

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

IBP-Bericht HTB-18/2010

Freilanduntersuchungen zum Feuchteverhalten einer In- nendämmung mit mineralischer Dämmplatte

Durchgeführt im Auftrag
BASF

Der Bericht umfasst
6 Seiten Text
1 Tabelle
3 Bilder

Dr. rer. nat. Cornelia Fitz
Dipl.-Ing. Daniel Zirkelbach

Holzkirchen, 21. Oktober 2010

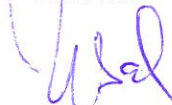
Auszugsweise Veröffentlichung nur mit
schriftlicher Genehmigung des Fraun-
hofer-Instituts für Bauphysik gestattet.

Abteilungsleiter

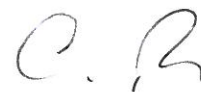


Dr.-Ing.
Hartwig M. Künzel

Bearbeiter



Dipl.-Ing.
Daniel Zirkelbach



Dr. rer. nat.
Cornelia Fitz

Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Nobelstraße 12 · D-70569 Stuttgart
Telefon +49 (0) 711/970-00
Telefax +49 (0) 711/970-3395
www.ibp.fraunhofer.de

Institutsteil Holzkirchen
Fraunhoferstr. 10 · D-83626 Valley
Telefon +49 (0) 8024/643-0
Telefax +49 (0) 8024/643-366

Projektgruppe Kassel
Gottschalkstr. 28a · D-34127 Kassel
Telefon +49 (0) 561/804-1870
Telefax +49 (0) 561/804-3187

1 Einleitung

Innendämmungen stellen bei historischen Gebäuden oft die einzige Maßnahme dar, den energetischen Haushalt zu verbessern. Durch das Anbringen einer Innendämmung wird aber auch das feuchtetechnische Verhalten der Wandkonstruktion beeinflusst, weil im Winter die Wand stärker abkühlt. Ein Problem stellt dabei die Wasserdampfdiffusion von innen nach außen, verbunden mit möglicher Tauwasserbildung in der Konstruktion dar. Bei kapillaraktiven Innendämmungen kann Feuchte, die sich an der kalten Seite der Dämmung bildet, über Kapillartransport zurück in Richtung Innenraum transportiert und dort teilweise wieder verdunstet werden, was zu einer Verzögerung und Begrenzung der Feuchtezunahme in der Dämmung führt. Zur Klärung dieser Fragestellung wird an einem bestehenden Gebäude auf dem Freilandversuchsgelände des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Holzkirchen eine mineralische Dämmplatte als Innendämmung aufgebracht und die Feuchte hinter der Dämmung messtechnisch erfasst.

2 Untersuchungen

Der Versuchsraum befindet sich in einem in den 80er Jahren errichteten Gebäude mit Ziegelmauerwerk und einem U-Wert von ca. $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um den Ansprüchen einer realistischen Feuchtebelastung gerecht zu werden, wird ein Befeuchtungsprofil gewählt, das in etwa die Feuchteproduktion einer Familie mit zwei Erwachsenen und zwei Kindern in einer 100 m^2 Wohnung beschreibt. Insgesamt werden an die Raumgröße angepasst 2,4 Liter Wasser pro Tag eingebracht. Die über den Messzeitraum vorliegenden Innenraumbedingungen sind in Bild 1 dargestellt. Die Zeiten mit Befeuchtung sind an der täglichen Schwankungsbreite der relativen Feuchte im Diagramm erkennbar.

Für die Untersuchung der Innendämmung werden Temperatur- und Feuchtefühler an ausgewählten Stellen hinter der Dämmung in der Fläche in den Versuchsraum eingebracht. Die Verwendung von Luftfeuchtefühlern ist nach eigener Erfahrung nicht geeignet, langfristig fehlerfreie Ergebnisse zu erhalten. Aus diesem Grund wird die Feuchtemessung indirekt über die Erfassung der Holzfeuchte durch an diesen Stellen eingebrachte Holzplättchen durchgeführt. Damit kann die Feuchte allerdings nur qualitativ erfasst werden. Die Messung erlaubt aber einen relativen Vergleich verschiedener Systeme.

