

Factsheet 11: Dämmstoff aus Rohrkolben: Wärmeschutz- und Feuchteschutzuntersuchungen

Einleitung

Der Rohrkolben (*Typha*) ist eine in norddeutschen Mooren heimische Pflanze, deren Biomasse aufgrund seiner Eigenschaften für die Verwendung als Dämmstoff in Forschungsvorhaben untersucht wird (Jade Hochschule – Campus Oldenburg, Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP), Valley), s. Abbildung 1 und Abbildung 2. Die Rohrkolbenbiomasse scheint Vorteile gegenüber konventionellen Dämmstoffen aus handelsüblichen fossilen Rohstoffen zu haben. Es wird ein angenehmes Raumklima und ein kühlender Effekt im Hochsommer erzeugt, der Dämmstoff ist diffusionsoffen, kapillaraktiv und kann für einen guten Schallschutz sorgen, so das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP (IBP: Forschung Kompakt 05/2013).

Die wesentlich einfachere Rückführbarkeit in den Stoffkreislauf ist ein großer Vorteil gegenüber den konventionellen synthetischen Dämmstoffen (z. B. EPS / „Styropor“) oder gar Mineralwollen. Zudem können durch den Anbau von *Typha* in landwirtschaftlich genutzten Mooregebieten, die eine große Quelle für CO₂-Emmissionen darstellen, die Flächen sinnvoll genutzt und aktiv zum Klimaschutz beigetragen werden.

In diesem Factsheet werden folgende Fragen beantwortet:

- Wie ist die spezifische Wärmekapazität von Einblasdämmstoffen aus *Typha*?
- Wie ist die Wärmeleitfähigkeit von Einblasdämmstoffen aus *Typha*?
- Wie ist die statische und die dynamische Sorptionsfähigkeit (Sorptionsisotherme) von Einblasdämmstoffen aus *Typha*?



Abb. 1: *Typha*-Schüttung nach unterschiedlichen Halmgrößen gesiebt



Abb. 2: *Typha*-Pflanze (C. Beyer, 3 N)

Methodik

Die **spezifische Wärmekapazität** eines Stoffes ist die Fähigkeit, thermische Energie zu speichern. Je höher die spezifische Wärmekapazität eines Baustoffes ist, umso mehr Energie muss zum Erwärmen aufgebracht werden.

Die **Wärmeleitfähigkeit** [W/(m*K)] beschreibt, wie viel Wärmeenergie durch eine Stoffschicht von 1 m Dicke auf einer Fläche von 1 m² bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin übertragen wird.

Die Bestimmung der thermischen Eigenschaften erfolgte mit dem HOT-DISK-VERFAHREN. Die Messgenauigkeit der Ergebnisse wird vom Hersteller mit „besser 5%“ angegeben. Durch die kleine Probenmenge, die bei den Einzelversuchen eingespannt werden können, sind allerdings größere Abweichungen möglich. Die Untersuchung von losen Baustoffen (Schüttungen) stellen ebenfalls besondere Herausforderungen mit dem Prüfverfahren dar, sodass hier erneut mit Abweichungen zu rechnen ist.

Die **Sorptionsfähigkeit** ist die Fähigkeit zur Feuchtaufnahme und -abgabe. Je mehr und schneller Feuchtigkeit aufgenommen und wieder abgegeben werden kann, desto besser ist das Verhalten des Baustoffes. Die Ermittlung der Sorptionsisotherme wurde mit Hilfe eines dynamischen Wasserdampfsorptions-Gerätes (DVS = engl. dynamic vapour sorption) durchgeführt.

Es wurden zehn unterschiedliche Dämmstoffvarianten untersucht:

- 1) Herkunft: Niederlande, Süd-Deutschland / Donauregion, Mecklenburg-Vorpommern
- 2) Zusammensetzungen: Halmbreiten von ≤ 1mm bis 16 mm
- 3) Mischungen: 100% Rohrkolben, Mischung aus *Typha* (~70 M.-%) und Holzweichfaser (~30 M.-%) oder Zellulosefasern (≤ 5 M.-%), Referenz: Dämmstoff aus Holzweichfaser, Mineralwolle

Voruntersuchungen durch FA. HOLZBAU JANSSEN haben ergeben, dass ein Mischungsverhältnis von *Typha* (~70 M.-%) und Holzweichfaser (~30 M.-%) ein mischungs- und formstabiles sowie homogenes Material bildet, mit dem es zu keinen oder nur geringen Setzungen des losen Dämmstoffes (Dämmschüttung) in dem Ständerwerk des Science-Cubes in Werlte kommt (siehe Factsheet 18). Die Untersuchungen dieser Mischung wurden daher im Folgenden als „Bestand“ deklariert und ausführlicher untersucht, s. Table 1 – Variante 1.

