

Jahresbericht 2001

Einblasdämmstoff aus Faserhanf und Grasfasern

Autor und Koautoren	J.-L. Hersener, A. Keller
beauftragte Institution	Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT)
Adresse	c/o ingenieurbüro HERSENER, Untere Frohbergstrasse 1, 8542 Wiesendangen
Telefon, E-mail, Internetadresse	0 52 338 25 25, hersener@agrenum.ch
BFE Vertrags-Nummer	74'786
Dauer des Projekts (von – bis)	November 1999 – März 2002

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Projektes ist die Entwicklung und technische Erprobung von Einblasdämmstoffen aus Hanf und Gras. Der Dämmstoff soll physikalisch und anwendungstechnisch marktgängigen Einblasdämmstoffen ebenbürtig und auch bezüglich Wirtschaftlichkeit bzw. Ökologie vermarktbar sein. Anhand von Grosskistenversuchen und dem Einblasen der entwickelten Dämmstoffe in eine segmentierte Wandkonstruktion, die einen Direktvergleich zulässt, wurde die Praxistauglichkeit für 2B Gratec (Grasfasern) und die Mischung Isofloc-Hanf nachgewiesen. Für die reinen Hanfdämmstoffe besteht aufgrund ihrer Neigung zu Brückenbildungen beim Einblasen noch Entwicklungsbedarf. Als Referenz diente in den Versuchen der bewährte Dämmstoff Isofloc auf Basis von Cellulosefasern. Weiter integriert wurde Isofloc Saveware®, welches mit einem neuentwickelten Bor-freien Brandschutzmittel ausgerüstet ist und sich in den durchgeführten Versuchen in gleicher Weise als praxistauglich erwies. Zur Sicherstellung einer möglichen Bauzulassung wurden Pilz- und Brandschutzversuche an der EMPA SG durchgeführt und die Dämmstoffausrüstungen weiterentwickelt. Fünf Pilotobjekte konnten bereits mit 2B Gratec isoliert werden. Für die Mischung Hanf-Isofloc wird noch ein Pilotobjekt gesucht. Abschliessend werden bis März 2002 thermographische Aufnahmen der Pilotobjekte durchgeführt und die untersuchten Dämmstoffe bezüglich Ökonomie und Ökologie beurteilt.

1. Einleitung

Aus landwirtschaftlicher Sicht stellt sowohl der Hanfanbau wie auch die Nutzung von Grünland für nachwachsende Rohstoffe eine valable Alternative dar. Die ökologische Bewertung nachwachsender Rohstoffe wird entscheidend durch die Intensität der landwirtschaftlichen Produktion bestimmt. Sowohl Gras als auch Hanf lassen sich biologisch oder nach IP anbauen und können daher dem Anspruch einer ökologischen Produktion gerecht werden. Der Erfolg nachwachsender Rohstoffe hängt jedoch nicht nur von den landwirtschaftlichen oder ökologischen Eigenschaften ab. Die Wirtschaftlichkeit und die technischen Möglichkeiten ein marktfähiges Produkt daraus zu entwickeln, sind ebenso entscheidend. Sowohl aus Gras wie auch aus Hanf lassen sich Fasern herstellen, die im Dämmstoffbereich eingesetzt werden können. Die Anforderungen an die Faserqualität sind im Vergleich zum textilen Einsatz oder für hochfeste Verbundwerkstoffe niedriger. Vom Volumen her bietet der Dämmstoffmarkt auch für Fasern aus nachwachsenden Rohstoffen einen interessanten Markt. Abzuklären bleibt, inwieweit die untersuchten, biogenen Faserdämmstoffe der Sensibilisierung des Marktes nach ökologischen Alternativprodukten gerecht werden.

Um die Möglichkeiten von Hanf- bzw. Grasfasern für den Dämmstoffeinsatz abzuklären, wird das Projekt interdisziplinär bearbeitet. Dabei werden Gras- bzw. Hanffasern mit zugehöriger Pilz- und Brandschutzausrüstung zu Einblaszwecken entwickelt und sowohl im Labor als auch in Pilotobjekten getestet. Die Testresultate fließen in das Vermarktungskonzept der beteiligten, auf dem Markt präsenten Firmen ein.

2. Projektziele 2001

Bis Ende 2001 sollen untenstehende Teilziele erreicht sein.

Pilz- und Brandschutz

Eine toxikologisch unbedenkliche Pilz- und Brandschutzausrüstung inkl. Applikationstechnik für die neuartigen Einblasdämmstoffe ist entwickelt und geprüft.

