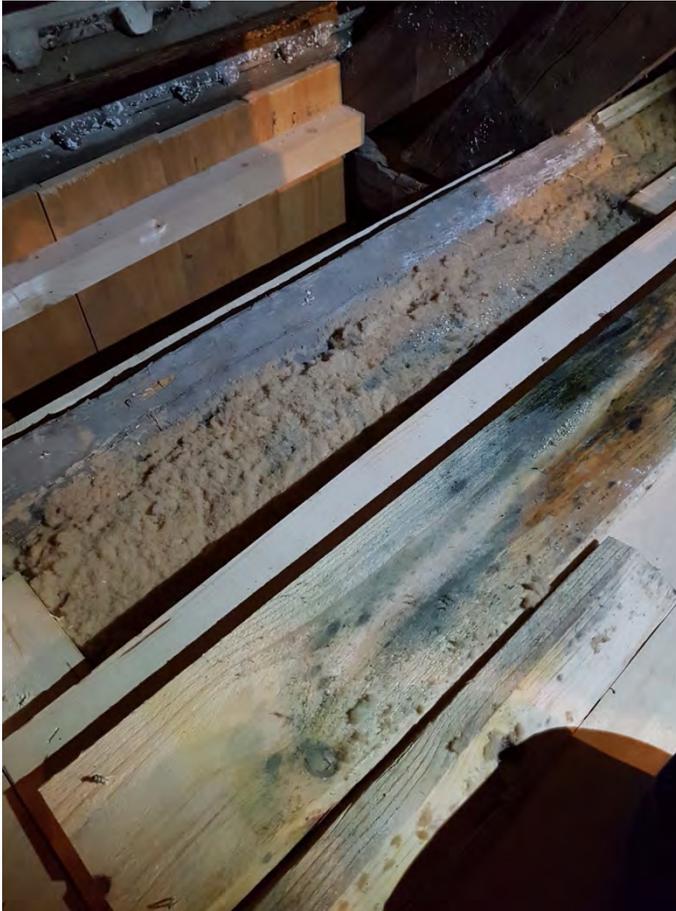


...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Fam. Hp. Widmer
17.02.2014 / 0800Uhr
Nord



... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Die Themen

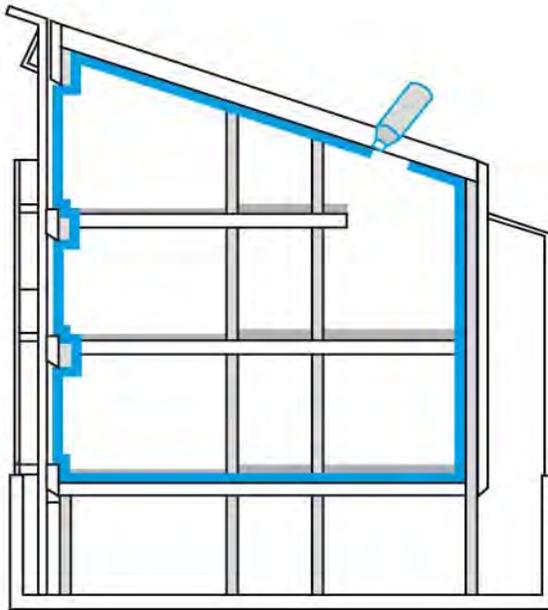
1. Begriffsklärung
2. Drei Fälle aus der Praxis
3. Schlussfolgerungen

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

1. Begriffklärungen
 - Forderungen an die Baukonstruktion
 - Leckagearten
 - Wege der Feuchte

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Forderungen an die Baukonstruktion



Normen schlagen vor:
„eine umlaufende
Luftdichtheitsebene, die mit einem
Stift ohne abzusetzen
nachgezeichnet werden kann“

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Anforderungen an Die Baukonstruktion – Luftdichtheitskonzept

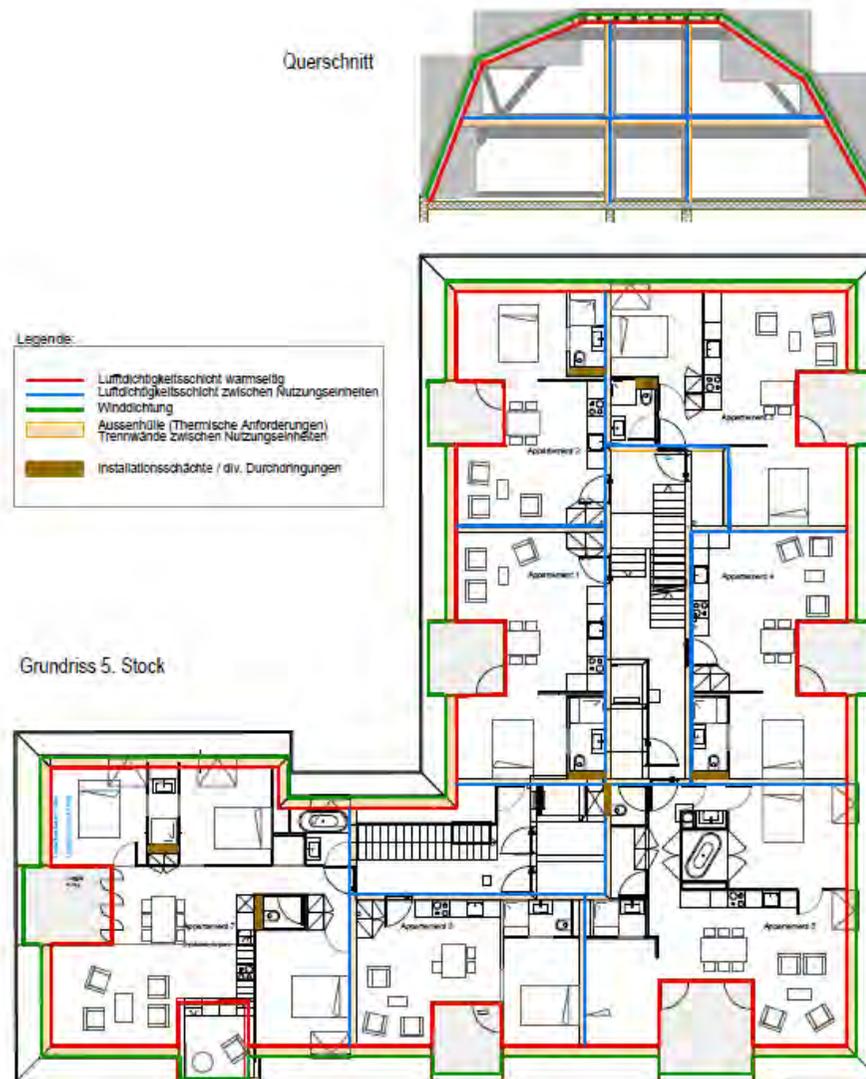


Abbildung 7 Luftdichtheitskonzept OG6

Quelle: Projektarbeit für CAS-Bauphysik BFH 2017/18 «Dapples»

... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Leckagearten: aus Flib: Infoblatt 12/17

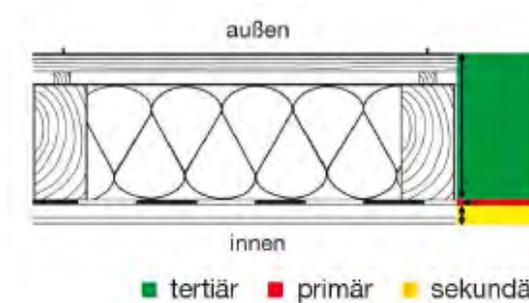


Abbildung 1: Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Leckagen in Bezug auf die Lage der planmäßig vorgesehenen Luftdichtheitsschicht (hier: Folie/Plattenwerkstoff unterhalb der Sparren/Dämmung als Luftdichtheitsschicht).

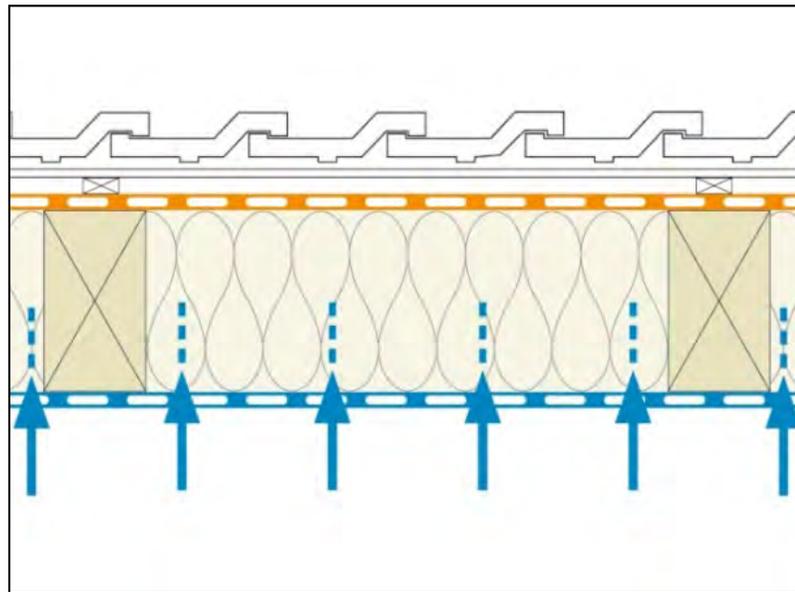


Abbildung 2: Beispiele für primäre Leckagen (unverputztes Mauerwerk, Fehlstelle in der Verklebung) und sekundäre Leckagen (Steckdose, Leerrohr, Holzkonstruktion/Rohboden) in einem Abseitenraum (planmäßig: Folie der Dachschräge und Putz als Luftdichtheitsschicht).

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Wege der Feuchte

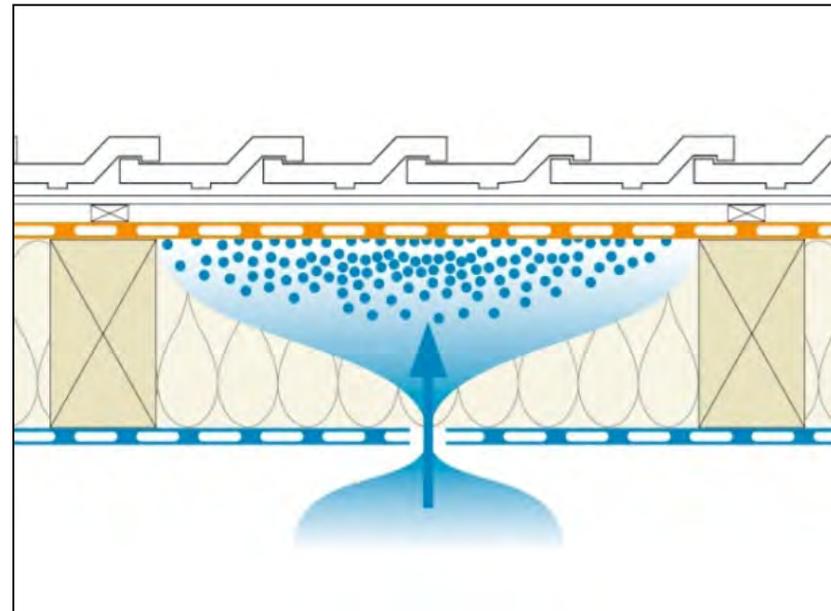
- Diffusion



...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Wege der Feuchte

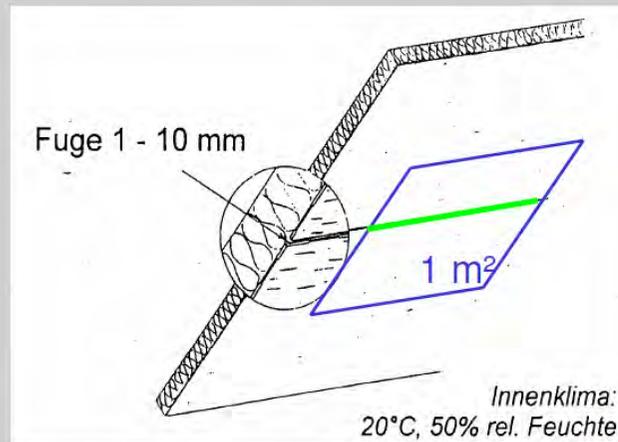
- Konvektion



Bauschäden durch Flankenkonvektion

Wege der Feuchte – Vergleich Diffusion-Konvektion

Täglicher Dampftransport: Zwei Wege



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



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

Außenklima: -10°C, 80% r.F.	Diffusionssperwert (s_d)		
	$s_d = 100\text{ m}$	$s_d = 20\text{ m}$	$s_d = 2\text{ m}$
Tägl. Diffusionsstrom [g/m ²]	0,15	0,7	7