Tabelle 1: Anteile der Zusammensetzung der untersuchten Materialien in Masseprozent [M.-%]

Variante	Typha DE							Typha NL							Holzwolle	Typha Süd
	< 1	1	2	4	8	16	Mischung	< 1	1	2	4	8	16	Mischung		
1							70								30	
2	35	7	11	12	12	23										
3								35	7	11	12	12	23			
4								7	1	6	9	15	62			
5										11	12	12	23		42	
6														30	70	
7															100	
8							100									
9														100		
10														100		

Ergebnisse Wärmeschutzuntersuchungen

Die **spezifische Wärmekapazität** der Proben liegen zum Teil über und zum Teil unter der spezifischen Wärmekapazität der Referenzprobe Holzwolle mit ca. 1220 J/kg*K (vgl. aus DIN EN ISO 10456 für Holzfaserdämmplatten: 2000 J/kg*K; lose Mineralwolle: 1030 J/kg*K). Eine Abhängigkeit der regionalen Herkunft lässt sich nicht ableiten. Der Einfluss der Halmgrößen sowie der Anteil der Luftporen wird als maßgebend angesehen, s. Abbildung 3 und Abbildung 4.



Abb. 3: Makroaufnahme einer Mischung aus Typha (Süddeutschland, Donauregion) und Holzweichfaser



Abb. 4: Makroaufnahme einer Mischung aus Typha (Süddeutschland, Donauregion)

Die Werte der spezifischen Wärmekapazität liegen zwischen 920 J/kg*K (Rohrkolben aus Donauregion „Typha-Süd“) und 1420 J/kg*K (Rohrkolben aus Niederlande „Typha NL“). Die Beimengung von Holzweichfaser führte zu einer Erhöhung der spezifischen Wärmekapazität, s. Abbildung 5.

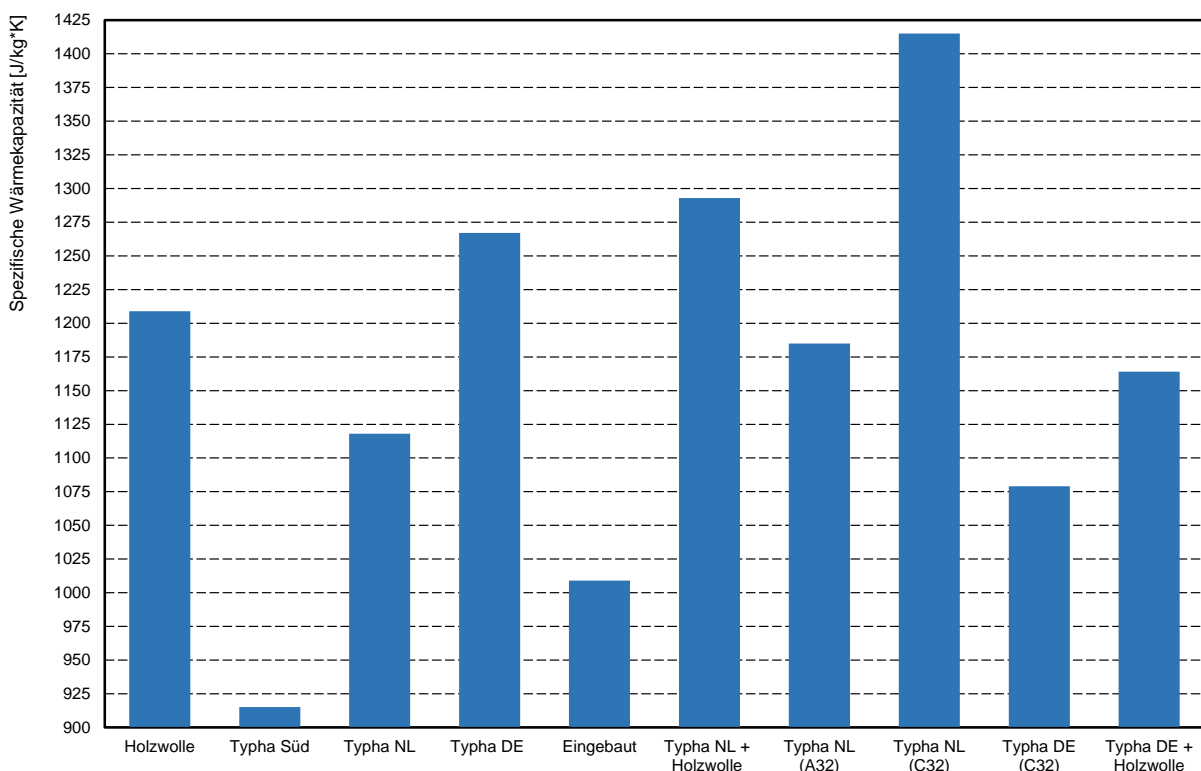


Abb. 5: Ergebnisse der spezifischen Wärmekapazität als Mittelwert aus je 20 Einzelergebnissen

Die Auswertung der **Wärmeleitfähigkeit** ergab ebenfalls höhere bzw. geringere Werte zur Referenzprobe (Holzweichfaser). Auch hier wird die Abstimmung und der Einfluss der Halmgrößen und vorhandenen Luftporen als maßgebend angesehen, s. Abbildung 6.



