 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
16 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	0.0	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Kommentar:

Der Zeitraum für die Auskeimung der Sporen liegt deutlich unterhalb der Mindestzeiträume. Die Extrembelastung in der Grenzschicht zur Holzfaserverplatte findet im Hochsommer statt:

Anzahl an direkt nacheinanderliegenden Stunden mit Bedingung Sporenauskeimung möglich erfüllt (idealer Nährboden, Mindestbedingung \lim (90 Tage))



Quelle: Fa. IBO GmbH.

Schimmelbildung kann sicher ausgeschlossen werden.

7.4.2 VARIANTE 1B: SENSITIVITÄTSANALYSE DAMPFDIFFUSIONSWIDERSTANDSZAHL STROH

Um die Sensitivität der Ergebnisse in Abhängigkeit der Diffusionswiderstandszahl von Stroh zu prüfen, wurde der μ -Wert von 4 auf 1 gesetzt. Es ergeben sich die folgenden Sporenauskeimungszeiten:

Stroh.Grenzschicht.außen, Stroh Diffusion $\mu=1$		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
4 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
8 Tage	0.21	Schimmelbildung nicht möglich
16 Tage	0.38	Schimmelbildung nicht möglich
\lim Stroh	1.92	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Kommentar:

Es ergibt sich eine etwas kürzere maximale Dauer der Zeitspannen, in denen eine Sporenauskeimung möglich ist. Schimmelpilz kann sicher ausgeschlossen werden.

7.4.3 VARIANTE 1C: SENSITIVITÄTSANALYSE OSB-PLATTE DAMPFDIFFUSIONSWIDERSTANDSZAHL

Um die Sensitivität der Ergebnisse in Abhängigkeit der Diffusionswiderstandszahl der OSB-Platte zu prüfen, wurde der μ_{trocken} -Wert von 650 auf 287 abgesenkt. Es ergeben sich die folgenden Sporenauskeimungszeiten:

Stroh.Grenzschicht.außen OSB-platte $\mu_{\text{trocken}}=287$		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Mindestdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
4 Tage	0.13	Schimmelbildung nicht möglich
8 Tage	0.42	Schimmelbildung nicht möglich
16 Tage	1.63	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	3.13	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Kommentar:

Es ergibt sich eine etwas höhere Dauer der Zeitspannen, in denen eine Sporenauskeimung möglich ist. Schimmelpilz kann trotzdem sicher ausgeschlossen werden.

7.4.4 VARIANTE 2: HOLZRAHMENBAUWEISE HINTERLÜFTET, INNENSEITIG DIREKT LEHMVERPUTZT

Die bisher dargestellten Varianten werden in Trockenbauweise errichtet, d.h. die Einbaufeuchten sind bei fachgerechtem Einbau vergleichsweise gering. Um den Einfluss der Einbaufeuchte auf das Feuchteverhalten zu untersuchen, wurde die Kernvariante Stroh kompakt innenseitig direkt auf die OSB-Platte verputzt. Es ergibt sich der folgende Aufbau:

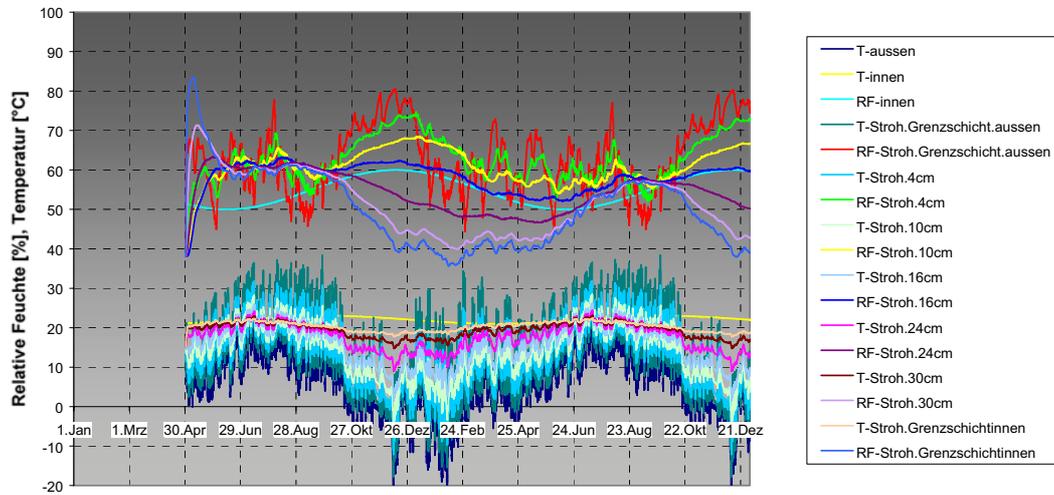
Variante 2, Lehmputz innenseitig	Stärke [cm]
Innen	
Lehmputz	1,5
OSB-Platte	1,8
Stroh/Steher Holz massiv	35,0
DWD-Platte (Holzfaserplatte)	1,6
Hinterlüftung	
Diffusionsoffene Fassadenschalung	
Außen	

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Die Einbaufeuchte des Lehmputzes wurde gemäß Herstellerangaben gewählt, der Einbau erfolgt Anfang Mai. Das hygrothermische Verhalten ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Jahresverlauf Strohwand hinterlüftet, innen verputzt,



Deutlich erkennbar ist die hohe relative Feuchte der inneren Stroh-Grenzschicht, die vergleichsweise schnell wieder abklingt. Bereits nach einem Monat ist die Wirkung des Einbau-Feuchteimpulses abgeklungen.

Die Auswertung der Sporenauskeimung und Schimmelpilzbildung führt zu folgenden Ergebnissen:

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell Stroh
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
3 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
14 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
28 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
56 Tage	12.71	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	14.21	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	7.21	Schimmelbildung
4 Tage	10.42	Schimmelbildung
8 Tage	12.79	Schimmelbildung
16 Tage	15.25	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	17.92	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Kommentar:

Gemäß Isoplethenmodell Stroh tritt keine Schimmelbildung auf. Mit idealem Nährmedium tritt in den ersten 16 Tag Schimmel auf, danach trocknet das Stroh unter unbedenkliche Feuchtegehalte. Dies ist allerdings nur in der unmittelbaren Grenzschicht zur OSB-Platte der Fall. Es kann daraus abgeleitet werden, dass sowohl aus bautechnischer wie aus wohngygenischer Perspektive von einer vernachlässigbaren Gefährdung ausgegangen werden kann.

7.4.5 VARIANTE 3: HOLZRAHMENBAUWEISE HINTERLÜFTET OHNE INSTALLATIONSEBENE, KERN-VARIANTE PROJEKT „STROH KOMPAKT“

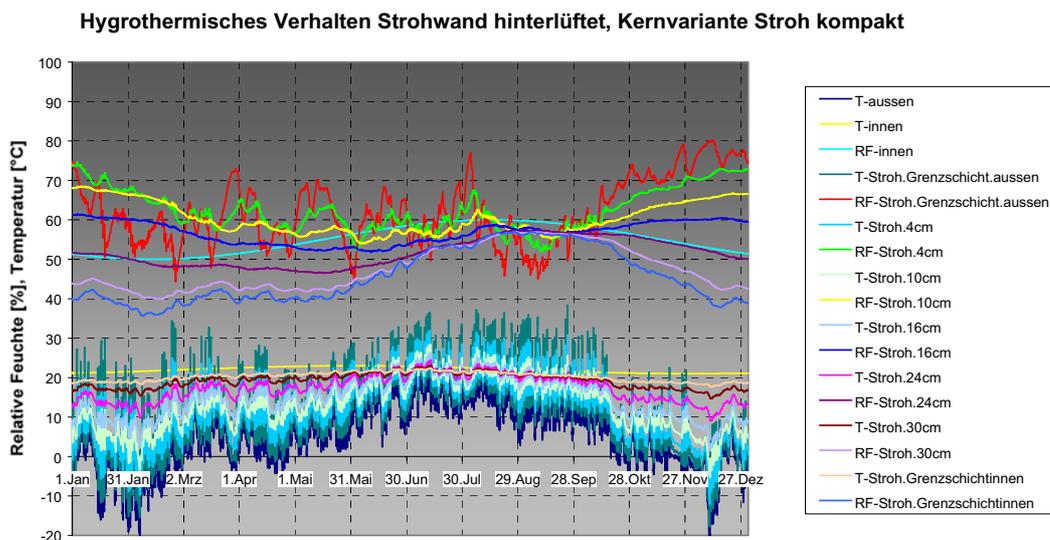
Im Forschungsprojekt „Stroh kompakt“ wurde aus der anfänglich entwickelten Ausgangsvariante (Variante 1) eine Konstruktion ohne Installationsebene entwickelt:

Variante 3, Kernvariante Stroh kompakt	Stärke [cm]
Innen	
Gipsfaserplatte	1,5
OSB-Platte	1,8
Stroh/Steher Holz massiv	35,0
DWD-Platte (Holzfaserplatte)	1,6
Hinterlüftung	
Diffusionsoffene Fassadenschalung	
Außen	

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Die folgende Abbildung gibt einen Jahresüberblick des hygrothermischen Verhaltens der Strohwand.

Abbildung: Jahresverlauf der relativen Feuchte und Temperatur der Strohwand

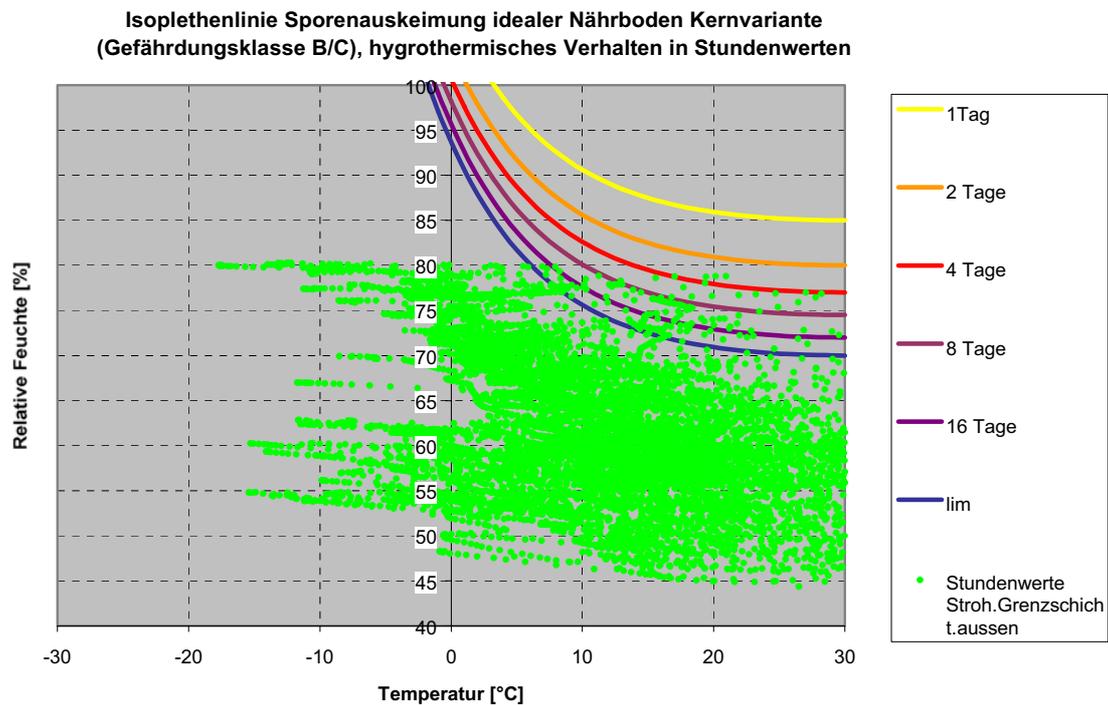


Quelle: Fa. IBO GmbH.

Folgende Aussagen lassen sich daraus ableiten:

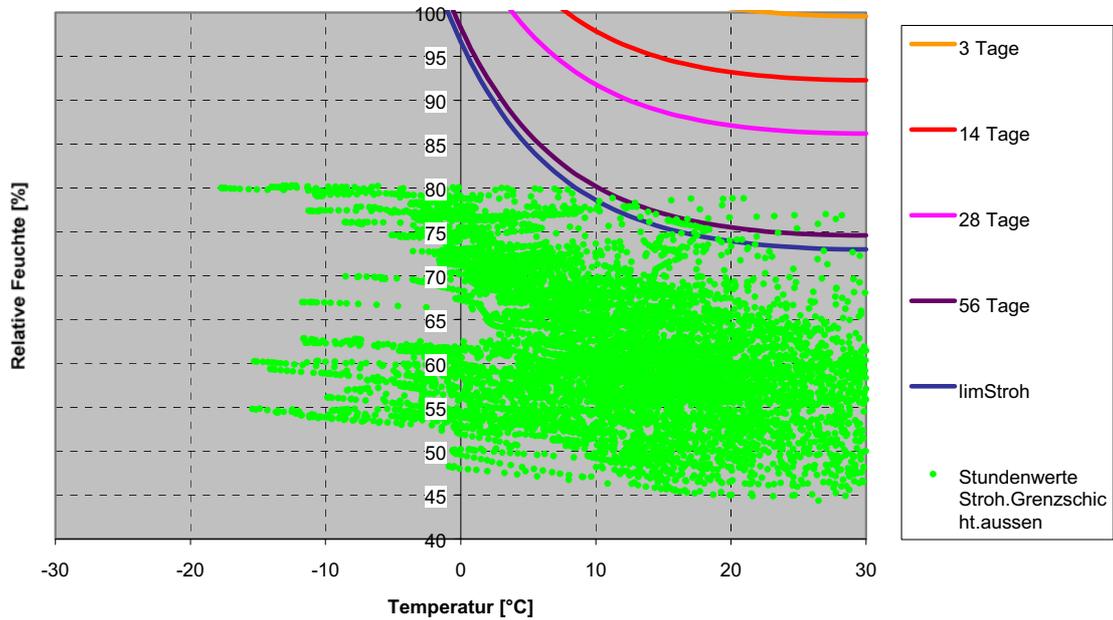
- Die ersten 5 cm der Strohdämmung (von außen betrachtet) kommen potenziell für den Schimmelbefall in Frage, dieser Anteil muss mittels Isoplethenmodell auf Schimmelpilzbildung untersucht werden.
- Die relative Feuchte an der Grenzschicht schwankt vergleichsweise stark, erst nach einigen cm Strohdämmung sind die Tagesschwankungen in der relativen Feuchte bereits deutlich gedämpft
- Es ist keine Akkumulation von Feuchte im Bauteil feststellbar.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen den hygrothermischen Verlauf der Strohgrenzschicht zur nach außen begrenzenden Holzfaserplatte jeweils mit dem Isoplethensystem Stroh und dem Isoplethensystem idealer Nährboden.



Quelle: Fa. IBO GmbH.

**Isoplethenlinie Sporenauskeimung Stroh Kernvariante
hygrothermisches Verhalten in Stundenwerten**



Quelle: Fa. IBO GmbH.

Aus den Grafiken kann abgeleitet werden:

- Die für die Schimmelpilzbildung relevanten hygrothermischen Bedingungen werden in der Grenzschicht Stroh während mehrerer Perioden überschritten.
- Bei Verwendung des Stroh-Isoplethensystems wird die für 28 Tage gültige Kurve nicht überschritten, im Falle des idealen Nährbodens die 2 Tages-Isoplethenlinie.

Für die Auskeimung der Sporen ist allerdings ein Mindestzeitraum notwendig, in dem die im Isoplethensystem definierten hygrothermischen Randbedingungen überschritten werden müssen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse dargestellt (Grenzschicht und in 4 cm Abstand von der Holzfaserplatte):

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell Stroh
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
3 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
14 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
28 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
56 Tage	0.46	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	1.42	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
4 Tage	0.17	Schimmelbildung nicht möglich
8 Tage	0.50	Schimmelbildung nicht möglich
16 Tage	1.63	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	3.08	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.4cm von außen		Isoplethenmodell Stroh
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
3 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
14 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
28 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
56 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	0.08	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

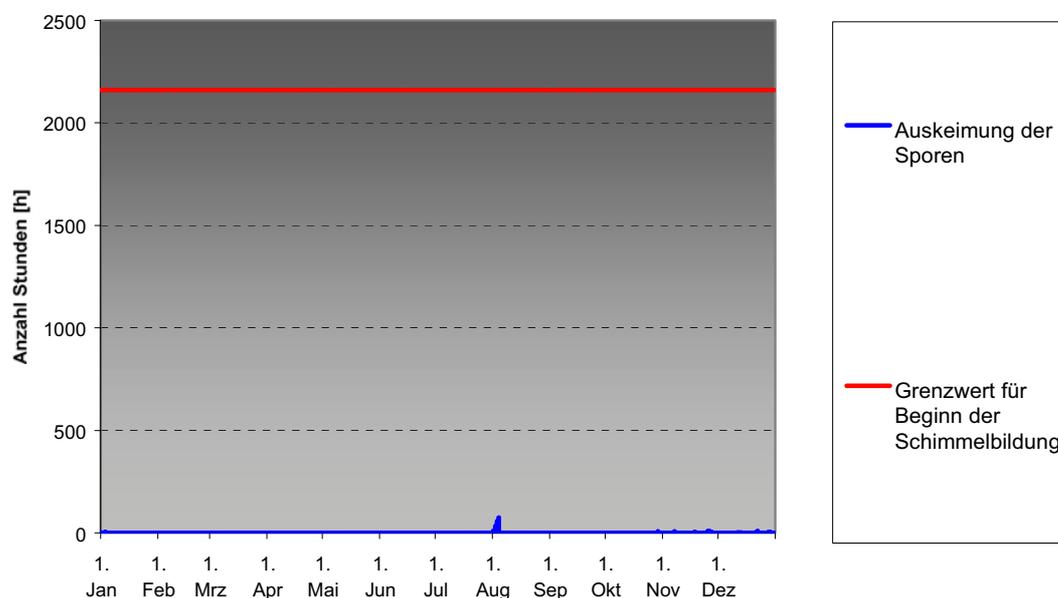
Stroh.4cm von außen		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
4 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
8 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
16 Tage	0.21	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	0.29	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Kommentar:

Das Feuchteverhalten und die Grundvoraussetzungen für das Auskeimen von Sporen ist der Ausgangsvariante (mit Installationsebene) sehr ähnlich. Durch den diffusionsoffenen Aufbau und durch den Schutz vor Schlagregen (hinterlüftete Lärchenschalung) ist der Zeitraum für die Auskeimung von Sporen ist sehr gering. Bereits ab 4 cm Tiefe können Sporen nicht mehr auskeimen. Die nachfolgende Darstellung der Sporenauskeimungs-Zeitspannen zeigt, dass die Konstruktion sicher vor Schimmelpilzwachstum geschützt ist.

**Anzahl an direkt nacheinanderliegenden Stunden mit Bedingung Sporenauskeimung
möglich erfüllt (idealer Nährboden, Bedingung lim (90 Tage))**



Quelle: Fa. IBO GmbH.

