

Feuchteadaptive Dampfbremsen

K. Ghazi Wakili

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Abteilung Bauphysik,
CH-8600 Dübendorf, Fax: 01 823 40 09, E-Mail: karim.ghazi@empa.ch

Zusammenfassung

Die Rolle von adaptiven Dampfbremsen bei der Verhinderung von Feuchteschäden im Massivholzbau wird mit Hilfe von Messungen an Dachkonstruktionen und numerischen Berechnungen der Temperatur- und Feuchteverteilung analysiert. Die gemessenen und berechneten Resultate werden verglichen. Aufgrund dieser Ergebnisse werden rechnerische Variationen der wichtigsten Parameter durchgeführt.

Résumé

Le rôle des pare-vapeur adaptifs dans la prévention des dégâts d'humidité dans la construction massive en bois et analysé par des mesures sur des toitures et par des calculs numériques de la distribution des températures et de l'humidité. Les résultats des mesures et des calculs sont comparés pour effectuer ensuite une étude des paramètres les plus influents.

Summary

The role of adaptive vapour retarders in prevention of humidity induced damages in massive wood constructions has been analysed by means of in-situ measurements on flat roofs and numerical analysis of temperature and moisture distribution. Results of measurements and calculations are compared and the influence of the most important parameters investigated.

Einleitung

Die Temperatur- und Feuchteverteilung im Massivholzbau wo Wärmedämmstoffe und Dampfbremsen eine wichtige Rolle spielen kann mit der einfachen und stationären Methode von Glaser nicht korrekt bestimmt werden. Dies gilt umso mehr wenn die eingesetzten Materialien feuchteabhängige Eigenschaften aufweisen (Bsp. adaptive Dampfbremsen).

Das Programm WUFI 3.2 Pro berechnet den gekoppelten Wärme- und Feuchtetransport in eindimensionalen mehrschichtigen Bauteilen. Um die Resultate von Berechnungen für Parameterstudien verwenden zu können wurden Messungen an drei verschiedenen Objekten zum Vergleich Messung-Rechnung herangezogen.

Gemessene Objekte

Die Dachkonstruktion von drei Objekten (Bilder 2.1-2.3) wurde mit Temperatur- und Feuchtefühlern bestückt und die Messdaten über eine Periode von ca. 1 Jahr gesammelt.



Bild 2.1
Schulhaus Romanshorn (links) und Innenansicht mit Öffnung für die Platzierung der Messfühler (rechts). Ausführung der Messungen durch die EMPA.

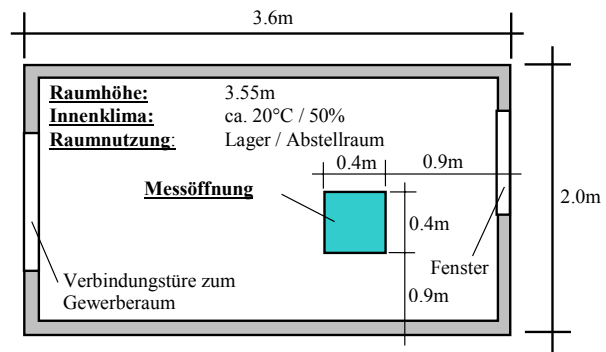


Bild 2.2
Gewerbehäus Glarner in Lauerz (links) und schematische Darstellung der Messfühler-platzierung (rechts). Ausführung der Messungen durch die Fachhochschule SH-Holz.





Bild 2.3
Sporthalle des Schulhauses Riedmatt bei Zug (links) und Innenansicht mit Öffnung für die Platzierung der Messfühler (rechts). Ausführung der Messungen durch die EMPA.