Einblasverhalten

Das Einblasverhalten unter praxisvergleichbaren Bedingungen ist bzgl. der Setzeigenschaften, Entmischungen und der Rückstellfähigkeit bekannt.

Mischungsverhältnis

Die technisch sinnvollsten Mischungsverhältnisse für Dämmstoffe aus Naturfaser-Altpapiermischungen sind festgelegt.

Pilotobjekt

Evaluation eines oder mehrerer Pilotobjekte, an welchen verschiedene Dämmstoffe unter realen Bedingungen verglichen werden. Einblasen ausgewählter Versuchsdämmstoffe.

3. Geleistete Arbeiten und Resultate

Brandschutz

Bei den im Projekt entwickelten Dämmstofffasern wurde das Brandverhalten nach einem Verfahren der EMPA SG untersucht. Es wurden zwei verschiedene Flammfestausrüstungen appliziert. Auf die Grasfasern (2B Gratec) wurden Borsalze im Nassverfahren aufgebracht. Der Brandschutz der Hanffasern bestand ebenfalls aus Borsalzen, im Trockenverfahren aufgebracht. Die Altpapierdämmstoffe wurden mit dem neu entwickelten Brand- und Pilzschutzmittel Saveware® behandelt. Alle Proben erreichten damit einen Brennbarkeitsgrad, welcher der Brandkennziffer 4/5 entsprechen würde (schwer brennbar). Mischungen verschiedener Dämmstoffe wurden jeweils erst nach der Brand- und Pilzschutzausrüstung der Einzelkomponenten hergestellt.

Pilzschutz

Die Dämmstoffproben wurde mit einer Pilzsporensuspension bestehend aus 8 verschiedenen Pilzen beimpft und während 6 Wochen inkubiert. Der Pilzbewuchs der Proben wurde nach ISO 846 bonitiert. Sämtliche geprüften Materialien zeigten bei diesem bewusst hart angelegten Test eine schlechte Pilzresistenz, selbst die ISOFLOC-Referenz schnitt nur wenig besser ab. Nur bei Hanfdämmstoffen mit wenig Schäben (unbehandelt) zeigte sich eine natürlich vorhandene Pilzresistenz. Die mit Saveware® behandelten Proben zeigten schlechte Pilzresistenz, da sich das Pilzbehandlungsmittel während der Applikation zusammen mit dem Brandschutzmittel zersetzte. Aufgrund dieser Resultate wurde die Saveware-Applikation angepasst. Die Wiederholung der Versuche attestierte dann den mit Saveware® ausgerüsteten Einblasdämmstoffen eine gute Pilzresistenz.

Einblasverhalten

Es wurden Einblasversuchen in Grosskistenelemente, die die Verhältnisse realer Bauwerke simulieren, durchgeführt. Diese dienen auch der dämmstoffspezifischen Maschineneinstellungen, die zu einer homogenen Verteilung des Dämmstoffes führen. Es wurde eine Verdichtung angestrebt, die ein gutes Setzungsverhalten erwarten lässt.



Abbildung 1: Grosskistenelement (stehend) zur Prüfung des Einblasverhaltens

UNTERSUCHT WURDEN DÄMMSTOFFE AUS AUFGESCHLOSSENEN GRASFASERN (2B GRATEC), AUS HANFFASERN UND MISCHUNGEN DIESER FASERN MIT DEM BEWÄHRTEN CELLULOSEDÄMMSTOFF ISOFLOC. UNTENSTEHENDE TABELLE ZEIGT DIE ERGEBNISSE.

Tabelle 1: Maschineneinstellungen und Fülleigenschaften (Ventilscheiben=Regulierung für Überdruckventil)

Maschine SHS 2.2		Ventilscheiben				Verdichtung					Rückfeder- verhalten
Nr.	Dämmstoff	gold	silber	schwarz	Schieber	Füllichte [kg/m ³]	unten	mitte	oben	Ecken- befüllung oben	
1	Isofloc	1	-	-	7	72.3	gut	gut	gut	gut	gut
2	Isofloc/2B Gratec	1	-	-	7	52.9	lose	lose-gut	lose	schlecht	gut
3	Isofloc/2B Gratec	1	1		5.5	66.52	lose-gut	gut	gut	gut	gut
4	2B Gratec	1	1		5.5	55.04	lose	gut	lose		gut
5	2B Gratec	1	1	2	4.5	60.3	lose-gut	gut	gut	gut	gut
6	Isofloc/Hanf	1	-	-	7	69.5	lose-gut	gut	gut	gut	gut
7	Hanf					84.5	lose-gut	gut	gut	gut	schlecht