7.4.6 VARIANTE 4: AUSGANGSVARIANTE PASSIVHAUSKINDERGARTEN ZIERSDORF: KLH-WAND STROHGEDÄMMT, BEIDSEITIG MIT LEHM VERPUTZT

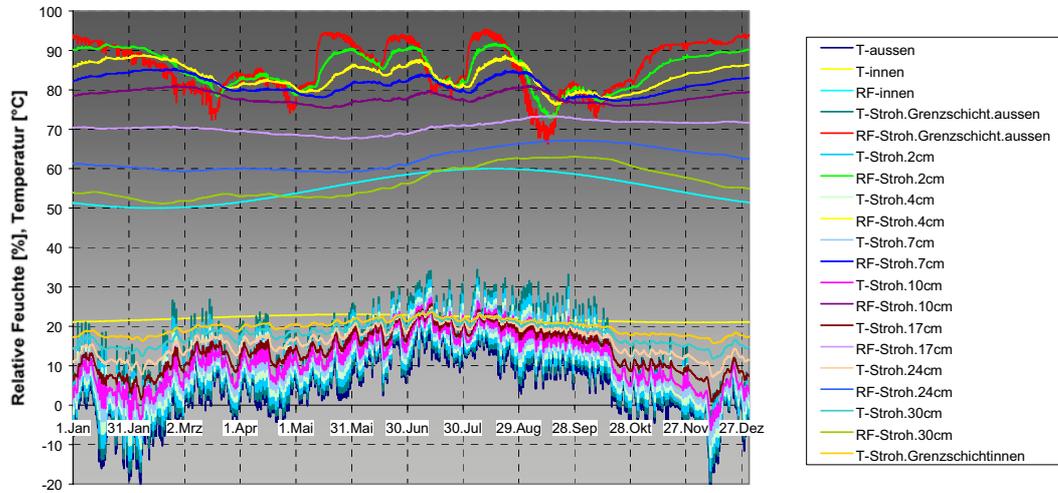
Für den Passivhauskindergarten Ziersdorf wurde eine Massivholzwand mit Strohdämmung vorgeschlagen, die außen und innen mit Lehmputz verputzt ist. Gegenüber den hinterlüfteten Varianten 1-5 muß in diesem Fall auch der Feuchteintrag durch Schlagregen mitberücksichtigt werden. Der Aufbau wurde wie folgt gewählt:

Variante 4, Ausgangsvariante Passivhauskindergarten Ziersdorf	Stärke [cm]
Innen	
Lehmputz	1,5
Kreuzlagenholz	12,0
Stroh/Steher Holz massiv	36,0
DWD-Platte (Holzfaserplatte)	1,6
Lehmputz	4,0
Außen	

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Das hygrothermische Verhalten ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

Jahresverlauf Strowand, aussen und innen Lehm-verputzt, Schlagregen



Quelle: Fa. IBO GmbH.

Die relativen Feuchten in der Strowdämmung sind sehr hoch. Eine mögliche Gefährdung ergibt sich in der außenliegenden Hälfte der Strowdämmung.

Die Auswertung der Sporenauskeimung und Schimmelpilzbildung führt zu folgenden Ergebnissen:

Stroh.Grenzschrift.außen		Isoplethenmodell Stroh
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
3 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
14 Tage	4.92	Schimmelbildung nicht möglich
28 Tage	23.42	Schimmelbildung nicht möglich
56 Tage	74.17	Schimmelbildung
limStroh	115.04	Schimmelbildung

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.Grenzschrift.außen		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	23.71	Schimmelbildung
2 Tage	28.67	Schimmelbildung
4 Tage	37.75	Schimmelbildung
8 Tage	74.17	Schimmelbildung
16 Tage	115.75	Schimmelbildung
LimStroh	121.92	Schimmelbildung

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Kommentar:

Schimmel kann sich in den ersten 10 cm der Strohdämmung bilden. Es ist allerdings keine Akkumulation von Feuchte im Bauteil zu erkennen, d.h. das Schimmelpilzwachstum wird jedes Jahr von neuem unterbrochen. Bauphysikalisch ist diese Konstruktion ohne weitergehende Untersuchungen nicht empfehlenswert. Allerdings wäre abzuklären, inwieweit das Schimmelwachstum die Funktionstüchtigkeit innerhalb üblicher Nutzungszeiträume (50-120 Jahre) der Wand beeinträchtigt.

7.4.7 VARIANTE 5: KLH-WAND STROHGEDÄMMT, MIT WASSERABWEISENDEN PUTZ AUßENSEITIG

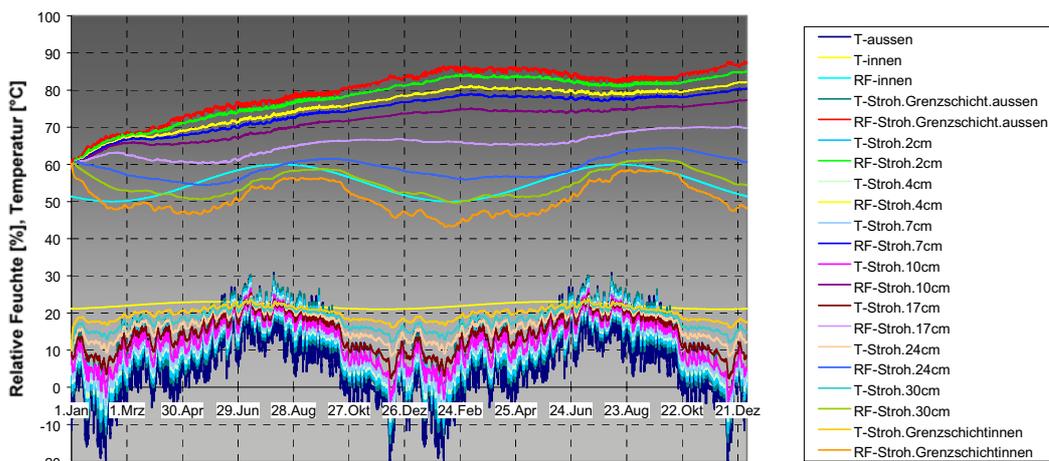
Aufbauend auf der vorhergehenden Variante 4 wurde geprüft, ob durch das Aufbringen eines wasserabweisenden Putzes ein besserer Schutz der Strohdämmung erreicht werden kann. Der Aufbau wurde wie folgt gewählt:

Variante 6, Ausgangsvariante Passivhauskindergarten Ziersdorf	Stärke [cm]
Innen	
Lehmputz	1,5
Kreuzlagenholz	12,0
Stroh/Steher Holz massiv	36,0
Holzwoleleichtbauplatte	5,0
Oberputz auf Grundputz	1,5
Außen	

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Es bleibt anzumerken, dass es sich bei diesem Putzsystem um ein sehr dichtes System handelt. Das hydrothermische Verhalten ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

Feuchteverhalten Strohwand, aussen wasserabweisender Putz, innen Lehm-verputzt, Schlagregen, 2 Jahre



Quelle: Fa. IBO GmbH.

Die relativen Feuchten in der Strohdämmung sind sehr hoch. Auch nach zwei Jahren ist noch kein eingeschwungener Zustand erreicht, eine weitere leichte Steigerung ist daher wahrscheinlich. Die Feuchteschwankungen der äußeren Strohschichten sind durch die Holzwolleleichtbauplatte und das wasserabweisende Putzsystem deutlich reduziert.

Die Auswertung der Sporenauskeimung und Schimmelpilzbildung führt zu folgenden Ergebnissen:

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell Stroh
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
3 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
14 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
28 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
56 Tage	154.71	Schimmelbildung
limStroh	167.33	Schimmelbildung

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	25.79	Schimmelbildung
4 Tage	122.63	Schimmelbildung
8 Tage	154.75	Schimmelbildung
16 Tage	168.63	Schimmelbildung
LimStroh	179.54	Schimmelbildung

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Kommentar:

Schimmel kann sich in den ersten 10 cm der Strohdämmung bilden. Es ist eine leichte Akkumulation von Feuchte im Bauteil zu erkennen. Gegenüber der außenseitig lehmverputzten Wand ist eine Verschlechterung festzustellen. Zudem besteht ein erhöhtes Schadensrisiko durch Rißbildung im Außenputz. Bauphysikalisch ist diese Konstruktion ohne Modifikationen und weitergehende Untersuchungen nicht empfehlenswert. Die Funktionstüchtigkeit ist nicht gesichert.

7.4.8 VARIANTE 6: AUSFÜHRUNGSVARIANTE PASSIVHAUSKINDERGARTEN ZIERSDORF: HOLZRAHMENBAUWEISE BEIDSEITIG VERPUTZT, VOR SCHLAGREGEN GESCHÜTZT

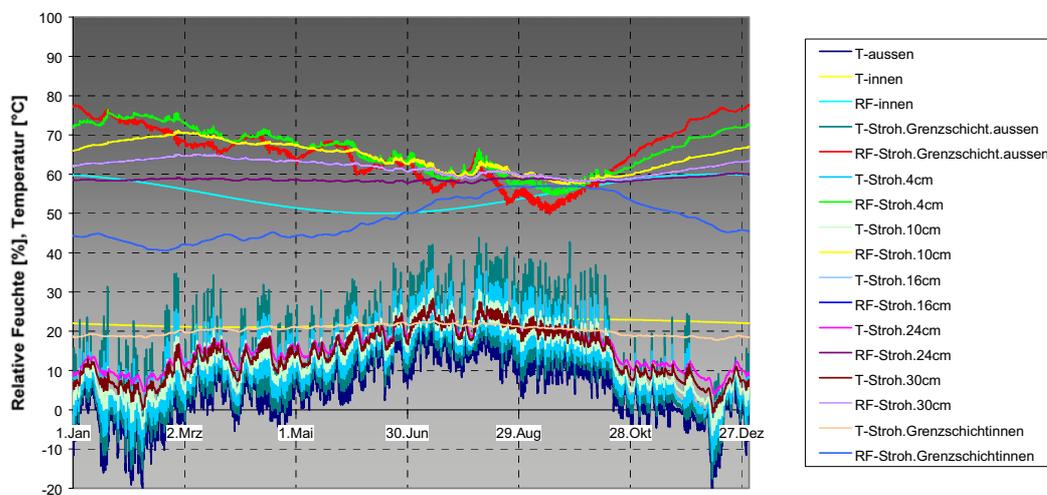
Im Laufe des Planungsprozesses wurde die strohgedämmte Wand für den Passivhauskindergarten Ziersdorf im Vergleich zur Ausgangsvariante (Variante 4) durch eine Konstruktion in Holzrahmenbauweise ersetzt, die ebenfalls beidseitig verputzt wird. Die Außenfassade wird durch ein Vordach vor Schlagregen geschützt. Der Aufbau wurde wie folgt gewählt:

Variante 6, Ausführungsvariante Passivhauskindergarten Ziersdorf	Stärke [cm]
Innen	
Lehmputz	1,5
Holzwoleleichtbauplatte	5,0
OSB-Platte	2,5
Stroh/Steher Holz massiv	49,0
DWD-Platte	1,6
Putzträger Verotec	1,2
Silikatputz	0,5
Außen	

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Aus bauphysikalischer Sicht erfolgt die Anbindung an das Außenklima ähnlich einer hinterlüfteten Fassade (allerdings mit direkter Sonnenbestrahlung und verändertem Wärmeübergang nach außen). Das hydrothermische Verhalten ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

Feuchteverhalten Strohwand außen und innen verputzt, mit Vordach



Quelle: Fa. IBO GmbH.

Die relativen Feuchten in der Strohdämmung sind gegenüber den direkt mit Schlagregen belasteten Konstruktionen Varianten 4 und 5 deutlich reduziert. Durch den diffusionsoffenen Aufbau ist auch keine Akkumulierung von Feuchte erkennbar.

Die Auswertung der Sporenauskeimung und Schimmelpilzbildung führt zu folgenden Ergebnissen:

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell Stroh
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
3 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
14 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
28 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
56 Tage	0.21	Schimmelbildung nicht möglich
limStroh	0.25	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Stroh.Grenzschicht.außen		Isoplethenmodell idealer Nährboden
Minstdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
2 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
4 Tage	0.00	Schimmelbildung nicht möglich
8 Tage	0.21	Schimmelbildung nicht möglich
16 Tage	0.29	Schimmelbildung nicht möglich
LimStroh	0.38	Schimmelbildung nicht möglich

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Kommentar:

Durch den Schutz der direkt verputzten Fassade vor Schlagregen ist die Konstruktion sicher vor Schimmelbildung geschützt.

8 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG

Die Untersuchung der Schimmelpilzbildung in Stroh und strohgedämmten Außenwandkonstruktionen führte zu den folgenden Ergebnissen:

8.1 HYGROTHERMISCHE BEDINGUNGEN ZUR BILDUNG VON SCHIMMELPILZEN IN STROH

Stroh stellt ein gutes Nährmedium für Schimmelpilzwachstum dar. Die festgestellten Zeiten bis zum sichtbaren Wachstum liegen zwischen den Zeitspannen, die auf idealen Nährmedien (Substratgruppe 0) und die auf Substratgruppe I nach Sedlbauer (Wachstum auf biologisch verwertbaren Untergründen) festgestellt werden. Es wurde ein eigenes Isoplethenmodell für Stroh entwickelt, das die Mindestzeiträume für den Beginn von Schimmelpilzwachstum unter bestimmten hygrothermischen Bedingungen in Stroh angibt.

8.2 UNTERSUCHUNG VON STROH AUF DIE ABGASUNG VON MVOC'S

Die MVOC-Emissionen an schimmelbefallenen Stroh liegen zum Teil in einem hohen Bereich. Neben der toxikologischen Wirkung der emittierten MVOC's ist eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch schimmeltypische Gerüche nicht auszuschließen. Im Normalfall steht die Luft aus der Dämmebene nicht oder nur in geringem Ausmaß mit der Raumluft in Verbindung. Zudem tritt in den meisten untersuchten Konstruktionen keine Schimmelbildung auf. Eine toxikologische Bewertung der auftretenden Emissionen war nicht Teil dieses Forschungsprojektes

8.3 HYGROTHERMISCHES VERHALTEN UND SCHIMMELPILZBILDUNG IN STROHGEDÄMMTEN AUßENWÄNDEN

Die Ergebnisse der dynamischen Simulation (WUFI) sind unter den folgenden Randbedingungen zu interpretieren:

- Wetterdatensatz: Der Wetterdatensatz (Holzkirchen, Deutschland) repräsentiert ein extremes Jahr für hygrothermische Untersuchungen, im Durchschnitt ist mit geringeren Belastungen zu rechnen.
- Innenbelastung: Für die Innentemperatur und die Innenluftfeuchte wurde ebenfalls von einer sehr starken Belastung ausgegangen.
- Mit Unsicherheit behaftete Eingabedaten wie die Diffusionswiderstandszahlen der OSB-Platte und der Strohdämmung haben nur einen geringen Einfluss auf das hygrothermische Verhalten der Strohwand. Die Endvarianten wurden mit den ungünstigsten Kennwerten gerechnet.
- Es wird von fachgerecht ausgeführten Strohänden ausgegangen, d.h. Undichtigkeiten sowohl an der innen- wie auch außenseitig strömungsdichten Ebene werden vernachlässigt.
- Es wurde eine 1-dimensionale Berechnung durchgeführt. Geometrische Wärmebrücken, wie sie beispielsweise an Gebäudeecken und -kanten auftreten, sind daher nicht berücksichtigt. Es ist daher zu beachten, dass sowohl an geometrischen wie konstruktiven Wärmebrücken (z. B. Kellerdeckenanschluss) höhere relative Feuchten auftreten können.

Die Ergebnisse der berechneten Bauteilaufbauten zur Schimmelpilzbildung können wie folgt zusammengefasst werden:

	Variante	Bewertung
Konstruktionen hinterlüftet		
1	Ausgangsvariante: Holzrahmenbauweise mit Strohdämmung, außen Holzfaserverplatte mit hinterlüfteter Lärchenschalung, innenseitig OSB-Platte mit Installationsebene, Raumabschluss Gipskartonplatte	Schimmelbildung kann bei fachgerechtem Einbau sicher ausgeschlossen werden
1b	Sensitivitätsvariante Dampfdiffusionswiderstand Stroh: Dampfdiffusionswiderstand auf $\mu=1$ gesetzt	Schimmelbildung kann bei fachgerechtem Einbau sicher ausgeschlossen werden
1c	Sensitivitätsvariante Dampfdiffusionswiderstand OSB-Platte: Dampfdiffusionswiderstand OSB-Platte reduziert	Schimmelbildung kann bei fachgerechtem Einbau sicher ausgeschlossen werden
2	Variante innen direkt lehmverputzt: OSB-Platte direkt mit 15 mm Lehmputz verputzt	Kurzfristige, geringe Schimmelbildung nach Einbau nicht auszuschließen
3	Variante Holzrahmenbauweise hinterlüftet ohne Installationsebene, Kernvariante Projekt „Stroh kompakt“: Wie Ausgangsvariante, innenseitig keine Installationsebene, Raumabschluß Gipsfaserplatte	Schimmelbildung kann bei fachgerechtem Einbau sicher ausgeschlossen werden
Konstruktionen außenseitig verputzt		
4	Ausgangsvariante Passivhauskindergarten Ziersdorf: Innenseitig Kreuzlagenholz mit 15 mm Lehmputz verputzt, außenseitig DWD-Platte mit Lehmputz verputzt, Schlagregen	Mäßige Schimmelbildung durch Schlagregen
5	Variante außenseitig wasserabweisendes Putzsystem: Wie Variante 4, außenseitig wasserabweisendes Putzsystem auf Holzwolleleichtbauplatte	Schimmelbildung in relevantem Ausmaß, Feuchteakkumulation im Bauteil
6	Ausführungsvariante Passivhauskindergarten Ziersdorf: Holzrahmenbauweise nicht hinterlüftet, innenseitig Holzwolle-dämmplatte auf OSB-Platte als Installationsebene und Putzträger, darauf Lehmputz, außenseitig Silikatputz auf Putzträgerplatte Verotec, Fassade konstruktiv vor Schlagregen geschützt	Schimmelbildung kann bei fachgerechtem Einbau sicher ausgeschlossen werden

Quelle: Fa. IBO GmbH.

Insgesamt kann auf der Grundlage der durchgeführten Messungen und Simulationen davon ausgegangen werden, dass alle hinterlüfteten Strohwände und die durch ein Vordach geschützte außen verputzte Strohwand bei fachgerechter Ausführung eine ausreichende Sicherheit vor Schimmelpilzbildung bieten.

Die außen verputzten, mit Schlagregen belasteten Konstruktionen führen zu Schimmelpilzbildung in den äußeren Strohschichten: Die lehmverputzte Wand bietet allerdings bessere Voraussetzungen als Strohwände mit wasserabweisendem Putzsystem, da bei dem untersuchten wasserabweisendem Putzsystem eine Akkumulation von Feuchte im Bauteil zu beobachten ist.

Die Auswirkung der hygrothermischen Zustände in typischen Anschlüssen (z.B. Kellerdecke, Dach) sollten in weiterführenden Untersuchungen erforscht werden. Zudem ist eine messtechnische Überprüfung der auftretenden hygrothermischen Zustände in ausgeführten Strohwänden jedenfalls anzustreben.

