

# Der Zehlendorfer Dächerkrieg

- *Am Fischtal* ist eine Zehlendorfer Straße, die seit den 1920er Jahren für einen kontrovers geführten Architekturstreit bekannt ist.
- Flachdach vs. Steildach
- Eine Straßenseite Wohnsiedlung *Onkel-Toms-Hütte* - Neues Bauen mit Flachdächern, intensiven Farben und hohem Grünanteil von Bruno Taut
- Gegenüber Siedlung *Am Fischtal* - der konservative Gegenentwurf, spitz zulaufende Steildächer (Heimatstil)







## Holzbau neu denken

Vom Stab zur Fläche,  
von der Zwischen- zur  
Überdämmung



# **Masterstudiengang Bauerhaltung/Bauen im Bestand**

## **Holzbiologie/Holzsanierung**

**Dipl.-Ing. (FH) Ingo Dreger**

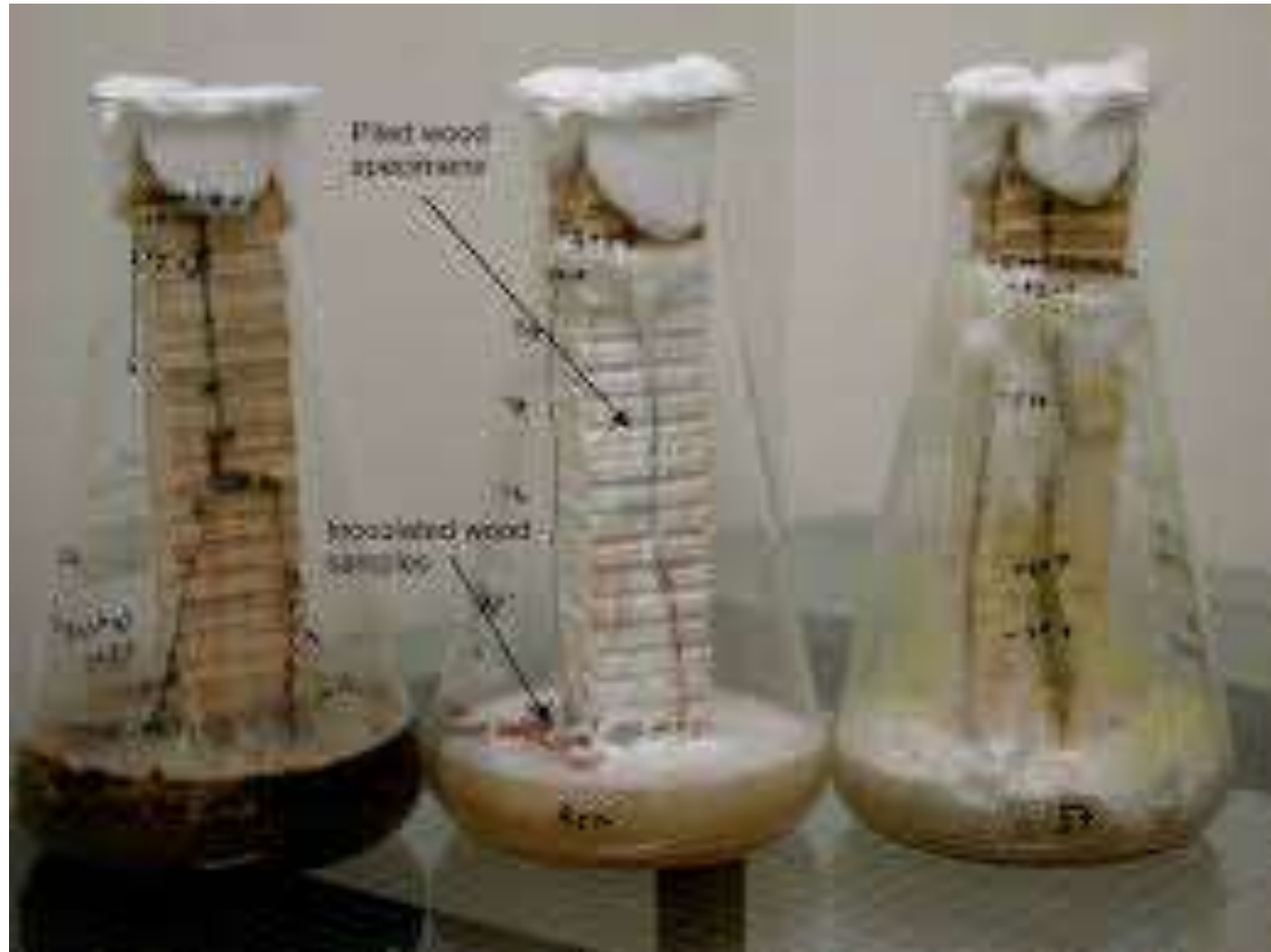
**öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger für Holzschutz**



## Fünf Fragen zur letzten Vorlesung

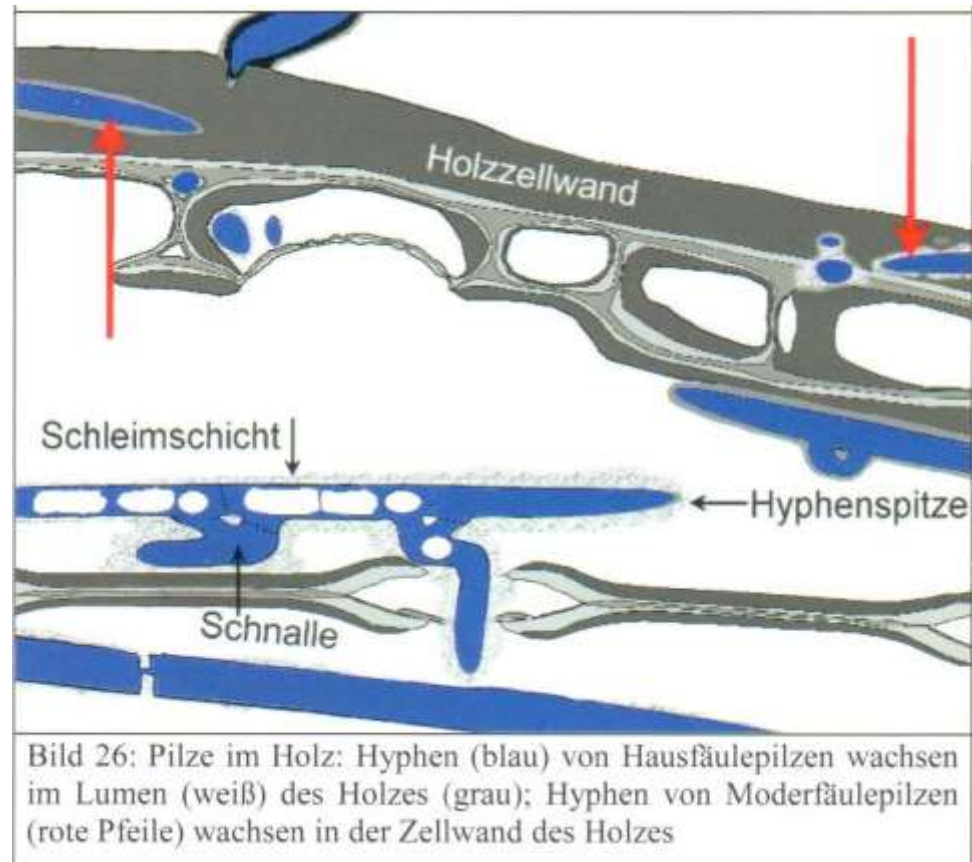
1. Erläutern Sie kurz den Aufbau und Ergebnisse des Stapelversuchs.
2. Warum ist für den pilzlichen Holzabbau ungebundenes Wasser erforderlich?
3. Welche Eigenschaft des Echten Hausschwamms macht ihn besonders gefährlich?
4. Welche Eigenschaft des Echten Hausschwamms begründet die wichtigste biozidfreie Bekämpfungsmethode?
5. Wie erkennt man eine Vitalität am Fruchtkörper/Myzel des Echten Hausschwamms?

1. Erläutern Sie kurz den Aufbau und Ergebnisse des Stapelversuchs.



## 2. Warum ist für den pilzlichen Holzabbau ungebundenes Wasser erforderlich?

Holzabbau (nicht Holz zerstörend) der Hyphen mit Hilfe von wasserlöslichen Enzymen



### 3. Welche Eigenschaft des Echten Hausschwamms macht ihn besonders gefährlich?





4. Welche Eigenschaft des Echten Hausschwamms begründet die wichtigste Bekämpfungsmethode gemäß dem Biozidminimierungsgebot?

Tabelle 5.3: Vergleich der Letaltemperaturen von Oberflächenmycel auf Nährmedium und Mycel im Holz<sup>1)</sup>

Pilzart	Methode	Oberflächenmycel auf Nährmedium – Malzagar (Expositionszeit)	Substratmycel in feuchtem Holz im Wasserbad (Expositionszeit)	Substratmycel in feuchtem Holz bei trockener Atmosphäre (Expositionszeit)	Substratmycel in trockenem Holz bei trockener Atmosphäre (Expositionszeit)
Breitsporiger Weißer Porenschwamm		65 °C (3–24 h)	55 °C (1/4 h)	-	> 80 °C (4 h)
Kohlen-Porenschwamm		-	-	68 °C (1 h) 63 °C (6 h) 54 °C (48 h)	-
Sägeblättling		-	-	> 65 °C (12 h) 75 °C (3 h) 85 °C (1/4 h)	-
Brauner Kellerschwamm		55–60 °C (3 h)	-	65 °C (3 h)	75 °C (4 h)
Ausgebreiteter Hausporling		65 °C (24 h)	-	-	> 95 °C (4 h)
Tannenblättling		-	-	70 °C (3 h)	80 °C (48 h) > 95 °C (4 h)
Zaunblättling		65 °C (3 h)	60 °C (2 1/2 h)	75 °C (3–4 h) 85–90 °C (1 h)	> 95 °C (4 h) 100 °C (12 h)
Balkenblättling		70 °C (3 h)	60 °C (2 h)	70 °C (3 h)	> 95 °C (4 h) 105 °C (12 h)
Rosafarbener Saftporling		65 °C (24 h) 70 °C (3 h)	-	68 °C (1 h) 50–63 °C (3 h) 54 °C (24 h)	> 80 °C (4 h)
Echter Hausschwamm		40–55 °C (3 h)	40 °C (1/4 h)	40 °C (3 h)	70 °C (4 h)

<sup>1)</sup> aus Laborversuchen von: Snell 1923, Montgomery 1936, Chidester 1937, 1939, Mizumoto 1951, Kuprik/Ważny 1978, Mirić/Willeitner 1984, Morrell 1991, Schmidt/Moreth 1996, 2003 b und Huckfeldt et al. 2005

5. Wie erkennt man eine Vitalität am Fruchtkörper/Mycel des Echten Hausschwamms?



## Zwei Fragen zur vierten Vorlesung

1. Warum sind die Deckenbalkenköpfe schadensträchtig?
2. Wie würden Sie einen Deckenbalkenkopf substanzschonend auf Bestandsmauerwerk auflegen?
3. Was versteht man unter dem Wechseln in einer Deckenbalkenlage?
4. Welches geometrische Grundprinzip kennzeichnet die Dachstühle nördlich der Alpen?
5. Welche beiden Funktionen haben die Rähmgänge (Stuhlgänge in einem Potsdamer Kehl balkendach)?



# 1. Warum sind die Deckenbalkenköpfe schadensträchtig?



## 2. Wie würden Sie einen Deckenbalkenkopf substanzschonend auf Bestandsmauerwerk auflegen?



# Bauerhaltung/Bauen im Bestand

1. Einführung
2. Ressource Holz
3. Holzdecken, Holzdächer
4. Praxisbeispiel Villa Vigoni am Comer See
5. Einführung in die Holzpathologie



**6. Der Echte Hausschwamm**

**7. Holz abbauende Insekten**

**8. Spezialproblem Flachdach**

**9. Prüfung 2. Juli**

# Lehrziel

Erkennung von Holzarten, Bestimmung von Holz abbauenden Organismen (keine Holzschädlinge), Mythen und Fakten zum Echten Hausschwamm, zeitgemäße Bekämpfungsmaßnahmen mit Praxisbeispielen, Problematiken Insektensterben, Insektenbefall, **baulicher Holzschutz im Bestand**



Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, 11014 Berlin

- nur per E-Mail -

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung  
Fachaufsicht führende Ebene der Bauverwaltungen in den Ländern

gemäß Verteiler „Erlasse“

#### Lieferengpässe und Stoffpreisänderungen diverser Baustoffe

Vergabe- und Vertragshandbuch des Bundes, Richtlinie zum Formblatt  
225

BW17 - 70437/9#3

Berlin, 21. Mai 2021

Seite 1 von 3

Seit einiger Zeit häufen sich Berichte über drastisch steigende Preise und Lieferengpässe für verschiedene Baustoffe. Dazu gehören z.B. Holz, Kunststoffe und Stahl. Auch das aktuell abgefragte Lagebild im Bundesbau bestätigt diese Situation in einer Vielzahl von Fällen.

Das Vergabehandbuch für die Baumaßnahmen des Bundes (VHB) stellt mit dem Formblatt „Stoffpreisgleitklausel“ ein Instrument zur Verfügung, mit dem auf volatile Preissteigerungen reagiert werden kann. Das Formblatt kam bisher in Verbindung mit schwankenden Stahlpreisen zum Einsatz, kann aber ebenso auch für andere Stoffe verwendet werden, soweit im Güterverzeichnis des Statistischen Bundesamtes Indizes dafür veröffentlicht werden.

MinDir'n Christine Hammann  
Abteilungsleiterin BW

Krausenstraße 17-18  
10117 Berlin

Postanschrift  
11014 Berlin

Tel +49 30 18 681-16882

Fax +49 30 18 681-516906

BWI7@bmi.bund.  
www.bmi.bund.de





2. Wenn es dem Bauunternehmer selbst bei Zahlung höherer Einkaufspreise nicht möglich ist, die Baustoffe zu beschaffen (tatsächliche Unmöglichkeit), kann der Fall der höheren Gewalt (insbesondere infolge der COVID-19-Pandemie) oder eines anderen, vom Auftragnehmer nicht abwendbaren Ereignisses im Sinne des § 6 Absatz 2 Nummer 1c VOB/B vorliegen. Dadurch verlängern sich die Vertragsfristen. Beweispflichtig ist derjenige, der sich auf höhere Gewalt/das nicht abwendbare Ereignis beruft.

Im Auftrag

gez.

Hammann

Anlagen

Hinweisblatt, Auszug aus den VV zu § 58 BHO, Anleitung Genesis-Ornbank



# Holzbiologie/Holzsanierung

## 8. Spezialproblem Flachdach

# Die Bautechnikgeschichte des Flachdachs

„Flachdach versus Steildach“, eine hochpolitische Frage Ende der 1920er Jahre





Die Kombination der Dachformen nach den Funktionen wurde technisch möglich.



