



## 10. IBF-Symposium - „Flachdach und Bauwerksabdichtung“

### Bauphysikalische Besonderheiten des Kompaktdaches

Dipl.(HTL)Ing. Emanuel Mairinger

Wien, am 27. Februar 2014



- **Dr. Ronald Mischek ZT** ([www.mischek-zt.at](http://www.mischek-zt.at)) u. **BauXund Forschung und Beratung GmbH.** ([www.bauxund.at](http://www.bauxund.at))



Konsulent für nachhaltiges Bauen von großvolumigen Wohn- und Nutzgebäuden (Neubau & Sanierung), mit Focus auf Bauökologie, Bautechnik, Bauphysik und Messtechnik. Forschung und Schulungen.

- **BAUTECHNIK / - BAUPHYSIK**

Bauphysikalische Gutachten, Consulting und Projektierung von energieeffizienten Gebäuden, Wärmebrückenberechnungen & Feuchtsimulationen, Produktentwicklung & Prüfung, bautechnische und bauphysikalische Messungen, Qualitätssicherung und Gewährleistung. Normungsarbeit.



- ... im Wandel der Zeit
- Dachaufbauten / Kompaktdach
- Planungsgrundlagen
- Schutzprinzipien gegen Tauwasserbildung
- Dämmstoffsysteme
- Parameter & Einflussgrößen
- Nutzerverhalten
- Praxisbeispiele
- Entwicklungspotential
- Zusammenfassung



**Materialentwicklung**

**Können**

**Werterhaltung**

**Zeitgeist**

**Wirtschaftlichkeit**

**Zertifizierung**

**Ressourcenschonung**

...

**Komfort / Behaglichkeit**

**„Geiz ist geil!“**

**Qualität**

**Normen**

**Produktvielfalt**

**Energieeinsparung/ -effizienz**

**Interdisziplinäre Planung**

**Schnittstellen**





Quelle: ÖNORM B 3691:2012 - Bild 2 — Warmdach

Das Warmdach (gemäß Bild 2) ist eine nichtbelüftete, gedämmte Dachkonstruktion, bei der der Dachaufbau unmittelbar auf dem Untergrund aufliegt. Die Dampfsperre und die Wärmedämmschichte sind unter der Abdichtung angeordnet.

**ANMERKUNG:** Beim **Kompaktdach** werden **Dampfsperre**, **Wärmedämmschicht** und **Abdichtung vollflächig** miteinander **verklebt**.



Die aktuelle Norm (ÖNORM B 3691:2012) schlägt unter 6.3 Dampfsperre, 6.3.1 Planung vor:

- Die Dampfsperre ist gemäß ÖNORM B 8110-2 so zu bemessen, dass sich die **Wasserdampfdiffusion nicht schädigend** auf die **Schichten des Daches** auswirken kann.
- Wärmedämmschichten aus **Schaumglas** können die **Funktion einer Dampfsperre** übernehmen, wenn die Fugen mit Bitumenmasse geschlossen sind.



ANMERKUNG: Wärmegegedämmte Konstruktionen müssen **dauerhaft luftdicht** sein, um eine **Durchströmung und Mitführung von Raumlufftfeuchtigkeit**, die zu **Tauwasserbildung in der Konstruktion** führen kann, zu unterbinden. Die luftdichte Schicht ist raumseitig der Wärmedämmung anzuordnen (ausgenommen Duodächer). Auf die Luftdichtheit von Anschlüssen und Durchdringungen sowie bei Installationen ist besonders zu achten.