9 ANHANG

9.1 UNTERSUCHUNGSMETHODIK ABGASUNGSMESSUNG MVOC-EMISSIONEN

9.9.1 BESCHREIBUNG PROBEN

Es wurden 71,7 g Stroh in die Prüfkammer gefüllt und zwei Wochen, bei 20 bis 22 °C und 95 % rel. Luftfeuchtigkeit, mit gereinigter Luft umspült, gelagert. Durch die Einstellung dieser Umgebungsbedingungen ist bei organischen Proben Schimmelwachstum zu erwarten. Nach Ablauf der vorgegebenen Zeit wurden die Proben gezogen.

Tabelle: Daten der Materialuntersuchung auf flüchtige organische Verbindungen

	Einheit	Daten	Anmerkungen
Probenursprung		Vom Auftraggeber geliefert	
Materialbeschreibung		Stroh	
Datum der Untersuchung		24.06.2003	
Probenahmebeginn	[hh.mm]	15:08 / 15:32	
Probenahmeende	[hh.mm]	15:28 / 15:52	
Probenmasse	[kg]	0,0717	
Prüfkammertemperatur	[°C]	20 - 22	
Relative Luftfeuchtigkeit	[%]	95	

Quelle: Fa. IBO GmbH.

9.9.2 VORGANGSWEISE UND METHODIK DER UNTERSUCHUNG

Die zur Untersuchung des Abgasungsverhaltens eingesetzte Edelstahl-Prüfkammer hat einen Rauminhalt von 4,017 Liter und wird in ÖNORM EN 717 Teil 2 beschrieben. Die Temperaturregelung auf +/- 0,5 °C erfolgte durch einen die Kammer umschließenden Flüssigkeitsmantel. Die zuströmende Luft wurde mit einem Aktivkohlefilter gereinigt.

Das zu untersuchende Material wurde auf solche Weise in die zylindrische Prüfkammer eingebracht, dass der Prüfling von allen Seiten von Luft umspült werden kann. Bei definierter Luftwechselzahl in der Kammer wurde die Prüfkammerluft auf MVOC-Verbindungen (Microbially Volatile Organic Compounds) untersucht. Die Probenahme erfolgte durch Adsorption der flüchtigen, organischen Kohlenwasserstoffe an Tenax-Sammelröhrchen, wobei das durch die Prüfkammer geleitete Luftvolumen zur Gänze über ein Adsorptionsröhrchen geführt wurde. Je ein beladenes Tenaxröhrchen wurde thermisch desorbiert. Die quantitative Analyse erfolgte mittels eines mit einem Gaschromatographen gekoppelten Massenspektrometers (GC-MS) an einer Fused-Silica-Kapillarsäule (50 m HP Ultra 2, i.D. 0,2 mm) im Selectec Ion Mode (SIM). Die Quantifizierung der nachgewiesenen Substanzen erfolgte mit der Methode des externen Standards. Für die qualitative Untersuchung wurde ein Chromatogramm des zweiten Röhrchens im Full Scan Mode aufgenommen. Die Messunsicherheit wird mit +/- 20 % abgeschätzt.

9.2 MESSUNGEN IN DER KLIMAKAMMER, FOTODOKUMENTATION (QUELLE: FA. IBO GMBH.)

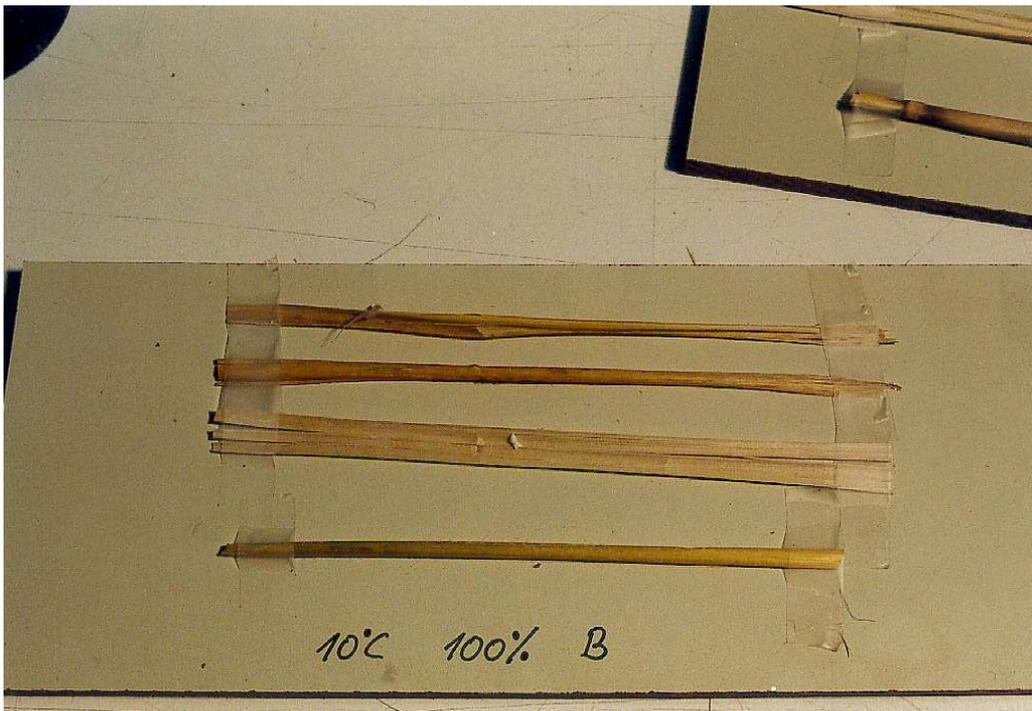


2

Wochen 10°C 100 % relative Luftfeuchte



12 Wochen 10°C 100 % relative Luftfeuchte



2 Wochen 10°C 100 % relative Luftfeuchte



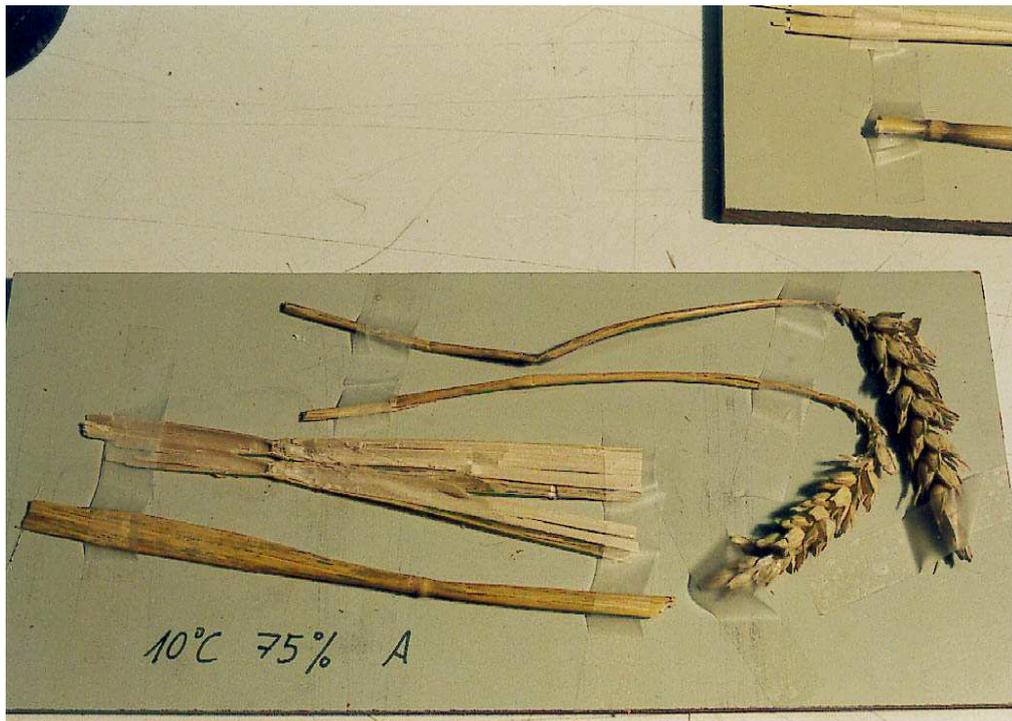
12 Wochen 10°C 100% relative Luftfeuchte



2 Wochen 10°C 90 % relative Luftfeuchte



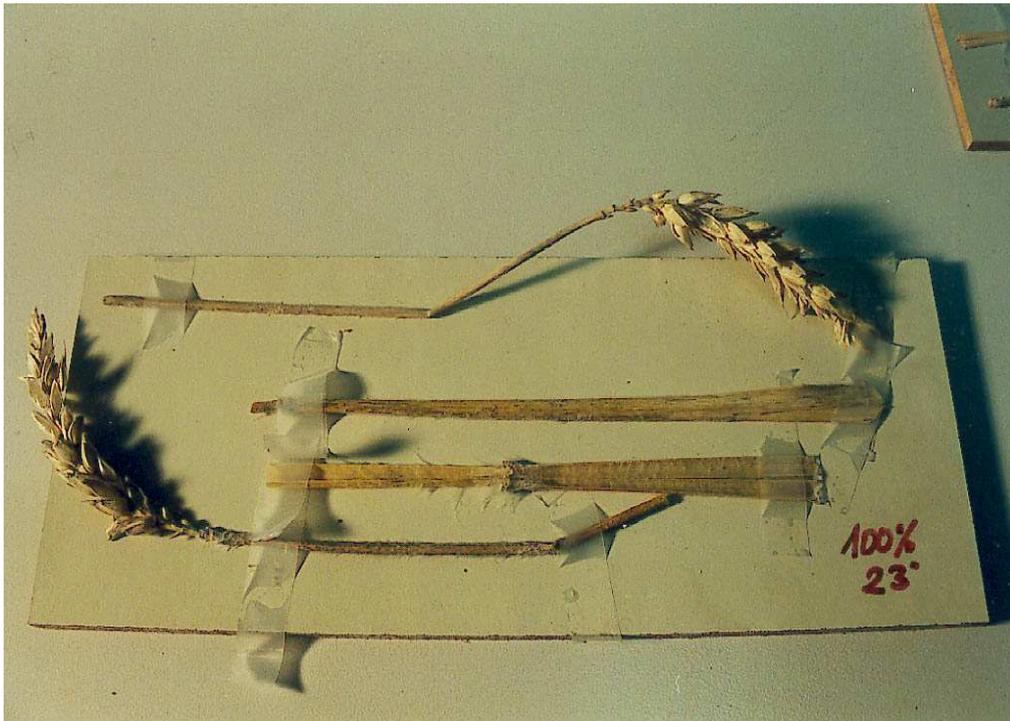
12 Wochen 10°C 90 % relative Luftfeuchte



2 Wochen 10°C 75 % relative Luftfeuchte



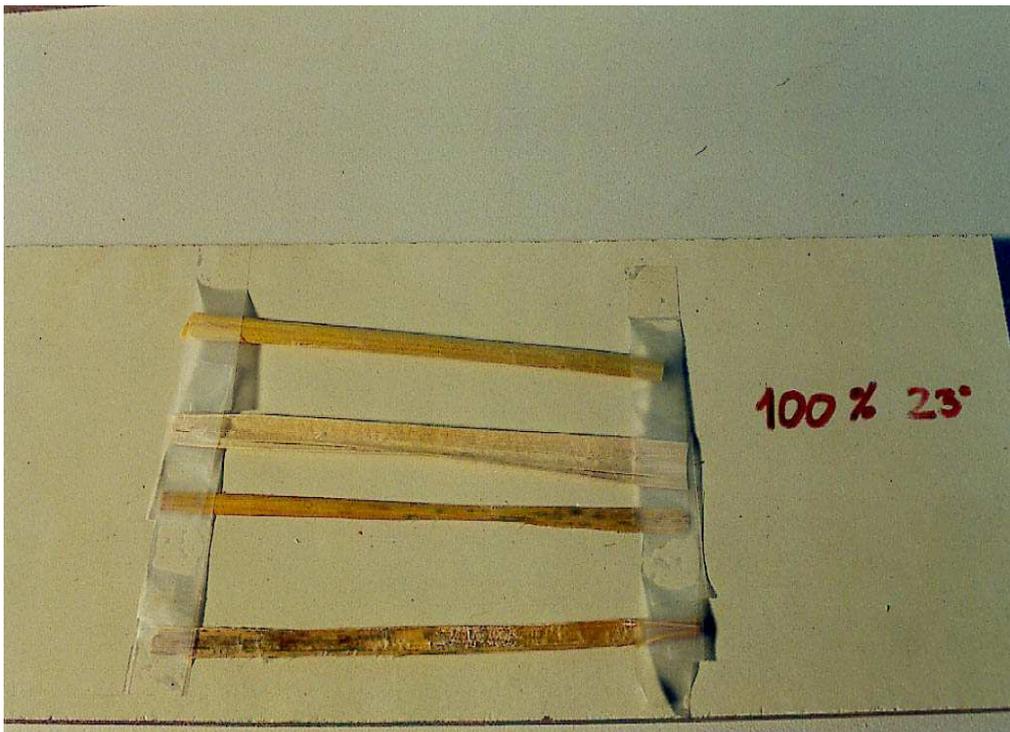
12 Wochen 10°C 75 % relative Luftfeuchte



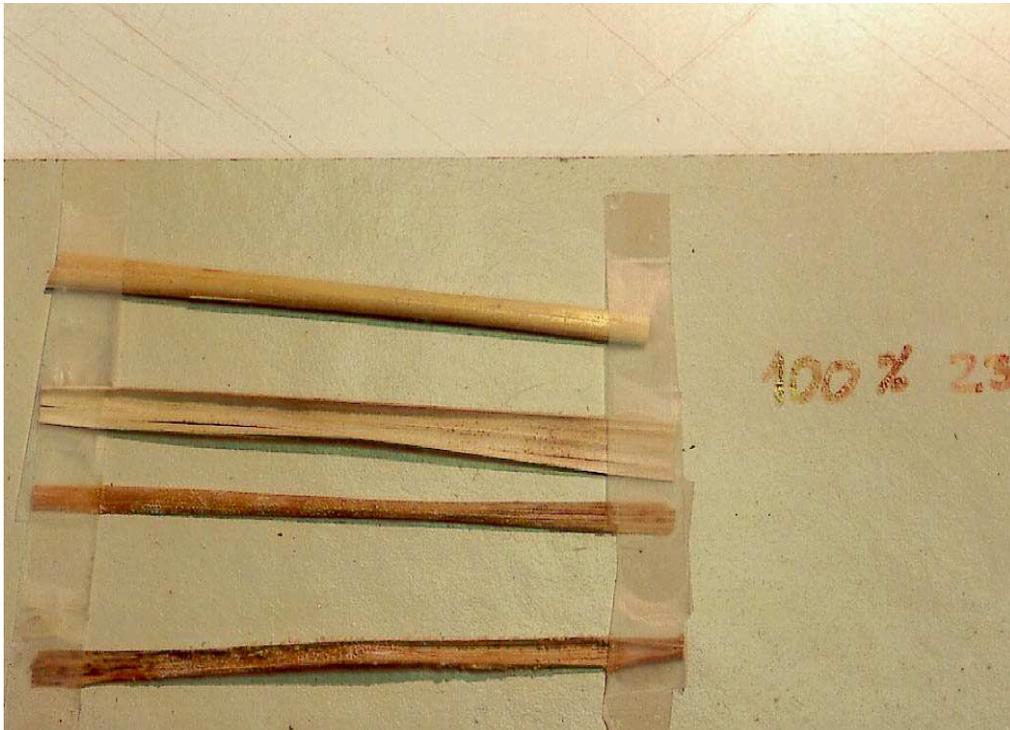
2 Wochen 23°C 100 % relative Luftfeuchte



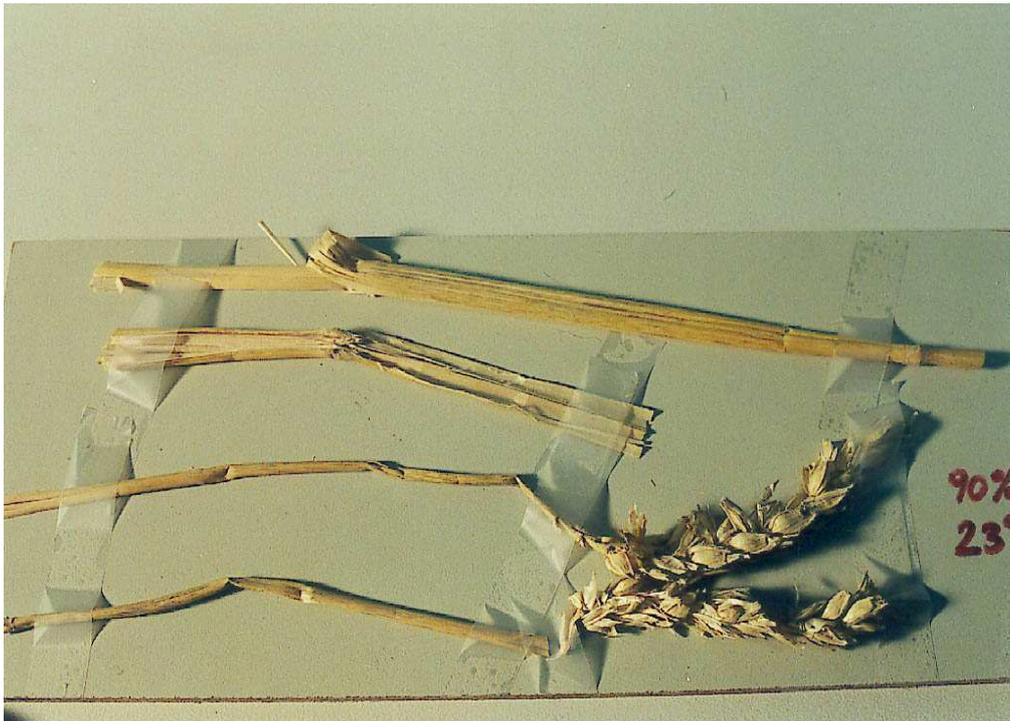
12 Wochen 23°C 100 % relative Luftfeuchte



2 Wochen 23°C 100 % relative Luftfeuchte



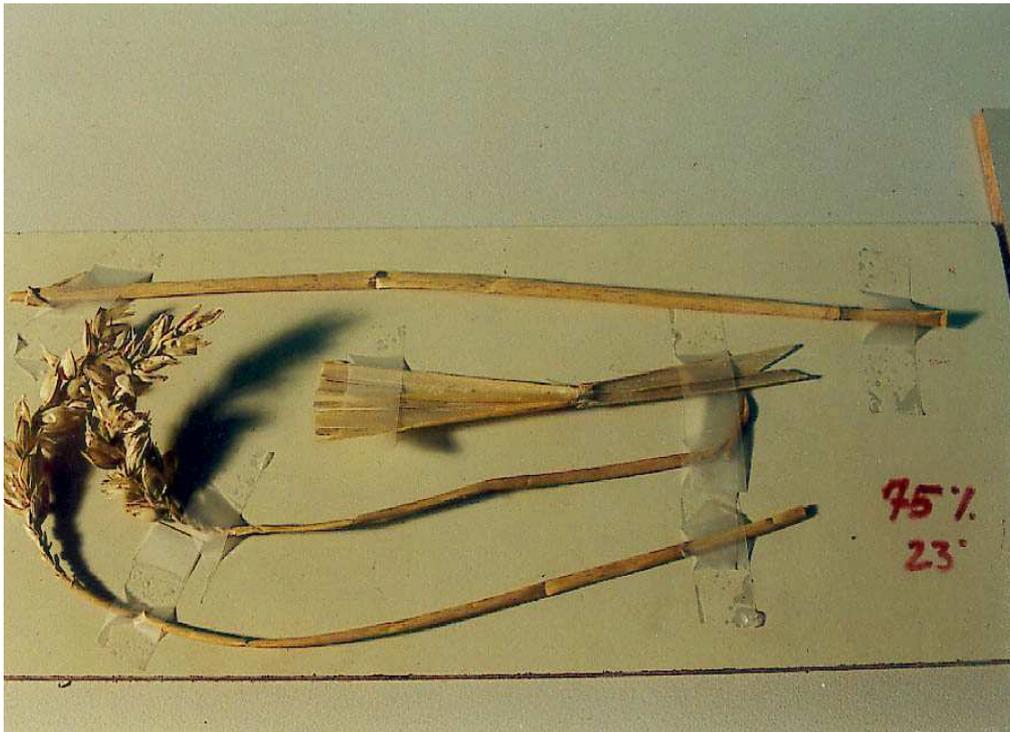
12 Wochen 23°C 100 % relative Luftfeuchte



2 Wochen 23°C 90 % relative Luftfeuchte



12 Wochen 23°C 90 % relative Luftfeuchte



2 Wochen 23°C 75 % relative Luftfeuchte



12 Wochen 23°C 75 % relative Luftfeuchte

ANHANG B PILOTPROJEKTE

Insgesamt wurde der Strohdämmstoff im Rahmen dieses Projektes bei vier Gebäuden eingesetzt. Eines dieser Gebäude (Thal bei Graz) wurde jedoch nicht in der hier untersuchten Holzrahmenbauweise errichtet. Die Pilotprojekte werden einzelnen im Folgenden beschrieben.