Zwei Innovationen begünstigten die Entwicklung:

1. Eisenträger/ Eisenbeton für große Spannweiten

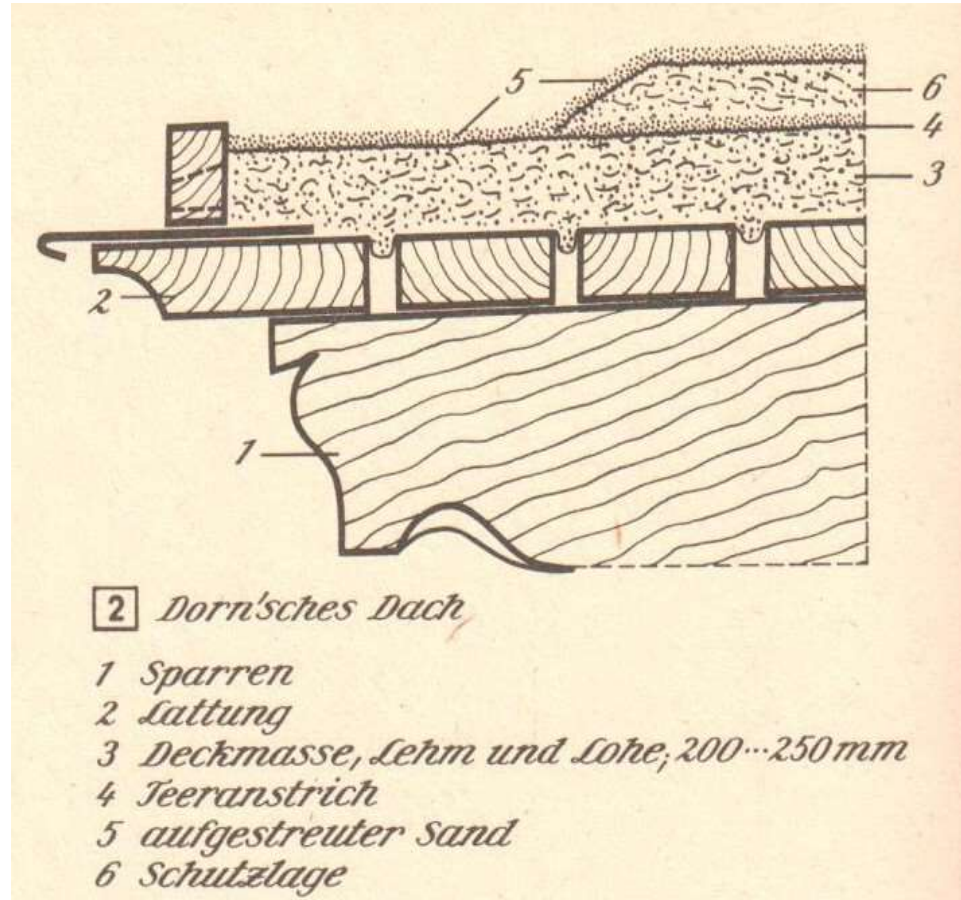
2. Entwicklung der Teer- bzw. Bitumenbahnen (Steinkohlen-Destillat)





## Ab 1840 Dornsches Dach

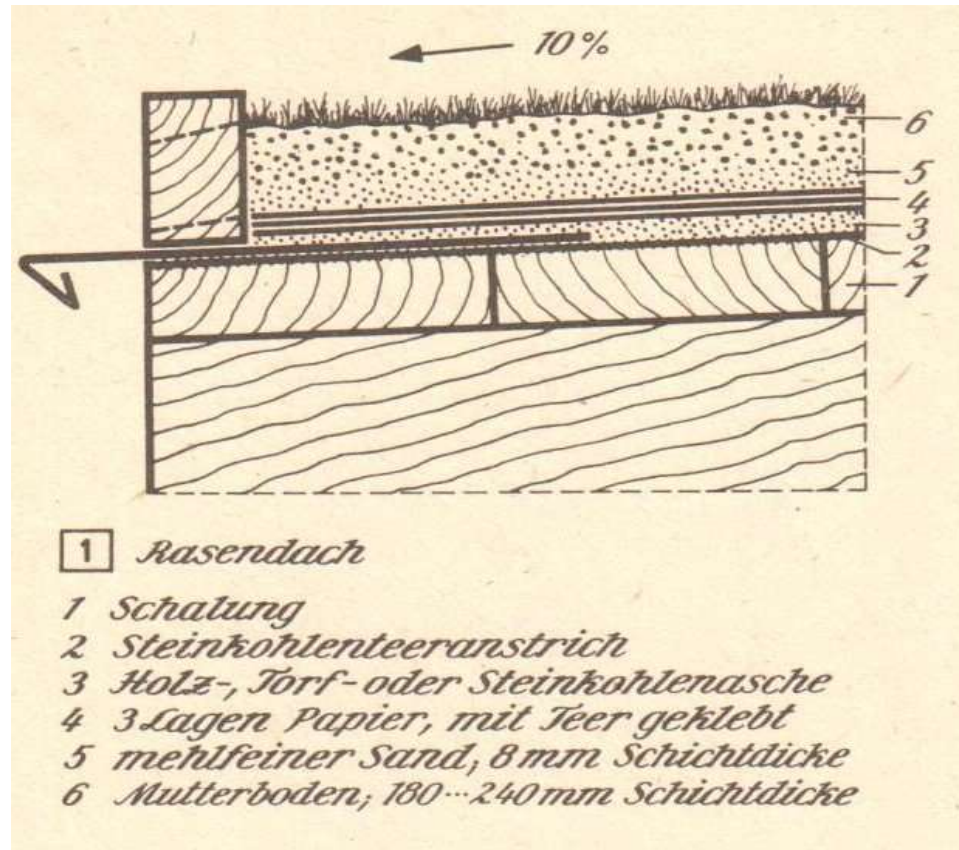
(Heißteeranstrich auf Lehm, Grundlage zahlreicher weiterer Entwicklungen)





Ab 1880 Rasendach

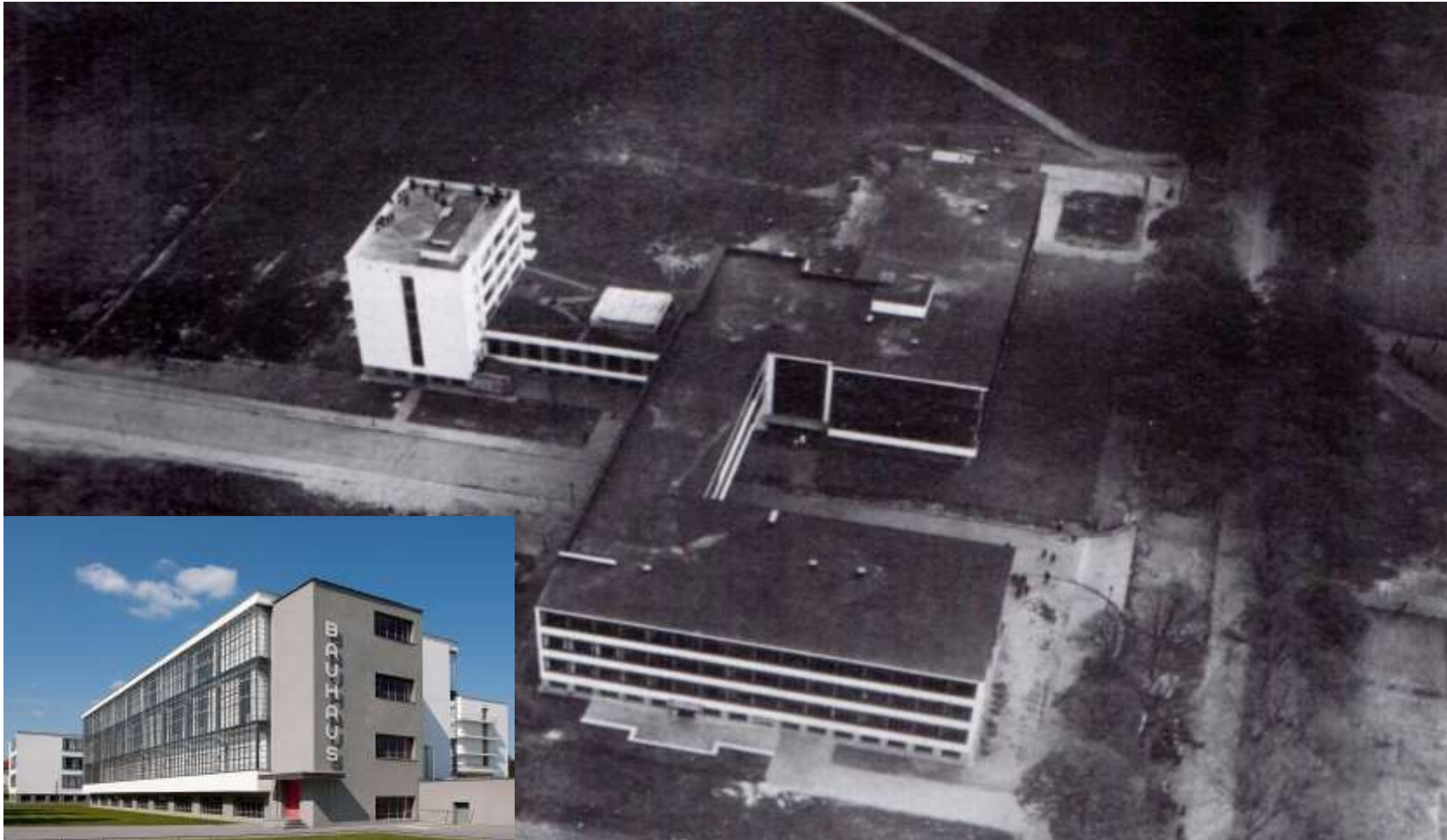
(Heißteeranstrich auf Schalung) Bahnwärterhäuschen



## Entscheidenden Einfluss auf die Diskussion hatte Walter Gropius



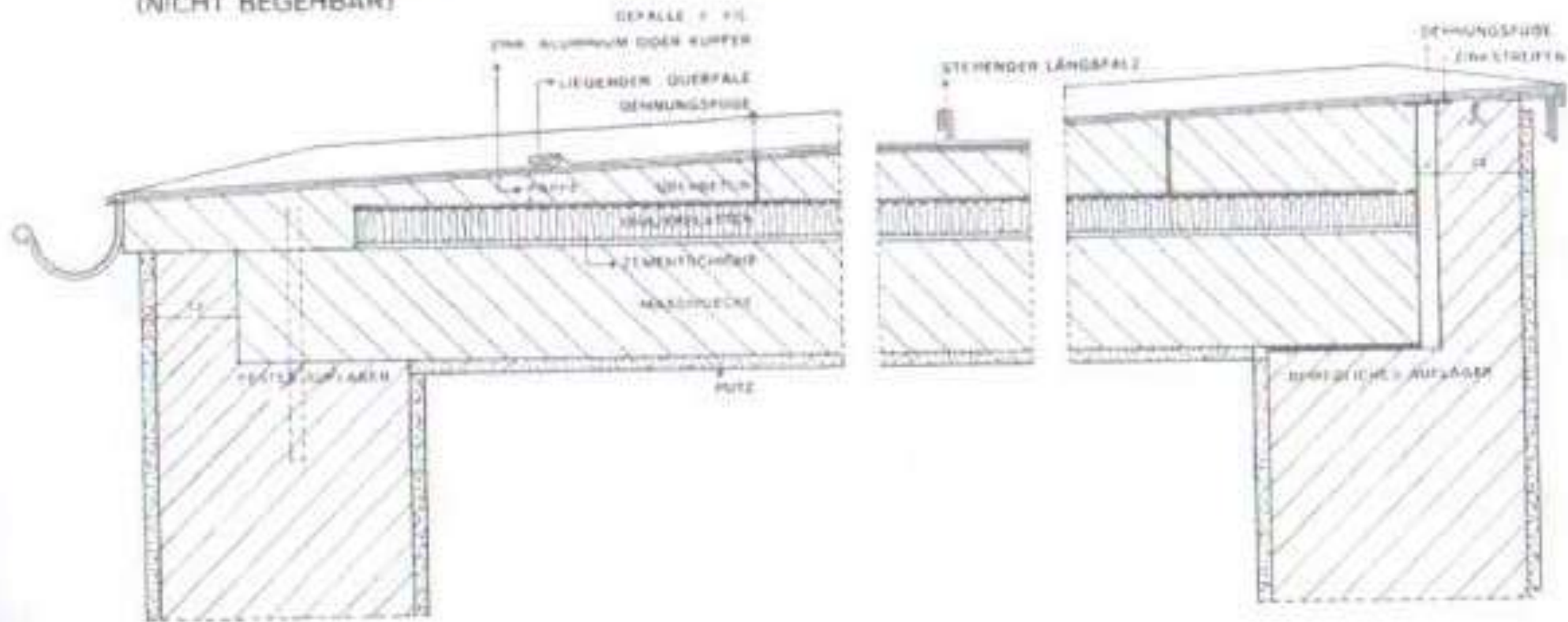
## Dachlandschaft Bauhaus Dessau 1925/26





# FRANKFURTER FLACHDACHKONSTRUKTIONEN

ABB. 1  
MASSIVDECKE MIT METALLDECKUNG IM FALZSYSTEM  
(NICHT BEGEHBAR)





# Gropius nennt fünf Vorteile:

- Bessere Nutzbarkeit des Dachgeschosses
- Bessere Feuersicherheit (im Vergleich zu Holzdächern)
- Weniger Windanfälligkeit
- Verbesserte Anbaumöglichkeit auf allen Hausseiten
- Kostengünstigere Herstellungsmöglichkeit



# Fünf Fragen der Umfrage

1. Ist ein dichtes horizontales Dach herstellbar?
2. Wie sieht das Flachdach im Detail (1:10) aus?
3. Lässt sich der Baustoff Zinkblech für Ableitungen und Anschlüsse vermeiden?
4. Welche Lösung ist für die Wasserableitung bei Balkonbrüstungsanschlüssen am vorteilhaftesten?
5. Welche Wärmeisolierung über Wohnräumen ist am vorteilhaftesten?

# Teilnehmer der Umfrage

- Erich Mendelsohn
- Büro Taut & Hoffmann
- Ludwig Hilberseimer
- Richard Döcker
- Otto Haesler
- Karl Rudolf Schneider
- Alfred Gellhorn

# Ergebnisse

Zu 1.

Die Ausführbarkeit wurde bejaht. (Döcker schränkt, mit dem Hinweis nur 5-20 Jahre Erfahrung, ein)

Zu 2.

Alle Teilnehmer steuerten gebaute Details bei.

Zu 5.

Die Bedeutung der Wärmedämmung wurde bereits unterstrichen.

Dampfsperren/bremsen waren noch vollkommen unbekannt, Mendelsohn erwähnt 4 cm dickes Torfleum, eine Leichtbauplatte aus gepresstem und imprägniertem Torf.

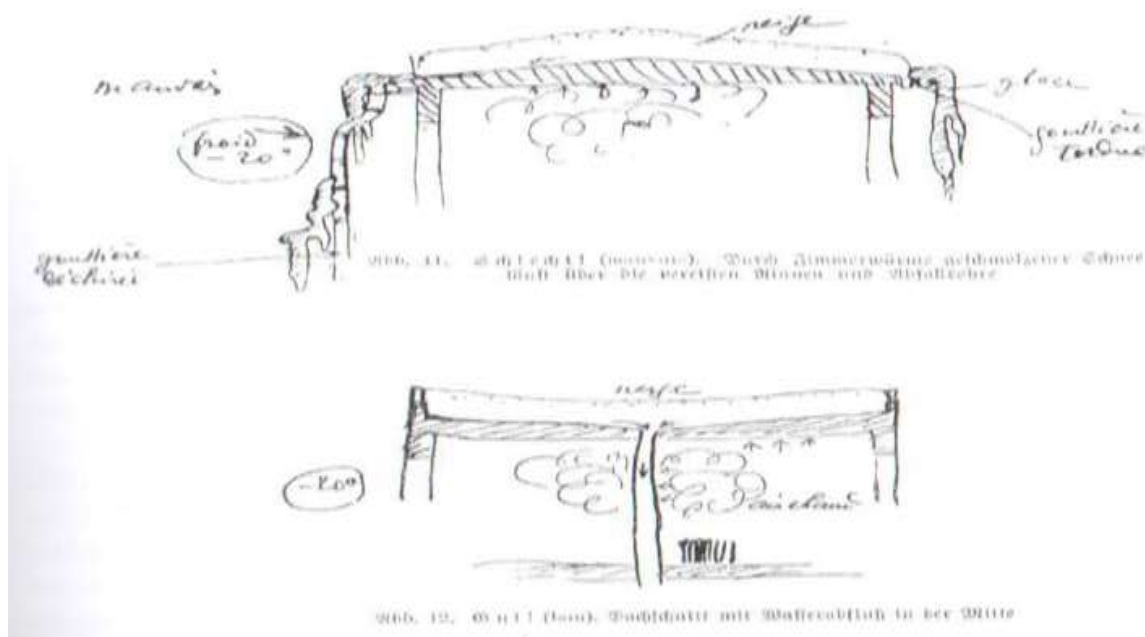
Massive Dächer werden wegen ihrer Feuersicherheit im Vergleich zum hölzernen Steildach gelobt.

Im weiteren Verlauf beteiligten sich auch internationale Architekten unter anderem Le Corbusier.



# Le Corbursier

Favorisiert das Flachdach aus gestalterischen Gründen, nennt ebenfalls die Nutzbarkeit unter Dach sowie die zusätzlich nutzbare Dachfläche. Favorisiert die Innentwässerung (Frostgefahr).



# Antwort - Schultze-Naumburg

- Gründungsmitglied des Werkbundes, aus dem er 1927 wieder austritt
- Ab 1930 Mitglied der Architektenvereinigung „Der Block“
- Ab dem gleichen Jahr Mitglied der NSDAP
- Publizierte über den Zusammenhang zwischen Kunst und Rasse
- Im Mai 1927 erscheint die Broschüre „Flaches oder geneigtes Dach“

Mit dem Bezug auf die Baugeschichte (Ewigkeitsformen) lehnt er das flache Dach sowie das moderne Bauen ab.

