

Möglichkeiten und Grenzen  
des baulichen/chemischen Holzschutzes

**T 2085**

T 2085

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00  
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN  
DES BAULICHEN/CHEMISCHEN HOLZSCHUTZES

=====

Bearbeiter:

Prof. Dipl.-Ing. Horst Schulze, TU Braunschweig

Durchgeführt im Auftrage der  
Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft  
für Holzforschung e. V., München,

mit Förderung durch das  
Institut für Bautechnik, Berlin

Januar 1989

- Teil A -

Gefährdungsklassen von Holzbauteilen in Gebäuden

In den Bildern der Teile A und B öfter wiederkehrende Bezeichnungen

A	Abdeckung
AB	Außenbekleidung, -beplankung
AR	Aufenthaltsraum
B	Bekleidung
b./bel.	belüftet
BFU	Bau-Furniersperrholz DIN 68 705
DA	Dachabdichtung
DÄ	Wärmedämmschicht
DD	Dachdeckung
DS	Dampfsperre
FP	Spanplatte DIN 68 763 (Flachpreßplatte)
GF	Gipsfaserplatte
GK	Gefährdungsklasse nach DIN 68 800 Teil 3
GKB	Gipskarton-Bauplatte DIN 18 180
H	Holzstiel oder -rippe
HFH	Harte Holzfaserplatte
HO	Hohlraum, belüftet oder nicht belüftet
HS	Hartschaumplatte
HWL	Holzwoleleichtbauplatte
HWS	Holzwerkstoff
IB	Innenbekleidung, -beplankung
KHP	Kunstharzputz
L	Lattung
MiFa	mineralischer Faserdämmstoff
MW	Mauerwerk
n.b.	nicht belüftet
PE	Polyethylen-Folie
PS	Polystyrol-Hartschaumplatte DIN 18 164 Teil 1
SCH	Schalung
SL	stehende Luft
USB	Unterspannbahn
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WS	Wetterschutz

Inhalt Teil A

	Seite
1 Allgemeines .....	5
2 Literatur-Auswertung .....	6
3 Durchgeführte Untersuchungen .....	7
3.1 Feuchteabgabe aus Hölzern mit unterschiedlicher Abdeckung	7
3.2 Feuchteabgabe aus Hölzern in Decken- oder Dachkonstruktionen	18
3.3 Feuchteabgabe aus Hölzern in Dachkonstruktionen	28
3.4 Feuchteabgabe aus Hölzern in Außenwänden und Plattenfeuchte von Außenbeplankungen	37
4 Bewertungs-Kriterien für Hölzer ohne chemischen Holzschutz .....	58
4.1 Holzarten	
4.2 Pilzbefall	
4.3 Insektenbefall	59
5 Zuordnung von Holzbauteilen zu den Gefährdungs- klassen nach DIN 68 800 Teil 3; Allgemeines.....	60
6 Außenwände .....	62
6.1 Konstruktionsprinzip	
6.2 Außenwand-Querschnitte	
6.3 Baustoffe	66
6.4 Weitere Konstruktionsdetails	
6.5 Tauwassergefahr im Querschnitt infolge Dampf- diffusion	70
6.6 Tauwassergefahr an der raumseitigen Bauteil- oberfläche	
6.7 Verarbeitungsfehler mit bauphysikalischen Folgen	71
6.8 Einbaufeuchte der Konstruktionshölzer	
6.9 Außerplanmäßige Befeuchtung der Hölzer im Nutzungszustand	72
6.10 Zuordnung der Holzteile zu den Gefährdungsklassen	

7	Geneigte Dächer über nicht ausgebauten Dachräumen .....	76
7.1	Anwendungsbereich der Dächer	
7.2	Konstruktionsprinzip	
7.3	Verarbeitungsfehler	
7.4	Einbaufeuchte der Konstruktionshölzer	
7.5	Zuordnung zu den Gefährdungsklassen	
8	Geneigte Dächer über Aufenthaltsräumen .....	80
8.1	Anwendungsbereich der Dächer	
8.2	Dachquerschnitte	
8.3	Weitere Konstruktionsdetails	
8.4	Einbaufeuchte der Dachhölzer	85
8.5	Befeuchtung der Dachhölzer im Nutzungszustand	
8.6	Zuordnung der Sparren zu den Gefährdungsklassen	
9	Flachdächer über Aufenthaltsräumen .....	95
9.1	Anwendungsbereich der Dächer	
9.2	Flachdach-Querschnitte	
9.3	Weitere Konstruktionsdetails	
9.4	Einbaufeuchte der Balken	97
9.5	Befeuchtung der Balken im Nutzungszustand	98
9.6	Zuordnung der Balken zu den Gefährdungsklassen	
10	Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen .....	101
10.1	Anwendungsbereich der Decken	
10.2	Decken-Querschnitte	
10.3	Einbaufeuchte der Deckenhölzer	
10.4	Zuordnung der Deckenbalken zu den Gefährdungsklassen	103
11	Geschoßdecken .....	106
11.1	Anwendungsbereich der Decken	
11.2	Decken-Querschnitte	
11.3	Einbaufeuchte der Deckenbalken	
11.4	Zuordnung der Deckenbalken zu den Gefährdungsklassen	108
11.5	Einbindungen der Deckenbalken in Mauerwerk oder dgl.	
11.6	Extreme Feuchtebeanspruchungen während der Nutzung	111

12	Innenwände, Innenstützen .....	113
12.1	Wandquerschnitte	
12.2	Anwendungsbereich	
12.3	Einbaufeuchte der Hölzer	
12.4	Zuordnung der Wandhölzer zu den Gefährdungs- klassen	
12.5	Innenstützen	115
13	Weitere Bauteile .....	119
14	Zusammenfassung Teil A .....	120



## 1 Allgemeines

=====

Ziel der Arbeiten zum Kapitel A ist eine Klassifizierung von Holzbauteilen hinsichtlich des erforderlichen vorbeugenden chemischen Holzschutzes in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsbereich. Behandelt werden Holzbauteile von Wohnhäusern und vergleichbaren Gebäuden in Holzbauart sowie Holzbauteile in Gebäuden anderer Bauart, z.B. Holzdächer über Gebäuden in Massivbauart. Betrachtet werden die Gefährdungsklassen 1 bis 3 nach DIN 68 800 Teil 3, während die Gefährdungsklasse 4 (extreme Beanspruchung) Sonderanwendungen des Holzes vorbehalten bleibt, die hier nicht erfaßt werden.

Grundlage für eine solche Einstufung sind

- a) die baupraktischen Erfahrungen des Bearbeiters über einen Zeitraum von 3 Jahrzehnten sowie
- b) die Ergebnisse von speziell im Rahmen dieser Forschungsarbeit durchgeführten Untersuchungen.

Dagegen wird die Betrachtung unabhängig von den derzeitigen Anforderungen nach DIN 68 800 Teil 3 vorgenommen.

Vorrangiges Ziel ist es, zukünftig zu einer differenzierten Klassifizierung der Anwendungsbereiche von Holzbauteilen und der zugehörigen Konstruktionen zu kommen, mit der die Anforderungen an den vorbeugenden chemischen Schutz auf das jeweils erforderliche Mindestmaß beschränkt werden.

Die Bewertung kann naturgemäß nicht umfassend und völlig lückenlos sein. Deshalb ist anzuraten, durch weitere praktische Untersuchungen sowohl offengebliebene Fragen (in Detailbereichen) zu klären als auch eine Bestätigung der teilweise getroffenen Annahmen zu erhalten.

Alle Angaben beziehen sich ausschließlich auf **Nadelholz**.

## 2 Literatur-Auswertung

=====

Deutsche Literatur, aus der eine Einstufung der Holzteile für die hier behandelten raumumschließenden Bauteile in die Gefährdungsklassen nach DIN 68 800 Teil 3 abzuleiten ist, ist dem Bearbeiter nicht bekannt.

Ausländische Literatur (Veröffentlichungen, Vorschriften) wurde bei dieser Arbeit aus folgendem Grund nicht berücksichtigt: Der Blick "über den Zaun" ist sicher bei vielen Forschungsaufgaben zweckmäßig, bei wissenschaftlichen Themen sogar unbedingt erforderlich. Bei der vorliegenden Aufgabenstellung (das gilt grundsätzlich auch für Teil B) geht es jedoch darum, aus der Sicht der Bundesrepublik unter Berücksichtigung der **hier** vorliegenden Situation und der **hier** gewonnenen Erfahrungen eine Bewertung des zu praktizierenden Holzschutzes vorzunehmen.

Vergleiche mit den Erkenntnissen und Bestimmungen in anderen Ländern mögen zwar statistisch interessant sein, sie dienen aber nicht dem eigentlichen Zweck, da die meisten Bewertungskriterien zum Holzschutz, die zu berücksichtigen sind, zwischen den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich sein können, z.B.:

- klimatische und biologische Verhältnisse
- angestrebtes Sicherheitsniveau
- technischer Standard bei der Herstellung der Bauteile
- Kostensituation
- Tradition im Umgang mit Holz und Einschätzung seiner Eigenschaften
- Bewertung des Umweltschutzes.

Um nur ein Beispiel zu nennen: Die USA sind traditionell das Land des Einfamilien-Holzhauses. Bei vielen Besuchen von Baustellen sowie von großen und mittelständigen Holzhaus-Herstellern hat sich der Bearbeiter davon überzeugt, daß die Holzteile i.a. keinen vorbeugenden chemischen Holzschutz aufweisen, ausgenommen solche, die im Kontakt mit Betonfundamenten stehen, oder Holzbauteile im Erdreich, z.B. als Fundamente bzw. als Keller-Außenwände solcher Häuser. Diese Beobachtungen stehen im Einklang mit den Vorschriften für den amerikanischen Holzhausbau (z.B. One and two family dwelling code, 1975).

### 3 Durchgeführte Untersuchungen

=====

#### 3.1 Feuchteabgabe aus Hölzern mit unterschiedlicher Abdeckung

##### 3.1.1 Zweck und verwendete Materialien für die Abdeckung

Mit dieser Messung sollte im Laborversuch festgestellt werden, in welchen Zeiträumen "naß" eingebautes Holz (Fichte) mit einer mittleren Holzfeuchte  $u_m > 30\%$  bei Abdeckung mit unterschiedlichen Stoffen auf Holzfeuchten  $u_m \leq 20\%$  austrocknet. Für die Abdeckung wurden entsprechend den Verhältnissen in der Praxis folgende Materialien gewählt:

1. Polyethylen-Folie (PE), 0,2 mm dick; Einsatz als Dampfsperre; wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke  $s_d = 20$  m (Rechenwert nach DIN 4108 Teil 4)
2. "DELTA-Folie SPF" (PE-Folie mit Gitter-Einlage); Unterspannbahn; je nach Konstruktion  $s_d \approx 3$  m (bei beidseitiger Konvektion) bzw.  $s_d > 50$  m (ohne beidseitige Konvektion)
3. "stamisol DWF 4250" (Polyester-Vlies mit Spezialbeschichtung); Unterdachbahn;  $s_d = 0,04$  m
4. "DIFUTEK" (Weichschaumstoff mit bewehrter Folie auf PU-Basis); Unterspannbahn;  $s_d = 0,13$  m
5. Gipskarton-Bauplatte GKB DIN 18 180, 12,5 mm dick,  $s_d = 0,1$  m (Rechenwert nach DIN 4108 Teil 4)
6. Spanplatte DIN 68 763, V 20, 16 mm dick,  $s_d = 0,8$  m bzw. 1,6 m (Rechenwerte nach DIN 4108 Teil 4).

##### 3.1.2 Aufbau der Prüfkörper

Aus dem "nassen" Balken A mit einer Gesamtlänge von ca. 3 m wurden entsprechend Bild 3.1-1a 7 Proben von je 400 mm Länge (Proben A 1 bis A 7) sowie eine 20 mm dicke Scheibe ("DP vor" = Darrprüfung vor Versuchsbeginn) entnommen; Querschnitt des Balkens  $b/h = 90/230$  mm. Die Stirnseiten der Proben wurden anschließend durch einen zweimaligen Anstrich mit "Perfalon" weitgehend dampfundurchlässig abgedichtet (Bild 3.1-2).

Die Abdeckung der einzelnen Prüfkörper geht aus Bild 3.1-3 hervor. Folgende Abdeckungen der Seitenflächen wurden gewählt:

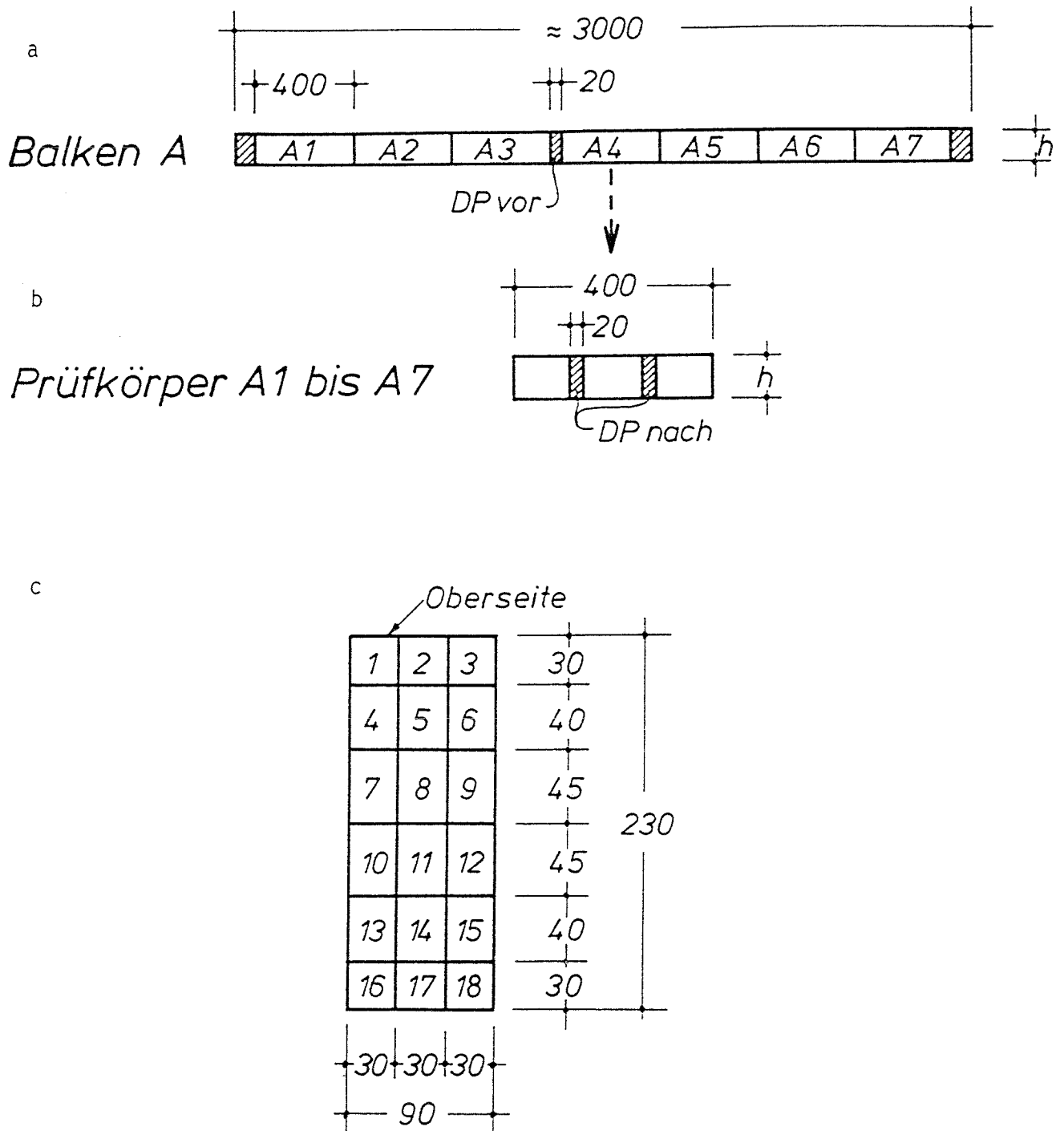


Bild 3.1-1: a Entnahme der Prüfkörper A 1 bis A 7 sowie einer Darrprobe ("DP vor") aus dem Balken;  
b Entnahme der beiden Darrproben (DP) aus jedem Prüfkörper nach Versuchsende;  
c Aufteilung in einzelne Klötzchen zur Bestimmung der Holzfeuchte über den Balkenquerschnitt mittels Darren

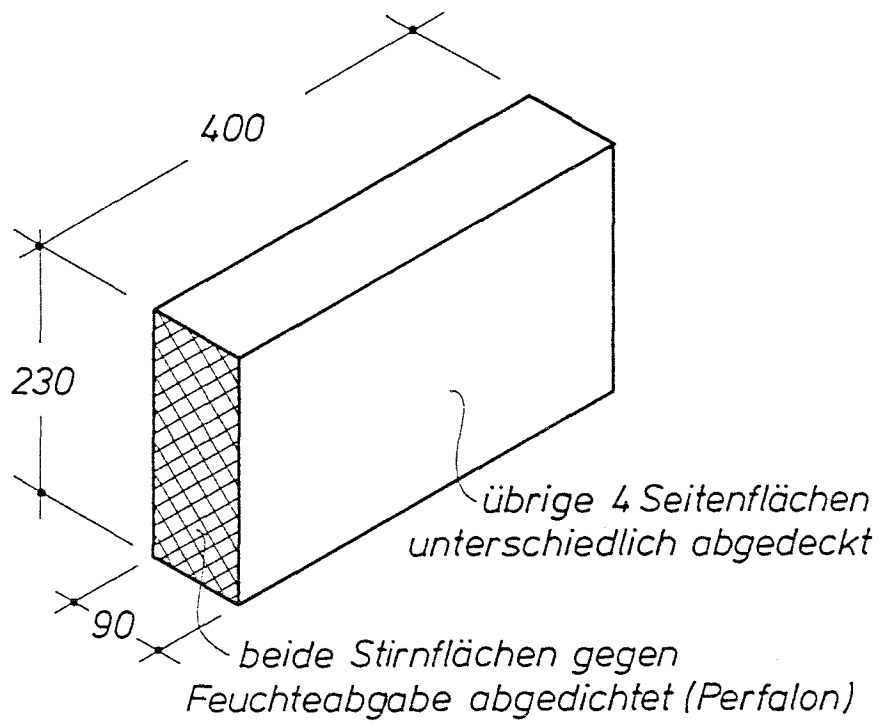


Bild 3.1-2: Behandlung der Prüfkörper A 1 bis A 7 vor Versuchsbeginn

Probe Nr. A1

A2

A3

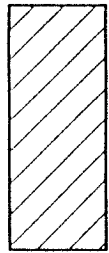
A4

A5

A6

A7

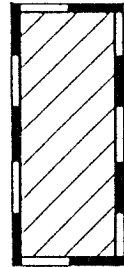
11.12.86  
bis  
30.4.87



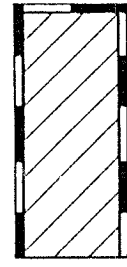
roh



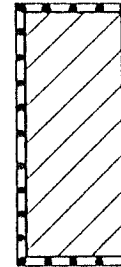
0,2mm PE



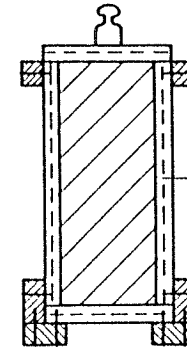
„Delta“-Folie



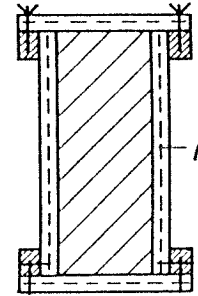
0,2mm PE



„Difutec“



GKB 12,5



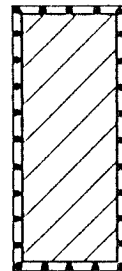
FP 16 V 20

A2a

A3a

30.4.87  
bis  
10.8.87

||



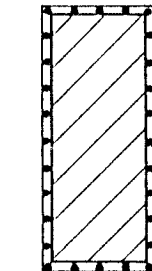
Difutec

||

||

||

||



„Stamisol“

Bild 3.1-3: Untersuchte Abdeckungen für die Probekörper A 1 bis A 7 sowie Untersuchungs-Zeitraum; bei den Prüfkörpern A 2 und A 3 wurde zwischenzeitlich die Abdeckung gewechselt

A 1: Keine Abdeckung (Vergleichs-Probe)

A 2: a) zunächst PE-Folie 0,2 mm  
b) später ersetzt durch DIFUTEK

A 3: a) zunächst DELTA-Folie SPF  
b) später ersetzt durch stamisol DWF 4250

A 4: PE-Folie 0,2 mm dreiseitig, eine Schmalseite unbekleidet

A 5: DIFUTEK

A 6: Gipskarton-Bauplatte GKB

A 7: Spanplatte V 20

Die Kanten am Übergang zwischen den Seitenabdeckungen und den Stirnflächen sowie die Plattenstöße innerhalb der Abdeckungen (bei A 6 und A 7) wurden weitgehend dampfundurchlässig abgedichtet.

### 3.1.3 Lagerung der Prüfkörper, Klimabedingungen

Die "nassen" Prüfkörper A 1 bis A 7 wurden anschließend in einem Klimaraum gelagert und den in Tabelle 3.1-1 aufgeführten Klimabedingungen ausgesetzt. Temperatur und relative Feuchte im Klimaraum waren während einer Woche weitgehend konstant, jedoch ergaben sich in Abhängigkeit von den äußeren Klimabedingungen zwischen den einzelnen Wochen teilweise größere Unterschiede. In Tabelle 3.1-1 sind zum einen die Wochen-Mittelwerte  $\bar{\theta}$  und  $\bar{\varphi}$  sowie die Mittelwerte  $\bar{\theta}$  und  $\bar{\varphi}$  über jeweils mehrere Wochen mit vergleichbarem Klima enthalten.

Um nicht zu günstige Vorbedingungen für die Austrocknung der Hölzer zu schaffen, wurde die Raumtemperatur mit einem Mittelwert von etwa  $\bar{\theta} = +15^{\circ}\text{C}$  bewußt niedrig gehalten. Bei einer während der ersten Monate vorhandenen relativen Feuchte von etwa  $\bar{\varphi} = 43\%$  entspricht der sich einstellende Dampfdruckunterschied zwischen Holzoberfläche (bei angenommener Fasersättigung, d.h. bei  $\varphi(\text{Holz}) = 100\%$ ) und Umgebung etwa dem bei einem Raumklima

$$\bar{\theta} = 20^{\circ}\text{C} \text{ und } \bar{\varphi} = 60\%,$$

also üblichen Klimabedingungen während der warmen Jahreszeit oder in beheizten Aufenthaltsräumen.