Die aktuelle Norm (ÖNORM B 8110-2:2003) schlägt vor:

- Verwendung **erprobter Konstruktionen**
- Nachweis nach dem **vereinfachten Verfahren** (EN13788)

Nutzungsprofile:

Für **Wohnungen und Räume** vergleichbarer Widmung werden die **folgenden Innenluftbedingungen** eingesetzt:

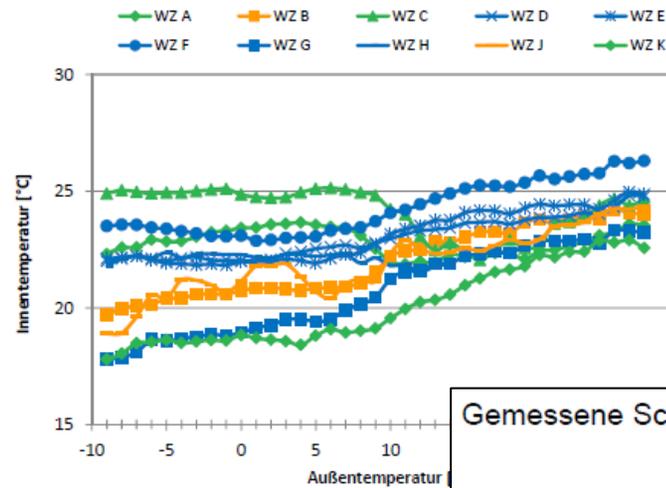
- **Innenlufttemperatur 20 °C**
- **relative Feuchtigkeit** der Innenluft  
**55 %** bei Außenlufttemperaturen von 0 °C bis 5 °C bzw.  
**65 %** bei Außenlufttemperaturen von 0 °C bis 10 °C)

Darüber hinaus:

- **Simulation** nach EN 15026
- Dreidimensionale **Simulation mit Luftströmungen**

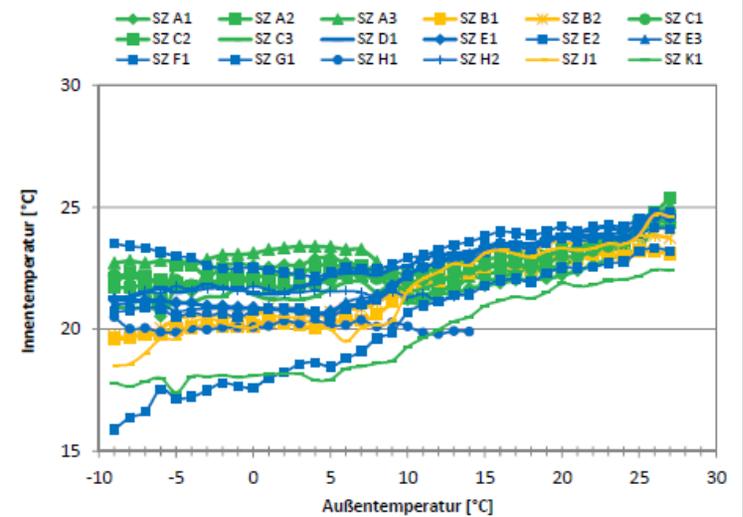


Gemessene Wohnzimmer Temperaturen



Grün Sehr Zufrieden  
Blau Zufrieden  
Gelb Neutral

Gemessene Schlafzimmer Temperaturen



Quelle: Wohnbauforschungsprojekt Wien - Dr. Ronald Mischek ZT



[ÖNORM B 8110 Teil 2:2003 - Wärmeschutz im Hochbau  
Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:](#)

### 3 Allgemeines

Unter **Kondensationsschutz im Hochbau** sind **alle baulichen Maßnahmen** zu verstehen, die unter den kennzeichnenden **Betriebsbedingungen des Innenraumes** (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) und den maßgebenden **Außenluftbedingungen** (Temperatur und Luftfeuchtigkeit).

- eine solche Temperatur an der inneren Oberfläche der Außenbauteile sichern, dass
  - (a) **keine Wasserdampfkondensation erfolgt** und
  - (b) **Schimmelbildung hintangehalten** wird
- eine schädliche **Wasserdampfkondensation im Inneren von Außenbauteilen verhindern**.