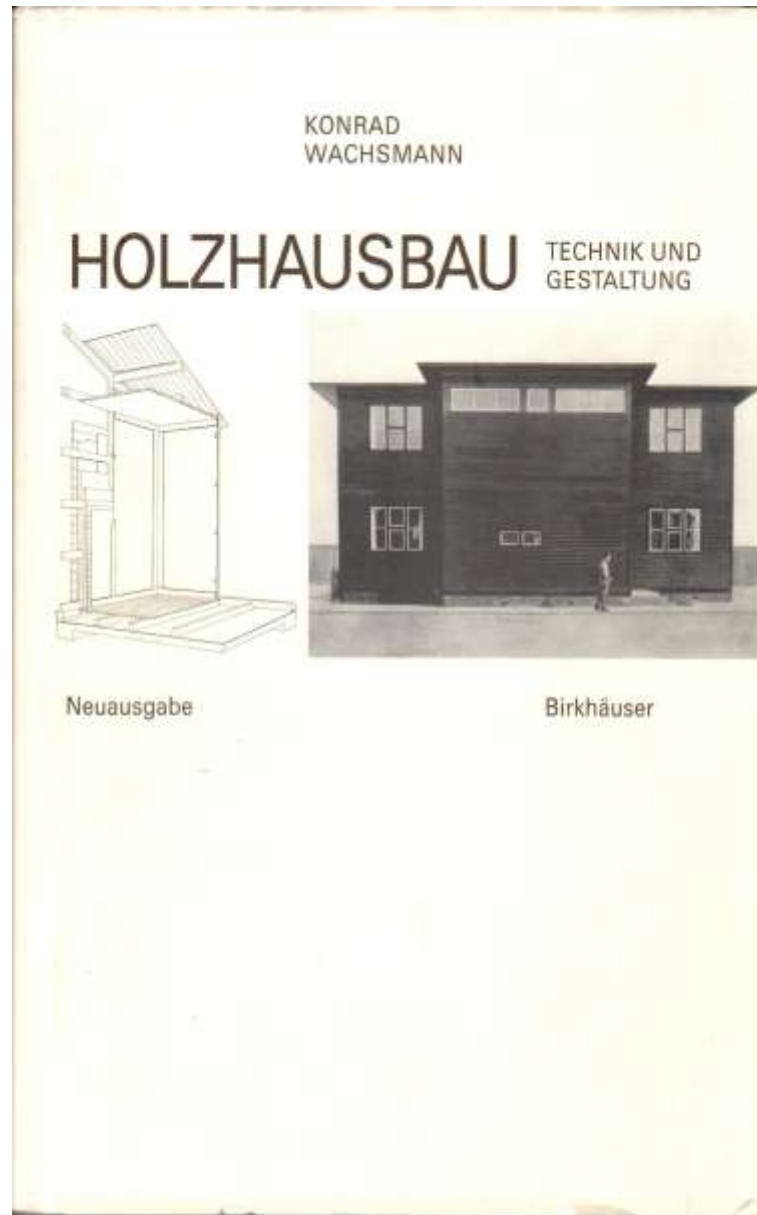


# Siedlung Neu-Jerusalem von Gutkind 1923/24



# Problemeinführung am Einsteinhaus

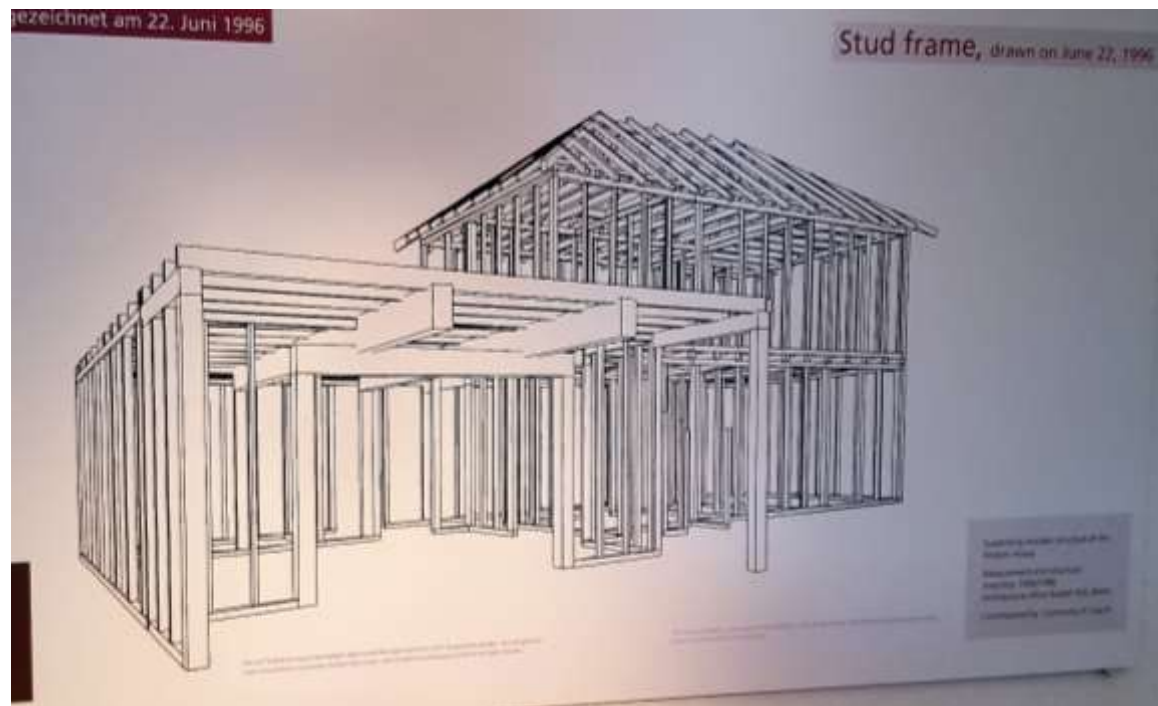






# Tragstruktur

- Holzskelett Bau (Rippen)
- ausgesteift mit Streben



# Gartensaal – der repräsentativste Raum











# Deckenschalung





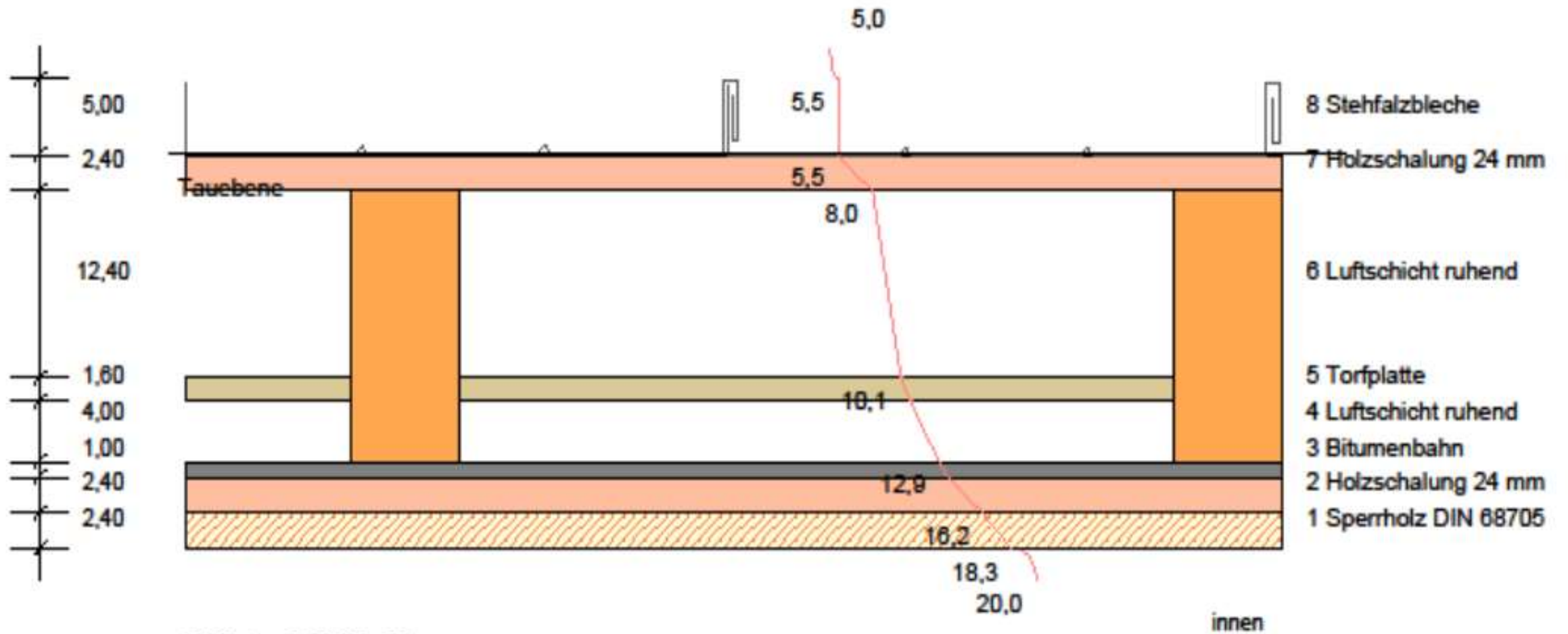








# Dachterasse



U-Wert = 0,84 W/m<sup>2</sup>K

Wt/Wv = 0,5/ 43,8 g/m<sup>2</sup>

# Konrad Wachsmanns - Entwurfsideen



1. Schlanke Aufbauten
2. als geschlossenes Holztafel vorelementierbar  
(zwischen gedämmte Konstruktion)
3. Einfache Anschlussdetails



# Probleme des Aufbaus nach 80 Jahren Nutzung



1. Geringe Fehlertoleranz aufgrund fehlender zweiter Abdichtungsebene
2. Luftdichtheit konnte mit den Platten und der aufgelegten Bitumenbahnen nicht erzielt werden
3. Tauwassergefährdet, da Holztragwerk und Schalung im Kaltbereich
4. Verschattung und helle Zinkdeckung behindern die Rückdiffusion

## Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung

Bauteil Dachterasse

### Klimabedingungen Normklima DIN 4108

Tauperiode 1440 Stunden	Außenklima	5,0 °C	$\phi = 80 \%$
	Innenklima	20,0 °C	$\phi = 50 \%$
Verdunstungsperiode 2160 Stunden	Außenklima	5,0 °C	$\phi = 70 \%$
	Innenklima	12,0 °C	$\phi = 70 \%$
Temperatur der Dachoberfläche		20,0 °C	

### Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode		Verdunstungsperiode	
	$T_{gr}$ [°C]	$P_s$ [Pa]	$T_{gr}$ [°C]	$P_s$ [Pa]
Raumluft	20,0	2340	12,0	1403
1 Sperrholz DIN 68705	18,3	2105	13,0	1498
2 Holzschalung 24 mm	16,2	1841	14,1	1610
3 Bitumenbahn	13,7	1569	15,5	1762
4 Luftschicht ruhend	12,9	1488	15,9	1806
5 Torfplatte	10,8	1296	17,1	1950
6 Luftschicht ruhend	10,1	1237	17,5	2001
7 Holzschalung 24 mm	8,0	1073	18,6	2145
8 Stehfalzbleche	5,5	902	20,0	2340
Außenluft	5,0	872	5,0	872

### Klimabedingter Feuchtschutz nach DIN 4108-3:2001

Verminderung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.5)

Die Taupunkttemperatur der Raumluft beträgt  $\theta_s = 9,3$  °C (Tab A.4)

Randbedingungen:  $\theta_i = 20,0$  °C  $\phi = 50 \%$   $R_{gl} = 0,13$  m<sup>2</sup>/KW  $\theta_e = 5,0$  °C  $R_{se} = 0,04$  m<sup>2</sup>/KW

$R_{min} = 0,01 < 0,96$  m<sup>2</sup>/KW =  $R_{vorh}$ , in Ordnung nach DIN 4108-3, A.12

Mindest-Wärmedurchlasswiderstand  $R_{min} = R_{gl} \cdot ((\theta_i - \theta_e) / (\theta_i - \theta_s)) + (R_{gl} + R_{se})$  (Gl. A.12)

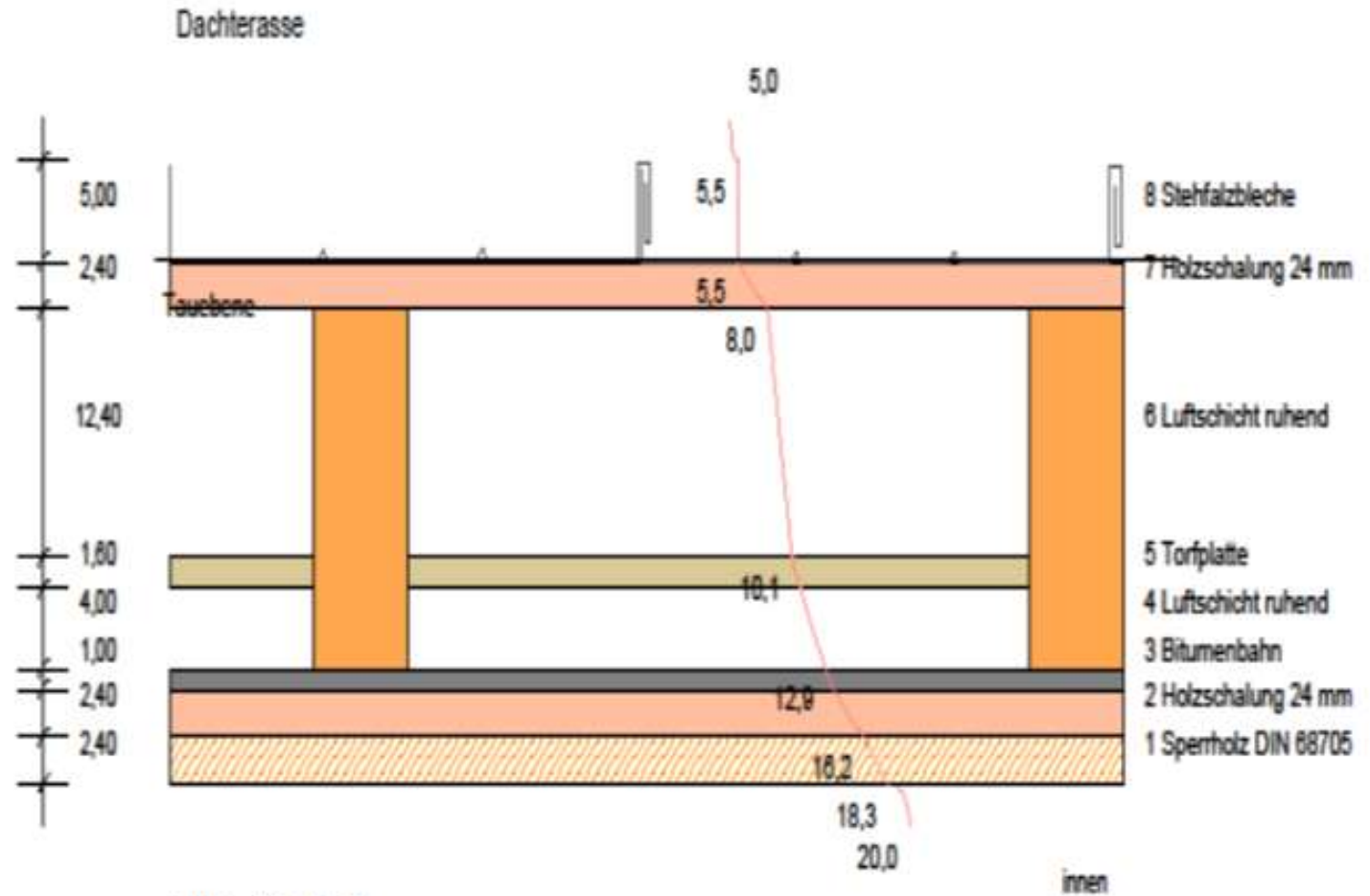
Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Taubene vor Schicht "Stehfalzbleche"

$$m_{w,T} = 1440 \cdot \left( \frac{1170 - 902}{103,44} - \frac{902 - 698}{100,00} \right) / 1500 = 0,5 \text{ g/m}^2 \text{ Tauwasser}$$

$$m_{w,V} = 2160 \cdot \left( \frac{2340 - 982}{103,44} + \frac{2340 - 610}{100,00} \right) / 1500 = 43,8 \text{ g/m}^2 \text{ Verdunstung}$$