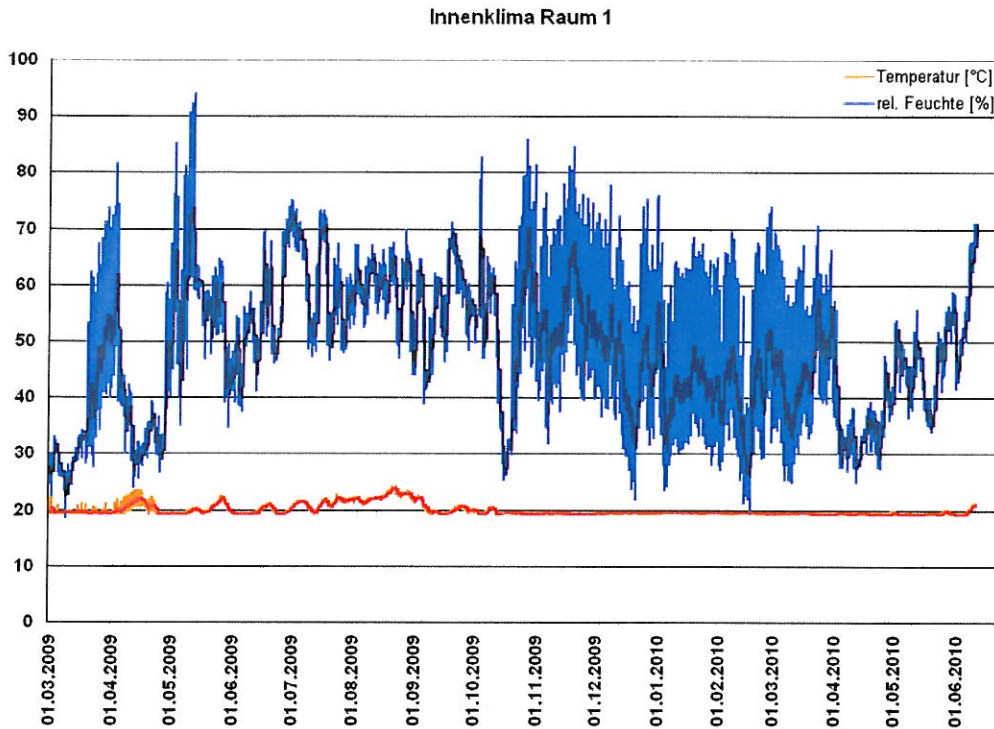


Bild 1:

Temperatur und relative Feuchte im Versuchsraum:

blau: gemessene relative Raumluftheuchte Stundenwerte,

dunkelblau: gemessene relative Raumluftheuchte Tagesmittelwerte,

orange: gemessene Raumlufttemperatur Stundenwerte,

rot: gemessene Raumlufttemperatur Tagesmittelwerte.

Neben den messtechnischen Untersuchungen werden Berechnungen mit der Simulationssoftware WUFI® [1] durchgeführt, um die Übereinstimmung von Mess- und Berechnungsverlauf zu überprüfen sowie Aussagen über die absolute Höhe der zu erwartenden Feuchte hinter der Dämmung zu erhalten.

3 Messtechnische Untersuchungsergebnisse

Der Versuchsraum wird Ende 2008 mit Innendämmung versehen. Neben der mineralischen Dämmplatte wird vergleichend eine Hartschaumdämmung aus EPS als Innendämmung eingesetzt. Bild 2 zeigt den Feuchteverlauf hinter der Dämmung über einen Untersuchungszeitraum von März 2009 bis Juni 2010. Die Innenraumbefeuchtung erfolgte im ersten Winter nicht kontinuierlich, sondern wurde mehrmals an und wieder abgeschaltet. Im zweiten Winter wurde die Befeuchtung kontinuierlich von Mitte Oktober 2009 bis Ende März 2010 durchgeführt. Das Messsignal hinter der EPS-Platte liegt im gesamten Messzeitraum mit geringen Schwankungen zwischen 7 und 8. Nach der ersten Winterperiode nimmt die Feuchte über den Sommer langsam ab. Mit Beginn der Innenraumbefeuchtung in der zweiten Winterperiode steigt die Feuchte wieder an. Bei der mineralischen Dämmplatte ist die Zu- und Abnahme der Feuchte deutlicher ausgeprägt. Anfang April 2009 wird die Innenraumbefeuchtung abgestellt und die gemessene Feuchte hinter der Dämmung nimmt deutlich ab. Ende April 2009 wird die Befeuchtung für zwei Wochen wieder aktiviert und die Feuchte nimmt zu. Über den Sommerzeitraum schwankt die Feuchte hinter der Dämmung aufgrund des unregelmäßigen Raumklimas abhängig von den