Im Bewusstsein war bislang das Tauwasserrisiko, welches nach Glaser (ÖNROM B 8110-2:2003) „anschaulich sichtbar“ wird. Aus diesem Grund haben sich verschiedene Schutzmechanismen entwickelt. Eine klare Klassifizierung ist jedoch schwierig:

- **kondensatverhindernde Aufbauten**  
Vermeidung von Tauwasserbildung durch absolut diffusionsdichte Schicht.
- **kondensatbegrenzende Aufbauten**  
Begrenzung der Tauwasserbildung durch diffusionshemmende Schicht.
- **kondensattolerierende Aufbauten**  
Management der ggf. vorhandenen Kondensate durch diffusionsoffene bzw. kapillaraktive Stoffe



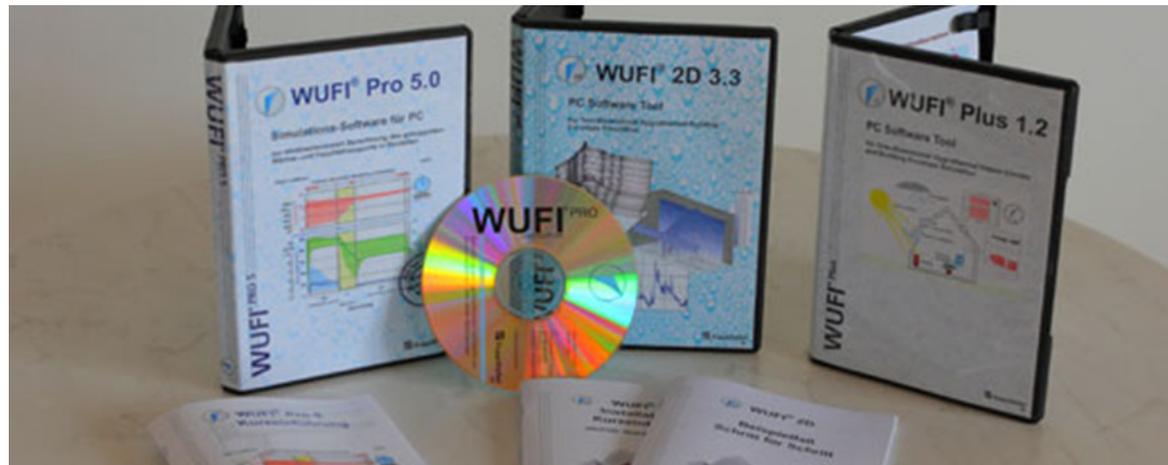
[ÖNORM B 8110 Teil 2 : 2003-07-01 - Wärmeschutz im Hochbau  
Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:](#)

Die vorliegende ÖNORM gibt für **stationäre thermische Zustände vereinfachte Rechenverfahren** für die Bemessung von Bauteilen zur **Vermeidung von Kondenswasserbildung** bzw. einer die **Schimmelbildung fördernden Luftfeuchtigkeit** an der inneren Oberfläche von Außenbauteilen für **ebene Bereiche** mit **oberflächenparallelen Baumaterialschichten** und für Bereiche mit Wärmebrücken sowie zur **Erfassung der Kondensatmenge im Bauteilinneren** (nur für ungestörte Bereiche) an.



### Gekoppelte Feuchte- und Wärmesimulation:

Das am IBP (Fraunhofer-Institut für Bauphysik) entwickelte und an Freiland- und Labordaten validierte PC-Programm **WUFI®** (Wärme und Feuchte instationär) ist eine Software-Familie zur realitätsnahen **instationären Berechnung des gekoppelten ein- und zwei dimensional Wärme- und Feuchtetransports in mehrschichtigen Bauteilen unter natürlichen Klimabedingungen** und ist für diese Berechnungsart geeignet.



