

# bauphysik*apéro*

## FLACHDÄCHER UND IHRE RISIKEN



## bauphysik*apéro*

Der Bauphysik-Apéro ist eine Veranstaltungsreihe der Weiterbildung der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik.



## **bauphysik***apéro*

Schwerpunkte der Weiterbildung sind Energie am Bau, Bauphysik, Akustik und Bauleitung

**MAS Umweltakustik**

[www.fhnw.ch/wbbau](http://www.fhnw.ch/wbbau)



## bauphysik*apéro*

Die Bauphysik fürchtet sich auch vor Bauleiterinnen und Bauleitern nicht

### **MAS Bauleitung**

Bauqualität, Kosten und Termine sichern





# bauphysik*apéro*

## Zur Bauphysik von Flachdächern – im Holzbau





## Beispiel

Umbau einer Bestandliegenschaft:

kompletter Umbau, besonders

- Rückbau Steildach
- Geschosstrenndecke als Flachdach
- Aufstockung mit Attikageschoss



## Beispiel

Geschosstrenndecke  $\longrightarrow$  Flachdach

Balkenlage als Tragkonstruktion bleibt erhalten

Wärmedämmebene zwischen der Tragkonstruktion



## Beispiel

Schaden

Bildung von Wasserlachen

Einbruch beim Begehen

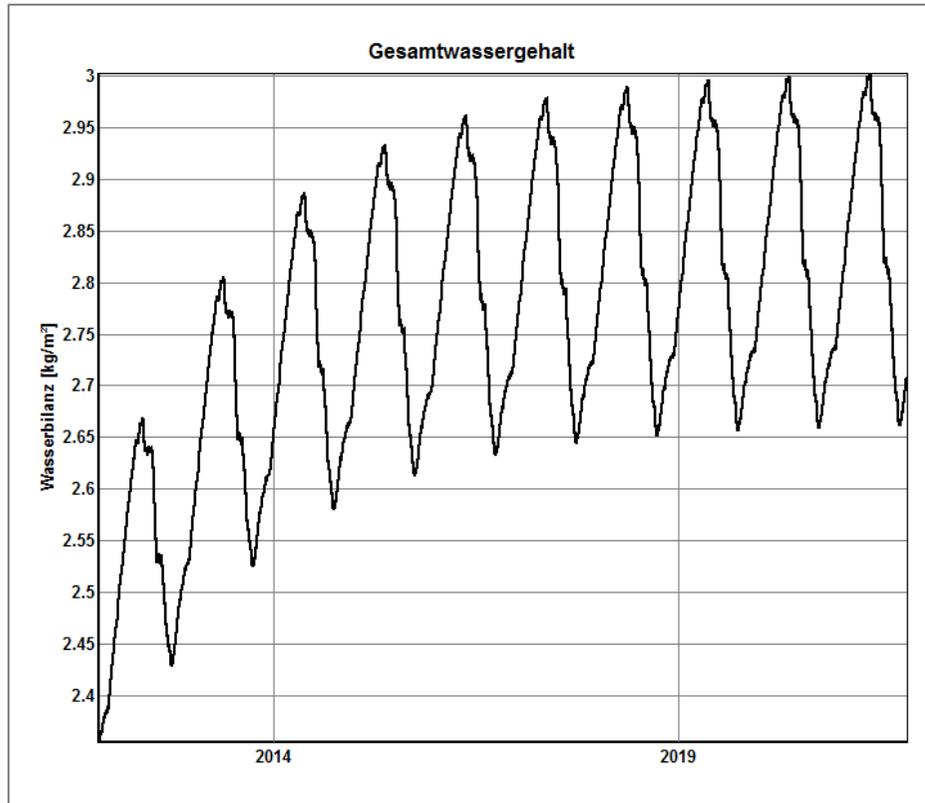
Braunfäule in der Grundkonstruktion



## Beispiel

Was ist die Ursache?

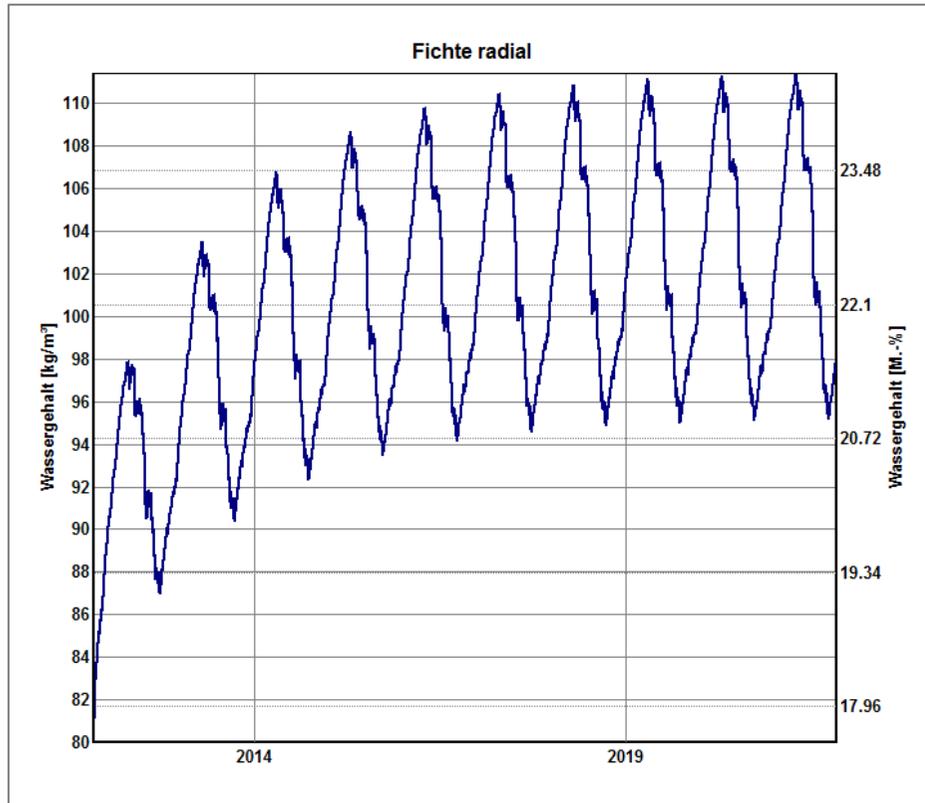
- a. Vergrösserte Feuchteinträge in die Konstruktion aufgrund von Schwachstellen in der Luftdichtigkeitsschicht



## Beispiel

b. Feuchteinträge aus gekoppelten  
Wärme- und Feuchteströmen

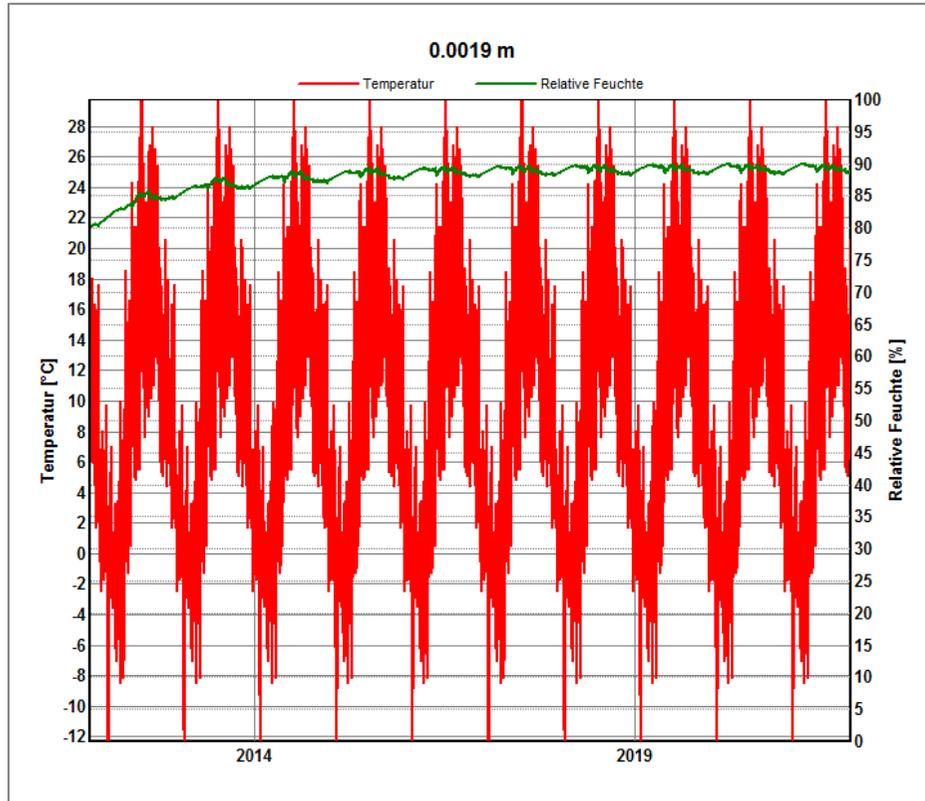
Entwicklung des Gesamtwasser-  
gehaltes in der Flachdachkonstruktion



## Beispiel

b. Feuchteinträge aus gekoppelten  
Wärme- und Feuchteströmen

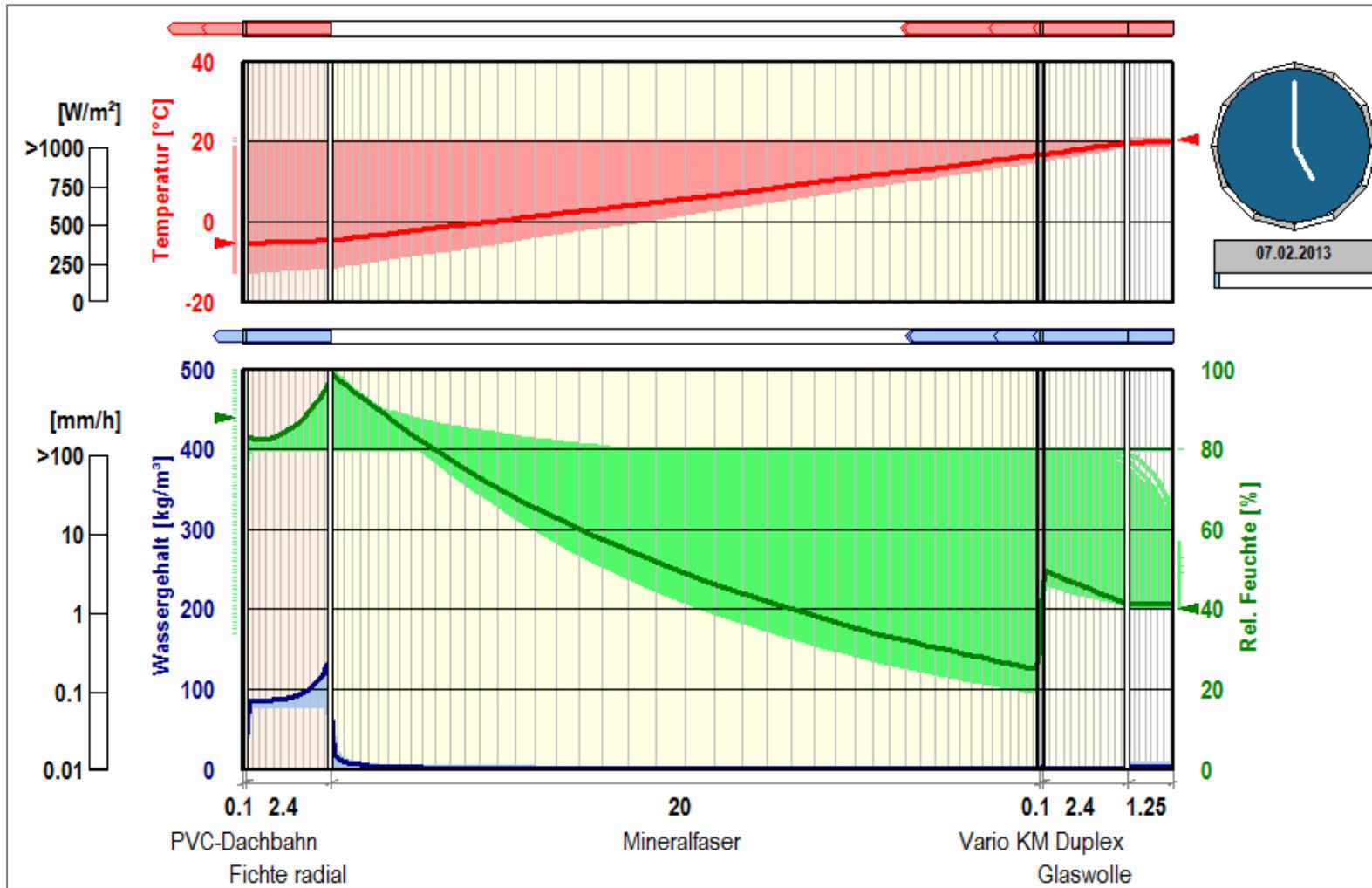
Entwicklung des Wassergehaltes in der  
Holzkonstruktion



## Beispiel

b. Feuchteinträge aus gekoppelten  
Wärme- und Feuchteströmen

Jahreszyklus der Temperatur und der  
relativen Luftfeuchte im Bereich der  
Schalung



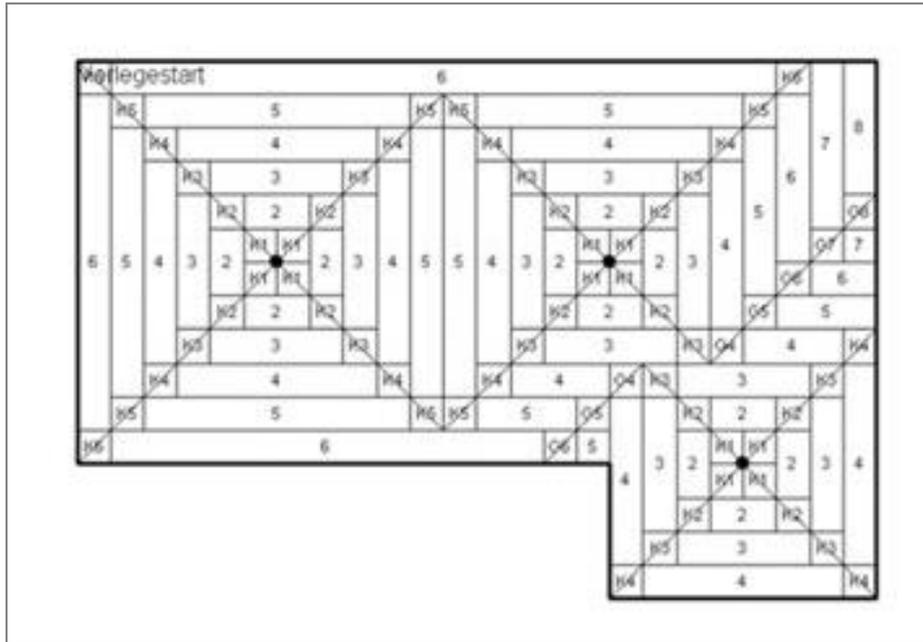
Darstellung des Temperatur- und Feuchteverlaufs im Querschnitt der Konstruktion



## Beispiel

Welche baulichen Massnahmen sind zu treffen?

a. luftdichte Gebäudehülle



## Beispiel

Welche baulichen Massnahmen sind zu treffen?

b. Überdämmung einbauen

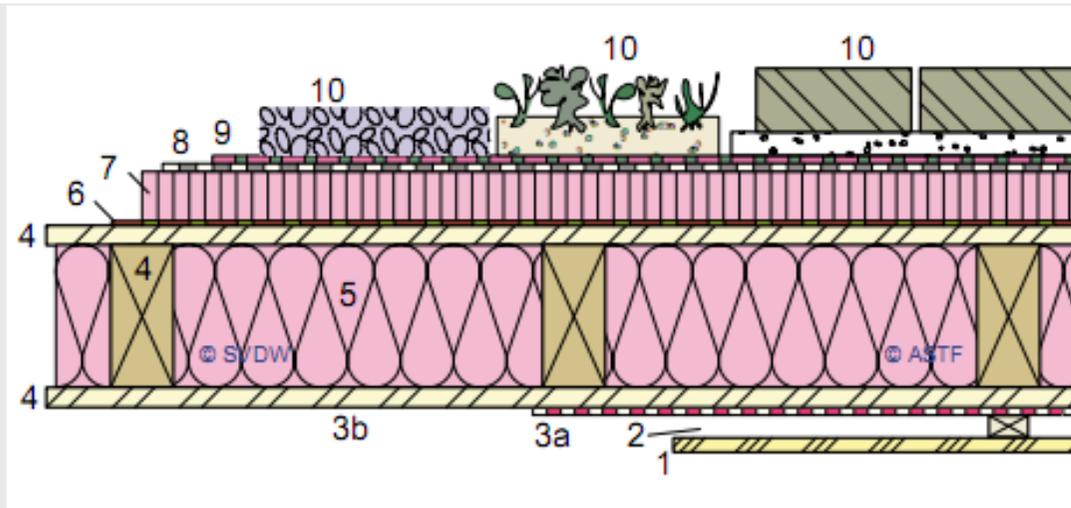
### Achtung:

Unsere Erfahrungen zeigen, dass die vielfach genannte Faustformel von 4 cm meistens nicht ausreicht.