Abb. 6: Reine Schüttung aus Typha-Mischung (Norddeutschland) ; Rohdichte ca. 65 kg/m³

Eine Abhängigkeit der Messergebnisse aus der regionalen Herkunft lässt sich nicht ableiten. Die Werte reichen von 0,051 W/(m*K) (Norddeutschland) bis 0,062 W/(m*K). Die Beimengungen von Holzweichfaser zeigen keine auffälligen Messunterschiede, s. Abbildung 7.

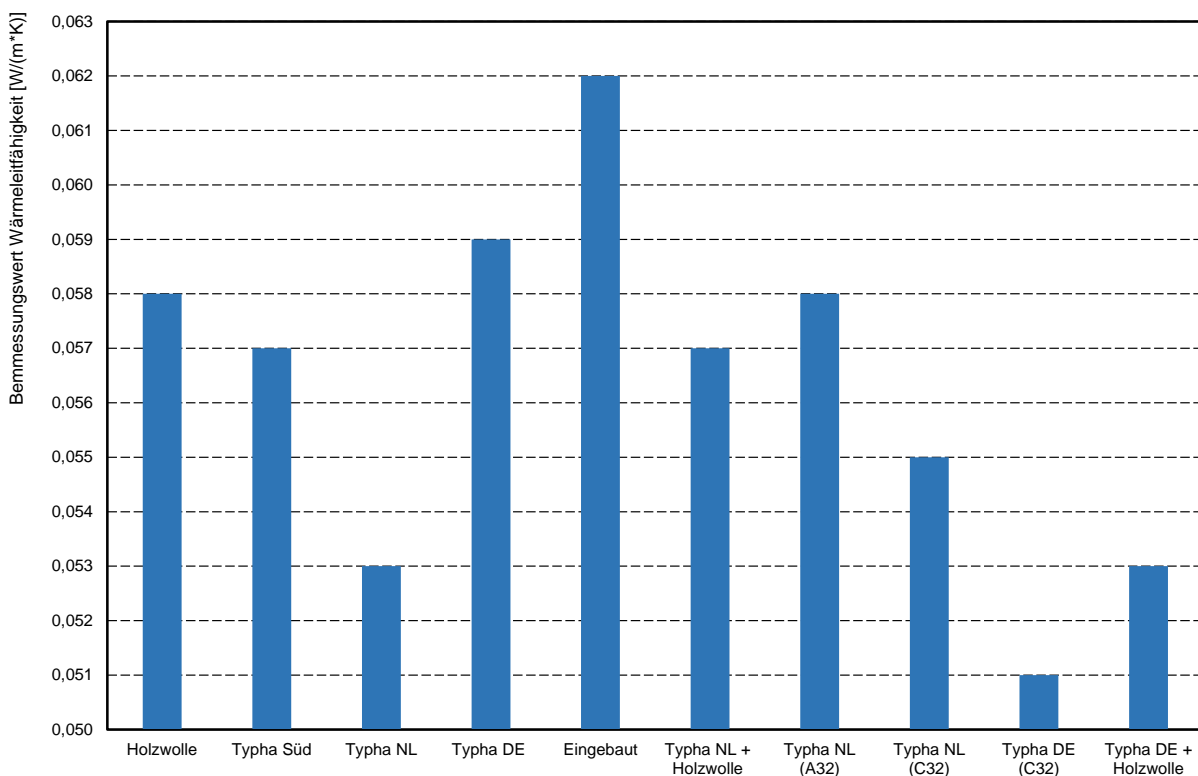


Abb. 7: Ergebnisse der Wärmeleitfähigkeit als Mittelwert aus je 20 Einzelergebnissen

Ergebnisse Feuchteschutzuntersuchungen

In den Diagrammen ist der Verlauf der relativen Luftfeuchte (rel. F.) grau und der Massedifferenz in Prozent als oranger Graph dargestellt. Die wellenförmige Entwicklung der Gewichts-differenz entspricht dem typischen Verlauf unter Einfluss von abwechselnd hohen und niedrigen Luftfeuchten, s. Abbildung 8 und Abbildung 9. Die Sorptionsleistung ist bei einem solchen Verlauf sehr hoch, da das Material unmittelbar auf die geänderten Feuchtebedingungen mit einem steilen Kurvenanstieg reagiert und sich den Randbedingungen rasch anpasst.