Quelle: Internet



Wärmedämmstoff (Abkürzung)	Produktnorm	Produktarten/Produkttypen gemäß ÖNORM B 6000
Mineralwolle (MW)	ÖNORM EN 13162	MW-WD
Expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS)	ÖNORM EN 13163	EPS-W 20 EPS-W 25 EPS-W 30
Extrudierter Polystyrol-Hartschaum (XPS)	ÖNORM EN 13164	XPS-G 30 XPS-G 50 XPS-G 70
Polyurethan-Hartschaum (PUR)	ÖNORM EN 13165	PUR-DO PUR-DD
Schaumglas (CG)	ÖNORM EN 13167	CG-D CG-HD CG-F

Quelle: ÖNORM B 3691:2012 - Tabelle 5 — Wärmedämmstoffe für die Anwendung im Flachdach

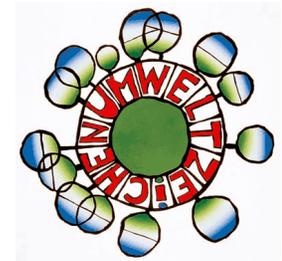


Kalziumsilikat	Polyurethan	Holzwolle
Mineralwolle	Flachsfaser	Kokos
Schaumglas	Hanf	Kork
Polystyrol	Holzfaser	Schafwolle
Resol	Lehmmischungen	Schilfrohr
Typha	Zellulosefaser	Vakuumdämmung
Perlite	Aerogel	...





Quelle: [www.natureplus.at/](http://www.natureplus.at/)





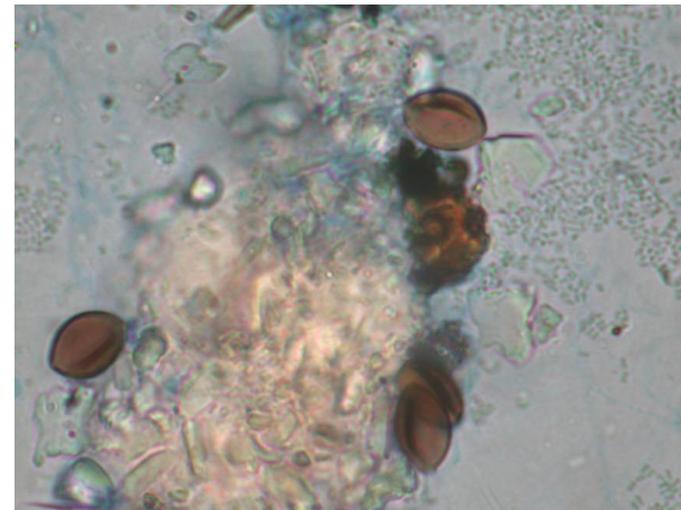
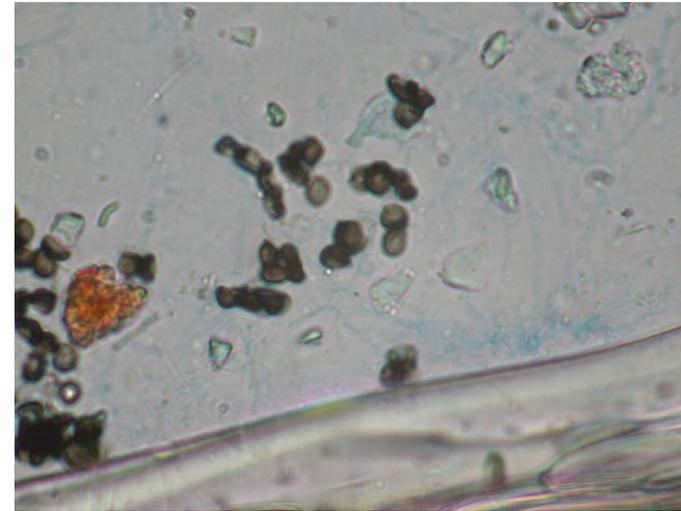
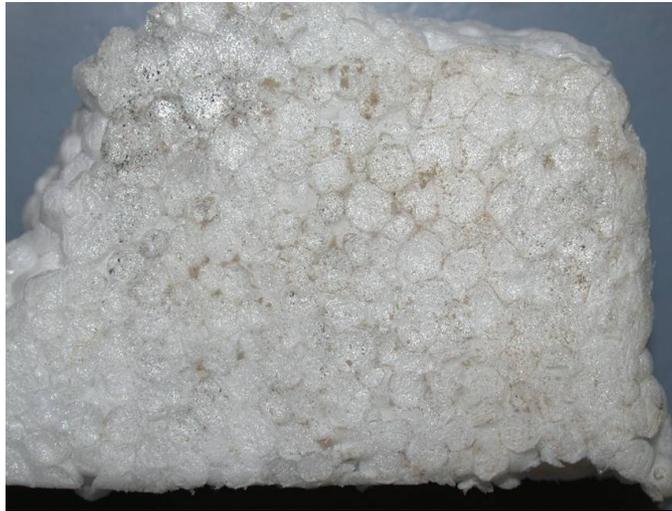
Völlig durchfeuchteter  
Faserdämmstoff.