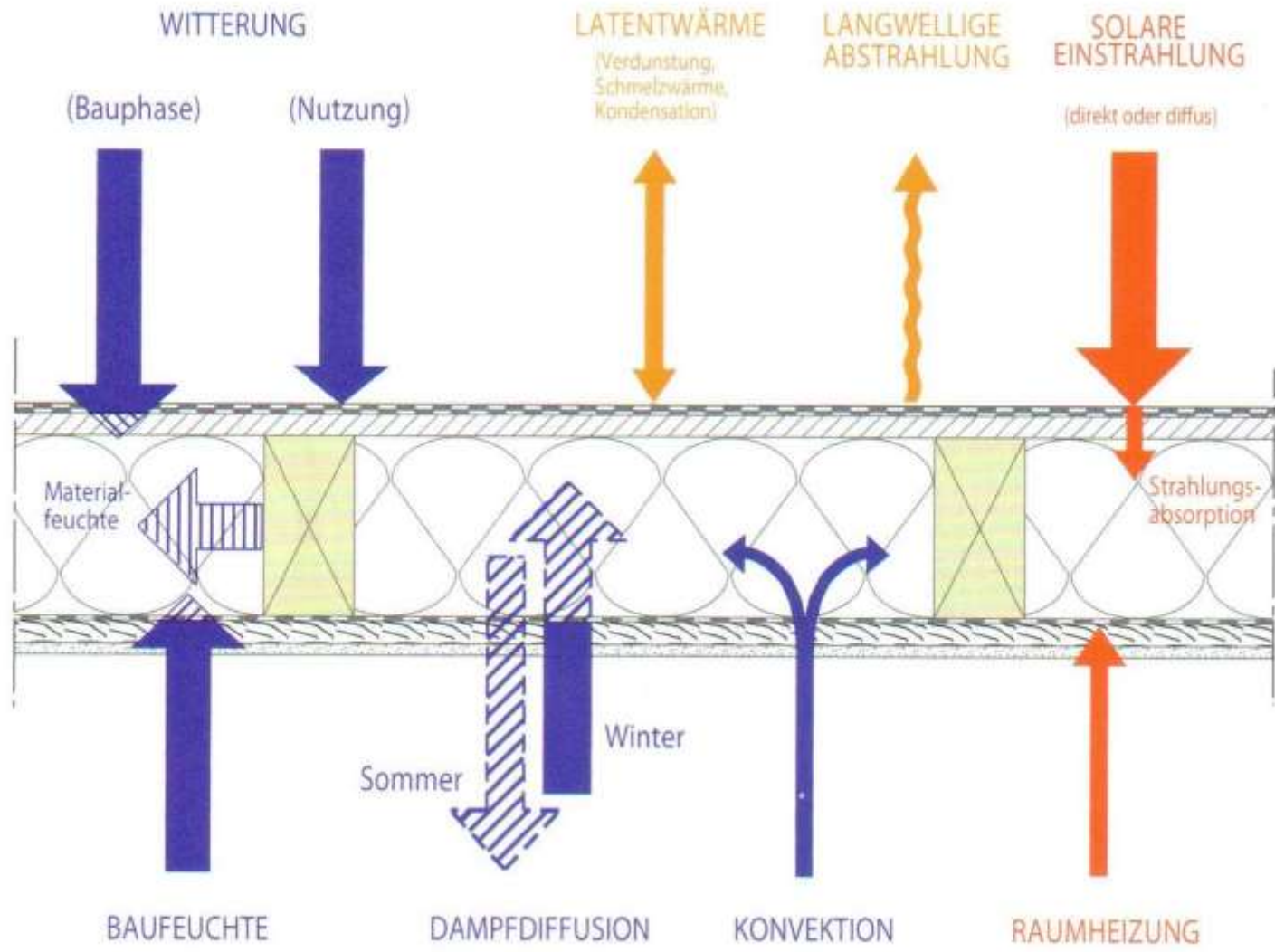
Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 unschädlich, da  $m_{w,T} < \text{zul } m_{w,T}$  und  $m_{w,V} > m_{w,T}$



U-Wert = 0,84 W/m<sup>2</sup>K

Wt/Wv = 0,5/ 43,8 g/m<sup>2</sup>





## 5. Gefälleausbildung durch die Tragkonstruktion





6. Leckageortung schwierig
7. Wartung und Reinigung der Dachfläche unter dem Terrassenrost anspruchsvoll
8. Dachneigung von ca. 2 % hat sich als nicht ausreichend erwiesen. Für die bauzeitliche Zinkeindeckung zu gering.
9. Verwendung von Torf als nicht nachwachsender Dämmstoff
10. Geräuschentwicklung bei Starkregenereignissen



# Grundsätzliche Konstruktionen der Dachdecke

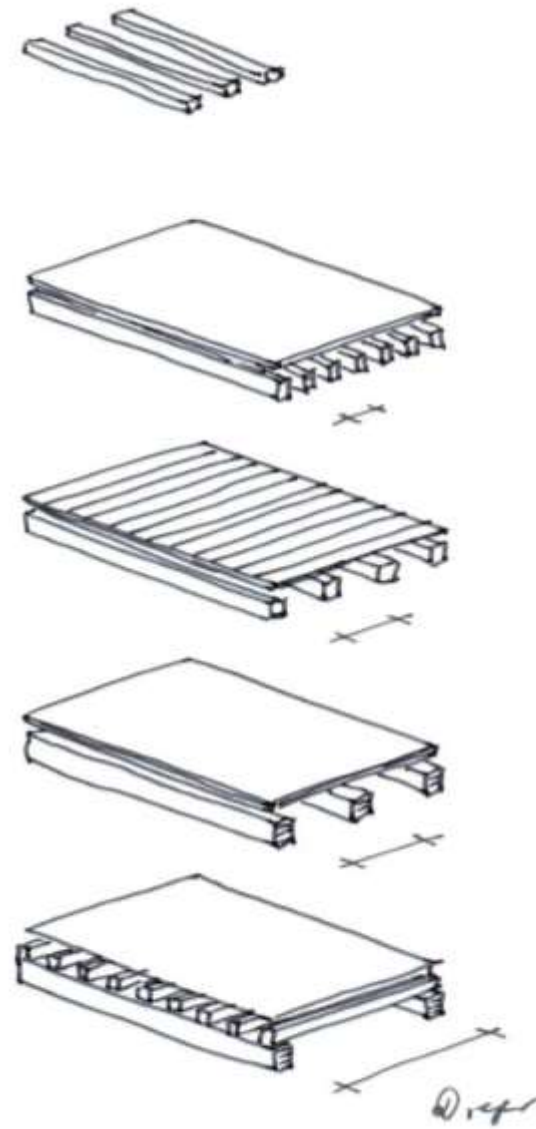




## Zwischengedämmte Konstruktionen, hier Balkendecken



# Balkendecken





# Ehemalige Vitos-Klinik Heppenheim



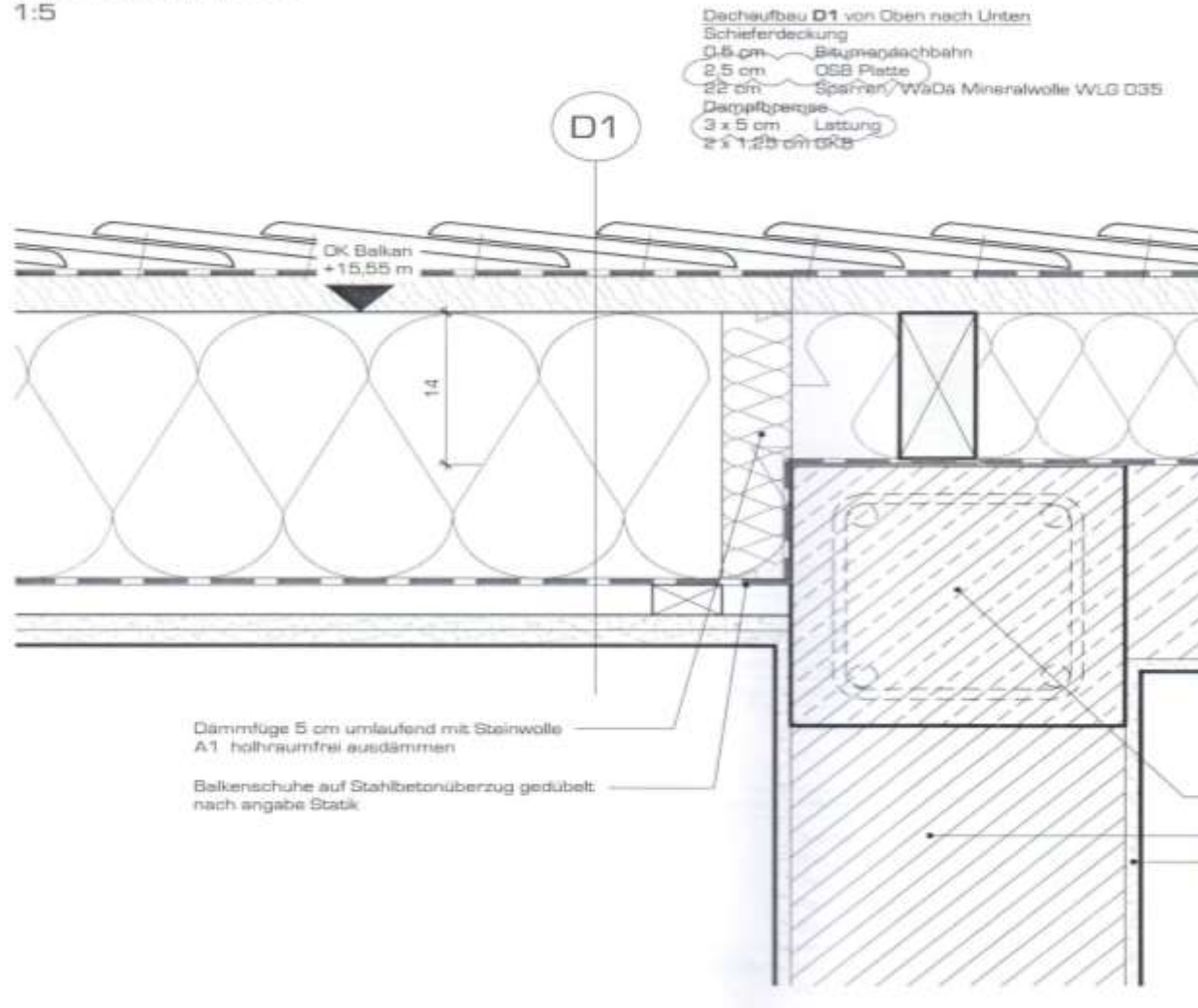






# Architektenaufbau

Anschluss D1 und D5  
1:5

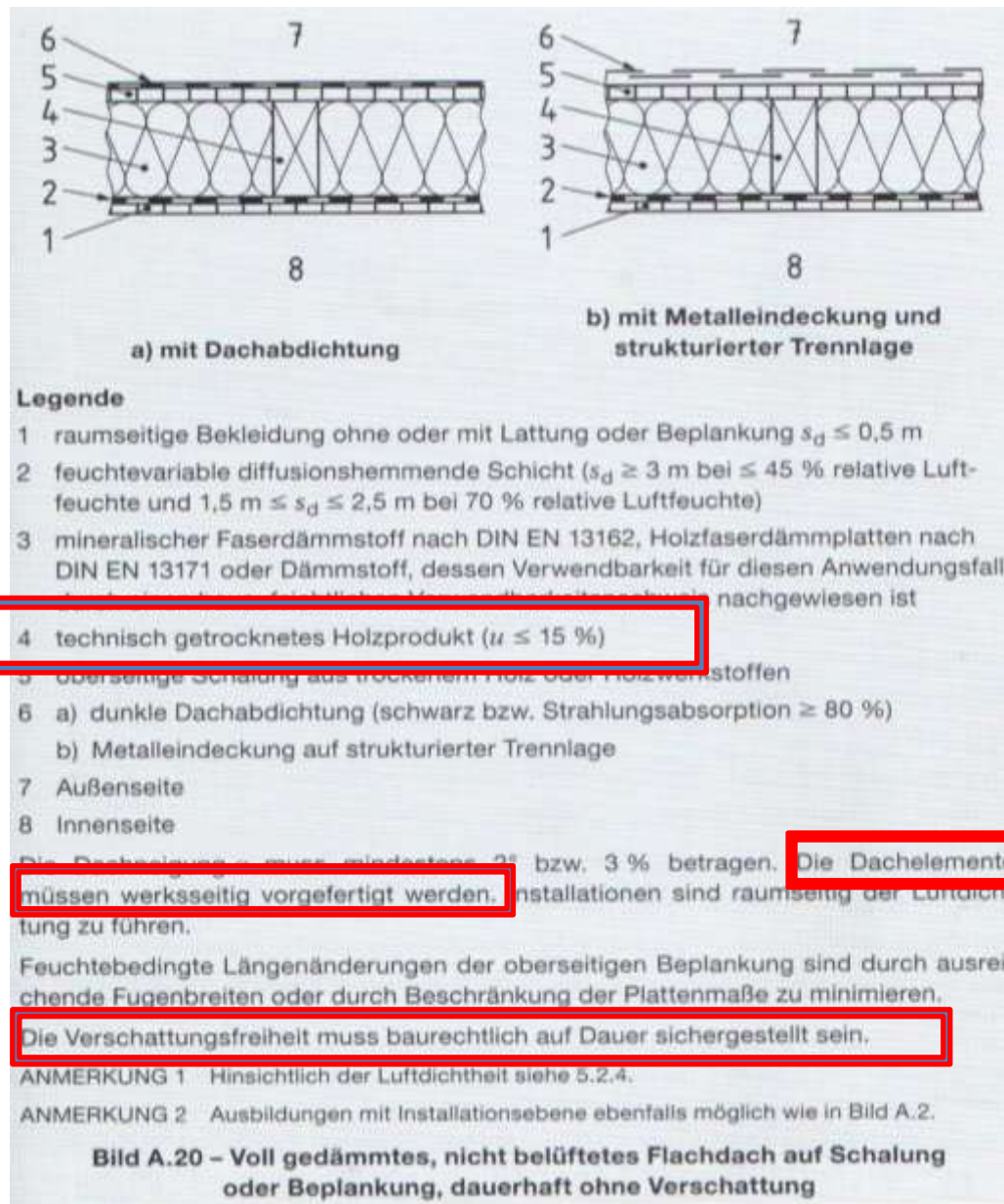
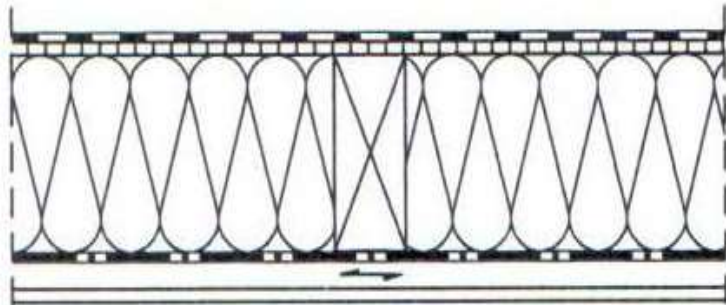


# Motivation der planenden Architekten

- Aufbau wie immer
- Unauskömmlicher Generalplanervertrag
- Schlanke Aufbauhöhen

## Typ III → Sonderkonstruktion

Wärmedämmung  
ausschließlich in der Tragebene





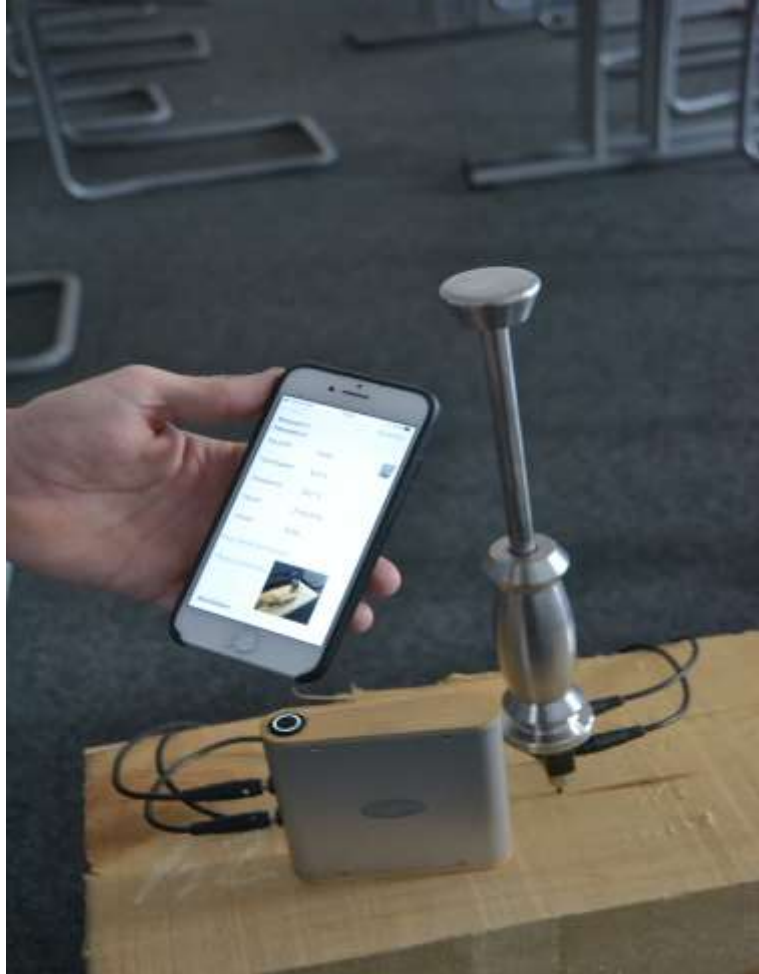


# Probleme



- Überhoher Dachaufbau
- Funktionalität der Luftschicht abhängig von komplizierten thermodynamischen Vorgängen, wissenschaftlich nicht geklärt
- Gefälleausbildung vor allem durch Tragkonstruktion
- Entwurfsprinzipien Polyfunktionalität und Folienminimierung ?