Berechnungen

Der berechnete Dachaufbau der drei untersuchten Objekte ist in den Bildern 3.1 bis 3.3 als Eingabe für das thermisch-hygrische Berechnungsprogramm WUFI 3.2 Pro dargestellt:

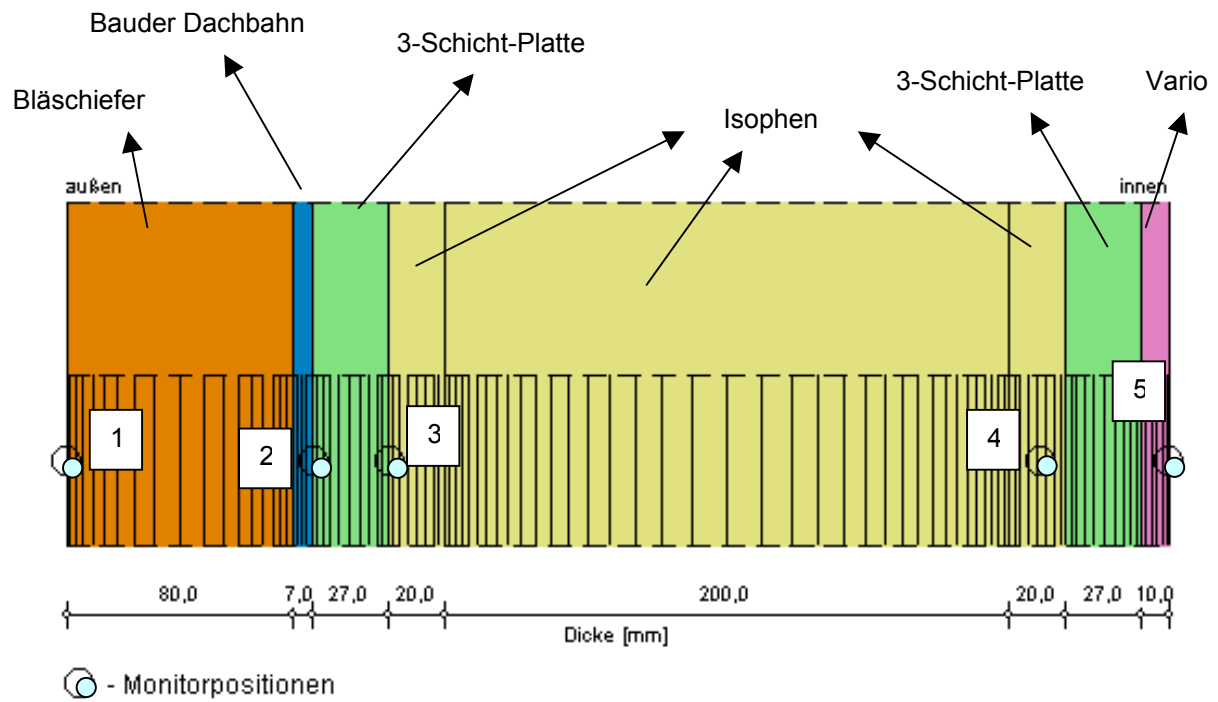
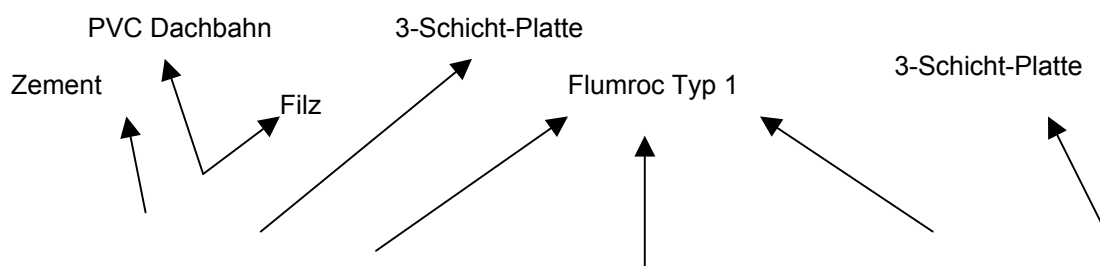


Bild 3.1

Modell des Dachaufbaus für Schulhaus Romanshorn (mit Dampfbremse warmseitig).