Die grau hinterlegten Versuche ergaben befriedigende Resultate. Diese Maschineneinstellungen werden für das Einblasen in den Pilotobjekten Verwendung finden. Die teilweise leicht lose Füllung des untersten Kistenbereiches ist nicht kritisch und dürfte in der Praxis weniger auftreten, da übliche Wandkonstruktionen weniger luftdicht sind als das Versuchselement. Die Versuche mit reinem Hanfdämmstoff ergaben ein gutes Füllbild aber sie zeigten praktisch kein Rückfederverhalten nach Eindrücken der Hand. Daher wurde für die Pilotobjekte eine Hanffaserfraktion mit längeren Fasern und ebenfalls geringem Schäbengehalt hergestellt.

Mischungsverhältnis

Da reine 2B Gratec-Fasern ein gutes Einblas- und Rückstellverhalten aufweisen und diese Fasern über andere Kanäle als Isofloc vermarktet werden sollen, wurde von einer weiteren Untersuchung der Mischung 2B Gratec/Isofloc abgesehen.

Das Mischverhältnis von Isofloc/Hanf wurde mittels Rütteltestests, der Aufschluss über das Setzverhalten gibt, festgelegt (→50 Gew. % Hanf, 50 Gew. % Isofloc).

Pilotobjekt

Als geeignetes Demonstrationsobjekt, das mit den neuen Dämmstoffen isoliert werden konnte, bot sich die Westwand der Prüfhalle II der FAT an. Diese Wand bietet für das Projekt viele Vorteile:

- Die Konstruktion für die Einblashohlräume bestand bereits. Es musste lediglich die äussere Eternitabdeckung vorübergehend abgenommen und darunter nach Entfernung der heutigen Steinwolleddämmung Abdeckplatten montiert werden.

- Die Wand ist durch die senkrechten Holzträger bereits in Segmente unterteilt, in welche die fünf verschiedenen Dämmstoffe eingeblasen werden können.
- Die Halle ist mit den Heizlüftern gleichmässig heizbar, was für die thermographischen Messungen wichtig ist.
- Die thermographischen Messungen können an ein und derselben Wand unter maximal vergleichbaren Bedingungen durchgeführt werden.
- Der Standort FAT ist neutral und bringt keinem der Industriepartner Nachteile.
- In jedes Segment konnte eine senkrecht verlaufende, schmale Glasplatte in die Innenabdeckung eingelassen werden. Damit kann langfristig das Setzungsverhalten, die Pilz-, Insekten- und Nagetierresistenz verfolgt werden. Ausserdem entsteht an der FAT ein attraktives, bestens untersuchtes und dokumentiertes Demonstrationsobjekt, mit welchem Besuchern die Resultate angewandter Forschung näher gebracht werden können.

Untenstehendes Bild zeigt eines der fünf Segmente des einzublasenden Demonstrationsobjektes vor Montage der Abdeckplatten. Aufnahme von aussen, nach Entfernung der Eternitabdeckung und der Glaswolleddämmung. Das Sichtfenster (Fensterglas), welches später den eingeblasenen Dämmstoff vom Halleninnern her sichtbar macht, ist bereits eingelassen.