PILOTPROJEKT: PERCHTOLDSORF - PASSIVHAUSTAUGLICHE SERIENWAND MIT STROHDÄMMUNG (SEPTEMBER 2001, PERCHTOLDSORF)

Abbildung 1: Pilotprojekt Perchtoldsdorf (Quelle: ConsultS – Erwin Schwarzmüller)



ALLGEMEINE DATEN

⇒ Gebäudetyp

Das 2-geschossige Passiv-Einfamilienhaus wurde in Holzrahmenbauweise errichtet. Die tragende Konstruktion wurde mit einem Pfostenträger hergestellt. Die gesamte Nordwand und Teile des Daches wurden mit Stroh gedämmt.

⇒ Praxistest

In der Zimmerei Buhl wurden die Fertigteilwand (Nordwand) und Dachelemente mit Strohdämmung vorgefertigt. Im Zuge der Ausführungsarbeiten wurden die Vor- und Nachteile der angewandten Methoden untersucht.

⇒ AuftraggeberIn

Christiane Schmidt, Matthias Barth

⇒ Ort

Perchtoldsdorf in Niederösterreich

⇒ *Lieferfirma*

Firma Buhl/ Zimmerei

⇒ *Bauzeit*

September 2001

KONSTRUKTIONEN

⇒ *Konstruktion des Gebäudes*

Das 2-geschossige Passiv-Einfamilienhaus wurde in Holzrahmenbauweise errichtet. Die tragende Konstruktion des Gebäudes wurde mit dem thermisch optimierten Pfostenträger (PN-Dämmständer der Firma Kaufmann) hergestellt. Nur der Innenholm des PN- Dämmständers (12 cm) hat eine tragende Funktion. Stroh wurde in Wand- und Dachelementen als Dämmstoff und nicht als Wandbildner eingesetzt.

⇒ *Aufbau des strohgedämmten Wandelements*

Die strohgedämmte Wand wurde in üblicher Passivhausbauweise ausgeführt. Insgesamt hat die Fertigteilwand eine Breite von ca. 50 cm. Das zentrale Element ist der PN-Dämmständer (Kaufmannträger). Dieser hat eine Breite von 35 cm. Der PN-Dämmständer besteht aus dem tragenden Innenholm (12 cm), der Holzweichfaserplatte (18 cm) und aus dem Außenholm (5 cm). Die Hölzer sind durch runde Hartholzstifte aus Buche ($d = 20$ mm) die in einem Abstand von 30 cm angeordnet werden, verdübelt. Die Dübelholzelemente wurden ohne Leim und Nägel hergestellt. Die Innenseite des Dämmständers bietet einen glatten Anschluss für das Dämmmaterial (Strohballen) und ermöglicht eine Dämmstärke von 35 cm. Im Anschluss an den PN-Dämmständer liegen die OSB-Platte, die Installationsebene und die GFK-Feuerschutzplatte, außen liegen die DWD-Holzplatte mit den entsprechenden, vorgesetzten Sicht- bzw. Witterungsschutzschalen.

Abbildung 2: Schnitt durch Dämmschicht des Wandelements (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)

1 Lärchendiagonalschalung	
2 Konterlattung (Hinterlüftung)	5,0 cm
3 DWD-Platte	1,6 cm
4 Strohdämmung	35,0 cm
5 OSB-Platte (Dampfbremse)	1,8 cm
6 Installationsebene	5,0 cm
7 GFK-Feuerschutzplatten	1,5 cm

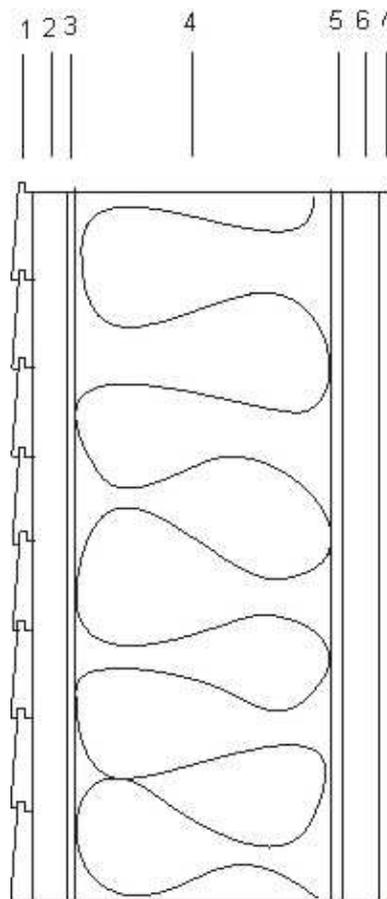


Abbildung 3: Schnitt durch PN-Dämmständer des Wandelements (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)

1 Lärchendiagonalschalung	
2 Konterlattung (Hinterlüftung)	5,0 cm
3 DWD-Platte	1,6 cm
4 PN-Dämmständer (12 cm tragender Innenholm, 18 cm Holzweichfaserplatte, 5 cm Außenholm)	35,0 cm
5 OSB-Platte (Dampfbremse)	1,8 cm
6 Installationsebene	5,0 cm
7 GFK-Feuerschutzplatten	1,5 cm

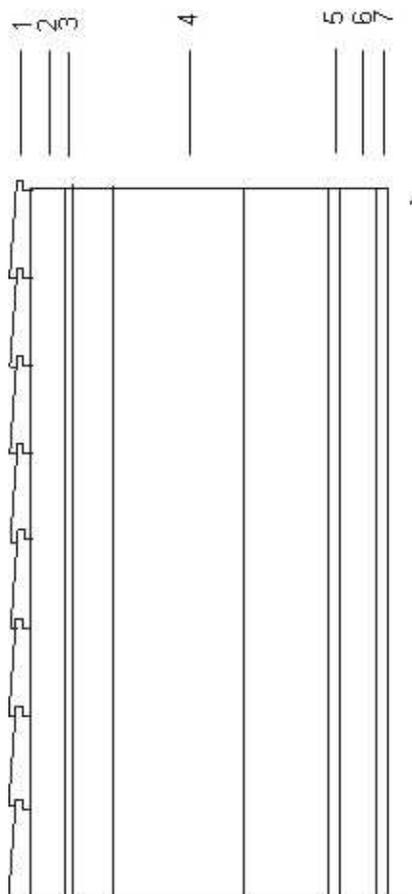
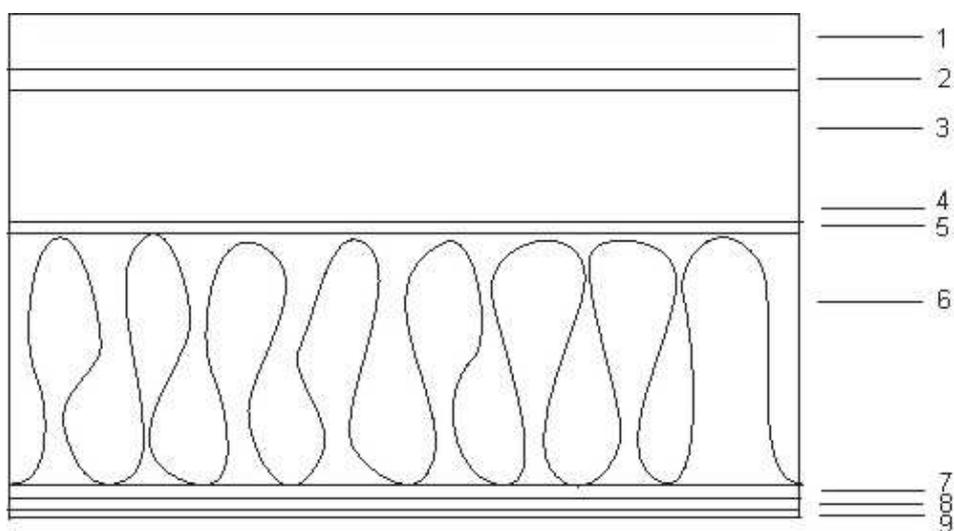


Abbildung 4: Aufbau des strohgedämmten Dachelements (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)

1 Gründach	8,0 cm
2 Folienabdichtung verschweißt	3,0 cm
3 Sparrenkonstruktion (Hinterlüftung)	18,0 cm
4 Diffusionsoffene Dachauflegebahn	
5 DWD-Platte	1,6 cm
6 TJI-Tragkonstruktion	35,0 cm
7 OSB-Platte	1,8 cm
8 Installationsebene	2 cm
9 GKF-Feuerschutzplatten	1,5 cm



STROH ALS DÄMMATERIAL

⇒ *Einbringung der Strohdämmung:*

Die Wände und die Dachelemente wurden in der Zimmerei auf einem „Schmetterlingswender“ vorgefertigt. Die Strohballen wurde ohne zusätzliche Formgebung zwischen eine Pfostenkonstruktion, welche einseitig auf einer Holzbauplatte vormontiert ist, eingebracht.

Auf eine dünne Schicht aus losem Stroh werden die Strohballen gelegt. Dadurch wird eine Überhöhe von rund 2-4 cm erreicht. In der Länge passen die Strohballen „pressgenau“. Später wird der obere „Deckel“ der Fertigteilwand leicht aufgepresst und verschraubt. Das Ergebnis ist eine lückenlose Dämmung. Das dichte Einbringen des Dämmmaterials ist Voraussetzung für Passivhaustauglichkeit. Die schalltechnischen Werte sind noch zu untersuchen.

Abbildung 5: Produktion der Bauteile (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)



RISIKEN DER STROHDÄMMUNG

Abbildung 6: Produktion der Bauteile (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)



⇒ Brandverhalten

Das Brandverhalten von Stroh in vergleichbaren Bauteilen wurde getestet und gilt als unproblematisch. Mit einer Ausnahme: Dem losen Strohanfall während des Einbringens! Gerade dieser Risikobereich auf der Baustelle wird durch die Vorfertigung im Werk, unter kontrollierten und sicheren Bedingungen, auf ein Minimum reduziert.

⇒ Feuchte

Feuchteschutz wird in der gewählten Konstruktion gewährleistet. Im Aufstandsbereich der Wände gibt es noch 50 bis 70 cm Spritzwasserschutz durch entsprechendes Herausragen der Bodenplatte aus dem umgebenden Erdreich.

⇒ Insekten und Pilzsporen

Insekten und Pilzsporen gelten als offene Fragen. Dem kann einerseits durch dichte Konstruktionen begegnet werden, andererseits kann durch Staubkalk, Borate oder Alternativen die Gefahr von Schimmelsporen und Schädlingen gemindert werden.

Bezüglich der Zusatzstoffe sind im weiteren Verlauf des Projektes noch zahlreiche Fragen zu untersuchen:

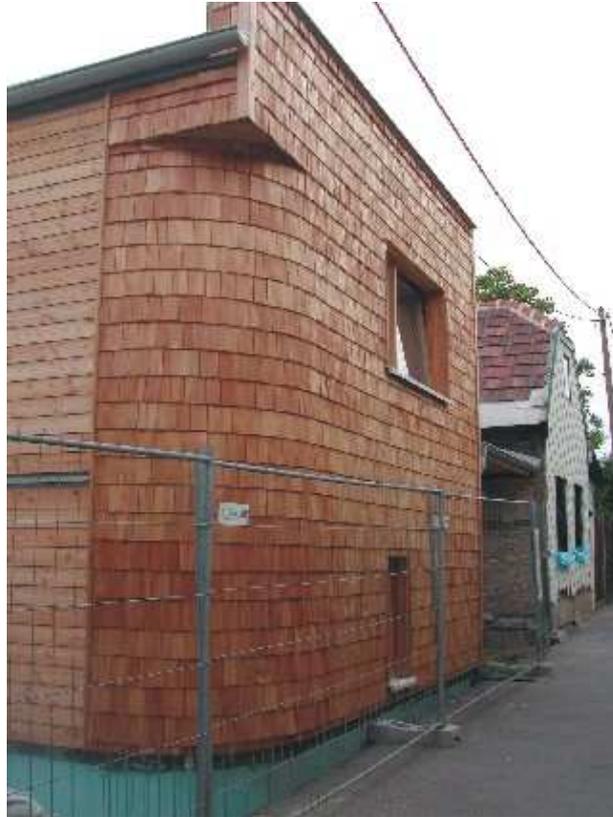
- Welche Einbringungsmöglichkeiten der Zusatzstoffe gibt es?
- Sind Zusatzmittel überhaupt notwendig?
- Welche Maßnahmen sind geeignet bzw. wie ist der Einsatz von Zusatzstoffen zu minimieren?

Abbildung 7: Transportfertige Wand (Quelle: Österreichisches Ökologie-Institut)



PILOTPROJEKT: WIEN-OBERLAA

Abbildung 8: Pilotprojekt Wien-Oberlaa (Quelle: Holzban Unfried GmbH.)



⇒ Gebäudetyp

Das 2-geschossige Einfamilienhaus wurde in Holzrahmenbauweise errichtet. Die tragende Konstruktion wurde mit einem Pfostenträger hergestellt. Die Südostwand ist im Erdgeschoss mit Stroh gedämmt.

- Bebaute Fläche neu: 93,21 m²
- Bebaute Fläche Bestand: 34,20 m²
- Wohnnutzfläche: 129,26 m²

⇒ Praxistest:

In der Zimmerei Buhl wurde die Fertigteilwand (Südostwand) mit Strohdämmung vorgefertigt. Im Zuge der Ausführungsarbeiten wurden die Vor- und Nachteile der angewandten Methoden untersucht. Um eine Beobachtung der hygrothermischen Verhältnisse in der Strohwand zu ermöglichen, die für eine Untersuchung eines etwaigen Schimmelwachstums auf dem Dämmstoff Stroh von großer Bedeutung sind, wurden im Rahmen dieses Projektes Messsonden zur Temperatur- und Feuchtigkeitsmessung der Firma TESTO eingebaut. Eine Messung und Auswertung der Messergebnisse ist im finanziellen Rahmen dieses Projektes nicht mehr möglich, die Wand wurde jedoch so vorbereitet, dass in einem etwaigen

Folgeprojekt unmittelbar mit Langzeitmessungen über eine oder mehrere Heizperioden hinweg begonnen werden kann.

⇒ *EigentümerIn, AuftraggeberIn*

Mag. Hildegund und Michael Mötzl

⇒ *Ort*

Wien-Oberlaa

⇒ *Lieferfirma*

Firma Buhl/ Zimmerei

⇒ *Bauzeit*

November 2002 bis September 2003

⇒ *Philosophie des Hauses*

Der Bestand mit 28 m² Nutzfläche wurde 1938 von den Großeltern des Eigentümers errichtet. Als der Platzbedarf größer wurde, baute die Familie schrittweise an, bis die Gesamtnutzfläche auf ca. 50 m² angewachsen war. Michael Mötzl wuchs in diesem Haus gemeinsam mit Bruder, Eltern und Großeltern auf. Für die neuen Eigentümer stand daher vom Anfang an fest, dass so viel wie möglich vom Altbau erhalten bleiben sollte. Die späteren Zubauten waren jedoch nicht mit vernünftigem Aufwand thermisch sanierbar und standen außerdem in Folge einer Grundstücksverschiebung in den 90er Jahren auf der Südseite des Grundstücks. Also wurden die Zubauten abgebrochen und der Altbau mit einer großen Schiebetür gegen Süden geöffnet. Der Neubau schließt im Norden an den Altbau an. Der Anbau wurde ebenerdig durchgeführt, damit nicht durch Grabarbeiten das Fundament des Altbaus geschädigt würde. An diesen ebenerdigen Zwischenteil schließt ein zweigeschossiger Teil an. Neben der Altbau-Neubau-Thematik lag eine besondere Herausforderung in der von den Bebauungsbestimmungen vorgeschriebenen Gebäudehöhe von nur 4,5 m; der zweigeschossige Teil musste daher ca. 1 m in die Erde gesetzt werden.

KONSTRUKTIONEN

⇒ *Konstruktion des Gebäudes*

Das 2-geschossige Passiv-Einfamilienhaus wurde in Holzrahmenbauweise errichtet. Die tragende Konstruktion des Gebäudes wurde mit dem thermisch optimierten Pfostenträger (PN-Dämmständer der Firma Kaufmann) hergestellt. Nur der Innenholm des PN- Dämmständers (12 cm) hat eine tragende Funktion.