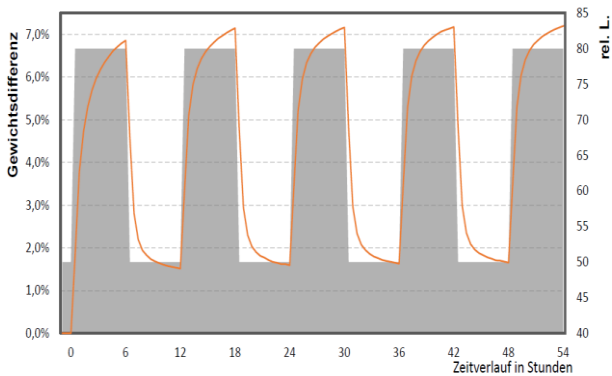


Abb. 8: Ergebnisse der dynamischen Sorption (Mischung 70% Typha, 30% Holzweichfaser)

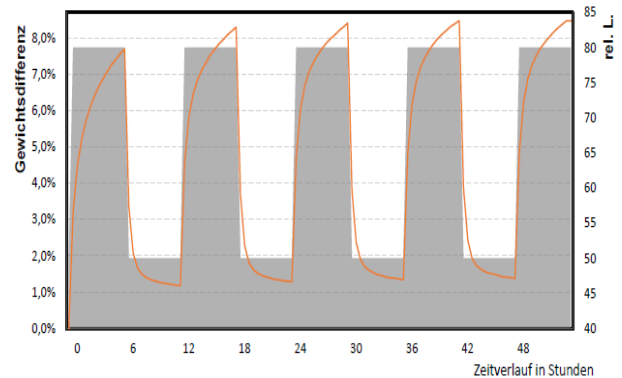


Abb. 9: Ergebnisse der dynamischen Sorption (Referenzmaterial: Holzweichfaser)

Wird der Verlauf der Hochpunkte betrachtet, so ist zu erkennen, dass die Proben dazu neigen, stetig mehr Wasser zu speichern, als bei der vorherigen Feuchtebelastung. Dies wird auf die Speicherfähigkeit des Porengefüges zurückgeführt [1].

Das *Typha*-Material aus dem Bestand (Variante 1: 70% *Typha* aus der Süddeutschland, 30% Holzweichfaser) weist den niedrigsten Massezuwachs bei 80% rel. LF. (Ausgleichsfeuchtegehalte (w_{80} -Wert) [2]) mit im Mittel 5,51 M.-% auf, s. Abbildung 8. Die höchste Feuchtezunahme hat die Probe bestehend aus reiner Holzweichfaser mit einem Mittelwert von 8,27 M.-%, s. Abbildung 9. Holzweichfaser erreicht den niedrigsten Tiefpunkt mit 1,30 M.-% bei einer unteren Feuchtebelastung von 50% rel. LF. Hier wird die hohe Packungsdichte der Holzweichfaser als Begründung herangezogen.

Die Zusammenfassung der stufenweise durchgeführten Wasseraufnahme und -abgabefähigkeit wird als Sorptionsisotherme bezeichnet. Hierbei wird unter Veränderung der Feuchtebelastung in einem auf- und anschließend absteigendem Messraster (0 % rel. LF bis 95 rel. LF) die Veränderung der Wasseraufnahme der Probe aufgezeichnet. In Abbildung 10 sind die Mittelwerte aus mehr als 24 Einzelmessungen für eine gesamte Sorptionsisotherme für den eingebauten Dämmstoff aus dem „SCIENCE CUBE“ in Werlde dargestellt.

Wird die Ausgangsmasse der höchsten Feuchtebelastung gegenübergestellt, so ist teilweise ein Zuwachs der Gesamtmasse von 24 M.-% festgestellt worden. Damit besitzt das Dämmmaterial eine gute Raumfeuchteregulierungsfähigkeit. Konventionelle Dämmstoffe liegen hier häufig unter 2 M.-% [3]. Bei der in Abbildung 10 dargestellten Sorptionsisotherme wurde eine durchschnittliche Feuchteaufnahme von ca. 21 M.-% ermittelt (Masse „trocken“: 0,9413 g; Masse bei 95% rel. F.: 1,1411 g.). In der DIN 4108 wird für Holz ein Wert von 15 M.-% angegeben.