Tabelle 3.1-1: Prüfzeitraum und Klimabedingungen während der Lagerung der Prüfkörper A 1 bis A 7, Wochen-Mittelwerte  $\bar{\theta}$  und  $\bar{\varphi}$  sowie Bereichsmittelwerte  $\bar{\theta}$  und  $\bar{\varphi}$

Zeitraum				OC	%	OC	%
1986	11.12.	bis	14.12.	14	49		
	15.12.	bis	21.12.	16	47		
	22.12.	bis	25.12.	17	41		
1987	29.12.	bis	4. 1.	13	50		
	5. 1.	bis	11. 1.	13	47		
	12. 1.	bis	18. 1.	12	41		
	22. 1.	bis	25. 1.	15	40		
	26. 1.	bis	1. 2.	16	37		
	2. 2.	bis	8. 2.	16	35		
	9. 2.	bis	15. 2.	16	45	15	43
	16. 2.	bis	22. 2.	15	44		
	23. 2.	bis	1. 3.	-	-		
	2. 3.	bis	8. 3.	-	-		
	10. 3.	bis	15. 3.	16	36		
	16. 3.	bis	22. 3.	15	40		
	23. 3.	bis	29. 3.	14	47		
	30. 3.	bis	5. 4.	15	46		
	6. 4.	bis	12. 4.	-	-		
	13. 4.	bis	19. 4.	-	-		
	20. 4.	bis	25. 4.	17	48		
	26. 4.	bis	3. 5.	16	52		
	4. 5.	bis	10. 5.	14	54		
	11. 5.	bis	17. 5.	13	56	14	54
	18. 5.	bis	24. 5.	13	58		
25. 5.	bis	31. 5.	14	59			
1. 6.	bis	7. 6.	14	62			
8. 6.	bis	14. 6.	15	64	14	64	
15. 6.	bis	21. 6.	14	65			
22. 6.	bis	28. 6.	14	71			
29. 6.	bis	5. 7.	16	77			
6. 7.	bis	12. 7.	16	75			
13. 7.	bis	19. 7.	16	76	15	76	
20. 7.	bis	26. 7.	16	79			
27. 7.	bis	29. 7.	15	78			
3. 8.	bis	9. 8.	15	75			

- nicht erfaßter Zeitraum



### 3.1.4 Messung der Holzfeuchte

Folgende Holzfeuchten der Prüfkörper A 1 bis A 7 wurden durch Wägung ermittelt:

1. Holzfeuchte an 1 Probe des "nassen" Balkens A vor Herstellung der Prüfkörper (vgl. Bild 3.1-1a, "DP vor"), und zwar auch die Verteilung über den Querschnitt (vgl. Bild 3.1-1c).
2. Mittlere Holzfeuchte der Prüfkörper vor Versuchsbeginn (durch Zurückrechnen über das jeweilige Darrgewicht am Versuchsende).
3. Verlauf der mittleren Holzfeuchte der einzelnen Prüfkörper über den Untersuchungszeitraum während der Lagerung im Klimaraum durch Wägen des gesamten Prüfkörpers (bei den Proben A 2 bis A 5, die Masse der Folien wurde abgezogen) bzw. des Holzteils ohne Abdeckung (bei den Prüfkörpern A 1, A 6 und A 7) in etwa wöchentlichen Zeitabständen.
4. Holzfeuchte der Prüfkörper über ihren Querschnitt am Versuchsende entsprechend Bild 3.1-1b ("DP nach") und c.

### 3.1.5 Ergebnis

Die Messung der Holzfeuchte brachte folgende Ergebnisse:

1. Holzfeuchte der willkürlich gewählten Probe des "nassen" Balkens zu Versuchsbeginn (Probe "DP vor" nach Bild 3.1-1a):

$$u_m(\text{DP vor}) = 31\%$$

Verteilung der Holzfeuchte über den Querschnitt siehe Bild 3.1-4.

2. Mittlere Holzfeuchte der einzelnen Prüfkörper A 1 bis A 7 zu Versuchsbeginn (durch Zurückrechnen nach Versuchsende) siehe Tabelle 3.1-2.

Tabelle 3.1-2: Mittlere Holzfeuchten  $u_m$  der Prüfkörper vor Versuchsbeginn

! Probe !	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7
! $u_m$ (%) !	38,6	32,7	31,8	40,5	34,9	34,2	37,3

Daraus ergibt sich der Mittelwert des "nassen" Balkens in 1. Näherung zu etwa

$$u_m(\text{Balken}) \approx 36\%$$

+-----+-----+-----+
! 30,7 ! 30,2 ! 25,8 !
+-----+-----+-----+
! 33,0 ! 32,9 ! 29,5 !
+-----+-----+-----+
! 33,1 ! 33,1 ! 29,7 !
+-----+-----+-----+
! 30,8 ! 32,7 ! 29,5 !
+-----+-----+-----+
! 32,4 ! 36,0 ! 31,4 !
+-----+-----+-----+
! 25,9 ! 29,6 ! 27,4 !
+-----+-----+-----+
$u_m = 31,1\%$

Bild 3.1-4: An einer willkürlich gewählten Probe gemessene Holzfeuchte  $u$  in % über den Querschnitt des Balkens A vor Versuchsbeginn (Probe "DP vor" nach Bild 3.1-1a) entsprechend Bild 3.1-1c und mittlere Holzfeuchte  $u_m$

3. Verlauf der mittleren Holzfeuchte  $u_m$  der einzelnen Prüfkörper während der Lagerung im Klimaraum siehe Bild 3.1-5.
4. Verteilung der Holzfeuchte  $u$  über den Querschnitt sowie Mittelwert  $u_m$  der einzelnen Prüfkörper (Mittelwerte aus je 2 Scheiben) am Versuchsende siehe Bild 3.1-6.

### 3.1.6 Diskussion der Ergebnisse

Unter den gewählten Klimabedingungen während der Lagerung ergaben sich für die einzelnen Abdeckungen folgende Zeiträume für die Reduzierung der mittleren Holzfeuchte von im Mittel  $u_m \approx 36\%$  auf  $u_m \approx 20\%$  (siehe Tabelle 3.1-3).

Tabelle 3.1-3: Zeiträume für die Reduzierung der mittleren Holzfeuchte der einzelnen Prüfkörper von  $u_m \approx 36\%$  auf  $u_m \approx 20\%$

! Prüfkörper !	! Material !	! Abdeckung !	! $s_d$ (m) !	! Zeitraum !
! !	! !	! !	! !	! (Monate) !
! A 1 !	! keine, unbekleideter Querschnitt !	! !	! - !	! 0,5 .. 1 !
! A 2a !	! DIFUTEC !	! !	! 0,13 !	! !
! A 5 !	! DIFUTEC !	! !	! 0,13 !	! $\approx 1$ !
! A 3a !	! stamisol !	! !	! 0,04 !	! !
! A 6 !	! Gipskarton-Bauplatte !	! !	! 0,1 !	! !
! A 7 !	! Spanplatte !	! !	! 0,8/1,6 !	! $\approx 4$ !
! A 2 !	! PE-Folie !	! !	! 20 !	! !
! A 3 !	! DELTA-Folie !	! !	! $> 50$ !	! $> 12$ !
! A 4 !	! PE-Folie dreiseitig !	! !	! 20/- !	! !

Für die Ausbildungen A 1 - A 2a - A 5 - A 3a - A 6 und für vergleichbare Ausführungen bestehen somit unter üblichen Klimabedingungen keine Bedenken, wenn solche Holzteile auch ohne Pilzschutz mit einer mittleren Holzfeuchte  $u_m > 30\%$  (jedoch  $u_m \leq 50\%$ ) eingebaut werden, da der anzustrebende Grenzwert  $u_m = 20\%$  bei diesen Versuchen bereits nach etwa 1 Monat erreicht wird. Bei noch größeren Balkenquerschnitten als die hier untersuchten können sich entsprechend längere, jedoch ebenfalls unkritische Austrocknungszeiten ergeben.

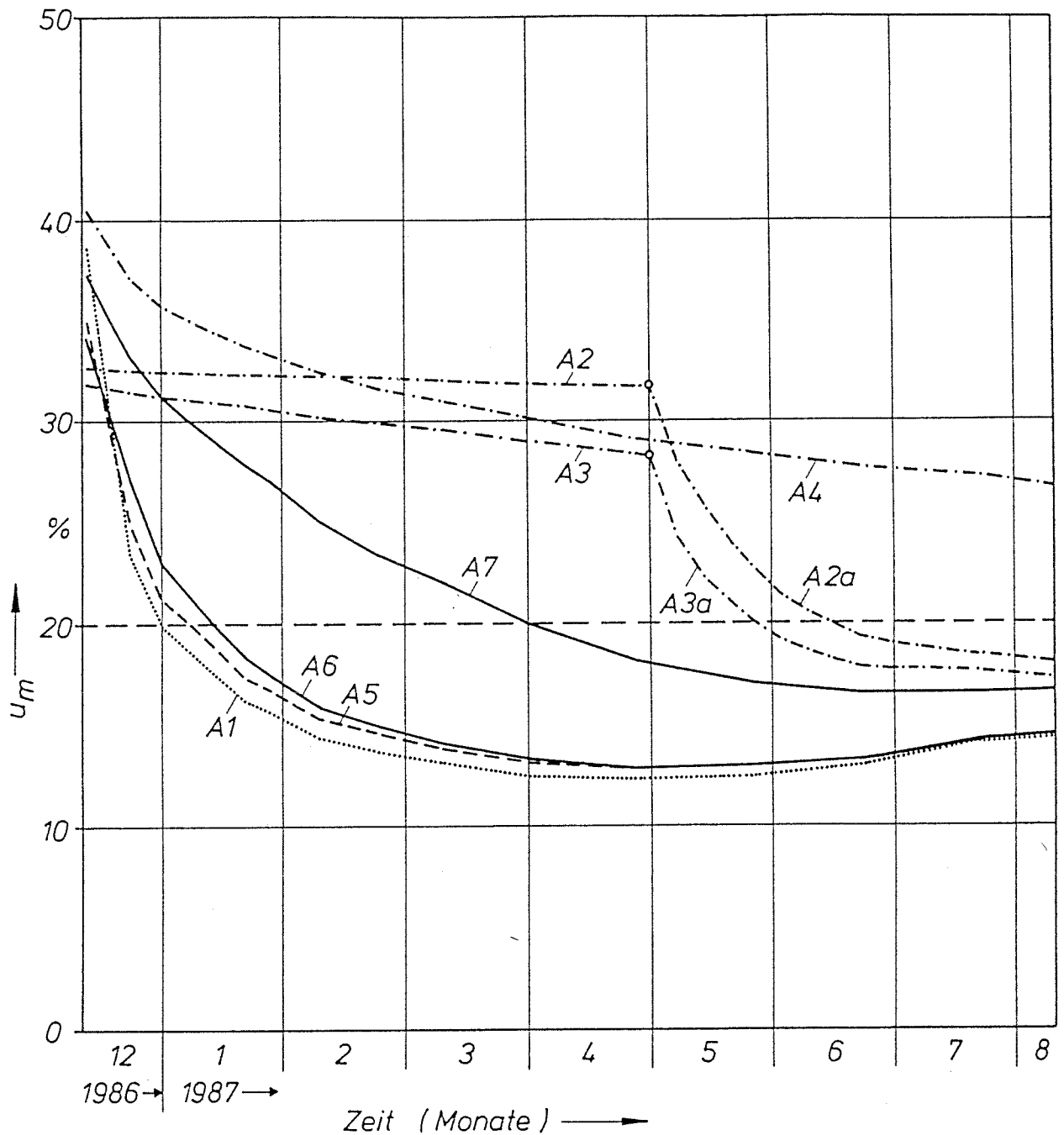


Bild 3.1-5: Verlauf der mittleren Holzfeuchte  $u_m$  der einzelnen Prüfkörper A 1 bis A 7 während der Lagerung unter den Klimabedingungen nach Tabelle 3.1-1; am 30.4.1987 wurde die Bekleidung der Prüfkörper A 2 und A 3 gewechselt ( $\rightarrow$  A 2a und A 3a)

A 1	A 2a	A 3a
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 13,6 ! 13,8 ! 14,0 !	! 17,7 ! 18,2 ! 17,8 !	! 17,5 ! 17,8 ! 17,4 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 14,0 ! 13,8 ! 14,3 !	! 18,6 ! 19,0 ! 18,8 !	! 17,6 ! 18,3 ! 17,9 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 14,4 ! 14,6 ! 14,4 !	! 18,7 ! 19,3 ! 18,6 !	! 18,1 ! 18,8 ! 18,4 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 15,1 ! 15,2 ! 15,2 !	! 18,3 ! 18,9 ! 18,2 !	! 17,7 ! 18,5 ! 17,8 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 14,9 ! 14,6 ! 14,8 !	! 18,2 ! 18,8 ! 18,1 !	! 17,1 ! 17,8 ! 17,2 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 14,4 ! 14,5 ! 14,8 !	! 17,2 ! 17,7 ! 16,5 !	! 16,6 ! 17,2 ! 16,6 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
$u_m = 14,4\%$	$u_m = 18,1\%$	$u_m = 17,4\%$
A 4	A 5	A 6
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 31,5 ! 33,1 ! 31,0 !	! 14,5 ! 14,5 ! 14,3 !	! 14,2 ! 14,6 ! 14,1 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 29,9 ! 31,6 ! 29,7 !	! 14,6 ! 14,9 ! 14,1 !	! 14,6 ! 14,7 ! 14,5 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 29,1 ! 29,7 ! 29,7 !	! 14,8 ! 14,9 ! 14,8 !	! 14,4 ! 14,3 ! 14,4 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 29,7 ! 27,3 ! 27,0 !	! 15,6 ! 15,2 ! 14,9 !	! 14,5 ! 14,6 ! 14,4 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 24,1 ! 23,8 ! 24,2 !	! 14,2 ! 14,7 ! 14,4 !	! 14,4 ! 14,4 ! 14,5 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 19,1 ! 19,1 ! 19,3 !	! 14,3 ! 14,4 ! 14,1 !	! 14,0 ! 14,2 ! 14,1 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
$u_m = 26,9\%$	$u_m = 14,4\%$	$u_m = 14,4\%$
A 7		
+-----+-----+-----+		
! 16,1 ! 16,2 ! 16,0 !		
+-----+-----+-----+		
! 16,9 ! 17,3 ! 17,0 !		
+-----+-----+-----+		
! 16,9 ! 17,2 ! 16,9 !		
+-----+-----+-----+		
! 16,9 ! 17,3 ! 16,9 !		
+-----+-----+-----+		
! 16,7 ! 16,8 ! 16,7 !		
+-----+-----+-----+		
! 16,2 ! 16,4 ! 16,3 !		
+-----+-----+-----+		
$u_m = 16,7\%$		

Bild 3.1-6: Verteilung der Holzfeuchte  $u$  in % über den Querschnitt und Mittelwert  $u_m$  der einzelnen Prüfkörper am Versuchsende

Die Abdeckung A 7 ist dagegen mit etwas Vorsicht zu betrachten, da die Zeitspanne ohne Einrechnung eines Sicherheitsbeiwertes (zur Erfassung auch ungünstigerer Umgebungs-Klimate) bereits 4 Monate beträgt.

Ungeeignet für den Einbau von Holzteilen ohne Pilzschutz - bereits für Holzfeuchten  $u_m > 20\%$  (!) - sind dagegen die restlichen Ausführungen A 2 - A 3 - A 4, da bei gemessenen Austrocknungs-Zeiträumen von  $> 12$  Monaten die Gefahr von Schäden durch Pilzbefall gegeben ist.

### 3.2 Feuchteabgabe aus Hölzern in Decken- oder Dachkonstruktionen (Labor-Prüfung)

#### 3.2.1 Zweck

Mit dieser Messung sollte im Laborversuch festgestellt werden, in welchen Zeiträumen in Dach- oder Deckenkonstruktionen "naß" eingebautes Holz (Fichte) mit  $u_m > 30\%$  austrocknet.

Untersucht wurden 5 verschiedene Deckenquerschnitte entsprechend Bild 3.2-1. Erläuterungen zu den Materialien FP 22 V 20 (22 mm Spanplatten), DIFUTEC und 0,2 mm PE-Folie sind bereits im Abschnitt 3.1.1 enthalten. Der verwendete mineralische Faserdämmstoff hatte eine Rohdichte von ca.  $15 \text{ kg/m}^3$ .

#### 3.2.2 Aufbau der Prüfkörper

Es wurde jeweils - stellvertretend für die gesamte Decke - ein Ausschnitt angefertigt (Bild 3.2-2), dessen seitliche Begrenzungen unter Verwendung von 0,2 mm PE-Folie weitgehend dampfundurchlässig ausgebildet wurden. Auch das Hirnholz des Balkens wurde wie bereits in 3.1.2 beschrieben abgedichtet.

Aus dem "nassen" Balken D mit einer Gesamtlänge von ca. 3,50 m wurden entsprechend Bild 3.2-3a 5 Einzelteile von je 600 mm Länge (Proben D 1 bis D 5) sowie eine 20 mm dicke Scheibe ("DP vor") entnommen; Querschnitt des Balken  $b/h = 90/230 \text{ mm}$ .

#### 3.2.3 Lagerung der Prüfkörper, Klimabedingungen

Die Decken-Prüfkörper D 1 bis D 5 wurden im selben Klimaraum gleichzeitig demselben Klima ausgesetzt wie die Prüfkörper A 1 bis A 7 nach 3.1.2, so daß das in Abschnitt 3.1.3 hierzu Gesagte uneingeschränkt gilt.