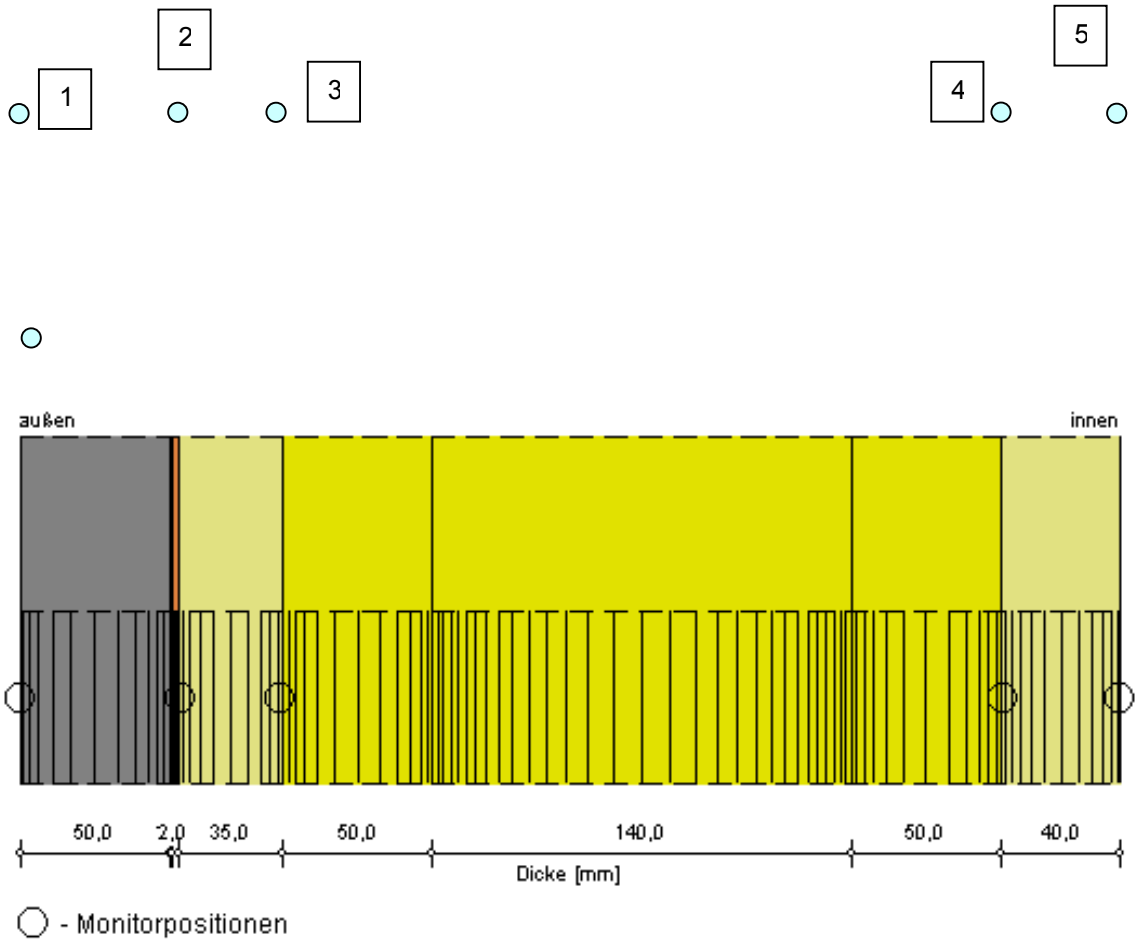


Bild 3.2

Modell des Dachaufbaus für das Gewerbehaus Glarner (keine Dampfbremse warmseitig).