- Außenwände Bestand: Holzskelett mit Vollziegelausfachung, thermische Sanierung mit 16 cm Wärmedämmverbundsystem StoTherm Cell (straßenseitig 10 cm);
- Außenwände Neubau: 36 cm Flachs ohne Polyesterfaser zwischen TJI-Träger, innenseitige Beplankung mit OSB-Platte, HWL-Platte als Putzträger und Kalk- bzw. Lehmputz, außenseitige Beplankung mit MDF-Platten und Holzverschalung hinterlüftet;
- Küchenaußenwand: Strohversuchswand: Aufbau wie Außenwände Neubau, Strohballen statt Flachs-Dämmung;
- Wände gegen Erde und Sockel: Betonstein aus Recyclingsplitt mit 20 cm HFKW-freier XPS-Platte;

- Dachaufbau 36 cm Flachs ohne Polyesterfaser zwischen TJI-Träger, innenseitig OSB-Platte und Gipsfaserplatte oder Lehmputz, außenseitige Bepankung mit MDF-Platten und extensives Gründach über Hinterlüftungsebene;
- Oberste Geschossdecke Bestand: Schafwolle-Dämmung zwischen bestehenden Sparren (16 cm), innenseitig Gipsfaserplatte, zum Dachboden 5 cm begehbare Dämmung;
- Zwischenwände: 10 cm Betonstein verputzt aus Recyclingsplitt im Untergeschoss 10 cm Ziegelwand verputzt im Obergeschoss;
- Boden gegen Erdreich: Rollierung, 25 cm WU-Beton, 20 cm Perlite, 6 cm Zementestrich, Fliesen bzw. Parkett schwimmend auf Schafwolle-Trittschalldämmung;
- Boden gegen Erdreich Bestand: alten Schlackenboden entfernt, 20 cm Rollierung, 12 cm Beton, Flämmplatte, 20 cm Polsterhölzer mit Perlitescüttung, Blindboden aus V100-Spanplatten, Schiffboden vernagelt;
- Geschossdecke: 24 cm Holzdeckenträger mit 4 cm Holzspanzementplatten, Schiffboden auf Polsterhölzer, geölt und gewachst;
- Fenster: Vollholzfenster (ohne Polyurethandämmung), $U_{\text{Gesamt}} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Heizwärme laut PHPP: $37 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Heizlast laut PHPP: 2.2 kW

⇒ *Aufbau des strohgedämmten Wandelements*

Die strohgedämmte Wand wurde in üblicher Passivhausbauweise ausgeführt. Insgesamt hat die Fertigteilwand eine Breite von ca. 50 cm. Das zentrale Element ist der PN-Dämmständer (Kaufmannträger). Dieser hat eine Breite von 35 cm. Der PN-Dämmständer besteht aus dem tragenden Innenholm (12 cm), der Holzweichfaserplatte (18 cm) und aus dem Außenholm (5 cm). Die Hölzer sind durch runde Hartholzstifte aus Buche ($d = 20 \text{ mm}$), die in einem Abstand von 30 cm angeordnet werden, verdübelt. Die Dübelholzelemente wurden ohne Leim und Nägel hergestellt. Die Innenseite des Dämmständers bietet einen glatten Anschluss für das Dämmmaterial (Strohballen) und ermöglicht eine Dämmstärke von 35 cm. Im Anschluss an den PN-Dämmständer liegen die OSB-Platte, die Installationsebene und die GFK-Feuerschutzplatte, außen liegen die DWD-Holzplatte mit den entsprechenden, vorgesetzten Sicht- bzw. Witterungsschutzschalen.

Abbildung 9: Bauteilproduktion und Einbau der Sensoren (Quelle: Holzbau Unfried GmbH.)



⇒ *Einbringung der Strohdämmung:*

Die Einbringung der Strohdämmung erfolgte genauso wie im Pilotprojekt Perchtoldsdorf. In Wien-Oberlaa wurden im Rahmen dieses Projektes Messsonden zur Temperatur- und Feuchtigkeitsmessung der Firma TESTO eingebaut:

- ein Fühlerpaar sitzt an der Innenseite der Außenbeplankung;
- ein Fühlerpaar sitzt in der Strohdämmung, 15 cm von der Außenbeplankung entfernt;
- ein Fühlerpaar kommt in die Hinterlüftung.

Die Sensoren können in weiterführenden Arbeiten zur Ermittlung der Temperatur-/Feuchtezustände in der Strohwand herangezogen werden.

PILOTPROJEKT THAL BEI GRAZ - PASSIVHAUS MIT STROHBALLENDÄMMUNG (OKTOBER 2003, NESTELBACH/GRAZ) FERK UNTERGUGGENBERGER

ALLGEMEINE DATEN

⇒ *Gebäudetyp*

Das zweigeschossige Passiv-Einfamilienhaus wird in teilvorgefertigter Holzmassivbauweise errichtet. Der Gebäudetyp kann als typisches, freistehendes, kubisch kompaktes Einfamilienwohnhaus mit Flachdach und angebautem Wintergarten bezeichnet werden. Der Neubau erfolgt im gut erschlossenen Bauland nahe Graz.

Der Neubau ist unterkellert. Die gesamte Fassaden- und Flachdachdämmung wird mit Strohballen gedämmt.

⇒ *Praxistest*

Im Planungsbüro Hegedys-Haas wurde die bautechnische und bauphysikalische Beratung durchgeführt. Die Polier- und Detailplanung erfolgte in Eigenleistung. Der Holz-Massivwandhersteller Thoma wird zu Jahrebeginn 2004 die Tragkonstruktion des Wandaufbaues und der Geschossdecken herstellen.

⇒ *Auftraggeber*

Regine und Stefan Ferk, 8010 Graz
Hilmteichstr. 79, Tel 0316 327528, RegineFerk@aon.at

⇒ *Ort*

Thal bei Graz, Oberbichl, Grst Nr. 556/4

⇒ *Bauzeit*

August 2003 bis Juli 2004

KONSTRUKTIONEN

⇒ *Konstruktion des Gebäudes*

Das zweigeschossige Passiv-Einfamilienhaus wird als rechteckiger Kubus mit Flachdach und thermisch getrenntem, segmentiert gerundetem Wintergarten errichtet. Die tragende Konstruktion des Gebäudes ist ein teilvorgefertigter Holz-Massivbau (Thoma H 100), die Geschossdecken werden ebenfalls in streifenartiger Holz-Plattenform vorgefertigt und auf die Wandelemente montiert. Die Strohballendämmung, die Wetterfassade und der Flachdachaufbau werden baustellenmäßig angearbeitet.

⇒ *Aufbau des strohgedämmten Wandelements*

Die tragende Konstruktion des Passivhauses ruht auf einem unbeheiztem Kellergeschoss.

Die strohballengedämmte Wand wird in Form einer wärmebrückenfreien, nahtlosen Ballenvorsatzdämmung ausgeführt. Die Strohballen werden auf einem Kellervorsprung im Mindestabstand von 30 cm vom angrenzenden Erdreich aufgelagert und von einer unabhängigen Fassadentragkonstruktion an die Massivholzwand gedrückt. Diese Staffeln ergeben weiters den Hohlraum für die Entspannungsbelüftung.

Tabelle 1: Schnitt durch Wand (Quelle: Holzbau Unfried GmbH.)

1 Lärchenschalung	2,4 cm
2 Staffel (Hinterlüftung)	7 cm
3 Strohhallendämmung	35 cm
4 H – 100 Thoma Massivholzwand	17 cm

⇒ *Aufbau des strohgedämmten Dachelements*

Tabelle 2: Schnitt durch Dach (Quelle: Haus der Baubiologie – Heribert Hegedys)

1 Kiesschüttung	2 cm
2 EPDM – Kautschuk Dachbahn	0,4 cm
3 Holzschalung	2,4 cm
4 Sparren / Hinterlüftung	14 cm
5 Strohhallendämmung	40 cm
6 Pfosten – Sparren –Tragkonstruktion	
7 H 100 Deckenplatte	22 cm

STROH ALS DÄMMATERIAL

⇒ *Einbringung der Strohdämmung*

Die Massivholz-Fertigwände (Thoma H 100) und die Geschossdeckenelemente werden im Lieferwerk vorgefertigt, und vor Ort am massiven Keller streifenförmig zusammengesetzt. Die Massivholzwand wird im Gebäudeinneren im Wand- und Deckenbereich als fertige Oberfläche genutzt, Elektroinstallationen erfolgen in Sockelleisten und entlang der Türzargen. Die Strohballen werden ohne zusätzliche Formgebung und bautechnische Unterbrechung vor die Holz-Massivwand, geklemmt. Die Lagerfugen werden mit einer dünnen Lage Stroh fugenspezifisch abgedichtet.

Das Ergebnis ist eine lückenlose Dämmung. Das dichte Einbringen des Dämmmaterials ist Voraussetzung für eine mangelfreie Konstruktion.

RISIKEN DER STROHDÄMMUNG

⇒ *Brandverhalten*

Das Brandverhalten von Stroh in vergleichbaren Bauteilen wurde getestet und gilt unter Beachtung eines üblichen, sachgemäßen Arbeitsvorganges, als unproblematisch. Rauchverbot auf der Baustelle wird nicht vorgeschrieben, Löt- oder Schweißverbindungen im Dämmbereich werden ausgeschlossen. Die raumseitigen Abschlüsse in der Mindestqualität F 30 sichern das Objekt hinreichend vor einem Zimmerbrand.

⇒ *Feuchte*

Während der Regentage wird nicht gearbeitet. Die Strohballen wurden distanziert von Boden und Wand luftig abgedeckt im Rohkeller trocken gelagert. So kann sichergestellt werden, dass die Strohballen ohne Feuchtigkeit aufzunehmen, in Wand und Dach eingebaut werden können.

Feuchteschutz wird in der gewählten Konstruktion gewährleistet. Im Aufstandsbereich der Wände gibt es 30 bis 60 cm Spritzwasserschutz (Sockelbereich). Die Dachhaut, die Wetterschutzfassade und die Hinterlüftung gewährleisten die Trockenhaltung von außen, eine feuchteregulierende Massivholzwand im Innenbereich wird fugendicht verarbeitet und vermeidet dadurch Durchfeuchtung von innen.

⇒ *Insekten und Pilzsporen*

Es werden ausschließlich ausreichend geprüfte (trocken, geruchsarm, frei von Pilzsporen) Strohballen verarbeitet. Durch eine atmungsfähige Wetterfassade, fugendichte Herstellung und kondensatvermeidende Wand- und Dachaufbauten wird eine Zersetzung des Strohs durch pflanzliche und tierische Schädlinge vermieden.

ZUSAMMENFASSUNG PILOTPROJEKTE

Es zeigte sich, dass beim Einsatz der Strohdämmstoffe keine wesentlichen Hindernisse für den breiten Einsatz auftreten. Folgende Erfahrungen konnten bei den Pilotprojekten gewonnen werden:

- Der Einbau der Strohballen in die Holzriegelkonstruktion ist ohne Mehraufwand im Vergleich zu einem herkömmlichen Dämmstoff einfach machbar.
- Die Verarbeitung ist im Vergleich zu konventionellen Dämmstoffen gleich bis einfacher und angenehmer (keine Hautirritation) für die Zimmerer.
- Der Strohdämmstoff verursacht mehr „Abfall“, der jedoch kompostiert werden kann (sofern keine Zuschlagstoffe aufgebracht werden).
- Abweichungen bei der Länge der Strohballen können im Ausmaß bis zu +/- 10 cm toleriert werden, bei der Breite und Höhe der Strohballen sind Abweichungen bis +/- 1,5 cm tolerierbar.
- Die Manipulation der Strohballen für ein ganzes Haus (ca. 1.400 Ballen im Pilotheus Mitterlaßnitzberg) muss logistisch gut geplant werden. Regenfälle und mangelnde Termintreue seitens des Spediteurs führten zu 1,5 Wochen Lieferverzug.
- Bei einem nachträglichen Einschneiden der Bauteile ist auf einen eventuellen Funkenschlag besonders Bedacht zu nehmen.

**PILOTPROJEKT MITTERLAßNITZBERG - NIEDRIGSTENERGIE -
ALTBAUSANIERUNG UND -ERWEITERUNG MIT STROHBALLENDÄMMUNG**
(OKTOBER 2003, NESTELBACH/GRAZ) CONESS – LESCH

ALLGEMEINE DATEN

⇒ *Gebäudetyp*

Der eingeschossige Niedrigst Energie–Einfamilienhausum- und -zubau wurde in Massivbauweise errichtet bzw. bestand aus einem Massivbau. Die Baustruktur konnte als typisches oststeirisches Kleinbauernhaus bezeichnet werden. Der Um- und Zubau erfolgte im Freiland unter baugesetzmäßiger Ausnutzung der Flächenverdoppelung.

Der Neubau ist nicht unterkellert, der Altbestand teilunterkellert. Die gesamte Fassaden- und Dachdämmung (Altbausanierung und Neubau) wurde mit Strohballen realisiert.

⇒ *Praxistest*

Im Planungsbüro Hegedys–Haas wurden zunächst baupraktische Versuche durchgeführt und in Anlehnung an die Ergebnisse eine Polier- und Detailplanung erstellt. Die Zimmerei Gande (Pöllau) stellte die Tragkonstruktion des Wandaufbaues und den Dachaufbau her.

⇒ *Auftraggeber*

Conness, Energieberatungs-, Planungs. und Betriebs GmbH, 8010 Graz,
Conrad von Hötzendorfstr. 103 A, Tel 0316 466099, office@conness.at

⇒ *Ort*

Mitterlaßnitzberg 21, 9302 Nestelbach/Graz

⇒ *Bauzeit*

August 2003 bis Mai 2004

KONSTRUKTIONEN

⇒ *Konstruktion des Gebäudes*

Das eingeschossige Niedrigstenergie-Einfamilienhaus wird in Form einer thermischen Sanierung sowie eines Zu- und Umbaues errichtet. Die tragende Konstruktion des Gebäudes ist ein Massivbau, der Dachstuhl im Altbau ist mit einer Sichtsparrenlage (entsprechend dem altbestehenden Dachstuhlholz) ausgeführt. Der Dachstuhl des Neubaues entspricht der Kernvariante des Dachaufbaues von „Stroh kompakt“. In diesem Bereich wurde zimmermannsartig zwischen schmalen Sparren (5cm) Strohballen eingesetzt.

⇒ *Aufbau des strohgedämmten Wandelements*

Die tragende Konstruktion des Altbaues besteht aus Voll- und Hochlochziegelmauerwerk, 28 – 40 cm stark, beidseitig mit Kalkputz verputzt. Der Zubau (ca. 80 % der Größe des Altbestandes) wurde mit 25er Hochlochziegeln mit Stoßfugenvermörtelung in Passivbauweise errichtet. Im Bereich des Neubaues lagert das gesamte Mauerwerk auf einer thermischen Entkoppelung aus Schaumglas.

Die strohballendämmte Wand wurde in Form einer wärmebrückenfreien, nahtlosen Ballenvorsatzdämmung ausgeführt. Sockel und Fundament des Altbaues wurden mit einer Perimeterdämmung in einer Stärke von 20 cm gedämmt. In etwa der Höhe des Rohfußbodens wurde eine schlanke Tragkonstruktion aus Massivholz an den Altbestand gedübelt. Hierbei wurde ein Mindestabstand von 30 cm zum angrenzenden Erdreich eingehalten. Die Abtreppung erfolgte möglichst verschnittarm vom Bundtram abwärts, damit legte die Ballenaufteilung den Übergang zur Perimeterdämmung fest. Die Strohballe werden von der sockelnahen Tragkonstruktion bis zum Bundtram (im Altbestand) bzw. Sparren (im Zubau) ohne Unterbrechung von 5/8 cm starken Staffeln an das Mauerwerk gepresst. Diese 5/8er Staffeln ergeben weiters die Tragkonstruktion der Wetterschutzfassade und den Hohlraum für die Entspannungsbelüftung.

Tabelle 3: Schnitt durch Wand (Quelle: Haus der Baubiologie – Heribert Hegedys)

1 Lärchenschalung auf Streuschalung	
2 Staffel v5/8 (Hinterlüftung)	8,0 cm
3 Strohballendämmung	35,0 cm
4 Außenputz Kalkzement Bestand	2,5 cm
5 Mauerwerk HLZ und MZ	25 – 40 cm
6 Innenputz Kalkmörtel	1,5 cm

⇒ *Aufbau des strohgedämmten Dachelements*

Tabelle 4: Schnitt durch Dach (Quelle: Haus der Baubiologie – Heribert Hegedys)

1 Dachhaut, Tonziegel	
2 Lattung	4 cm
3 Konterlattung	8 cm
4 Diffusionsoffene Dachauflegebahn	
5 Vollschalung	2,4 cm
6 Pfosten – Sparren -Tragkonstruktion	
7 Strohballe zwischen 6	35 cm
8 Dampfbremse	
9 Streuschalung . Installationsebene	2,4 cm
10 Putzträger Schilfstukkatur	0,5 cm
11 Innenputz Lehm	1,5 cm

Abbildung 10: Pilotprojekt Mitterlaßnitzberg (Quelle: Haus der Baubiologie – Heribert Hegedys)



STROH ALS DÄMMATERIAL

⇒ *Einbringung der Strohdämmung:*

Die Wände und die Dachelemente wurden auf der Baustelle hergestellt. Die Strohballen wurden ohne zusätzliche Formgebung vor der Massivwand, eingeklemmt von Staffeln aufgeschichtet bzw. an die Wand geklemmt. Die Lagerfugen wurden mit einer dünnen Lage Stroh fugenspezifisch abgedichtet.

Das Ergebnis ist eine lückenlose Dämmung. Das dichte Einbringen des Dämmmaterials ist Voraussetzung für die mangelfreie Konstruktion.

RISIKEN DER STROHDÄMMUNG

⇒ *Brandverhalten*

Das Brandverhalten von Stroh in vergleichbaren Bauteilen wurde getestet und gilt unter Beachtung eines üblichen, sachgemäßen Arbeitsvorganges als unproblematisch. Rauchverbot auf der Baustelle wurde nicht vorgeschrieben, Löt- oder Schweißverbindungen im Dämmbereich wurden ausgeschlossen. Die raumseitigen Abschlüsse in der Qualität F 30 bis F 90 sichern das Objekt hinreichend vor einem Zimmerbrand.

⇒ *Feuchte*

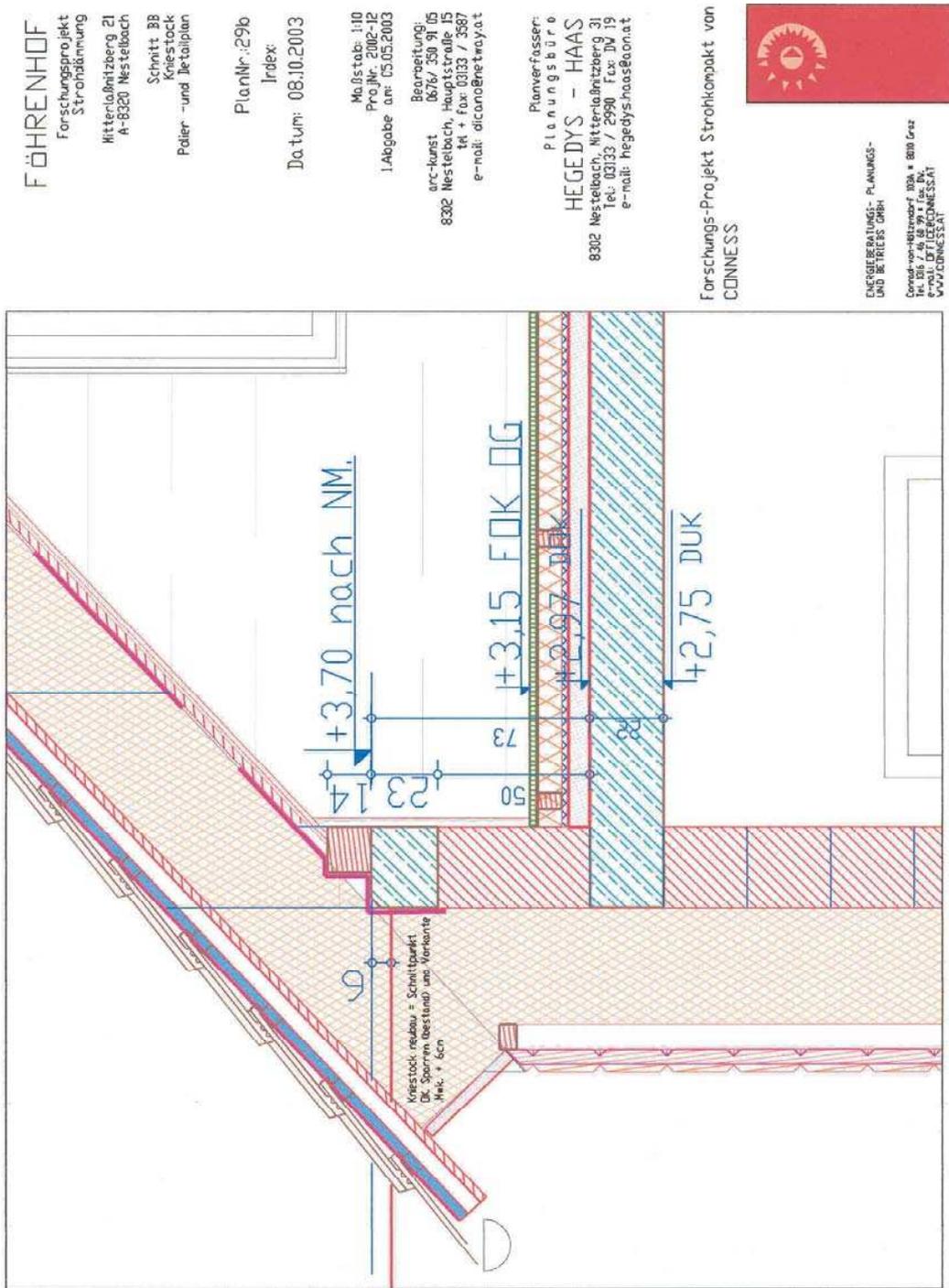
Während der Regentage wurde nicht gearbeitet. Die Strohballen wurden in einem unmittelbar angrenzenden Nebengebäude trocken gelagert. So konnte sichergestellt werden, dass Strohballen ohne zusätzliche Feuchte aufzunehmen, in Wand und Dach eingebaut werden konnten.