Druckdifferenz: 5 Pascal	Fugenbreite		
	1 mm	3 mm	10 mm
Tägl. Konvektionsstrom [g/lfm Fuge]	200	400	600

... wenn Luft nicht durch die Dämmung fließt: Bauschäden durch Flankenkonvektion

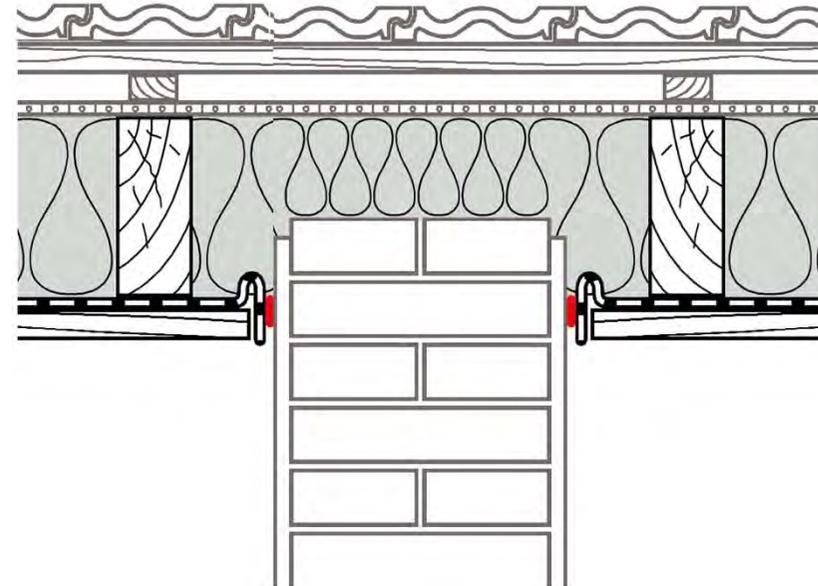
Wege der Feuchte – Materialfeuchte



... und die Dämmung ist perfekt

... wenn Luft nicht mehr fließt: Bauschäden durch Flankenkonvektion

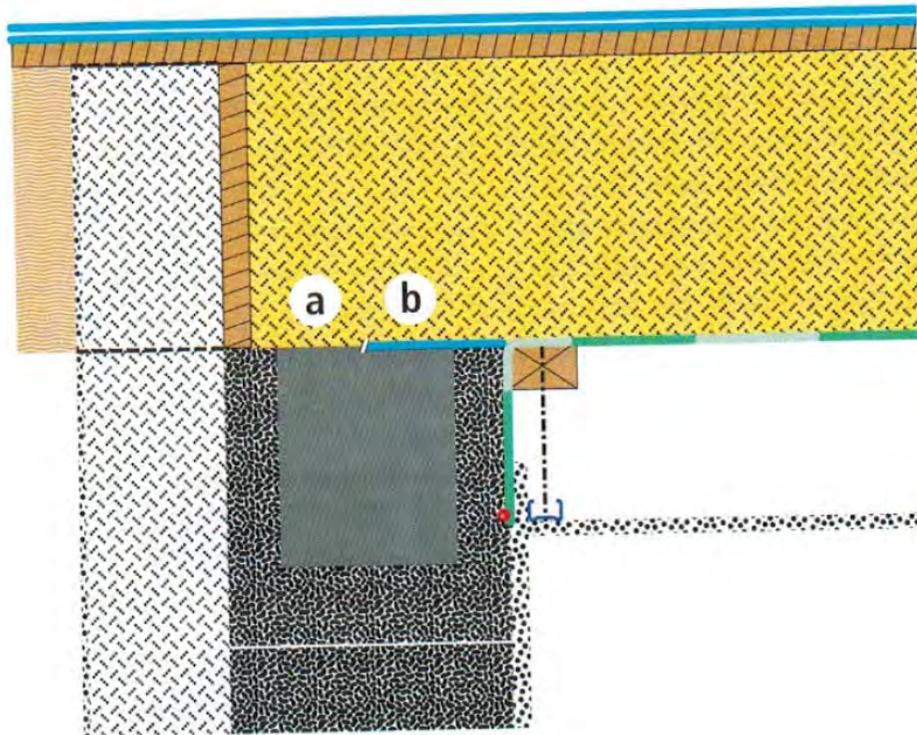
Wege der Feuchte – Flankendiffusion



... und die Dämmung ist perfekt

Bauschäden durch Flankenkonvektion

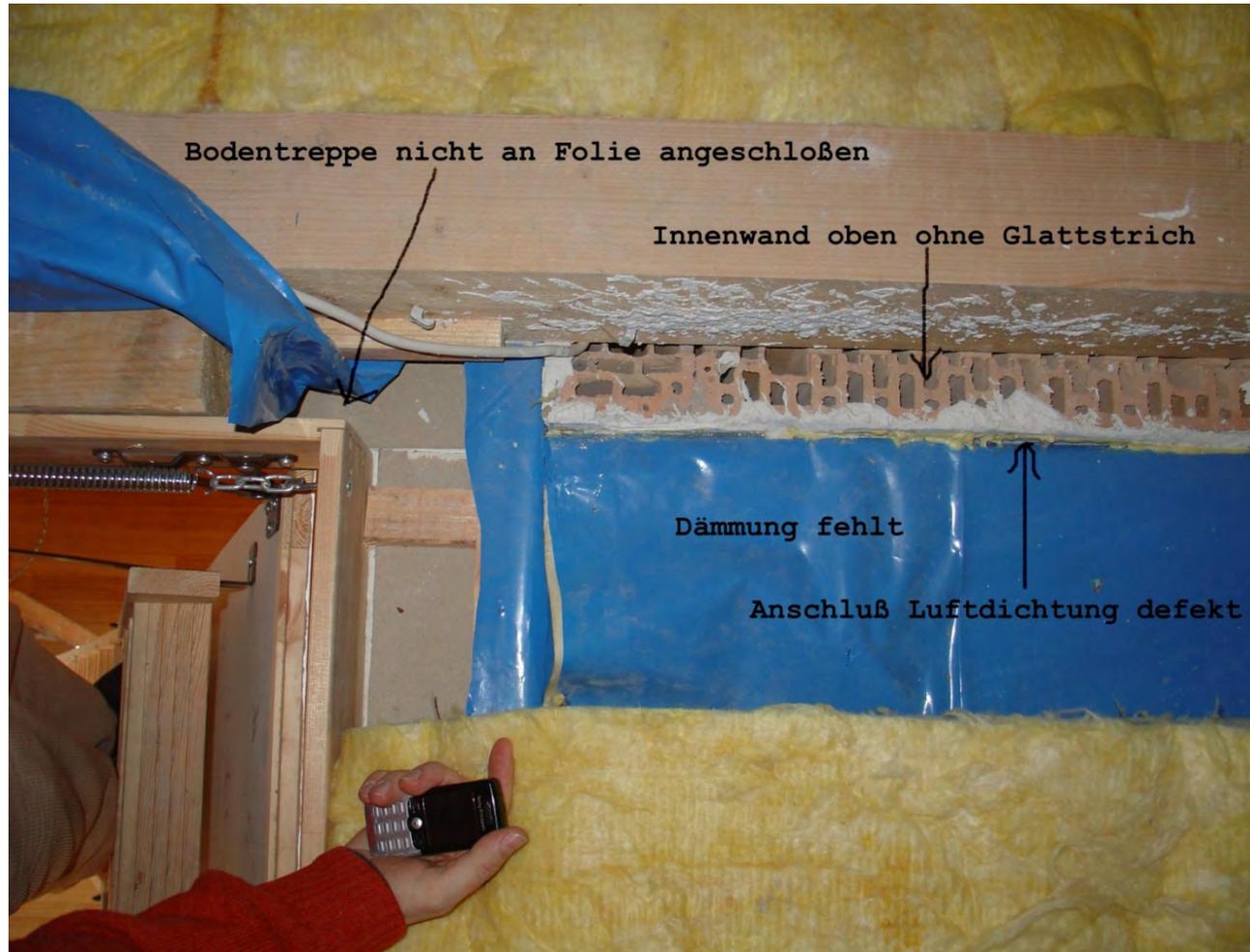
Wege der Feuchte – Flankendiffusion



Bilder aus: Borsch-Laaks / Walter Die neue Quadriga Heft 6/14 Mischbauweise

... wenn Luftdichte alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Wege der Feuchte – Flankenkonvektion



... und die Dämmung ist perfekt

... wenn Luft durch die Dämmung fließt: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Wege der Feuchte – Flankenkonvektion



... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Drei Fälle aus der Praxis:

1. Dachsanierung von Aussen
2. Oberste Geschossdecke
3. Flachdach

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Fall 1 Dachsanierung von Aussen mit Doppelschalenmauerwerk

Umgang mit Zweischalenmauerwerk



Quelle: Zimmerei Brunner Schöffland

... und die Dämmung ist perfekt

Umgang mit Zweischalenmauerwerk



Quelle: Zimmerei Brunner Schöffland

... und die Dämmung ist perfekt

Umgang mit Zweischalenmauerwerk



ARBEITSSITUATION

RECHERCHE: DER ZIMMERMANN
E-Modul 5.1 | DIE KLEINE BAUSTELLE - Neue Tools für Handwerker | Dozentin: Nicole Schneider | Studenten: Carolin Kaiser, Benno Faeh