# Handwerkliches Feuchtemessen









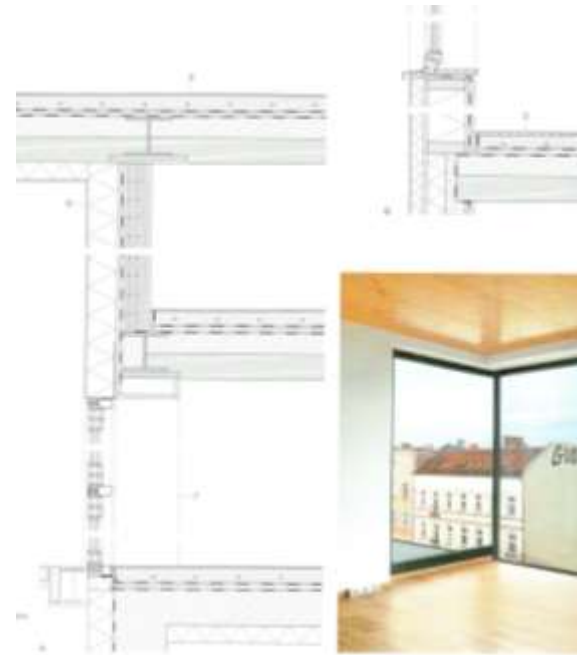
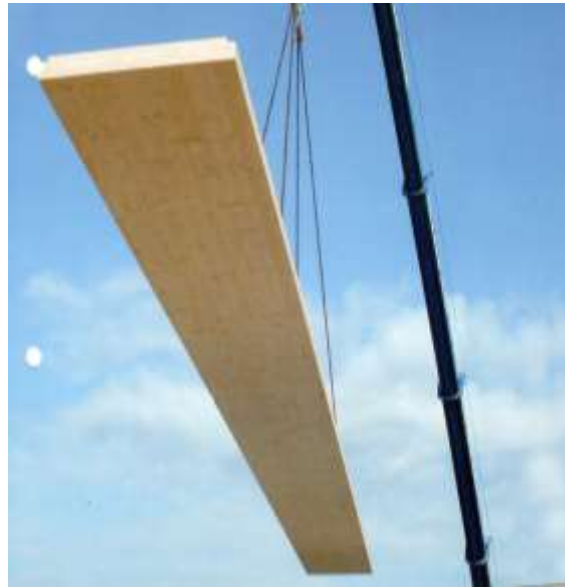


Seit ca. 2000 haben wir die Möglichkeit zwischengedämmte Konstruktionen, die ihre Hauptanwendung im EFH besitzen, durch Massivholzkonstruktionen zu ersetzen.





# Massivholzdachdecke hier Brettsper Holz



# Brettsper Holz

(vom Stab zur Fläche, **Holz neu denken**)

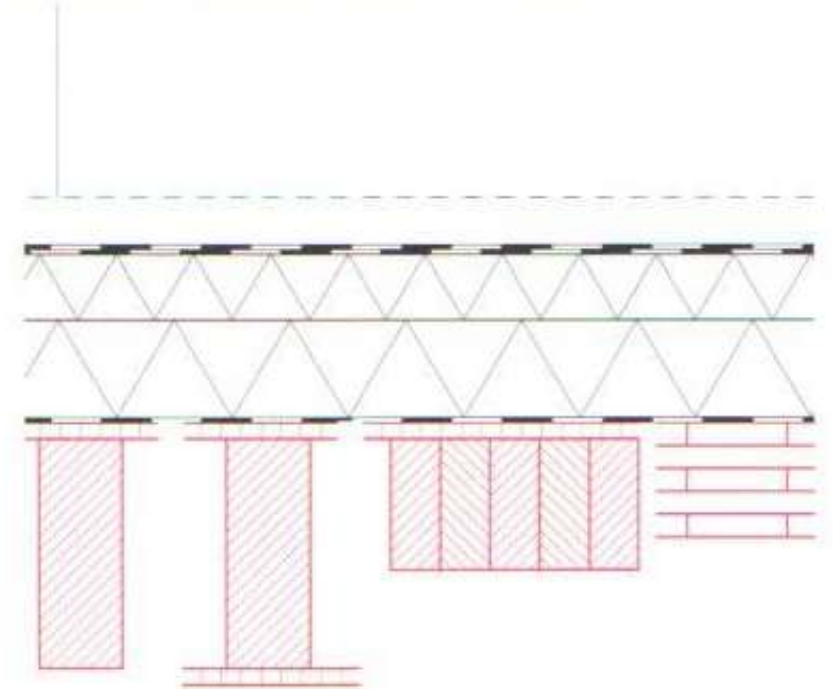
- kreuzweise verleimt (CLT)
- Drei bis Elf Lagen



## Flachdachaufbau ohne Hinterlüftung

äußere Schutzschicht  
Abdichtungsebene  
Wärme-/Gefälledämmung  
Dampfbremse / Luftdichtheitsebene

außen gedämmte Konstruktion





# E 3



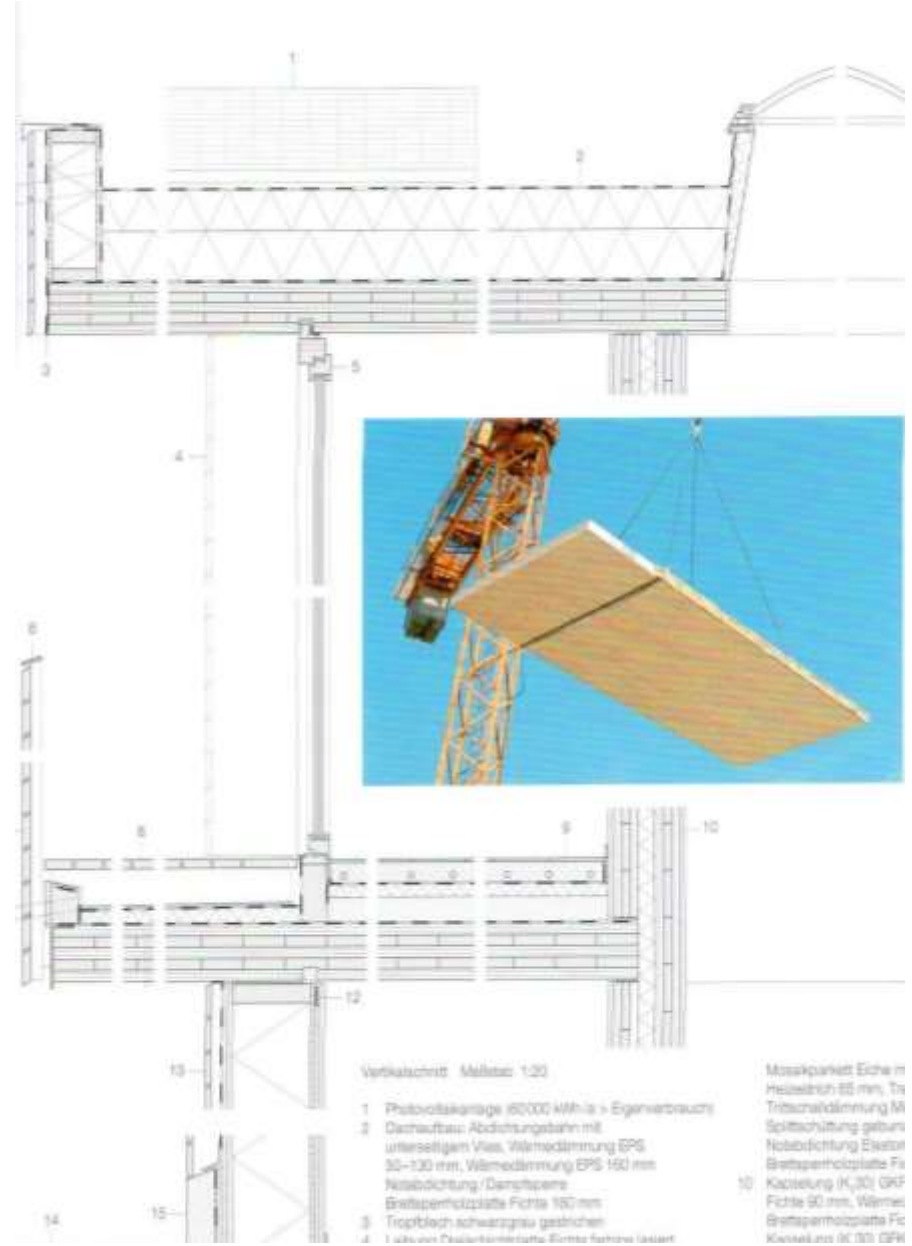




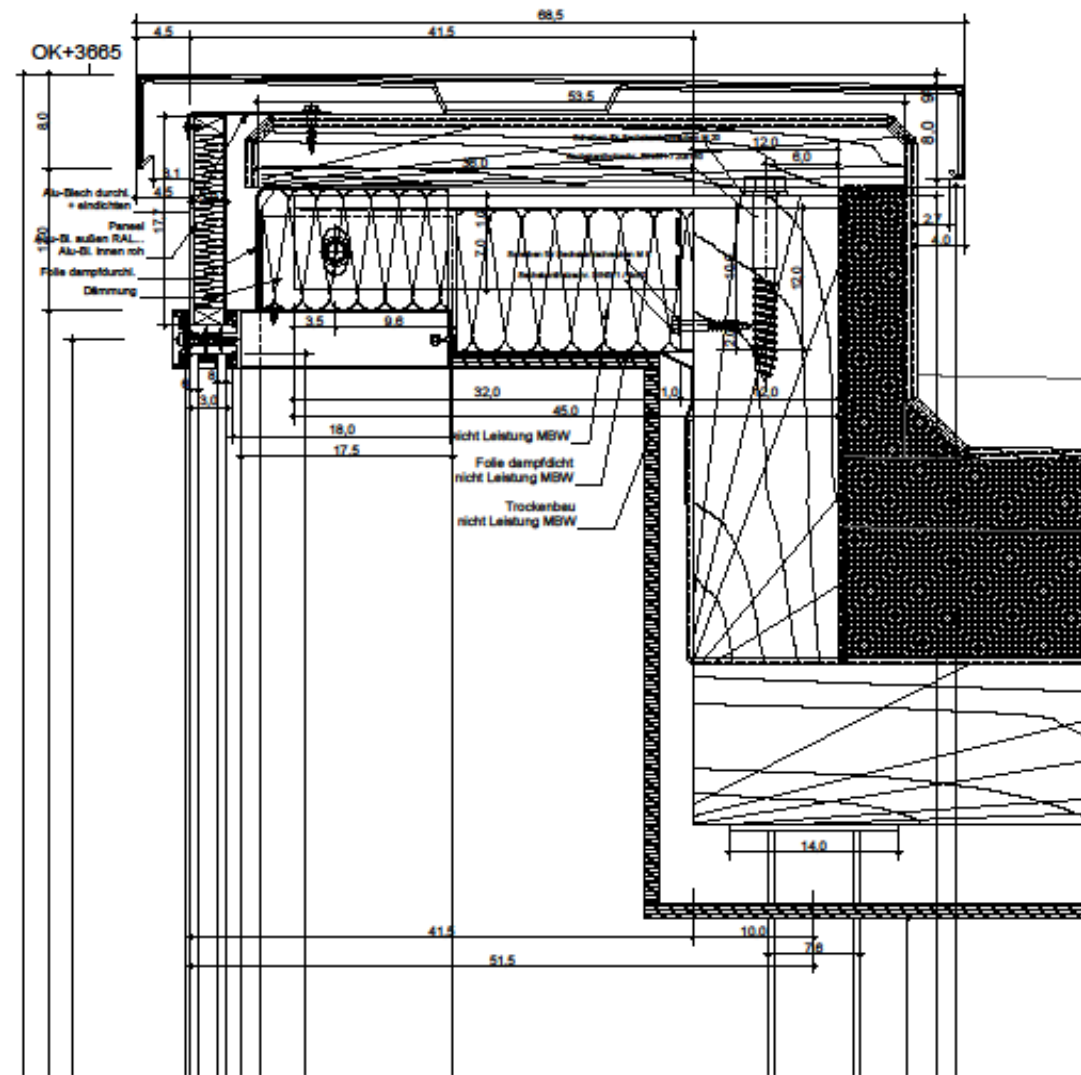
C 13





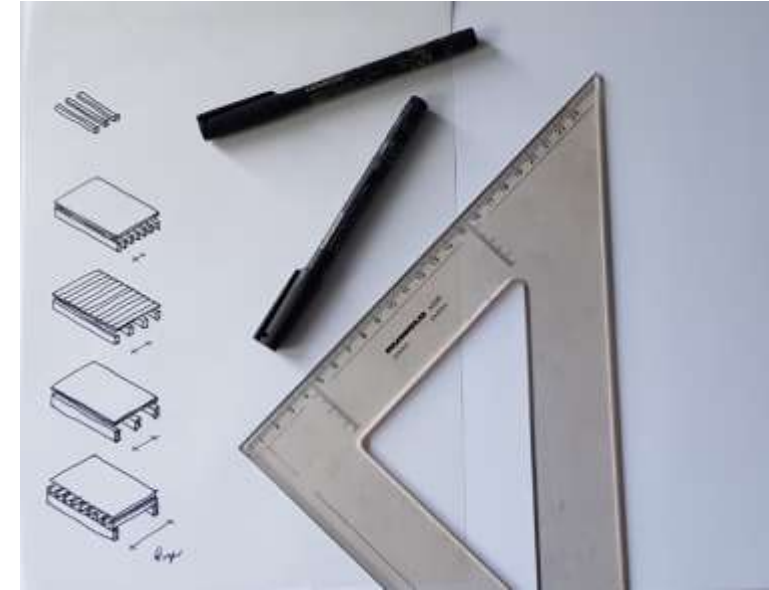






# Konstruktionsregeln

- **Primärkonstruktion gleich Sekundärkonstruktion** homogenes Plattentragwerk
- **Nutzschichten für die Sicherstellung der Funktionen** Schallschutz, Brandschutz, Holzschutz
- **Lamellenanzahl** jeweils ungerade 20mm 30mm und 40mm 3x (60-120 mm) 5x (100-200mm) 7x ( 140-380mm)
- **Materialität** Fichtenholz in unterschiedlichen Lamellendicken, unterschiedliche Oberflächenqualitäten



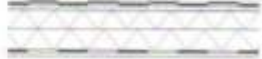
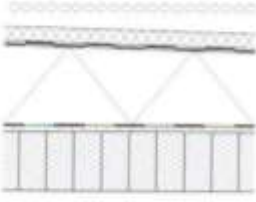
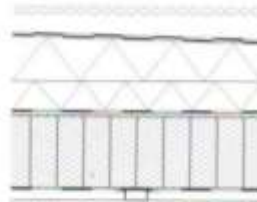
# Bauphysikalische Robustheit

Zeitgemäße Flachdächer beheizter Bauwerke weisen U-Werte meist unter der EnEV- Anforderung von  $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$  auf.