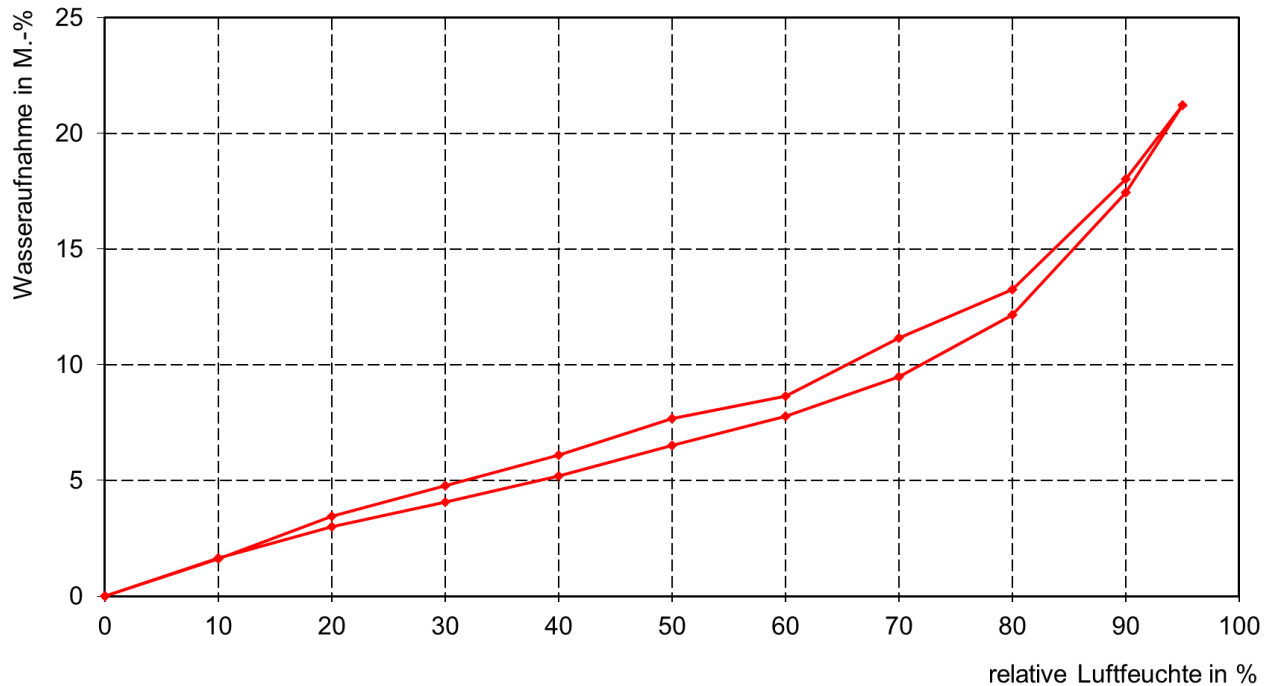


Abb. 10: Mittelwert der Sorptionsisotherme aus > 25 Einzelmessungen für Typha aus dem "SCIENCE CUBE"

Neben den Laboruntersuchungen werden die Dämmstoffe auch im eingebauten Zustand untersucht, um möglichst praxisnahe Ergebnisse zu bekommen. Einige wissenschaftliche Fragestellungen, vor allem bei dem Einfluss von sich überlagernden Transportprozessen und Baustoffeigenschaften bzgl. Feuchteinflüssen, sind bisher unerforscht. Eine Bewertung ist teilweise nicht möglich.

Erste Erkenntnisse der Feldversuche sind dabei Abbildung 12 und Abbildung 13 zu entnehmen. In einem Messstellenkonzept wurde ein Messsystem erarbeitet, welches sowohl die Temperatur- als auch die relative Luftfeuchte in unterschiedlichen Tiefen des Bauteils ständig misst und die Daten mithilfe von Datenloggern aufzeichnet, s. Abbildung 11.

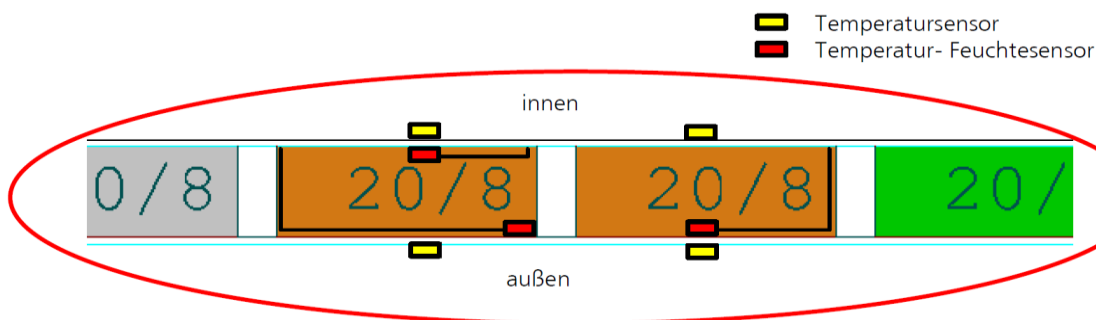


Abb. 11: Exemplarische Darstellung der Sensoranordnung in den unterschiedlichen Tiefenlagen des Holzständerwerks am SCIENCE CUBE, Werte

Die Wandaufbauten im SCIENCE CUBE sind bis auf die unterschiedlichen Dämmstoffe identisch. Innenliegend eine OSB-Platte, das Ständerwerk mit Dämm-Gefache, danach eine DWD-Platte mit diffusionsoffener Folie. Nach außen hin der Abschluss mit einer hinterlüfteten Holzfassade. Wie in Abbildung 11 dargestellt, wurden innerhalb der Dämmschicht innen- und außenliegend Kombifühler für Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen eingebaut. Das Messstellenkonzept wurde so

konzipiert, dass jederzeit defekte Sensoren ausgetauscht werden können. Zudem fangen mit der Zeit vor allem Feuchtemessfühler zu driften an und verlieren an Messgenauigkeit.