Quelle: Zimmerei Brunner Schöffland

... und die Dämmung ist perfekt



Umgang mit Zweischalenmauerwerk



Quelle: Zimmerei Brunner Schöffland

... und die Dämmung ist perfekt

Umgang mit Zweischalenmauerwerk



Quelle: Zimmerei Brunner Schöffland

... und die Dämmung ist perfekt



Umgang mit Zweischalenmauerwerk



Quelle: Zimmerei Brunner Schöffland

... und die Dämmung ist perfekt



Umgang mit Zweischalenmauerwerk

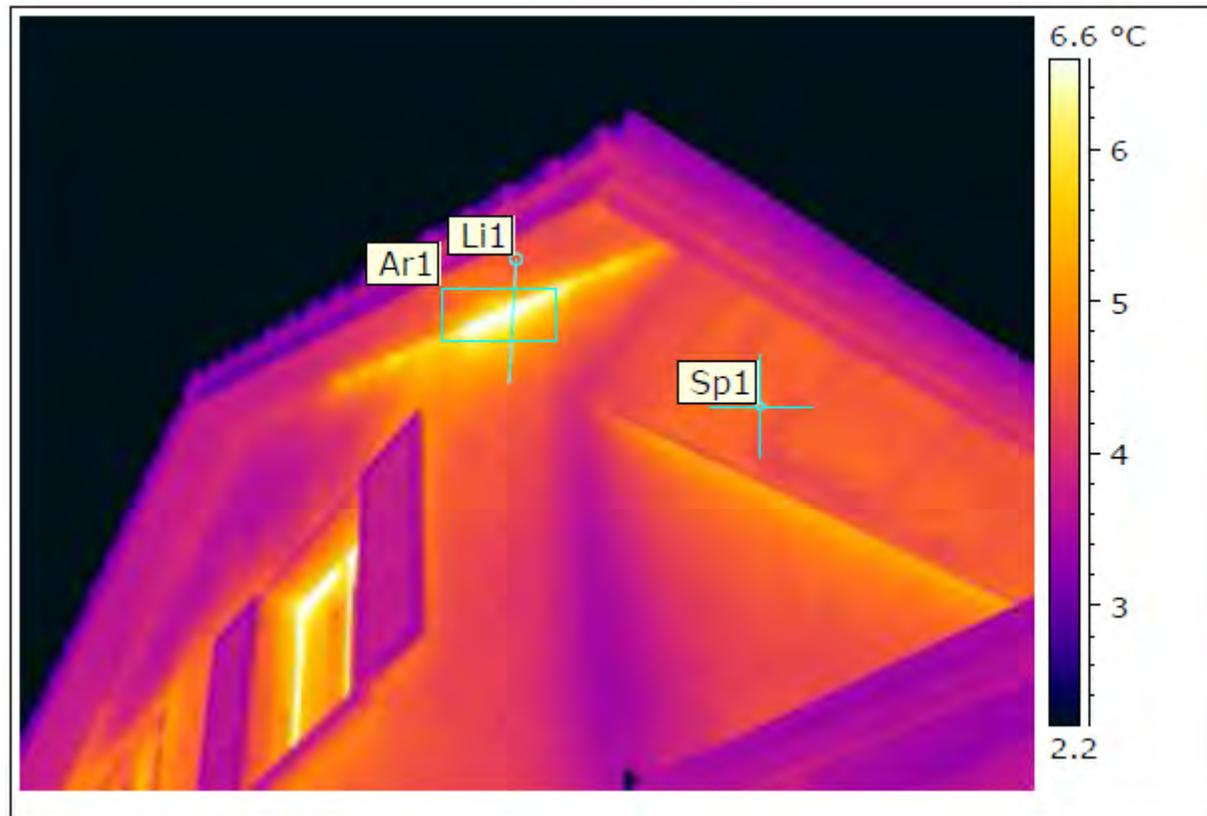


Quelle: Zimmerei Brunner Schöffland

... und die Dämmung ist perfekt



Umgang mit Zweischalenmauerwerk



Quelle: Zimmerei Brunner Schöffland & Bärli Schnieper

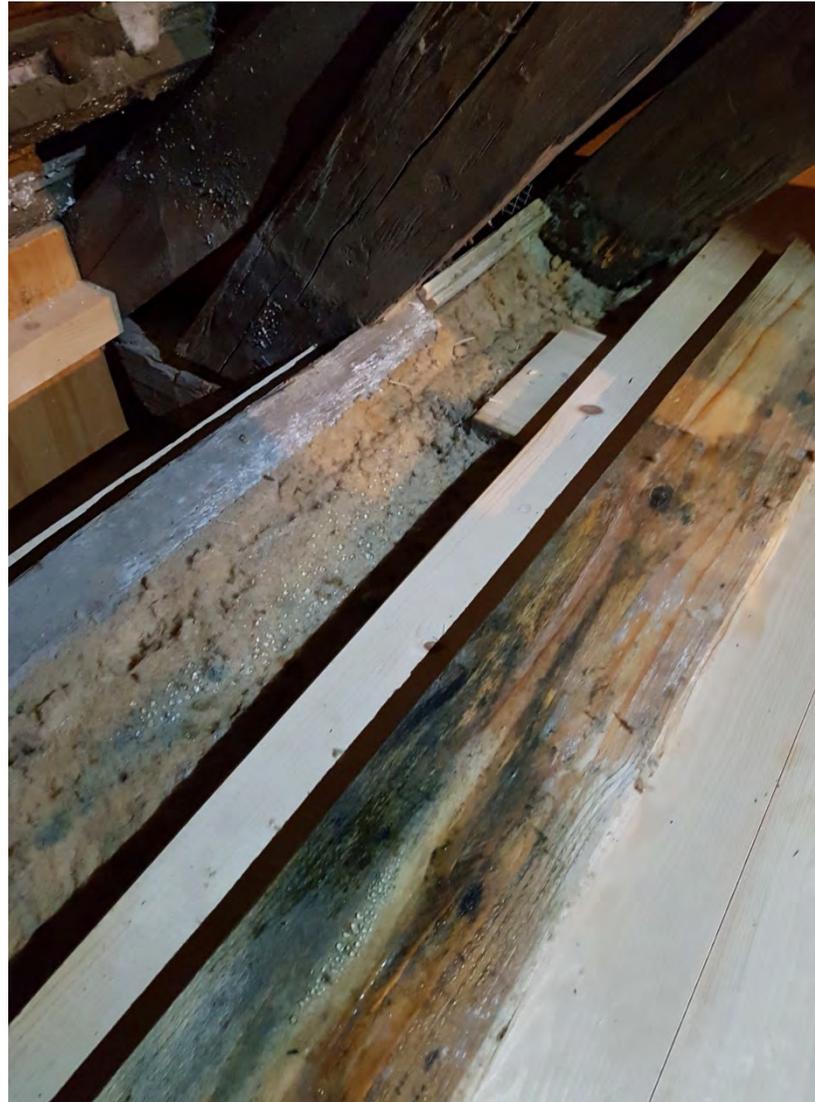
...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Fall 2 Oberste Geschossdecke mit angrenzender Innendämmung

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

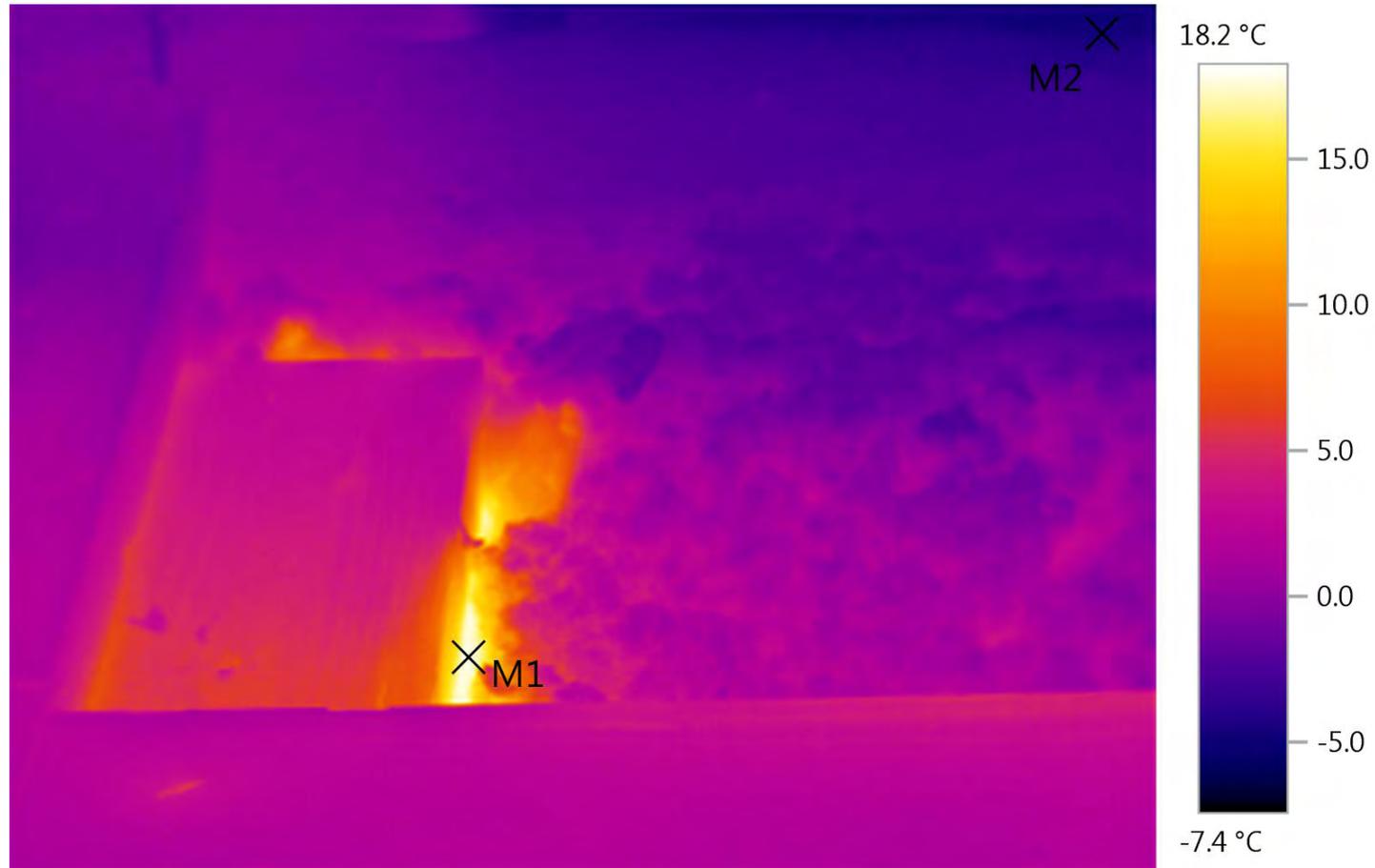
Der Bauherr:

- Der Holzboden ist feucht und wirft sich
- Binderbalken mit Schimmel
- Dämmung ist feucht



... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

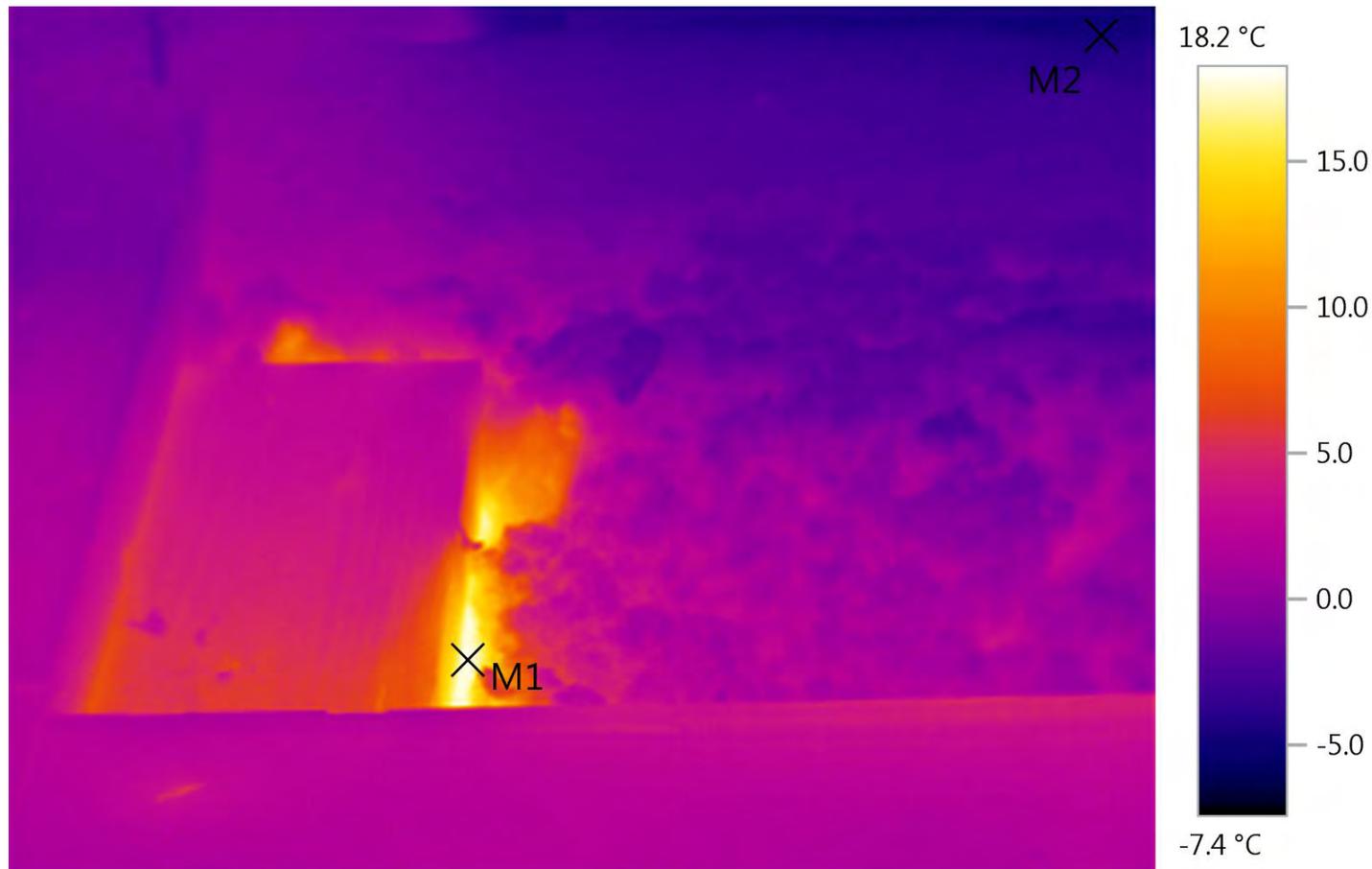


Erste Thermografie ergibt:

- Warmluftaustritt an der Traufe mit +18° C

... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

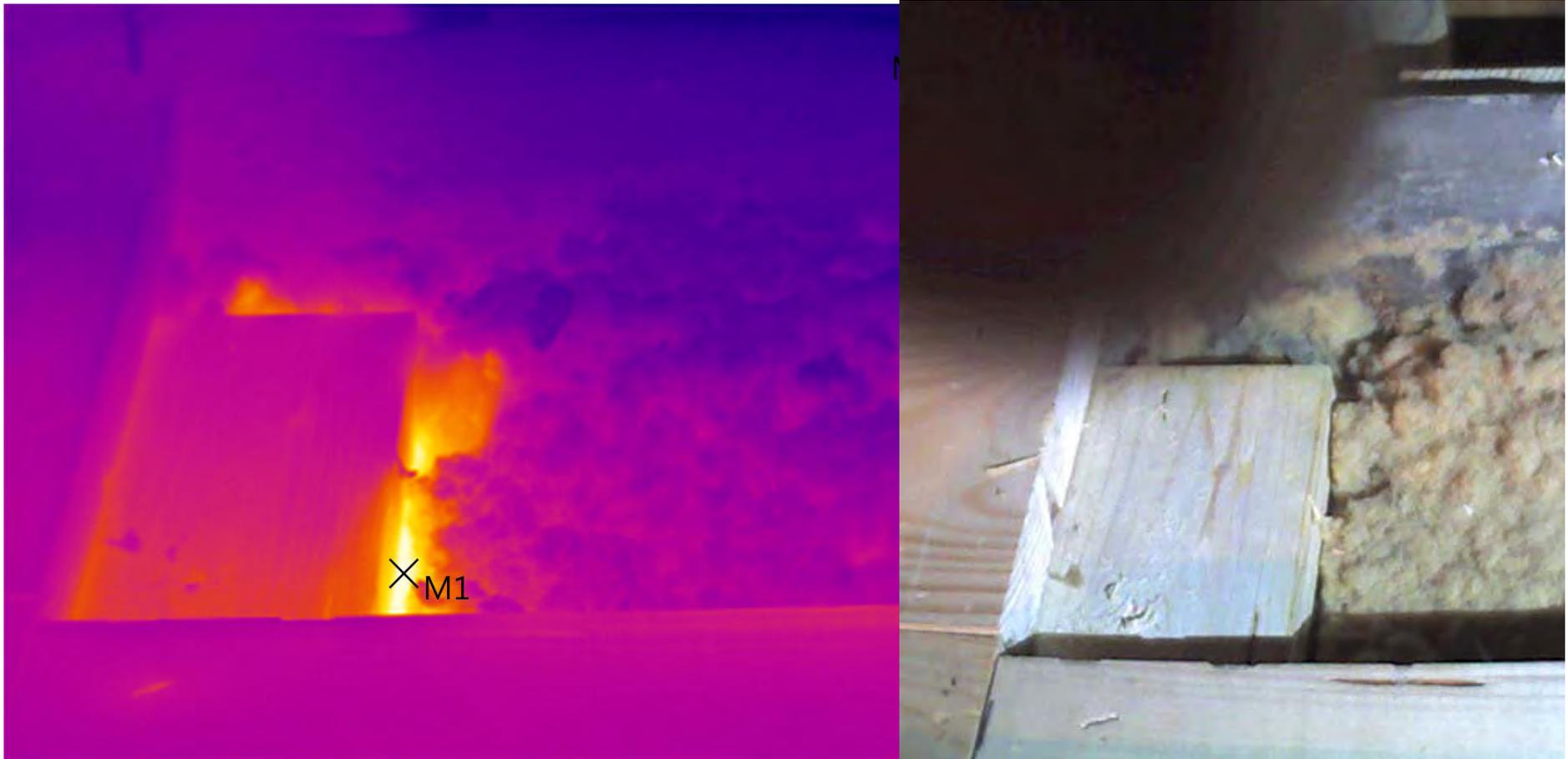


Erste Thermografie ergibt:

- Warmluftaustritt nahe Traufe mit +18° C

... und die Dämmung ist perfekt

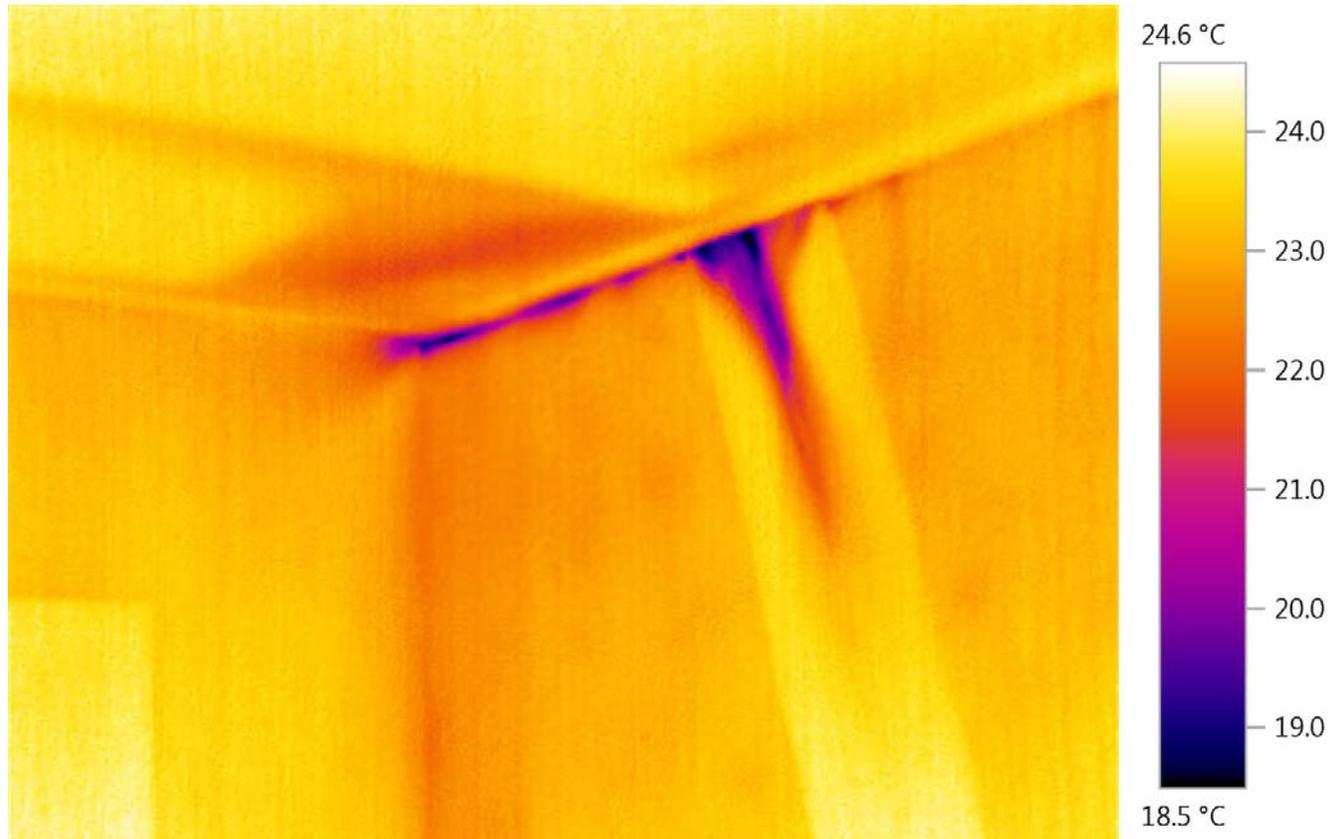
...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Erste Thermografie ergibt:

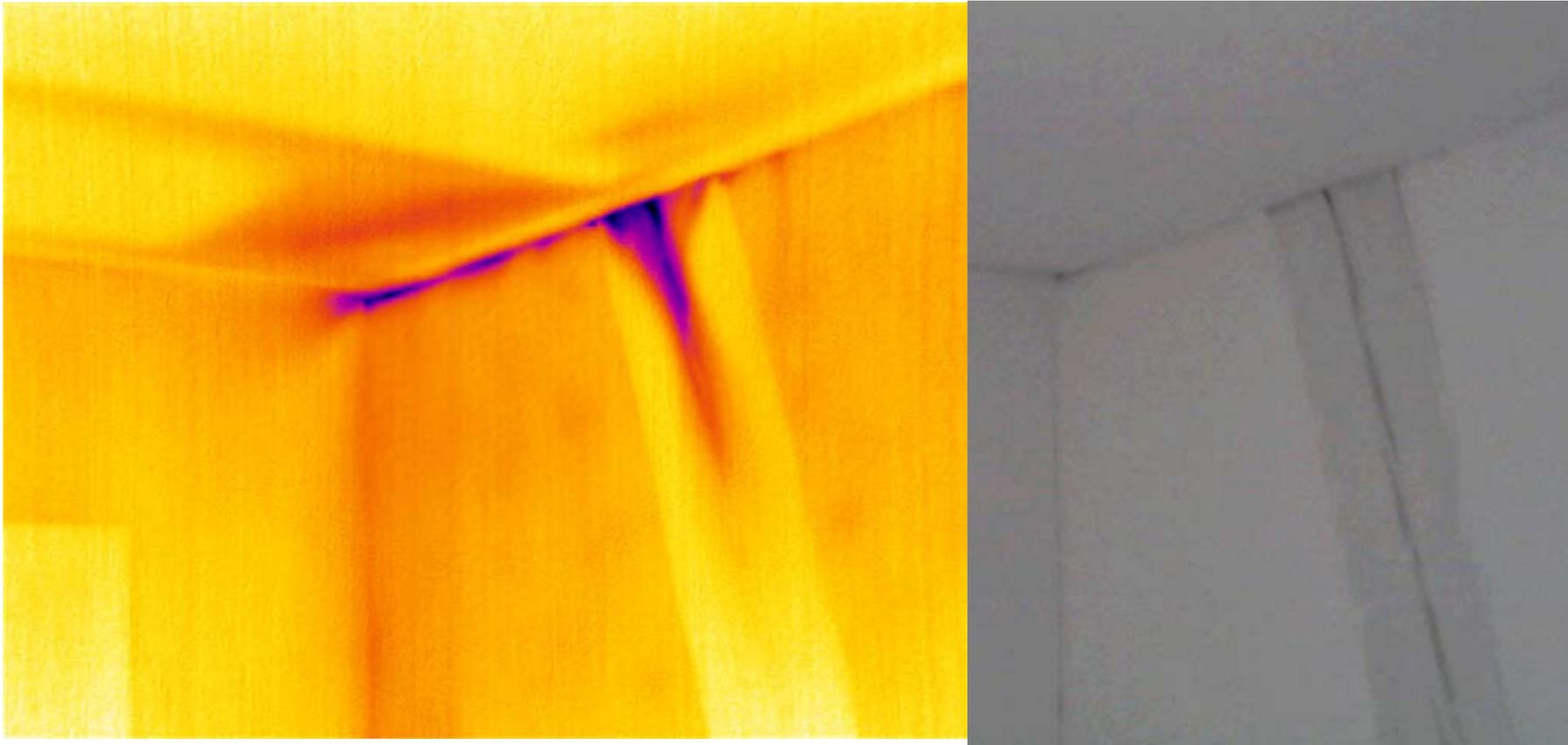
- Warmluftaustritt nahe Traufe mit $+18^{\circ}\text{C}$

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Zweiter Termin: Innenthermografie mit Unterdruck
Nur leichte Zugluftfahnen an Innenwänden aus der
Abgehängten Decke