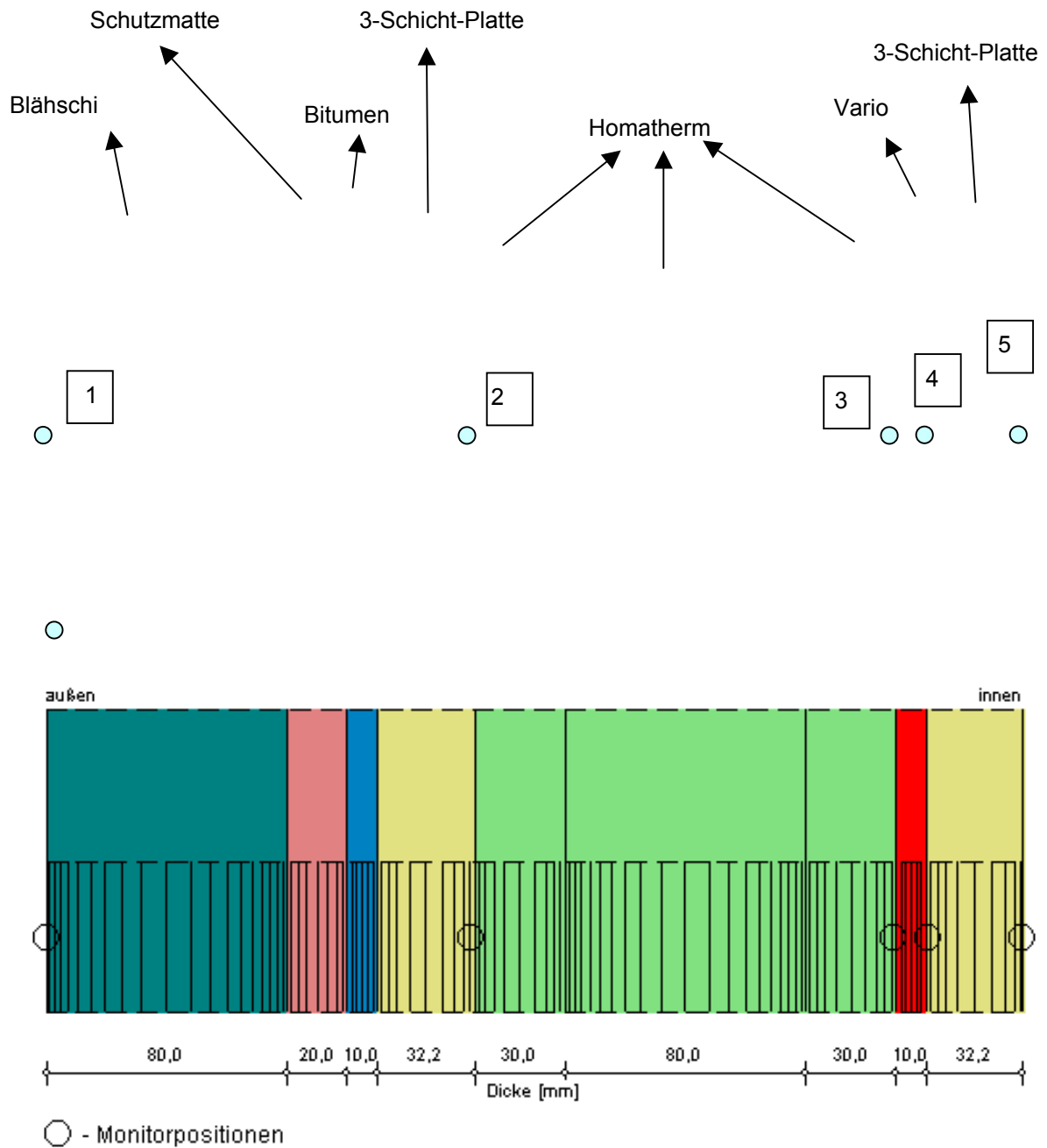


Bild 3.3 Modell des Dachaufbaus für die Sporthalle Riedmatt (mit Dampfbremse warmseitig).

Dabei wurden für alle drei Fälle folgende Randbedingungen festgesetzt:

Aussenluft: Zürich warm gemäss WUF 3.2 Pro

Innenluft: periodische Funktionen für den jährlichen Temperatur- und Feuchteverlauf angepasst an die gemessenen Werte

h_i und h_a : 20 und $7.7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Als Anfangswerte wurden eine Temperatur von 20 °C und eine rel. Feuchte von 65%, gemittelt über den gesamten Dachaufbau; eingesetzt. Es zeigt sich das nach ca. 2 Jahren der Einfluss der Anfangswerte nicht mehr ersichtlich ist (eingeschwungener Zustand).