Witterungsverhältnissen. Die Inbetriebnahme der Befeuchtung Mitte Oktober 2009 führt zu einem kontinuierlichen Anstieg der Feuchte. Dabei werden temporär höhere Werte als beim EPS-System erreicht. Nach Beendigung der Befeuchtung sinken die Werte jedoch auch wieder relativ schnell auf Werte zwischen 5 und 6 ab und liegen damit unter den bei der EPS-Platte gemessenen Werten. Die relativ starke Auswirkung der im Innenraum vorliegenden Feuchte auf die Feuchte hinter der Innendämmung ist in der Diffusionsoffenheit der Platte begründet. So kommt es zwar zeitweilig zu höheren Feuchten wie bei der EPS-Dämmung, umgekehrt erfolgt jedoch auch eine schnellere Trocknung bei Änderung der Raumklimaverhältnisse.

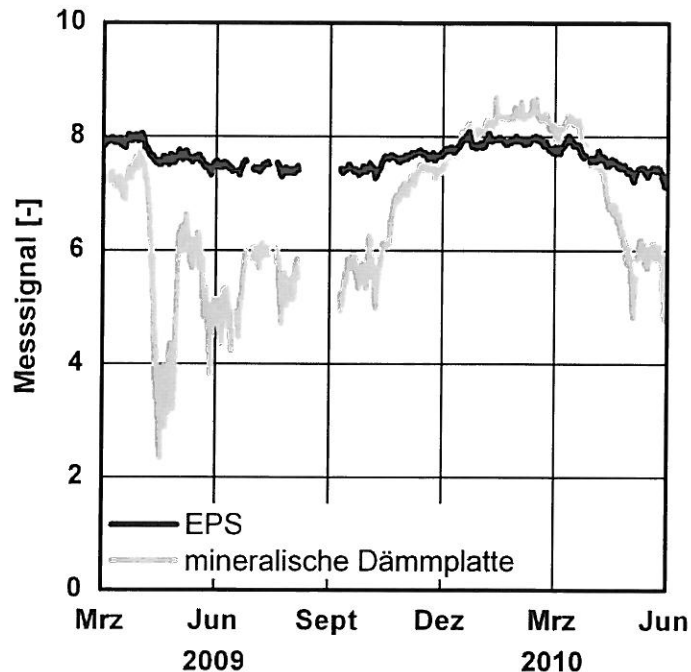


Bild 2:
Verlauf der gemessenen Feuchten hinter Innendämmung aus EPS und mineralischer Dämmplatte.

4 Numerische Simulation des Freilandversuchs

Mit Hilfe hygrothermischer Simulationen werden die durchgeführten Versuche nachgerechnet, um sowohl die Qualität der Übereinstimmung zu überprüfen, als auch weitere Aufschlüsse über das aus der Messung nicht hervorgehende absolute Niveau der Feuchte hinter den beiden Dämmsystemen zu erhalten. Hierfür wird die am IBP entwickelte Simulationssoftware WUFI® [1] verwendet. Mithilfe dieser Software ist es möglich, auf Basis der real gemessenen Klimarandbedingungen sowie der spezifischen Materialdaten die gekoppelten Wärme- und Feuchtespeicher- und Transportvorgänge in einer Konstruktion realitätsnah zu simulieren. Das Verfahren ist in zahlreichen Labor- und Freilandversuchen umfassend validiert, wird weltweit eingesetzt und entspricht den einschlägigen nationalen und internationalen Normen und Richtlinien.

Als Klimarandbedingungen dienen die im Versuch gemessenen Außen- und Raumklimadaten. Berechnet wird der Aufbau aus der Bestandswand mit 24 cm Vollziegelmauerwerk und mineralischem Außenputz sowie jeweils 80 mm dicker innen liegender Dämmschicht aus EPS bzw. mineralischer Dämmplatte. Der U-Wert der Außenwand in der Simulation beträgt 0,32 W/(m²K) für die Variante mit EPS, sowie 0,42 W/(m²K) für die Variante mit mineralischer Dämmplatte. Die

EPS-Dämmung hat eine Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von 30 und eine Wärmeleitfähigkeit von 0,032 W/(mK). Die mineralische Dämmplatte mit einer Rohdichte von 112 kg/m³ weist entsprechend der Labormessung eine Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von 2,6 und eine Wärmeleitfähigkeit von 0,043 W/(mK) auf. Tabelle 1 zeigt die - mit der eigens für Innendämmungen entwickelten Methode zur Bestimmung des kapillaren Rücktransports - ermittelten Flüssigtransportkoeffizienten für die mineralische Dämmplatte in Abhängigkeit vom Wassergehalt.