Makroskopisch unauffällige Faserdämmstoff. Im Lupenbild sind Verschmutzungen zu erkennen. Im mikroskopischen Bild sind Sporen von *Stachybotrys chartarum* zu erkennen.





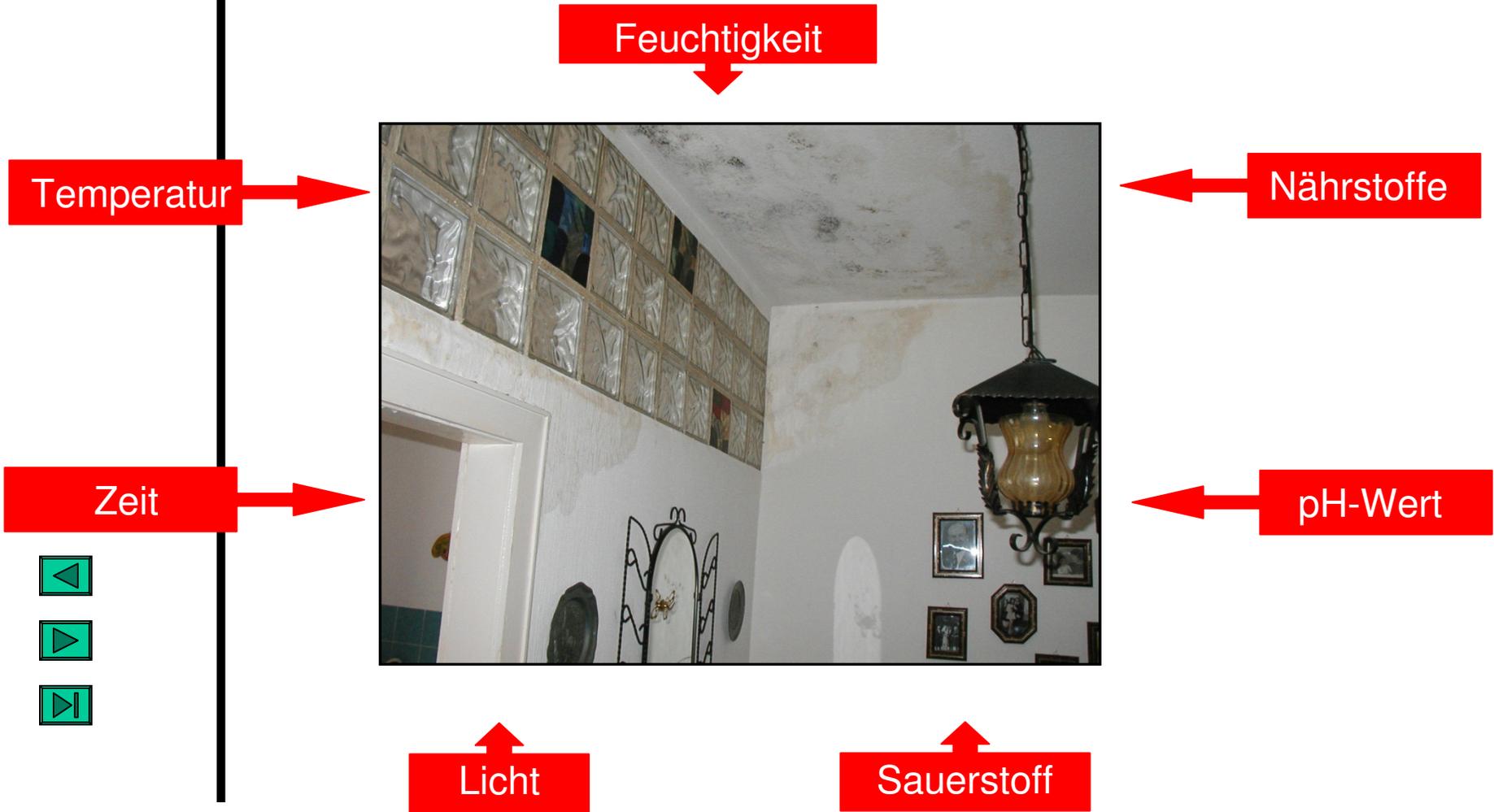
Makroskopisch leicht verschmutztes Styropor.  
Mikroskopisch wird eine starke Besiedlung durch Actinomyceten, coccoide Bakterien, Acremonium murorum Sporen deutlich.