Vergleich der Resultate

Schulhaus Romanshorn

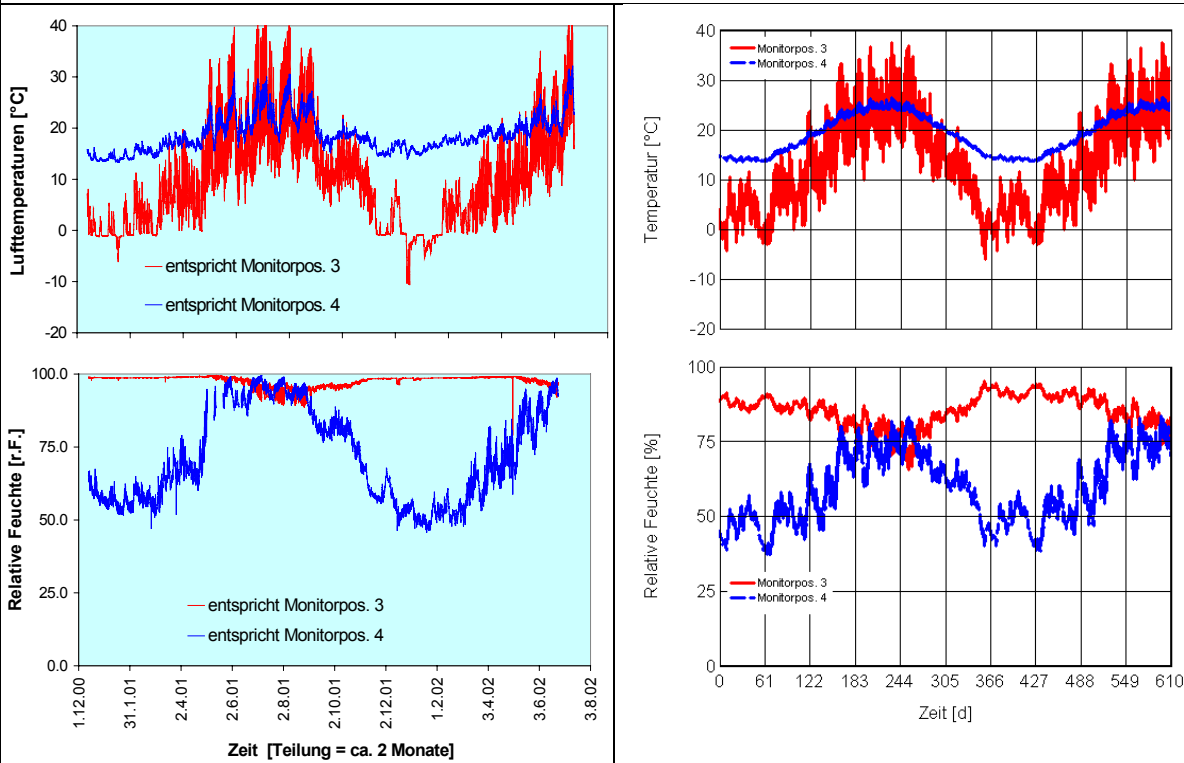


Bild 4.1

Vergleich Messung (links) mit Rechnung (rechts) für die beiden **Monitore 3 und 4** auf der äusseren bzw. inneren Seite der Dämmschicht (siehe Bild 3.1)

Beim Vergleich Messung-Rechnung muss man berücksichtigen, dass die Innenlufttemperatur und die Innenluftfeuchte den Messdaten angepasste Sinus-Funktionen sind.