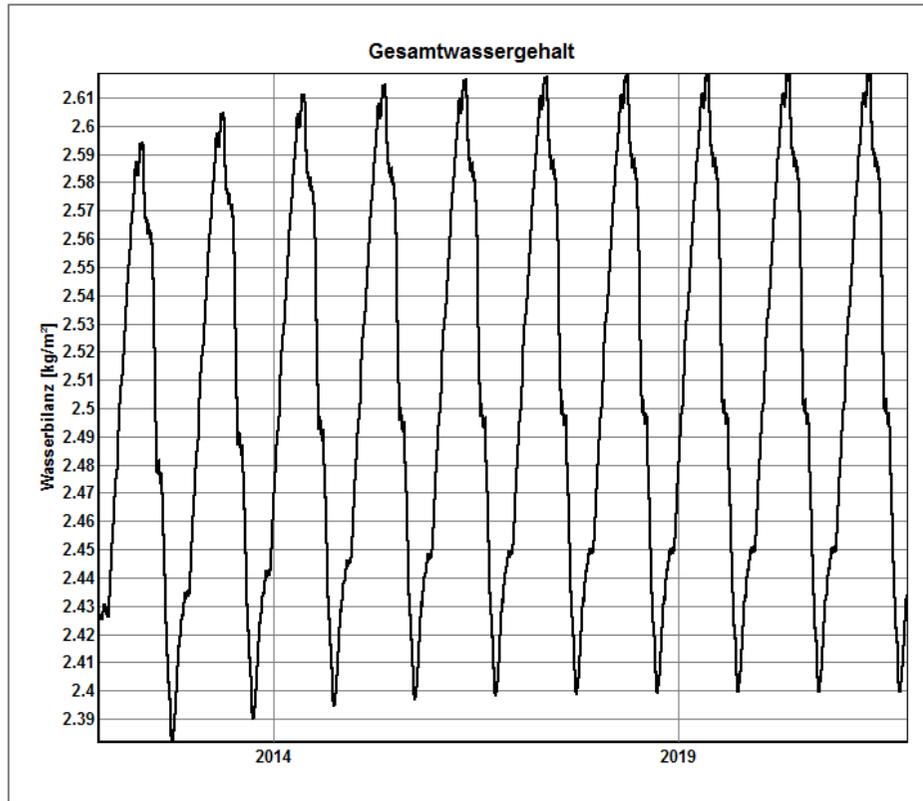
Konstruktionsaufbau von innen nach aussen

1. Evtl. Untersichtsbekleidung
2. Evtl. Installationsschicht
- 3a. Luftdichtung/Dampfbremse diffusions-offen, oder mit variablem Diffusionswiderstand
- 3b. Luftdichte Tragkonstruktion, Untersichtsbekleidung
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.



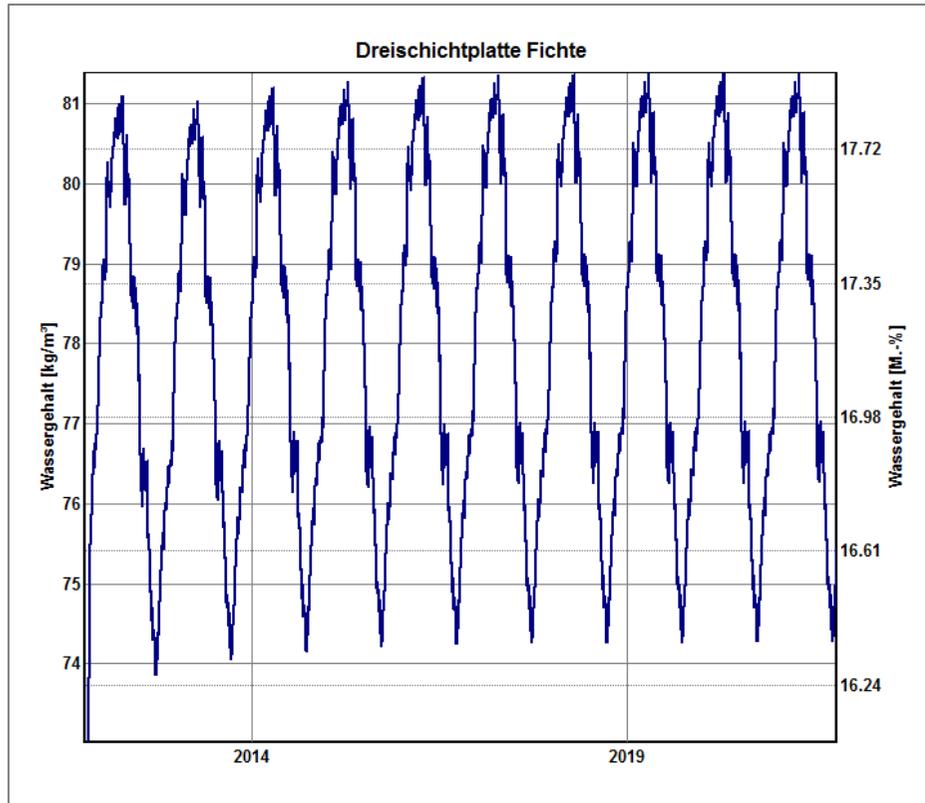
Darstellung aus dem Merkblatt des Fachverbandes Gebäudehülle Schweiz



## Überdämmung mit 4 cm

Korrekturvariante 1

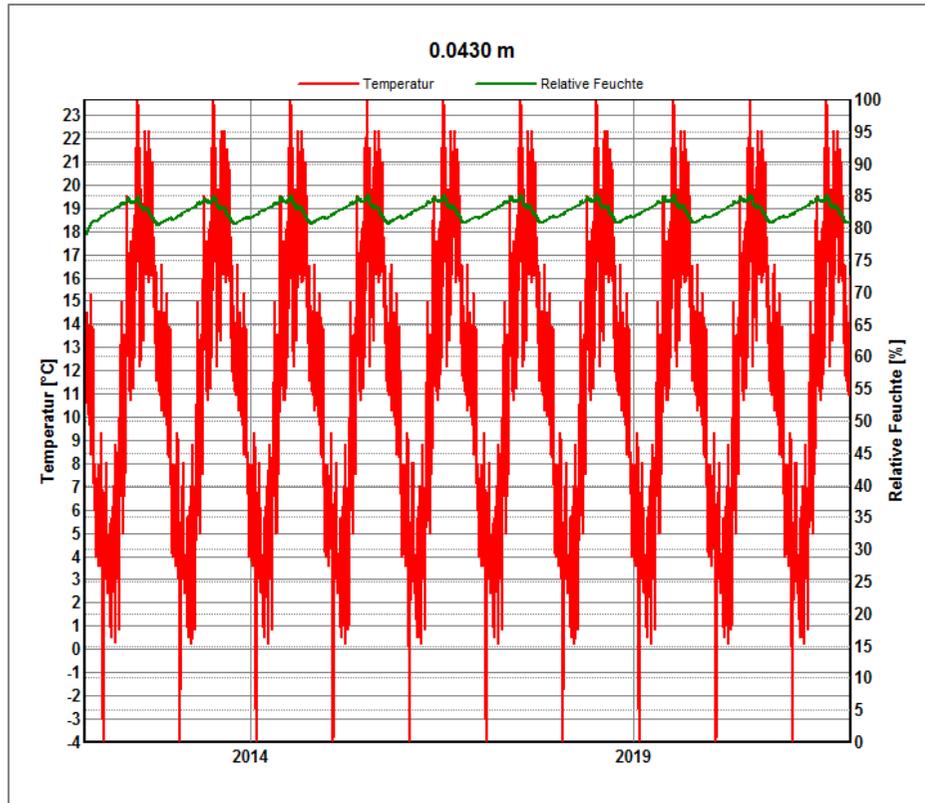
Entwicklung des Gesamtwasser-  
gehaltes in der Flachdachkonstruktion



## Überdämmung mit 4 cm

Korrekturvariante 1

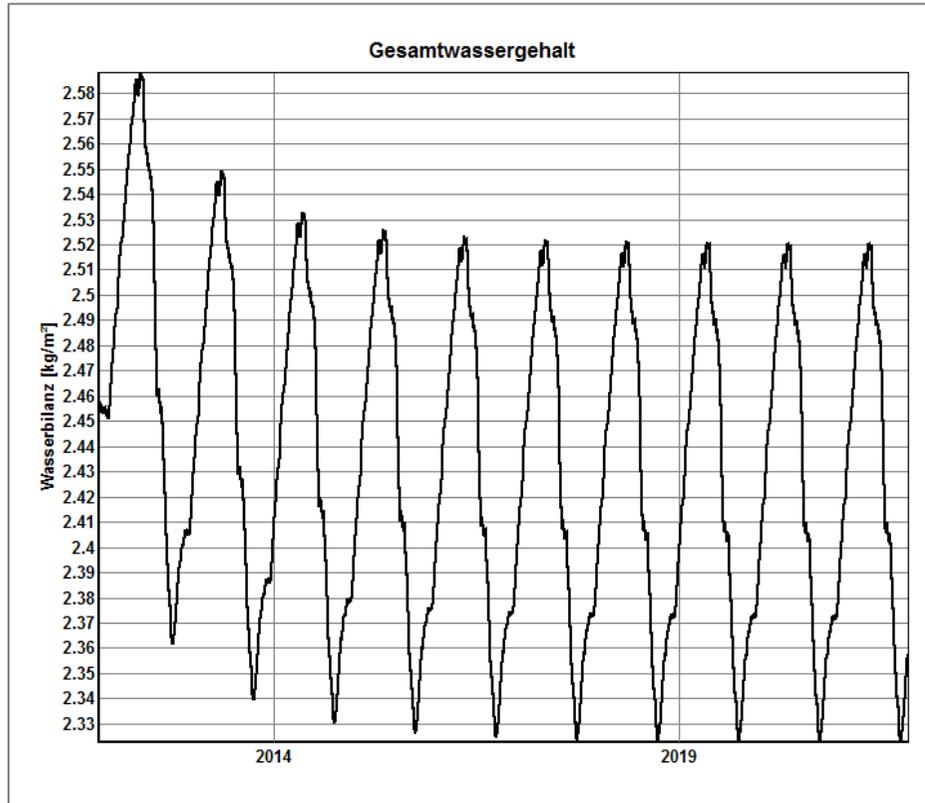
Entwicklung des Wassergehaltes in der Holzkonstruktion



## Überdämmung mit 4 cm

Korrekturvariante 1

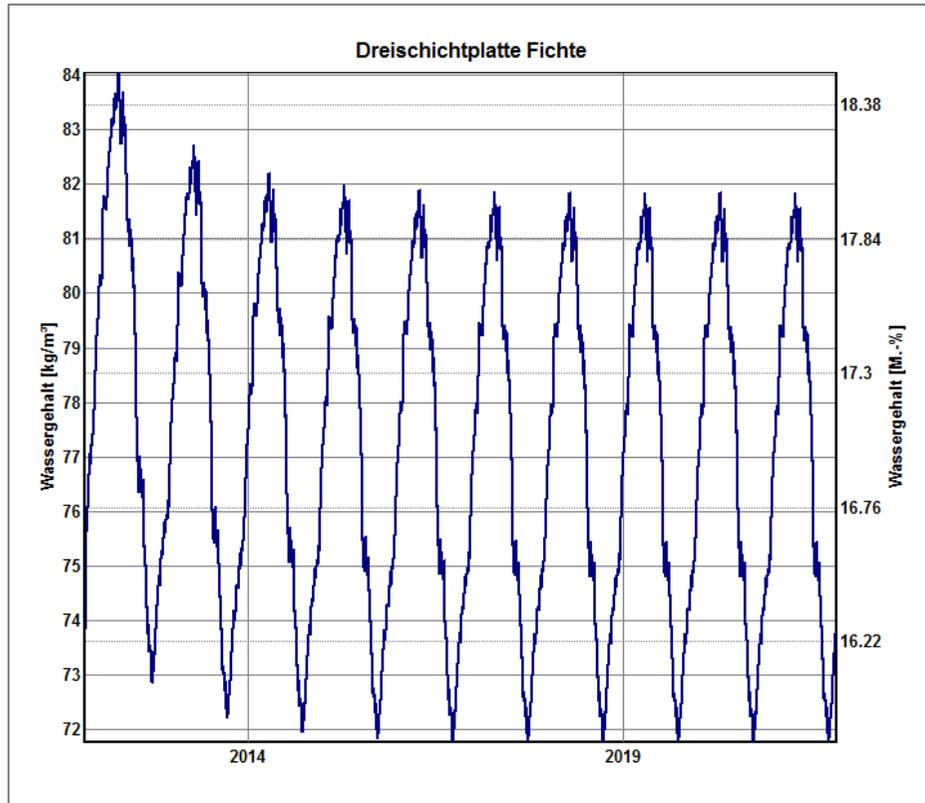
Entwicklung der relativen Luftfeuchte in  
der Holzkonstruktion



## Überdämmung mit 6 cm

Korrekturvariante 2

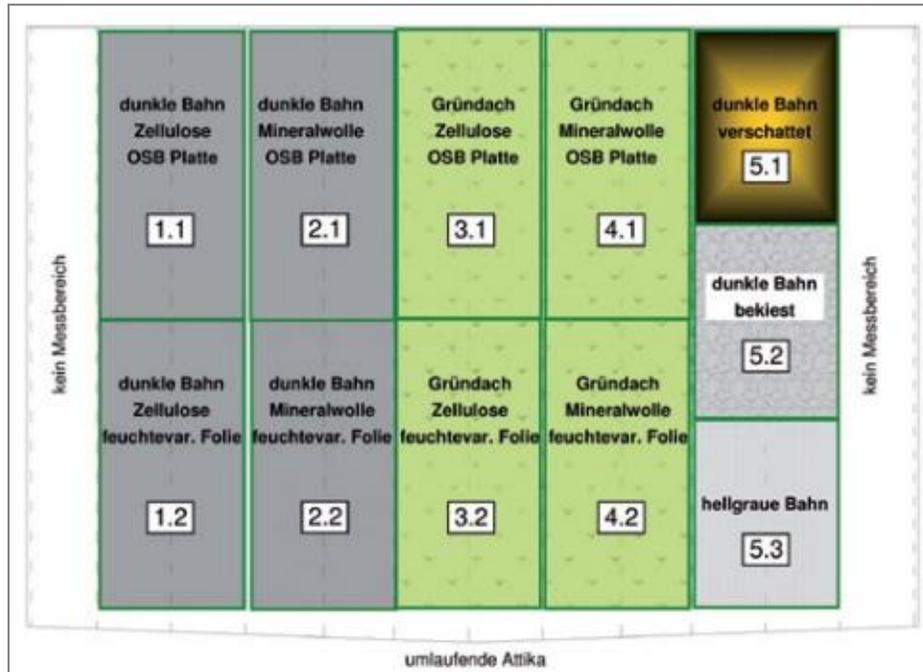
Entwicklung des Gesamtwassergehaltes in der Flachdachkonstruktion