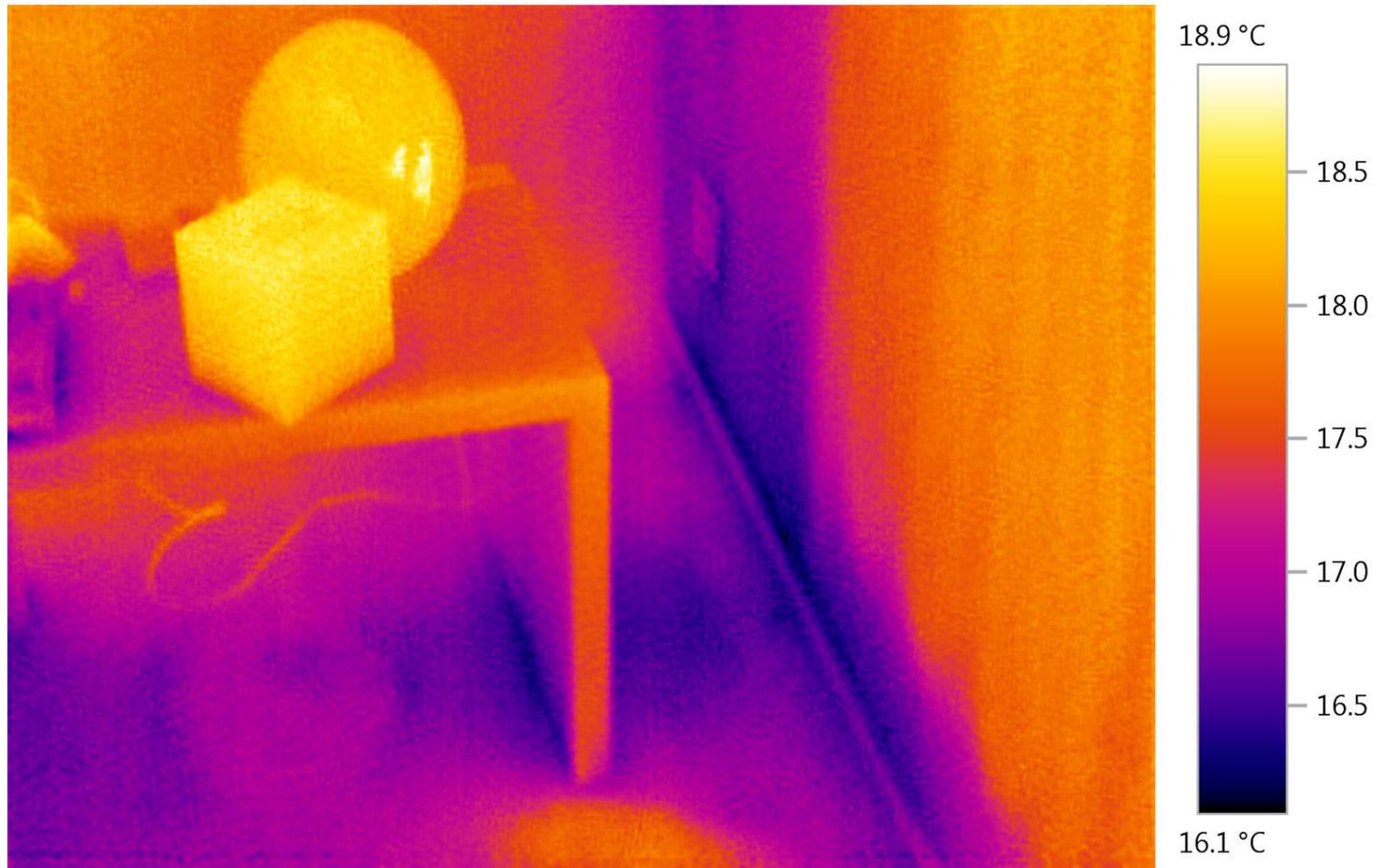
...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Zweiter Termin: Innenthermografie mit Unterdruck

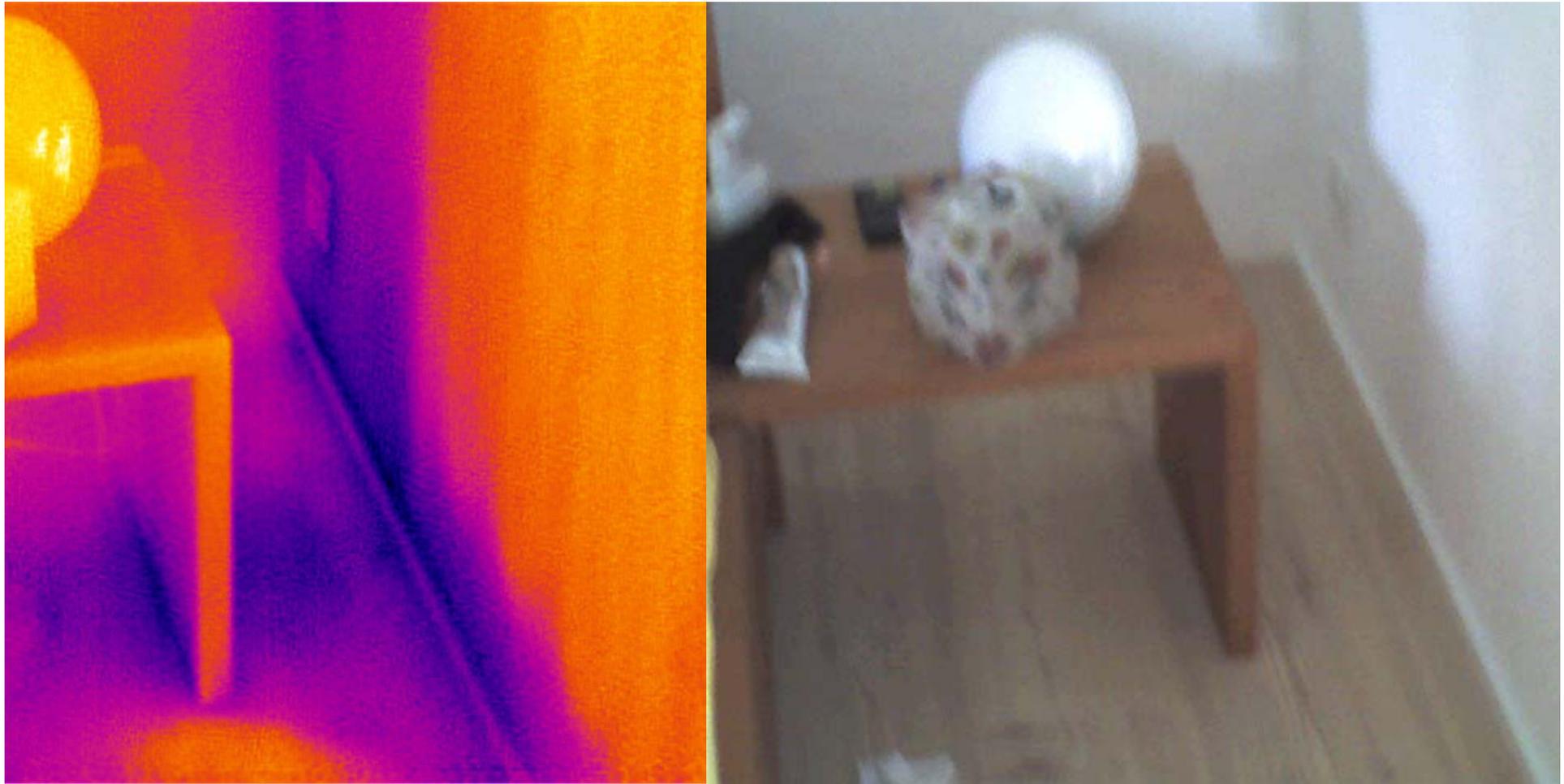
... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Zweiter Termin: Innenthermografie mit Unterdruck:
Decke über EG und Wandverkleidung kühlt aus wo keine
Wanddämmung ist, warme Zugluft aus der Steckdose

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Zweiter Termin: Innenthermografie mit Unterdruck:
Decke über EG und Wandverkleidung kühlt dort aus wo keine
Wandheizung ist, warme Zugluft aus der Steckdose

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

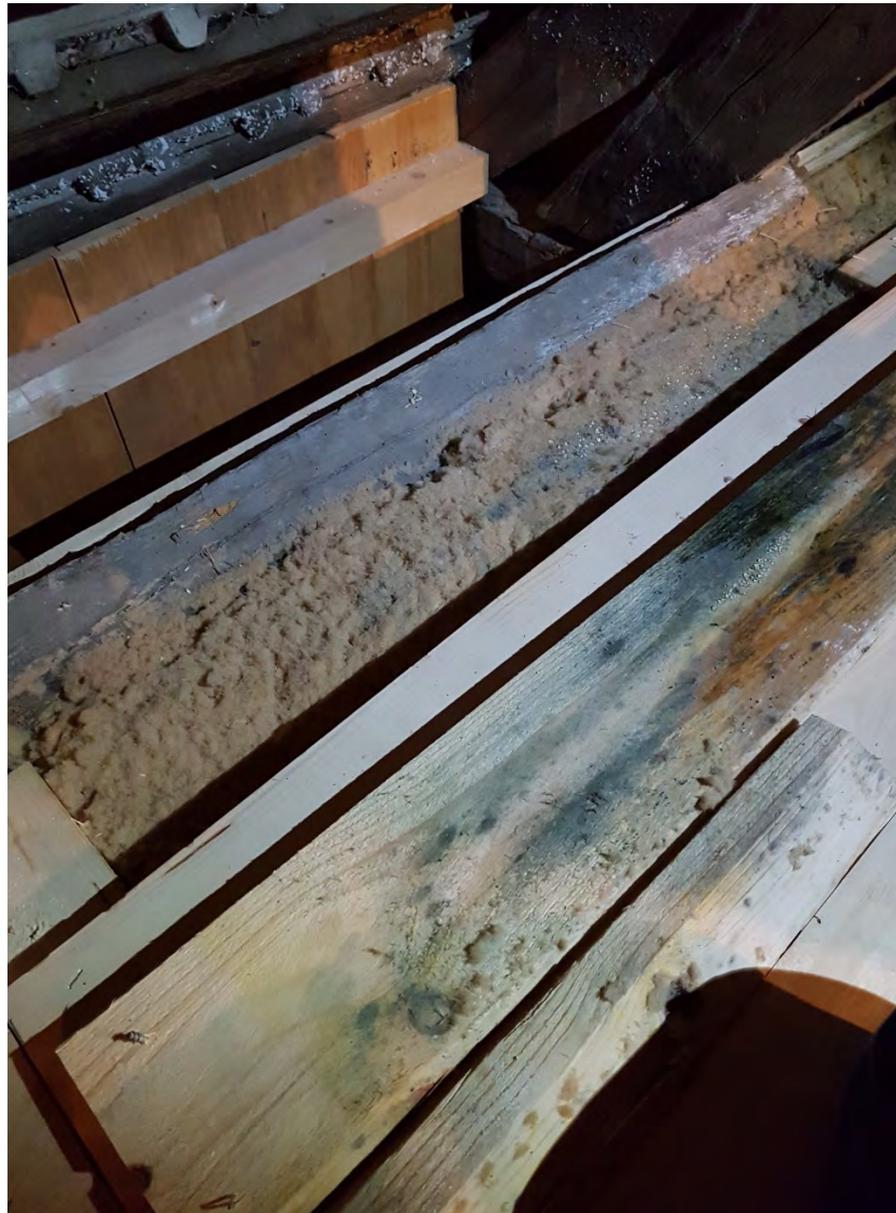


Zweiter Termin: Holzboden wird entfernt
Dämmung nicht Hohlraumfrei

... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Holzboden und
Dämmung feucht
Holz mit Schimmel



... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Zweiter Termin: Dämmung aus Decke wird entfernt

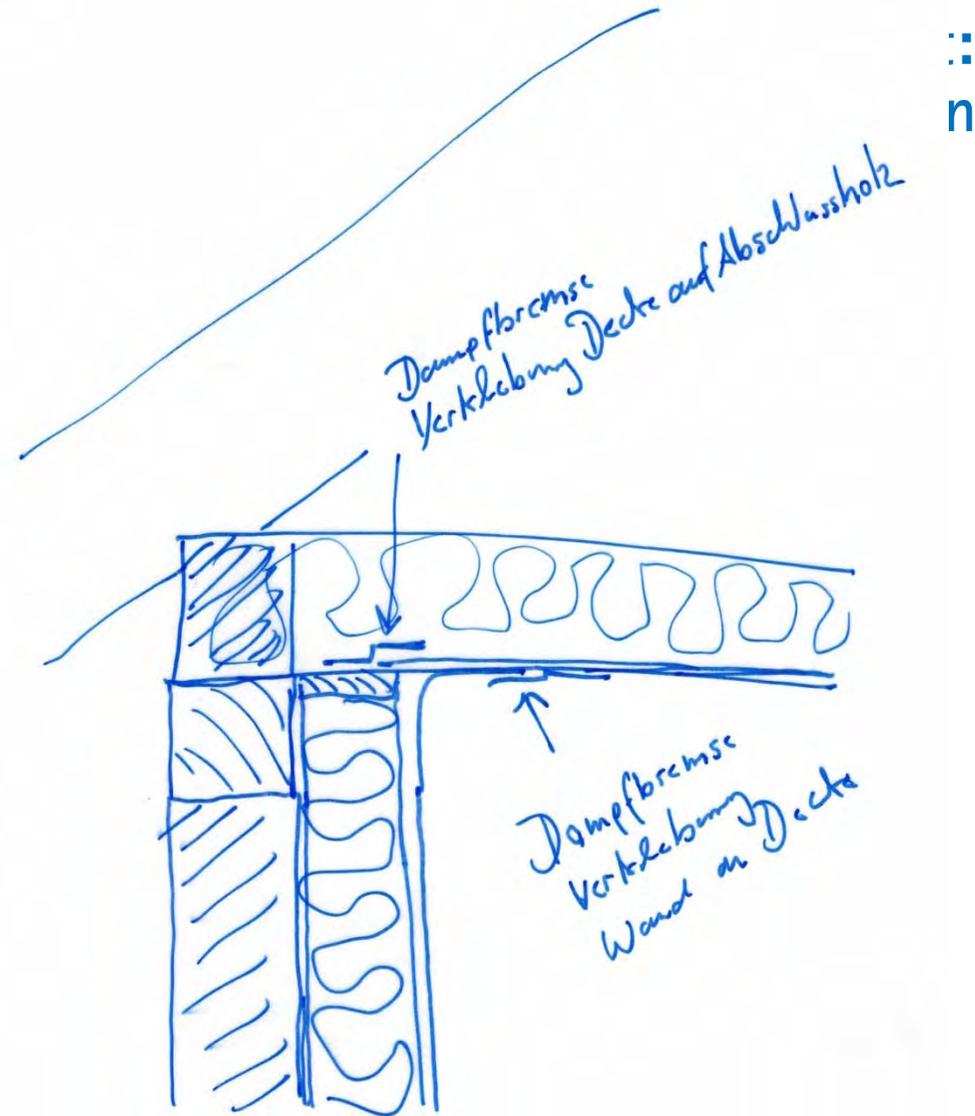
... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Zweiter Termin: Dampfbremse und Anschlüsse freigelegt.