Gewerbehaus Glarner

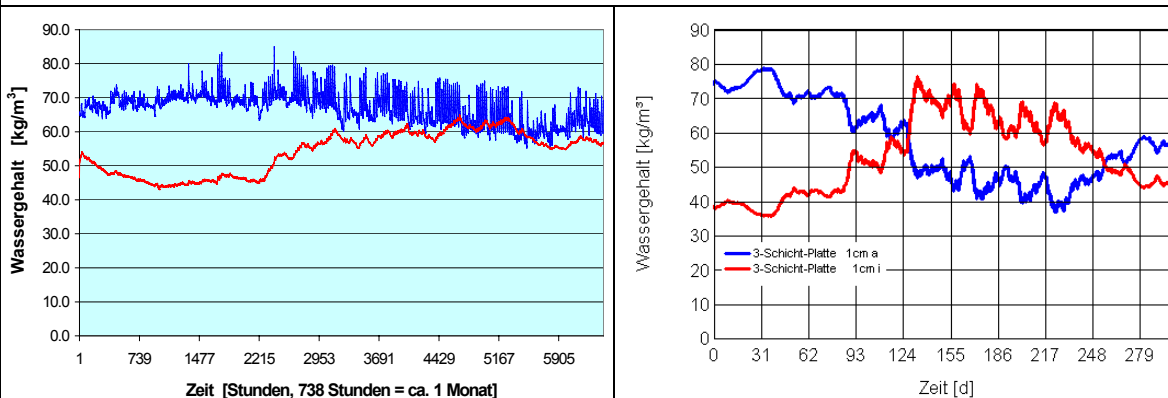


Bild 4.2

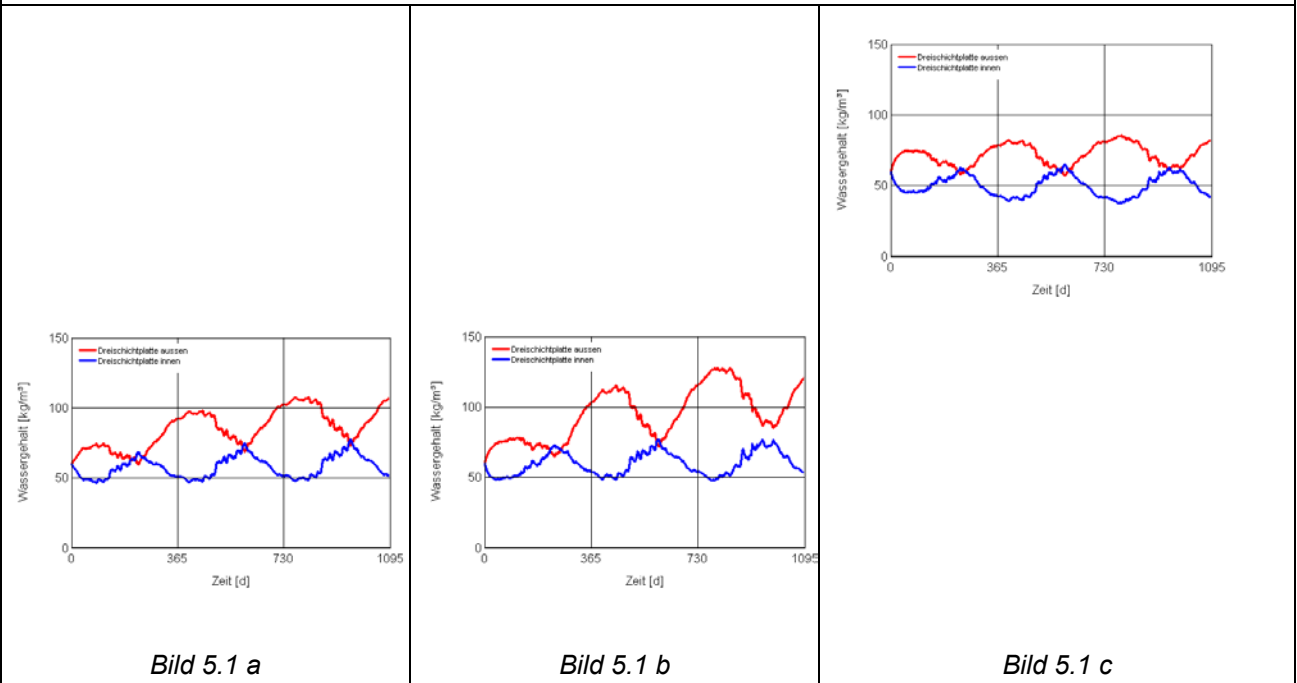
Vergleich Messung (links) mit Rechnung (rechts) für den **Wassergehalt** in den 3-Schicht-Platten auf der äusseren bzw. inneren Seite der Konstruktion (siehe Bild 3.2)

Die gemessenen Daten des Schulhauses Riedmatt werden im August 2002 ausgelesen und mit den Resultaten aus Berechnungen verglichen.

Parameterstudie

Durch Variation von bestimmenden Parametern wie z.B. die Eigenschaften der Dampfbremse, die Orientierung des Details (Flachdach, Schrägdach oder Wand), der Anfangsfeuchtegehalt und Austausch von Wärmedämmungen mit verschiedenen Feuchtspeicherfunktionen, können die Randbedingungen und Konstruktionen bestimmt werden bei denen der Einsatz einer adaptiven Dampfbremse sinnvoll ist.