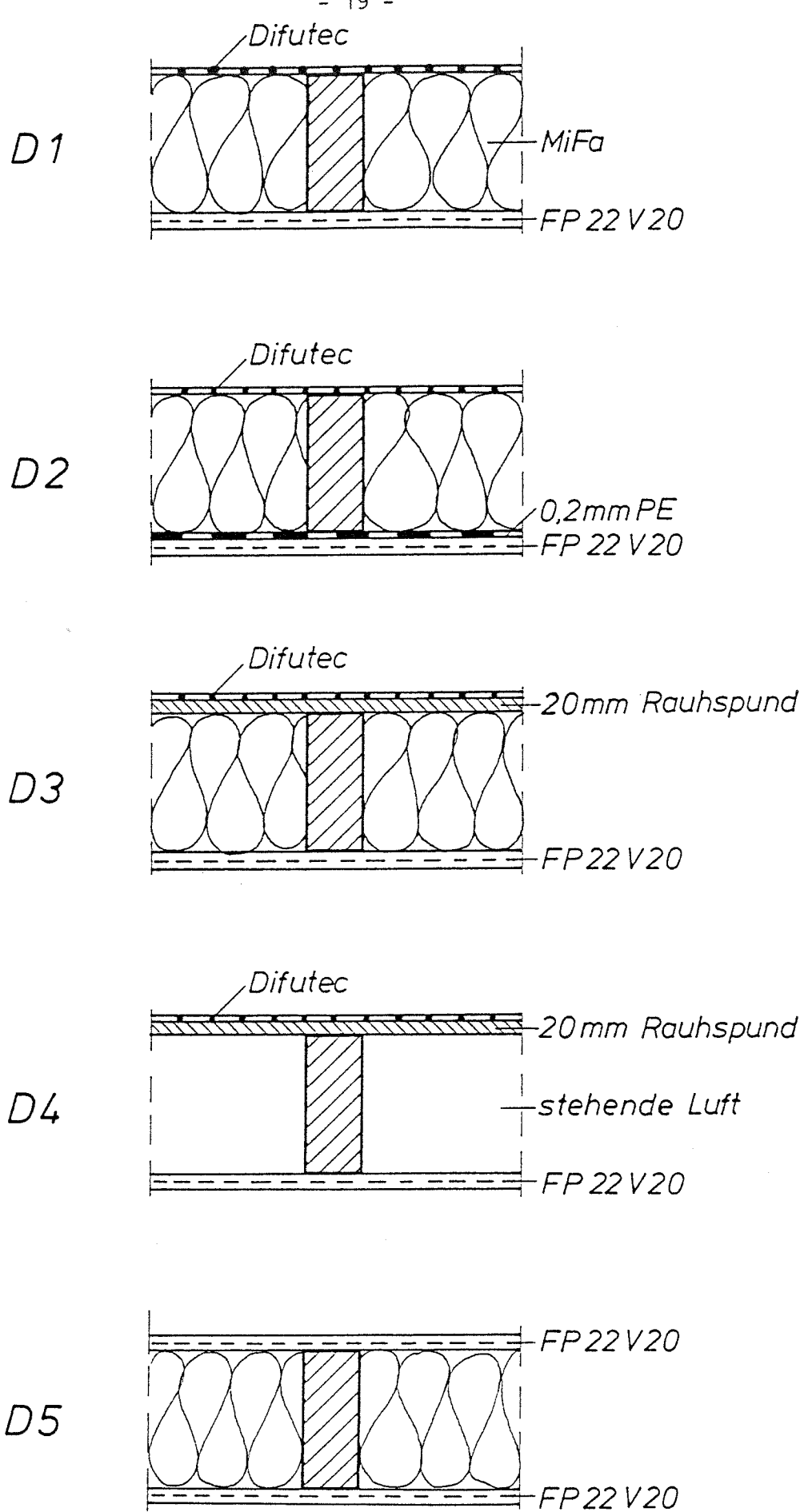


Bild 3.2-1: Untersuchte Dach- oder Deckenquerschnitte D 1 bis D 5

FP 22 V20 Spanplatte DIN 68 763, 22 mm dick

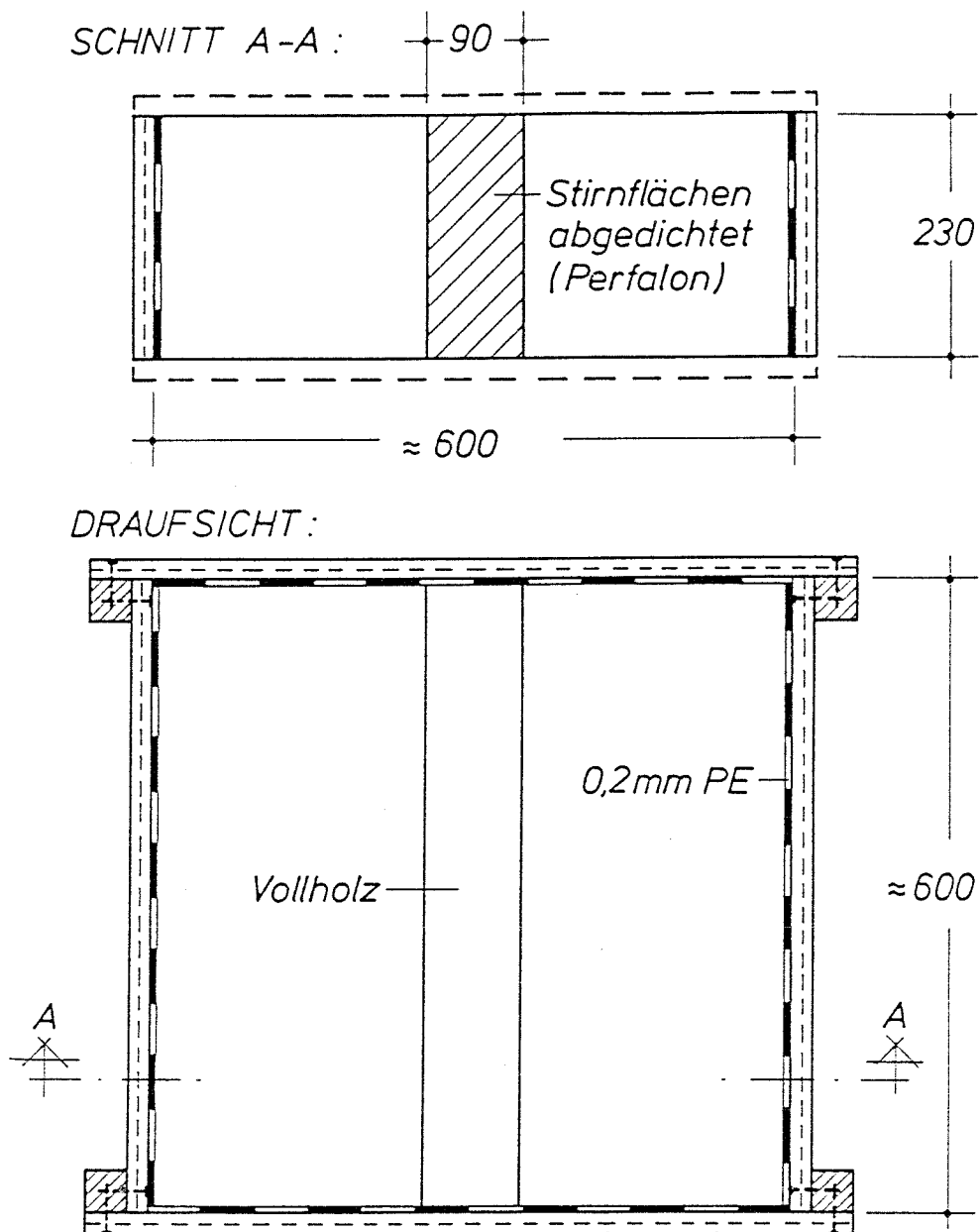


Bild 3.2-2: Prinzip und Abmessungen der geprüften Deckenausschnitte D 1 bis D 5



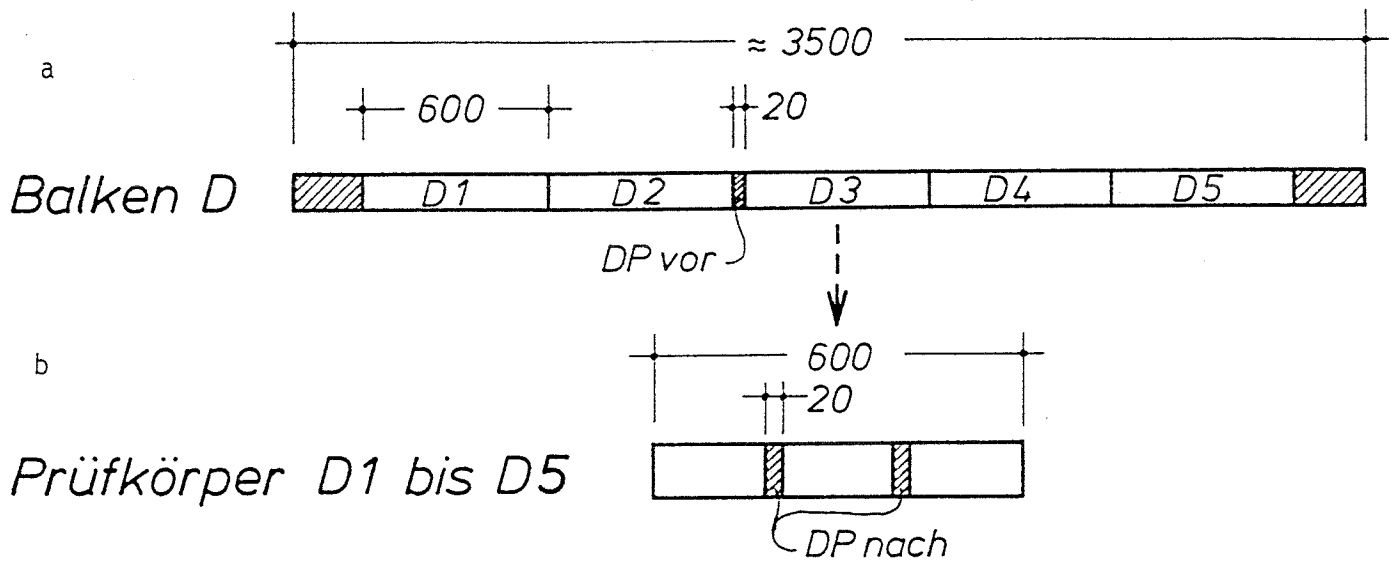


Bild 3.2-3: a Entnahme der Prüfkörper D 1 bis D 5 sowie einer Darrprobe ("DP vor") aus dem Balken;  
b Entnahme der beiden Darrproben ("DP nach") aus jedem Prüfkörper nach Versuchsende

### 3.2.4 Messung der Holzfeuchte

Die Holzfeuchte zu D 1 bis D 5 wurde wieder ausschließlich durch Wägung in folgender Weise ermittelt (vgl. auch 3.1.4):

1. Holzfeuchte an 1 Probe des "nassen" Balkens D vor Herstellung der Prüfkörper (vgl. Bild 3.2-3a, "DP vor"), auch über den Querschnitt (nach Bild 3.1-1c).
2. Mittlere Holzfeuchte der Balkenabschnitte zu Beginn der Untersuchung (Auswertung erfolgte erst nach Versuchsende).
3. Verlauf der mittleren Holzfeuchte über den Untersuchungszeitraum durch mehrmaliges Herausnehmen und Wägen der Balkenabschnitte mit anschließender Wiederherstellung des Prüfkörpers.
4. Holzfeuchte über den Balkenquerschnitt am Versuchsende.

### 3.2.5 Ergebnis

Die Messung der Holzfeuchte brachte folgende Ergebnisse:

1. Mittlere Holzfeuchte der willkürlich gewählten Probe des "nassen" Balkens

$$u_m(\text{DP vor}) = 53\%$$

Verteilung der Holzfeuchte über den Querschnitt siehe Bild 3.2-4.

2. Mittlere Holzfeuchte der einzelnen Balkenabschnitte in D 1 bis D 5 zu Versuchsbeginn (durch Zurückrechnen nach Versuchsende) siehe Tabelle 3.2-1.

Tabelle 3.2-1: Mittlere Holzfeuchten  $u_m$  der Prüfkörper vor Versuchsbeginn

! Probe !	D 1 !	D 2 !	D 3 !	D 4 !	D 5 !
$u_m$ (%)	44,2	48,1	51,0	51,6	53,6

Daraus ergibt sich der Mittelwert des "nassen" Balkens in 1. Näherung zu etwa

$$u_m(\text{Balken}) \approx 50\%$$

```
+-----+-----+-----+
! 40,2 ! 52,6 ! 51,5 !
+-----+-----+-----+
! 48,8 ! 61,5 ! 60,0 !
+-----+-----+-----+
! 40,1 ! 35,1 ! 35,7 !
+-----+-----+-----+
! 43,1 ! 42,4 ! 45,2 !
+-----+-----+-----+
! 52,7 ! 58,7 ! 58,6 !
+-----+-----+-----+
! 78,9 ! 68,2 !109,5 !
+-----+-----+-----+
um = 53,3%
```

Bild 3.2-4: An einer willkürlich gewählten Probe gemessene Holzfeuchte  $u$  in % über den Querschnitt des Balkens D vor Versuchsbeginn (Probe "DP vor" nach Bild 3.2-3a) entsprechend Bild 3.1-1c

3. Verlauf der mittleren Holzfeuchte in den Balkenabschnitten der einzelnen Prüfkörper während der Lagerung im "Klimaraum" siehe Bild 3.2-5.
4. Verteilung der Holzfeuchte  $u$  über den Querschnitt sowie Mittelwert  $u_m$  der einzelnen Prüfkörper (Mittelwerte aus 2 Scheiben, vgl. Bild 3.2-3b) am Versuchsende siehe Bild 3.2-6.

### 3.2.6 Diskussion der Ergebnisse

Unter den gewählten Klimabedingungen während der Lagerung ergaben sich für die einzelnen Konstruktionen folgende Zeiträume für die Reduzierung der mittleren Holzfeuchte von im Mittel  $u_m \approx 50\%$  auf  $u_m \approx 20\%$  (siehe Tabelle 3.2-2). Zum Vergleich mit den Angaben in 3.1.6 sind auch die Zeiträume für die Reduzierung von  $u_m \approx 35\%$  auf  $u_m \approx 20\%$  angegeben.

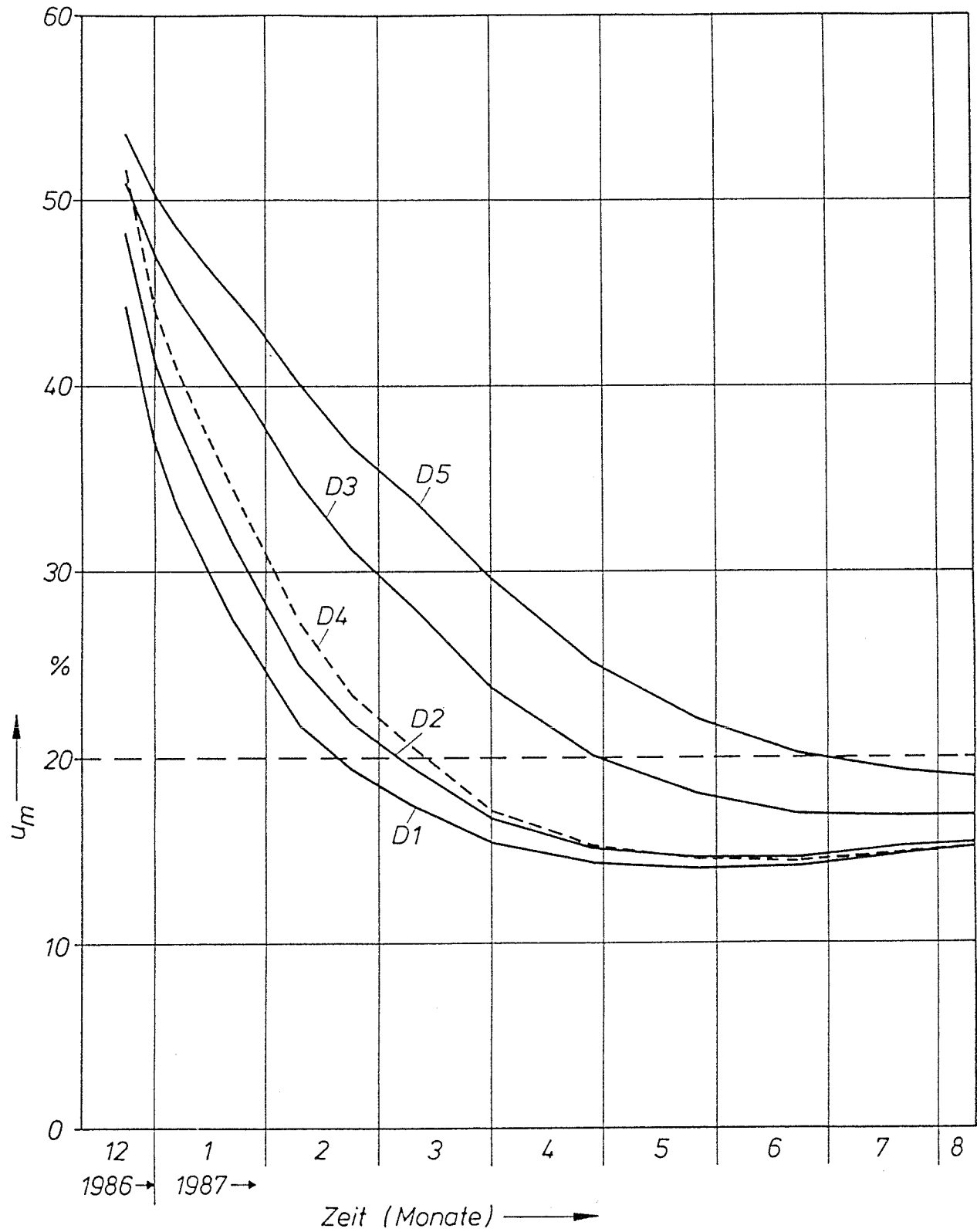
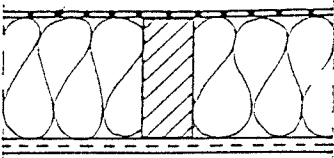
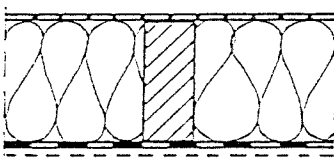
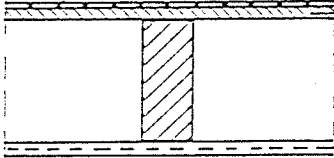
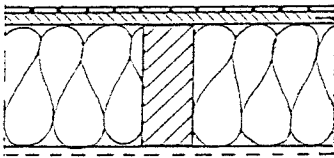
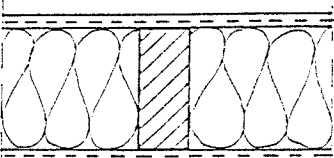


Bild 3.2-5: Verlauf der mittleren Holzfeuchte  $u_m$  der einzelnen Balkenabschnitte zu D 1 bis D 5 während der Lagerung unter den Klimabedingungen nach Tabelle 3.1-1

D 1	D 2	D 3
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 14,5 ! 14,4 ! 14,3 !	! 14,7 ! 14,9 ! 14,8 !	! 15,1 ! 17,1 ! 16,9 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 14,8 ! 15,1 ! 14,7 !	! 15,2 ! 15,4 ! 15,5 !	! 16,2 ! 16,7 ! 17,2 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 15,1 ! 15,3 ! 15,2 !	! 15,5 ! 15,8 ! 15,4 !	! 17,3 ! 17,5 ! 17,6 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 15,2 ! 15,3 ! 15,3 !	! 15,9 ! 16,1 ! 15,9 !	! 17,3 ! 17,3 ! 17,5 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 15,5 ! 15,8 ! 15,9 !	! 16,3 ! 16,6 ! 16,2 !	! 17,2 ! 17,2 ! 17,2 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 15,5 ! 15,7 ! 15,5 !	! 16,2 ! 16,5 ! 16,2 !	! 16,9 ! 17,1 ! 16,9 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
$u_m = 15,2\%$	$u_m = 15,5\%$	$u_m = 17,0\%$
D 4	D 5	
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	
! 15,1 ! 15,1 ! 14,9 !	! 18,0 ! 18,0 ! 17,9 !	
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	
! 15,4 ! 15,5 ! 15,3 !	! 18,5 ! 18,7 ! 18,3 !	
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	
! 15,1 ! 15,1 ! 15,4 !	! 18,8 ! 19,3 ! 18,9 !	
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	
! 15,3 ! 15,8 ! 15,3 !	! 19,3 ! 19,8 ! 19,2 !	
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	
! 15,4 ! 15,7 ! 15,2 !	! 19,5 ! 20,1 ! 19,7 !	
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	
! 15,4 ! 15,6 ! 15,3 !	! 19,6 ! 20,0 ! 19,6 !	
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	
$u_m = 15,3\%$	$u_m = 19,1\%$	

Bild 3.2-6: Verteilung der Holzfeuchte  $u$  in % über den Querschnitt und Mittelwert  $u_m$  der einzelnen Prüfkörper am Versuchsende (Versuchsdauer ca. 8 Monate)

Tabelle 3.2-2: Zeiträume für die Reduzierung der mittleren Holzfeuchte der einzelnen Balkenabschnitte von  $u_m \approx 50\%$  bzw.  $u_m \approx 35\%$  auf  $u_m \approx 20\%$  unter den gewählten Klimabedingungen

! Prüfkörper !	Konstruktion	! Zeitraum (Monate) !	
		! 50% → 20% !	! 35% → 20% !
D 1		≈ 2	≈ 1,5
D 2		≈ 2 ... 3	≈ 2
D 4			
D 3		≈ 4	≈ 3
D 5		≈ 6	≈ 4

Für Dach- und Deckenquerschnitte entsprechend den untersuchten Ausführungen D 1, D 2 und D 4 bestehen somit unter üblichen Klimabedingungen keine Bedenken, wenn die Balken auch mit einer Holzfeuchte  $u_m > 30\%$  (jedoch  $u_m \leq 50\%$ ) ohne Pilzschutz eingebaut werden, da der anzustrebende Grenzwert  $u_m = 20\%$  bei diesen Versuchen spätestens nach etwa 2 Monaten (für  $u_m = 35\% \rightarrow u_m = 20\%$ ) bzw. nach etwa 2 bis 3 Monaten (für  $u_m = 50\% \rightarrow u_m = 20\%$ ) erreicht wird. Bei noch größeren Balkenquerschnitten können sich die Austrocknungszeiten entsprechend verlängern, bleiben jedoch bei diesen Ausbildungen harmlos.

Dagegen läßt sich diese Aussage für die Konstruktion D 3 nur bedingt, für D 5 nicht mehr machen, da hier die entsprechenden Austrocknungs-Zeiträume - ohne Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwertes zur Erfassung auch ungünstigerer Umgebungs-Klimate - mit etwa 3 sowie 4 Monaten für D 3 größer bzw. mit etwa 4 sowie 6 Monaten für D 5 zu groß erscheinen.

### 3.3 Feuchteabgabe aus Hölzern in Dachkonstruktionen (Prüfung in bestehendem Gebäude)

#### 3.3.1 Zweck

Mit dieser Messung sollte ermittelt werden, in welchen Zeiträumen "naß" eingebautes Holz (mit  $u_m \gg 30\%$ ) in der Dachkonstruktion eines bestehenden Gebäudes austrocknet.

Untersucht wurden 3 unterschiedliche Dachquerschnitte entsprechend Bild 3.3-1. Beschreibung der verwendeten Werkstoffe siehe Abschnitt 3.1.1. Die obere Abdeckung bestand bei den Querschnitten B 1 und B 2 aus einer ca. 3 bis 4 mm harten Holzfaserverplatte DIN 68 754, bei B 3 aus einer handelsüblichen Unterspannbahn ("DELTA-Folie").

Diese Dachquerschnitte wurden in einem Holz-Fertighaus (Ort: Lauenstein) auf der Nordseite des Daches über einem nicht ausgebauten, unbeheizten Dachgeschoß (Dachboden) eingebaut.

#### 3.3.2 Dachquerschnitte

Die 3 hergestellten und untersuchten Dachquerschnitte nach Bild 3.3-1 waren jeweils ca. 2 m lang und ca. 1,25 m breit. In der Mitte zwischen 2 vorhandenen Sparren (Achsabstand 1,25 m) wurde jeweils 1 "nasser" Balken (b/h = 90/250 mm, Länge 2 m) angeordnet, dessen Stirnseiten mit PE-Folie weitgehend wasserdampfdurchlässig abgedeckt waren. Bei den Querschnitten B 2 und B 3 wurde die unterseitige PE-Folie an allen 4 lotrechten Seiten der Prüffläche bis unter die Unterspannbahn hochgezogen.

Die Balken waren im Anlieferungszustand ca. 2,50 m lang gewesen. Zur Messung der Anfangsfeuchte (im Mittel und über den Querschnitt) wurde je Balken eine 20 mm dicke Scheibe etwa 300 mm vom Stirnende entfernt herausgetrennt und in Darrproben entsprechend Bild 3.3-2 aufgeteilt.



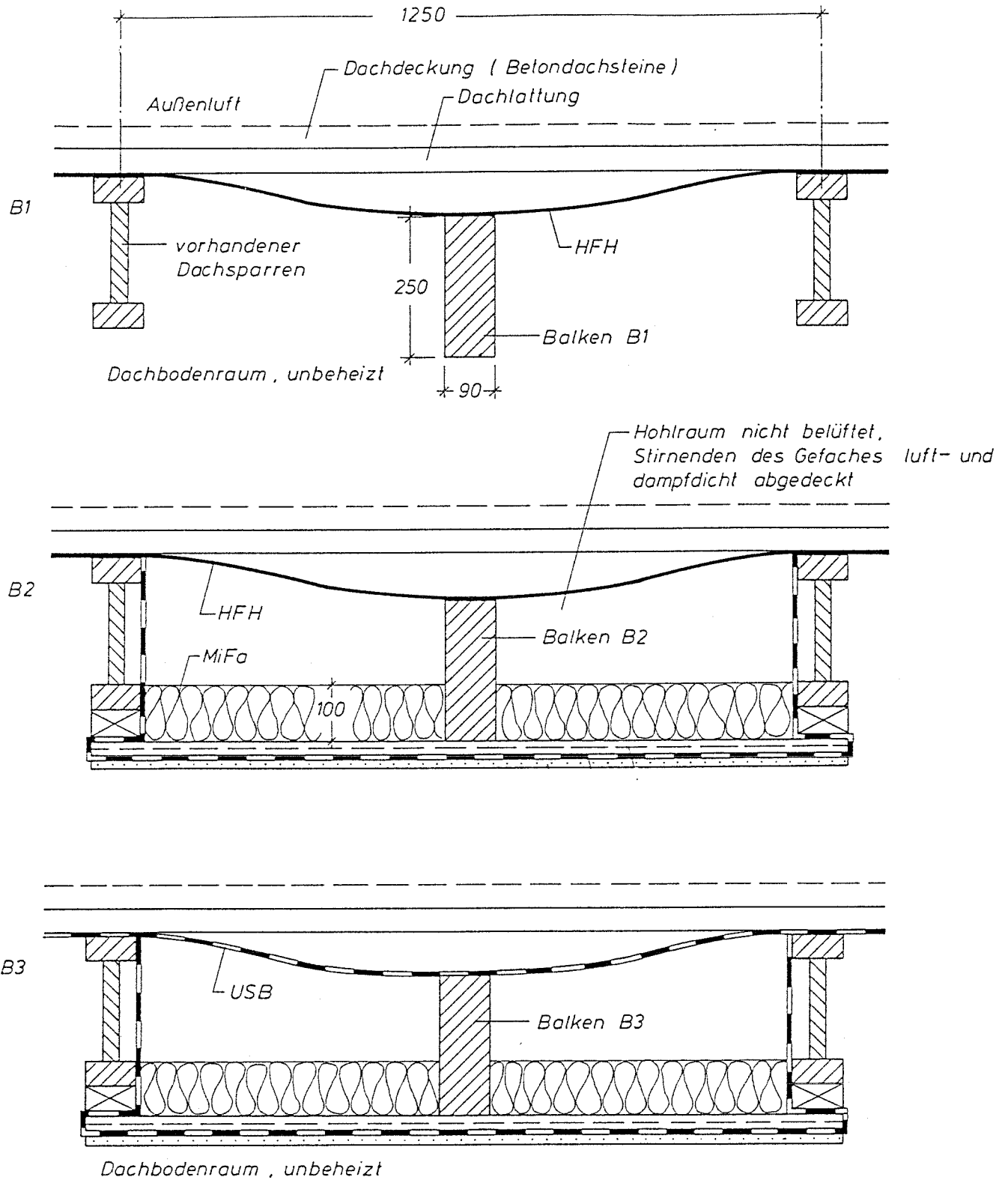


Bild 3.3-1: Untersuchte Dachquerschnitte B 1 bis B 3

Erklärung:

HFH Harte Holzfaserverplatte, ca. 3 bis 4 mm dick

MiFa mineralischer Faserdämmstoff,  $\rho \approx 15 \text{ kg/m}^3$

USB "DELTA-Folie"

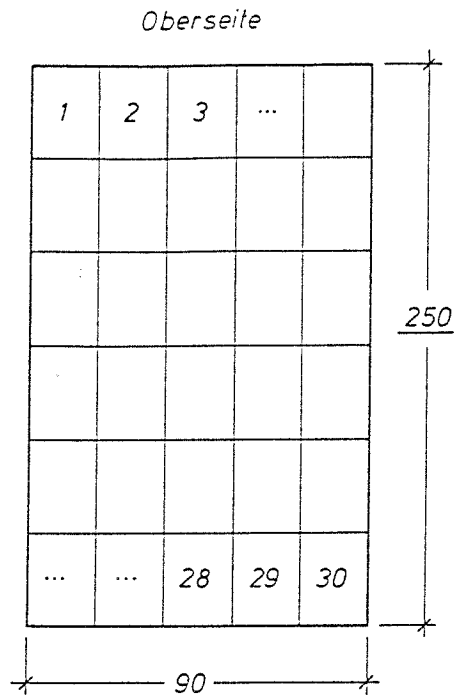


Bild 3.3-2: Lage der Darrproben Nr. 1 bis 30 innerhalb des Balkenquerschnitts für Holzfeuchte-Messungen am Versuchsbeginn und -ende

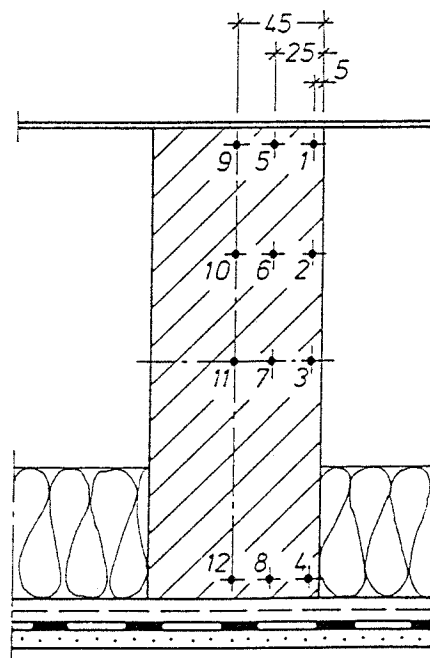


Bild 3.3-3: Lage der Meßstellen Nr. 1 bis 12 für die elektrische Holzfeuchtemessung (Einschraub-Elektroden) während des Untersuchungszeitraumes (Beispiel: Dachquerschnitt 2)

### 3.3.3 Klimabedingungen

Die Messungen fanden von Oktober 1981 bis August 1982 statt. Die gemessenen Klimadaten (Mittelwerte) im Dachbodenraum während des Zeitraumes Oktober 1981 bis März 1982) sind in Tabelle 3.3-1 zusammengefaßt. Man erkennt, daß in diesen ersten 5 Monaten nach Einbau der Hölzer das Raumklima mit Mittelwerten  $\vartheta_{Li} = 1,4^{\circ}\text{C}$  und  $\varphi_i = 83\%$  für eine Austrocknung nasser Hölzer ungünstig gewesen ist.