... und die Dämmung ist perfekt



Zweiter Termin: Dampfbremse doppelt verklebt.

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Zweiter Termin: Einzelleckagen zum Hohlraum der
Innendämmung .

... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion



Zweiter Termin:
geringe Einzelleckagen zum Hohlraum der Decke .

... und die Dämmung ist perfekt

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

Fall 2a Oberste Geschossdecke mit angrenzender Innendämmung

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

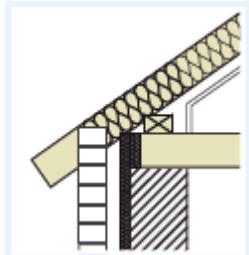


Bild: Bauschaden durch Konvektion
in Doppelschalen- Mauerwerk

...Wenn luftdicht alleine nicht reicht: Bauschäden durch Flankenkonvektion

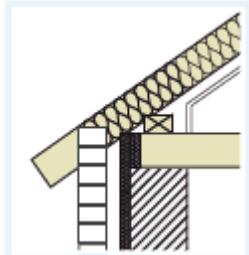


Bild: Bauschaden durch Konvektion
in Doppelschalen- Mauerwerk

Fall 3 Flachdach

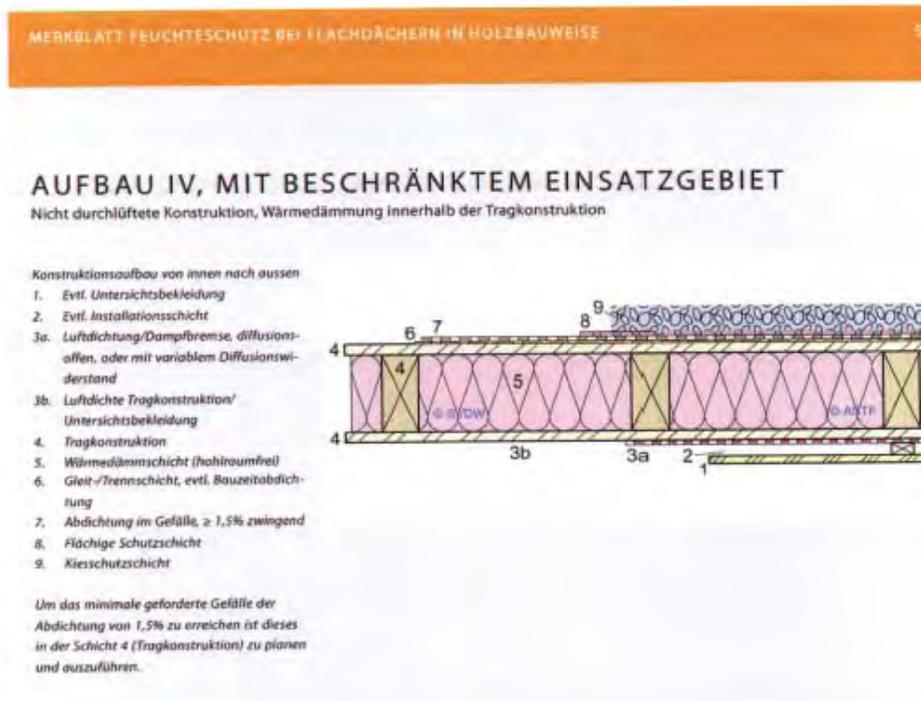


... und die Dämmung ist perfekt

Fall3 Flachdach

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 Jan. 2016:
Wasserspuren an Verkleidung: „Da stimmt Etwas nicht“

Bei der Bauteilöffnung sind Leckagen an den
Folienstössen leicht erkennbar



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Die weitere Sondierung zeigt hohe Holzfeuchte & Schimmelbildung



... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Ein Neuaufbau mit Zusatzdämmung (Typ 3) wird vom Architekt aus Kostengründen abgelehnt

MERKBLATT FEUCHTESCHUTZ BEI FLACHDÄCHERN IN HOLZBAUWEISE

AUFBAU III

Nicht durchlüftete Konstruktion mit Wärmedämmung innerhalb der Tragkonstruktion und Zusatzdämmung

Konstruktionsaufbau von innen nach aussen

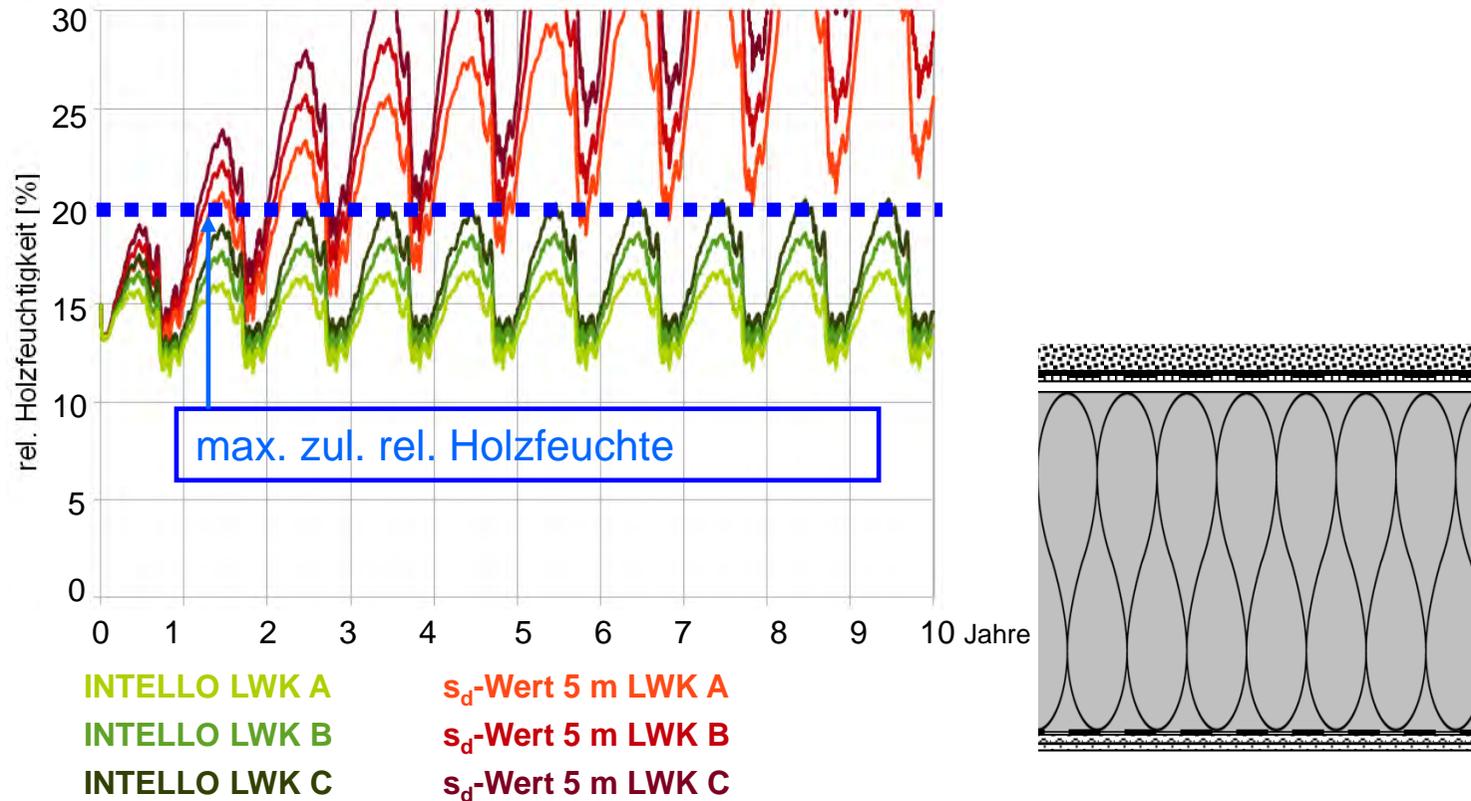
1. Evtl. Untersichtbekleidung
2. Evtl. Installationschicht
- 3a. Luftdichtung/Dampfbremse diffusions-offen, oder mit variablem Diffusionswiderstand
- 3b. Luftdichte Tragkonstruktion, Untersichtbekleidung
4. Tragkonstruktion
5. Wärmedämmschicht (hohlraumfrei)
6. Bauzeitabdichtung gemäss SIA 271
7. Zusatzdämmung 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.

... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

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



Bekiestes Flachdach Standort Holzkirchen

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Blower-Door-Test nach Sanierung ergibt einen n_{50} von 0.6



... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

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

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 Materialentnahme, 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