Holzbauweise wird den gestiegenen Anforderungen des Wärmeschutzes mit vergleichsweise schlanken Querschnitten gerecht.

Die hohen Dämmwerte und weitgehende Wärmebrückenfreiheit führen zu geringen Oberflächentemperaturen und damit zu geringen Strahlungsverlusten. Eine Reduzierung der Raumtemperatur ist damit möglich.

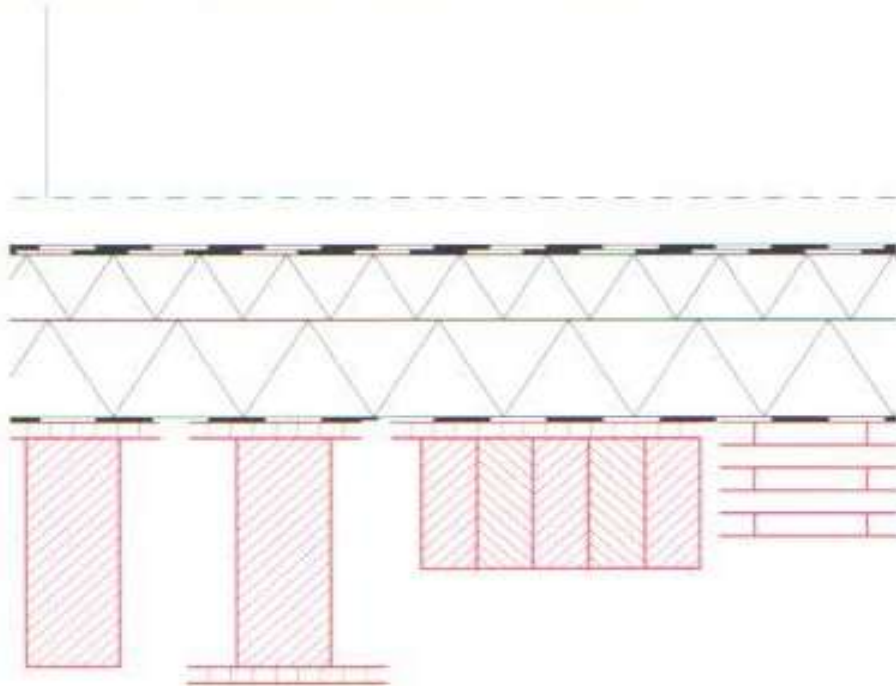


	01 Studentenwohnheim in Vancouver, siehe S. 166ff.	02 Wohn- und Geschäftshaus c 13 in Berlin, siehe S. 170ff.	04 Wohn- und Geschäftshaus in Zürich, siehe S. 178ff.
Dach Gesamtaufbau U-Wert			
	Abdichtung 6 mm Platte bituminiert 12 mm Gefälledämmung 114 mm Dampfbremse variabel 2 mm Gipsfaserplatte 12 mm Trapezblech Stahlträger im Gefälle Decke abgehängt <b>0,23 W/m²K</b>	Rundkies 80 mm Filterschicht 50 mm Abdichtung zweifach Gefälledämmung 200 mm Dampfbremse OSB-Platte 15 mm Brettstapeldecke 160 mm <b>0,15 W/m²K</b>	Rundkies 80 mm Schutzbahn 10 mm Abdichtung 7 mm Gefälledämmung 150–250 mm Dampfbremse 3,5 mm OSB-Platte 10 mm Brettstapeldecke 200 mm Luftdichtungsfolie Federbügel 27 mm Gipsfaserplatte 18 mm <b>0,14 W/m²K</b>

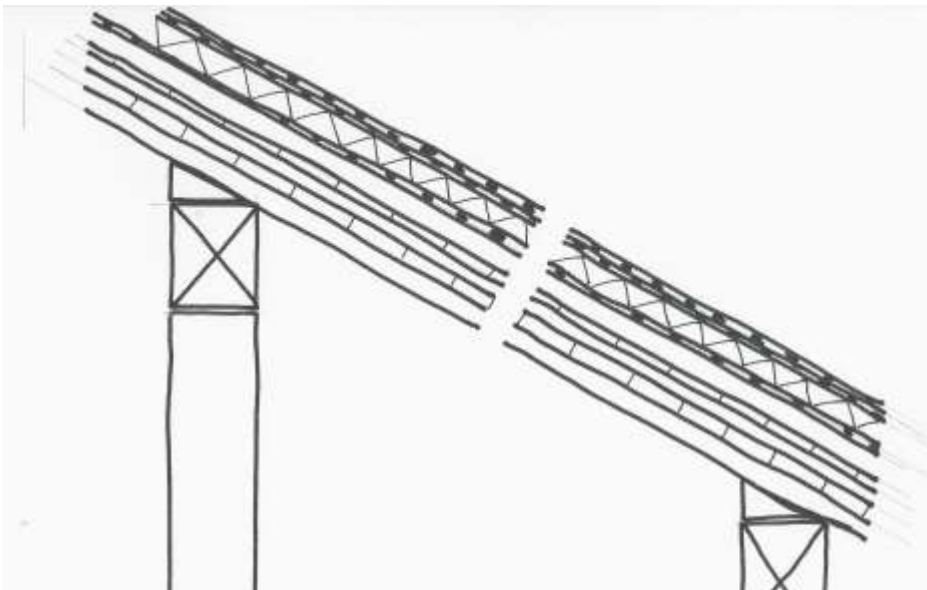


# Regelfall - Überdämmung der Tragkonstruktion

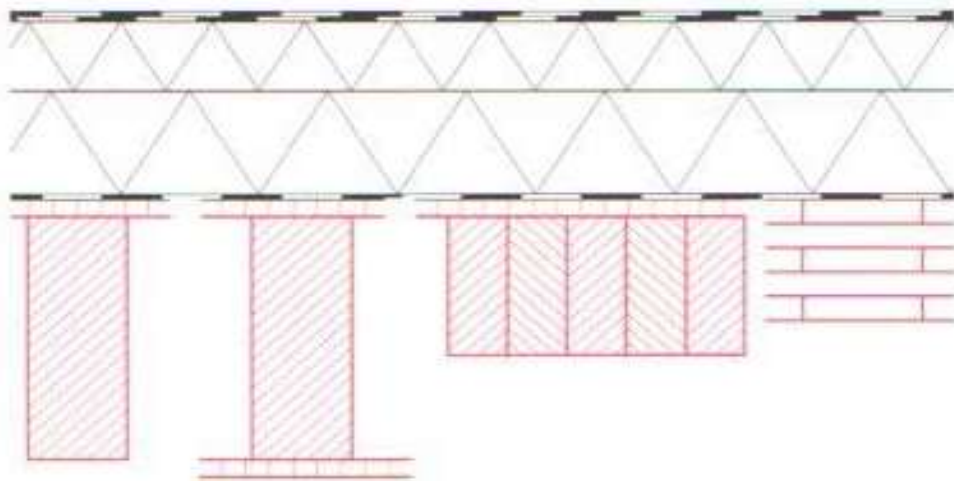
äußere Schutzschicht  
Abdichtungsebene  
Wärme-/Gefälledämmung  
Dampfbremse / Luftdichtheitsebene







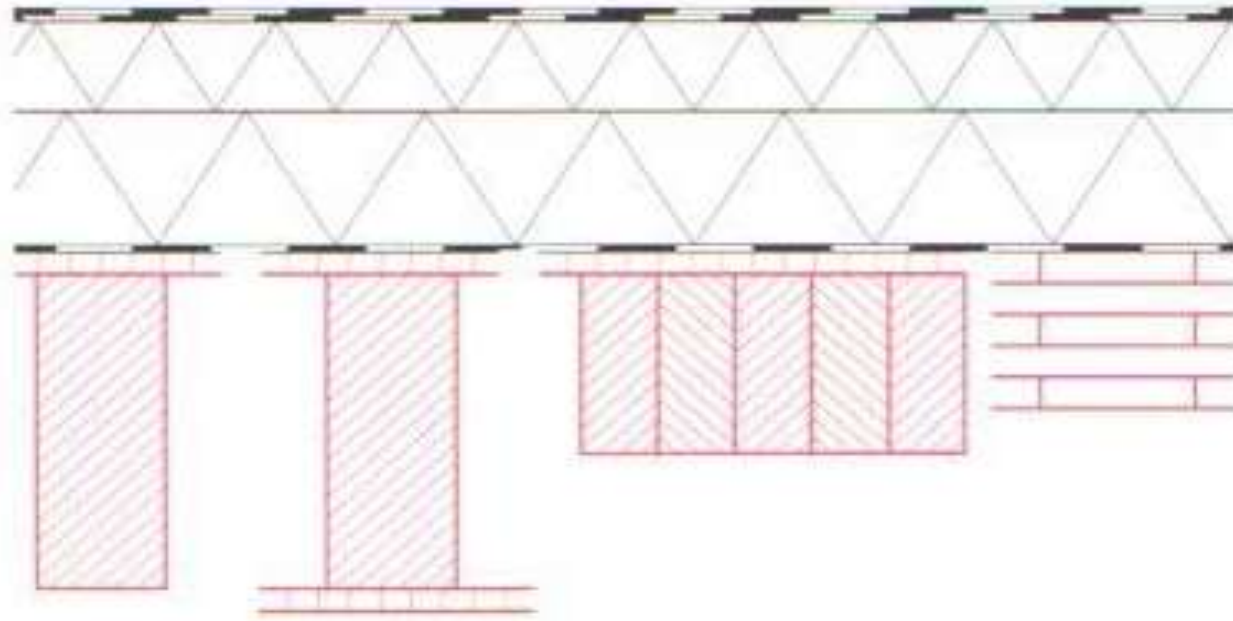




## Überdämmte Konstruktionen Info Holz 2019 Typ I

### Vorteile

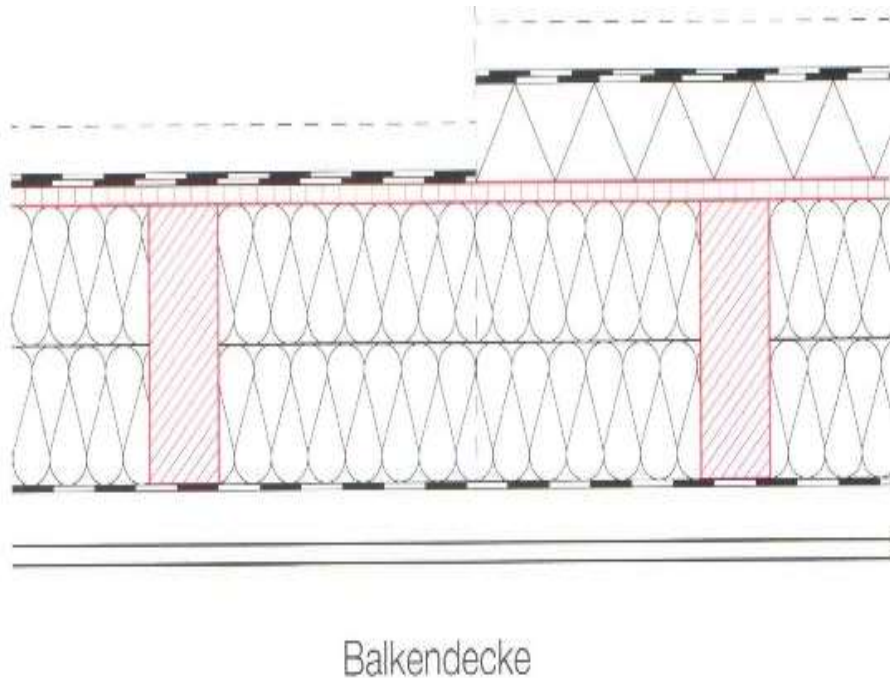
- gute Nutzbarkeit der Dachfläche
- Tragkonstruktion nicht tauwassergefährdet
- Tragkonstruktion ohne Gefälle möglich
- gute Tageswassersicherheit in der Bauphase
- Sichtbarkeit der Tragkonstruktion
- Verwendung BSP (CLT)



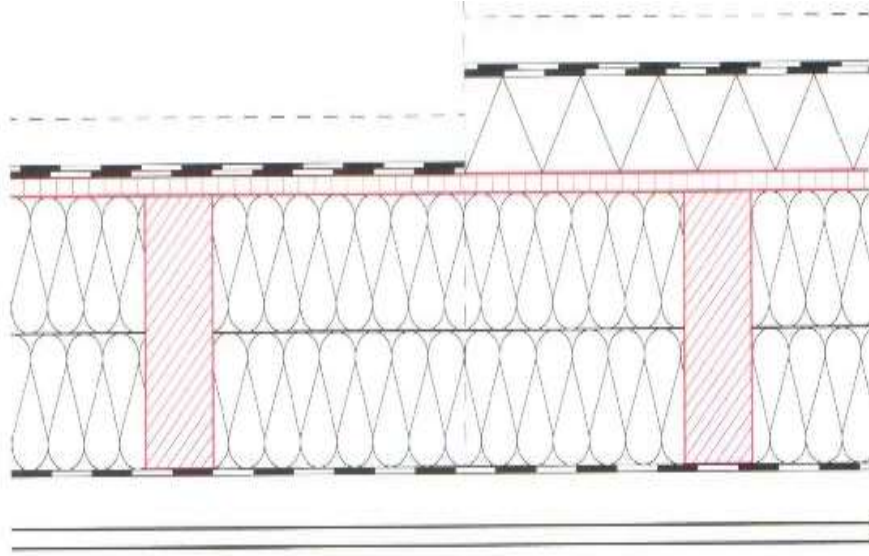
## Nachteile

- Hoher Dachaufbau
- Anspruchsvolle Anschlussdetails bei Dachüberständen und Verwendung von Stichsparren

# Sanierungsanforderungen führten in der Vergangenheit oft zu zwischengedämmten Konstruktionen





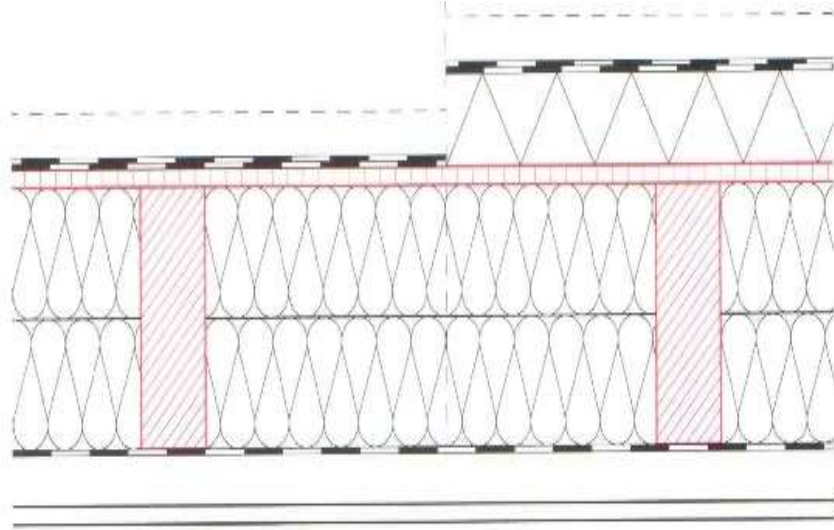


Balkendecke

## Zwischengedämmte Konstruktionen Info Holz 2019 Typ III (Sonderkonstruktionen)

### Vorteile

- gute Querschnittsausnutzung
- Als geschlossenes Holztafelelement vorelementierbar
- Einfache Anschlussdetails der raumseitigen Luftdichtheitsebene