### 3.3.4 Messung der Holzfeuchte

Folgende Holzfeuchten der Balken in den Querschnitten B 1 bis B 3 wurden ermittelt:

1. Holzfeuchte an einer Probe des "nassen" Balkens unmittelbar vor Einbau im Mittel sowie über den Querschnitt (nach Bild 3.3-2) durch Darren.
2. Verlauf der Holzfeuchte über den Untersuchungszeitraum an 12 ausgesuchten Stellen jedes Balkens auf halber Länge (elektrische Messung mit Einschraub-Elektroden, siehe Bild 3.3-3).
3. Holzfeuchte über den Balkenquerschnitt am Versuchsende durch Darren.

### 3.3.5 Ergebnis

Die Messung der Holzfeuchte der Balken B 1 bis B 3 brachte folgende Ergebnisse:

#### 1. Mittlere Holzfeuchte vor Einbaubeginn

B 1:  $u_m = 100\%$

B 2:  $u_m = 77\%$

B 3:  $u_m = 75\%$

Verteilung der Holzfeuchte über den Balkenquerschnitt vor Einbaubeginn siehe Bild 3.3-4.

2. Verlauf der elektrisch gemessenen Holzfeuchte über den Untersuchungszeitraum an den 12 ausgewählten Stellen je Balkenquerschnitt: in den Bildern 3.3-5 bis 3.3-7 sind die Bereichsgrenzen der gemessenen Einzelwerte aufgetragen (Kleinst- und Größtwerte).
3. Verteilung der Holzfeuchte  $u$  über den Balkenquerschnitt sowie Mittelwert  $u_m$  der einzelnen Balken am Versuchsende siehe Bild 3.3-8.
4. Am Versuchsende war an der Balken-Stirnseite unter der PE-Folie teilweise Schimmelpilzbildung sichtbar.

B 1

! 119 !	! 114 !	! 116 !	! 120 !	! 91 !
! 138 !	! 110 !	! 120 !	! 130 !	! 128 !
! 69 !	! 52 !	! 49 !	! 58 !	! 58 !
! 62 !	! 63 !	! 62 !	! 68 !	! 55 !
! 145 !	! 115 !	! 87 !	! 81 !	! 77 !
! 167 !	! 185 !	! 171 !	! 109 !	! 94 !

$u_{m,0} = 100\%$

B 2

! 189 !	! 192 !	! 205 !	! 185 !	! 59 !
! 162 !	! 161 !	! 139 !	! 98 !	! 37 !
! 62 !	! 97 !	! 43 !	! 32 !	! 32 !
! 46 !	! 39 !	! 31 !	! 31 !	! 30 !
! 44 !	! 50 !	! 32 !	! 38 !	! 47 !
! 72 !	! 43 !	! 33 !	! 41 !	! 36 !

$u_{m,0} = 77\%$

B 3

! 66 !	! 162 !	! 205 !	! 201 !	! 190 !
! 184 !	! 176 !	! 146 !	! 82 !	! 33 !
! 66 !	! 75 !	! 36 !	! 32 !	! 32 !
! 69 !	! 42 !	! 31 !	! 30 !	! 30 !
! 37 !	! 45 !	! 33 !	! 36 !	! 38 !
! 36 !	! 38 !	! 34 !	! 32 !	! 49 !

$u_{m,0} = 75\%$

Bild 3.3-4: Gravimetrisch ermittelte Holzfeuchte  $u$  in % über die Balkenquerschnitte vor Einbau

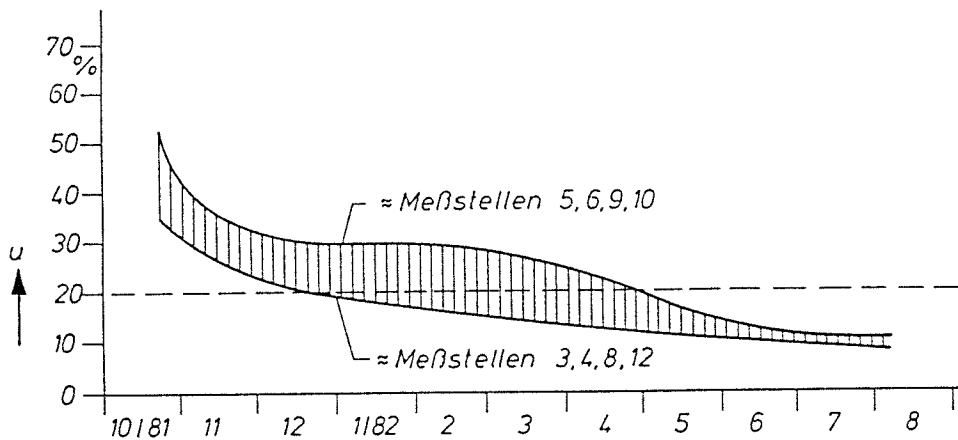


Bild 3.3-5: Balken 1; Verlauf des elektrisch gemessenen Holzfeuchtebereiches (Kleinst- und Höchstwert) über den Querschnitt

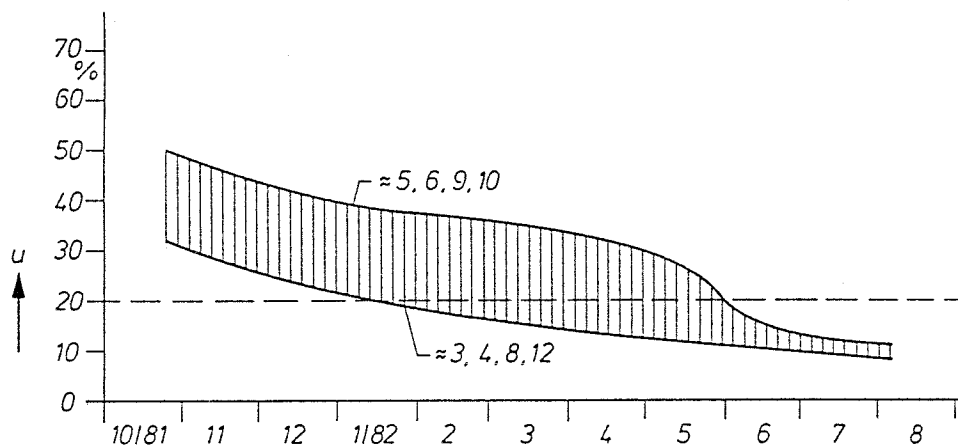


Bild 3.3-6: Balken 2; Verlauf des elektrisch gemessenen Holzfeuchtebereiches (Kleinst- und Höchstwert) über den Querschnitt

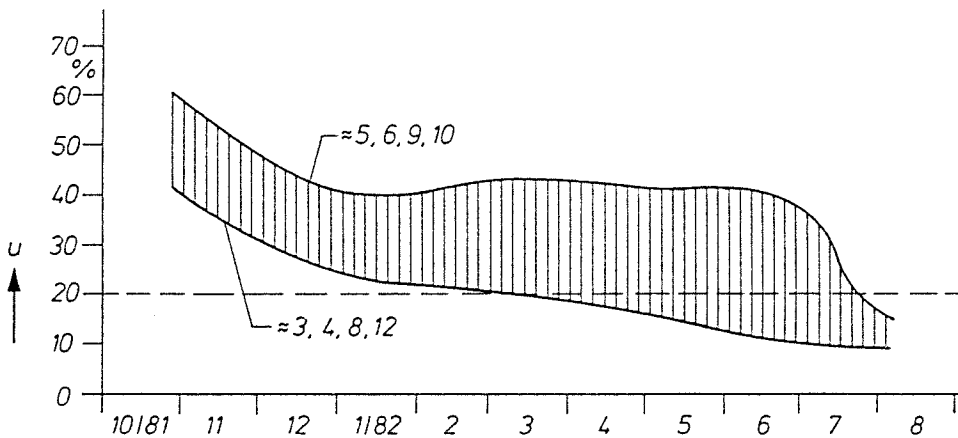


Bild 3.3-7: Balken 3; Verlauf des elektrisch gemessenen Holzfeuchtebereiches (Kleinst- und Höchstwert) über den Querschnitt

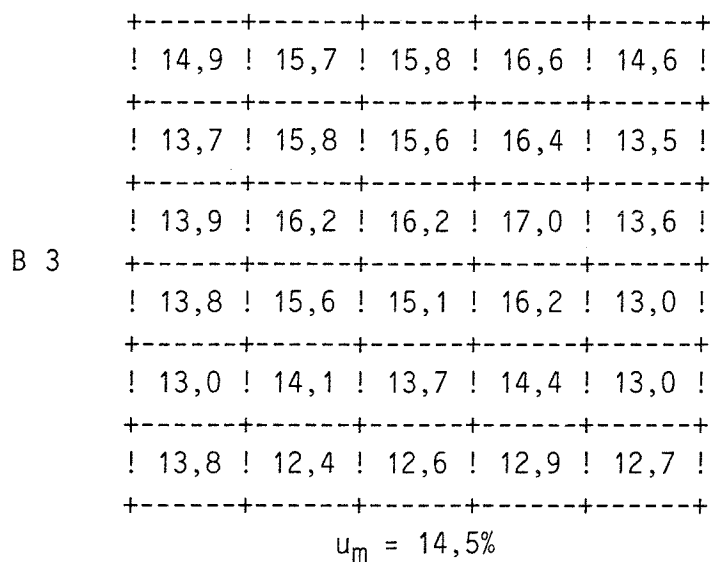
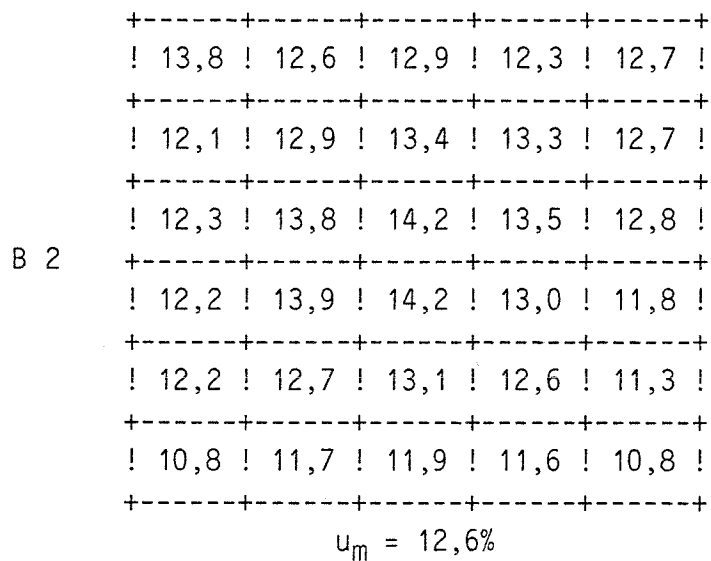
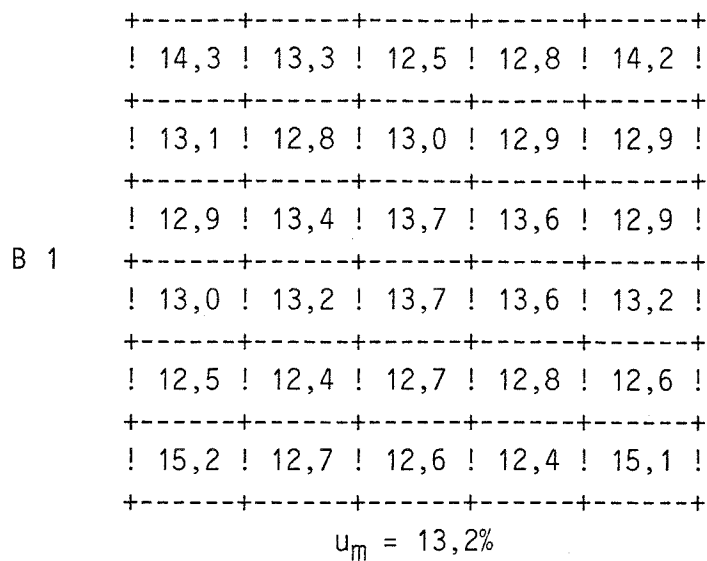


Bild 3.3-8: Gravimetrisch ermittelte Holzfeuchte u in % über den Balkenquerschnitt am Versuchsende (Versuchsdauer ca. 10 Monate)

Tabelle 3.3-1: Klimabedingungen im unbeheizten Dachraum für die Untersuchung der Prüfkörper B 1 bis B 3 (Mittelwerte)

! Zeitraum	! $\bar{\vartheta}_{Li}$ !	! $\bar{\varphi}_i$ !
!	! °C !	! % !
! 23.10. bis 29.10.1981	! 5,6 !	! 83 !
! 30.10. bis 4.11.	! 8,4 !	! 88 !
! 5.11. bis 10.11.	! 1,9 !	! 84 !
! 11.11. bis 16.11.	! 1,9 !	! 86 !
! 17.11. bis 23.11.	! 6,5 !	! 81 !
! 25.11. bis 30.11.	! 2,4 !	! 91 !
! 1.12. bis 9.12.	! 0,0 !	! 93 !
! 10.12. bis 16.12.	! -2,8 !	! 82 !
! 17.12. bis 26.12.	! -3,1 !	! 78 !
! 4. 1. bis 10. 1.1982	! -4,1 !	! 83 !
! 11. 1. bis 17. 1.	! -4,7 !	! 74 !
! 18. 1. bis 24. 1.	! -0,8 !	! 82 !
! 25. 1. bis 31. 1.	! 2,0 !	! 89 !
! 1. 2. bis 7. 2.	! 0,3 !	! 80 !
! 8. 2. bis 16. 2.	! 3,8 !	! 79 !
! 17. 2. bis 23. 2.	! 1,9 !	! 77 !
! 24. 2. bis 6. 3.	! 1,9 !	! 78 !
! 8. 3. bis 14. 3.	! 3,8 !	! 77 !

Mittelwerte für den erfaßten Zeitraum 23.10.81 bis 14.3.82:

$$\bar{\vartheta}_{Li} = 1,4^{\circ}\text{C}; \quad \bar{\varphi}_i = 83\%$$

### 3.3.6 Diskussion der Ergebnisse

Zunächst ist festzuhalten, daß ungünstigerweise für diese Untersuchung

1. Holzquerschnitte mit sehr großer Holzfeuchte ( $u_m = 75\%$  bis  $100\%$ ) ausgewählt wurden;
2. der Einbau in der 2. Oktober-Hälfte bezüglich der Austrocknungsbedingungen ebenfalls bewußt ungünstig gewählt war;
3. unterhalb der Dachquerschnitte B 2 und B 3 nicht - wie bei solchen gedämmten Konstruktionen üblich - ein beheizter Aufenthaltsraum vorhanden war, sondern ein unbeheizter Dachbodenraum (nicht ausgebautes Dachgeschoß).

Unter den natürlichen Klimabedingungen im Freien und den entsprechenden, sich im ungenutzten Dachbodenraum einstellenden ergaben sich für die Reduzierung der mittleren Holzfeuchte  $u_m$  vom Ausgangswert auf  $u_m \approx 20\%$  folgende Zeiträume (siehe Tabelle 3.3-2). Annähernd die gleichen Zeiträume ergaben sich für die Bedingung, daß der gemessene Einzel-Höchstwert der Holzfeuchte  $u \leq 30\%$  betragen soll (vgl. auch Abschnitt 4.2.1).

Tabelle 3.3-2: Zeiträume für die Reduzierung der mittleren Holzfeuchte der einzelnen Balken von der Ausgangsfeuchte  $u_{m,0}$  auf  $u_m \approx 20\%$  bzw. der gemessenen Einzelwerte auf  $\max u \approx 30\%$  unter den vorhandenen Klimabedingungen im Freien und im ungenutzten Dachbodenraum

Balken	$u_{m,0}$	Zeitraum zur Reduzierung von $u_{m,0} \rightarrow u_m \approx 20\%$ bzw. von $u_0 \rightarrow \max u \approx 30\%$
B 1	100%	$\approx 4$ Monate
B 2	77%	$\approx 6$ Monate
B 3	75%	$\approx 9$ Monate

In Anbetracht der unter 1. bis 3. genannten ungünstigen Randbedingungen wird auf der Grundlage des vorliegenden Meßergebnisses der Einbau von Dachhölzern (üblicher Querschnittsabmessungen) ohne Pilzschutz auch mit einer mittleren Holzfeuchte  $u_m > 30\%$  (jedoch  $u_m \leq 50\%$ ) für die Dachkonstruktionen B 1 und B 2 sowie für Ausbildungen mit ähnlichem Verhalten gegenüber Dampfdiffusion für unbedenklich gehalten, da der sich (unter praktisch üblichen Bedingungen) einstellende Austrocknungszeitraum mit  $\leq 6$  Monaten für die Entwicklung von Bauschäden durch Pilzbefall zu kurz erscheint.



Diese Aussage wird auch dadurch nicht geschmälert, daß der elektrisch gemessene Verlauf der Holzfeuchte nicht exakt ist, da diese Werte nicht "bereinigt" wurden, wie man z.B. durch Vergleich der gravimetrisch gemessenen End-Werte (Bild 3.3-8) mit den Endpunkten der Verläufe in den Bildern 3.3-5 bis 3.3-7 leicht feststellen kann.

Bei der Ausbildung B 3 wird dagegen bereits bei Einbaufeuchten  $u_m > 20\%$  (wegen  $u > 30\%$ ) ein vorbeugender Pilzschutz für erforderlich gehalten.

### 3.4 Feuchteabgabe aus Hölzern in Außenwänden und Plattenfeuchte der zugehörigen Außenbeplankungen

#### 3.4.1 Zweck

Mit dieser Messung sollte im Laborversuch unter "winterlichen" Klimabedingungen für 6 verschiedene Außenwand-Konstruktionen in Abhängigkeit von 2 unterschiedlichen Einbaufeuchten der Holzrippen ("trocken"/"naß") der Verlauf folgender Feuchten gemessen werden:

1. Holzfeuchte in den Wandrippen
2. Plattenfeuchte in den Außenbeplankungen.

#### 3.4.2 Aufbau der Prüfkörper

Die einheitlichen Abmessungen und der prinzipielle Aufbau der Prüfkörper gehen aus Bild 3.4-1 hervor. Die Holzrippe 80/140 mm sowie die 120 mm dicke Mineralfaser-Dämmschicht waren in allen 6 Querschnitten vorhanden. Die untersuchten 12 Prüfkörper bildeten insgesamt eine Trennwand von ca. 3,0 m x 2,75 m zwischen zwei Klimaräumen.

Die 6 unterschiedlichen Querschnittsaufbauten sind in Bild 3.4-2 für den Fachbereich dargestellt. Jeder dieser Querschnitte wurde zweimal hergestellt, und zwar

- a) mit "trockenem" Holz (ca.  $u_m = 20\%$ )
- b) mit "nassem" Holz (ca.  $u_m = 70\%$ )

für die Rippe 80/140 mm; Holzart: Fichte.

Die Rippe war durch eine spezielle Vorrichtung in vollflächigem Kontakt mit den beiden Beplankungen, mit diesen jedoch nicht durch Verbindungsmittel verbunden. Die umlaufenden Ränder des Faches waren durch 0,2 mm PE-Folie gegen Dampfaustausch abgedichtet. Auch die beiden Hirnholzseiten der Rippen waren durch Anstrich mit "Perfalon" abgedichtet.