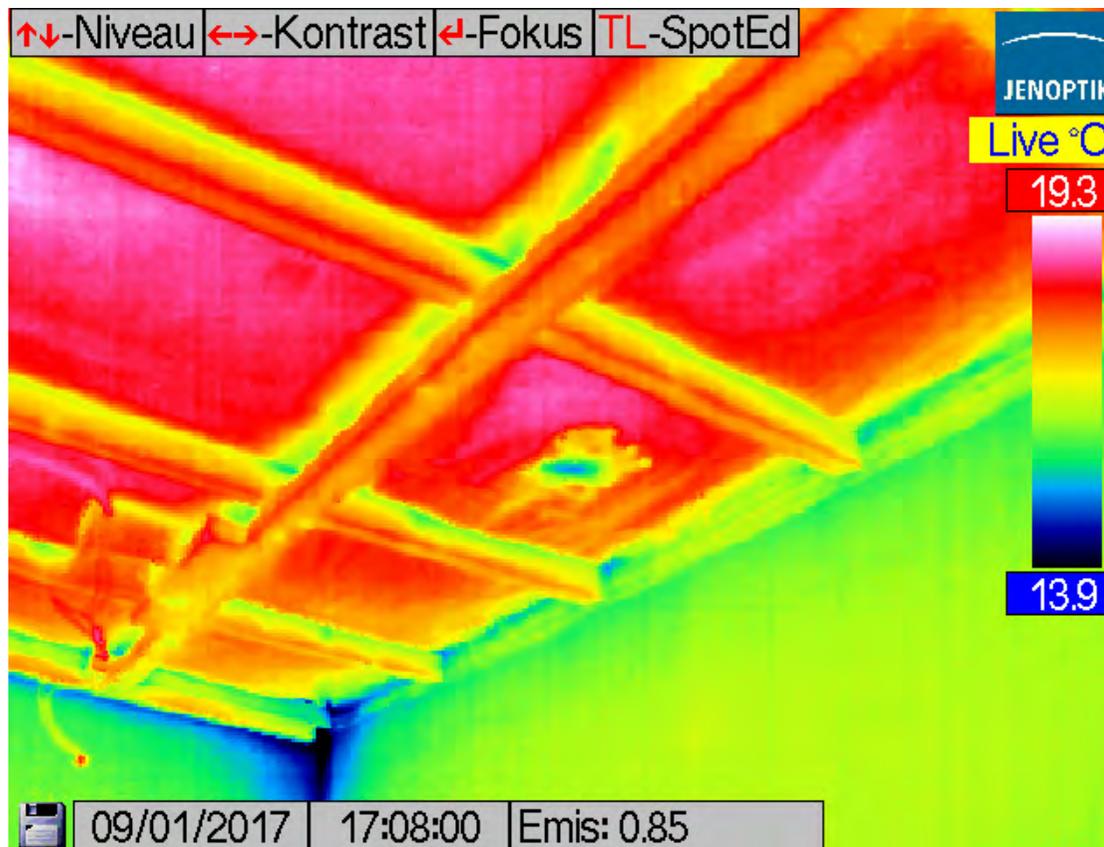


... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

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

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

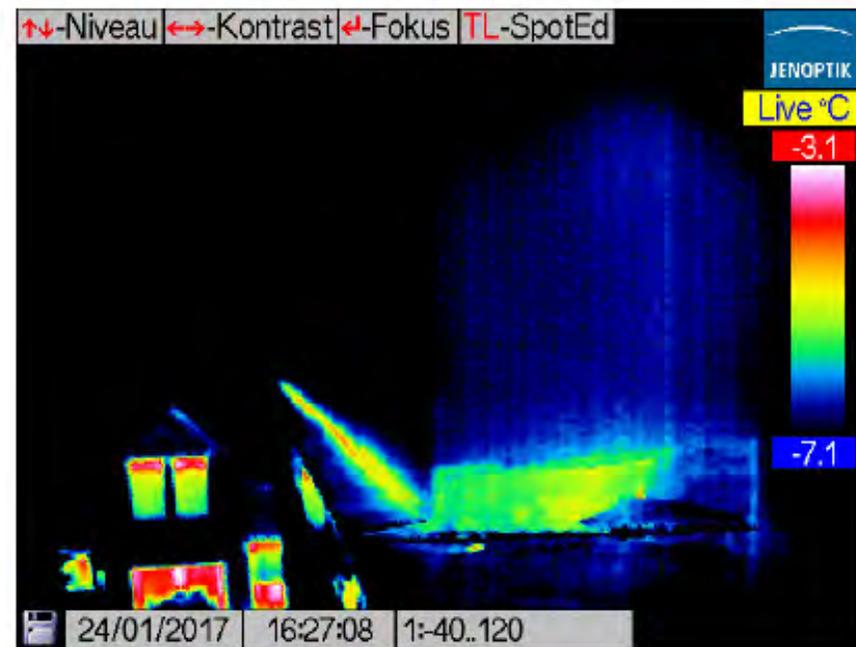


... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

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

Ansicht Nordfassade auf Brüstungshöhe

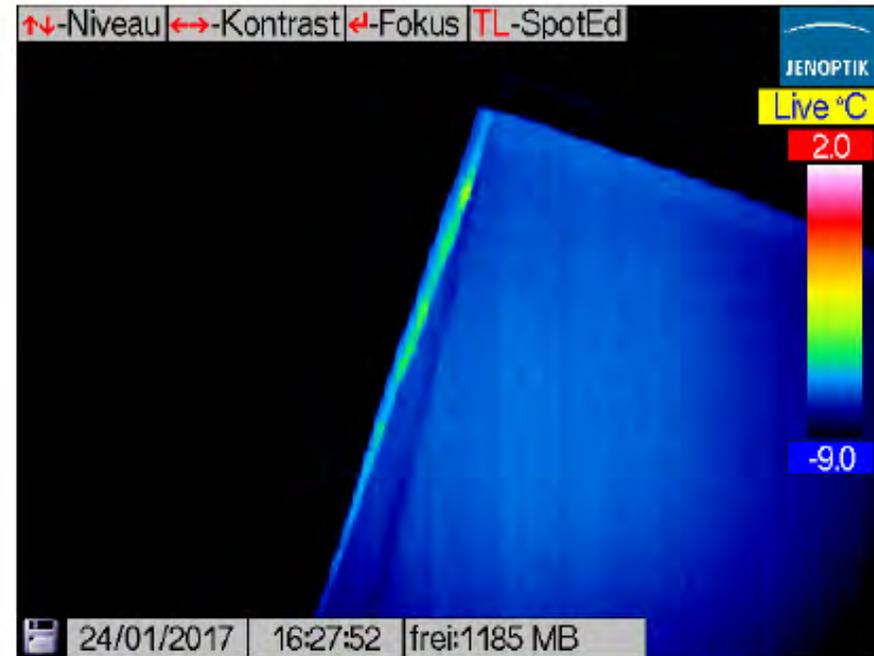


Sichtbarer Warmluftaustritt über dem Abschlussblech, gerissene Hybridfuge. Leckage beim Blechstoss, Verbindung Ecke und Brüstungsabdeckung.

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

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

Ansicht Ecke Nord-West, Dachrand Attika

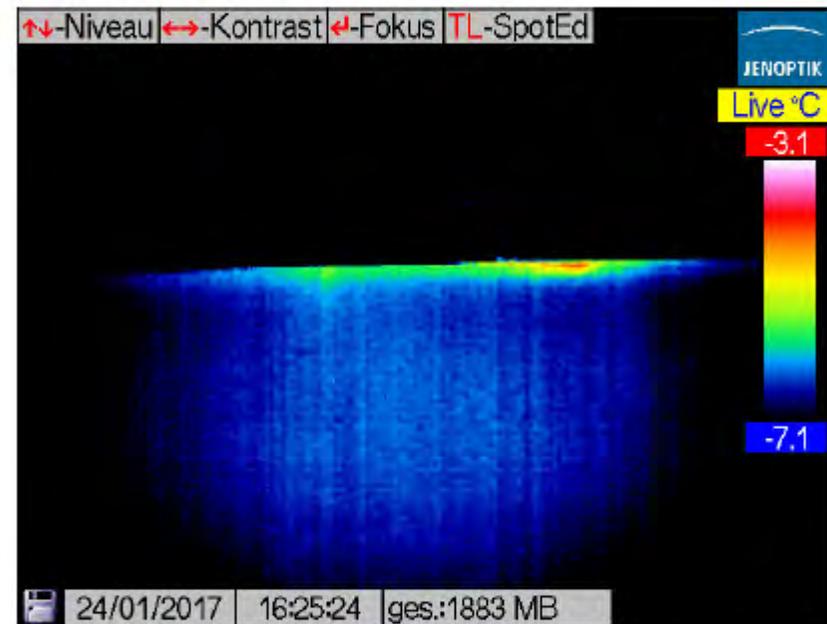


Warmluftaustritt zwischen Abschlussblech Dachrand und Aussenwärmedämmung

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 Wandecke wo Innen-
Thermografieaufnahmen auffällig waren



Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

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



... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Was fällt auf?

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



... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

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



... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

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



... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

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



... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Spaltbreite dort bis 12 mm

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



... und die Dämmung ist perfekt

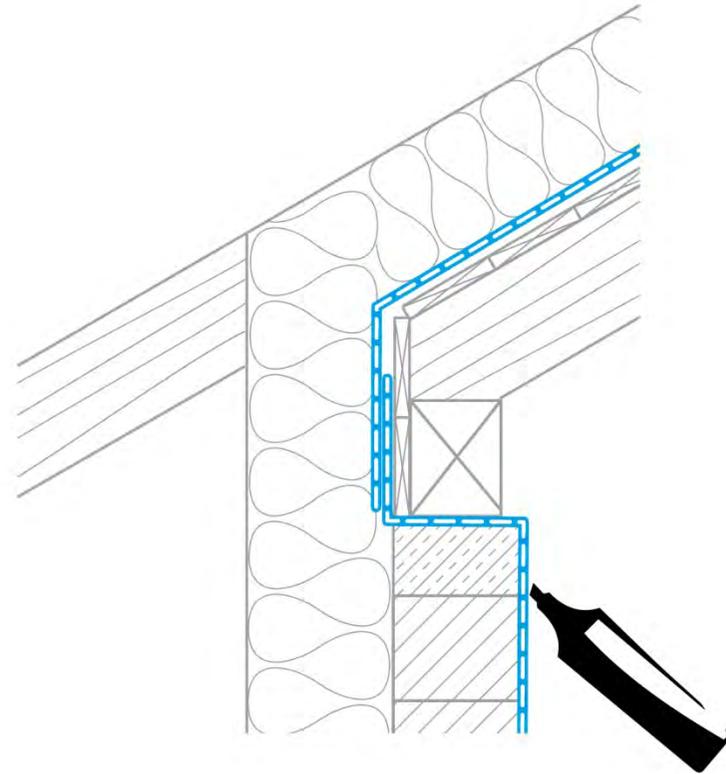
Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Soweit die Faktenlage.
Wo kommen jetzt die Bauschaden her?

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Flib techn. Empfehlungen zur 4108-7 S.4:
**Winddichtheitsschicht, Wärmedämmung und
Luftdichtheitsschicht sind im Zusammenhang zu
sehen**

Umlaufende Luftdichtung bleibt wichtig,
aber...



... und die Dämmung ist perfekt

Auch wichtig:
Unterschiedliche Bauteile mindestens
luftdicht trennen

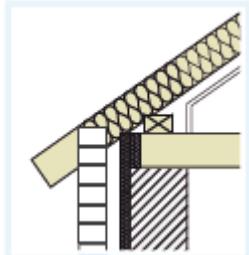


Bild: Bauschaden durch Konvektion
in Doppelschalen- Mauerwerk

Auch wichtig: Unterschiedliche Bauteile mindestens luftdicht trennen

MERKBLATT FEUCHTESCHUTZ BEI FLACHDÄCHERN IN HOLZBAUWEISE

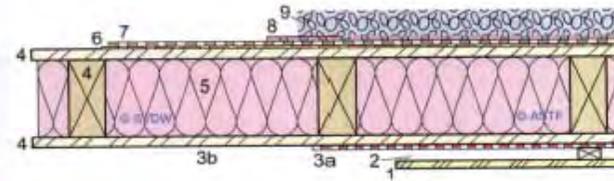
5

AUFBAU IV, MIT BESCHRÄNKTEM EINSATZGEBIET

Nicht durchlüftete Konstruktion, Wärmedämmung innerhalb der Tragkonstruktion

Konstruktionsaufbau von innen nach aussen

1. Evtl. Untersichtsbekleidung
2. Evtl. Installationsschicht
- 3a. Luftdichtung/Dampfbremse, diffusionsoffen, oder mit variablem Diffusionswiderstand
- 3b. Luftdichte Tragkonstruktion/ Untersichtsbekleidung
4. Tragkonstruktion
5. Wärmedämmschicht (hohlraumfrei)
6. Gleit-/Trennschicht, evtl. Bauzeitabdichtung
7. Abdichtung im Gefälle, $\geq 1,5\%$ zwingend
8. Flächige Schutzschicht
9. Kiesschutzschicht

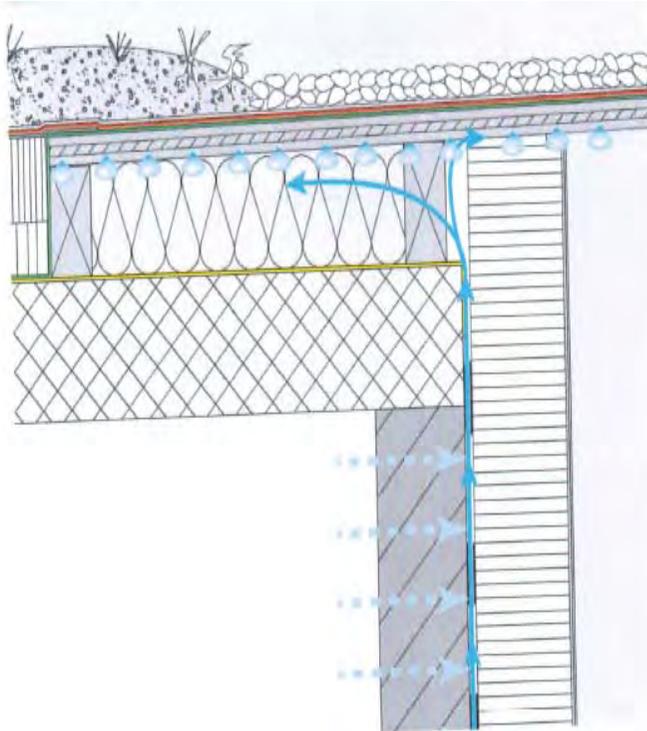


Um das minimale geforderte Gefälle der Abdichtung von 1,5% zu erreichen ist dieses in der Schicht 4 (Tragkonstruktion) zu planen und auszuführen.

