

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion



... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Die Historie:

Flachdach in Holzbauweise Typ4 wurde 2010/11 nicht nach dem Stand der Bautechnik mit einer raumseitigen Dampfsperre ausgeführt.



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

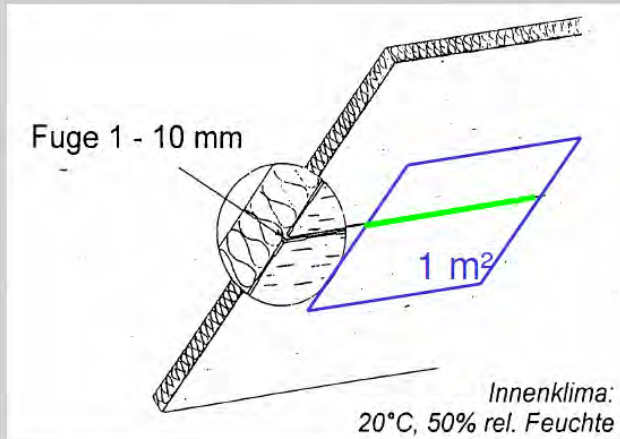
Bauherr reklamiert im Januar 2016:
Wasserspuren am Täfer: „da stimmt Etwas nicht“

Bei der Bauteilöffnung sind Leckagen an den
Folienstößen leicht erkennbar



Vergleich Diffusion vs. Konvektion

Täglicher Dampftransport: Zwei Wege



- ...durch Diffusion:
berechenbar wenig
- ...durch Konvektion:
unberechenbar viel

- Quelle: Fraunhoferinstitut für Bauphysik, Stuttgart, 1989 (!)



bei $s_{d,i} = 2\text{m}$: 3 Tage

Außenklima: -10°C, 80% r.F.	Diffusionssperwert (s_d)			Druckdifferenz: 5 Pascal	Fugenbreite		
	$s_d = 100\text{ m}$	$s_d = 20\text{ m}$	$s_d = 2\text{ m}$		1 mm	3 mm	10 mm
Tägl. Diffusionsstrom [g/m ²]	0,15	0,7	7	Tägl. Konvektionsstrom [g/lfm Fuge]	200	400	600

Abschätzbarer Feuchteeintrag: Konvektion



Abb. 1: Klassifizierung der Luftdichtheitsklassen (LDK) nach Fraunhofer Institut für Bauphysik

Höhe	Luftdichtheitsklasse (LDK)		
	A	B	C
5 m	37	110	183
8 m	60	177	293
12 m	90	263	440

Randbedingungen der WUFI®-Simulation: Klima Holzkirchen / normale Feuchtelast, Norddach 50°, 16 mm MDF, 240 mm Mifa 040, $\alpha = 0,6$, $\epsilon = 0,9$, $s_{di} = 10m$).

Hinweis zur Verwendung der LDK bei EFH:

A: Geprüfte Dichtheit gemäß den Empfehlungen bei Einbau einer mechanischen Lüftung ($n_{50} = 1 \text{ h}^{-1}$)

B: Geprüfte Dichtheit bei Gebäuden mit Fensterlüftung ($n_{50} = 3 \text{ h}^{-1}$)

C: Neubauten ohne Dichtheitsprüfung ($n_{50} = 5 \text{ h}^{-1}$)

Tab. 2: Jährliche konvektive Feuchtequellen (g/m^2) in Abhängigkeit von der Luftdichtheitsklasse und der Höhe des Raumlufverbundes

Aus: Daniel Kehl Die neue Quadriga Heft 6/14

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Die weitere Sondierung zeigt hohe Holzfeuchte & Schimmelbildung



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Ein Neu-Aufbauen mit Zusatzdämmung (Typ 3) wird vom Architekt aus Kostengründen abgelehnt