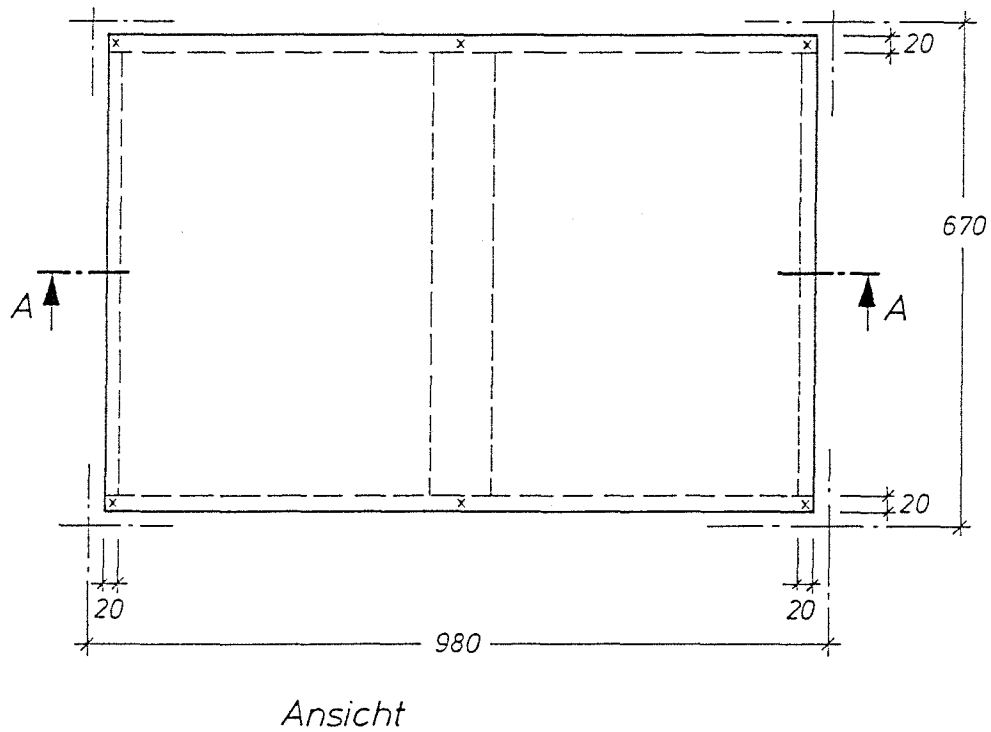
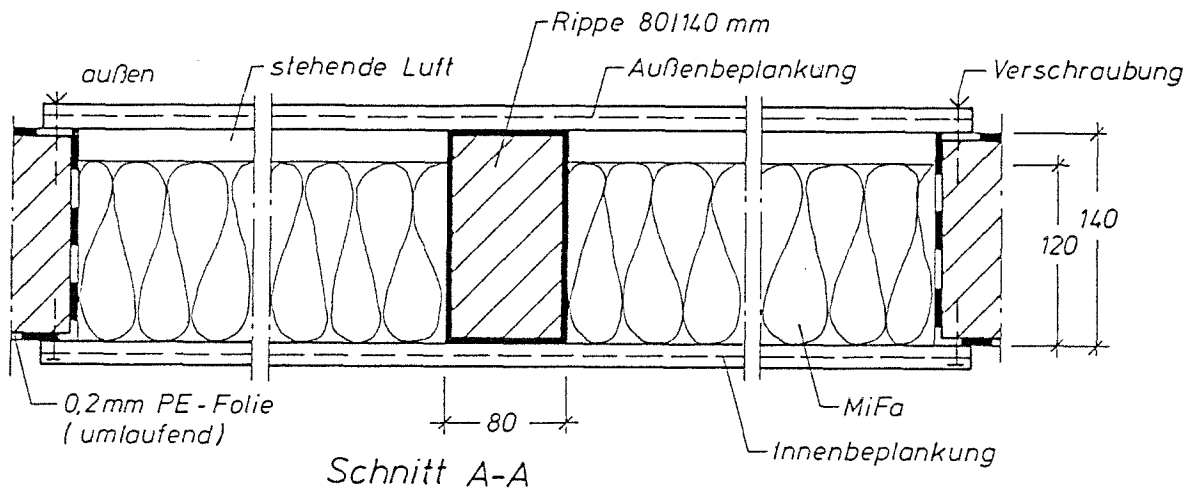


Bild 3.4-1: Prinzipieller Aufbau und Abmessungen der untersuchten Ausenwand-Querschnitte  
x Schraub-Befestigung Außenbeplankung - umlaufender Rahmen

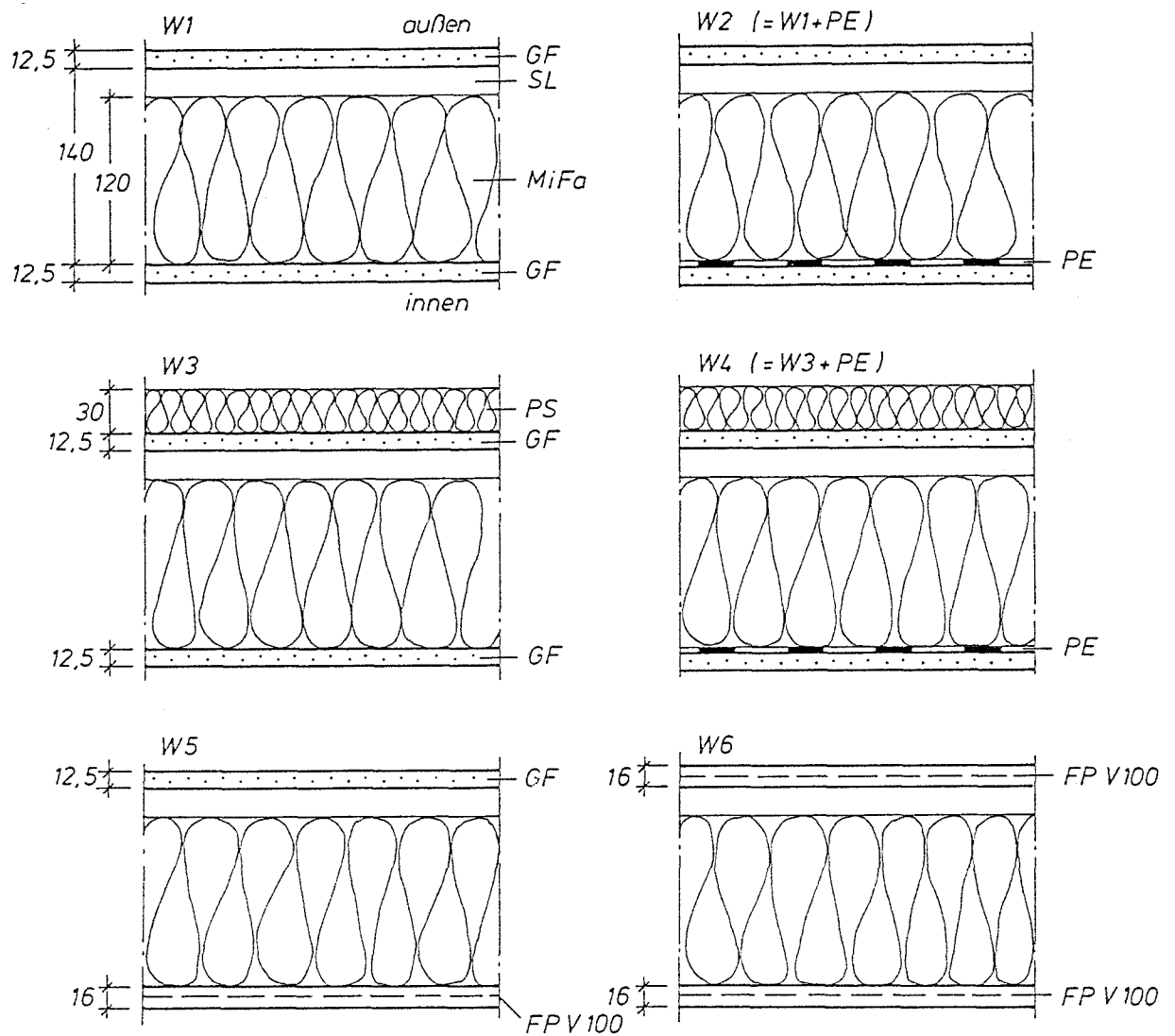


Bild 3.4-2: 6 untersuchte Außenwand-Querschnitte

FP V100 Spanplatte DIN 68 763; PE 0,2 mm dick

### 3.4.3 Klimabedingungen

Die Prüfkörper wurden für die Dauer von 158 Tagen unterschiedlichen Klimaten zu beiden Seiten ausgesetzt, die in Tabelle 3.4-1 zusammengestellt sind. Zur besseren Übersicht sind die Klimadaten in Bild 3.4-3 zusätzlich grafisch aufgetragen.

Der Verlauf des Innenklimas mutet "exotisch" an, da die relative Feuchte zwischen 95% und 15% variiert wurde. Der Grund liegt darin, daß die Untersuchung der Wandquerschnitte aus Kostengründen mit einer Werkstoffprüfung im "Innenraum" gekoppelt wurde.

Tabelle 3.4-1: Klimadaten zu beiden Seiten der Prüfkörper während des Untersuchungszeitraumes

Zeitraum (Tage)		innen		außen	
einzel	addiert	$\bar{\theta}_{Li}$ (°C)	$\varphi_i$ (%)	$\bar{\theta}_{La}$ (°C)	$\varphi_a$ (%)
11	11		20		
5	16		65		95
6	22		95		
7	29		50		
6	35		15	-5	90
7	42		95		
14	56	20	65		
15	71		95		95
31	102		95		
12	114		65		
9	123		50		
10	133		35	0	90
25	158		20		

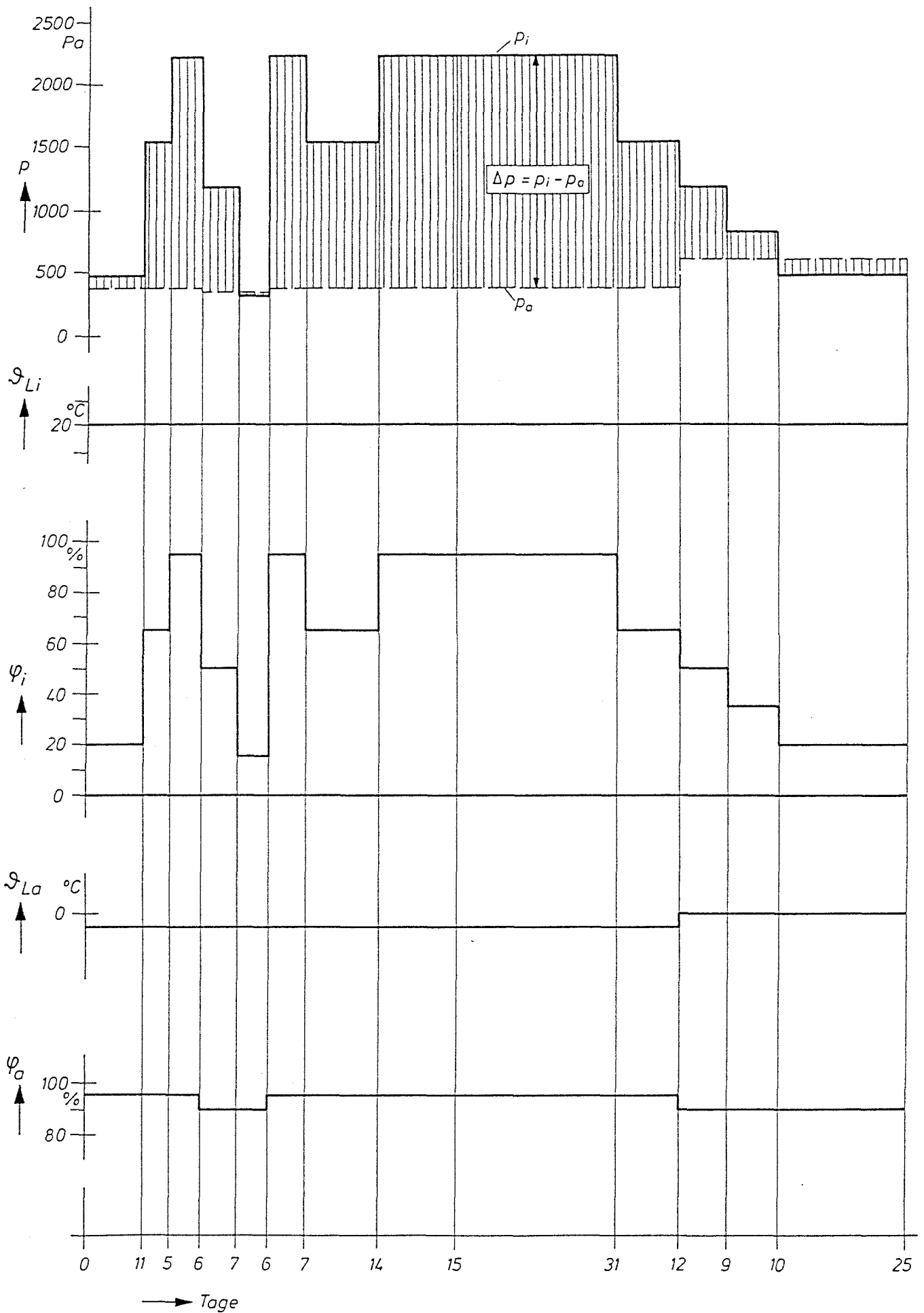


Bild 3.4-3: Klimadaten zu beiden Seiten der Prüfkörper während des Untersuchungszeitraumes (vgl. Tabelle 3.4-1)

Die "mittleren" Klimadaten des Innenraumes betragen - ausgehend vom mittleren Dampfdruckunterschied zwischen innen und außen - über den Untersuchungszeitraum:

$$\vartheta_{Li} = +20^{\circ}\text{C}, \varphi_i \approx 60\%.$$

Wie leicht einzusehen ist, handelt es sich bei diesen Klimabedingungen aus folgenden Gründen um eine extrem harte Beanspruchung im Verhältnis zu den Berechnungsgrundlagen nach DIN 4108 Teil 3:

1. Die mittlere relative Luftfeuchte  $\varphi_i = 60\%$  liegt über dem Rechenwert  $\varphi_i = 50\%$  nach DIN 4108.
2. Allein die vorgenommene Teil-Beanspruchung durch  $20^{\circ}\text{C}/95\%$  ist mit insgesamt 59 Tagen ebenso lang gewesen wie die gesamte Beanspruchung nach der Norm mit  $20^{\circ}\text{C}/50\%$ .
3. Die Beanspruchung mit  $t = 158$  Tagen ( $\approx 5,2$  Monate) und den gegebenen Klimabedingungen zu beiden Seiten der Prüfkörper ist gegenüber den Annahmen nach DIN 4108 um den Faktor 2,5 schärfer!

Dieser Faktor ergibt sich, wenn man die Fläche des über der Zeitachse aufgetragenen Verlaufs des vorhandenen Dampfdruckunterschiedes  $p_i - p_a$  vergleicht mit dem Produkt  $t \times (p_i - p_a) = 2 \times 30$  Tage  $\times [p_i(20^{\circ}\text{C}/50\%) - p_a(-10^{\circ}\text{C}/80\%)]$  nach DIN 4108 Teil 3. Anmerkung: Der Dampfdruckunterschied  $p_i - p_a$  zu beiden Seiten eines Bauteils ist u.a. maßgebend für die Größe der Tauwassermasse innerhalb des Bauteilquerschnitts.

#### 3.4.4 Messung der Holzfeuchte und der Feuchte der Außenbeplankung

Folgende Werte wurden - ausschließlich über Wägung in ein- bis mehrwöchentlichen Abständen (und durch Darren am Ende der Untersuchung) - ermittelt:

1. Verlauf der mittleren Holzfeuchte der jeweiligen Holzrippe 80/140 mm in den 12 Prüfkörpern über den Untersuchungszeitraum.
2. Verteilung der Holzfeuchte über den Rippenquerschnitt am Versuchsende.
3. Verlauf der mittleren Plattenfeuchte der Außenbeplankung über den Untersuchungszeitraum.

Für die zwischenzeitlichen Wägungen wurden die Außenbeplankungen sowie die Rippen jeweils kurzfristig (nach "außen") entnommen und anschließend wieder der ursprüngliche Zustand der Prüfkörper hergestellt.

### 3.4.5 Ergebnis

Die mittlere Einbaufeuchte der Holzrippen und der Außenbeplankungen für die einzelnen Prüfkörper sind in Tabelle 3.4-2 zusammengestellt. Diese Werte konnten naturgemäß wieder erst nach der Darrprüfung am Versuchsende ermittelt werden.

Tabelle 3.4-2: Einbaufeuchte der Holzrippen und der Außenbeplankungen in % (GF Gipsfaserplatte, FP Spanplatte)

! Nr. !	! mittlere Feuchte (%) !					
	! t ("trockene" Rippe) !			! n ("nasse" Rippe) !		
	! Holz !	! GF1) !	! FP !	! Holz !	! GF1) !	! FP !
! W 1 !	! 21,0 !	! 0,1 !	! - !	! 69,5 !	! 0,8 !	! - !
! W 2 !	! 20,6 !	! 1,6 !	! - !	! 65,7 !	! 1,5 !	! - !
! W 3 !	! 20,0 !	! -0,7 !	! - !	! 63,6 !	! -1,0 !	! - !
! W 4 !	! 20,5 !	! 1,6 !	! - !	! 80,2 !	! -0,3 !	! - !
! W 5 !	! 20,2 !	! 1,3 !	! - !	! 68,4 !	! 0,9 !	! - !
! W 6 !	! 20,9 !	! - !	! 9,8 !	! 67,8 !	! - !	! 10,4 !

1) Negative Anfangsfeuchten ergeben sich aus dem Kristallwasser-Defizit frischer Platten und der anschließenden Nach-Hydratation.

Der Verlauf der mittleren Holzfeuchte der Rippen ist für die  
 - Prüfkörper W 1 t bis W 6 t (trockene Rippen) in Bild 3.4-4  
 - Prüfkörper W 1 n bis W 6 n (nasse Rippen) in Bild 3.4-5  
 dargestellt.

Der Verlauf der mittleren Plattenfeuchte für die Außenbeplankungen geht  
 - jeweils getrennt für einen Wandquerschnitt mit trockener und nasser  
 Rippe - aus den Einzeldiagrammen in Bild 3.4-6 hervor. Der scheinbare,  
 starke Feuchteabfall einiger Proben am 102. Tag ist darauf zurückzuführen,  
 daß an diesem Tag die auf der Plattenrückseite gebildete Eisschicht  
 vor der Messung entfernt wurde. Leider wurde es irrtümlich versäumt,  
 vorher das Gesamtgewicht von Platte + Eisschicht zu messen. Daher ist  
 der geschätzte Verlauf des Gesamtgewichts (einschließlich Eisschicht)  
 zusätzlich eingetragen.

Die Verteilung der Holzfeuchte über den Rippenquerschnitt nach Abschluß  
 der Untersuchungen ist aus Bild 3.4-7 ersichtlich.

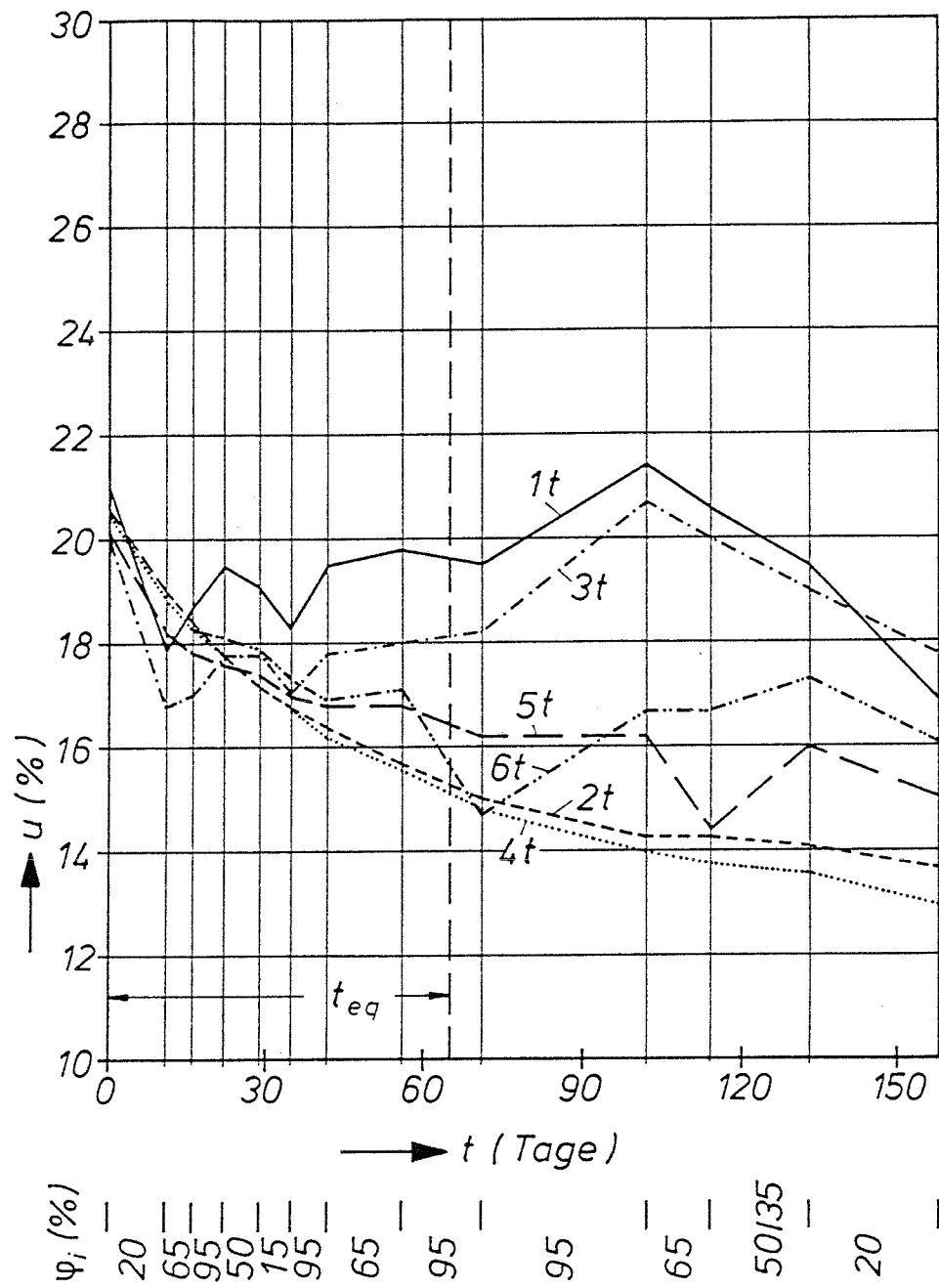


Bild 3.4-4: Verlauf der mittleren Holzfeuchte der Rippen für die Prüfkörper W 1 t bis W 6 t nach Bild 3.4-2 (trockene Rippen) während des Untersuchungszeitraumes