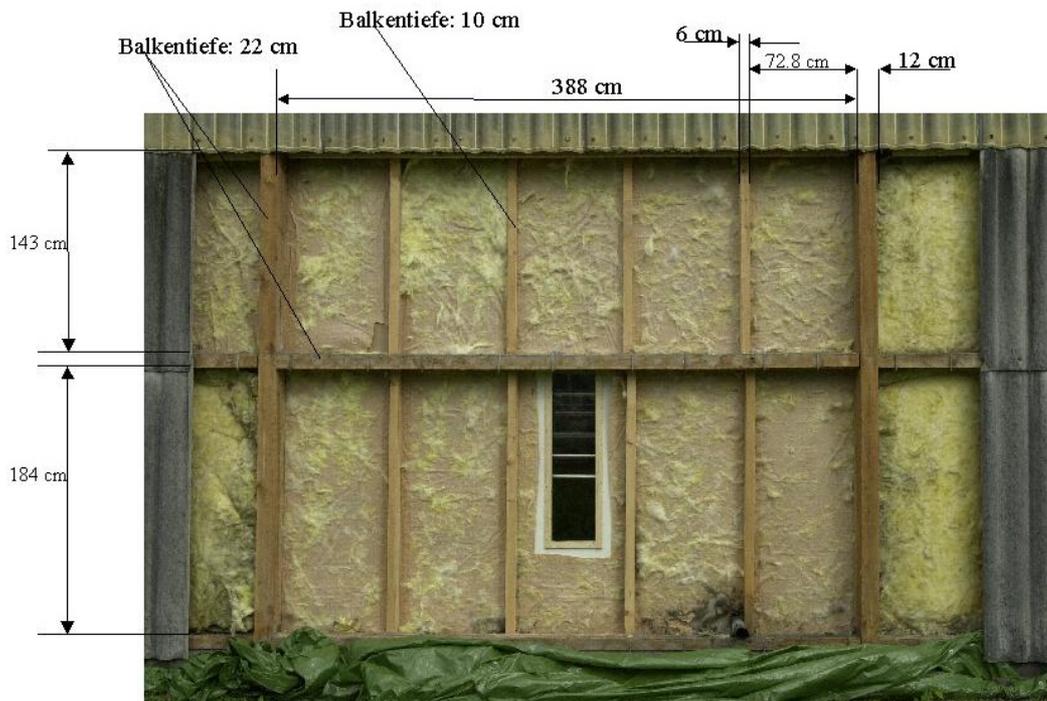


Abbildung 2: Aufbau eines der fünf eingeblasenen Wandsegmente, fotografiert von der Hallenaussenseite, ohne Deckplatten, mit eingelassenem Fenster zur späteren Beurteilung der Dämmstoffe von der Halleninnenseite her.

Es wurden fünf Wandsegmente mit den Dämmstoffen Isofloc Standard, Isofloc/Hanf, Hanf, 2B Gratec und eine Isofloc-Variante mit neuartiger Pilz- und Brandschutzausrüstung (Saveware) eingeblasen. Ein Wandsegment besteht bei der vorliegenden Hallenwand-Konstruktion aus einer vollständig getrennten oberen und unteren Kammer. Diese Kammern sind jeweils durch 4 senkrechte nicht durch die gesamte Hohlraumtiefe gehende Stege unterteilt, wodurch 5 miteinander

verbundene Kammern entstehen. Jede Kammer wurde einzeln durch ein oben mittig angebrachtes Loch eingblasen, wobei die benachbarten Kammern jeweils vorgeschlaucht wurden. Der totale Zeitbedarf (Maschinenbetriebsdauer ohne Rüstzeiten, Maschine SHS 2.2) unterscheidet sich für die, durch die Isofloc AG eingeblasenen Materialien kaum - trotz unterschiedlicher Maschineneinstellungen. Die Einblaszeiten und Maschineneinstellungen für die 2B Gratecfasern konnten nicht vergleichbar erhoben werden. Die Bestimmung der eingeblasenen Dämmstoffmengen erfolgte über Rückwägen des nicht verbrauchten Materials. Die Einblasdichte wurde über das geometrisch ermittelte Segmentvolumen (2.41 m^3) berechnet.

Tabelle 2: Einblasdichten in der Demonstrationswand

Dämmstoff	Einblasdichte [kg/m^3]
Isofloc	67
Isofloc/Hanf	73
Hanf	85
Isofloc Saveware	58
2B Gratec	51



Die auf der Halleninnenseite eingelassenen Fenster erlauben die Sichtkontrolle und die Demonstration der eingeblasenen Materialien (**ABBILDUNG 3**). Der reine Hanfdämmstoff entwickelte in der Beschickungseinheit der Einblasmaschine starke Staubemissionen, die bei den anderen Dämmstoffen nicht auftraten. Ausserdem müssen bei Hanf die in der Verpackung stark zusammengepressten Fasern vor dem Beschicken manuell aufgelockert werden, was eine maschinelle Beschickung mit den vorhandenen Anlagen unvermöglich. Weiter neigt der reine Hanfdämmstoff zu Brückenbildung beim Einblasen, was ein manuelles Nachverdichten erfordert, wie im oberen Teil der Abbildung ersichtlich. Die Mischung Hanf-Isofloc liess sich problemlos verarbeiten, zeigte aber eine leichte, tolerierbare Neigung zur Brückenbildung. Die Verarbeitung der Dämmstoffe Isofloc Saveware und 2B Gratec war problemlos.

Abbildung 3: Sichtfenster der Halleninnenseite für den Hanfdämmstoff (Die bauseits angebrachten, waagrecht verlaufenden Installationen hängen nicht mit dem Versuch zusammen).