Einflüsse	Grundlegende Fragestellungen	Detaillierte Parameter
<b>Nutzer verhalten</b>	Ist eine Nutzung als Wohnung vorgesehen?	Welche Widmungen bekommen die einzelnen Räume? Wo treten hohe Feuchtebelastungen der Raumluft auf?
	Gibt es nutzerspezifische Einrichtungswünsche?	Welche Möblierung schließt an die Dämmkonstruktion an? Sind Einbaukästen an Außenwänden geplant?
	Ist eine Nutzung als Veranstaltungsraum o.ä. vorgesehen?	Wie hoch ist die erwartete maximale Feuchtebelastung? Sind regelmäßig größere Menschenansammlungen zu erwarten?
	Ist eine Nutzung mit hoher Feuchtebelastung vorgesehen?	Ist eine Nutzung als <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewächshaus,</li> <li>• Schwimmbad oder</li> <li>• unbeheizter Keller</li> </ul> vorgesehen?
	Ist eine Heizungsanlage vorhanden oder vorgesehen?	Handelt es sich um einen <ul style="list-style-type: none"> <li>• konditionierten oder</li> <li>• unkonditionierten Bereich?</li> </ul>

Quelle: Archiv BauXund









### Wärmeleitfähigkeit:

bei Auslieferung:  $< 0,005 \text{ W/mK}$  ( $< 0,0035 \text{ W/mK}$ )

**lt. Zulassung**  **$0,008 \text{ W/mK}$**

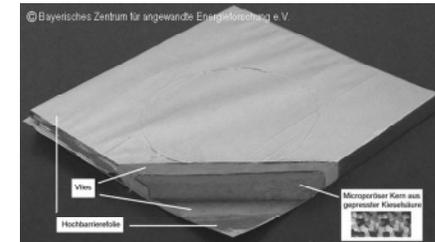
Belüftet  $0,019 - 0,020 \text{ W/mK}$

**PUR**  **$0,022 \text{ W/mK}$**

**XPS**  **$0,035 \text{ W/mK}$**

**EPS**  **$0,032 \text{ W/mK}$**

**Schaumglas**  **$0,038 \text{ W/mK}$**



Innendruck (bei Auslieferung):  **$< 5,0 \text{ mbar}$**  ( **$< 3 \text{ mbar}$** )

Rechnerischer Druckanstieg:  **$0,5 \text{ mbar/a}$**

Plattenabmessungen: von  $10 \times 10 \text{ cm}$   
bis  $100 \times 150 \text{ cm}$  (+1 bis - 6 mm)