MERKBLATT FEUCHTESCHUTZ BEI FLACHDÄCHERN IN HOLZBAUWEISE

4

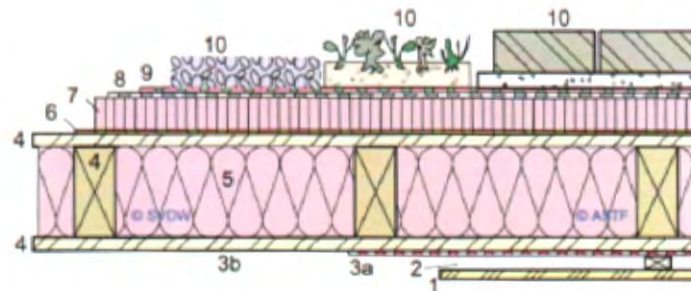
AUFBAU III

Nicht durchlüftete Konstruktion mit Wärmedämmung innerhalb der Tragkonstruktion und Zusatzdämmung

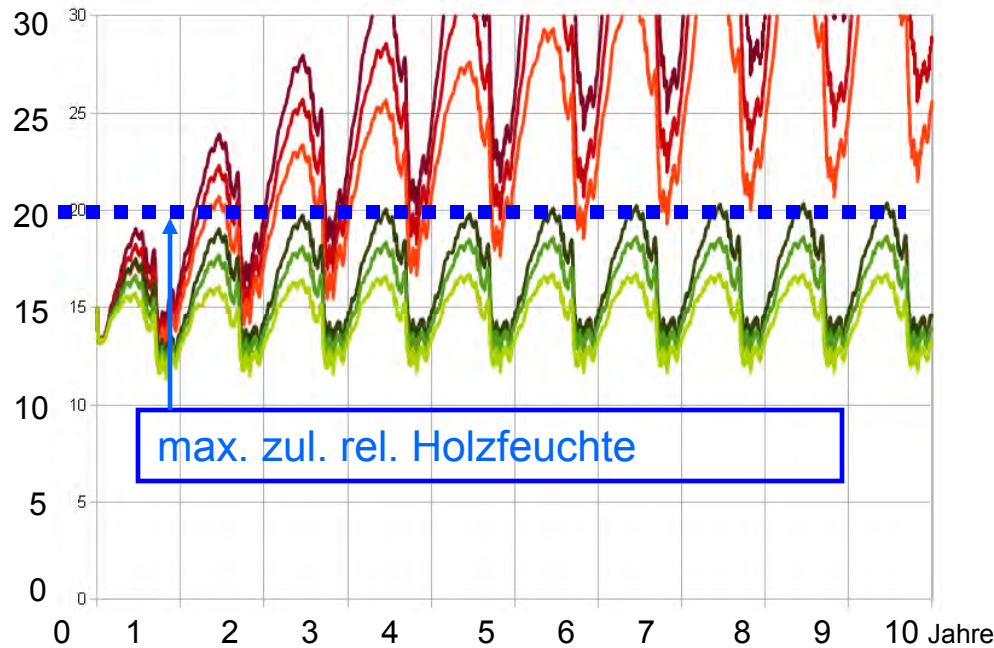
Konstruktionsaufbau von innen nach aussen

1. Evtl. Untersichtbekleidung
2. Evtl. Installationsschicht
- 3a. Luftdichtung/Dampfbremse diffusions-offen, oder mit variablem Diffusionswiderstand
- 3b. Luftdichte Tragkonstruktion, Untersichtbekleidung
4. Tragkonstruktion
5. Wärmedämmschicht (hohlraumfrei)
6. Bauzeitabdichtung gemäss SIA 271
7. Zusatzdämmung mind. 40 mm
8. Abdichtung im Gefälle $\geq 1,5\%$
9. Flächige Schutzschicht
10. Schutz-/Nutzschicht gemäss SIA 271

Um das minimale geforderte Gefälle der Abdichtung von 1,5% zu erreichen ist dieses in der Schicht 4 (Tragkonstruktion) oder 7 (Zusatzdämmung) zu planen und auszuführen.