Tabelle 1: Flüssigtransportkoeffizienten der simulierten mineralischen Dämmplatte.

Relative Feuchte [%]	D _w [m ² /s]
80,0	1,0 x 10 ⁻¹⁰
95,0	9,4 x 10 ⁻¹⁰
99,5	3,5 x 10 ⁻⁹
100	6,6 x 10 ⁻⁸

Bild 3 zeigt die Simulationsergebnisse für die relative Feuchte hinter den beiden Innendämmungen. Zu Beginn des Berechnungszeitraumes (Anfang März) liegt die relative Feuchte hinter der EPS-Dämmung bei etwa 90 % r.F. Im Sommer sinken diese Werte auf etwa 85 % r.F. ab und steigen zu Beginn des Winterquartals erneut auf etwa 90 % r.F. an. Bei der mineralischen Dämmplatte liegt die Feuchte hinter der Dämmung zu Beginn bei etwa 80 % r.F. und sinkt im Lauf des Sommers auf Werte unter 70 %. Im Winterquartal steigen die Werte wieder an und erreichen während der kältesten Periode für etwa drei Monate ca. 95 % r.F. Die qualitative Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Feuchteverläufe kann als sehr gut bezeichnet werden. Sowohl die nur träge und langsame Reaktion der Feuchte hinter der EPS-Platte als auch die teilweise raschen Feuchteänderungen hinter der mineralischen Dämmplatte mit Zunahme im Winter und Trocknung im Sommer werden gut wiedergegeben.

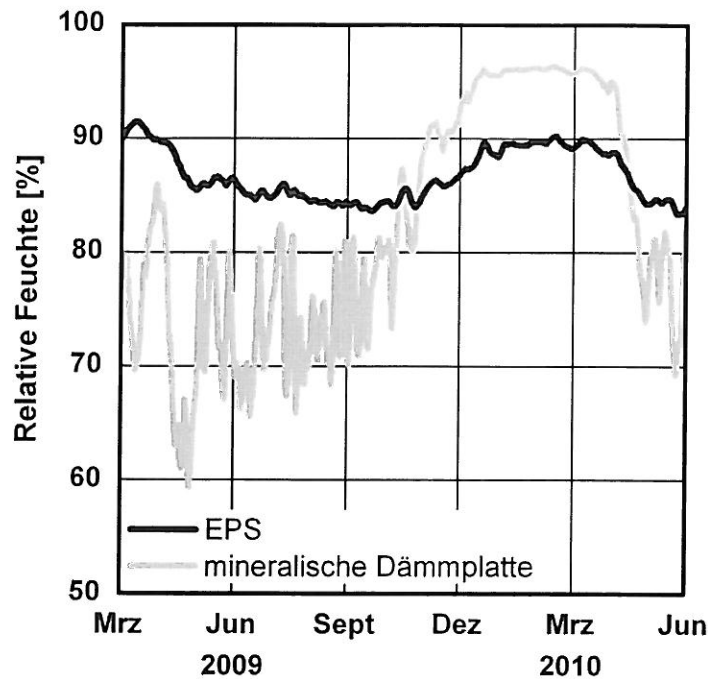


Bild 3:
Verlauf der relativen Feuchten hinter der Innendämmung aus EPS und mineralischer Dämmplatte in der Simulation.

5 Zusammenfassung und Beurteilung

Die Untersuchungsergebnisse (Messung und Rechnung) zeigen, dass bei der hier untersuchten Wand beide Varianten, mineralische Dämmplatte und EPS, als Innendämmmaterial eingesetzt werden können; die gemessenen und berechneten Feuchteverhältnisse bleiben jeweils in unkritischen Bereichen. Aufgrund ihrer Diffusionsoffenheit reagiert die mineralische Dämmplatte schneller und stärker auf Änderungen von Außen- und vor allem Innenklima, was in einer schnelleren Befeuchtung im Winter aber auch in einer raschen Trocknung der Konstruktion im Sommer resultiert. Bei erhöhter Feuchte in der Bestandswand (aufsteigende Feuchte, Niederschlag, etc.) kann das größere Trocknungspotential der mineralischen Dämmplatte daher von Vorteil gegenüber einer diffusionshemmenden Hartschaumdämmung sein.

Der Vergleich der Feuchteverhältnisse hinter den Dämmungen zeigt zudem, dass hygrothermische Simulationen mit WUFI® bei genauer Kenntnis der Materialkennwerte sowie der Klima- und Nutzungsbedingungen eine gute qualitative Übereinstimmung mit den gemessenen Verhältnissen aufweisen.