Schulhaus Romanshorn



Wassergehalt in den inneren und äusseren 3-Schicht-Platten a) mit adaptiver Dampfbremse, b) ohne Dampfbremse und c) mit einer konventionellen Dampfsperre.

Schulhaus Romanshorn

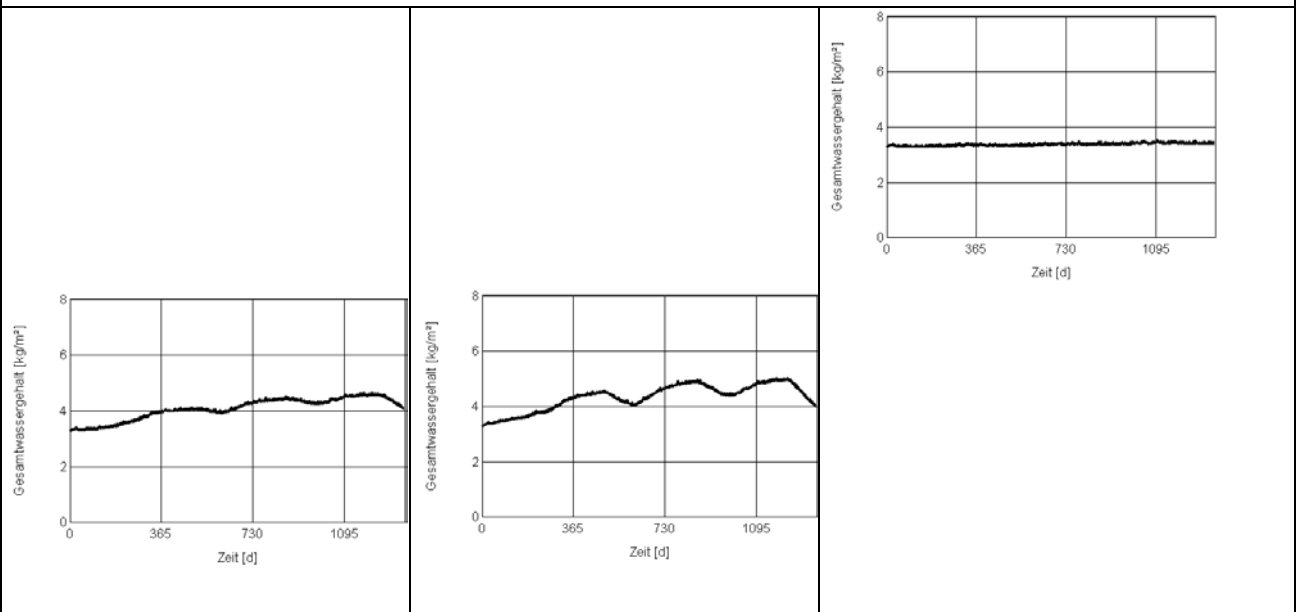


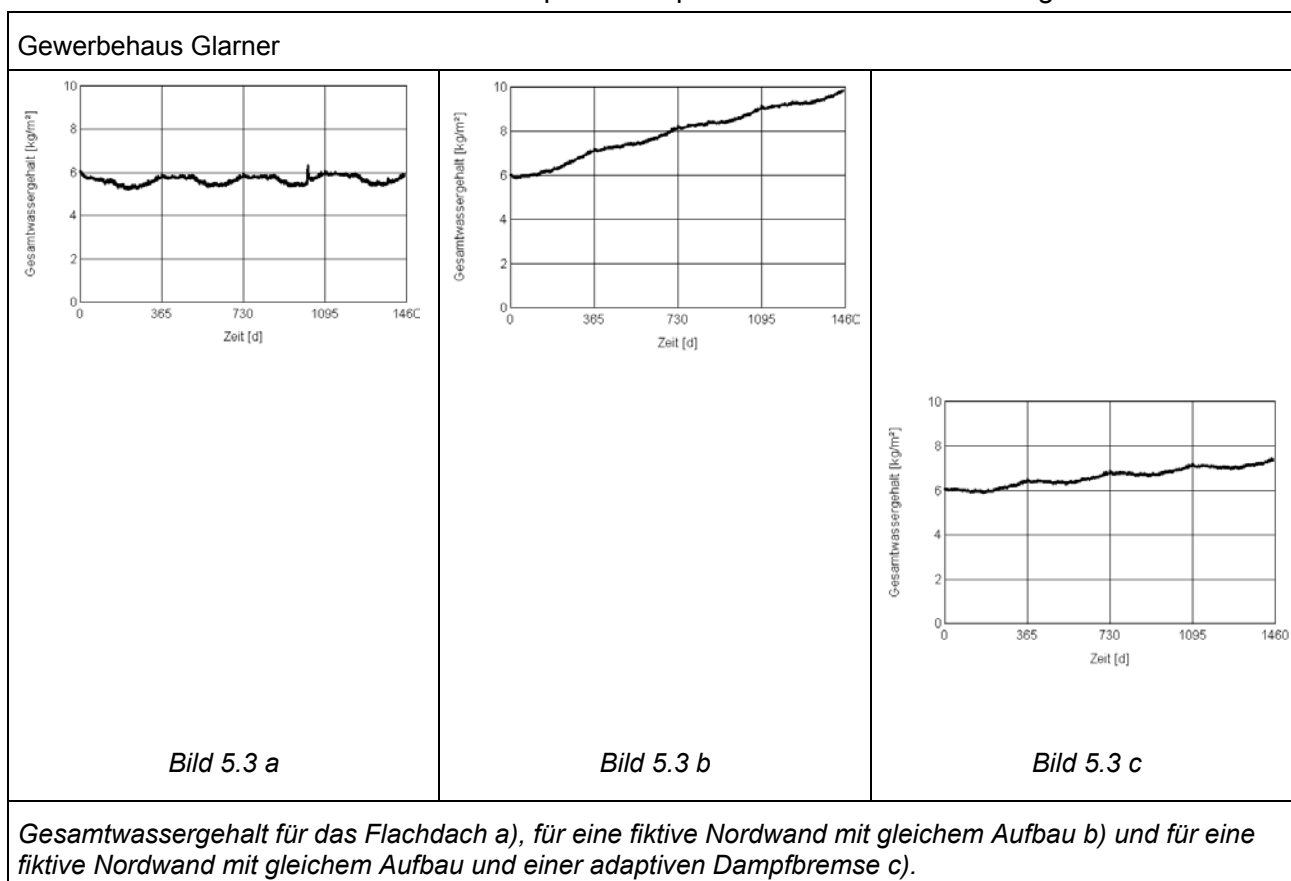
Bild 5.2 a	Bild 5.2 b	Bild 5.2 c
Gesamtwassergehalt für das Flachdach a) mit adaptiver Dampfbremse, b) ohne Dampfbremse und c) mit einer konventionellen Dampfsperre.		

Die Bilder 5.1 und 5.2 stellen Resultate von Parameterstudien am Flachdach des Schulhauses Romanshorn dar. Dabei wird der Wassergehalt in den Holzplatten (3-Schicht-Platten) für den realen Fall Bild 5.1a) mit dem von zwei Variationen Bild 5.1b) ohne Dampfbremse und Bild 5.1c) mit konventioneller Dampfsperre (PE-Folie) verglichen.

Der Gesamtwassergehalt der Konstruktion ist für die drei genannten Fälle in den Bildern 5.2 a) bis c) dargestellt.

Für das Gewerbehaus Glarner wo keine Dampfbremse verwendet wurde, sind Variationen mit verschiedenen Ausrichtungen / Orientierungen des Baudetails berechnet worden. Die Bilder 5.3 a) bis c) zeigen den jährlichen Verlauf des gesamten Wassergehalts über eine Periode von 3 Jahren für ein Flachdach a) eine Nordwand b) und eine Nordwand mit adaptiver Dampfbremse c).

Während der gesamte Wassergehalt für das Flachdach stabil bleibt steigt es für den Fall einer Nordwand sehr stark an. Durch eine adaptive Dampfbremse wird dieser Anstieg reduziert.



Ausblick

Weitere Parametrstudien, und Berechnungen an Wand- und Steildachkonstruktionen sind vorgesehen um den Einfluss von adaptiven Dampfbremsen umfassend bestimmen zu können. Es

sind auch Messungen an verschiedenen adaptiven Dampfbremsen im Gange um neue Produkte besser charakterisieren zu können.