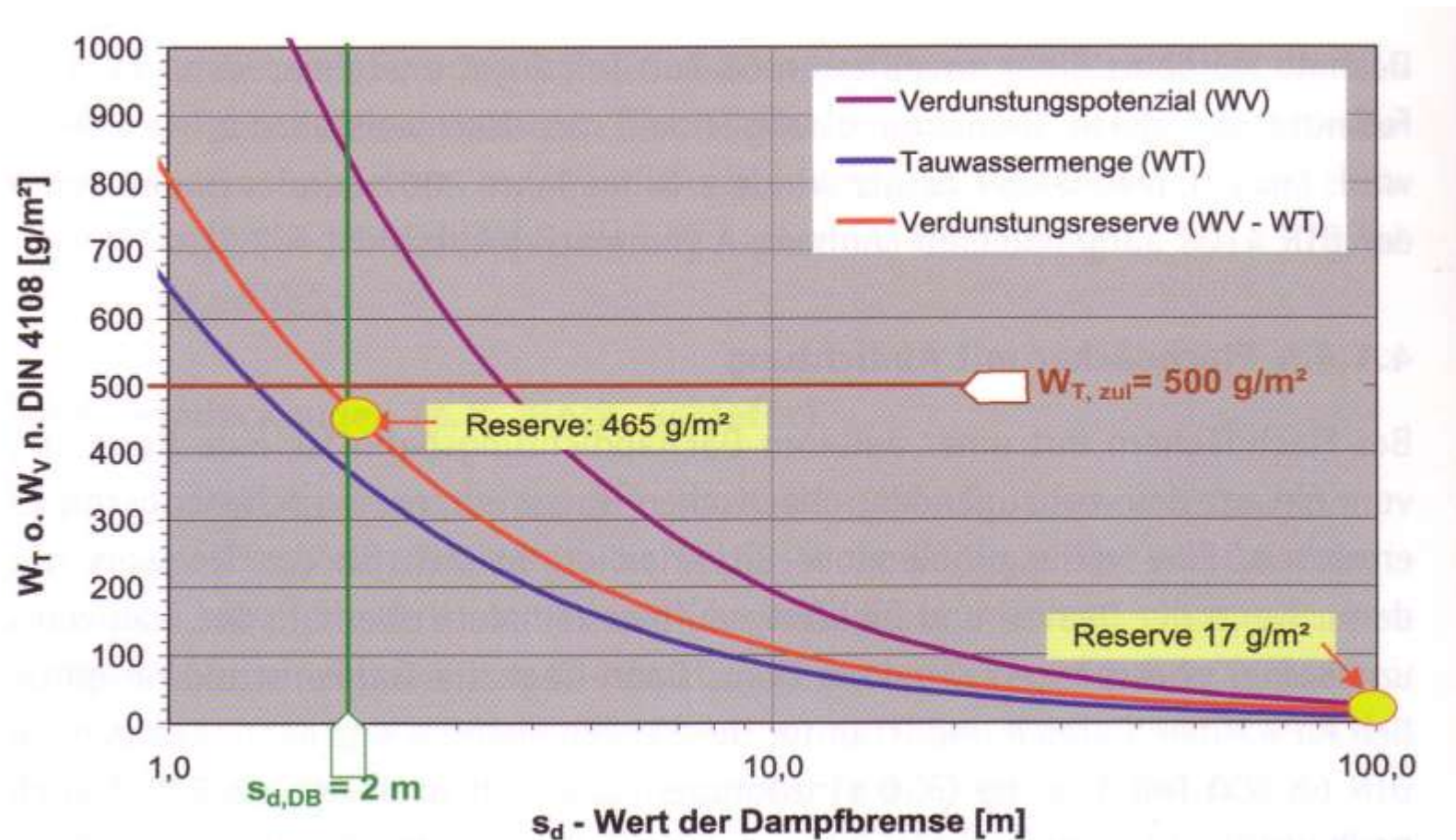


Balkendecke

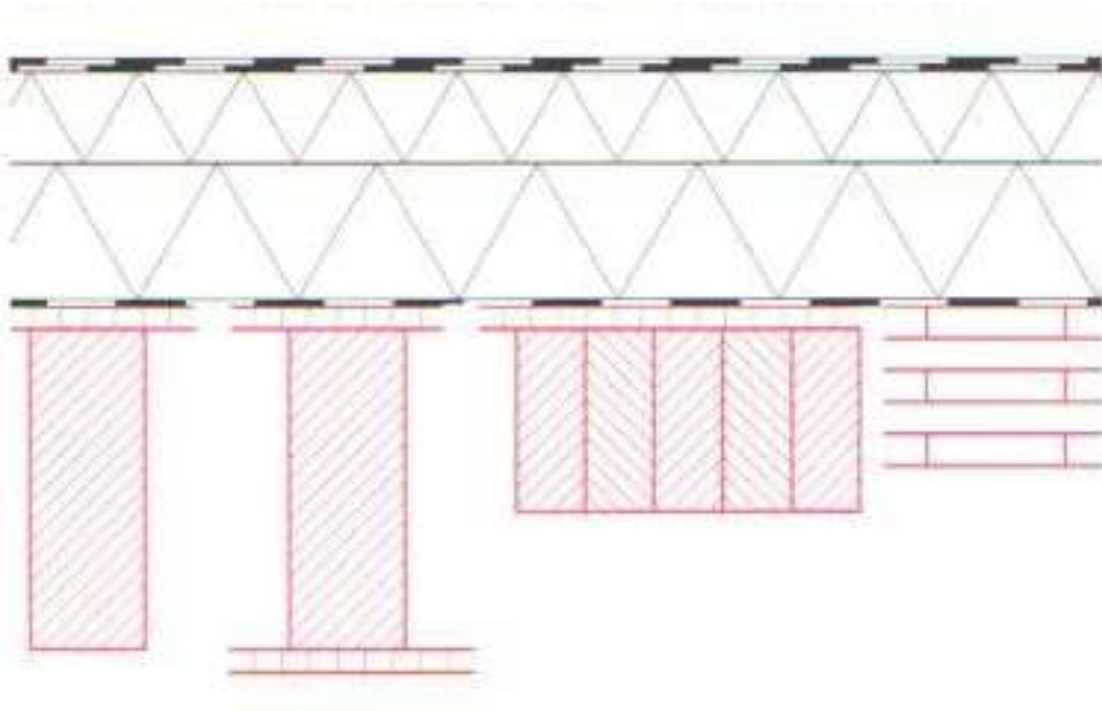
- ## Nachteile
- Geringe Fehlertoleranz aufgrund fehlender zweiter Abdichtungsebene
  - Tauwassergefährdet, da Holztragwerk und Schalung im Kaltbereich
  - Verschattung problematisch (Begrünung, Bekieselung, PV)
  - Gefälleausbildung durch Tragkonstruktion
  - Hygrothermische Simulation nach DIN EN 15026:2007-07 nötig

# Bauphysikalische Robustheit aus der Sicht der Holz(Bau)physik

- entscheidend ist hier die rechnerische Trocknungsreserve







Tragkonstruktion GK 0,  
 Holzwerkstoffplatte NKL 1

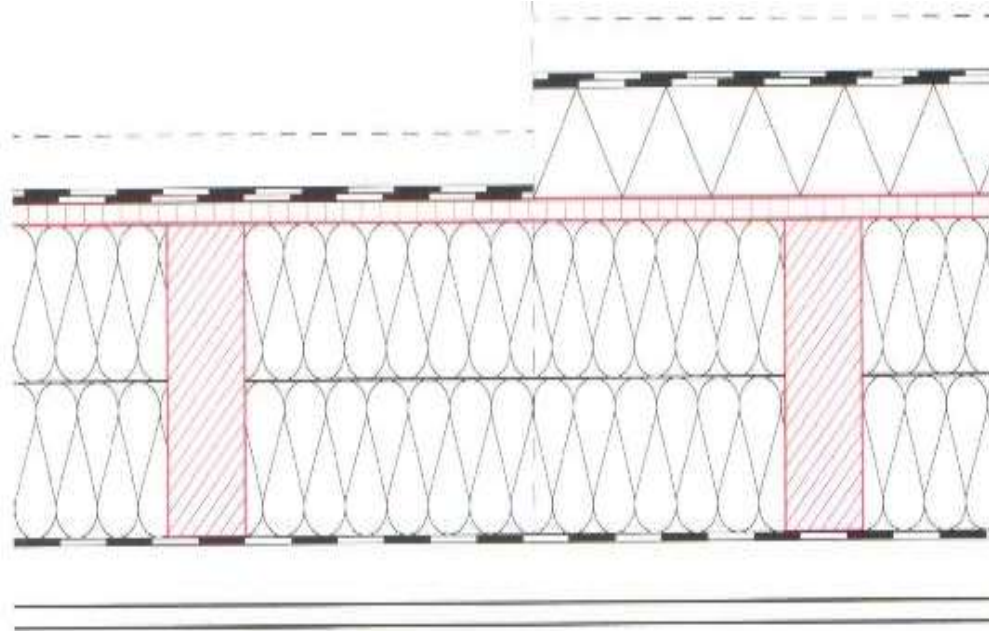
**ib\_ Aufdachdämmung auf Flächentragwerk**



WÄRME- UND FEUCHTESCHUTZ				
Dämmdicke	Mittlerer U-Wert <sup>1)</sup>	Tauwassernachweis nach DIN 4108-3		
d (mm)	U (W/m <sup>2</sup> -K)	M <sub>L</sub> (g/m <sup>2</sup> )	M <sub>max</sub> (g/m <sup>2</sup> )	ΔM (g/m <sup>2</sup> )
A: Massivholzelement (d = 160 mm) mit Aufdachdämmung, ggf. mit zusätzlichen Deckschichten				
120	0,20	„Bauteil ohne rechnerischen Tauwassernachweis“ nach DIN 4108-3 mit Behltsabdichtung (Schicht 3) $s_{d,i} \geq 100\text{ m}$		
180	0,15			
B: Hohlkastenelement mit 40 mm Akustikdämmung, ggf. mit zusätzlichen Deckschichten				
140 + 40	0,19	„Bauteil ohne rechnerischen Tauwassernachweis“ nach DIN 4108-3 mit Behltsabdichtung (Schicht 3) $s_{d,i} \geq 100\text{ m}$ und Wärmedurchlasswiderstand unter $s_{d,i}$ max. 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes.		
180 + 40	0,15			

<sup>1)</sup> bezogen auf  $\lambda_{\text{Holzleiste}} = 0,035\text{ W/m-K}$  und  $\lambda_{\text{Wollglas}} = 0,040\text{ W/m-K}$

<b>HOLZSCHUTZ:</b> GK 0 nach DIN 68800-2	<b>BRANDSCHUTZ:</b> F30-B – F90 B mit individuellem Nachweis	<b>SCHALLSCHUTZ:</b> R <sub>w</sub> $\geq 45\text{ dB}$ mit individuellem Nachweis
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tragkonstruktion (Nr. 4A/8) GK 0 nach DIN 68800-2</li> <li>- Holzwerkstoffplatte (Nr. 4A): Trockenbereich / NKL 1</li> </ul>	Maßgebend ist i.d.R. die Bemessung der Tragkonstruktion nach DIN 4102-22. Hierfür liegen geprüfte Bauteilaufbauten der jeweiligen Systemanbieter vor!	Maßgebend ist i.d.R. die Flächenlast des verwendeten Holzbausystems sowie der verwendete Dämmstoff. Bei Schaumkunststoffen kann es zu erhöhten Körperschallbelastungen kommen, weshalb zusätzliche Auflasten empfohlen werden.



Balkendecke

Holzkonstruktion GK 0

Holzwerkstoffplatte NKL 2

IIIa \_ Vollämmung mit Metalldachdeckung

BAUTEILQUERSCHNITT <sup>1)</sup>	BAUTEILAUFBAU FÜR DACHNEIGUNG ≥ 7°
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Metallschdeckung auf strukturierter Trennlage</li> <li>2 A Vollholzschalung C24, d = 24 mm B OSB (PMDI Verklebung), d = 22 mm</li> <li>3 Gefach mit Faserdämmstoff voll ausgedämmt</li> <li>4 Tragkonstruktion techn. getrocknet (Anteil 10 %)</li> <li>5 Feuchtestabile Dampfbremse<sup>2)</sup></li> <li>6 Unterkonstruktion, d = 30 mm</li> <li>7 Gipskartonbauplatt, d = 12,5 mm</li> </ol>

<sup>1)</sup> Für diesen Aufbau ist gemäß DIN 68800-2: 2012 und DIN 4108-3: 2018 eine hygrothermische Simulation nach DIN EN 15026 erforderlich.  
<sup>2)</sup> Die feuchtestabile Dampfbremse benötigt derzeit eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (siehe DIN 68800-2: 2012, Abs. 7.5). Aktuell: Z.9.1-853 / Z.9.1-872 / Z.9.1-870)

FEUCHTESCHUTZ

Jahresmitteltemperatur	Gefach-Dämmung	q <sub>10</sub> (m³/m²h)	max. zul. Dachneigung <sup>2)</sup>	Mindestdicke d <sub>Z</sub> der Zusatzdämmung <sup>3)</sup>
6,5° C – 9° C	Mineral-faser	3	60° (25°)	Die Berechnungsergebnisse hängen sehr stark von den Strahlungseigenschaften der Metallschdeckung (Absorptions- und Emissionskoeffizient), der Himmelsrichtung und dem Innenraumklima ab. Die hier dargestellten Ergebnisse wurden mit günstigen Strahlungsvarianten (α = 0,6; ε = 0,17) berechnet. Andere Werte funktionieren ggf. nur bei geringeren Dachneigungen. Es werden, auf Grund der günstigen Strahlungseigenschaften, vorpatrierte Bleche empfohlen.
	Zellulose oder Holzfasern	1,5	80° (40°)	
		3	40° (-)	
≥ 9° C	Mineral-faser	3	50° (7°)	<sup>3)</sup> Kennwert für weizbänke Metallschdeckung (α = 0,27; ε = 0,1) – = nicht möglich
	Zellulose oder Holzfasern	1,5	90° (30°)	
		3	50° (-)	
		1,5	70° (7°)	

BEDINGUNGEN FÜR DIE FUNKTIONSTÜCHTIGKEIT DES BAUTEILS<sup>4)</sup>

Orientierung (Solar)	Luftdurchlässigkeit	Holzfeuchte	Jahresmitteltemperatur	Höhe Luftverbund	Raumluftfeuchte
alle Himmelsrichtungen möglich	q <sub>10</sub> ≤ 3 m³/m²·h oder ≤ 1,5 m³/m²·h	max. 18 Masse-%	6,5°C – 9,0 ° C oder ≥ 9,0 ° C	Höhe ≤ 8 m	normale Feuchtelast + 5%

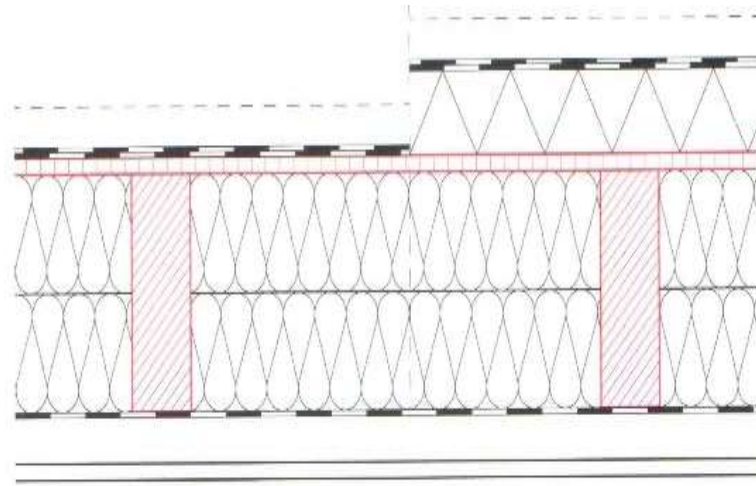
<sup>4)</sup> Erläuterungen auf Seite 79

WÄRMESCHUTZ

Dämmdicke (mm)	Mittlerer U-Wert <sup>1)</sup> (W/m²·K)
220	0,20
260	0,17

<sup>1)</sup> Gefachdämmung mit λ = 0,04 W/(m·K) Holzanteil im Gefach 10 %

# Typische Problematik bei zwischengedämmten Konstruktionen



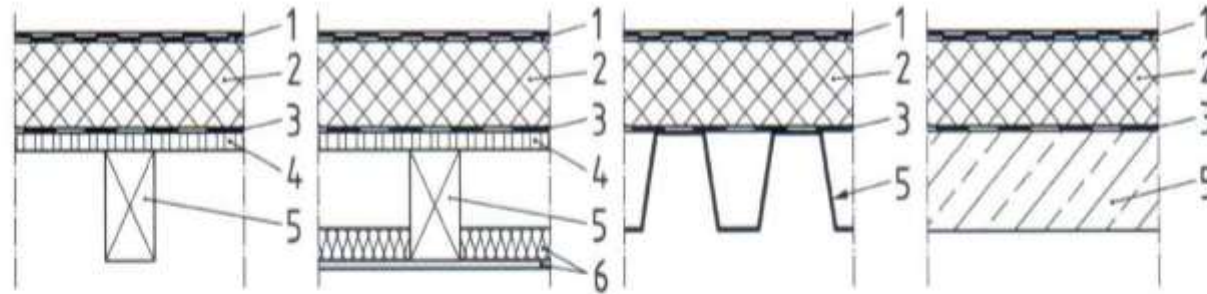
Balkendecke

1. Hoher Anspruch an bauteilbezogener Luftdichtigkeit
2. Maximale Holzfeuchte von 18% ohne Präfabrikation nicht praxisnah
3. Auf Gebäudeklasse 2 (< 7m zwei Nutzungseinheiten) beschränkt
4. Übliche Baufeuchte aus Estrich- und Putzherstellungen wird ausgeschlossen



e) nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung nach Bild 8

- Der Wert  $s_{d,i}$  muss mindestens 100 m betragen. Bei diffusionssperrenden oder diffusionsdichten Dämmstoffen auf Massivdecken kann ggf. auf eine zusätzliche diffusionshemmende Schicht verzichtet werden.
- Zwischen der Schicht  $s_{d,i}$  und der Dachabdichtung dürfen sich weder Holz noch Holzwerkstoffe befinden.