## Überdämmung mit 6 cm

Korrekturvariante 2

Entwicklung des Wassergehaltes in der Holzkonstruktion

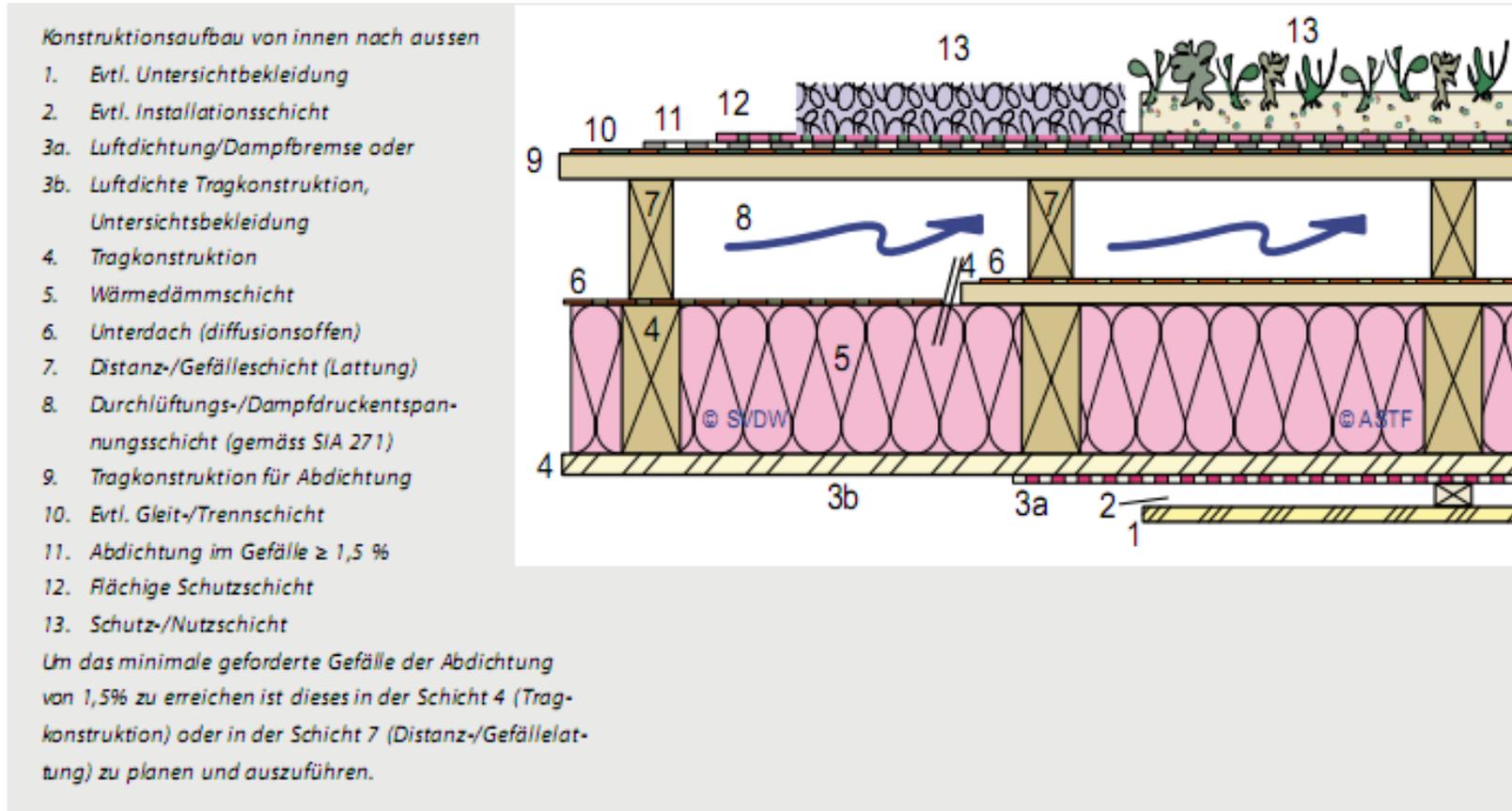


## Überdämmung mit 6 cm

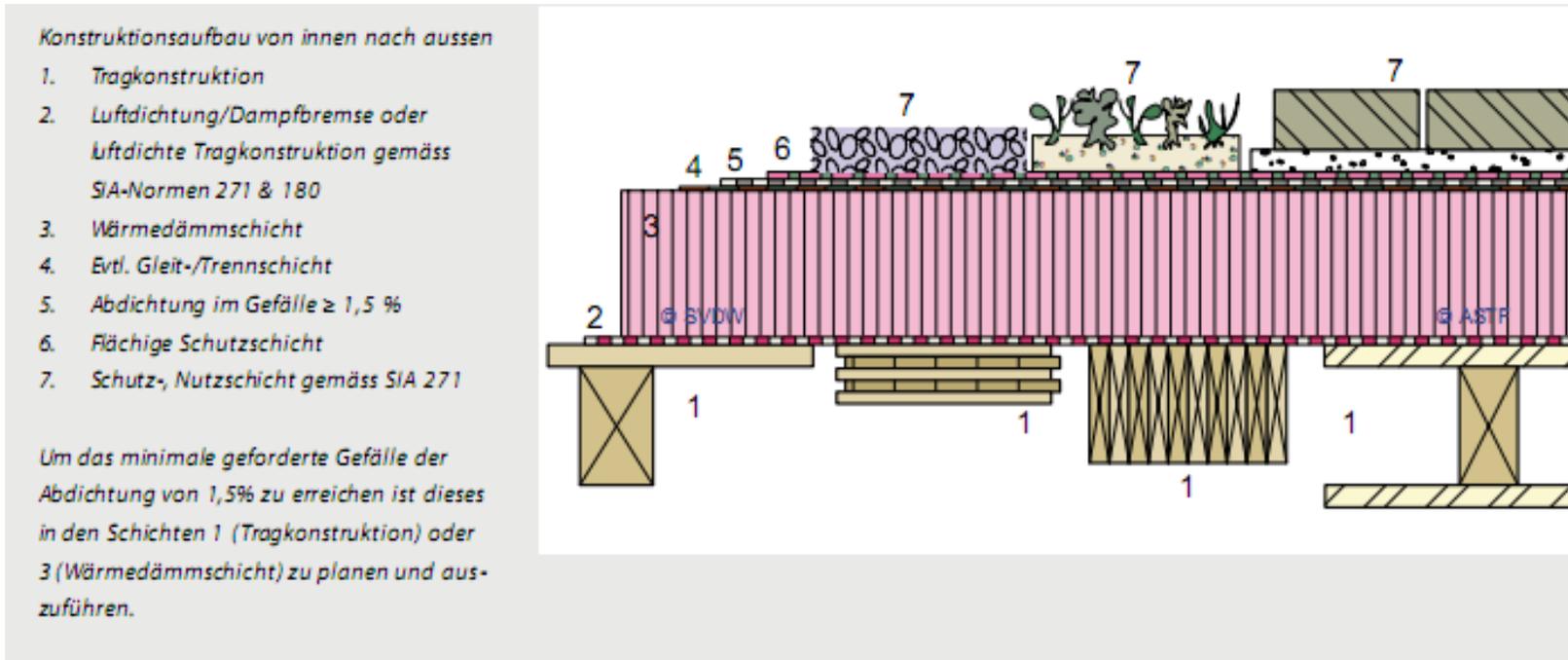
### Korrekturvariante 1

Entwicklung der relativen Luftfeuchte in der Holzkonstruktion

Mindeststärke der Überdämmung sollte 1/3 der „Wärmedämmstärke“ betragen.



Darstellung aus dem Merkblatt des Fachverbandes Gebäudehülle Schweiz



Darstellung aus dem Merkblatt des Fachverbandes Gebäudehülle Schweiz

# bauphysik*apéro*

## Ausführungsrichtlinien Norm SIA 271





## Einleitung

Abdichtung von Hochbauten

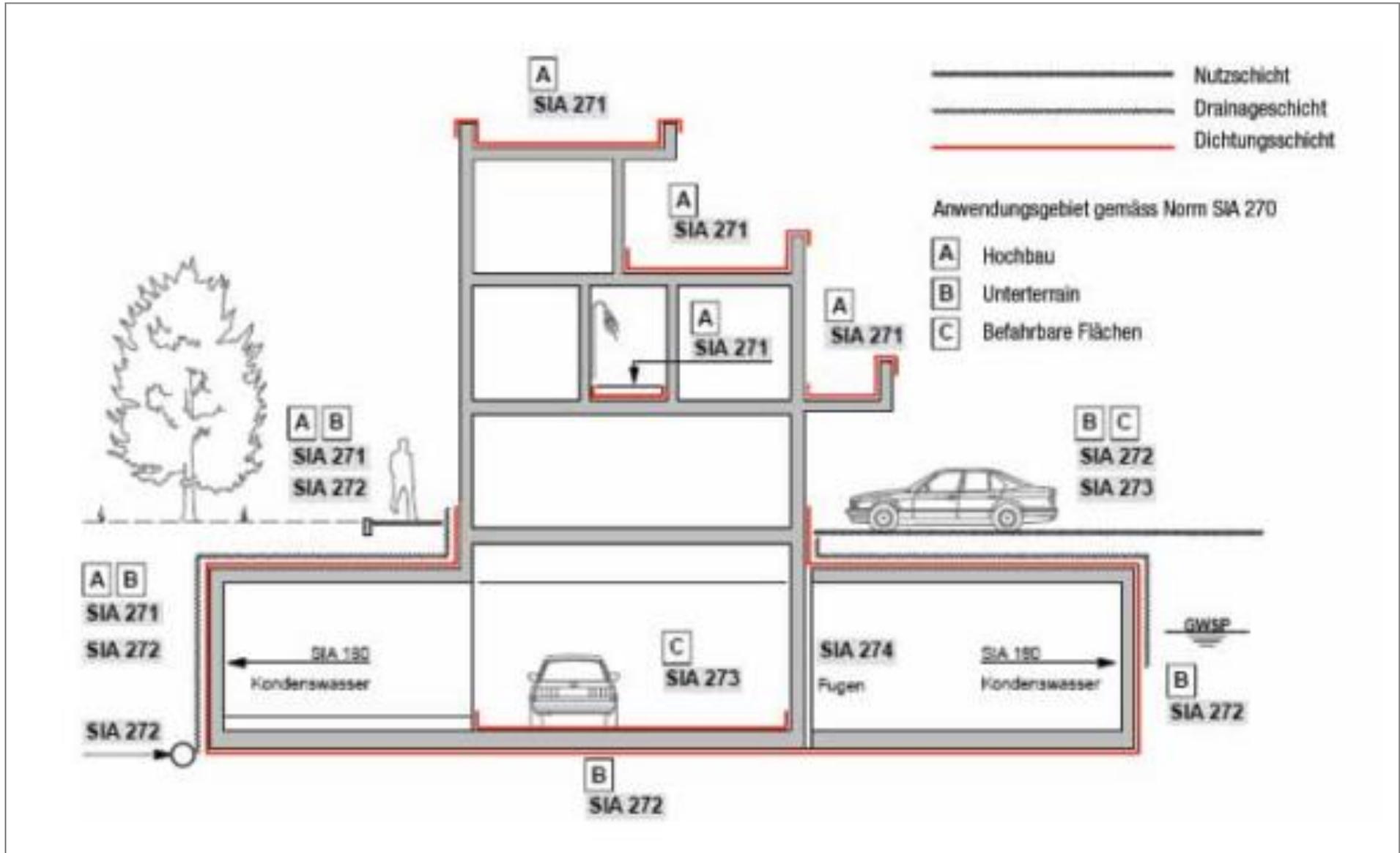
Aktuelle Ausgabe: 2007



## Geltungsbereich

Projektierung und Ausführung von abzudichtenden Bauteilen, welche nicht durch drückendes Wasser beansprucht werden.

Es gilt die Dichtigkeitsklasse 1.



## Geltungsbereich und Schnittstellen



## Projektierung

Bauwerk muss vor klimatischen Einflüssen geschützt werden.

Besonders erwähnenswert ist, dass normativ die Forderung an Kontroll- und Unterhaltsfähigkeit gestellt wird.



## Unterkonstruktion

Abdichtung muss im Endzustand das erforderliche Gefälle aufweisen.



## Luftdichte

Wärmegeämmte Konstruktionen müssen raumseitig eine Luftdichtigkeit aufweisen.

Es bedarf ein Luftdichtigkeitskonzept!

Geforderter  $S_D$ -Wert fragwürdig!



## Wärmedämmung

**Keine Lufthohlräume zulässig!**

Umkehrdach: Nur XPS mit Schäumhaut, einlagig verlegt mit Falz zulässig



## Abdichtung

Gefälle in der Falllinie von  $\geq 1.5 \%$

Gefälle auch bei begrünten Dächern erforderlich

Abdichtungen in Flüssigkunststoffen sind neu geregelt. Nur auf starren Untergründen (ausser An- und Abschlüsse) zulässig.



## Nutz- und Schutzschicht

Schutzschicht immer zwischen Nutzschicht und Abdichtung erforderlich

Nutzschicht muss entwässert werden.  
Gefälle von  $> 1.5\%$ , ausser  
wasserdurchlässige Nutzschichten

# Dachentwässerungen

## Entwässerung von Flachdächern

### Bauphysik-Apéro

13. Februar 2013, Muttenz

20. März 2013, Zürich

Jürg Heilig, dipl. Spenglermeister, Experte Gebäudehülle

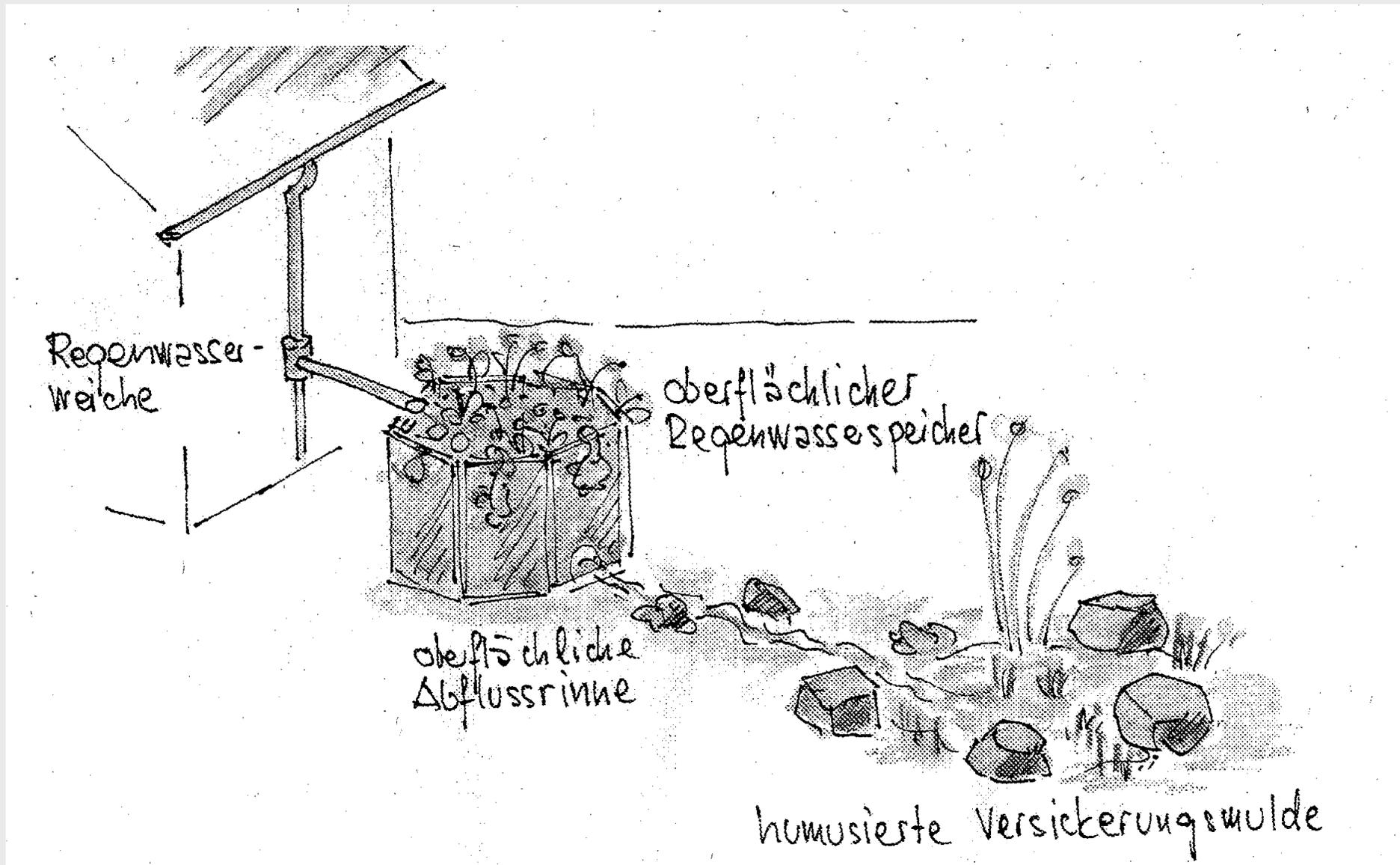
# Planungshilfen

- SN 592 000  
Liegenschaftsentwässerung (neu 2012)
- Richtlinie und Wegleitung zur Dachentwässerung 2004  
(wird überarbeitet, Anpassungen an SN592 000:2012)
- CD: Dachentwässerung Rinnen und Rohre
- SIA 271:2007  
Abdichtungen von Hochbauten (Wegleitung)
- SIA 232/1:2011  
Geneigte Dächer (Wegleitung in Arbeit)
- Merkblatt:  
Abdichtungsanschlüsse an Tür- und Fensterelementen

# Berechnungsparameter

- Dachfläche (m<sup>2</sup>)
- Abflusskennzahl (0,03 l/s/m<sup>2</sup>)
- Sicherheitsfaktor
- Abflussbeiwert C
- Totale Entwässerungsmenge
- (Ev. örtliche Auflagen / Retention)
- **NEU:**  
Bei exponierten Gebäuden muss der Schlagregen eingerechnet werden (50 % der Fassadenfläche)

# Dachwasser: Naturnahe Entwässerung



# Oder in eine Versickerungsanlage?



# Beachten!

- Verantwortlicher Planer?
- Wer ist für was verantwortlich?
- Wo sind die Schnittstellen?
- Wohin mit dem Dachwasser?
- Was passiert bei Frost, Schlagregen und heftigen Gewittern?
- Was passiert bei einem Wasserrückstau:
  - In der Kanalisation?
  - Auf der Dachfläche?
  - Bei der Notentwässerung?