Ganz besonders wenn kritische Bauteile mitbetroffen sind: z.B. Flachdach, Innendämmung

... und die Dämmung ist perfekt

Unterschiedliche Bauteile mindestens luftdicht trennen



...Und/oder mit Konvektion in der Dämmebene
zu rechnen ist:
z.B. Hochlochziegel & nicht fachgerechte AWD

Unterschiedliche Bauteile mindestens luftdicht trennen



...Und/oder mit Konvektion in der Dämmebene
zu rechnen ist:
z.B. Hochlochziegel & nicht fachgerechte AWD

Auch wichtig:
Konvektion in der Dämmebene
vermeiden



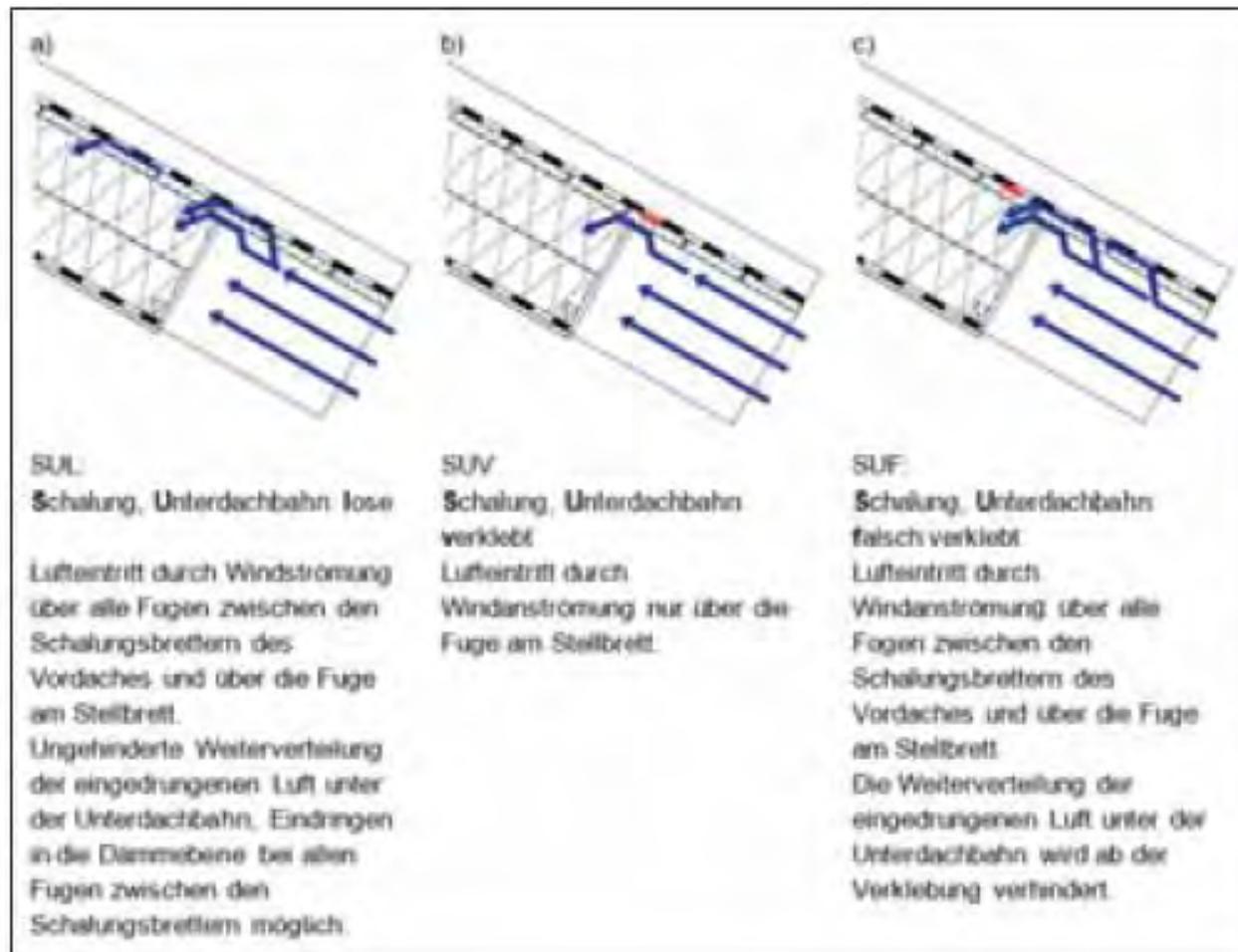
Und/oder gleichzeitig mit Konvektion in der Dämmebene zu rechnen ist: z.B durch Hohlräume

Auch wichtig:
Unterschiedliche Bauteile mindestens
luftdicht trennen



K.H.GIEBELER:
Wer (unbelüftete) Hohlräume verbaut hat die
Konstruktion versaut.

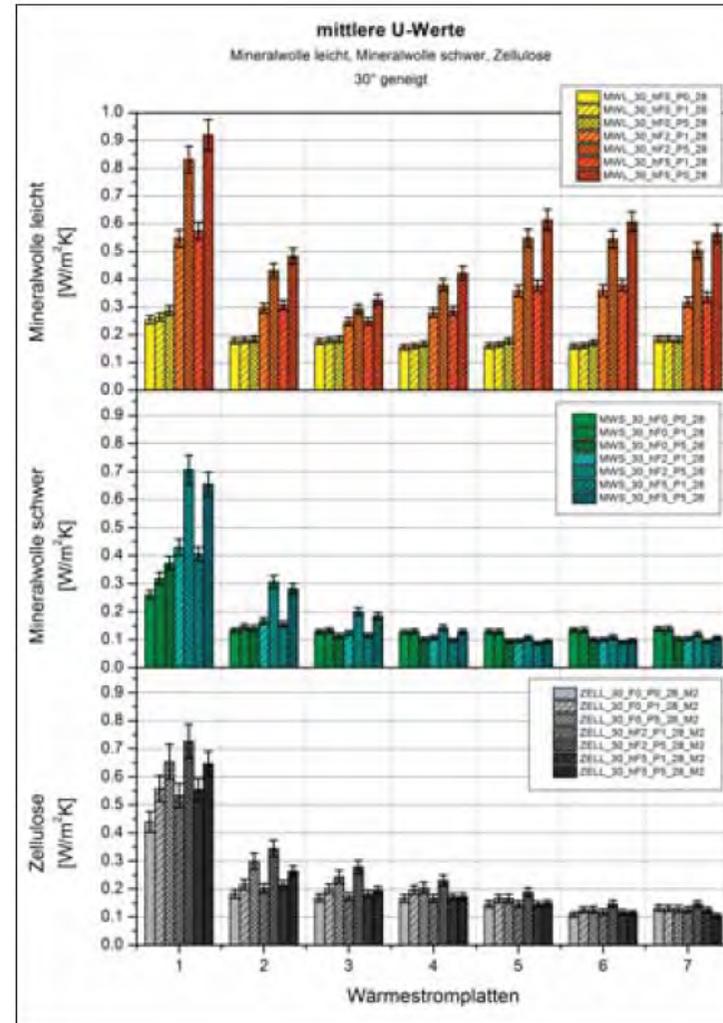
Auch wichtig: Winddicht Bauen reduziert Konvektion



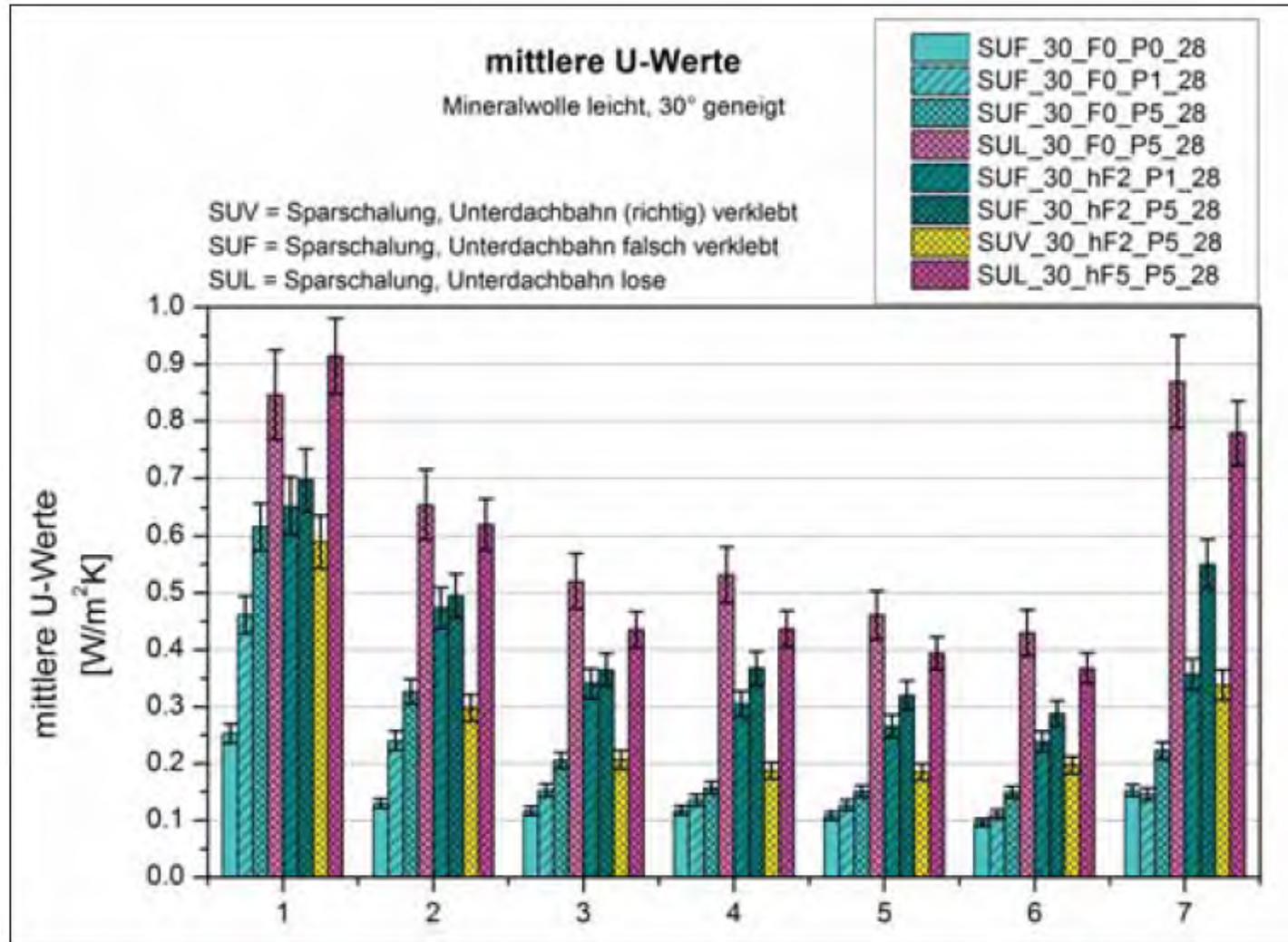
Aus die neue Quadriga 4/16 «Wissen woher der Wind weht»
J. Bachinger / M. Treibinger

Auch wichtig: Winddicht Bauen reduziert Konvektion

Aus die neue Quadriga 4/16 «Wissen woher der Wind weht» J.
Bachinger / M. Treibinger



Auch wichtig: Winddicht Bauen reduziert Konvektion



Aus die neue Quadriga 4/16 «Wissen woher der Wind weht» J. Bachinger / M. Treibinger

Fazit:

1. Um Bauschäden zu vermeiden reicht luftdichtes Bauen nicht aus.
2. Selbst unauffällige primäre Leckagen von Innen und tertiäre Leckagen (von aussen) können grosse Schäden hervorrufen, wenn kritische Bauteile beteiligt sind.
3. Kritisch sind u.a. kalte, wechselwarme, diffusiondichte oder nicht ausreichend sorptive äussere Schichten.
4. Über gemeinsame Hohlräume verbundene Bauteile trennen, deswegen:
5. Mauerkronen, die in die Dämmebene ragen, immer abdichten.
6. Lassen sie mit möglichst grossen Sicherheitsreserven bauen.
7. Weisen sie in Ihren Berichten immer darauf hin, dass versteckte und nicht erkannte Mängel zu Schäden führen können.
8. Wenn es trotzdem Schief läuft: Keep Smiling



... und die Dämmung ist perfekt

Erfahrungsbericht: Bauschaden durch Flankenkonvektion

Danke
für Ihr Interesse
und Dank an Reto Niedermann
für die Thermografien bei Flachdachfall