Die Auswertung der ersten Sensordaten aus dem SCIENCE CUBE zeigen bei der Betrachtung der Messdaten aus den *Typha*-Gefachen gute Ergebnisse. Die für den Vergleich ebenfalls eingebauten konventionellen und marktetablierten Dämmstoffe (Mineralwolle, Zellulose, Holzwolle) zeigen sehr ähnliche Temperatur- und Feuchtigkeitsverläufe bei der automatisch geregelten Deckenheizung. Die Betrachtung wurde exemplarisch aus dem Dezember gewählt. Bei der reinen Betrachtung der Temperaturverläufe zeigt *Typha*, einen ähnlichen Verlauf wie Mineralwolle, s. Abbildung 12.

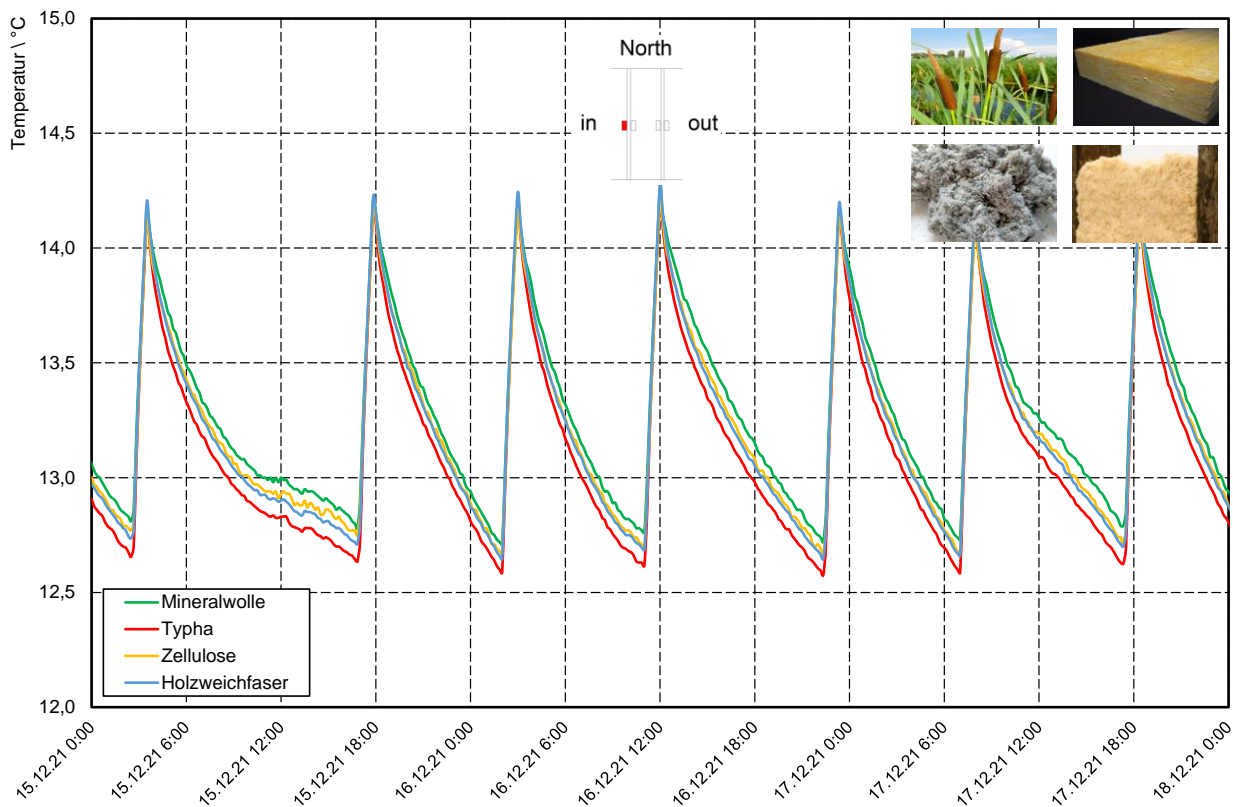


Abb. 12: Vergleich der Temperaturmessdaten "Nord – innen" SCIENCE CUBE, Werlte

Der Temperaturverlauf der außenliegenden Sensoren weist im Schnitt Temperaturdifferenzen von 0,5°C auf, s. Abbildung 12 und Abbildung 13. Dies kann auf die Messungenauigkeiten der Sensoren zurückgeführt werden. Der ähnliche Verlauf ist dennoch auffällig und dem *Typha* gutzuschreiben.

Einen ähnlichen Verlauf weisen die Messdaten der Feuchteaufzeichnungen auf. Die Feuchtemessungen weisen einen ähnlichen Zusammenhang wie die Temperaturmessungen auf. Der Vergleich der relativen Luftfeuchte in der Umgebung des Dämmstoffes wurde zu dem gleichen Zeitpunkt wie die Temperaturmessungen exemplarisch ausgewählt. Es ist zu beobachten, dass die Messwerte der relativen Luftfeuchten der beiden Dämmstoffe ebenfalls geringe Abweichungen vorweisen, s. Abbildung 14.