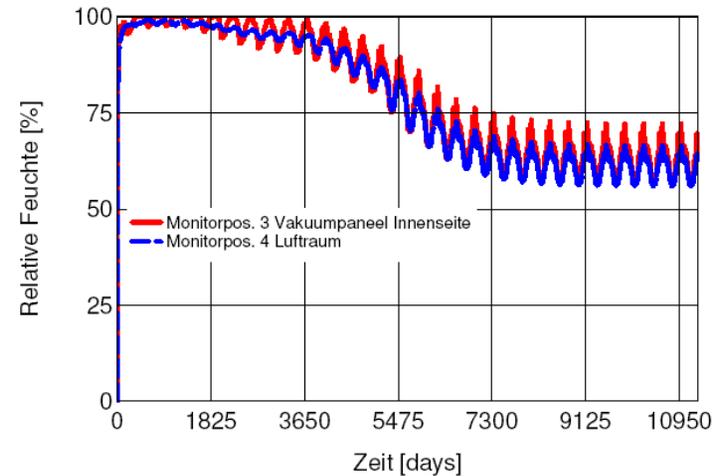
Dicken: von  $5 \text{ bis } 50 \text{ mm}$  (+1 bis - 3 mm)

Temperaturbeständigkeit (Folie):  $-50^\circ\text{C}$  bis  $+120^\circ\text{C}$





- Es dauert rechnerisch ca. 5 Jahre bis die Abtrocknung der Wand nach Innen beginnt. Die Ausgleichsfeuchte wird nach ca. 20 Jahren erreicht.



Quelle: Archiv Dr. Ronald Mischek ZT

- Obwohl es innerhalb des VIP-Paneels zu keiner Tauwasserbildung kommt, muss der systembedingte Fugenbildung besonderes Augenmerk geschenkt werden, da hier entsprechende Feuchtespitzen auftreten.
- Verschlechterung der Wärmeleitfähigkeit auf ca. 0,008 bis 0,01 W/mK in einem Zeitraum bis zu 50 Jahren.



**Wohnbauprojekt – Warmdach**

Enger Bauzeitplan, Beschädigungsgefahr der Dachabdichtung, 5 Monate Innenausbau im Winter, ohne Wärmedämmung und Dachabdichtung auf der obersten Geschoßdecke.



Quelle: Fotoarchiv BauXund





**Nachweis Fehlertoleranz –**

Wie reagiert das System auf:

- Kleine Fehlstellen in der luftdichten Schicht
- Kleine Fehlstellen in der winddichten Schicht
- Nachträgliche Fehlstellen in der luftdichten Schicht
- Regen, Besonnung, Verschattung
- Durchfeuchtung in der Bauphase
- Innenklima im Bauablauf (Winter/Sommer)
- Zu hohe Einbaufeuchte
- Hohe/Niedrige Innenraumluftfeuchte

**Planung und Ausführung mit Fokus auf Fehlertoleranz -**

Riskassessment:

- Welche Risiken gibt es im Ablauf?
- Wie wird reagiert?

Eine **schadensfreie Planung & Ausführung** ist nur dann möglich, wenn:

- die **bauliche Situation berücksichtigt** wird (Baustoffe, Zustand,...).
- das tatsächliche **Außenklima** – Mikroklima erhoben wird.
- die zukünftige **Nutzung** des Gebäudes bekannt ist.
- die **natürliche Lüftung** des Gebäudes beachtet wird.
- die Planung mit Fokus auf **Fehlertoleranz** erfolgt.
- ein **Riskassessment** berücksichtigt wird.
- **Qualitätssicherung** erfolgt.
- **Feuchtemanagement** geplant und ausgeführt wird.
- der **Schulungsbedarfs** erkannt wird.
- eine **Kommunikation** mit den NutzerInnen erfolgt.
- **Wartung / Monitoring** durchgeführt wird.



**Herzlichen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

[www.bauXund.at](http://www.bauXund.at)





## 10. IBF-Symposium - „Flachdach und Bauwerksabdichtung“

### Bauphysikalische Besonderheiten des Kompaktdaches

Dipl.(HTL)Ing. Emanuel Mairinger

Wien, am 27. Februar 2014