Die Sanierung erfolgt nach Schimmelentfernung & Holz-trocknung auf Basis einer Wufi-Feuchte-Bemessung



INTELLO LWK A

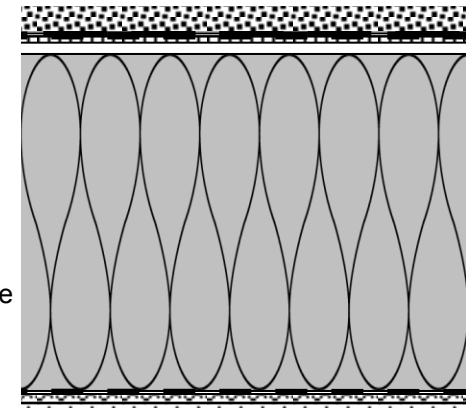
s_d -Wert 5 m LWK A

INTELLO LWK B

s_d -Wert 5 m LWK B

INTELLO LWK C

s_d -Wert 5 m LWK C




Beispiel: bekiestes Flachdach Standort St.Gallen:

Die Konvektion steuert den Feuchte-Eintrag in der DSP

LWK A = q_{50} von 1 / LWK B = q_{50} von 3 / LWK C = q_{50} von 5

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

- Die Herstellerempfehlung zur feuchtvariablen Dampfbremse empfiehlt daraus resultierend eine Dämmstärke von max. 180mm Mineralwolle, eine Dokumentation der Holzfeuchte und BD-Test/Leckageortung mit q_{50} von <1.0



MOLL baubiologische Produkte GmbH
Helmholtz-Str. 42 • 80772 Schwabing

Bau- und Energieberatung
Reto Niedermann GmbH
Reto Niedermann
Dorfbachweg 16
5055 Untereinfelden
Schweiz

Info: Tel.: +49 (0)32 27 92 45 | eMail: michael.stoetl@proclima.de | 02.02.2016
Michael Stöckl Tel.: +49 (0)32 27 92 45

Kom- EFH Schaffheim – Auftraggeber: HS Architektur Haus Suter AG

Sehr geehrter Herr Niedermann,

damit bei dem außen diffusionsdichten Bauteil mit der pro clima INTELLO die innenseitige Rückströmungsgefälle voll aktiviert werden kann, müssen weitere auf der Innenseite angeordnete Bauteilschichten aus diffusionsoffenen Materialien bestehen. In Frage kommen z. B. Gipsbau- / -faserplatten Massivholzschalungen (Täfer) oder MDF-Platten ohne Beschichtungen. Diffusionshemmende Bauteilschichten wie z. B. Dreischicht- oder OSB-Platten behindern die sommerliche Barockdiffusion und sind daher nicht zu empfehlen.

Mit diffusionsoffenen Bauteilschichten innen ist das folgende Bauteil im Hinblick auf die Dampfdiffusion unter den angegebenen Bedingungen in Ordnung.

Aufbau Flachdach mit Kiesauflage, besannt und ohne weitere Deckschicht - von innen nach aussen:

- N+F Vollhöh (FK, Ta) (Dicke ≤ 30 mm), 15 mm
- Luftschicht / Rost, 30 mm
- Dampfbremse- und Luftdichtungsbahn pro clima INTELLO
- Konstruktionslehne voll gedämmt mit Isover Integro ZXF 1-035, 180 mm
- Dreischichtplatte, 27 mm
- Dachabdichtung (auch mehrlagig)
- Kiesauflage, ≤ 50 mm

Gemäss SIA 271 ist die Diffusionsberechnung mit dem Glaserverfahren bei diesem Aufbau unzulässig.

Zur Untermauerung der Erfordernisse wurden eine Vielzahl exemplarischer Diffusionsberechnungen mit 'WUFI Pro' -Wärme und Feuchte instationär- dem Berechnungsverfahren des Fraunhofer Instituts für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt. Siehe: www.wufi.de. Es erlaubt die realitätsnahe Simulation und Beurteilung des instationären hygrothermischen Verhaltens von mehrlagigen Bauteilen unter natürlichen Klimabelastungen bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Materialeigenschaften.

Umfassende Informationen finden Sie in der Studie „Berechnung des Bauschadensrisikopotenzials von Wärmelamellenkonstruktionen in Holzbauf“. Diese enthält detaillierten Informationen zu den beschriebenen

Geschäftsbereich: Kultur Med (Spz-Reg 013) (abzuziehen), (Nur Kernbereich) | Registrengeschäft: Baubereich, 0182 427124

Feuchtigkeitswirkungen, der Funktionsweise des feuchtvariablen Diffusionswiderstandes sowie Berechnungsbeispiele für aussen diffusionsdichte Konstruktionen.
Auf Wunsch sende ich Ihnen die Studie gerne in Papierform zu. Den PDF-Download finden Sie unter proclima.ch/de.