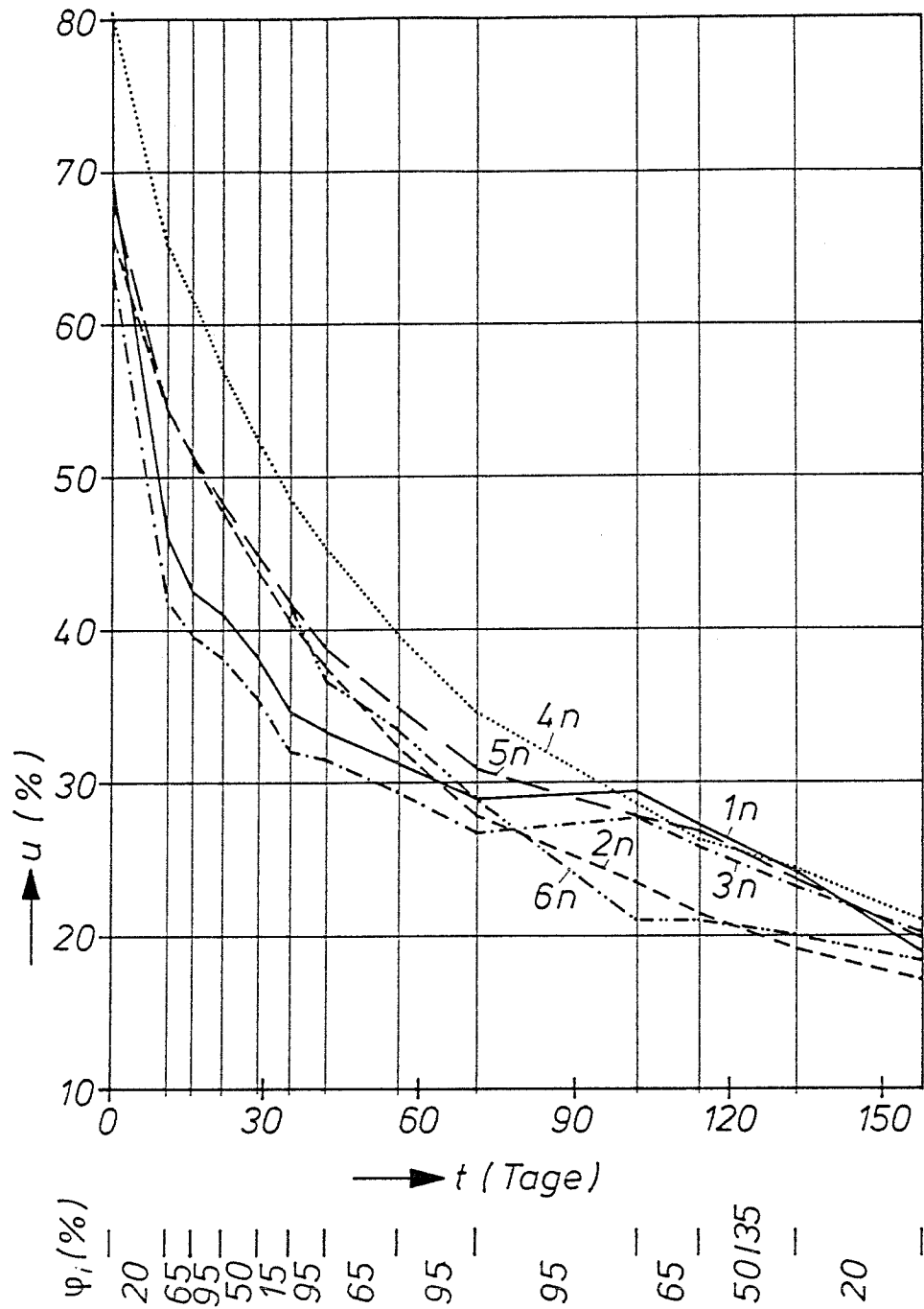


Bild 3.4-5: Verlauf der mittleren Holzfeuchte der Rippen für die Prüfkörper W 1 n bis W 6 n nach Bild 3.4-2 (nasse Rippen) während des Untersuchungszeitraumes

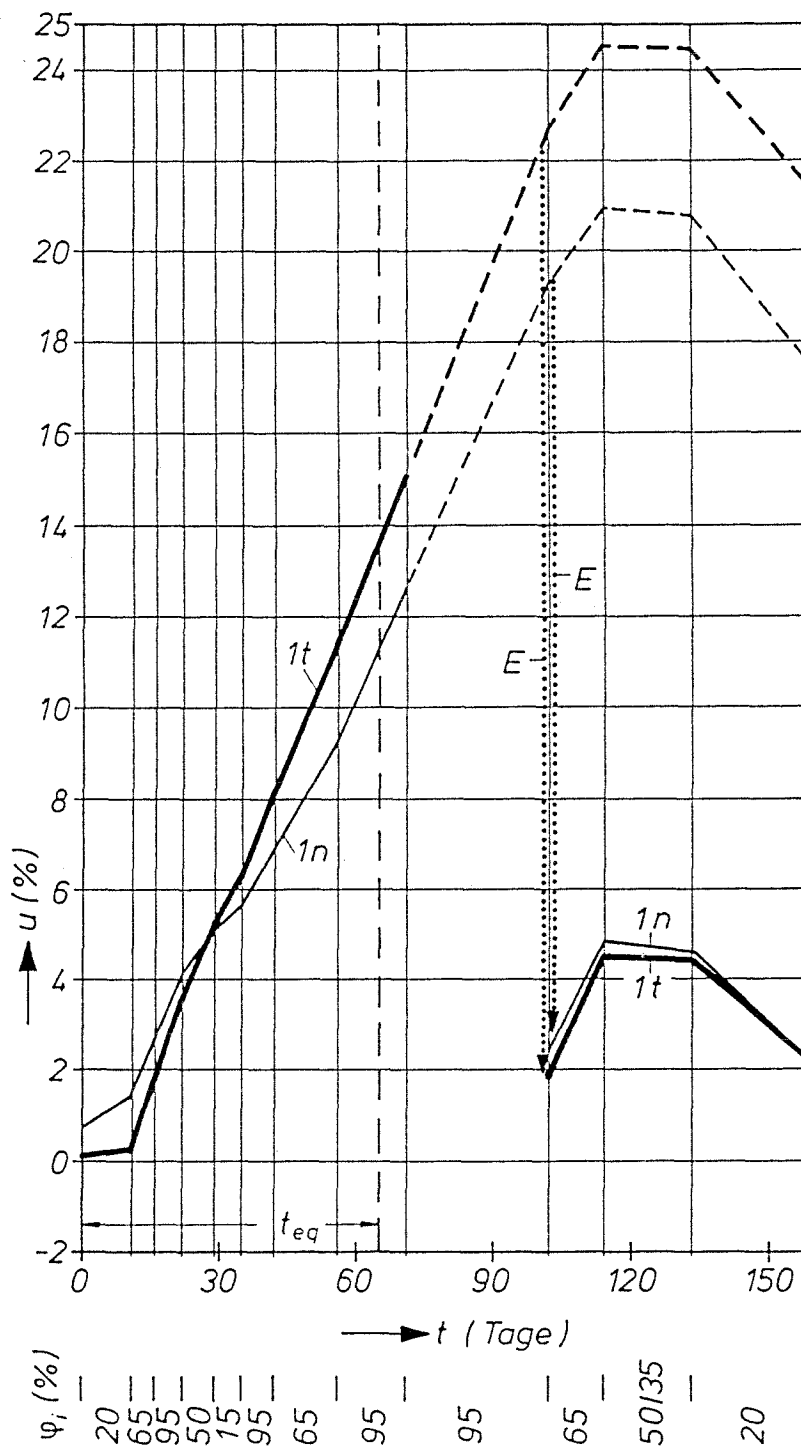
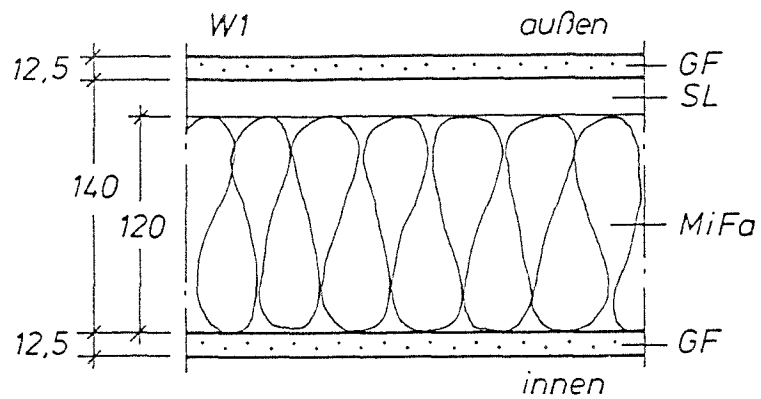


Bild 3.4-6 (siehe folgende Seite): Wandquerschnitt W 1

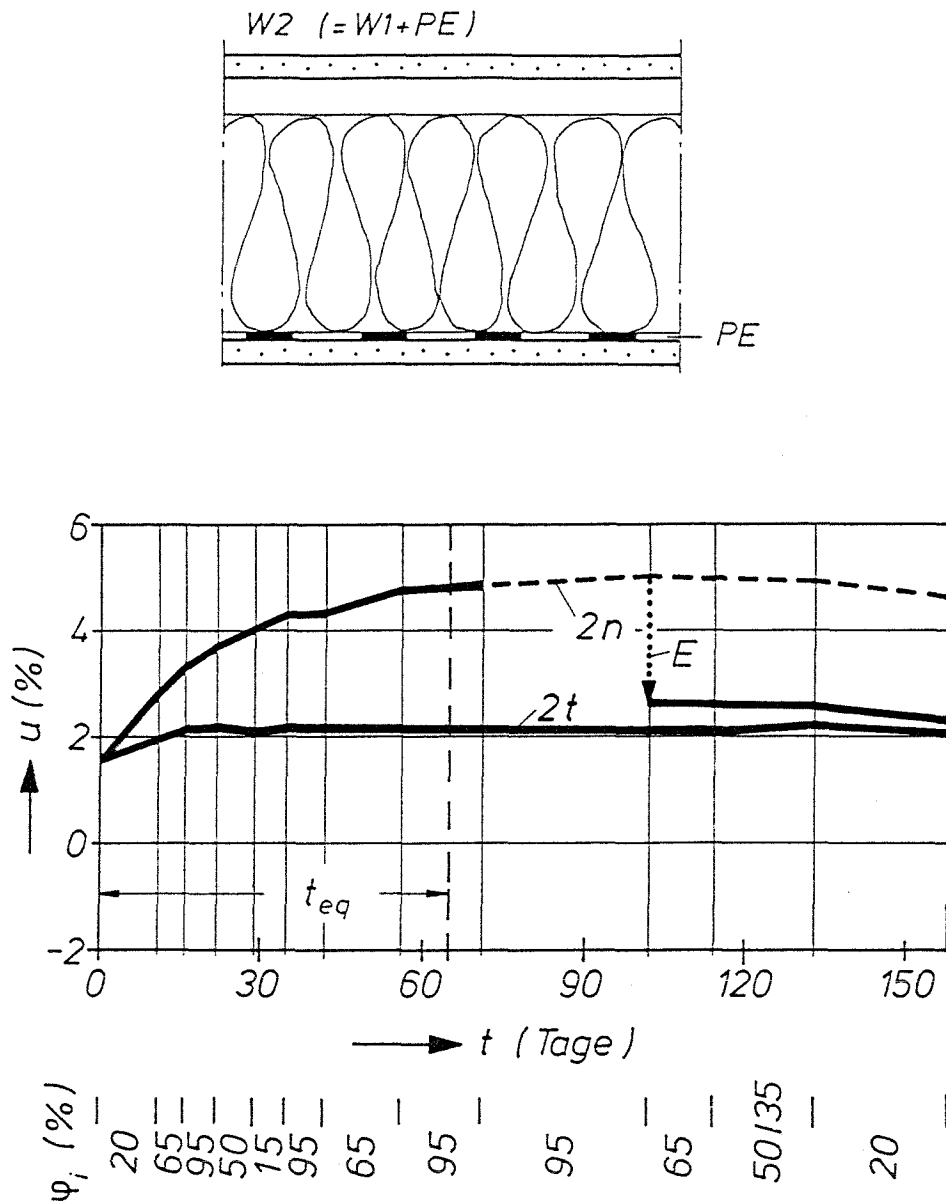


Bild 3.4-6: Verlauf der mittleren Plattenfeuchte der Beplankungen in M.-% für die einzelnen Wandquerschnitte nach Bild 3.4-2 mit trockenen (t) und nassen Rippen (n) während des Untersuchungszeitraumes  
 $t_{eq}$ : DIN 4108-äquivalenter Zeitraum

gestrichelt (nach dem 71. Tag): geschätzter Verlauf der Plattenfeuchte unter Berücksichtigung der Eisschicht, die vor der Wägung am 102. Tag entfernt wurde  
 punktiert: geschätzter Masseverlust durch Entfernen der Eisschicht (E)

Wandquerschnitt W 2

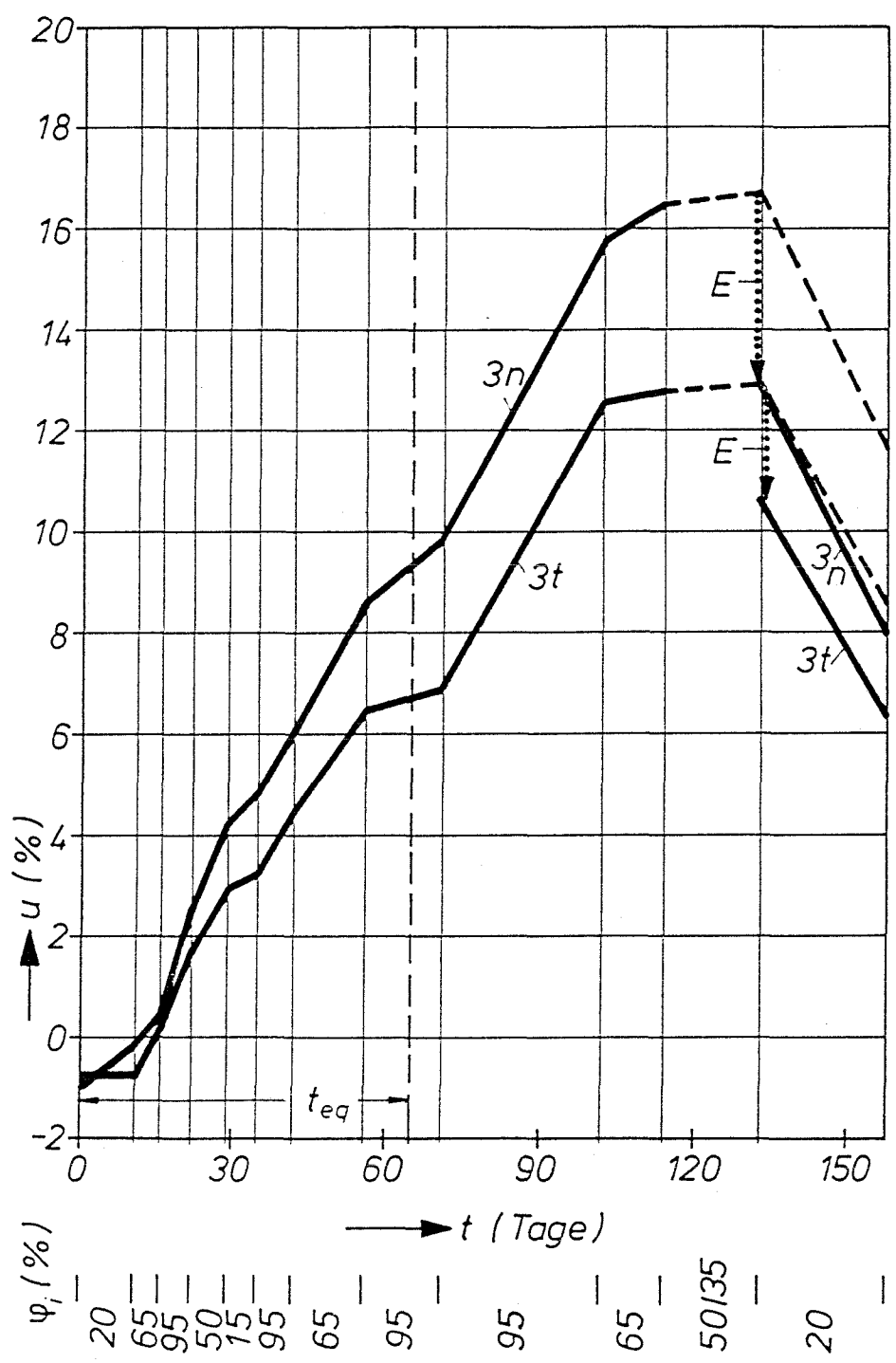
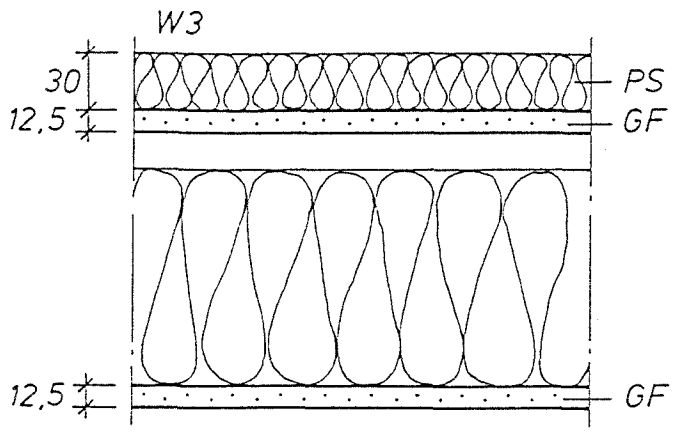


Bild 3.4-6 (Fortsetzung): Wandquerschnitt W 3

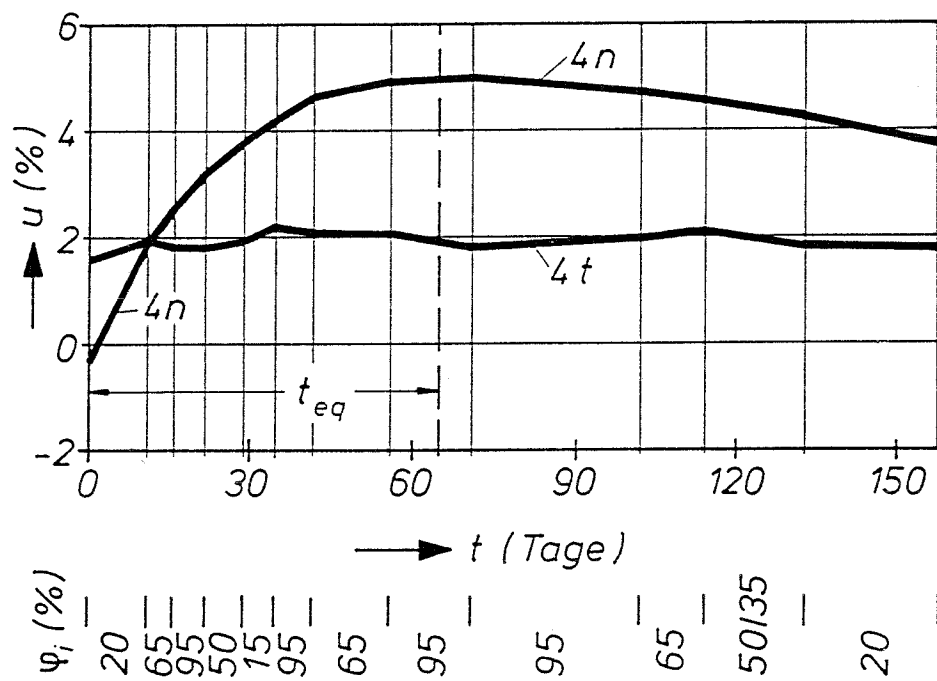
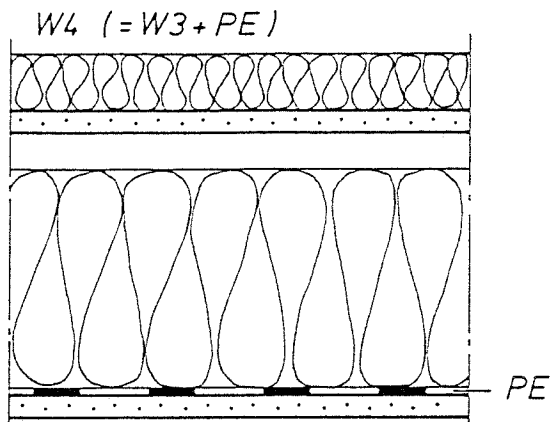


Bild 3.4-6 (Fortsetzung): Wandquerschnitt W 4

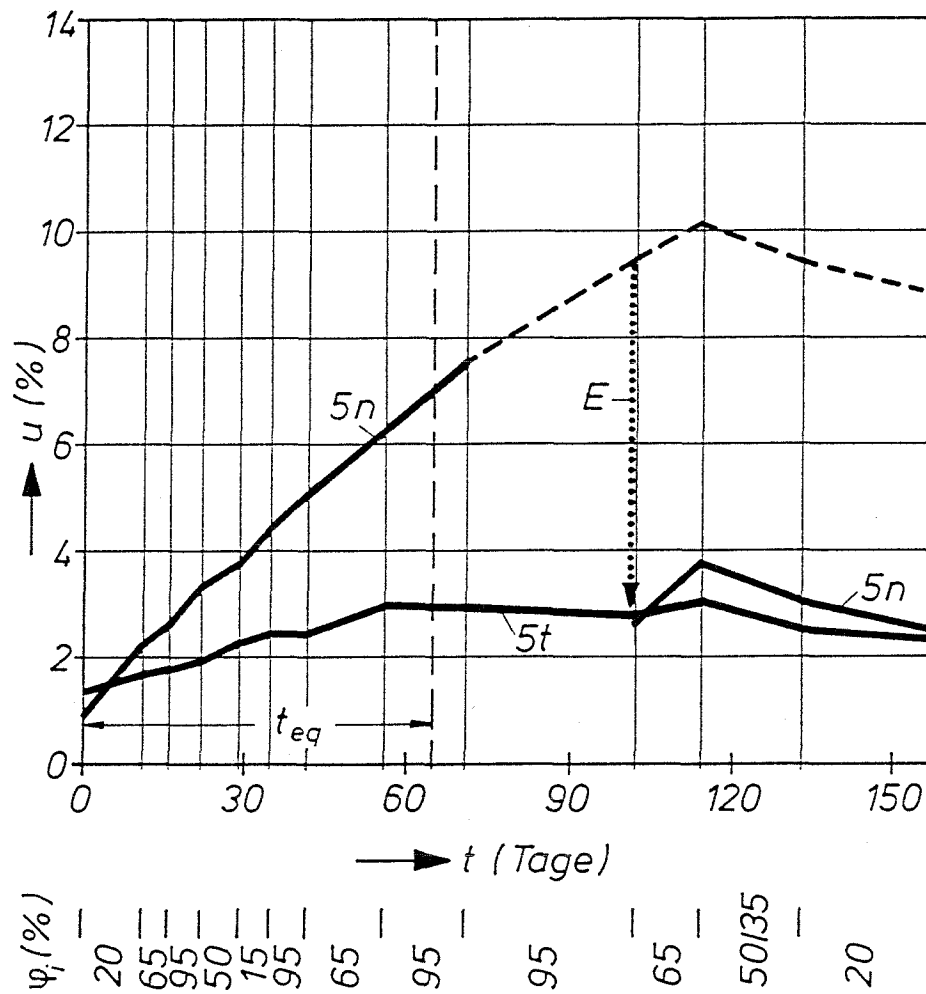
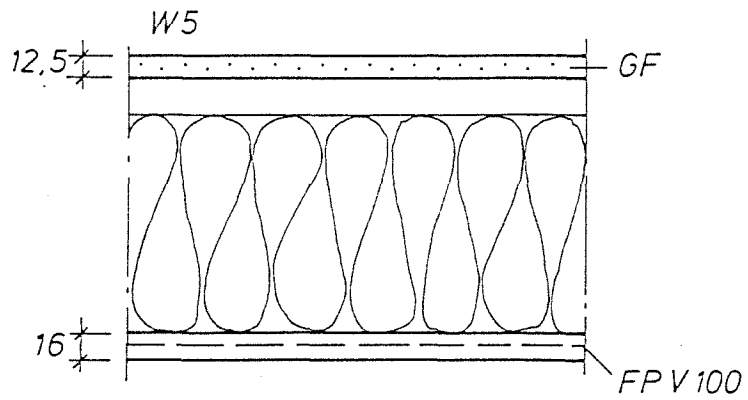