Feuchteschutz wird in der gewählten Konstruktion gewährleistet. Im Aufstandsbereich der Wände gibt es 30 bis 60 cm Spritzwasserschutz (Sockelbereich). Die diffusionsoffenen Auflegebahnen des Dachaufbaues garantieren gemeinsam mit der Dachhaut die Trockenhaltung von außen, eine feuchteregulierende Dampfbremse im Innenbereich wurde fugendicht verarbeitet und dies vermeidet Durchfeuchtung von innen.

⇒ *Insekten und Pilzsporen*

Es wurden ausschließlich ausreichend geprüfte (trocken, geruchsarm, frei von Pilzsporen) Strohballen verarbeitet. Durch eine atmungsfähige Wetterfassade, fugendichte Herstellung und kondensatvermeidende Wand- und Dachaufbauten, wird eine Zersetzung des Strohs durch pflanzliche und tierische Schädlinge vermieden.

Abbildung 12: Mitterlaßnitzberg Kniestock (Quelle: Haus der Baubiologie – Heribert Hegedys)



ANHANG C STATUS QUO

FORSCHUNG UND PRODUKTE

Die Informationen der Literatur- und Internetrecherche sind unter den folgenden drei Überschriften zusammengefasst:

- Ergebnisse der Grundlagenforschung;
- Stroh als Baustoff (Strohballen, loses Stroh/Schüttungen, Strohplatten, Wandkonstruktionen);
- Am Markt befindliche Bauprodukte aus Stroh bzw. NAWAROS;

GRUNDLAGENFORSCHUNG

⇒ *Perspektiven für Dämmstoffe aus heimischen, nachwachsenden Rohstoffen*

- Quelle: http://www.inaro.de/Deutsch/Rohstoff/Baustoffe/Perspektiven_Daemmstoffe.htm
- Autoren: Wieland, Murphy, Behring, Jäger, Hinrichs, Bockisch (Braunschweig) in Landtechnik 1/2000 (Februar)
- Relevante Ergebnisse: Wärmeleitfähigkeit von Strohhäcksel bei unterschiedlicher Mattendichte
Zum Beispiel: 50 kg/m³ Mattendichte erreicht Wärmeleitfähigkeit von 0,045 W/mK im Vergleich zu Mineralwolle, Grünhanf etc.

⇒ *Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen*

- Quelle: <http://www.ktbl.de/tier/ab/ab1107/ab1107.htm>
- Autor: Epinatjeff (Uni Hohenheim)
- Relevante Ergebnisse: Eigenschaften und Primärenergieaufwand von Dämmstoffen
Übersichtstabelle von in Deutschland hergestellten Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, darunter auch Stroh hochverdichtet, mit Gewebe und Vollpappe kaschiert
Rohdichte: 340 kg/m³, Wärmeleitfähigkeit: 0,094W/mK, Brandverhalten DIN 4102 B2, Dampfdiffusionswiderstand: 5-10, Lieferform: Wandelemente, Einsatzmöglichkeit: nichttragende Innenwände.

⇒ *Dämmstoffe und Gesundheit*

- Quelle: <http://www.gesundbauen.at/BER3-WD.htm>
- Relevante Ergebnisse: Übersichtstabelle der bauphysikalischen Werte für verschiedenste Dämmstoffe (von Glaswolle bis Schilf), darunter auch Stroh. Werte für Stroh: Rohdichte 150 kg/m³, Wärmeleitfähigkeit 0,056-1,13 W/mK, Diffusionswiderstand 1-1,5, Brennbarkeitsklasse B2 (Kenndaten übernommen von Bruck, Schneider; Naturbaustoffe; Werner, 1998), als denkbare Anwendungen werden Strohecken, Strohfaserplatten angeführt.

⇒ *Dämmstoffübersicht*

- Quelle: <http://www.umweltgemeinschaft.de/infos/daemmstoff.html>
- Relevante Ergebnisse: Übersichtstabelle/Vergleich unterschiedlicher Eigenschaften von Zellulose, Kork, Schafwolle/Baumwolle, Holzweichfasern, Kokosfasen, Blähton, Holzwolle, Stroh, Schilf, Mineralfasern, Polyurethan, Polystyrol, Schaumglas). Daten für Stroh: Wärmeleitfähigkeit: 0,13 W/mK, k-Wert für 10 cm (winddicht): 1,3 W/m²K, Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl: 2-5, Rohdichte: k. A., Brandschutzklasse B2 (verputzt), Druckspannung (n/mm²): unbelastbar, Schichtdicke für k-Wert 0,4: 32,5 cm, Primärenergieaufwand pro m³ Dämmstoff: gering, Kosten bei Dicke von 10 cm: 45 DM.

⇒ *Die Alternativen - Wie gut sind ökologische Dämmstoffe wirklich?*

- Quelle: <http://www.ivh.de/oekologie/oekologie.htm>
- Autor: Dr. Fuehres
- Relevante Ergebnisse: Charakteristik verschiedenster, alternativer Dämmstoffe, unter anderem Stroh und Schilf: Rohstoffe/Herkunft Stroh und Schilfrohr aus Deutschland, auch aus Ungarn, Zusammensetzung: Stroh, Schilf, Naturharzkleber, Stärke, Kasein, ev. Flammschutzmittel Form/Farbe mit Draht gebundene grünliche Schilfrohrmatten, gelbe, gebundene Platten, Zulassung: nein, Wärmeleitfähigkeit: 0,040 bis 0,075W/mK, Baustoffklasse: B2, Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl: $m = 2-5$, Primärenergiegehalt: ca. 150 kWh/m³, Gebrauchstauglichkeit: keine Angaben.

⇒ *Baustoffe, -elemente, -systeme aus Nachwachsenden Rohstoffen*

- Quelle: Beitrag und Informationsstand bei naro.tech (3. Internationales Symposium, Werkstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffen, Erfurt 2001)
- Autoren: H. Busch, Arbeits- und Förderkreis Ökologisches Bauen e. V.
- Relevante Ergebnisse: Verein betreibt Informations- und Kompetenzzentrum für Ökologisches Bauen in Sulz (Deutschland). Info zu den Holzbausystemen von ARGE HOLZ, Graf-System, Fuchs-Holzhaussystem, System: ILA-Holzstein, System: bauer hbv und zu den Aktivitäten der deutschen Bundesregierung. Am Infostand wird Auswahl von Holzbausystemmodellen, Handmuster, Prospekte zum ökologischen Bauen und nachwachsenden Rohstoffen präsentiert.

STROH ALS BAUSTOFF

⇒ *Strohballen*

- **Bauen mit Stroh**, Herbert und Astrid Gruber, Ökobuch 2000
In dem Buch geht es vorwiegend um Strohballenbau, d.h. um lasttragende Strohwände; Bauphysik ab S. 42 (Wärmedämmwerte von McCabe, Feuerbeständigkeitstests von Stroh, allgemeine Aussagen zur Nagetier-, Insektenbeständigkeit, Allergien und Schimmel)
- **Thermal Resistivity of Straw Bales for Construction**, Joseph McCabe, University of Arizona, Diplomarbeit
http://solstice.crest.org/efficiency/straw_insulation/straw_insul.html, Geprüfte

Tabelle 1: Wärmedämmwerte bei stehenden und liegenden Ballen, Spezifische Wärmeleitfähigkeitswerte und Rechenwerte (inkl. 20 % Feuchtezuschlag) für stehende Ballen (werden für Ständerbauten verwendet):

Quelle	Konfiguration	Stärke	Dichte (kg/m ³)	rel. Feuchte	λ-Prüfwert (W/mK)	λ-Rechenwert [W/mK]
McCabe2	Weizenstroh	41 cm	133	8,4 %	0,048	[0,057]
McCabe3	Weizenstroh	41 cm	133	8,4 %	0,045	[0,054]
McCabe3	Reisstroh	41 cm	133	8,2 %	0,045	[0,054]

Tabelle 2: Spezifische Wärmeleitfähigkeitswerte und Rechenwerte (inkl. 20 % Feuchtezuschlag) für liegende Ballen (werden für lasttragende Bauten verwendet):

Quelle	Konfiguration	Stärke	Dichte (kg/m ³)	rel. Feuchte	λ-Prüfwert (W/mK)	λ-Rechenwert [W/mK]
McCabe1	Weizenstroh	57 cm	133	8,4 %	0,060	[0,072]
Sandia Lab.	Weizenstroh	46 cm	83	4-5 %	0,054	[0,065]
Nova Scotia	verputzte Wand	46 cm	133	8 %	0,065	[0,065]

• **Wandaufbauten aus Nachwachsenden Rohstoffen, Haus der Zukunft, wirtschaftsbezogene Grundlagenforschung**, Endbericht, GraT, Jänner 2001

Qualitätsmerkmale für Bau-Strohballen:

- geringer Beikräuteranteil
- geringer Kornanteil
- homogene, hohe Dichte
- niedriger Feuchtegehalt (8-14 Massen%)
- Form und Maßhaltigkeit des Ballen (exakte Kanten und Ecken, gleichmäßige Ausrichtung der Halme, plane Flächen, einheitliche Größe)

Tabelle 3: Im Projekt durchgeführte Wärmeleitfähigkeitsuntersuchungen von Weizen-Strohballen (Quelle: Ö-NORM B6015, durchgeführt von der Versuchs- und Forschungsanstalt der MA 39):

Test Konfiguration	Stärke (cm)	Mitteltemp. der Proben (°C)	Dichte (kg/m ³)	rel. Feuchte	λ-Prüfwert (W/mK)	λ-Rechenwert [W/mK]
Weizenstrohballen	10,06	10	100,8	Ausgleichsfeuchte	0,0380	0,0456
Weizenstrohballen	10,06	19,5	100,8	Ausgleichsfeuchte	0,0394	0,0456
Weizenstrohballen	10,06	28,7	100,8	Ausgleichsfeuchte	0,0408	0,0456

* gemäß ÖNORM in Trockenkammer gelagert

Tabelle 4: Weitere Wärmeleitfähigkeitsuntersuchungen unter EU-Norm-Bedingungen (Quelle: ISO 8301, durchgeführt von MA 39 / VFA):

MA 39 Konfiguration	Test Konfiguration	Stärke (cm)	Dichte (kg/m ³)	rel. Feuchte	λ-Prüfwert (W/mK)	λ-Rechenwert [W/mK]
Hesto-Gerät	Weizenstroh	12,65	73	Ausgleichsfeuchte *	0,0369	0,0443
Hesto-Gerät	Weizenstroh	11,28	83,8	Ausgleichsfeuchte *	0,0337	0,0404

Da EU-weit der λ-Wert inkl. 20 % Feuchtezuschlag als Referenzwert anzugeben ist, gilt für Weizenstrohballen mit einem Raumgewicht von 100 kg/m³: λ-Rechenwert 0,0456 W/mK. Wärmeleitfähigkeit von Strohballen liegt damit exakt im Bereich anderer Nachwachsender Rohstoffe wie Flachsmatten, Korkplatten, Kokosmatten, Schafwolle und Zellulose.

Brandbeständigkeitsuntersuchungen (nach ÖNORM B 3800) Brennbarkeitsklasse für Baustoff:

Als Probekörper wurde Weizenstroh mit unterschiedlichen Maßen und unterschiedlicher Dichte (aus verschiedenen Klein- bzw. Großballen entnommen) verwendet. Strohballen (unbehandeltes, nicht imprägniertes Weizenstroh mit einer Rohdichte von 90 bzw. 120 kg/m³) entsprechen Baustoffklasse B2 – normal brennbar (Gutachten MA 39-VFA).

Technische Kennwerte von einem Weizen-Strohballen:

- Wärmeleitfähigkeit: 0,045 W/mK (Gutachten MA 39);
 - Diffusionswiderstandszahl: $\mu = 2.5$ (TGL 35424/2)
 - Brennbarkeitsklasse: B2 (Gutachten MA 39)
 - Dichte: 100.8 kg/m³ (Gutachten MA 39)
 - spezifische Wärmekapazität: $c = 2.0$ kJ/kgK (TGL 35424/2)
 - Elastizitätsmodul: E – keine Angaben
- **Die Strohballenbauweise – Neue Ökologische Alternative im Hochbau, M. Boenisch, Büro für ökologisches Bauen**
Beitrag bei naro.tech (3. Internationales Symposium, Werkstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffen, Erfurt 2001)
Das erste deutsche Wohnhaus aus Strohballen in Windeck erzielte gute Ergebnisse.

⇒ *loses Stroh/Schüttungen*

Im Adressverzeichnis Nachwachsende Rohstoffe (<http://www.fnr.de/de/ad/framead.htm>) werden folgende lose Dämmstoffe genannt: Zelluloseflocken, Hobelspäne oder lose Dämmfasern aus Restholz, Flachskurzfasern, Hanfschäben, lose Wolle, Flachs, Ceralith.

- **FEX**

http://www.ecodesign-beispiele.at/data/art/18_5.php

Stroh wird mechanisch mit einer Hammermühle zerkleinert, anschließend mit Wasserdampf aufgeschlossen und unter Zugabe von Pflanzenöl zu Pellets verpresst (Granulierung). Granuliertes Stroh kann unter Anderem als Dämmstoff in Form gepresster Platten oder als Schüttmaterial (Wärmedämmung, Trittschalldämmung), sowie generell zur Innenwand-Dämmung verwendet werden.

- **Ceralith**

<http://www.ceralith.de>

Looser Dämmstoff aus Getreide und natürlichen bzw. naturnahen, mineralischen Zusätzen, staubarmes Dämmstoffgranulat zum Schütten und Einblasen, diffusionsoffen, Extrusionsverfahren, borfrei.

- **Strohmatte / Vliese**

Im Adressverzeichnis Nachwachsende Rohstoffe (<http://www.fnr.de/de/ad/framead.htm>) scheinen Vliese und Maten aus folgenden NAWAROS auf: Schafschurwolle, Flachsfasern, Hanf.

⇒ *Strohplatten*

- **Qualifizierung und Erprobung eines neuartigen Dämmstoffes**

http://www.ecology.uni-kiel.de/5ebene/1_Oekote/Hardy/i_daemms.html, von Günther, Mieth (Uni Kiel)

- **Stroh-Dämmplatten (verklebt und verpresst) mit Zuschlagstoffen**

Beurteilung der bauphysikalischen Eignung der Dämmplatten steht noch aus; auf Anfrage beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBT) in Berlin müssen im Rahmen eines Zulassungsverfahrens eines nicht druckbelasteten Wärmedämmstoffs für die Innenanwendung für Wände, Decken und Dächer folgende Prüfungen durchgeführt werden:

- Prüfungen nach DIN 18 165-1 (Beschaffenheit, Maße, Rohdichte, Zugfestigkeit)
- Wärmeleitfähigkeit nach DIN 52 612-1 (5 x trocken, 3 x nach Lagerung im Klima 23 °C und 80 % r. F. – über den angestrebten Rohdichtebereich)
- Bezugsfeuchte nach DIN 52 620
- Wasserdampfdurchlässigkeit nach DIN 52 612

- **Dämmstoffplatten mit Strohfasern, als 3-Schicht-Verbund-Dämmplatte (TU Dresden)**

Keine zugänglichen Informationen

- **Karphosit-Leichtlehmplatten**

<http://www.karphosit.de/html/main.htm>

Industriell gefertigte 55 mm starke Bauplatte aus Stroh und Lehm (ungebrannter Ton). Ein Wulkower Leichtlehm-Baustoff, geeignet für Innenwände oder als Estrich mit hohem Schallschutz. Kann bei mehrschaliger Wandkonstruktion Innen- und Außenschale darstellen.

- **FEX-Schalldämmstoffplatten aus extrudiertem Roggen- und Strohgranulat**

Beitrag und Informationsstand bei [naro.tech](http://www.naro.tech) (3. Internationales Symposium, Werkstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffen, Erfurt 2001)

Derzeitige Zusammensetzung erreicht nur Wärmeleitfähigkeit von 0,08 bis 0,09 W/mK, deshalb für Wärmedämmung nicht geeignet (Verbesserung durch dickere Plattenstärken möglich).

Verwendungsbereiche: Boden- und Unterdeckendämmung (Trittschalldämmung), Innenwanddämmung;

⇒ *Wandkonstruktionen*

- **Wandaufbauten aus Nachwachsenden Rohstoffen, Haus der Zukunft, wirtschaftsbezogene Grundlagenforschung, Endbericht, GraT, Jänner 2001**

Untersuchungsobjekt-Strohwand: Holzständerwand mit 34 cm starker Strohballendämmung Aussteifung durch außen- und innenseitiger Diagonallattung (Sparschalung). Tragsystem besteht aus zwei 16/5 Holzstehern, die mit Distanzbrettern fix miteinander verbunden sind. Zwischen den beiden Stehern liegt eine 20 mm Holzweichfaserplatte.

Bauphysikalische Bewertung: Potenzielle Schwachstellen sind die zumeist abgerundeten Kanten der Strohballen und die dadurch entstehenden durchgängigen Lufträume, die zu Wärmebrücken, Kondensat und vermindertem Schallschutz führen können.

Berechnung und Optimierung von acht verschiedenen Wandaufbauten mit strohgefüllter Holzständerkonstruktion (zwei unterschiedliche Außenfassaden, nämlich hinterlüftet und Putzfassade, vier verschiedene Innenseiten: Gipsfaserplatte, verputzt, Hourdisziegel und Lehmbauplatten) – für jeden dieser Wandaufbauten wurde U-Wert, Kondensat, Austrocknung und Speichermasse berechnet. Um der Funktionalität von Niedrigenergie- und Passivhauskonstruktionen zu entsprechen, wurden Anschlussdetails für Decke, Fenster und Dach berechnet, die wärmebrückenfrei und luftdicht ausführbar sind.