# SIA 271 Abdichtung im Hochbau

- **Abschnitt 5 - Ausnahmeregelungen**

Im Abschnitt 5 werden Anforderungen aufgelistet, für bewährte Lösungen bei Abweichungen von den Fachregeln.

- 5.1 Dächer mit Gefälle kleiner als 1,5 %
- 5.2 Schwellenanschlüsse unter 60 mm

- SIA 271 gilt auch für Abdichtungen im Gebäude

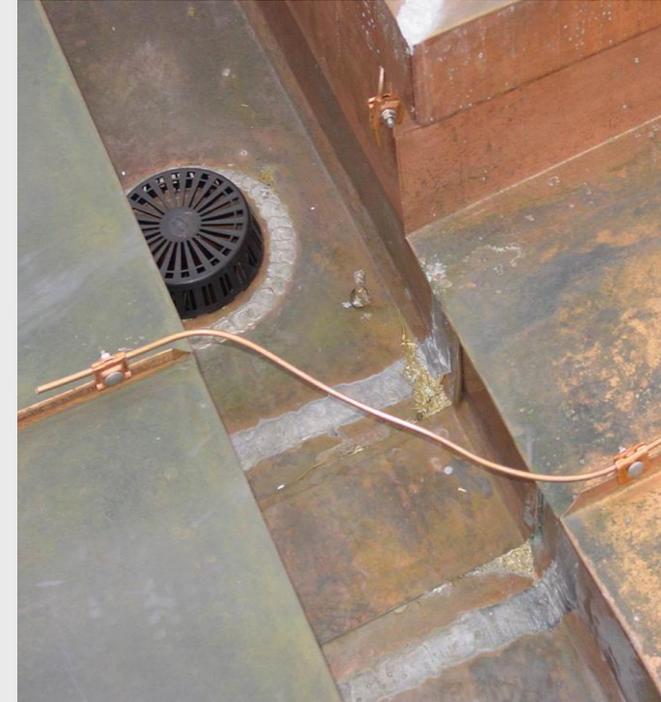
# SIA 232/1:2011 Geneigte Dächer

## 2 PROJEKTIERUNG

- 2.2.7 Unterdach
- 2.2.8 Spezielle Abdichtung
- 2.4.2 Erforderliche Dachneigung
- 2.5 Entwässerung
- 2.5.2 Innenliegende Rinnen

- |         |  |
|---------|--|
| 2.5.2.1 | Innenliegende Rinnen und Entwässerungen wie Kehlen oder Ähnliches müssen so dimensioniert sein, dass das anfallende Wasser auch bei Stau, Eisbildung oder Überschiessen abgeleitet wird.   |
| 2.5.2.2 | Innenliegende Rinnen müssen entsprechend ihrer Lage mit erhöhter Sicherheit dimensioniert werden. Zudem sind ein dichter Anschluss des Unterdaches (Klebeflansch an Rinnen und Dehnungselementen) und ausreichende Überläufe vorzusehen. |
| 2.5.2.3 | Innenliegende Rinnen müssen bei der Ausbildung und Anordnung der Luftdichtung (Luftdichtheitskonzept), der Dampfbremse und der Wärmedämmung speziell berücksichtigt werden.  |

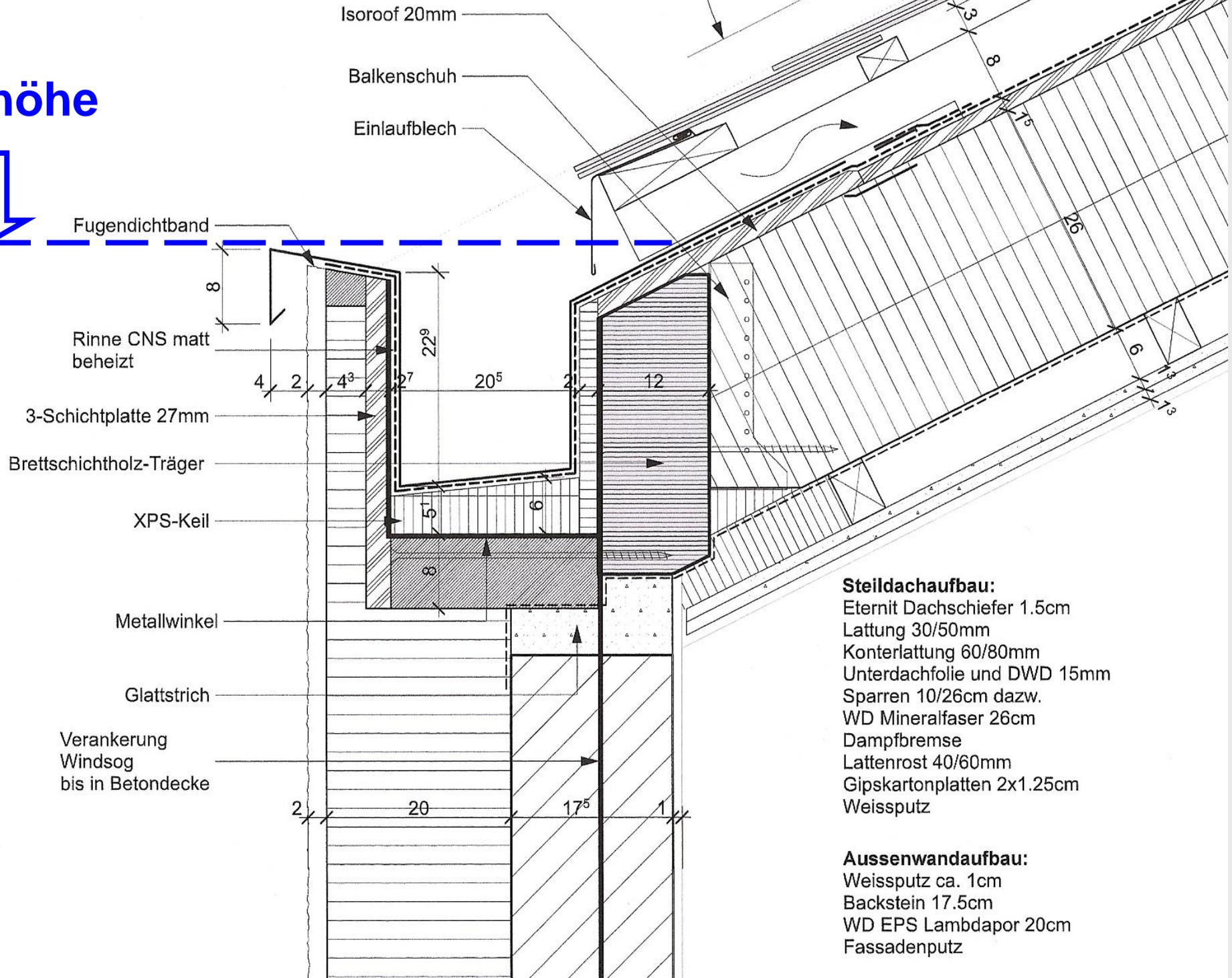
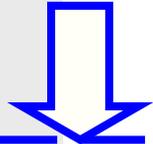
# Sicherheitsfaktor 2,0 (Wegleitung 2.1.3)



Terrassen mit Brüstungen und  
Schwellenhöhen unter 6 cm  
Innenliegende Rinnen

**SICHERHEITSAKTOREN WERDEN NICHT KUMULIERT!**

# Stauhöhe



## Steildachaufbau:

Eternit Dachschiefer 1.5cm  
Lattung 30/50mm  
Konterlattung 60/80mm  
Unterdachfolie und DWD 15mm  
Sparren 10/26cm dazw.  
WD Mineralfaser 26cm  
Dampfbremse  
Lattenrost 40/60mm  
Gipskartonplatten 2x1.25cm  
Weissputz

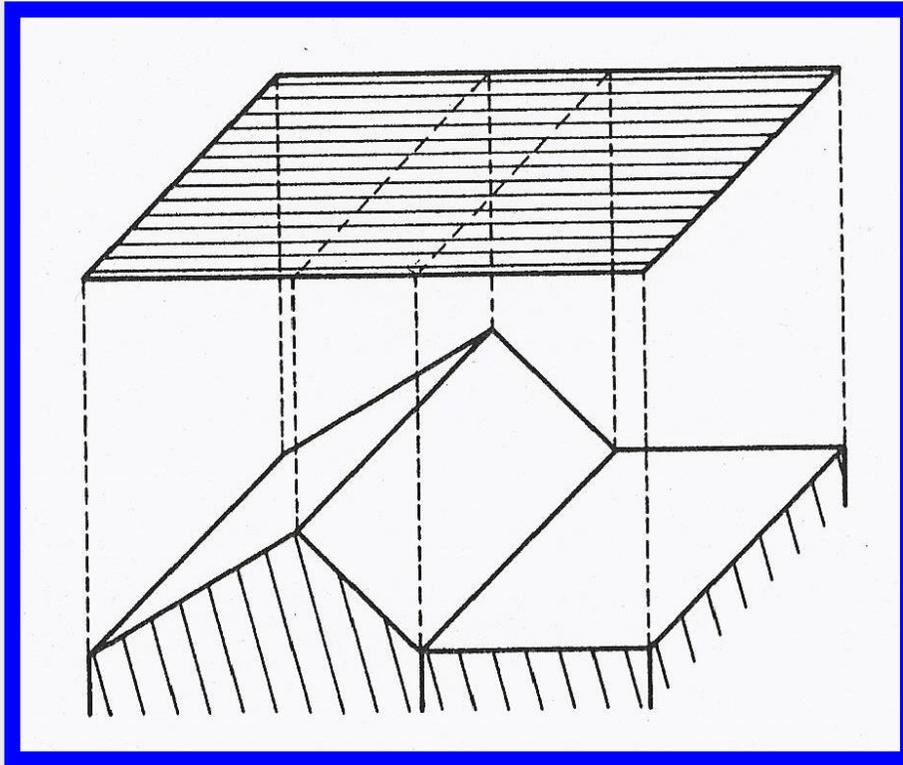
## Aussenwandaufbau:

Weissputz ca. 1cm  
Backstein 17.5cm  
WD EPS Lambdapor 20cm  
Fassadenputz

# Innenliegende Dachrinne



# Wirksame berechnete Fläche (Wegleitung 2.1.4)



Berechnet wird die  
Horizontalprojektion

Regenspende:

Berechnungsmenge =  $0,03 \text{ l/s/m}^2$

# Schlagregen (SN 592 000, 7.3.5)

- Der Schlagregen wird nicht berücksichtigt
- Ausnahmen:
  - Hochhäuser und Gebäude an exponierten Standorten. 50 % der Fassade welche dem Wind zugewandt ist, wird zur berechneten, darunterliegenden Fläche addiert.

**Die Zuordnung erfolgen durch den Planer!**

# Abflussbeiwerte C (Wegleitung 2.1.5)



## Neu:

Bekieste Dächer 0,8

Begrünte Flachdächer:

bis 10 cm 0,7

10 – 25 cm 0,4

25 – 50 cm 0,2

Über 50 cm 0,1

# Kiesstreifen bei Dachbegrünungen



# Niederschlagsmengen

Regenmenge in l/s/m<sup>2</sup>

0.09

0.06

0.045

0.03

0.003

Gemessene Werte in der Schweiz

Regenspende:

Berechnen mit  
0,03 l/s/m<sup>2</sup>!

10  
Min.

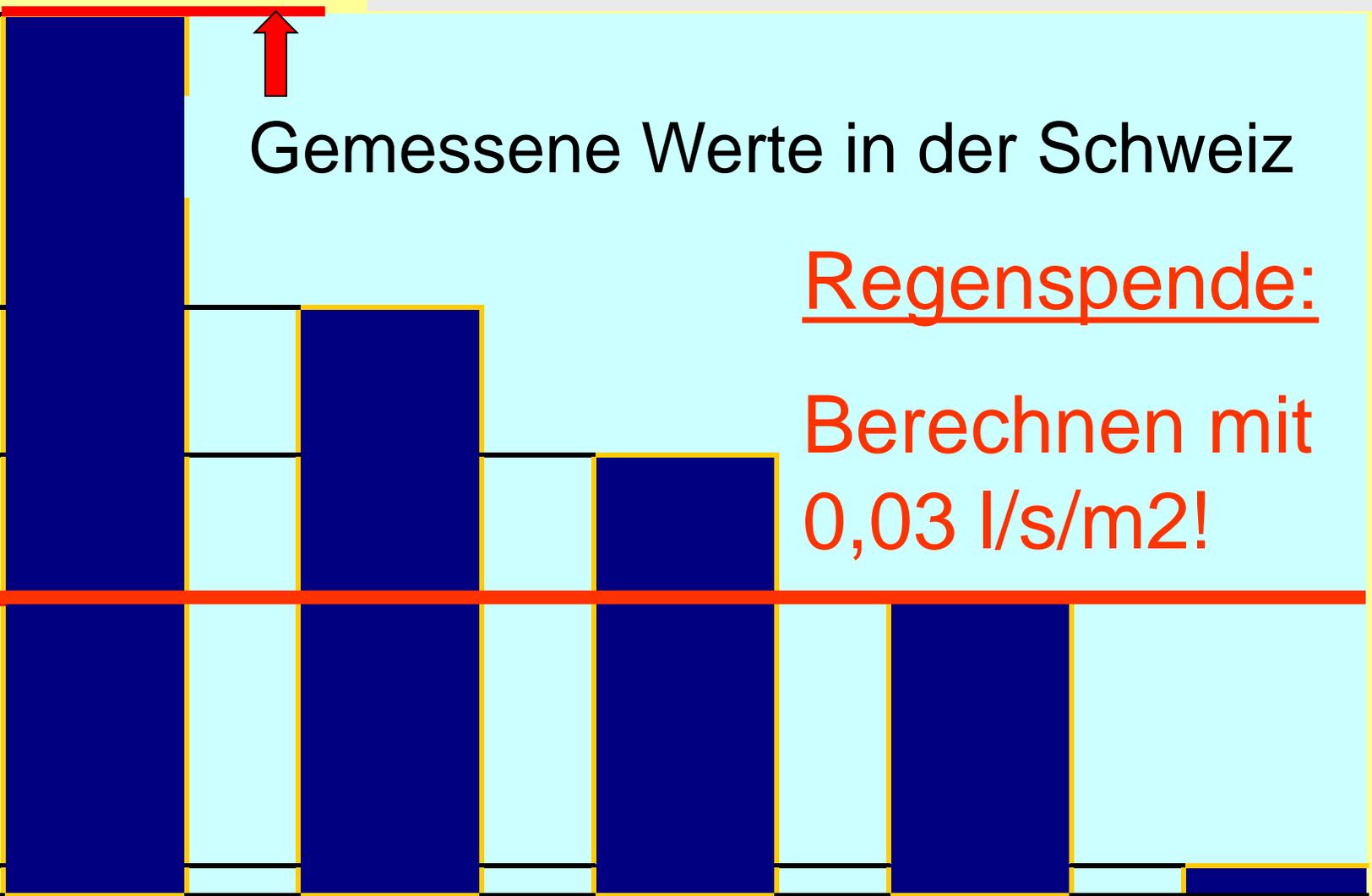
30  
Min.