Bild 3.4-6 (Fortsetzung): Wandquerschnitt W 5

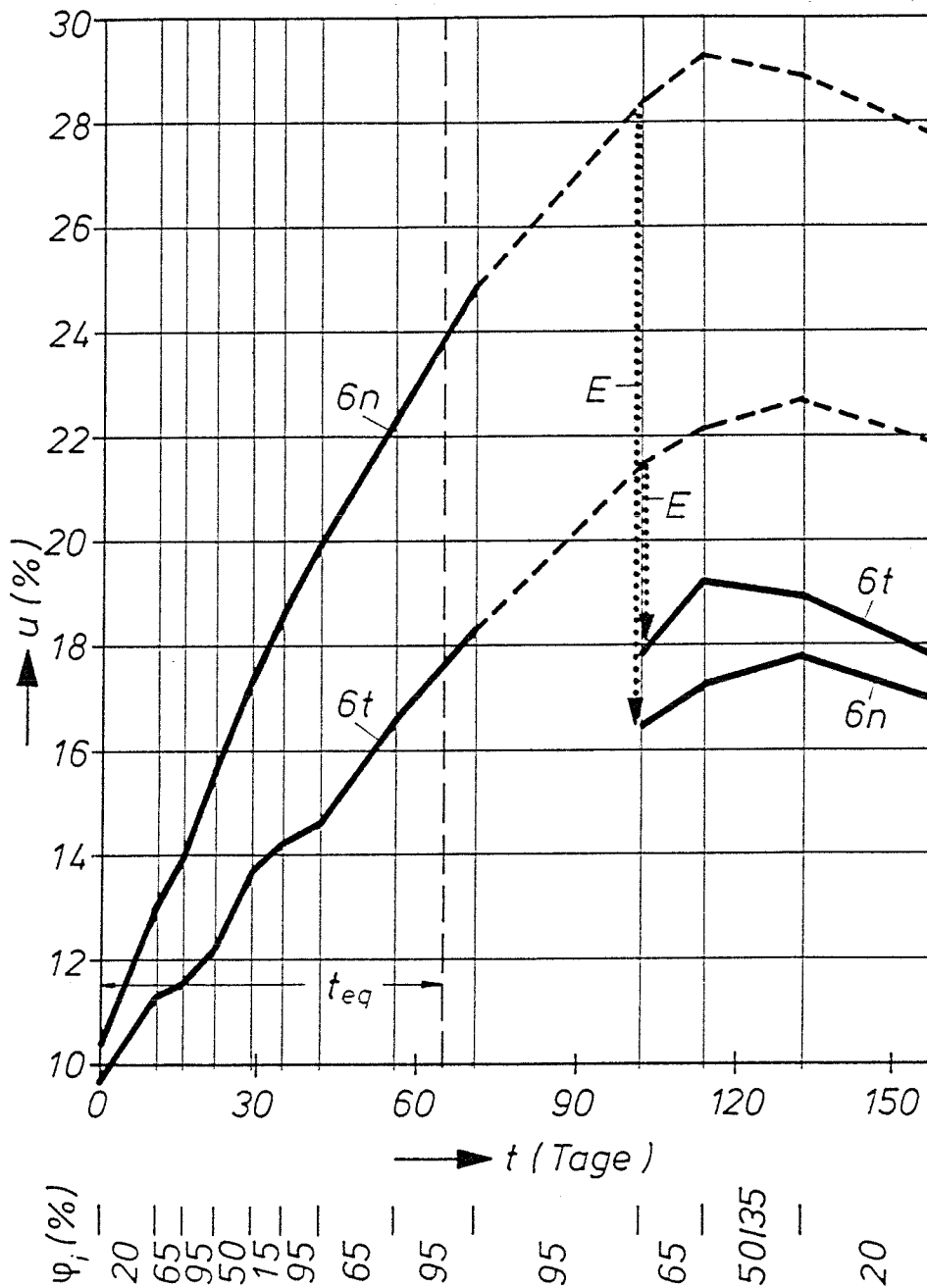
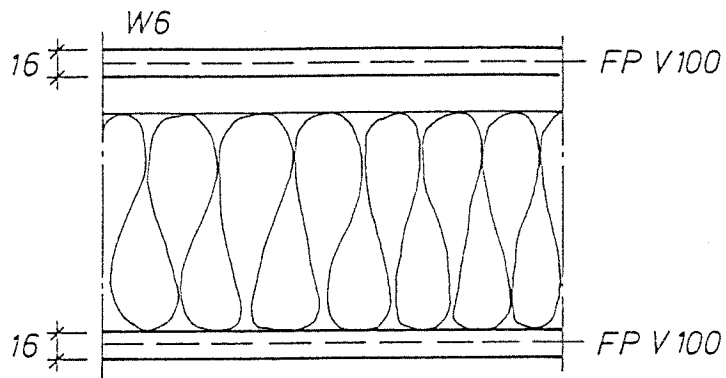


Bild 3.4-6 (Fortsetzung): Wandquerschnitt W 6

W 1 t	W 2 t	W 3 t
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 22,4 ! 23,1 ! 23,5 !	! 17,6 ! 18,7 ! 18,0 !	! 25,6 ! 26,2 ! 25,7 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 19,2 ! 21,2 ! 20,5 !	! 16,1 ! 16,4 ! 16,0 !	! 20,3 ! 21,3 ! 20,5 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 16,4 ! 18,0 ! 16,4 !	! 13,4 ! 13,7 ! 13,5 !	! 16,8 ! 17,7 ! 16,9 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 13,3 ! 14,7 ! 13,3 !	! 11,5 ! 11,9 ! 11,0 !	! 13,8 ! 15,1 ! 13,8 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 10,0 ! 11,3 ! 10,3 !	! 9,5 ! 9,6 ! 9,2 !	! 10,9 ! 11,9 ! 10,8 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
$u_m = 16,9\%$	$u_m = 13,7\%$	$u_m = 17,8\%$
W 4 t	W 5 t	W 6 t
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 16,1 ! 16,6 ! 16,2 !	! 19,2 ! 20,3 ! 19,8 !	! 21,6 ! 21,4 ! 21,5 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 14,7 ! 15,4 ! 14,9 !	! 17,5 ! 18,8 ! 17,9 !	! 18,4 ! 19,5 ! 18,9 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 12,4 ! 13,3 ! 12,9 !	! 14,4 ! 15,4 ! 14,9 !	! 15,3 ! 16,6 ! 16,0 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 10,8 ! 11,6 ! 11,5 !	! 12,0 ! 13,1 ! 12,4 !	! 13,0 ! 13,8 ! 13,3 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 9,2 ! 9,6 ! 9,2 !	! 9,6 ! 10,4 ! 9,5 !	! 10,7 ! 11,0 ! 10,8 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
$u_m = 13,0\%$	$u_m = 15,0\%$	$u_m = 18,4\%$

Bild 3.4-7a: Verteilung der Holzfeuchte in % über den Rippenquerschnitt am Versuchsende, "trockene" Rippen (Versuchsdauer 158 Tage)



W 1 n	W 2 n	W 3 n
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 26,6 ! 28,8 ! 28,1 !	! 23,0 ! 24,5 ! 23,6 !	! 32,0 ! 36,1 ! 31,3 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 23,0 ! 24,7 ! 22,9 !	! 20,3 ! 21,6 ! 20,4 !	! 24,9 ! 25,6 ! 23,5 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 17,8 ! 19,1 ! 17,6 !	! 16,8 ! 18,0 ! 16,4 !	! 18,3 ! 18,8 ! 17,0 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 13,9 ! 15,8 ! 14,2 !	! 13,8 ! 14,4 ! 13,3 !	! 14,1 ! 15,0 ! 14,5 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 10,3 ! 11,4 ! 10,0 !	! 10,7 ! 11,2 ! 10,4 !	! 10,6 ! 11,1 ! 10,6 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
$u_m = 18,9\%$	$u_m = 17,2\%$	$u_m = 20,2\%$
W 4 n	W 5 n	W 6 n
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 32,1 ! 33,1 ! 31,2 !	! 28,0 ! 30,5 ! 28,7 !	! 26,0 ! 25,6 ! 24,9 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 26,6 ! 28,0 ! 26,0 !	! 23,3 ! 25,5 ! 24,3 !	! 21,6 ! 23,0 ! 22,3 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 19,5 ! 19,9 ! 19,0 !	! 18,4 ! 20,0 ! 18,6 !	! 17,4 ! 18,8 ! 17,9 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 15,0 ! 15,5 ! 14,7 !	! 14,6 ! 16,2 ! 14,5 !	! 14,0 ! 15,4 ! 14,5 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
! 12,0 ! 12,6 ! 12,3 !	! 11,6 ! 12,5 ! 11,4 !	! 11,1 ! 12,0 ! 11,3 !
+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+
$u_m = 21,2\%$	$u_m = 19,9\%$	$u_m = 18,4\%$

Bild 3.4-7b: Verteilung der Holzfeuchte in % über den Rippenquerschnitt am Versuchsende, "nasse" Rippen (Versuchsdauer 158 Tage)

An den "nassen" Hölzern wurde schon bald nach Versuchsbeginn Schimmelpilzbildung stellenweise sichtbar.

### 3.4.6 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse müssen nach 2 unterschiedlichen Aspekten getrennt ausgewertet werden:

1. Feuchteverlauf in der Außenbeplankung (siehe 3.4.7)
2. Feuchteverlauf in der Holzrippe (siehe 3.4.8).

### 3.4.7 Feuchteverlauf in der Außenbeplankung

#### 3.4.7.1 Gewählte Wandquerschnitte

2 Wand-Konstruktionen waren ausgewählt worden:

- a) Für Außenwände mit zusätzlicher, hinterlüfteter Außenbekleidung geeignet (W 1, W 2, W 5, W 6).
- b) Außenwände mit außenliegendem Wärmedämmverbundsystem (W 3, W 4).

Der zusätzliche Wetterschutz zu a) bzw. der Außenputz zu b) wurde aus Gründen des Versuchsablaufs nicht angebracht, zumal dadurch das Feuchteverhalten der untersuchten Teile nicht beeinträchtigt wird.

Die Qualität der Querschnitte bezüglich Tauwassergefahr für die Außenbeplankung war bewußt unterschiedlich gewählt worden:

- a) Die diesbezüglichen Anforderungen der DIN 4108 Teil 3 werden nur von den Ausbildungen mit Dampfsperre (W 2 und W 4) sowie von W 5 erfüllt.
- b) Im Gegensatz dazu sind die Beplankungen von W 1, W 3 und W 6 unter den Bedingungen nach DIN 4108 Teil 3 rechnerisch unzulässig stark tauwassergefährdet.

Anmerkung: Für Querschnitte ohne Außenbeplankung (mit zusätzlichem, hinterlüftetem Wetterschutz) ergäben sich dagegen wieder einwandfreie Verhältnisse für den Tauwasserschutz im Bauteilquerschnitt.

#### 3.4.7.2 Klimatische Beanspruchung der Prüfkörper

Wie unter 3.4.3 erläutert, waren die zugrunde gelegten Klimabedingungen im Innenraum im Verhältnis zu DIN 4108 Teil 3 etwa um den Faktor 2,5 schärfer.

### 3.4.7.3 Feuchteverlauf

Die nachfolgende Bewertung erfolgt auch unter Beachtung der Kriterien nach DIN 4108 Teil 3. Deshalb wird hier insbesondere der äquivalente Zeitraum  $t_{eq}$  (gerechnet von Versuchsbeginn) zugrunde gelegt. Dieser Zeitraum ergibt das gleiche Produkt-Integral aus Anzahl der einzelnen Versuchstage  $\times$  jeweiliger Dampfdruckdifferenz  $p_i - p_a$  wie das Produkt 60 Tage  $\times$  ( $p_i - p_a$ ) nach DIN 4108 Teil 3 (vgl. auch 3.4.3). Es ist

$$t_{eq} = 65 \text{ Tage (gerechnet von Versuchsbeginn)}$$

Der Feuchteverlauf in der Außenbeplankung bei diesen Untersuchungen wird getrennt für die einzelnen Wandkonstruktionen bewertet. Zugrunde gelegt wird der Zeitraum  $t_{eq}$ , da bereits dort eine eindeutige Klassifizierung möglich ist.

- W 1: Dieser Wandaufbau ist - wie auch die Rechnung nach DIN 4108 zeigt - **unzulässig**, da der Feuchtegehalt der Außenbeplankung extrem groß ist.
- W 2: Dieser Wandaufbau, der sich von W 1 nur durch die zusätzliche Dampfsperre unterscheidet, ist **zulässig** (auch nach DIN 4108). Bei Einbau der trockenen Rippe  $t$  ( $u_E = 20,6\%$ ) beträgt die Feuchte der Gipsfaserplatte ca. 2%. Bei der nassen Rippe  $n$  ( $u_E = 65,7\%$ ) beträgt der Höchstwert der Plattenfeuchte zwar ca. 5% (bedingt durch die Eisauflage), jedoch handelt es sich hierbei um einen einmaligen Vorgang, da die Austrocknung der nassen Rippe schon bei Abschluß der Untersuchung beendet ist (siehe Bild 3.4-5).
- W 3: Dieser Wandaufbau ist **unzulässig** (auch nach DIN 4108). Die Plattenfeuchte ist bereits bei der trockenen Rippe mit ca. 7% (allein tauwasserbedingt, also Jahr für Jahr wiederkehrend) bei weitem zu groß.
- W 4: Dieser Aufbau unterscheidet sich von W 3 nur durch die zusätzliche Dampfsperre. Er ist **zulässig** (auch nach DIN 4108). Die Plattenfeuchte beträgt bei der trockenen Rippe  $t$  ( $u_E = 20,5\%$ ) ca. 2%. Bei der nassen Rippe  $n$  ( $u_E = 80\%$ ) wurden zwar wieder ca. 5% (Eisauflage) gemessen, jedoch gilt auch hier das zu W 2 Gesagte.
- W 5: Dieser Wandaufbau - obwohl nach DIN 4108 rechnerisch zulässig - wird aufgrund dieser Untersuchung nur als **bedingt zulässig** eingestuft, da die Plattenfeuchte bei trockener Rippe ca. 3% beträgt.
- W 6: Dieser Aufbau, der auch die Bedingungen nach DIN 4108 nicht erfüllt, wird ebenfalls hier als **unzulässig** bewertet, und zwar im wesentlichen wegen der extrem großen Änderungen der Plattenfeuchte.

Die Bewertung wird nachstehend zur besseren Übersicht tabellarisch zusammengefaßt (Tabelle 3.4-3).

Tabelle 3.4-3: Bewertung der untersuchten Wandquerschnitte nach Bild 3.4-2 bezüglich der Plattenfeuchte der Außenbeplankung

! Bewertung bei Einbau !			
! Wand !	! trockener !	! nasser !	! Bemerkungen !
! !	! Rippen !	! !	! !
! W 1 !	! unzulässig !	! Plattenfeuchte zu groß !	! !
! W 2 !	! zulässig !	! - !	! !
! W 3 !	! unzulässig !	! Plattenfeuchte zu groß !	! !
! W 4 !	! zulässig !	! - !	! !
! W 5 !	! bedingt zulässig !	! weitere Untersuchung empfohlen !	! !
! W 6 !	! unzulässig !	! Feuchteänderung zu groß !	! !

### 3.4.8 Feuchteverlauf in der Holzrippe

#### 3.4.8.1 Trocken eingebaute Rippen (vgl. Bild 3.4-4)

Alle untersuchten Wandaufbauten sind bezüglich des Feuchteverlaufs in den Holzrippen **einwandfrei** (vor allem auch unter Beachtung von  $t_{eq}$ ).

#### 3.4.8.2 Naß eingebaute Rippen (vgl. Bild 3.4-5)

Alle untersuchten Wandaufbauten können - auch bezüglich der Austrocknung naß eingebaute Holzrippen (jedoch  $u_m \leq 50\%$ ) - als **einwandfrei** klassifiziert werden, da die mittlere Holzfeuchte aller Rippen nach etwa 5 Monaten auf etwa  $u_m = 20\%$  abgesunken war, trotz ungünstig gewählter Randbedingungen, nämlich

- Holzfeuchte der eingebauten Rippen  $u_m > 60\%$
- Winterklima auf der kalten, erhöhte Raumluftfeuchte auf der warmen Seite während des gesamten Untersuchungszeitraumes von ca. 5 Monaten.

Diese Bewertung wird auch dadurch nicht beeinträchtigt, daß am Ende der Untersuchung bei den Wänden W 3 und W 4 im Außenbereich der Holzrippe mehrere Einzelwerte der Holzfeuchte über  $u = 30\%$  (Höchstwert  $u = 36\%$ , vgl. Bild 3.4-7) gemessen wurden, da die gewählten klimatischen Bedingungen - wie bereits in 3.4.3 erläutert - ungewöhnlich scharf waren.

Zusammenfassung der Bewertung siehe nachfolgende Tabelle 3.4-4.

Tabelle 3.4-4: Bewertung der untersuchten Wandquerschnitte nach Bild 3.4-2 bezüglich der Holzfeuchte der Rippen

!	Wand	!	W 1	!	W 2	!	W 3	!	W 4	!	W 5	!	W 6	!
!	trockener	!		!		!		!		!		!		!
!	Einbau	-----	Rippen	!			einwandfrei	!						!
!	nasser	!		!				!						!

## 4 Bewertungs-Kriterien für Hölzer ohne chemischen Holzschutz

=====

### 4.1 Holzarten

Die Bewertung bezieht sich nur auf die in der Bundesrepublik am häufigsten verwendeten Nadelhölzer (überwiegend Fichte, weniger Kiefer, selten Tanne).

### 4.2 Pilzbefall

Für die in den Abschnitten 5 ff. vorgenommene Klassifizierung von Holzbauteilen werden die nachfolgenden **Annahmen** für chemisch nicht geschütztes Holz getroffen.

#### 4.2.1 Kein Pilzbefall

Pilzbefall findet nicht statt, solange in den Zellhohlräumen kein freies Wasser vorhanden ist, d.h. solange der Fasersättigungsbereich <sup>1)</sup> des Holzes nicht überschritten wird, d.h. solange die Holzfeuchte  $u$  an beliebiger Stelle

$$\text{zu jeder Zeit etwa } u \leq 30\% \quad (1)$$

ist <sup>2)</sup>. Wegen der möglichen Feuchteschwankungen innerhalb des Holzes kann bei Holzteilen, deren Feuchte nur durch eine Einzelmessung bestimmt wurde ( $u_1$ ) oder für die der Mittelwert  $u_m$  bekannt ist, die Bedingung (1) annähernd als erfüllt angesehen werden, wenn

etwa $u_1 \leq 20\%$	(2a), bzw.
----------------------	------------

etwa $u_m \leq 20\%$	(2b)
----------------------	------

eingehalten wird.

Die Meßergebnisse in Abschnitt 3 bestätigen diesen Zusammenhang zwischen den Bedingungen (1) und (2b) für übliche Konstruktionen. Lediglich die (bauphysikalisch jedoch unzulässigen) Ausbildungen W 1 und W 3 nach Bild 3.4-2 weichen hiervon ab.

-----  
1) Für Fichte und Kiefer (Splint) gibt **Trendelenburg** den Fasersättigungsbereich mit etwa  $u(\text{FSB}) \approx 30\% \dots 34\%$  an.  
-----

2) Eine Ausnahme hiervon bildet der Echte Hausschwamm, dessen Befall jedoch bei Neubauten im allgemeinen Hochbau auf Sonder-Situationen beschränkt bleibt.  
-----

#### 4.2.2 Keine Bauschäden durch Pilzbefall

Bauschäden durch Pilzbefall sind nicht zu erwarten, wenn bei Verwendung von Holz mit beliebiger Holzfeuchte  $u_{m,0}$  im Anfangszustand (0) spätestens nach 6 Monaten  $u_m \leq 20\%$  beträgt:

! Zeitpunkt	!	$u_m$	!
! Einbau-Beginn	!	beliebig 1)!	(3)
! nach 6 Monaten	!	$\leq 20\%$	!

1) Jedoch möglichst  $u_m \leq 50\%$ .

Begründung für Annahme (3):

Während eines Zeitraumes bis zu 6 Monaten, in dem die Holzfeuchte  $u > u(\text{FSB})$  beträgt, ist zwar ein Auskeimen der Sporen und eine anschließende Hyphen-Bildung möglich, festigkeitsmindernde Einflüsse können jedoch ausgeschlossen werden. Nach Austrocknen des Holzes auf  $u_m \leq 20\%$  ist das Pilzwachstum im allgemeinen beendet, ausgenommen der Echte Hausschwamm, siehe jedoch 4.2.1, FN 2).

#### 4.3 Insektenbefall

Im Arbeitsausschuß DIN 68 800 Teil 3 besteht Einigkeit über folgende **Annahmen** bei Verwendung von chemisch nicht geschütztem Nadelholz:

1. **Insektenbefall findet nicht statt,**  
solange die Holzfeuchte  $u \leq 10\%$  an jeder Stelle eingehalten ist.
2. **Bauschäden durch Insektenbefall sind nicht zu erwarten,**  
wenn die Holzteile bei Verwendung in Räumen mit üblichem Wohnklima oder in vergleichbaren Räumen
  - a) allseitig durch eine geschlossene Bekleidung gegen Insektenbefall abgedeckt sind oder
  - b) zum Raum hin derart offen angeordnet sind, daß sie kontrollierbar bleiben.

5 Zuordnung von Holzbauteilen zu den Gefährdungsklassen nach  
DIN 68 800 Teil 3; Allgemeines

Für die Neuausgabe von DIN 68 800 Teil 3 (voraussichtlich 1989) ist folgende Definition der Gefährdungsklassen vorgesehen (vgl. Tabelle 5-1):

Tabelle 5-1: Gefährdungsklassen, vorgesehene Definition nach  
DIN 68 800 Teil 3 (Neuausgabe i.V.)