Gemäss dieser Berechnungen gelten folgende Randbedingungen für das oben beschriebene Bauteil:

1. Dachneigung max. 3° (Bau, 5-9%).
2. Die geografische Höhenlage dieses Bauteils liegt unterhalb 800 m ü. M.
3. Voraussetzung für die Funktion und Sicherheit ist eine unverwundene Konstruktion. Verschattungen können durch Aufbauten wie z. B. Photovoltaik- und thermische Solaranlagen, Geländegrünanlagen, Attiken oder Nachbargebäude entstehen. Die Verschattung durch Baumbestand und Topographie ist ebenfalls zu prüfen.
4. Alle Materialien zwischen Luftdichtungsebene und äusserer Abdichtung müssen zum Zeitpunkt des Einbaus der Wärmelämmung und Luftdichtung trocken sein (z. B. Holz $\varphi < 20\%$). Die Dokumentation der Materialfeuchtigkeiten ist empfehlenswert.
5. Die Luftdichtigkeit ist mittels Differenzdruckverfahren (z. B. pro clima WINCON oder BLOWER DOOR) mit Leckageortung zu prüfen. Es wird empfohlen diese Prüfung der Luftdichteitsebene vor dem Aufbringen weiterer Bauteilschichten durchzuführen. Damit werden die Leckageortung und die ggf. erforderlichen Nachbesserungsarbeiten wesentlich erleichtert, bzw. Rückbaumaassnahmen vermieden.

Der fruchtevariable $s_{d,50}$ -Wert der Hochleistungs-Dampfbremse INTELLO fördert die Austrocknung selbst von unvorhergesehen eingetragenen Feuchtigkeitsmengen und nicht somit auch über die Forderungen der SIA 180 hinaus. Auf diese Weise wird die Planung und Errichtung von Konstruktionen mit einem hohen Bauschadensrisikopotenzial ermöglicht. Die Spritzung des $s_{d,50}$ -Wertes nicht von unter 0,25 bis über 25 m. Im Winter verhindert die Bahn bauteilschädigenden Feuchteintrag. Im Sommer sinkt der $s_{d,50}$ -Wert im Bedarfsfall bis unter 0,25 m und ermöglicht eine rasche Austrocknung von Feuchtigkeit aus dem Bauteil heraus.

Die luftdichte Verklebung der Bahnenüberlappungen sowie der Anschlüsse an alle angrenzenden Bauteile ist Voraussetzung zur Vermeidung von bauteilschädigendem Feuchteintrag durch Konvektion. Systemprodukte für die dauerhafte Verklebung der INTELLO entsprechend der SIA 180, DIN 4108-7 sowie ONORM B 8110-2 sind die Allround-Klebebander der TESCON-Familie und die Anschlusskleber der ORCON-Familie.


Weitere Systemprodukte finden Sie in den Anwendungsempfehlungen der INTELLO. Diese sind bei der Planung und bei der Ausführung der Luftdichtungsebene zu beachten. Weitere Anwendungs- und Konstruktionsempfehlungen finden Sie in den pro clima Planungsunterlagen.

Unsere Empfehlung beinhaltet sich ausschließlich auf die pro clima Systemprodukte. Andere Materialien sind bauteils zu prüfen.

Beim Betrieb einer mechanischen Lüftungsanlage ist darauf zu achten, dass diese im Winter keinen Überdruck im Gebäude erzeugt (bilanzierter Wert).

Für weitere Fragen erreichen Sie die technische Hotline von pro clima unter der Nummer +49 63 02 - 27 92 45.