45  
Min.

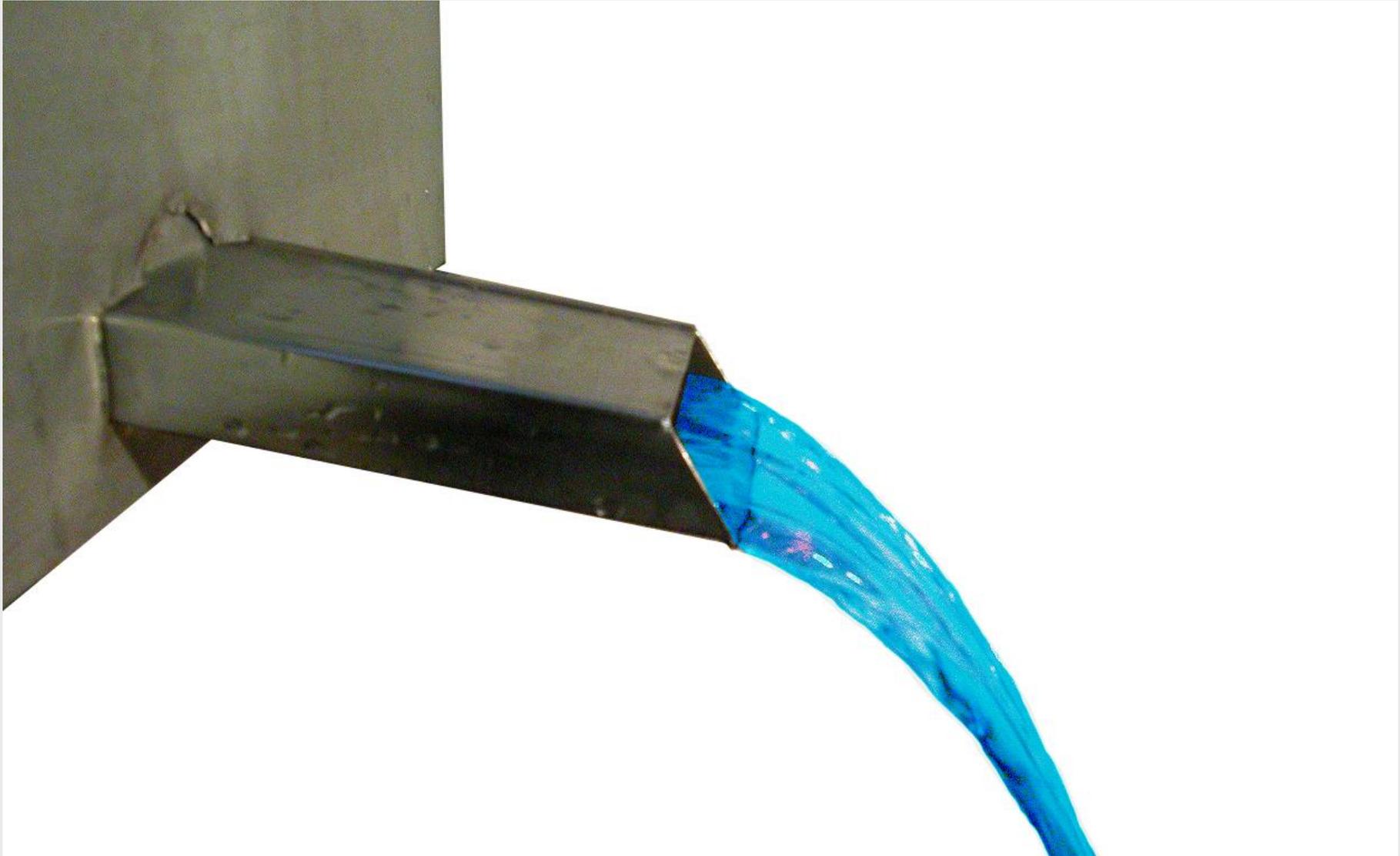
1  
Std.