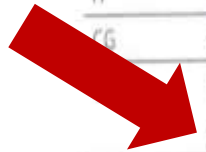
Legende

- 1 Dachabdichtung
- 2 Aufdach-/Aufsparrendämmung
- 3  $s_{d,i}$
- 4 Schalung
- 5 Tragkonstruktion (z. B. Holzbalken, Stahltrapezblech, Stahlbeton)
- 6 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung

022W277N6N.4.2018-10 11:14:39

Tab. 3.8.1 Eigenschaften von Dämmstoffen und Zuordnung zu üblichen Anwendungsbereichen

DÄMMSTOFF		PRODUKTNORM	ANWENDUNGS- BEREICHE <sup>1)</sup>	WÄRMELEITFÄHIGKEIT Bemessungswert $\lambda_g$ [W/(mK)]	BRANDVERHALTEN	
(Kurzbezeichnung)					baurechtliche Grundlage	Baustoff- klasse <sup>2)</sup>
MW	Mineralwolle	DIN EN 13162	DZ	0,032 - 0,035	A1/A2	A1
	(Steinwolle für DAA)		DAA, DAD	0,038 - 0,040		
EPS	Polystyrol-Hartschaum	DIN EN 13163	DAD, DAA	0,032 - 0,035	B14)	E
XPS	Polystyrol-Extruderschaum	DIN EN 13164	DAD, DAA	0,034 - 0,039	B14)	E
PIR <sup>4)</sup>	Polyurethan-Hartschaum	DIN EN 13165	DAD, DAA	0,023 - 0,025	B2	B1
PF	Phenolharz-Hartschaum	DIN EN 13166	DAD, DAA	0,022 - 0,025	B2	E
CG	Schaumglas	DIN EN 13167	DAD, DAA	0,037 - 0,040	A1	A1
-	Holzfasern (für DAA nicht empfohlen)	DIN EN 13171	DZ, DAD	0,038 - 0,040	B2	E
	Zellulosefaser nach allgemein bauaufsichtlicher Zulassung		ETA / abZ	DZ		



<sup>1)</sup> Bezeichnungen nach DIN 4108-10 (siehe Tabelle 3.8.2)

<sup>2)</sup> Baustoffklasse nach DIN 4102-4: A = nicht brennbar, B1 = schwerentflammbar, B2 = normalentflammbar




<sup>3)</sup> Euroklasse nach DIN EN 13501-1 ohne Brandnebenerscheinungen: A = nicht brennbar, E = normalentflammbar

<sup>4)</sup> EPS und XPS erfüllen nach europäischem Prüfverfahren nicht mehr die Klassifizierung „schwerentflammbar“, sieh

<sup>5)</sup> Neben PUR ist auch PIR (Polysocyanurat-Schaum) mit bediegteter Aluminiumkaschierung gebräuchlich (B-42, d0)

<sup>6)</sup> Die meisten Produkte mit ETA haben B-s2, d0 – mangeln Glimmnachweis wird auf Klasse E reduziert

Tab. 3.8.2 Anwendungsgebiete und erforderliche Eigenschaften<sup>1)</sup> für Aufdach- und Zwischensparrendämmungen von Flachdächern nach DIN 4108-10

ANWENDUNGSBEREICH (Dämmstofftyp)	MW	EPS	XPS	PUR/PIR	CG	WF	ZELLULOSE
 Dach/Decke, Außendämmung unter Abdichtung	nur nicht genutzte Dachflächen (ngDF)	(dm für ngDF)	dm dh ds	dh ds ds	dh ds ds	nicht geeignet	nicht geeignet
	+	-	-	-	-	+	+
	 Dach, Zwischensparrendämmung						
 Dach/Decke, Außendämmung unter Deckungen	ds dh	+	+	(+)	-	ds dm	nicht geeignet
						ds	



<sup>1)</sup> Anforderungen an die Druckbelastbarkeit: dm = mittlere, dh = hohe, ds = sehr hohe, ds = extrem hohe Druckbelastbarkeit

## Technisches Merkblatt GUTEX Thermoflat®



Foto: GUTEX Archive

GUTEX Thermoflat ist die druckfeste Dämmplatte mit einschichtigem homogenen Rohdichtprofil für Flachdachkonstruktionen auf Holz-, Beton- und Blechkonstruktionen.

Technische Daten	Thermoflat
Kantenabfaltung	Stufenfalt
Dicke (mm)	100/120/140/160
Länge x Breite (mm)	1330 x 600
Dachmaß Länge x Breite (mm)	1215 x 585 (0,71m <sup>2</sup> )
Quadratmeter pro Platte (m <sup>2</sup> )	0,738
Gewicht pro Platte (kg)	10,3/12,4/14,5/16,5
Gewicht pro m <sup>2</sup> (kg)	14/16,8/19,6/22,4
Platten pro Palette	44/35/32/30
Quadratmeter pro Palette (m <sup>2</sup> )	32,4/26,5/23,6/20,66
Kaltdichte (kg/m <sup>3</sup> )	140
Gewichte pro Palette (kg)	490
Wärmeleitfähigkeit Normwert λ <sub>10</sub> (W/mK)	0,039
Wärmeleitfähigkeit Bemessungswert λ <sub>10</sub> (W/mK)	0,042
Wärmedurchlasswiderstand Normwert R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> W/K)	2,55/3,05/3,55/4,10
Wärmedurchlasswiderstand R (m <sup>2</sup> W/K)	2,35/2,85/3,30/3,80
Dampfdiffusions ä <sub>s</sub>	3
sd-Wert (m)	0,3/0,38/0,42/0,48
Druckspannung-Ausgleich (hPa)	70
Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenoberfläche (hPa)	7,5
kurzzeitige Wasseraufnahme (kg/m <sup>2</sup> )	≤ 1
Schwingungswiderstand (hPa s/m <sup>2</sup> )	≥ 100
spezifische Wärmekapazität (J/kgK)	2100
Brandverhalten: Euroklasse nach DIN EN 13501-1	E



Bezeichnung: WF-EN-13171-14-C2-01/17/0-1875-PUJ-4P18  
 Entsorgung: Abfallkategorie: R2-Rohstoffe/Abfallkategorie: nach AVV 081181-170281

### Inhaltsstoffe:

- unbehandeltes Tannen- und Fichtenholz aus dem Schwarzwald
- Zuschlagstoffe:
  - 4% PUR-Harz
  - 1,5% Paraffin

### Anwendungsgebiete:

- Dämmung von Flachdachkonstruktionen auf Holz-, Beton- und Blechkonstruktionen
- nach DIN 4108-10:DAA dh

### Vorzüge:

- hervorragende Wärmedämmung
- umlaufende Stufenfals-Profilierung → Vermeidung von Wärmebrücken
- hervorragende Wärmespeicherkapazität → sommerlicher Hitzeschutz und winterlicher Kälteschutz
- Verbesserung der Schalldämmung
- feuchtigkeitsregulierend
- dampfdiffusionsarm
- druckbelastbar
- nachhaltiger Rohstoff Holz → recyclefähig
- hergestellt in Deutschland (Schwarzwald)
- baubiologisch unbedenklich (natureplus zertifiziert)

### Unser GUTEX Service:

- Bei **technischen Fragen** rufen Sie unsere Info-Linie unter **+49-7741/60 99-125** an, schicken Sie uns ein Fax unter **+49-7741/60 99-21** oder senden Sie eine E-Mail an [anwendungstechnik@gutex.de](mailto:anwendungstechnik@gutex.de)
- Besuchen Sie auch unsere **kostenlose Schulung** im Hause GUTEX. Termine finden Sie auf unserer Homepage unter „Service“
- Unter [www.gutex.de](http://www.gutex.de) finden Sie u.a. Informationen über Bauphysik, Produktanwendungen, Konstruktionsvorschläge mit Berechnungen sowie Ausschreibungstexte und CAD-Zeichnungen zum Downloaden.

**STEICO**roof  
für Industrie- und Flachdächer

Umweltfreundliche Dämmsysteme aus natürlicher Holzfaser



### EMPHOHLENER EINSATZBEREICH

Wärmedämmung aus natürlicher Holzfaser für flächige Anwendungen bei Flachdächern, Wänden und Böden.

- Hervorragende Eignung für Flachdach-Dämmungen
- Hoher sommerlicher Hitzeschutz
- Hohe Sicherheit aufgrund durchgehender Hydrophobierung
- Ökologisch, umweltverträglich und recyclebar wie Holz

### MATERIAL

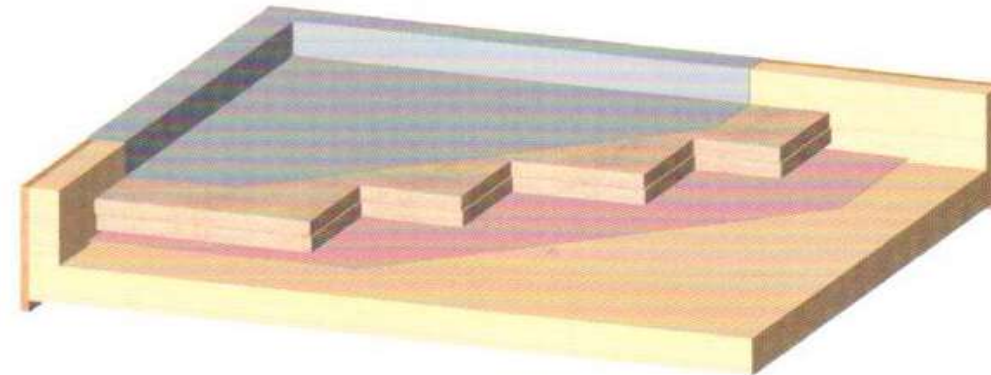
Holzfaserdämmplatte produziert nach DIN EN 13171, mit laufender Güteüberwachung

Das Holz für STEICO<sup>roof</sup> stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und ist unabhängig zertifiziert gemäß den Richtlinien des FSC® (Forest Stewardship Council®).

Weitere Informationen und Verarbeitungshinweise finden Sie in den entsprechenden Konstruktionsheften oder unter [www.steico.com](http://www.steico.com)



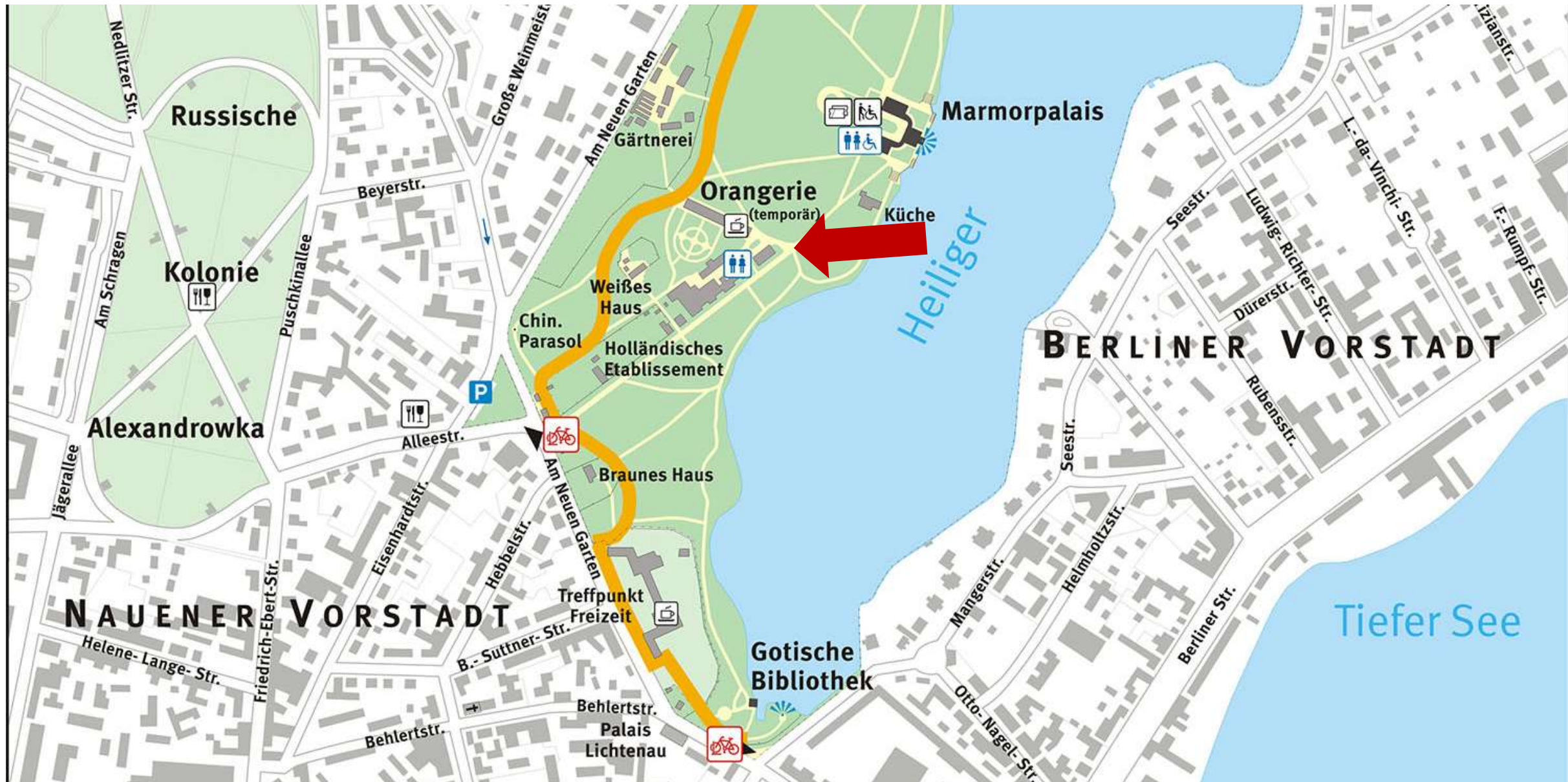
- Fehlertoleranz beim (doppelten) Dichtungsaufbau (robuste Bauzeit- Behelfsdichtungen, später Dampfbremsen)
- Sicherheit beim Anlegen des Gefälles, keine Null-Gefälle-Dächer, (Achtung – GUTEX Thermoflat nur objektbezogen als Gefällekeil)



*GUTEX Thermoflat® auf Holzuntergrund*

# Erfahrungssätze

- Hinterlüftungsebenen funktionieren in der Praxis nicht zuverlässig
- Aufdachdämmungen sind einfach funktional und kostengünstig
- Die Dampfbremse als Behelfsdichtung bedingt in der Ausführung großer Sorgfalt
- $s_d$  innen ca. 6x höher als außen (nicht mehr)
- Gründächer schließen zwischengedämmte Konstruktionen aus (fehlende Rückdiffusion)
- Titanzinkdächer vorpatiniert verbauen (Absorptionsgrad)
- Hygrothermische Simulationen sind nur von erfahrenen Bauphysikern praxisnah





# Exkursion zum Damenhaus im Neuen Garten Potsdam

Wir treffen uns am Dienstag, den **29.06.21, um 10 Uhr** vor dem Damenhaus im Neuen Garten. Das Damenhaus befindet sich unmittelbar gegenüber der Orangerie im **Neuen Garten**. (Festes Schuhwerk, Achtung Halsketten, **bitte keine Rüstungsteile berühren!**)



Am Freitag, den **02.07.21**, Klausur „Holzbiologie/Holzsanierung“

60 min (10:00 Uhr -11:00 Uhr). Keine unbekannten Fragen.

Bitte um **9:45 Uhr** im Audimax efinden. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

# Quellen

[1] Informationsdienst Holz Flachdächer in Holzbauweise 2. Auflage 2019