Mit freundlichen Grüßen
MOLL baubiologische Produkte GmbH


i.A. Michael Stöckl
Spz-Reg 013
pro clima GmbH

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Blower-Door-Test nach Sanierung ergibt einen $n_{50, \text{st}}$ 0,50



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

...
Und wenn das Bauteil nicht gestorben ist,
So lebt es noch heute

ENDE

im Januar 2017 reklamiert
der Bauherr erneut,
nun hat es Wasserspuren an der Wand

„Das war ja wohl nix !!!“

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Fragestellung: Wo kommt das Wasser her?

- Der wiedereingeschaltete Gutachter möchte herstellerseitige Beratungs- und Produktfehler ausschliessen.
- So meldet er sich bei der Technik-Hotline des Herstellers der feuchtevariablen Dampfbremse.
 - Man vereinbart einen Vorort-Termin für eine mögliche Probeentnahme, inkl. Blower-Door , IR-Kamera und Nebelmaschine

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

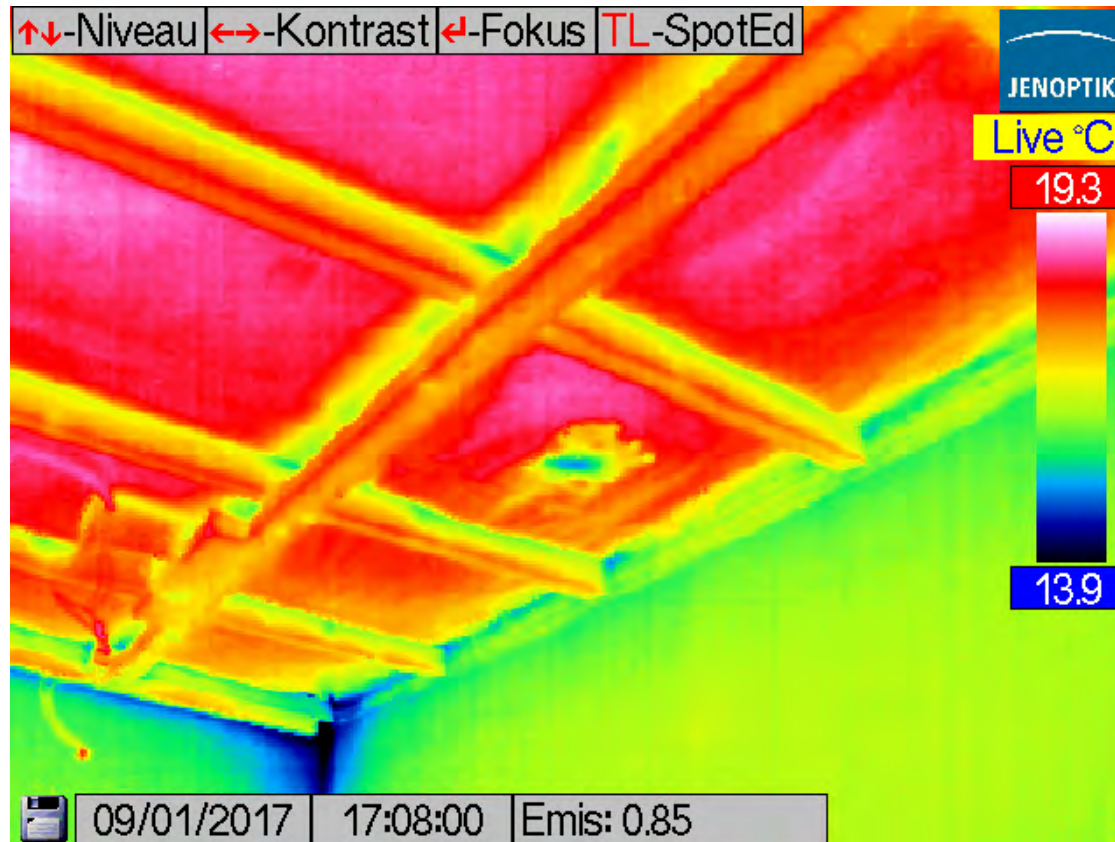
- Vor dem Termin wurde vom Zimmermann schon mal die Innenverkleidung entfernt.
- Eine Sichtprüfung ergab: Wandanschlüsse und Folienstöße waren optisch einwandfrei