1  
Tag

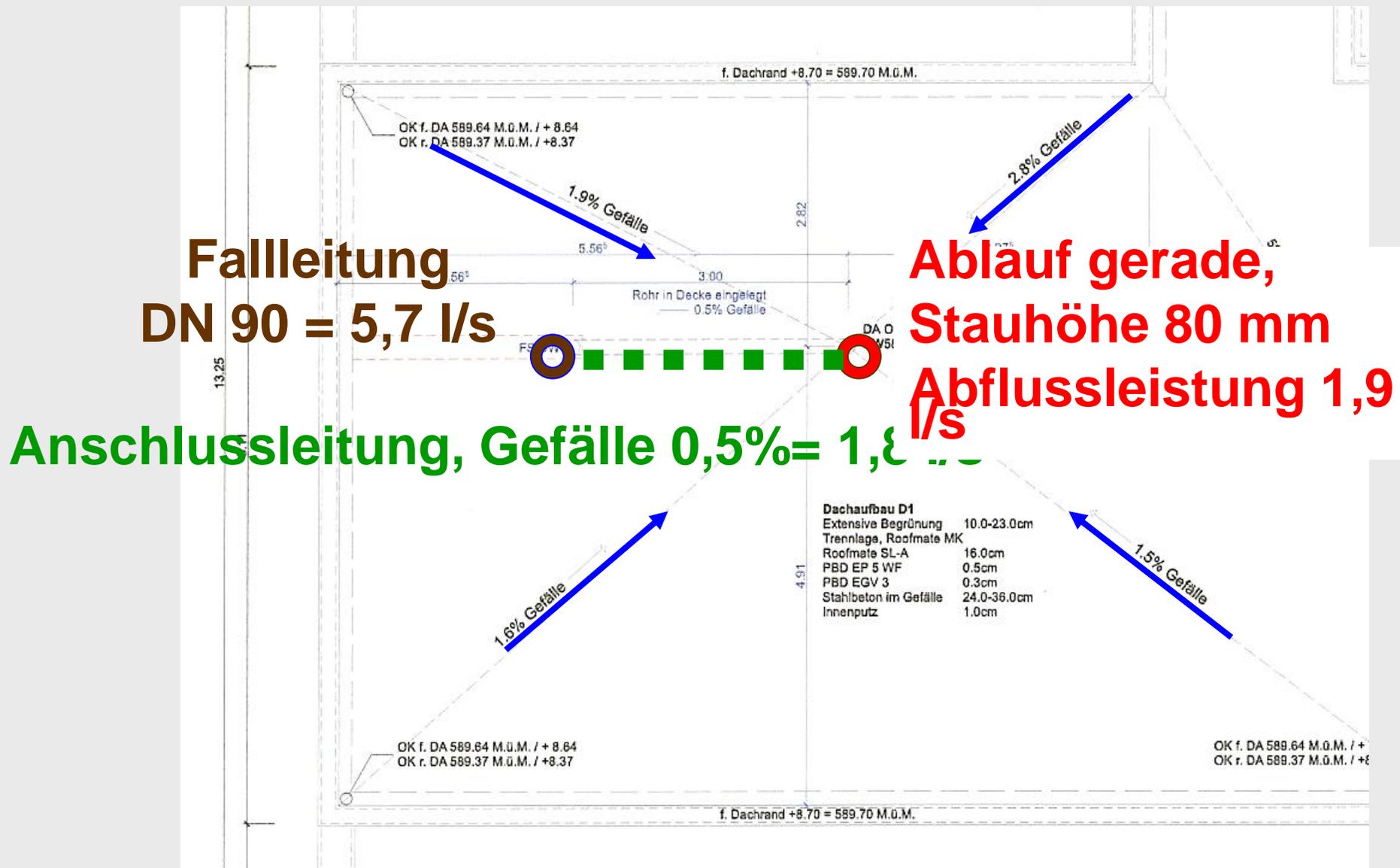
Regendauer



# Es braucht Notüberläufe!



# DW-Ablauf, Anschluss- und Falleitung

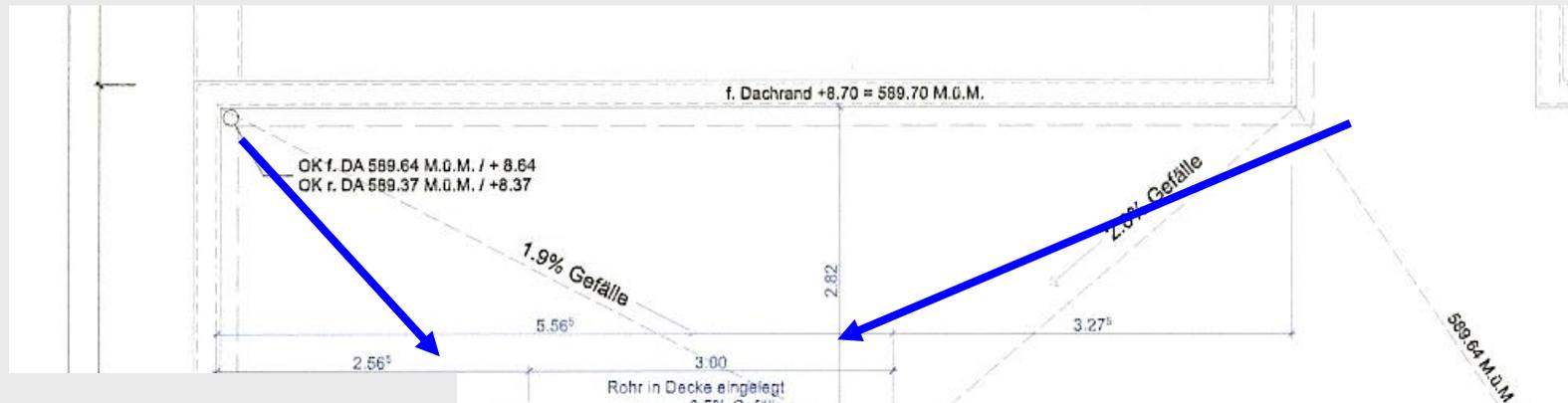


**Falleitung**  
**DN 90 = 5,7 l/s**

**Ablauf gerade,**  
**Stauhöhe 80 mm**  
**Abflussleistung 1,9 l/s**

**Anschlussleitung, Gefälle 0,5% = 1,8 l/s**

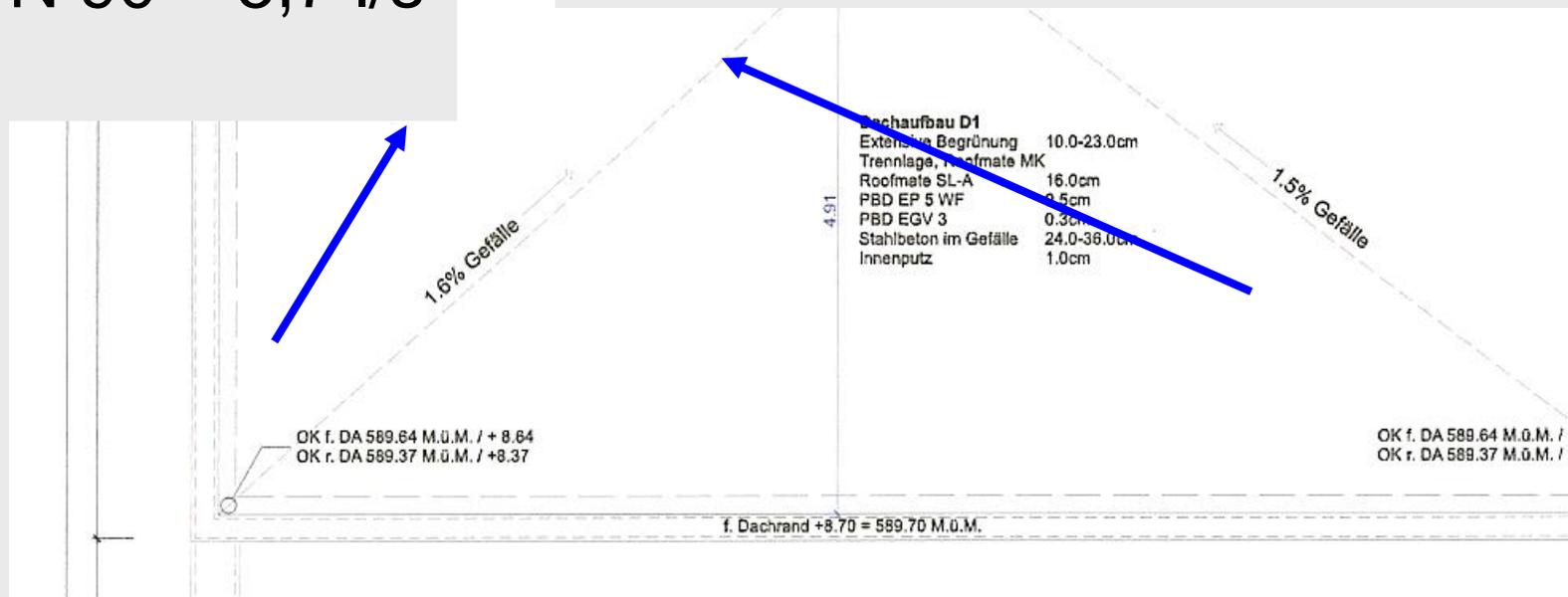
# DW-Ablauf mit Konus / DW-Leitung



Falleitung  
DN 90 = 5,7 l/s



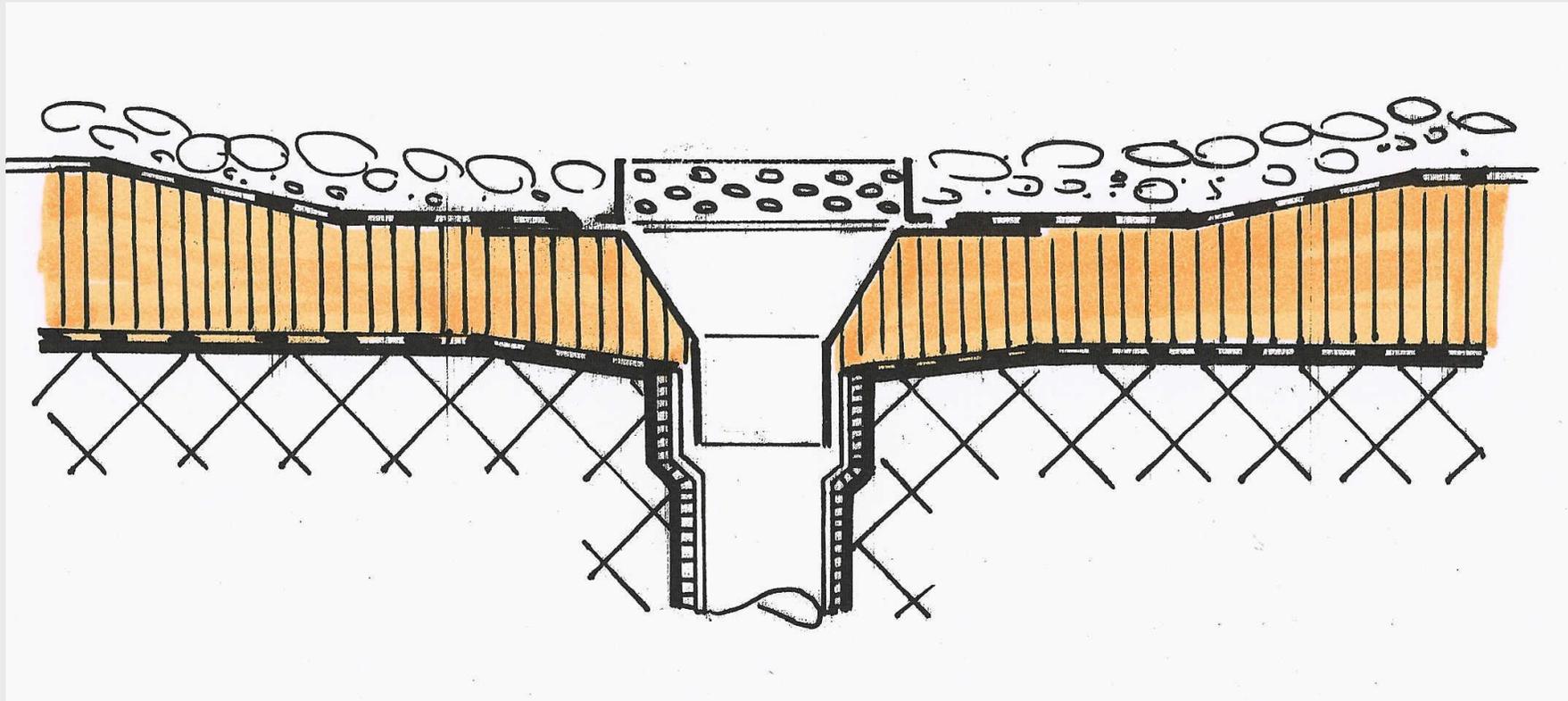
Ablauf, Stauhöhe 80 mm = 4,2 l/s



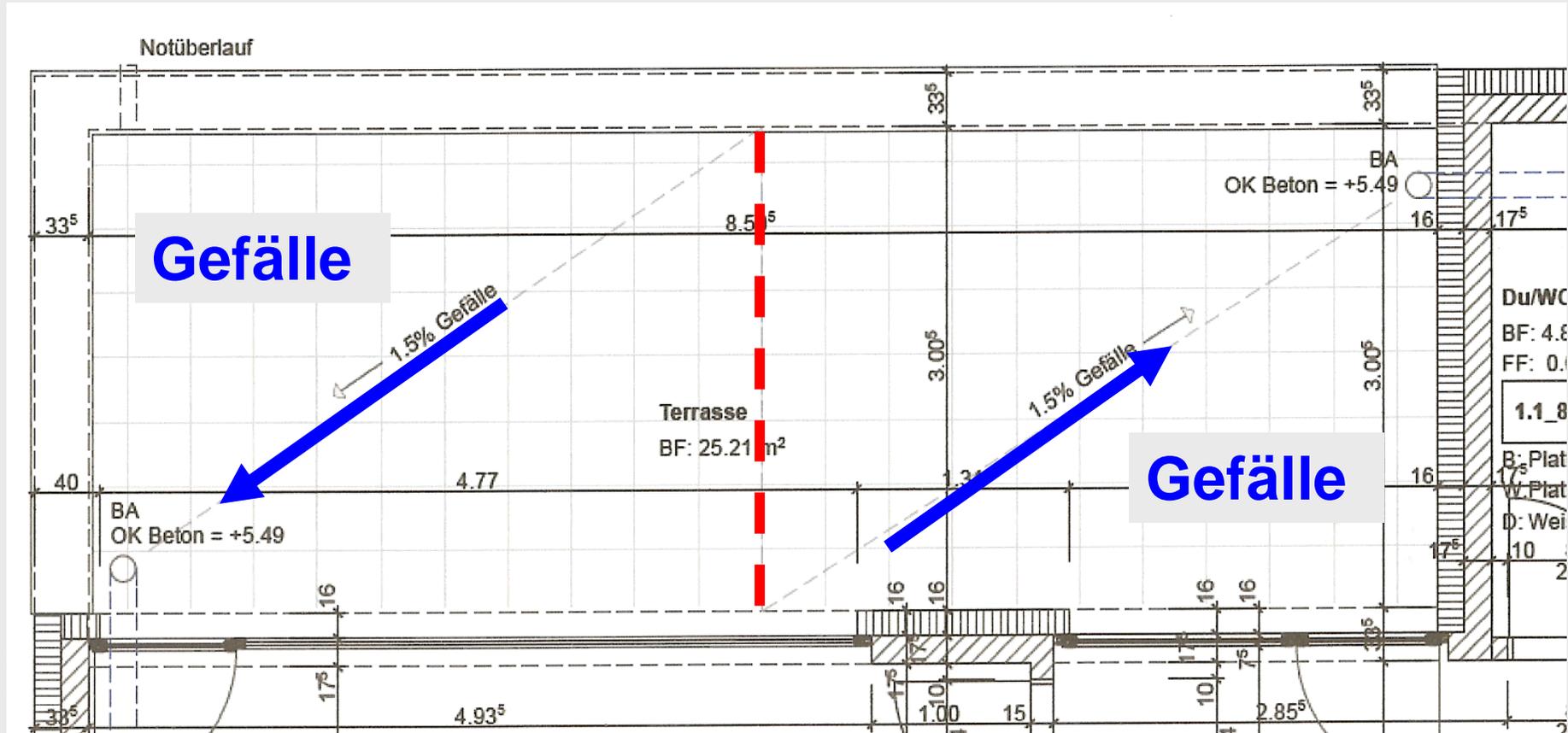
# DW-Ablauf ohne Rückstau

SIA 271 5.1.7

Absenken um mindestens 20 mm!



# Dachgefälle



**Bautauglich?**

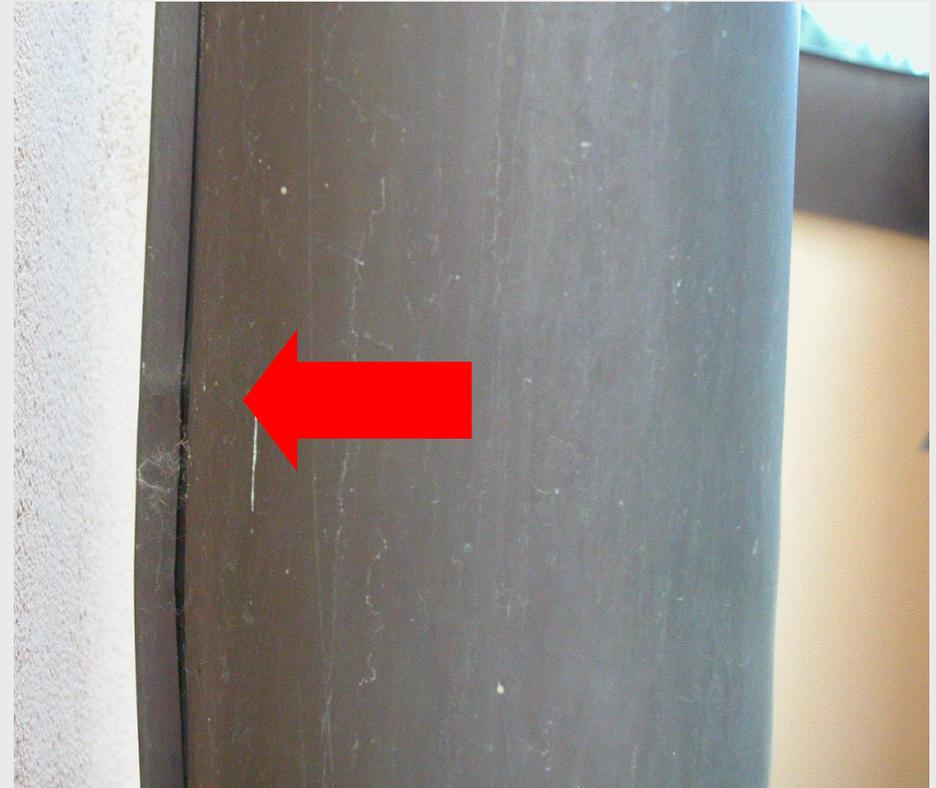
# Runde Speier



# Undichte Verbindung im Mauerwerk



# Frosteinwirkungen

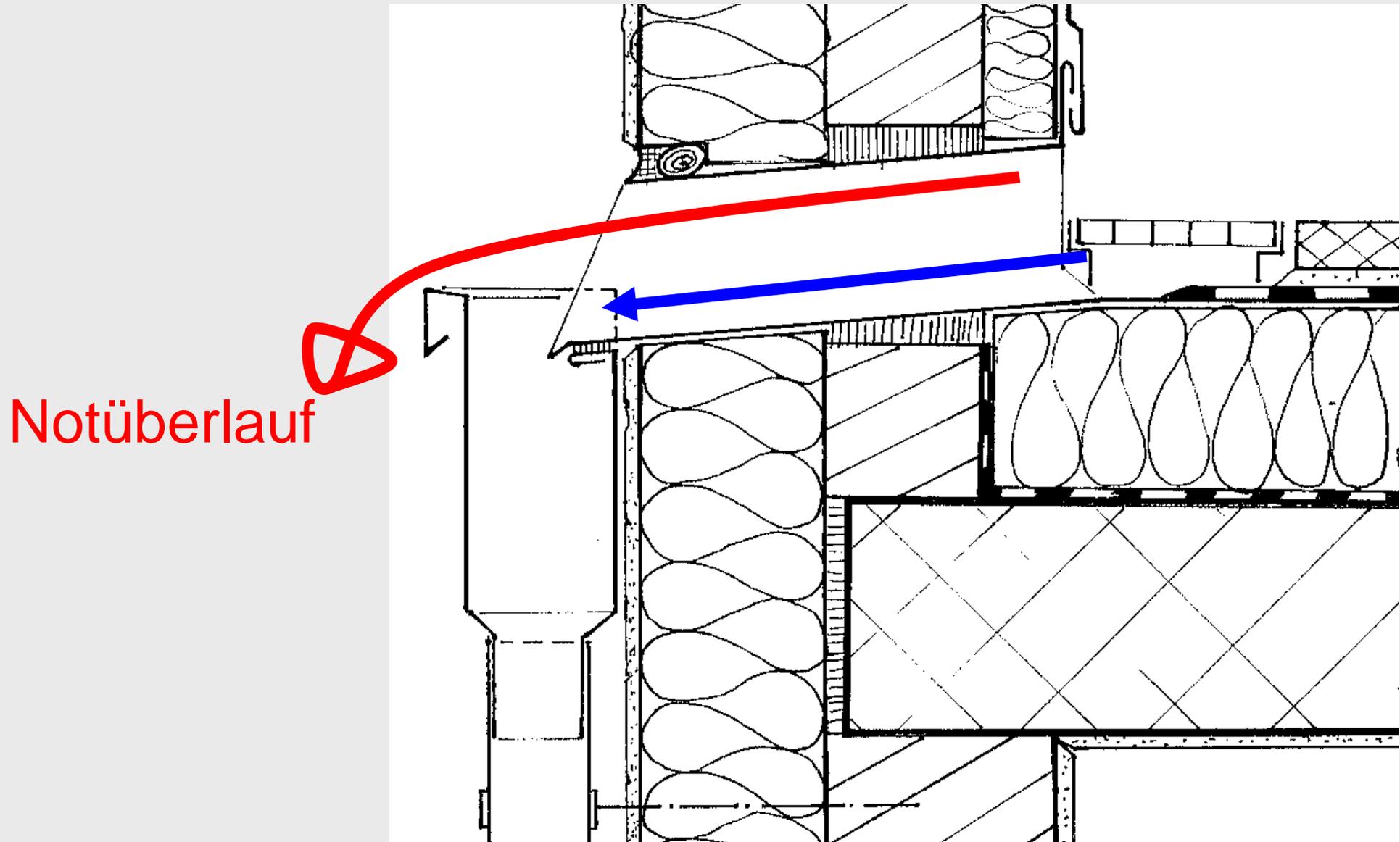


Geplatztes Rohre

# Rückstau bei Eisbildung



# Speier ohne Rückstau



# Unterdrucksysteme (Pluvia)

Keine Vollfüllungseinläufe im Bereich von Terrassen und Fenstern

Nur geprüfte Apparateträgerelemente verwenden

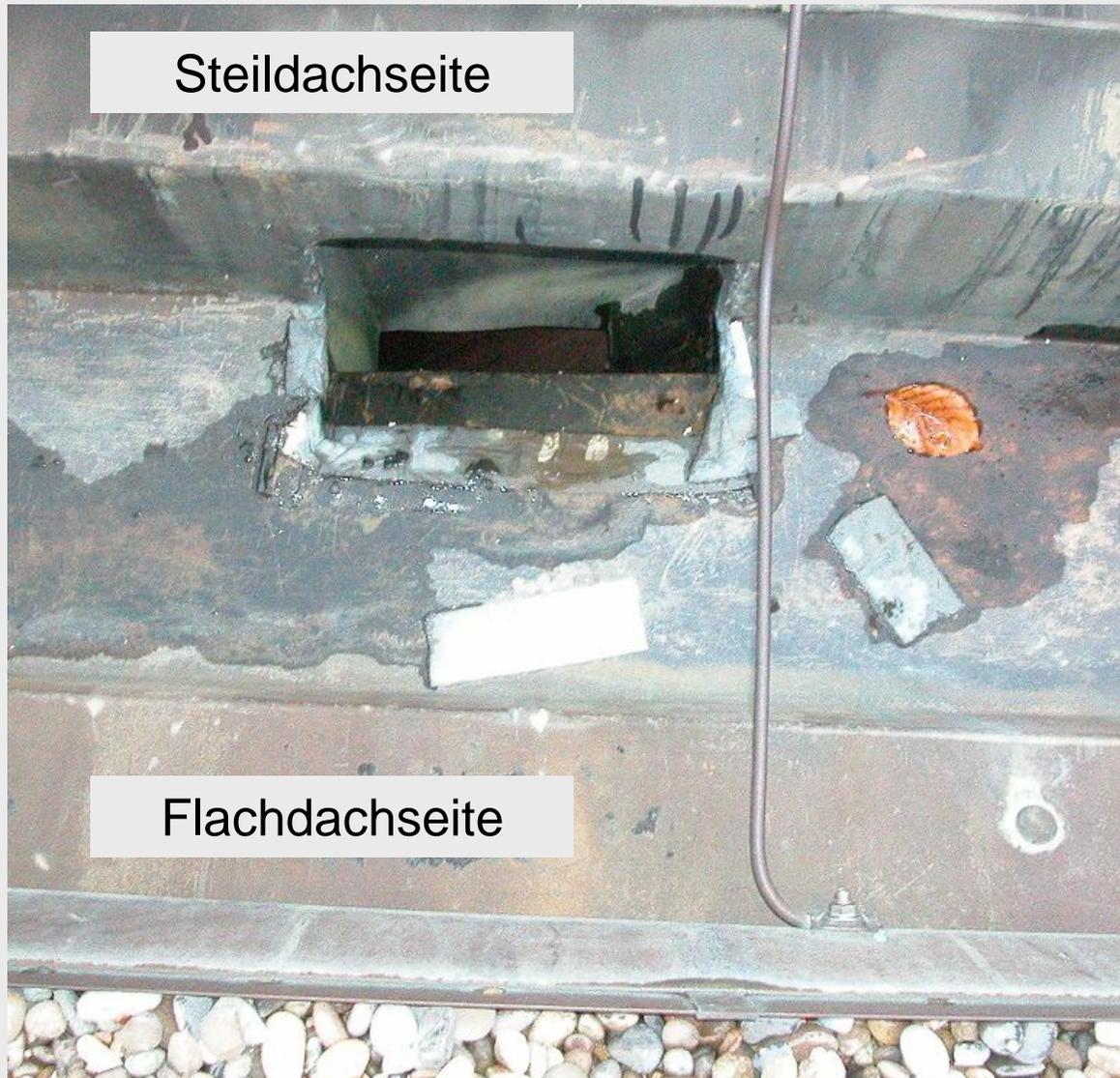
Bei den Prüfaufgaben ist unbedingt zu beachten, dass die Prüfmethode der SIA 181 2006 SN 520181 entsprechen.

**Kein Pluvia bei Wohnungsbauten!**

# Geschrumpfte Ablaufrohre



# Geschrumpfte Ablaufrohre



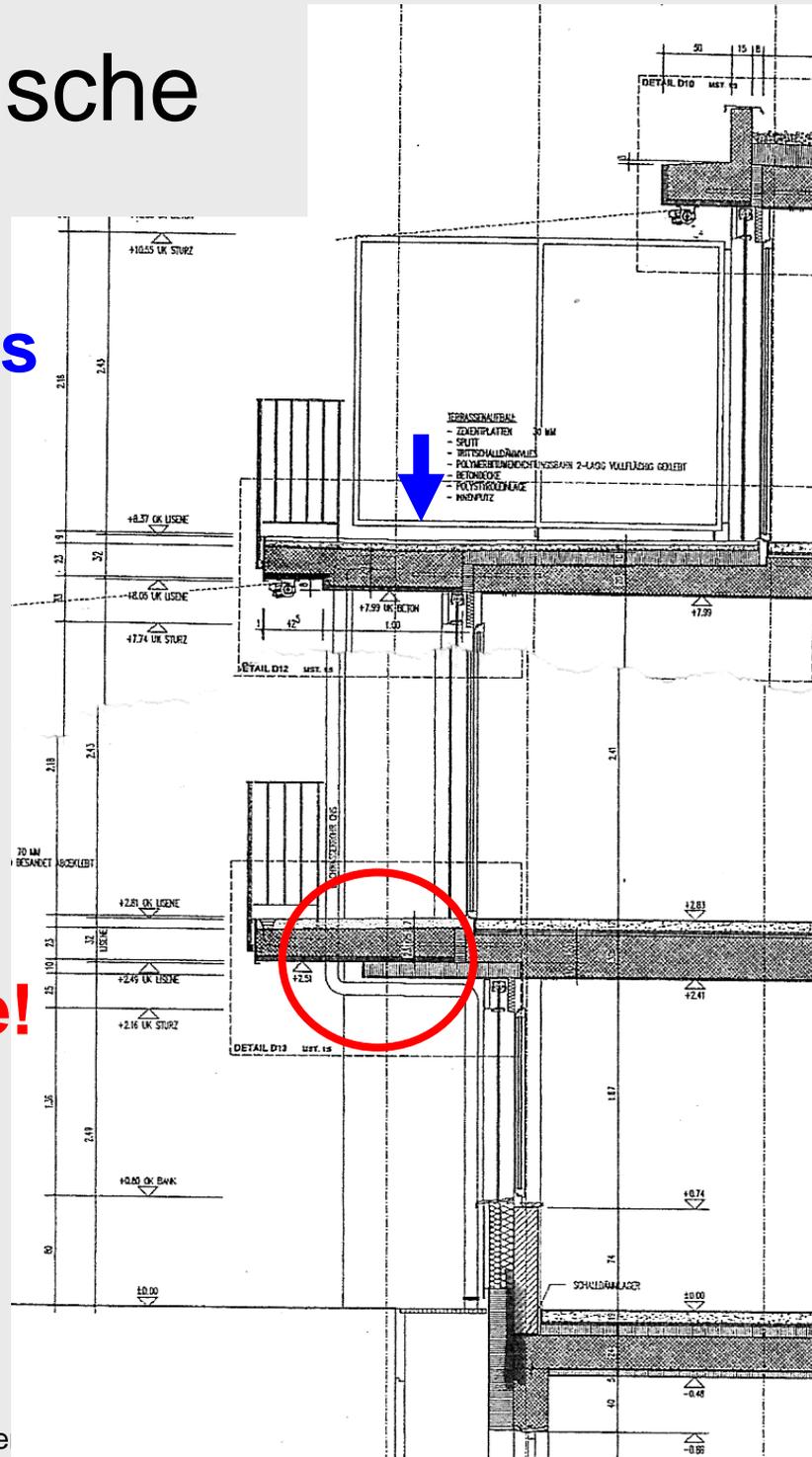
**Ungenügende  
Ablaufgrösse und  
ungünstige  
Formgebung  
führten zu einem  
Rückstau  
(Vollfüllung) in  
der Rinne.**

**Das führte zum  
Luftabschluss!**

# Tropfgeräusche

Nachfliessendes Wasser!