Allgemeines zu Schädlingsbefall (S. 82 f) und Schallschutz (S. 107 f) – keine Prüfergebnisse

Brandbeständigkeitsuntersuchungen (nach ÖNORM B 3800) Brennbarkeitsklasse für Baustoff (Strohballen aus Weizenstroh): Strohballen (unbehandeltes, nicht imprägniertes Weizenstroh mit einer Rohdichte von 90 bzw. 120 kg/m³) entsprechen Baustoffklasse B2 – normal brennbar (Gutachten MA 39-VFA) Brandwiderstandsklasse für Bauteil: Aufbau des Probekörpers: Holzständerkonstruktion mit Strohballendämmung, beidseitig mit Bretterschalung verkleidet (Wind-Aussteifung), Wandkonstruktion innen mit Lehm, außen mit Trasskalk auf Schilfputzträgern verputzt (genauer Aufbau S. 91) Überprüfung des Bauteils ergab F90 – brandbeständig (Prüfbericht MA 39-VFA);

Wärmeleitfähigkeitsüberprüfungen: Spezifische Wärmeleitfähigkeit von Strohballen (nach ÖNORM B6015 und ISO 8301) für Weizenstrohballen mit einem Raumgewicht von 100 kg/m³ brachten Tests λ -Rechenwerte (inkl. 20 % Feuchtezuschlag) von 0,0404 W/mK (ÖNORM B6015) bzw. 0,0456 W/mK (ISO 8301). Für verputzte Außenwände bei einer Dämmstoff-Stärke von 35 cm und einer Gesamtdicke von 42 cm (inkl. Putzträger und Verputz) errechnet sich mit $\lambda=0,045$ W/mK ein U-Wert (k-Wert) von 0,12 W/m²K (ca. 0,14 W/m²K in Bezug auf die Gesamtkonstruktion bei Holzständerbauweise) – S. 97.

Verbesserungsvorschläge:

Sanitär- und Heizungsinstallationen sollen nicht in Strohballenebene ausgeführt werden – es bestehen drei alternative konstruktive Lösungen (S. 104):

- zusätzliche Installationsebene durch Aufdoppeln
 - Ausweichen in Zwischenwände, wenn diese massiv ausgeführt sind
 - Überputz hinter Küchenverbauten bzw. Sanitäreinrichtungen.
- **KARPHOS-die Wand**
<http://www.biopack.de/karphos/>

Fertigwandelement, 58 mm starke Leichtbauwand aus hochverdichtetem, stranggepresstem Stroh mit etwa 19 kg/m² (ohne Bindemittel). Wandelement ist allseitig mit grobmaschigem Gewebe und Vollpappe (ca. 430 g/m²) kaschiert und für Innenwände (nichttragende innere Trennwände) geeignet. Jedes Wandelement (Standardbreite von 1200 mm, Standardlänge von 2500 mm) hat vier senkrechte, durchlaufende Doppelkabelkanäle;

KÄUFLICHE BAUPRODUKTE AUS STROH BZW. NAWAROS

- **KARPHOS-die Wand**
<http://www.biopack.de/karphos/>

Fertigwandelement, 58 mm starke Leichtbauwand aus hochverdichtetem, stranggepresstem Stroh mit etwa 19 kg/m² (ohne Bindemittel). Wandelement ist allseitig mit grobmaschigem Gewebe und Vollpappe (ca. 430 g/m²) kaschiert und für Innenwände (nichttragende innere Trennwände) geeignet. Jedes Wandelement (Standardbreite von 1200 mm, Standardlänge von 2500 mm) hat vier senkrechte, durchlaufend Doppelkabelkanäle;

- **Karphosit-Leichtlehmplatten**

<http://www.karphosit.de/html/main.htm>

Industriell gefertigte 55 mm starke Bauplatte aus Stroh und Lehm (ungebrannter Ton). Ein Wulkower Leichtlehm-Baustoff, geeignet für Innenwände oder als Estrich mit hohem Schallschutz. Kann bei mehrschaliger Wandkonstruktion Innen- und Außenschale darstellen.

- **Ceralith**

<http://www.ceralith.de>

Loser Dämmstoff aus Getreide und natürlichen bzw. naturnahen mineralischen Zusätzen, staubarmes Dämmstoffgranulat zum Schütten und Einblasen, diffusionsoffen, Extrusionsverfahren, borfrei.

- **FEX-Schalldämmstoffplatten aus extrudiertem Roggen- und Strohgranulat**

AGRAR Plus Ges.m.b.H, 2000, Dämmstoffe aus NAWAROS

Derzeitige Zusammensetzung erreicht nur Wärmeleitfähigkeit von 0,08 bis 0,09 W/mK, deshalb für Wärmedämmung nicht geeignet (Verbesserung durch dickere Plattenstärken möglich).

Verwendungsbereiche: Boden- und Unterdeckendämmung (Trittschalldämmung), Innenwanddämmung;

- **DoschaWolle**

<http://www.bboe.de/produkte/baustoffe/daemmstoffe.htm>

Schafwolle, Schurwolle und unbedenkliches Mottenschutzmittel, keine weiteren Zusätze

- **Heraflax von Heraklith**

www.bboe.de/produkte/baustoffe/daemmstoffe.htm

Mit Ammoniumphosphat imprägnierte Flachsfasern (Schimmelresistenz nach DIN-IEC 68)

- **GUTEX natürlich aus Holz**

www.bboe.de/produkte/baustoffe/daemmstoffe.htm

Holzfasernplatten/Dämmplatten aus Holzabfällen von Sägewerken;

- **HEBO – Kork für dauerhaftes Dämmen**

www.bboe.de/produkte/baustoffe/daemmstoffe.htm

Wärmedämmplatten aus Kork, ausschließlich aus Kork-Granulat und Wasserdampf hergestellt, ohne fremde Beimischungen oder Bindemittel;

- **HOMATHERM Dämmplatte aus Zellulose**

www.bboe.de/produkte/baustoffe/daemmstoffe.htm

- **ISODAN – Zellulosedämmstoff aus Altpapier**

www.bboe.de/produkte/baustoffe/daemmstoffe.htm

- **Klimathec**

www.klimathec-system.de/docs/produkte/

- **Dämmung aus Zellulose – Einblas- und Schüttdämmung;**

<http://www.ecodesign-beispiele.at/data/art>

Dämmstoffherstellung durch Auffaserung zur Flocke, Zusatz von Phosphaten um nötige Brandsicherheit (B2) zu erreichen, Verarbeitung: Schütten zwischen Polsterhölzer oder Einblasen in die Dachschrägen, Wiederverwertbarkeit (Absaugen und beim nächsten Bau wiedereinblasen);

- **ZERTIFIKAT FÜR PRODUKTE am Umweltinstitut Köln**

<http://www.eco-umweltinstitut.com/zertifizbda.htm>

Unter Anderem für Dämmstoffe zertifiziert sind Doshawolle, Ceralith, Korkgranulat aus Recyclingkork, Thermo-Hanf-Dämmung;

GESETZLICHE ANFORDERUNGEN - ÜBERBLICK

Sowohl in der EU als auch in Österreich wird zwischen Brauchbarkeit und Verwendbarkeit eines Bauproduktes unterschieden.

⇒ *Brauchbarkeit*

Im Rahmen der Brauchbarkeit wird festgelegt, welche Produkteigenschaften (Brandwiderstand, dyn. Steifigkeit, Diffusionsverhalten etc.) geprüft werden müssen und mit welchen Prüfverfahren gearbeitet wird. Die auf EU-Ebene mittels CE-Kennzeichnung bescheinigte Brauchbarkeit eines Bauproduktes gilt in allen Mitgliedsstaaten. Die im ersten Teil der Österreichischen-Technischen-Zulassung festgelegte Brauchbarkeit gilt in ganz Österreich. Die Brauchbarkeit definiert für die einzelnen Eigenschaften jedoch keine Mindest- oder Höchstwerte (z. B. Welche Brandwiderstandsklasse ist zu erreichen?), damit ist die Brauchbarkeit eine neutrale Beschreibung des Produktes und keine Qualitätsbeurteilung. Ob sich ein Produkt für bestimmte Anwendungen (z. B. Einbau in Einfamilienhäusern in Niederösterreich) eignet, muss erst auf Basis der Brauchbarkeit geklärt werden.

⇒ *Verwendbarkeit*

Es obliegt den Behörden der EU-Mitgliedsstaaten, auf Basis der Brauchbarkeit zu beurteilen, ob die Verwendung dieses Produktes in einem bestimmten Anwendungsfall unter Beachtung der nationalen Rechtsvorschriften für Bauwerke möglich ist oder nicht. Die Festlegung der Verwendungsbestimmungen kann z. B. durch die Festlegung bestimmter Grenzwerte oder bestimmter Klassen für Produkteigenschaften erfolgen.

⇒ *International*

International sind vor allem die ISO-Normen von Bedeutung für die zu entwickelnden Bauteile.

⇒ *EU*

Auf EU-Ebene sind für das Projekt die Bauproduktenrichtlinie inkl. aller damit zusammenhängenden Vorschriften und Mitteilungen interessant. Nicht unmittelbaren Rechtscharakter aber Rechtswirksamkeit haben

- EU-Normen (EN xxx),
- Harmonisierten EU Normen (hEN xxx)
- die Verfahrensregeln für die Europäisch-Technische-Zulassung (ETZ),
- die Leitlinien für die Europäisch-Technische-Zulassung (ETAG) sowie
- einvernehmliche Stellungnahmen der europäischen Zulassungsstellen (CUAP-Verfahren).

Weiters ist die CE-Kennzeichnung relevant, mittels derer die „Brauchbarkeit“ eines Bauproduktes auf EU-Ebene bescheinigt wird.

Österreich-Bund:

In Österreich sind auf Bundesebene die beiden 15-A-Vereinbarungen:

- 15-A-B-VG Vereinbarungen über die Zusammenarbeit im Bauwesen
- 15-A-B-VG Regelung der Verwendbarkeit von Bauprodukten

von Bedeutung. Weiters ist auf Bundesebene die Verordnung des ÖIB zur österreichischen Baustoffliste (Verzeichnis von Bauprodukten, in welchem die Brauchbarkeit und Verwendbarkeit dieser aufgelistet ist) relevant.

Keinen Rechtscharakter aber Rechtswirksamkeit haben in Österreich

- die ÖNORMEN,
- die Richtlinien zur Österreichischen-Technischen-Zulassung des OIB,
- Verwendungsgrundsätze des Österreichischen Instituts für Bautechnik,
- Gutachten des OIB über die Verwendbarkeit von Bauprodukten.

Bauprodukte, die nicht das CE-Kennzeichen tragen, können in Österreich mit dem ÜA-Kennzeichen (entspricht der Aufnahmen in die Baustoffliste) ausgezeichnet werden.

Österreich-Länder

Auf Landesebene sind die Bauordnungen und Bautechnikverordnungen von Bedeutung, die sich auf die genannten EU-Bestimmungen, die österreichische Baustoffliste bzw. Österreichische-Technische-Zulassung, Normen usw. beziehen. Teilweise werden auch von den Ländern technische Zulassungen mittels Verordnung (z. B. in Wien) vergeben.

⇒ *EU-Recht*

Bauproduktenrichtlinie:

Die Bauproduktenrichtlinie gilt für Bauprodukte, soweit sie für die wesentlichen Anforderungen an Bauwerke, wie sie im Artikel 3 der Bauproduktenrichtlinie definiert sind, Bedeutung haben. Ziel der Bauproduktenrichtlinie ist die Beseitigung von Handelshemmnissen. Produkte, die mit harmonisierten europäischen Normen, mit einer Europäisch-Technischen-Zulassung oder einer auf Gemeinschaftsebene anerkannten, nicht harmonisierten, technischen Spezifikation übereinstimmen, gelten als brauchbar und sind durch das CE-Symbol zu kennzeichnen.

Sie können im gesamten Gebiet der Europäischen Union frei gehandelt und für den vorgesehenen Zweck verwendet werden. Über die Verwendbarkeit der Bauprodukte sagt die CE-Kennzeichnung nichts aus. Die Verwendbarkeit ist auf nationaler Ebene zu regeln. In Österreich wird die Verwendbarkeit entweder in der Baustoffliste ÖA bzw. ÖE oder in Richtlinien zur Österreichischen-Technischen-Zulassung oder direkt von den Ländern geregelt. Die wesentlichen Anforderungen an Bauwerke im Sinne der Bauproduktenrichtlinie sind: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit, Brandschutz, Hygiene - Gesundheit und Umweltschutz, Nutzungssicherheit, Schallschutz, Energieeinsparung und Wärmeschutz. Diese sechs wesentlichen Anforderungen werden in den Grundlagendokumenten der Bauproduktenrichtlinie näher erläutert. Die Grundlagendokumente stellen die Verbindung zu den Eigenschaften von Bauprodukten her.

Für die Feststellung der Brauchbarkeit (und damit der CE-Kennzeichnung) gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Es gibt eine **harmonisierte, europäische Norm** (hEN): die Brauchbarkeit liegt vor, wenn das Bauprodukt dieser hEN entspricht.
2. Es gibt keine hEN: Die Brauchbarkeit liegt vor, wenn das Produkt mit einer gemeinschaftlich anerkannten nicht harmonisierten, technischen Spezifikation (Norm oder technische Zulassung) übereinstimmt.
3. Es gibt keine harmonisierte, europäische Norm aber die Möglichkeit einer **Europäischen- Technischen-Zulassung**:

Für die Erlangung einer ETZ gibt es zwei Möglichkeiten:

- A. Es gibt eine **Leitlinie über die Europäische-Technische-Zulassung (ETAG)**: Die Brauchbarkeit liegt vor, wenn das Bauprodukt dieser Leitlinie entspricht.
- B. Es gibt keine Leitlinie aber eine **einvernehmliche Stellungnahme der Zulassungsstellen** für die Bewertung des Produkts: Die Brauchbarkeit liegt vor, wenn eine Europäische-Technische-Zulassung im Rahmen einer **einvernehmlichen Stellungnahme der Zulassungsstellen** bestätigt wird.

Harmonisierte Normen

Der Begriff "Harmonisierte Normen" spielt in den EU-Richtlinien eine wichtige Rolle. Es werden darunter harmonisierte, europäische, technische Spezifikationen verstanden, die von einer der europäischen Normenorganisationen (z. B. CEN oder CENELEC) aufgrund eines von der Kommission erteilten Auftrages erarbeitet werden. Dabei sind unter anderem die Bestimmungen der jeweiligen Produktrichtlinien (in unserem Fall der Bauproduktenrichtlinie) zu beachten. Im Unterschied zu freiwilligen Normen (EN) müssen sich die Normenorganisationen (CEN/CENELEC) bei harmonisierten europäischen Normen (hEN) einem streng festgeschriebenen Prozedere unterwerfen und einen genau definierten Auftrag der Kommission erfüllen.

Diese harmonisierten Normen sind zwar keine verbindlichen Rechtsgrundlagen (d. h. sie müssen nicht zwingend erfüllt werden), haben aber rechtliche Konsequenzen: Produkte, für die mittels eines Konformitätsnachweisverfahrens die Erfüllung dieser harmonisierten Normen festgestellt worden ist, können das CE-Zeichen tragen und dürfen hinsichtlich des Inverkehrbringens und der Verwendung nicht behindert werden. Entgegenstehende nationale Rechtsvorschriften müssten entsprechend abgeändert werden. Es gibt derzeit für den Wärmedämmstoff aus Stroh bzw. für mit Stroh gedämmte Fertigteile keine harmonisierte Norm. Für das Projekt Stroh Kompakt erscheint uns eine Anlehnung an folgende europäische Normen interessant:

- pr EN 13170 Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Kork(ICB) - Spezifikationen
- pr EN 13171 Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzfasern (WF) - Spezifikation
- pr EN Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation

⇒ *Zulassung (ETZ)*

Das OIB (Österreichisches Institut für Bautechnik) ist notifizierte Zulassungsstelle für die Erteilung Europäischer-Technischer-Zulassungen (ETZ) in Österreich und gleichzeitig Mitglied der Europäischen Organisation für Technische Zulassungen (EOTA).

Die Voraussetzungen für die Erteilung Europäischer-Technischer-Zulassungen sind in der Bauproduktenrichtlinie festgelegt. Europäische-Technische-Zulassungen werden nach Art. 11 der Bauproduktenrichtlinie auf Basis **von bestehenden Leitlinien (ETAG)** oder, sofern Leitlinien nicht oder noch nicht vorliegen, nach Art. 9.2 der Bauproduktenrichtlinie auf Basis einer **einvernehmlichen Stellungnahme der Zulassungsstellen** (CUAP- Common Understanding of Assessment Procedure) erteilt.

Europäische-Technische-Zulassung (ETZ) mittels ETAG

Europäische Leitlinien (ETAG) für Stroh als Dämmstoff bzw. für die mit Stroh gedämmten Bauteile liegen derzeit nicht vor. Die Leitlinie ETAG 004 (Außenliegende Wärmeverbundsysteme oder Bausätze mit Putz) ist hier jedoch zu erwähnen. Diese Leitlinie gilt für Wärmedämm-Verbundsysteme mit Putz zur Verwendung als außenseitige Wärmedämmung von Gebäudewänden und ist daher für unser Projekt nur bedingt geeignet.

Weiters wird es 2004 eine ETAG „Holzrahmenbauweise“ geben, dann wird für die Bauteile, die im Projekt entwickelt werden die ETZ möglich und damit voraussichtlich verpflichtend.

Europäische-Technische-Zulassung (ETZ) mittels einvernehmlicher Stellungnahme der Zulassungsstellen

Produkte, die wie in unserem Fall, von keiner Europäischen Richtlinie behandelt werden, können eine ETZ unter Berücksichtigung einschlägiger wesentlicher Anforderungen und der Grundlagendokumente erlangen, wenn sich die Bewertung des Produkts auf einvernehmliche Stellungnahme der Zulassungsstellen (Common Understanding of Assessment Procedure (CUAP)) stützt. Von der Europäischen Organisation für Technische Zulassungen (EOTA) wurden „product areas“ festgelegt, für die einvernehmliche Stellungnahmen der Zulassungsstellen möglich sind, darunter die Produktgruppe „construction products made of vegetable fibres for acoustic and thermal insulation“.

Da es für Strohdämmung und Wände weder eine harmonisierte Norm noch eine ETAG gibt, kommt nur der Weg über eine einvernehmliche Stellungnahme der Zulassungsstellen gemäß CUAP „In-situ formed loose fill thermal insulation material and/or acoustic insulation material made of vegetable or animal“ für die hier untersuchten Dämmstoffe und Bauteile in Frage.