4. Nationale und internationale Zusammenarbeit

Folgende Institutionen sind am Projekt beteiligt:

- Läderach agro AG, Henggart
- 2B AG, Dübendorf
- isofloc AG, St.Gallen

- Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Lindau (LBL)
- Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon
- EMPA, St.Gallen und Dübendorf
- IBF AG, St.Gallen
- Ing'büro HERSENER, Wiesendangen

Durch die Zusammenarbeit mit den Herstellerfirmen 2B AG, Dübendorf und Läderach agro AG, Henggart werden Gras- bzw. Hanffasern zu Einblaszwecken entwickelt und in Einblasversuchen bei der Firma isofloc AG in St. Gallen getestet. Die Firma isofloc AG, St.Gallen ist Marktleader bei Einblasdämmstoffen auf Zellulosebasis und bringt bei den Einblasversuchen Einrichtungen, Personal und Know-how bezüglich Einblastechnik, Praxistauglichkeit, Marktfähigkeit und Produktanforderungen ein. Im Verlaufe des Projektes hat die 2B AG ebenfalls Einblasexperten angestellt und vermarktet ihre Fasern selbstständig.

Um das Endprodukt vermarkten zu können, sind Prüfungen insbesondere bezüglich Isolationswirkung, Brandschutzverhalten und biologischer Stabilität von entscheidender Bedeutung. Dies wird durch die Mitarbeit der EMPA Dübendorf und St.Gallen sichergestellt. Der Firma IBF AG, St.Gallen obliegt einerseits die Koordination der EMPA-Versuche in St.Gallen und andererseits die technische Unterstützung der Firma isofloc AG im Projekt bezüglich Entwicklung neuer Brandschutzkonzepte, Faserqualitätsanforderungen sowie Mischungsrezepturen mit dem bestehenden Zellulosedämmstoff.

Die LBL, Lindau bewertet die Wirtschaftlichkeit bei der landwirtschaftlichen Produktion der nachwachsenden Rohstoffe Gras und Hanf. Die Koordination und Projektleitung erfolgen im Namen der Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT) in Tänikon.

5. Umsetzung und Perspektiven

Die Produktion von Dämmstoffen aus Grasfasern (2B Gratec) aus der Gras-Bioraffinerie in Schaffhausen ist angelaufen. Diese industriell hergestellten 2B Gratec-Fasern fallen in höherer Reinheit an als die in obigen Vorversuchen verwendeten Fasern aus der Versuchsanlage in Märwil, entsprechen aber den, für den Einblasversuch verwendeten Fasern. Es wird erwartet, dass die biologische Aktivität dieses Materials sehr viel kleiner ist als das der Märwiler Variante. Dies soll in entsprechende Pilzresistenztests und Brandprüfungen im Rahmen der baurechtlichen B2 Zulassung für 2B Gratec Fasern nachgewiesen werden.

Neben der oben beschriebenen Demonstrationswand (2B Gratec, Hanf, Hanf-Isofloc und Isofloc) wurden folgende Objekte mit 2B Gratec gedämmt:

	Materialmenge
• Altbausanierung in Wolfhausen (CH) , Decken, Wände, Boden	ca. 1 t
• 2 Steildächer Neubau in Trasedingen (CH)	ca. 2 t
• Minergie Haus in Romanshorn (CH) , Dämmstärken bis 30 cm	ca. 3 t
• Physiotherapie-Zentrum Hallau (CH)	ca. 2 t
• Altbausanierung in Bern (CH)	ca. 2 t

Noch pendente Arbeiten:

1. Für den Dämmstoff aus Hanf/Isofloc wird noch ein weiteres Pilotobjekt (ausser der Demonstrationswand an der FAT) gesucht.

2. An ausgewählten Objekten werden thermographische Messungen durchgeführt, um die Praxistauglichkeit der neuen Dämmstoffe abschliessend zu beurteilen.
3. Die toxikologische und ökologische Unbedenklichkeit der bei den aus diesem Projekt hervorgegangenen, marktfähigen Dämmstoffe muss aufgrund der Stoffdatenblätter nachgewiesen werden.
4. Abschliessend wird die Wirtschaftlichkeit aufgrund landwirtschaftlicher Daten, Produktionskosten und Marktabschätzungen beurteilt.
5. Die Positionierung der untersuchten Dämmstoffe hinsichtlich ihrer ökologischen Qualitäten muss noch eruiert werden.