Anhaltende Tropfgeräusche!



# Schwellenhöhe: - Kundenwunsch





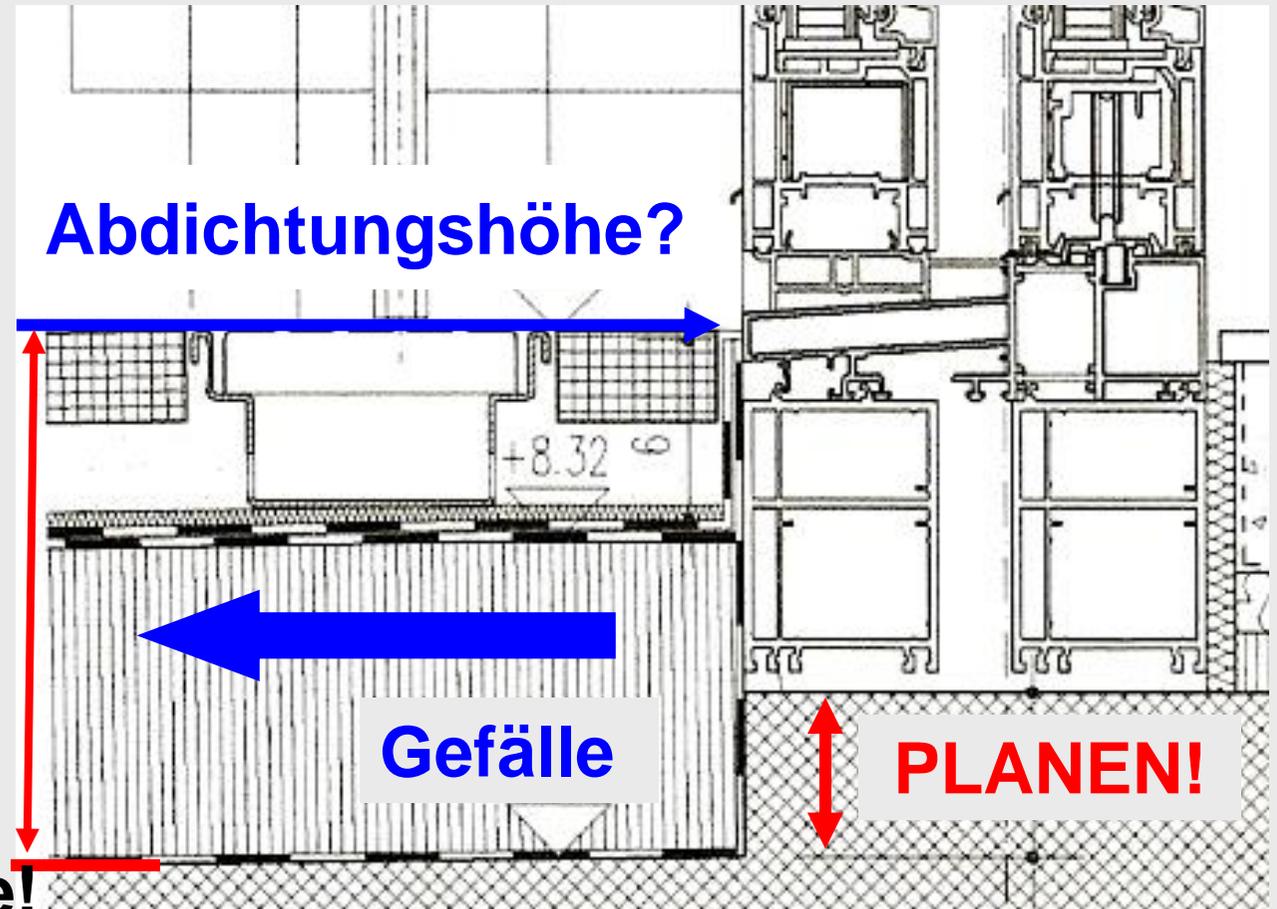
# Abdichtungshöhe in der Praxis



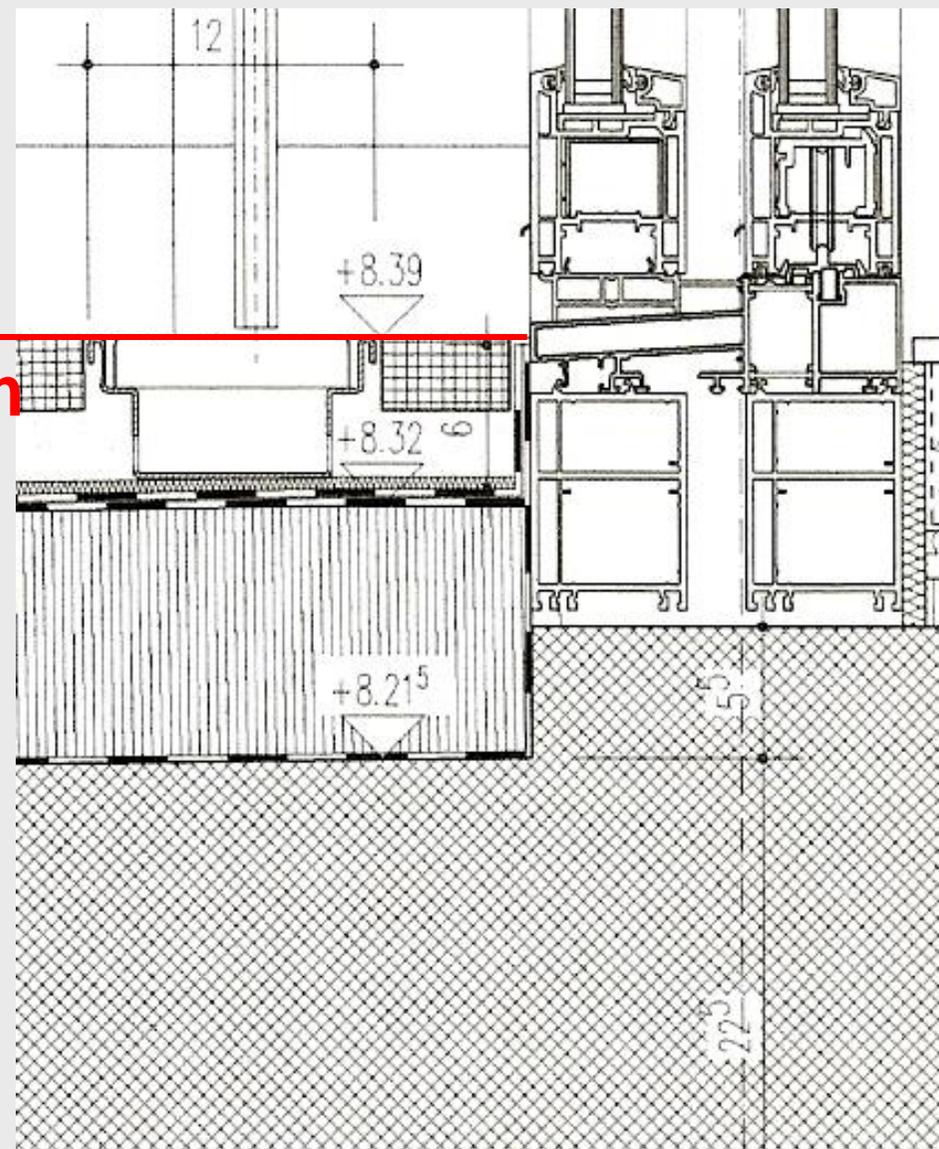
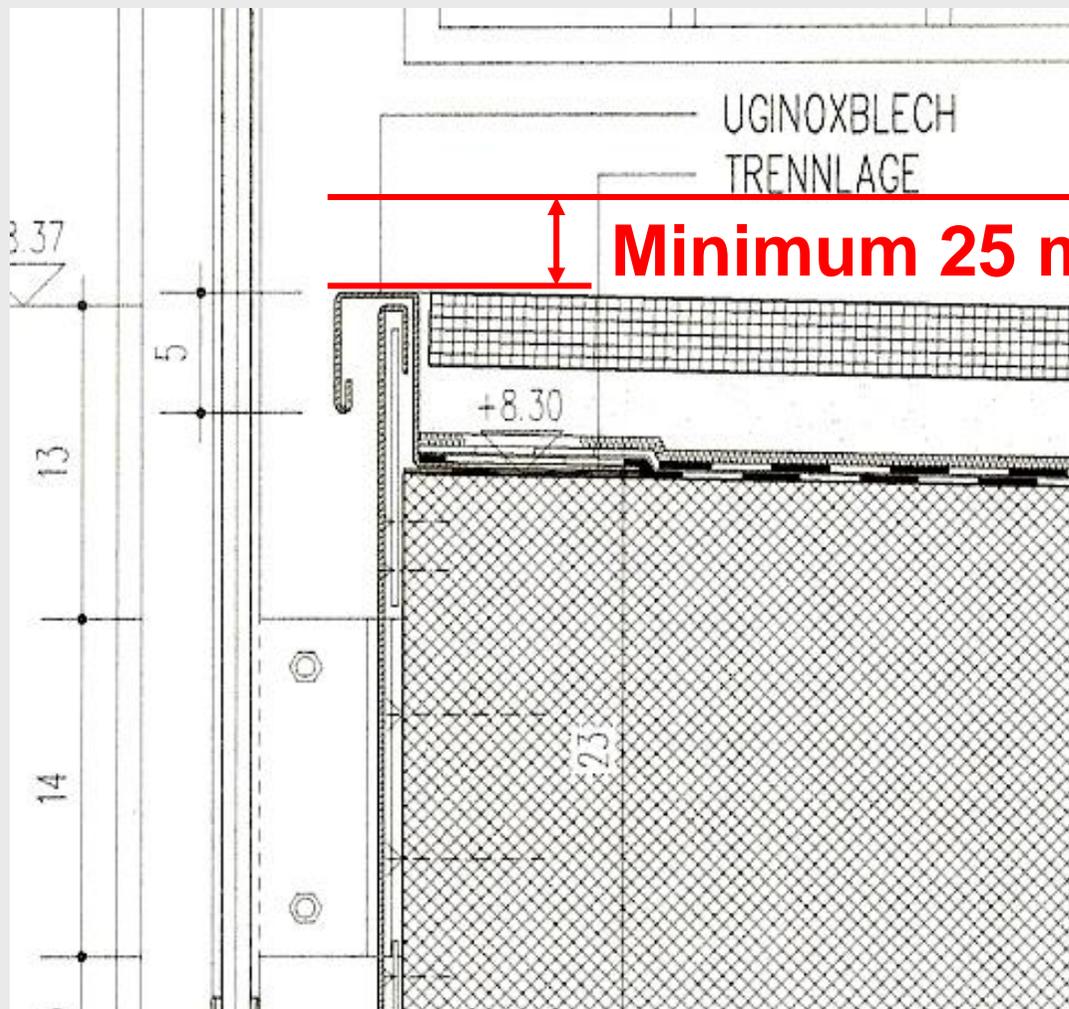
# Schwellenanschluss unter 60 mm: Minimale Aufbauhöhe

## Aufbauhöhe:

- 1 cm Dampfbremse
- + .. cm Wärmedämmung
- + 2 cm Abdichtung
- + 2 cm Drainagematte
- + 4 cm Splitt
- + 4 cm Plattenbelag
- = Minimale Aufbauhöhe!**