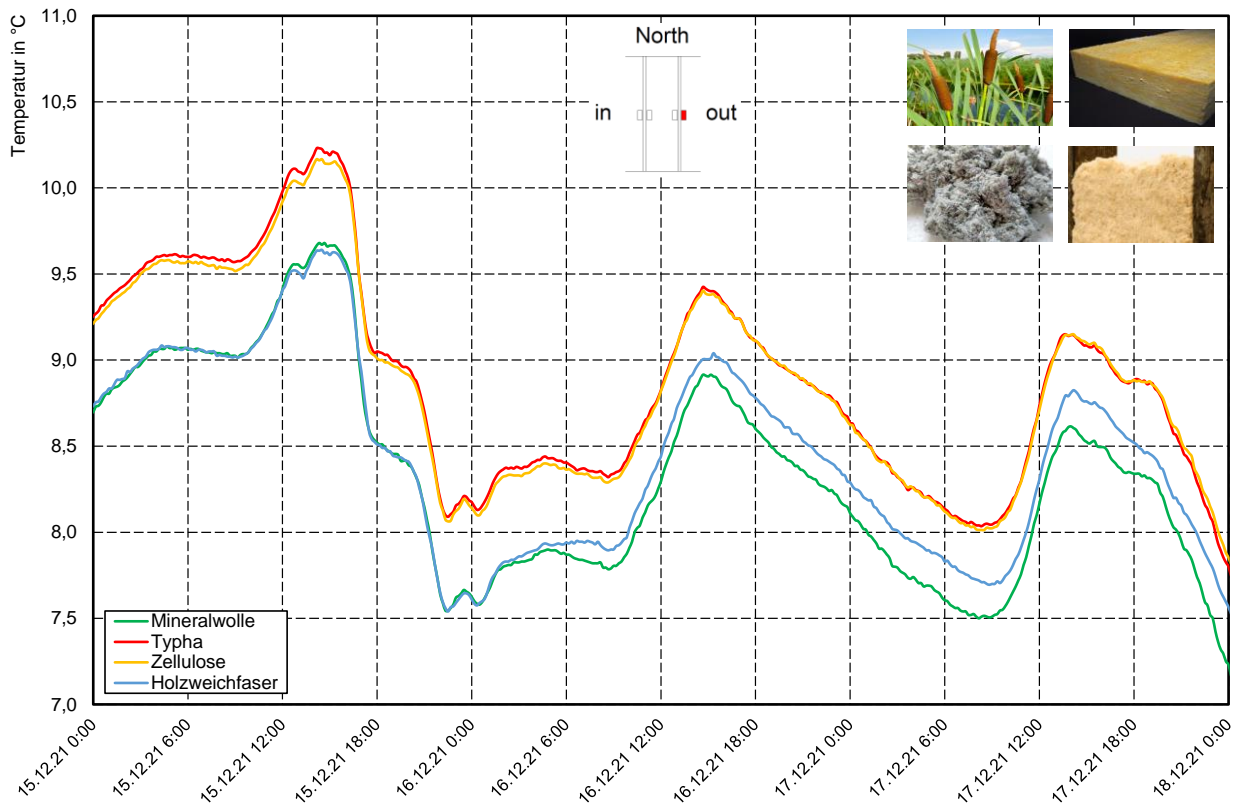


Abb. 13: Vergleich der Temperaturmessdaten "Nord – außen" SCIENCE CUBE, Werte

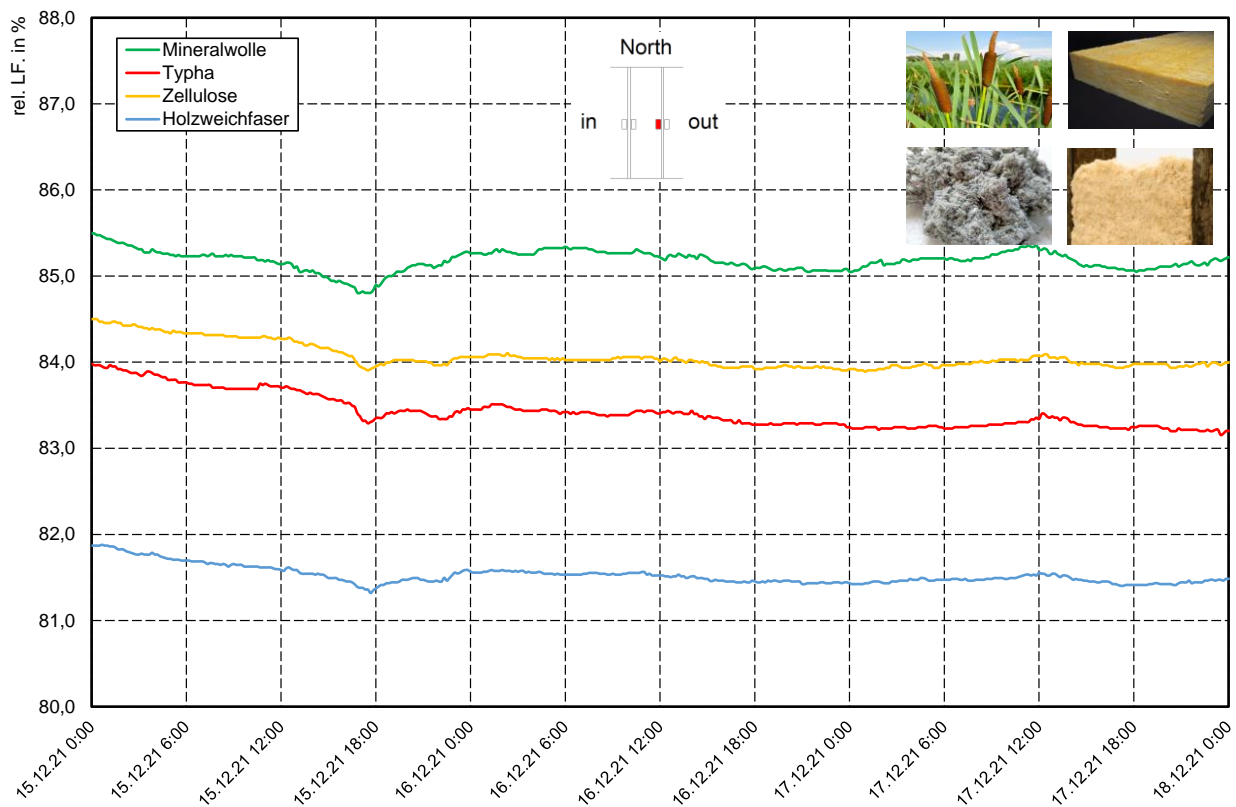


Abb. 14: Exemplarische Darstellung der relativen Luftfeuchtemessungen aus dem Messfeld "Typha" und "Mineralwolle" am SCIENCE CUBE, Werte

Zusammenfassung

- Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) besitzen eine sehr gute Ökobilanz (Herstellung, Nutzung, Entsorgung)
- Rückführbarkeit in den Stoffkreislauf entscheidendes Potential beim Einsatz als Dämmstoff
- Durch Kombination mehrerer NAWARO sind mehrere Materialparameter, wie Setzungssicherheit bei losem Dämmmaterial oder Feuchteregulierbarkeit bei Dämmplatten einfach steuerbar
- Durch gezielten Einsatz von natürlichen Bindern, wie z. B. Magnesia, auch Plattenware möglich
- Einsatz und Messung von Typha in Pilotprojekten (Modulhaus „science cube“ in Werlte, „Energieeffizienzprüfstand“ an der Jade Hochschule Oldenburg) bisher sehr positiv bzgl. Temperaturverteilung und Feuchteregulierung
- Der Einblasdämmstoff zeigt eine gute Eignung für die Feuchteregulierung
- Folgende Eigenschaften müssen noch verbessert werden:
 - Staubanteile im Typha-Dämmmaterial nach der Ernte muss reduziert werden
 - Wärmeleitfähigkeit (z. B. Anpassung Halmgrößen oder Beimengung von NAWARO)
 - Setzungssicherheit (z.B. Beimengung von Stützfasern aus NAWARO)

Autor Prof. Dr.-Ing. Wigger und M.Sc. Murat Ince, Jade Hochschule

- [1] Künzel, H: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten, Dissertation, Stuttgart, 1994