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Der BD-Test bei Unterdruck bestätigt die Luftdichtheit der Dampfbremse und Anschlüsse im Flachdachbereich

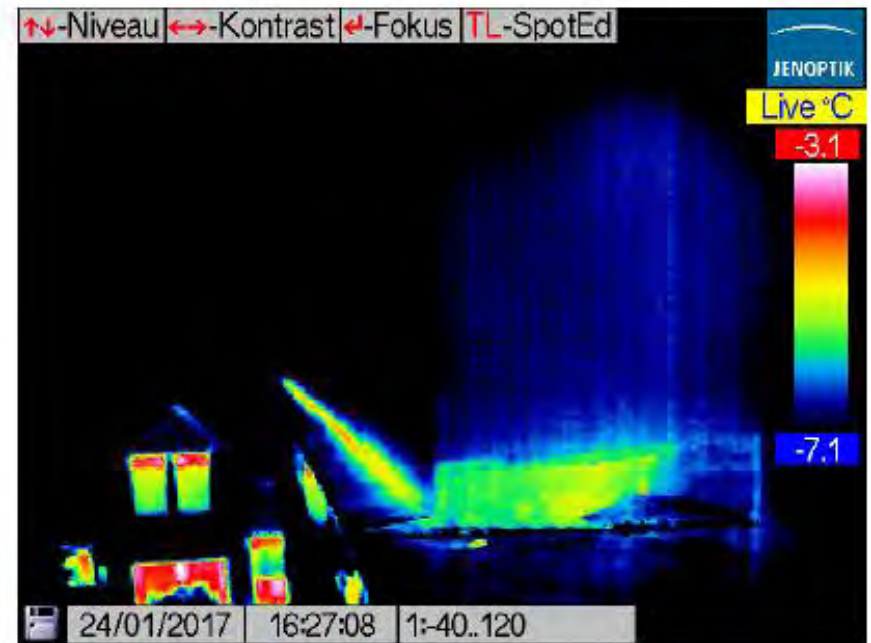
Es zieht lediglich aus den Steckdosen im Mauerwerk 2 m weiter unten, sowie der Terrassen-Schiebetür.



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Während des BD-Test bei Überdruck wurde von Aussen mit der IR-Kamera:

Ansicht Nordfassade auf Brüstungshöhe



Sichtbarer Warmluftaustritt über dem Abschlussblech, gerissene Hybridfuge. Leckage beim Blechstoss, Verbindung Ecke und Brüstungsabdeckung.

Während des BD-Test bei Überdruck wurde von Aussen mit der IR-Kamera:

Ansicht Ecke Nord-West, Dachrand Attika

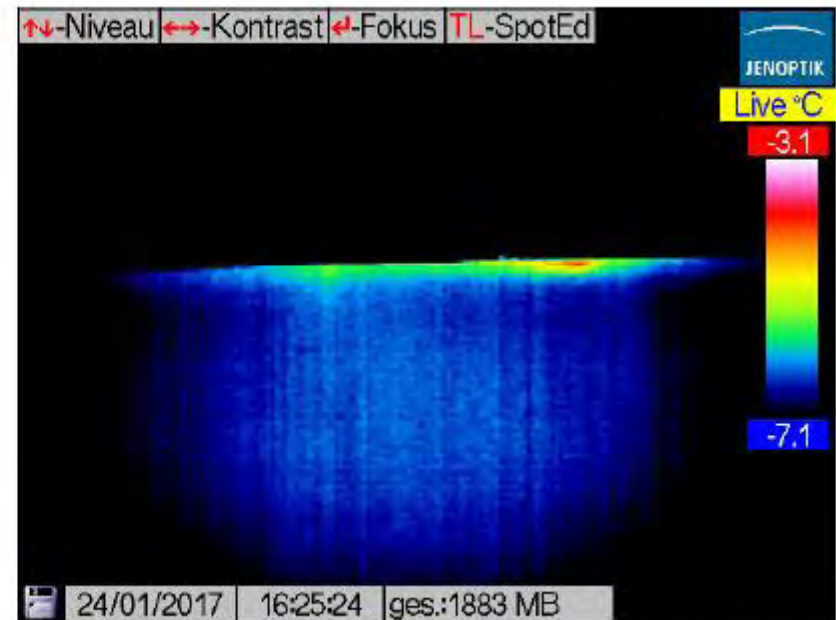


Warmluftaustritt zwischen Abschlussblech Dachrand und Aussenwärmedämmung

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Während des BD-Test bei Überdruck wurde von Aussen mit der IR-Kamera:

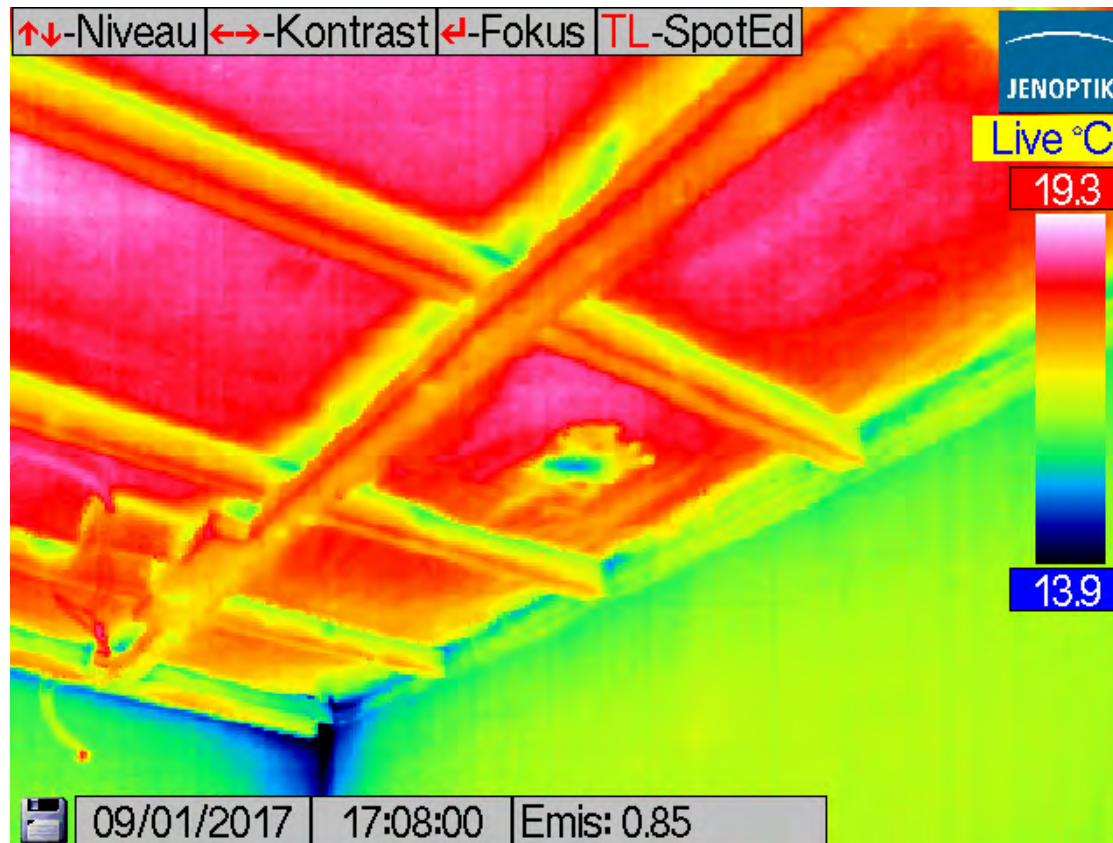
Ansicht Mitte Westfassade, Attikadach



Warmluftaustritt zwischen Abschlussblech Dachrand und Aussenwärmedämmung

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Man einigt sich auf eine Bauteilöffnung in einer Wand-Ecke wo Innen-Thermografieaufnahmen auffällig waren



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Man einigt sich auf eine Bauteilöffnung in einer Wand-Ecke wo Thermografie-Aufnahmen auffällig waren



Was fällt auf?