# Notentwässerung über den Dachrand



# Maximale Stauhöhe

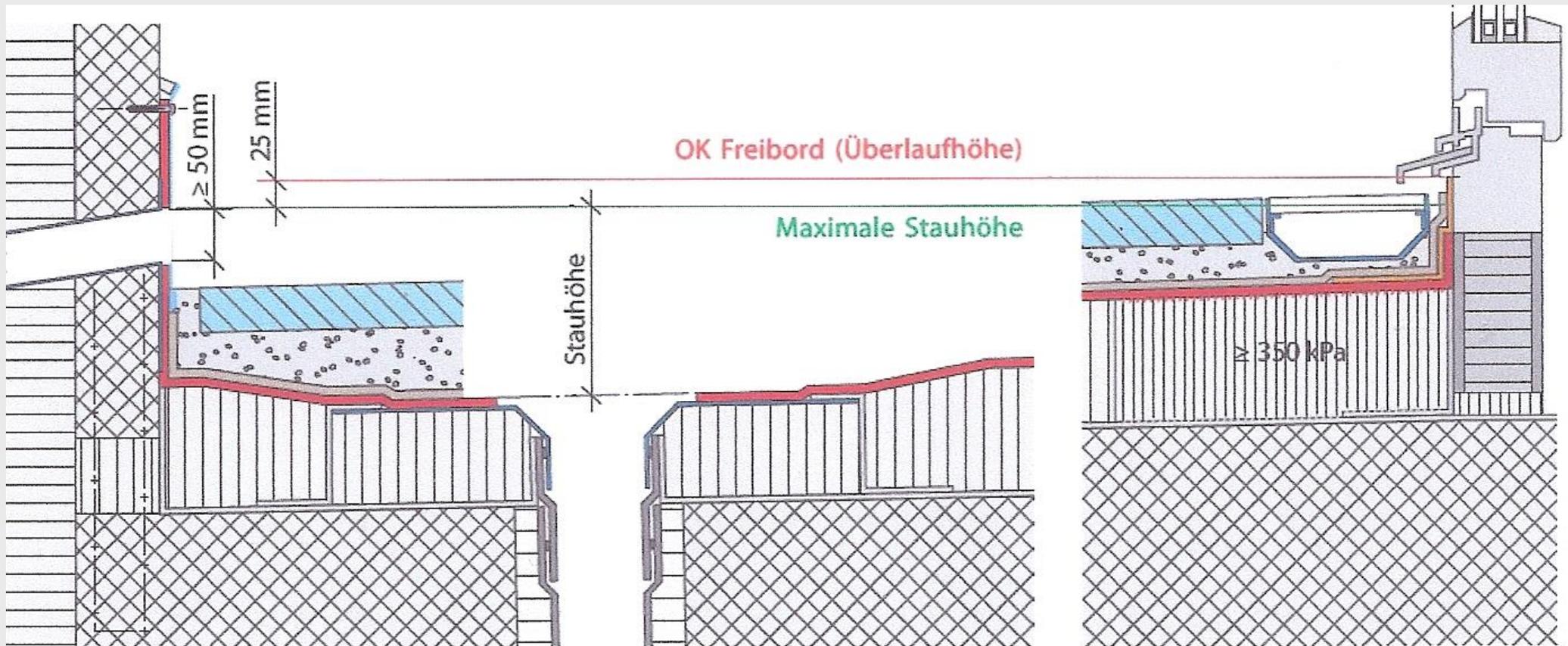


Abb. 13: Stauhöhe

**Abb. 13 aus Abdichtungsanschlüsse an Türen und Fenster**

# Minimaler Freibord 25 mm

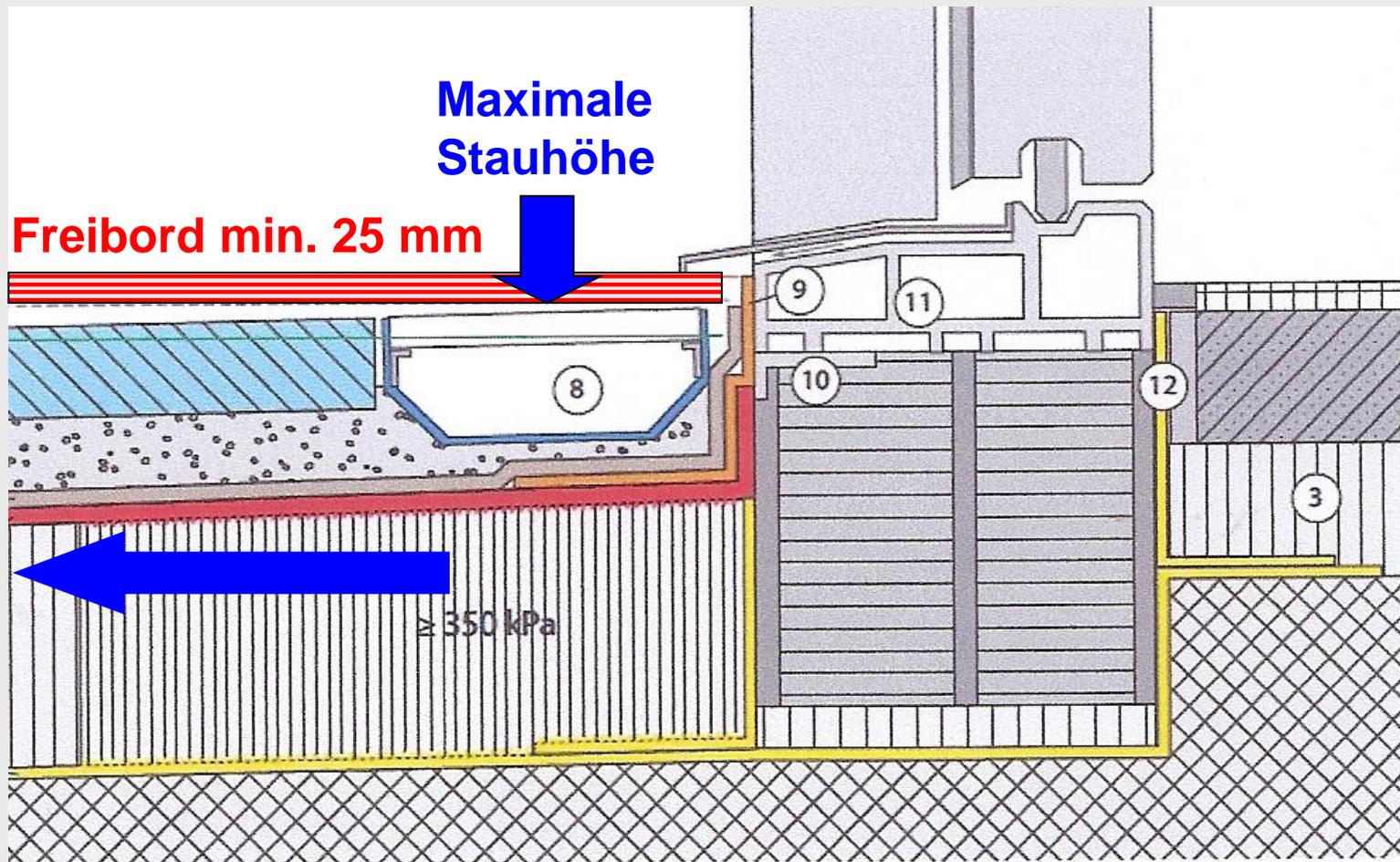


Abb.15: Schwellenhöhe bestimmen bei < 60 mm Abdichtungsanschluss über Nutzschrift

Abb. 15 aus Abdichtungsanschlüsse an Türen und Fenster  
**Die Sicherheitsrinne muss entwässert sein!**

# Rollstuhlgängige Türschwelle

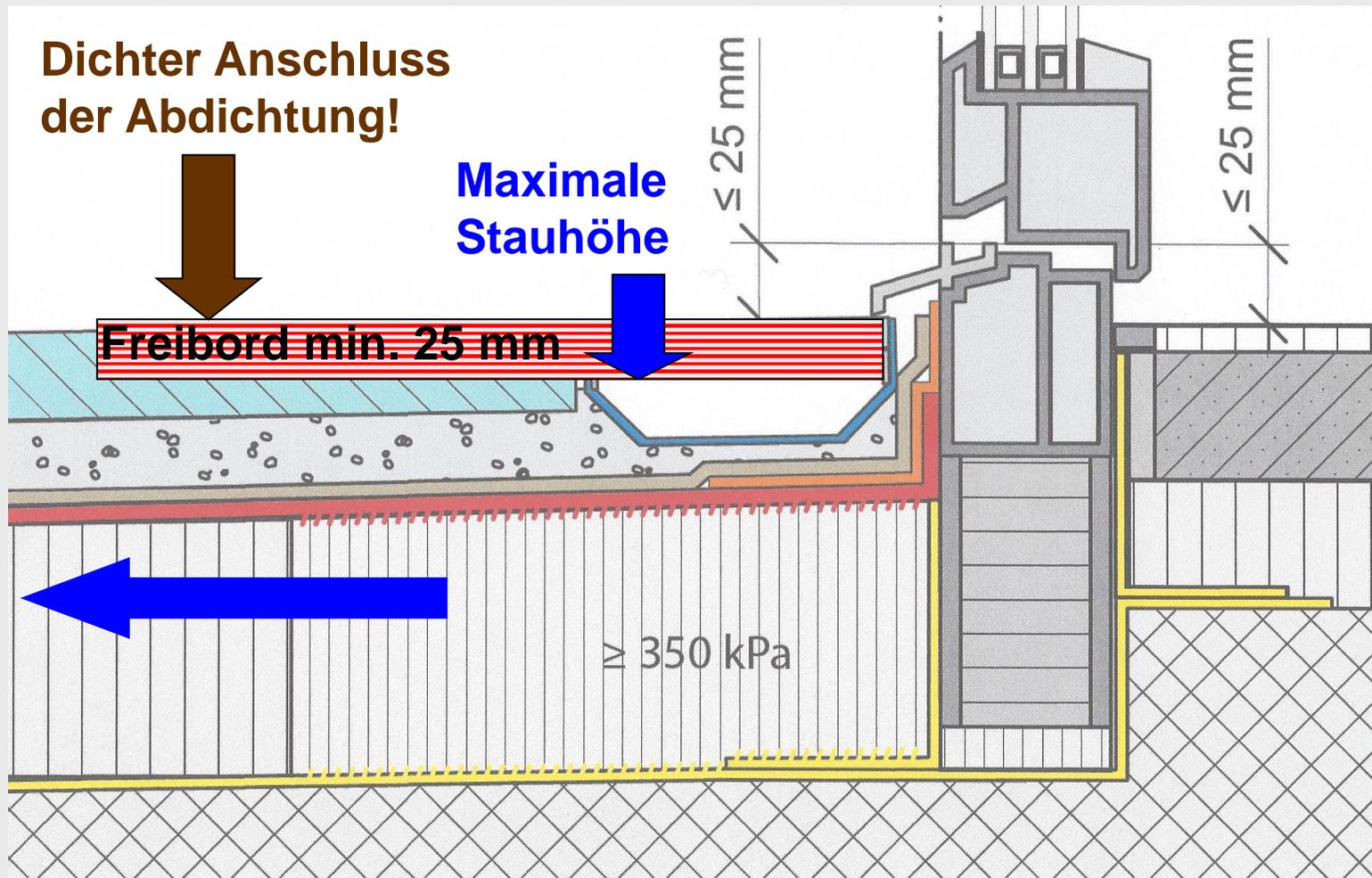
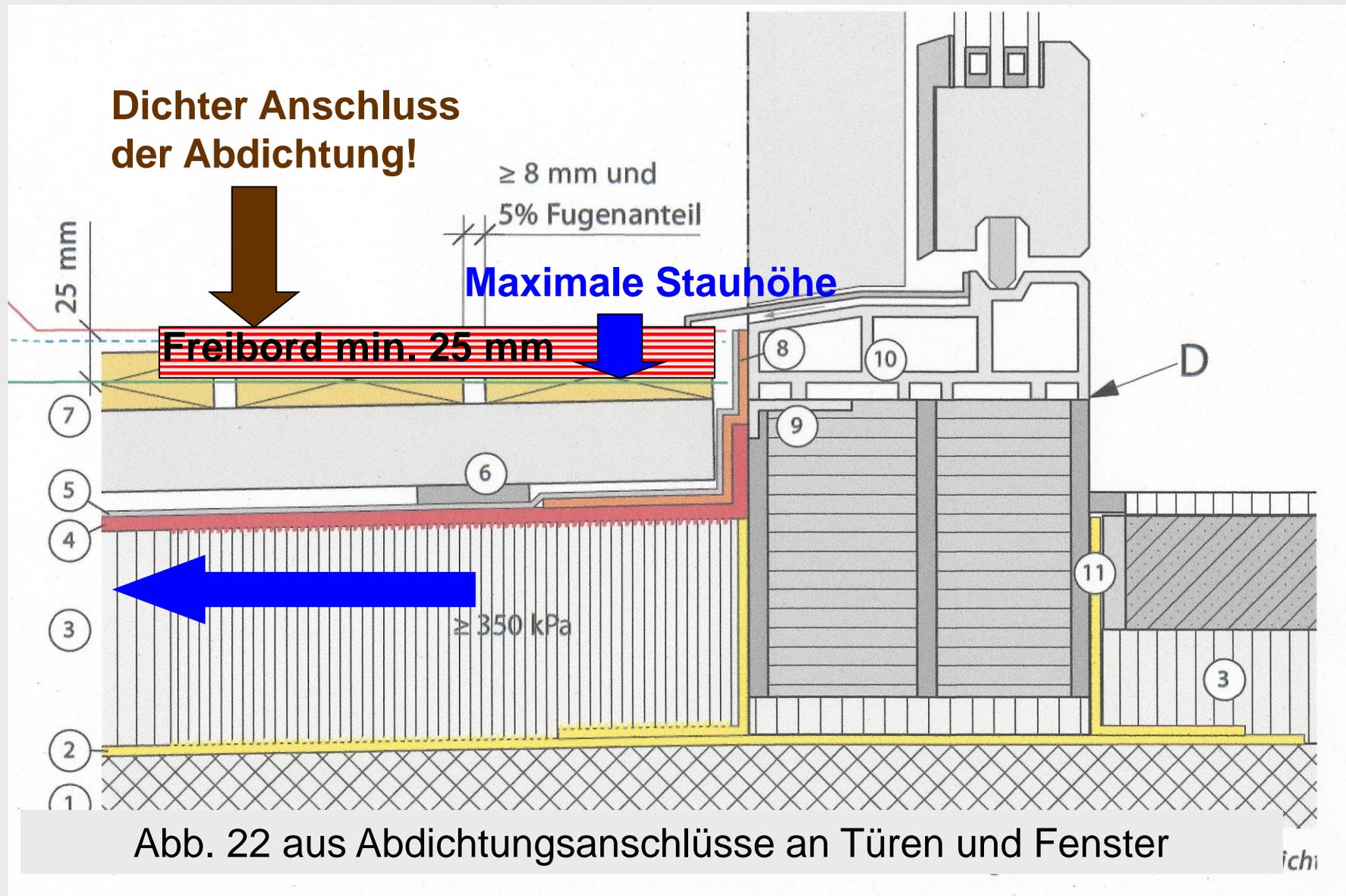


Abb. 23 aus Abdichtungsanschlüsse an Türen und Fenster  
**Die Sicherheitsrinne muss entwässert sein!**

# Rollstuhlgängige Türschwelle



# Stossfugen bei Fensterelementen



# Stossfugen bei Fensterelementen

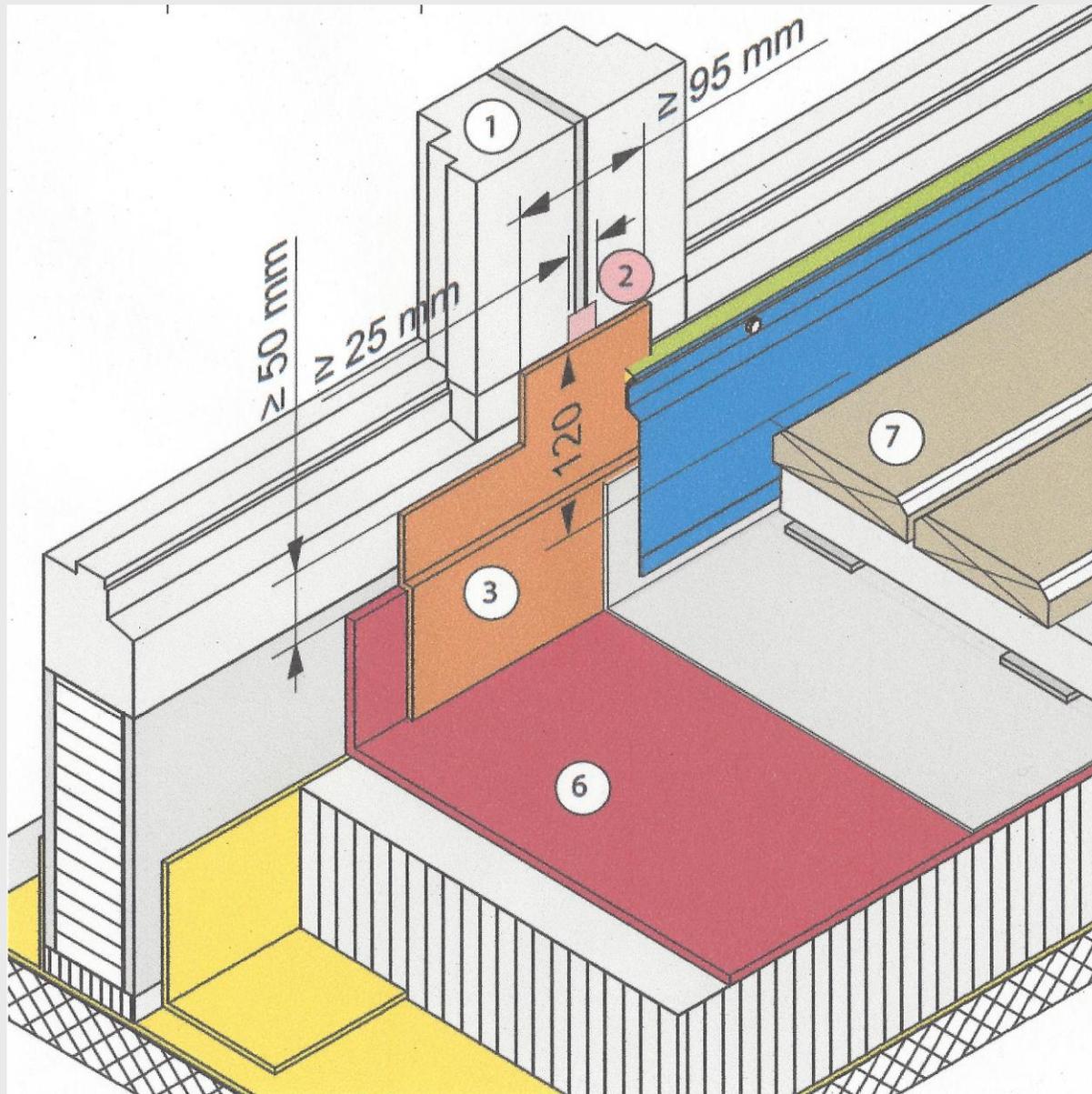


Abb. 22 aus  
Abdichtungsanschlüsse  
an Türen und Fenster

Bei Stossfugen muss die  
minimale Anschlusshöhe von  
120 mm eingehalten werden!

# Rollstuhlgängige Schwelle

**Wettergeschützt mit Vordach über Türe!**

**Durchgehendes Gefälle von 1,5 %  
von der Schwelle bis zum Ablauf!**

**Wasserdurchlässige  
Nutzschicht oder  
Sicherheitsrinne!**

**Sichere Entwässerung und  
Notüberläufe!**

**Berechnung mit  
Sicherheitsfaktor 2,0!**



# Wo finde ich was?

- Merkblätter:
  - Abdichtungsanschlüsse an Tür- und Fensterelemente
  - An- und Abschlüsse im Flachdach mit Flüssigkunststoff
  - 3D-Details Bituminöser Flachdachsysteme
  - Vordächer in Holz
  - Feuchteschutz bei Flachdächern in Holzbauweise
  - Bestellformular für die Wegleitung zur Norm SIA271

Alles unter [www.gh-schweiz.ch](http://www.gh-schweiz.ch)

DOWNLOADS / MERKBLÄTTER

# Wer hilft mir weiter?

- Adressen unter:
  - [www.fachexperten.ch](http://www.fachexperten.ch)
- oder
- bei suissetec in Zürich