- [2] DIN 4108-3 (10.2018): Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- [3] DIN EN ISO 10456 (05.2010): Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften – Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte

Projektpartner:

Bouwgroep Dijkstra Draisma	www.bgdd.nl
3N Kompetenzzentrum	www.3-n.info
Fuhler Loonwerk en Verhuur	www.fuhler.com
Gemeente Noardeast-Fryslan	www.noardeast-fryslan.nl
Hanze Wetlands	www.hanzewetlands.com
Holzbau Janssen	www.holzbau-janssen.de
Jade Hochschule	www.jade-hs.de
Klasmann Deilmann	www.klasmann-deilmann.com/en
Mulder Agro	www.mulderagro.nl
Nordwin College	www.nordwincollege.nl
Stichting Bargerveen	www.stichting-bargerveen.nl
Studie Tjeerd Veenhoven	www.tjeerdveenhoven.com
Texas	www.texas-bioenergie.de
Debets bv	www.debetsbv.nl
Leadpartner EDR	www.edr.eu

Website Bioökonomie-Projekt: www.bioeco-edr.eu

„Produktketten aus Paludikulturen“ ist Teil des Projekts „Bioökonomie – Grüne Chemie“.

Das Projekt „Bioökonomie – grüne Chemie“ wird im Rahmen des INTERREG V A Programms Deutschland-Niederland mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert. Das Projekt wird vom niederländischen Ministerium für Wirtschaft und Klima, den Provinzen Drenthe, Fryslân, Gelderland, Groningen und Noord-Brabant sowie vom Land Niedersachsen kofinanziert.

Unterstützt durch / mede mogelijk gemaakt door:



Niedersächsisches Ministerium
für Bundes- und Europaangelegenheiten
und Regionale Entwicklung



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie Drenthe

provinsje fryslân
provincie fryslân



provincie
groningen

provincie
Gelderland

Provincie Noord-Brabant