Zulassungsverfahren

Das Zulassungsverfahren besteht aus einem Antrag auf Erteilung der Europäischen-Technischen- Zulassung (ETZ) im Inland. Es ist ein formloser Antrag an das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB), Schenkenstraße 4, A-1010 Wien, zu richten. Produktbeschreibung, Prüfberichte, Schemazeichnungen sowie Angaben über nationale Zulassungen und den Verwendungszweck sind beizulegen. Das OIB prüft den Antrag, klärt mit der Europäischen Organisation für technische Zulassungen (EOTA) ab, ob die Erteilung der ETZ - aufgrund einer Leitlinie oder als Einzelzulassung gem. Art. 9.2 BPR - möglich ist und informiert über die weiteren Verfahrensschritte. Informationen über die voraussichtliche Zeitdauer des Verfahrens werden dem Antragsteller mitgeteilt, sobald seitens der Europäischen Kommission eine Entscheidung darüber getroffen worden ist, ob und auf welchem Weg eine Europäische-Technische-Zulassung erteilt werden kann.

⇒ CE-Kennzeichnung

Die oben beschriebene „Brauchbarkeit“ dient im Wesentlichen als Basis für die CE-Kennzeichnung. Für Produkte, die der Europäischen-Technischen-Zulassung entsprechen, wird die Konformität mit dem selben entsprechend dem von der Europäischen Kommission festgelegten Konformitätsbescheinigungsverfahren bescheinigt. Diese Produkte werden mit dem EG-Konformitätszeichen gekennzeichnet. Das EG-Konformitätszeichen besteht aus dem CE-Symbol samt den zusätzlichen Angaben entsprechend Anhang III der Bauproduktenrichtlinie und der jeweils geltenden Fassung des Guidance Paper D "CE-Marking under the Construction Products Directive".

Für Bauprodukte, die CE-gekennzeichnet sind, müssen die Mitgliedsstaaten gem. Art. 4 Abs. 2 der Bauproduktenrichtlinie davon ausgehen, dass diese Bauprodukte brauchbar sind, und dürfen gem. Art. 6 Abs. 1 deren Inverkehrbringen und Verwendung nicht behindern. Es obliegt jedoch dem jeweiligen Mitgliedsstaat und den jeweils zuständigen Baubehörden zu beurteilen, für welchen Verwendungszweck das jeweilige Produkt im Einzelfall verwendbar ist. Diese Beurteilung erfolgt auf der Grundlage der in den nationalen Rechtsvorschriften (Baustoffliste, ÖTZ, Bauordnungen, Verordnungen) festgelegten Leistungsanforderungen und Verwendungsbestimmungen, bzw. auf der Grundlage der auf nationaler Ebene verbindlich festgelegten Mindest- oder Höchstwerte von in der ETZ ausgewiesenen Produktkennwerten.

UMSETZUNG DER BAUPRODUKTENRICHTLINIE IN ÖSTERREICH

⇒ *15-A-B-VG Vereinbarungen*

15-A-B-VG Vereinbarungen über die Zusammenarbeit im Bauwesen

In Österreich haben die Bundesländer bereits 1993 die Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG durch die „Vereinbarung gemäß Artikel 15 a B-VG über die Zusammenarbeit im Bauwesen“ umgesetzt. Das Zulassungswesen, das bisher in den einzelnen Ländern ohne verpflichtende Abstimmung geregelt wurde, wurde neu geordnet. Um eine Mehrgleisigkeit innerhalb Österreichs zu verhindern, wurde für den Wirkungsbereich der Länder das **Instrument der Österreichischen-Technischen-Zulassung** in der Vereinbarung verankert.

15-A-B-VG Regelung der Verwendbarkeit von Bauprodukten

Die von den Bundesländern abgeschlossene Vereinbarung über die Regelung der Verwendbarkeit von Bauprodukten unterscheidet zwischen Bauprodukten für die bereits europäisch technische Spezifikationen vorliegen und solche für die dies noch nicht der Fall ist. Für Erstere ist somit das CE-Zeichen, das im gesamten Binnenmarkt anerkannt wird möglich, wohingegen für letztere weiterhin auf österreichische Regelwerke, insbesondere auf die Baustoffliste des OIB, zurückgegriffen wird. Für die durch Österreichische Regelwerke erfassten Produkte wird in Vereinbarung zur Verwendbarkeit von Bauprodukten das Verbindliche ÜA- Kennzeichen eingeführt.

⇒ *Baustofflisten*

Baustoffliste ÖA

Die **Baustoffliste ÖA** legt für Bauprodukte, die noch nicht der CE- Kennzeichnung unterliegen, den in Österreich erforderlichen Nachweis der Verwendbarkeit fest. Bauprodukte, die den Verwendbarkeitsbestimmungen der Baustoffliste ÖA entsprechen, werden mit dem **ÜA-Zeichen** gekennzeichnet. Damit wird für die in der Baustoffliste ÖA enthaltenen Produkte unter Berücksichtigung einer entsprechenden Übergangsfrist die Anbringung des Einbauzeichens ÜA verbindlich.

Baustoffliste ÖE

Produkte, deren Brauchbarkeit bereits mittels CE-Kennzeichen nachgewiesen ist, sind nur noch hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit mittels Baustoffliste ÖE zu beurteilen. In der Baustoffliste ÖE werden Leistungsanforderungen oder zu erfüllende Klassen- und Leistungsstufen für bestimmte Verwendungszwecke festgelegt, die aus den in den Landesbauordnungen enthaltenen Bestimmungen hervorgehen. Die Umsetzung der Baustofflisten ÖA bzw. ÖE erfolgt in Landesgesetzen der Bundesländer (Bautechnikgesetz; Bauordnungen, Bauprodukten- und Akkreditierungsgesetze usw.). Die Verwendbarkeit eines Bauprodukts ist gegeben, wenn es entsprechend den gesetzl. Anforderungen zumindest eine Verwendungsmöglichkeit im Geltungsbereich dieses Landesgesetzes gibt.

Stroh als Dämmstoff ist derzeit weder in der Baustoffliste ÖA noch in der Baustoffliste ÖE enthalten. Ab 2004 ist eine ÜA-Kennzeichnung von vorgefertigten Wand- und Deckenaufbauten erforderlich. Eine Anfrage beim OIB diesbezüglich bestätigt, dass die Projekt-Bauteile (Wand und Dach) unter die erweiterte Baustoffliste fallen und damit die ÜA-Kennzeichnung für die Bauteile verpflichtend sein wird.

⇒ *Österreichische-Technische-Zulassung (ÖTZ)*

Liegen für ein Bauprodukt, das wesentliche Anforderungen zu erfüllen hat, weder harmonisierte europäische Normen noch gemeinschaftlich anerkannte nationale Normen, noch Europäische-Technische-Zulassungen vor und ist das Produkte nicht auf der Baustoffliste ÖA enthalten, so kann eine Österreichische-Technische-Zulassung (ÖTZ) beantragt werden.

Inhalt und Geltungsbereich

Die ÖTZ besteht aus zwei Teilen, wobei der erste Teil (= Brauchbarkeitsnachweis) die technische Produktbeschreibung inklusive der Leistungsmerkmale und der Prüfbestimmungen enthält und der zweite Teil die Verwendungsbestimmungen für jenes Bundesland festlegt, in dem die Zulassung beantragt wurde.

Der erste Teil (Brauchbarkeitsnachweis) behandelt die technischen Aspekte, wie Produktbeschreibung, Prüfanforderungen und zu erfüllende Leistungsmerkmale. Das bedeutet, dass in diesem Teil die Anforderungen an die zu verwendeten Baustoffe (Ausgangsstoffe) und an das Gesamtsystem „Bauprodukt“, sowie die Güterüberwachung festgelegt werden. Für den ersten Teil ist von der Zulassungsstelle eine Stellungnahme des Österreichischen Institutes für Bautechnik (OIB) einzuholen. Diese erfolgt verallgemeinert als „Richtlinie des OIB“ für bestimmte Produktgruppen oder in Form einer Einzelstellungnahme.

⇒ *Folgende Richtlinien des OIB sind für unser Projekt für die Entwicklung eines Prüfprogramms Orientierungshilfe:*

- Brennbare Dämmstoffe für den Wärme- und/oder Schallschutz
- Richtlinie Wand und Deckenaufbauten mit hölzerner bzw. massiver Tragkonstruktion

Der zweite Teil der ÖTZ berücksichtigt die unterschiedlichen gesetzlichen Bestimmungen (Bauordnungen der Länder) bezüglich der Verwendbarkeit des Produktes. Die Österreichische-Technische-Zulassung gilt in dem Bundesland, in welchem sie erteilt wurde. Der erste Teil der ÖTZ wird jedoch von den Bundesländern gegenseitig anerkannt: Wird in einem anderen Bundesland ein Antrag auf Erteilung einer Österreichischen-Technischen-Zulassung für denselben Gegenstand gestellt, so wird bei der Erteilung einer solchen der erste Teil der bestehenden ÖTZ nach Maßgabe der jeweiligen landesrechtlichen Vorschriften anerkannt.

Erfordernis der Österreichischen-Technischen-Zulassung:

Derzeit werden ÖTZ nach Maßgabe der landesgesetzlichen Regelungen von den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg und Steiermark erteilt. Für bestimmte Bauprodukte ist in Oberösterreich (O.Ö. Baustoff-Zulassungsverordnung, LGBl. Nr. 97/1995) und Salzburg (Bauprodukten-Zulassungsverordnung, LGBl. Nr.41/1997) eine ÖTZ verbindlich vorgeschrieben.

Zulassungsverfahren

Der Antrag auf Erteilung der Österreichischen-Technischen-Zulassung wird an eine Zulassungsstelle gerichtet. Produktbeschreibung, Prüfberichte, Schemazeichnungen sowie Angaben über den Verwendungszweck sind beizulegen. Die Zulassungsstelle prüft den Antrag und informiert über die weiteren Verfahrensschritte.

Dauer des Zulassungsverfahrens

Informationen über die voraussichtliche Zeitdauer des Verfahrens werden dem Antragsteller durch die Zulassungsstelle mitgeteilt. Betrifft die ÖTZ eine Produktgruppe, für die bereits eine OIB-Richtlinie besteht, ist mit einer raschen Abwicklung des Verfahrens zu rechnen.

ANHANG D - ANFRAGE AN DAS TECHNICAL BOARD DER EOTA

Es wurden erste Schritte zur Abklärung der Rahmenbedingungen für eine Bauteilzulassung auf EU-Ebene unternommen:

Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten für die Zulassung der im Projekt untersuchten Bauteile. Laut Richtlinie Holzrahmenbauweise ist auf europäischer Ebene nur ein ganzes Bausystem (Wand, Decken, Anschlüsse, Dach etc.) zertifizierbar, es müsste daher entweder:

1. eine Ausnahme bei der Richtlinie Holzrahmenbauweise erwirkt werden und nur eine Komponente des Bausystems (z.B. die Wand) zugelassen werden oder
2. die von uns zur Zulassung angestrebte Wand um bereits zugelassene Bauteile ergänzt und als gesamtes Bausystem zugelassen werden.

Um die relevanten Rahmenbedingungen noch in diesem Projekt abzuklären, wurde im Juni 2002 ein ETZ/ETA-Request an den Technical Board der EOTA gestellt und einige Anfragen seitens des Technical Board dazu beantwortet. Eine Klärung des Sachverhalts kann jedoch nicht in diesem Projekt erfolgen, da für eine weitere Vorgehensweise Kosten seitens des OIB anfallen, die nicht im Rahmen dieses Projektes gedeckt werden können. Für einen breiten Einsatz der mit Stroh gedämmten Bauteile wäre eine Zulassung und Zertifizierung der Bauteile von wesentlicher Bedeutung. Es wird daher bei der nächsten Ausschreibung des Programms Fabrik der Zukunft ein Folgeprojekt beantragt, das die Fortführung der Bauteilzertifizierung zum Inhalt haben wird.

EOTA-Request

AREA NR	: 02.04/05
ETA REQUEST NR:	
Date	: 2002

ETA REQUEST

ENQUIRY TO THE COMMISSION AND STANDING COMMITTEE FOR CONSTRUCTION (89/106/EEC) REFERENCE CPD ARTICLE 8 CLAUSES 2 AND 3.

A. PRODUCT COVERED BY THE ENQUIRY

An application has been made for an ETA (European Technical Approval) by a manufacturer for the following Product covered by this enquiry :

A.1 TITLE of the product / system

Prefabricated Timber Frame wall with straw bale thermal insulation

A.2 FULL PRODUCT DESCRIPTION¹

The wall is composed of solid wood studs filled with small scale straw bales, the in- and outside are boarded. Load-bearing is achieved by the 4 x 35 cm solid wood stays. The thermal insulation consists of 35 cm x 80 cm x 45 cm untreated highly compressed straw bales, fixed between the wooden stays by hand. On the inner side of the prefabricated wall-element a 15 mm airtight cellulose fibre-plaster-board and a vapour-resistant sheet are fixed. Outside the wall is planked with a 22 mm airtight softboard and following a 5 cm ventilation gap the diffusion-open frontage (i.e.: formwork or plastered wood-fibre-concrete board) is placed (see Fig. A.4).

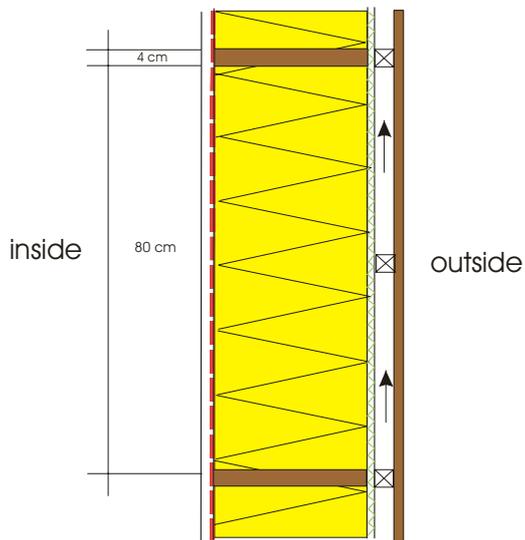
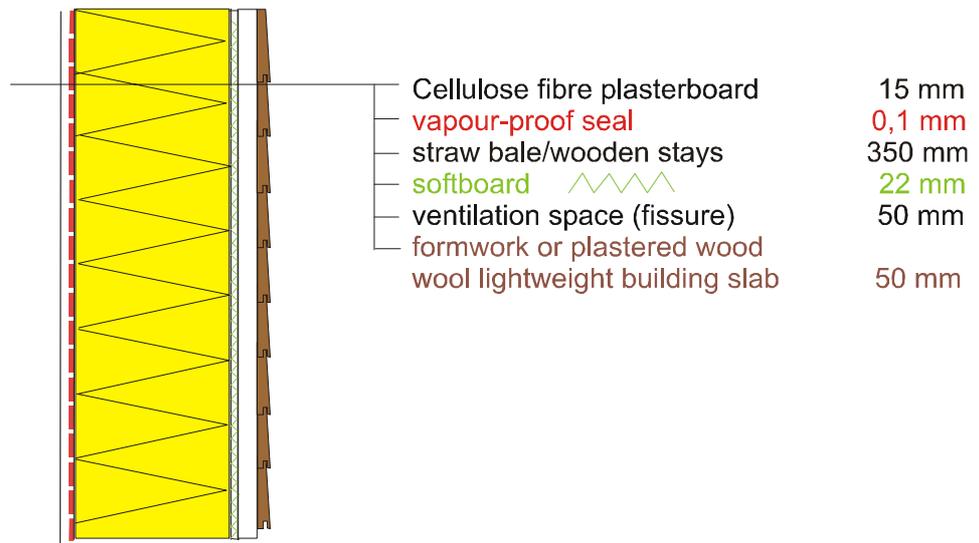
A.3 INTENDED USE OF PRODUCT¹

External prefabricated walls, insulated, intended to be used in maximum three-storey high buildings.

¹ - description of product and its intended use, possibly drawings/sketches in a neutral form, written with the manufacturer in order to avoid disclosing confidential information
 - drawings/sketches with, at least, English text
 - where relevant state significant deviation from harmonised standard or recognised national standard (specify deviation in B3) or from CEN draft under preparation (specify deviation in B2)

A.4. SKETCH / DRAWINGS FOR THE PRODUCT AND ITS INTENDED USE (if applicable)

Wall element containing straw insulation



B. INFORMATION SUPPORTING THE REQUEST**B.1.EOTA'S OPINION ON IMPORTANCE OF THE PART PLAYED BY THE PRODUCT WITH RESPECT TO THE ESSENTIAL REQUIREMENTS**

	Essential requirements	Relevant	Not relevant
ER 1	Mechanical resistance and stability	x	
ER 2	Safety in case of fire	x	
ER 3	Hygiene, health and the environment	x	
ER 4	Safety in use	x	
ER 5	Protection against noise	x	
ER 6	Energy economy and heat retention	x	

COMMENTS:

STANDARDS FILE

B.2. CEN INVOLVEMENT IN PRODUCT STANDARDS, TEST STANDARDS AND RELATED APPLICATION/EXECUTION/DESIGN STANDARDS :

Ref. CEN TC/SC/WG	Work Item	Stage of Work - target dates - standards published		Mandates		EOTA Remarks
		prEN	EN	CPD ART.7.1	Other Dir.	

If CEN involvement in the preparation of a relevant product standard, indicate how this product or its intended use deviates :

According to ETAG 007 the minimum content of a kit is stated in clause 2.1 of the ETAG. The ETA-request introduced comprises external walls only. It is envisaged to issue an ETA for the component “external walls” on basis of ETAG 007.

According to ETAG 007, chapter 5, the assessment of the insulation material straw (performed by means of bales of straw to be incorporated in the walls) will be carried out on basis of an ETA for this product according to art. 9.2 CPD (EOTA area no 12.01/x).

B.3. IF THERE IS A HARMONISED EUROPEAN STANDARD OR A RECOGNISED NATIONAL STANDARD (Art.8.2b of the CPD) WHICH RELATES TO THIS PRODUCT GROUP, SPECIFY STANDARD AND HOW THE PRODUCT AND/OR ITS INTENDED USE DEVIATES:

B.4. NATIONAL PRODUCT STANDARDS AVAILABLE FOR THE SAME INTENDED USE OF THE PRODUCT² :

Country	Title	Scope	Date

² Covering the relevant Essential Requirements; Note: Indications in B2 and B4 are demonstrative and might therefore to be completed.

C. EOTA proposal for an ETAG

C.1 Title of ETAG :

C.2 Scope of ETAG :

- description of product family to be covered :

- intended use of products to be covered :

C.3.ADDITIONAL PRODUCT INFORMATION¹

Member State	Barriers to trade Nat. Regulations rel. to ERs	Product available	Nat. Techn. Appr.	Approval confirmed from/to: (countries)	Nat. Prod. Standard (B4)	No of requests for ETAs
A	Building regulations	y ³	-	-	-	1
B						
D						
DK						
E						
F						
FIN						
GR						
I						
IRL						
L						
NL						
P						
S						
UK						
N						
IS						

It is envisaged to form a complete tested building kit in a range of several years. The first step in this approach is to put on the market single external wall elements. This is done to make best use of the existing project research funding and ad further researching steps due to follow up project funding.

Therefore the permission of single elements is a precondition for the success of the project.

³ under preparation

C.4. INTERNATIONAL AND EUROPEAN DOCUMENTS AVAILABLE AS BASIS FOR THE ETAG
(example : UEAtc Directives, Testing standards)

* In principle, the Approval Body introducing the request to the TB, fills in at least the line for its own country. Completing and/or correcting the lines for the other countries is the responsibility of the relevant EOTA Approval Bodies of these countries.