- Dreischichtplatte mit Eisfilm
- Dämmung ist leicht feucht, teilweise angefroren



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Dämmmatte war mit grosszügigem Übermass eingebaut, dadurch Quetschung mit länglicher Hohlrumbildung auf der kalten Seite



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Nach Entfernen der Dämmung auf der Mauerkrone fällt auf, dass die Kammern der letzten Steinschicht offen sind



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Zusätzlich kann man zwischen Aussenkante Mauerwerk und der Dämmung einen Spalt erkennen



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Spaltbreite dort bis 12 mm

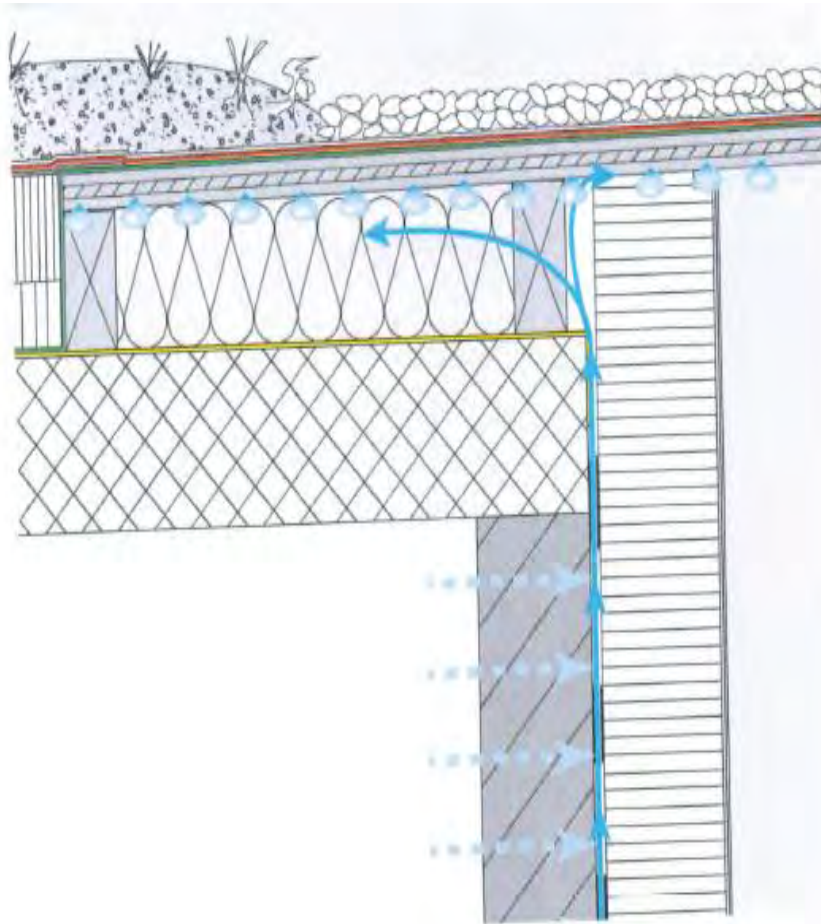
Im Bereich der Aussenecke zieht bei Unterdruck kalte Luft aus diesem Spalt



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Soweit die Faktenlage.
Wo kommt jetzt der Bauschaden her?

Unvorhergesehener Feuchteintrag: Flankenkonvektion



Aus Gebäudehülle CH Merkblatt: «Vordächer in Holz»

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Fazit:

1. Selbst unauffällige Leckagen können grosse Schäden hervorrufen, wenn sie im Zusammenhang mit kritischen Bauteilen mit kalten oder wechselwarmen diffusiondichten Schichten auftreten.
2. Auch ein gewissenhafter Gutachter der richtig und nach dem Stand der Bautechnik berät, kann nie ganz vor Bauschäden sicher sein.
3. Deswegen lassen sie mit möglichst grossen Sicherheitsreserven bauen.
4. Weisen sie in Ihren Berichten immer darauf hin, dass versteckte und nicht erkannte Mängel zu Schäden führen können.
5. Wenn es trotzdem Schief läuft: Keep Smiling



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Danke

An Reto Niedermann
für die gute Zusammenarbeit
und dem zur Verfügung stellen von Bild- und Textmaterial
Für diesen Vortrag