! Gefährdungs- ! klasse	Gefährdung des Holzes durch			
	! Insekten 1)	! Pilze	! Auswaschung 2)	! Moderfäule
! 0	! -	! -	! -	! -
! 1	! +	! -	! -	! -
! 2	! +	! +	! -	! -
! 3	! +	! +	! +	! -
! 4	! +	! +	! +	! +

- keine Gefährdung, + Gefährdung

1) Gefahr von **Bauschäden** durch Insektenbefall; dagegen wird bei Bauteilen mit zum Raum hin offen angeordneten, kontrollierbaren Hölzern in Räumen mit üblichem Wohnklima oder dgl. nicht die Gefahr des Insektenbefalls an sich beurteilt.

2) Auswaschung des Holzschutzmittels.

Die in der Norm nachgeschaltete Klassifizierung von Holzbauteilen entsprechend den Anwendungsbereichen ist naturgemäß äußerst grob und umfaßt jeweils vollständige Bauteil-Gruppen.

In den nachfolgenden Abschnitten dagegen wird auf der Grundlage von langjährigen persönlichen Erfahrungen des Bearbeiters im Holzhausbau sowie anhand der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen (vgl. Abschnitt 3) eine differenzierte Zuordnung von Holzbauteilen zu den Gefährdungsklassen entwickelt. Die eingehendere Betrachtungsweise führt zwangsläufig oft zu einer Einstufung von Bauteilen in niedrigere Gefährdungsklassen als nach der pauschalen Bewertung in DIN 68 800 Teil 3.

Im wesentlichen handelt es sich dabei um Bauteile, wie sie im Holzhausbau eingesetzt werden, sowie um Dächer für Wohngebäude und vergleichbare Gebäude, unabhängig von deren Bauart. Daher werden nur die Gefährdungsklassen 1 bis 3 - überwiegend sogar nur 1 und 2 - einbezogen. Es werden ausschließlich **Nadelhölzer** vorausgesetzt.



Eine sinnngemäße Übertragung der Zuordnung auf andere Gebäude (z.B. Gewerbebauten) ist möglich, wenn vergleichbare klimatische Bedingungen im Gebäudeinnern vorliegen.

Sofern in den einzelnen Abschnitten keine näheren Hinweise gegeben werden, bezieht sich die Zuordnung bei Wohngebäuden grundsätzlich auf alle Räume, also einschließlich der Küchen und Bäder.

Vorausgesetzt werden eine einwandfreie Planung auf der Grundlage der einschlägigen bautechnischen Vorschriften sowie eine gewissenhafte Ausführung. Trotzdem wird aber auch der Einfluß folgender Situationen untersucht:

- Planungs- und Ausführungsfehler
- unterschiedliche Einbaufeuchten der Hölzer
- ungenügender Regenschutz
- sehr hohe Baufeuchte in konventionellen Massivbauten für trocken angelieferte Hölzer bis zur Fertigstellung des Gebäudes.

## 6 Außenwände

=====

### 6.1 Konstruktionsprinzip

Erfaßt werden Wände in Ständer- und Holztafelbauart (oft auch als Rahmenbauart bezeichnet), unabhängig davon, ob sie an der Baustelle hergestellt oder im Werk vorgefertigt werden. Prinzip-Skizze siehe Bild 6-1. Nicht behandelt werden dagegen Fachwerk-Wände mit außen oder beidseitig sichtbaren Hölzern und ausgefüllten Gefachen.

### 6.2 Außenwand-Querschnitte

Die zugrunde gelegten Querschnittstypen gehen aus Bild 6-2 hervor. Im einzelnen handelt es sich um folgende charakteristische Ausbildungen des Wetterschutzes:

- Nr. 1: Vorgesetzter Wetterschutz (Bekleidung), hinterlüftet oder nicht hinterlüftet
- Nr. 2: Wetterschutz als Bestandteil der Wand, hinterlüftet \*
- Nr. 3: Wärmedämmverbundsystem
- Nr. 4: Holzwolleleichtbauplatte, verputzt
- Nr. 5: Mauerwerk-Vorsatzschale, hinterlüftet (im Sinne von DIN 1053 Teil 1)

Nicht behandelt sind z.B. die Querschnitte nach Bild 6-3, da

- a) über Fachwerkwände mit außen sichtbaren Hölzern bereits andernorts spezielle Forschungsarbeiten durchgeführt werden, deren Ergebnissen hier nicht vorgegriffen werden soll;
- b) nicht belüftete Wandausbildungen mit beidseits angeordneten, dampfsperrenden Schichten nur unter speziellen Randbedingungen, nicht jedoch generell empfohlen werden können;
- c) für Wände mit nicht hinterlüfteter Mauerwerk-Vorsatzschale eine Reduzierung der Gefährdungsklasse aufgrund des derzeitigen Erkenntnisstandes nicht angeraten erscheint.

Für solche Ausbildungen ist die zugehörige Gefährdungsklasse 3 (für Wandtyp a) bzw. 2 (für Wandtypen b und c) nach DIN 68 800 Teil 3 einzuhalten.

Wie die Untersuchungen in Abschnitt 3.4 gezeigt haben, kann - abgesehen von obiger Ausbildung Nr. 2 - bei keiner Wand auf die Dampfsperre verzichtet werden; ohne Dampfsperre wäre jedoch nicht die Holzkonstruktion

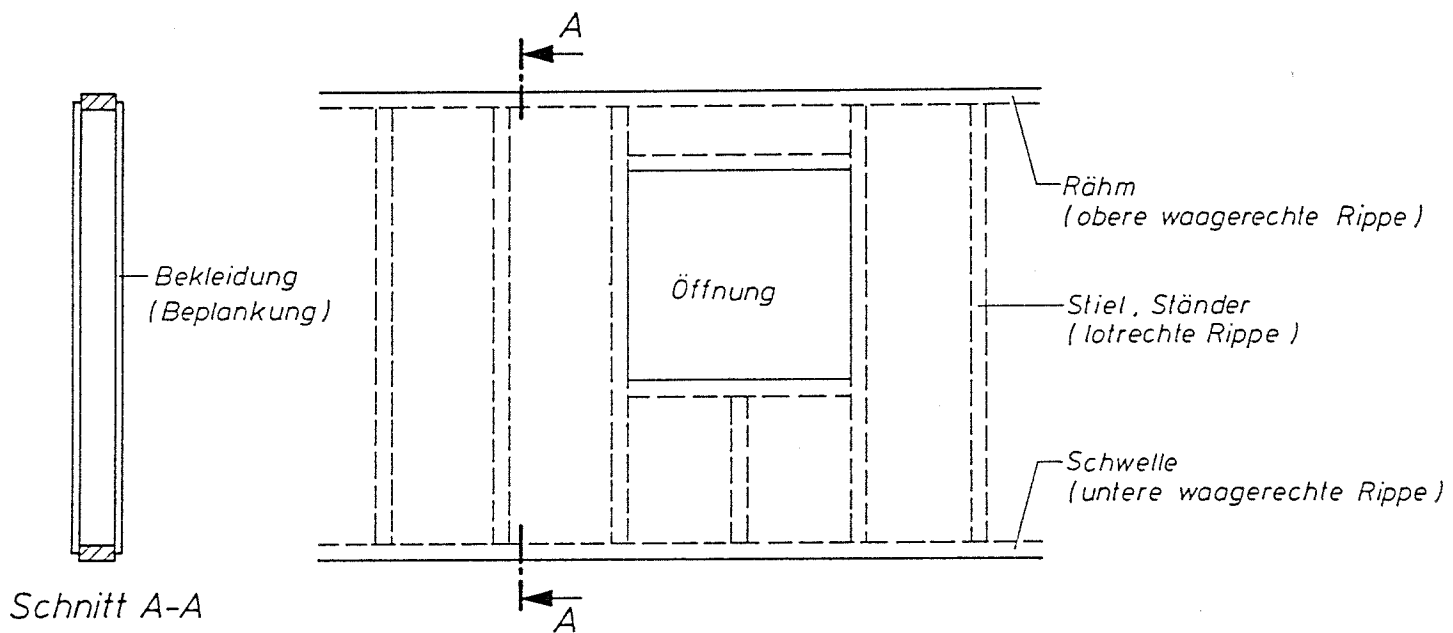


Bild 6-1: Anordnung der Hölzer (Prinzip) in Außenwänden in Ständer- oder Holztafelbauart, Bezeichnungen, für Holztafelbauart in ( )

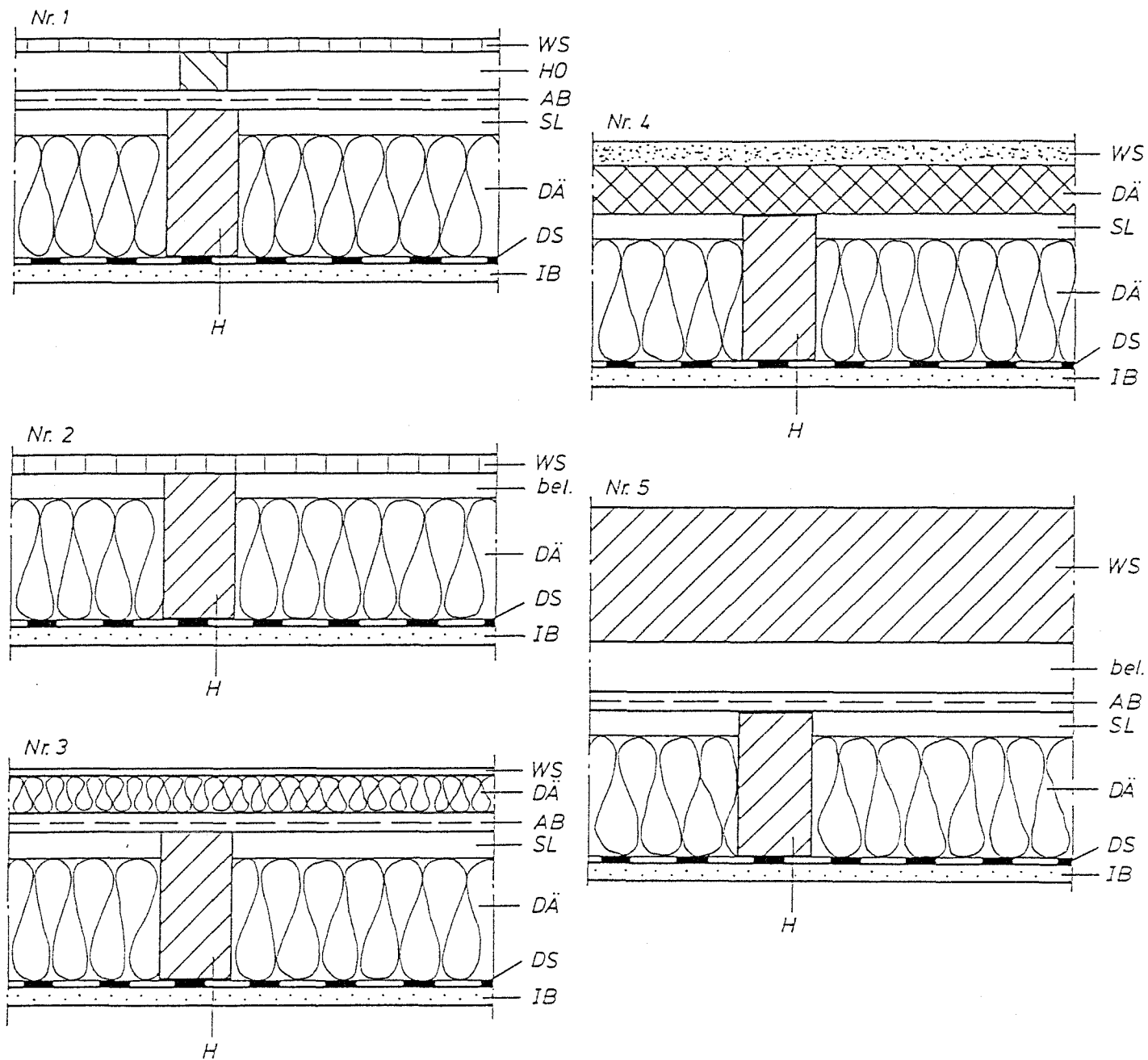


Bild 6-2: Behandelte Querschnittstypen für Außenwände in Holzbauart  
SL stehende Luft oder Hohlraum ausgefüllt mit Dämmschicht

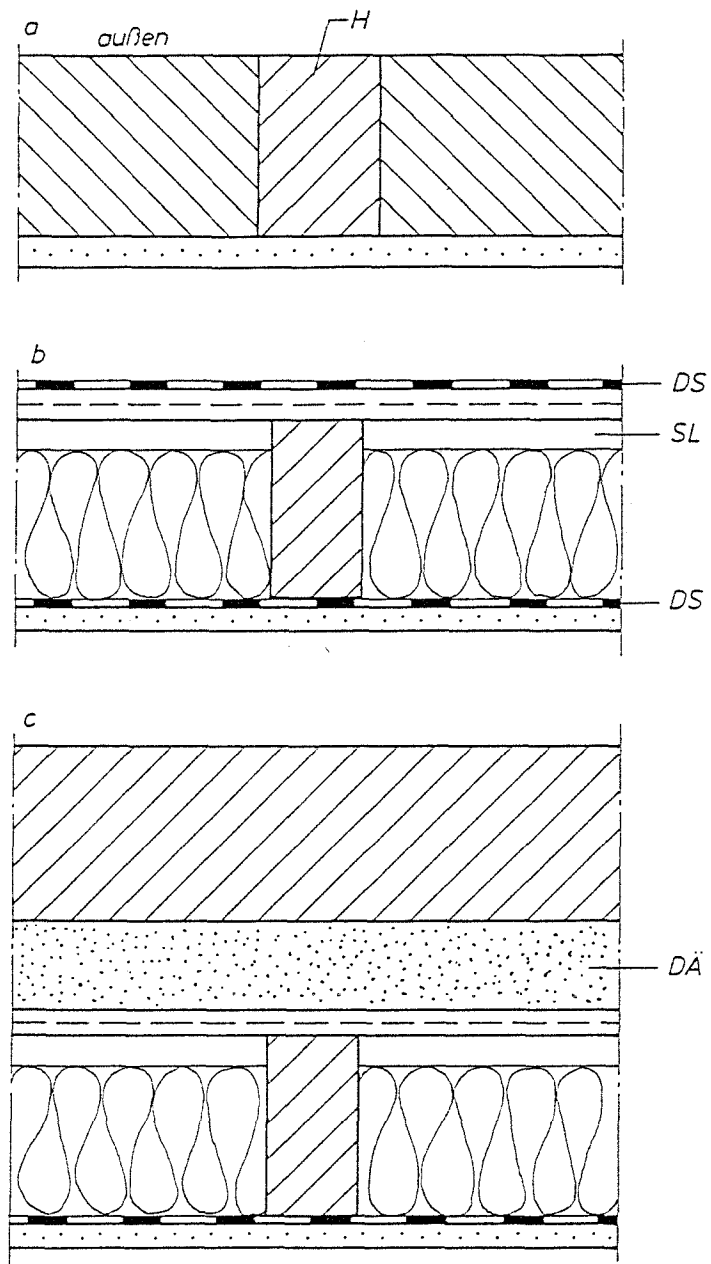


Bild 6-3: Beispiele für Außenwand-Querschnitte, die nicht behandelt werden

- a Fachwerkwand mit außen sichtbaren Hölzern
- b Wand in Holztafelbauart mit beiderseits dampfsperrenden Schichten (DS)
- c Wand nach Bild 6-2, Nr. 5 (Mauerwerk-Vorsatzschale) mit zusätzlicher Wärmedämmung (z.B. Granulat) zwischen Wand und Mauerwerk

gefährdet (vgl. Bild 3.4-4, Verläufe 1 t und 3 t), sondern vielmehr die Außenbekleidung (-beplankung), wie aus Bild 3.4-6 für die Beplankungen der Prüfkörper 1 t und 3 t hervorgeht.

Eine Ausnahme hiervon bildet der obige Wandtyp Nr. 2, wenn die Innenbekleidung aus großformatigen Werkstoffen mit größerem Dampfdurchlaßwiderstand besteht (z.B. Spanplatten).

### 6.3 Baustoffe

Für die einzelnen Schichten stehen zumeist mehrere Baustoffgruppen zur Verfügung, wie folgende beispielhafte Aufzählung zeigt:

Innenbekleidung oder -beplankung (1- oder 2-lagig, direkt oder unter Zwischenschaltung einer Querlattung mit den Hölzern befestigt):

- Spanplatten DIN 68 763
- Gipskarton-Bauplatten DIN 18 180
- Gipsfaserplatten (mit bauaufsichtlicher Zulassung)
- Bretterschalungen

Außenbekleidung oder -beplankung

- Spanplatten
- Bretterschalungen
- Gipsfaserplatten (eingeschränkter Anwendungsbereich)

Wetterschutz

- Bekleidung aus groß- oder kleinformatigen Plattenwerkstoffen oder Bretterschalungen
- Mauerwerk-Vorsatzschale
- Wärmedämmverbundsystem (Hartschaumplatten mit Kunstharzputz)
- Holzwolleleichtbauplatten mit mineralischem Putz

Wärmedämmschicht in den Gefachen

- mineralischer Faserdämmstoff DIN 18 165 Teil 1

Dampfsperre in der Nähe der raumseitigen Oberfläche

- Polyethylen-Folie

### 6.4 Weitere Konstruktionsdetails

#### 6.4.1 Anschluß Außenwand - angrenzende Bauteile

Es wird zunächst vorausgesetzt, daß der Anschluß an angrenzende Bauteile (Fenster, Türen, Decken am Kopf- und Fußpunkt der Wand) nach bewährten

handwerklichen Regeln und derart erfolgt, daß dort eine direkte Feuchtebeanspruchung der Holzteile innerhalb der Wand aus Niederschlägen dauerhaft verhindert wird. Auf "Leckagen", z.B. in Anschlußbereichen, wird später noch gesondert eingegangen.

Zu den genannten handwerklichen Regeln gehört u.a. auch, daß bei angrenzenden feuchten Bauteilen die Übertragung von Baufeuchte in die Holzteile durch Zwischenschalten von feuchtesperrenden Schichten verhindert wird; Beispiel: Sperrschicht zwischen der Holzschwelle der Wand und einer baufeuchten oder feuchtegefährdeten Massivdecke (vgl. Bild 6-4).

#### 6.4.2 Nachträgliche raumseitige Bekleidung von Außenwänden

Nachträgliche raumseitige Bekleidungen unter Verwendung von Dämmschichten (zur Verbesserung des Wärmeschutzes der bestehenden Wand) sind so auszubilden, daß eine Tauwasserbildung für den eigentlichen Bauteilquerschnitt nicht entsteht, z.B. erforderlichenfalls unter Verwendung einer zusätzlichen Dampfsperre (vgl. Bild 6-5). Im "Versagensfall" wäre aber nicht die Holzkonstruktion betroffen, sondern lediglich die Innenbekleidung (-beplankung), so daß sich daraus keine Konsequenz für die erforderliche Gefährdungsklasse ergibt.

#### 6.4.3 Luftdichtheit der Innenbekleidung

Bei nicht luftdichter Ausbildung der Innenbekleidung können größere Schäden, im wesentlichen an der Außenbekleidung, durch erhebliche Tauwasserbildung infolge Wasserdampf-Konvektion entstehen. Deswegen ist die Innenschale stets vollflächig luftdicht auszubilden, z.B. (vgl. Bild 6-6)

- a) durch eine geschlossene Innenbekleidung, wie sie bei Verwendung von Gipskarton-Bauplatten mit gespachtelten Fugen vorliegt;
- b) durch eine luftdicht angeordnete Dampfsperre (in der Praxis üblich: großflächige Polyethylen-Folie), wenn eine luftdurchlässige Bekleidung, z.B. Profildrehtschalung, ohne Unterlage angeordnet wird;
- c) durch eine zweilagige Ausbildung bei Verwendung einer luftdurchlässigen, raumseitigen Bekleidung.

#### 6.4.4 Durchdringungen der Innenbekleidung

Durchdringungen der luftdichten Innenbekleidung, z.B. bei Einbau von Steckdosen, sind so auszuführen, daß die Luftdichtheit nicht verlorengeht. Eine Möglichkeit stellen Leerrohre zwischen Bekleidung und Dampfsperre dar (vgl. Bild 6-7). Anderenfalls wären wieder Schäden möglich, wie sie unter 6.4.3 erwähnt wurden.

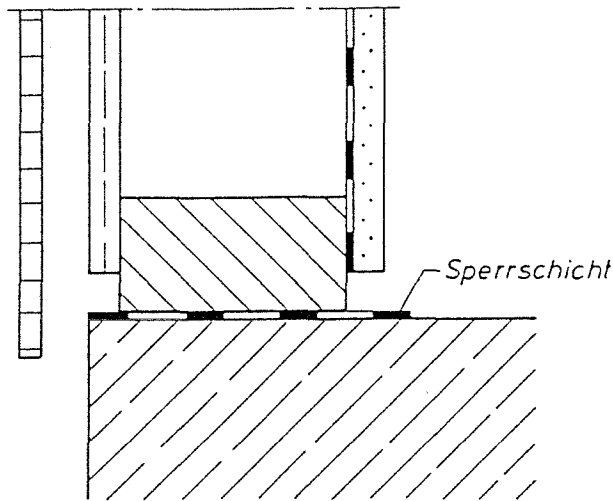


Bild 6-4: Feuchteschutz für Wandfußpunkt auf Massivdecke (Prinzip)

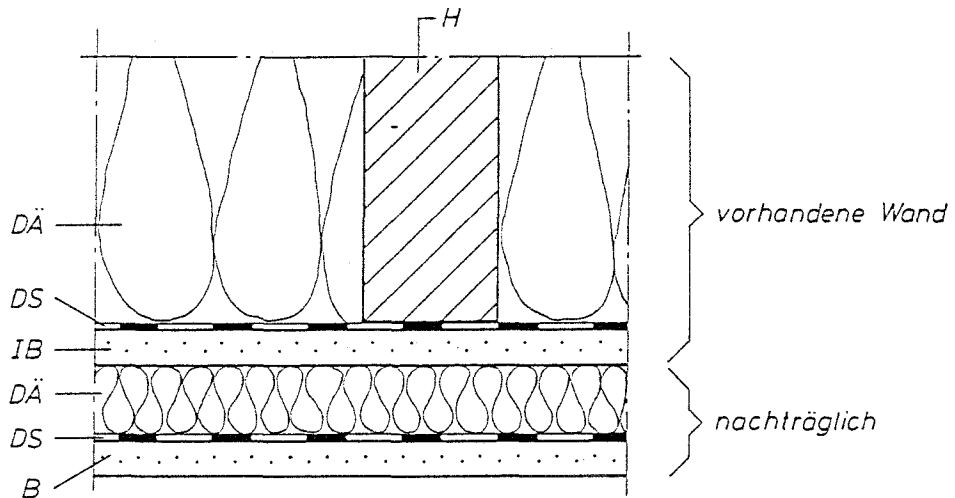


Bild 6-5: Verbesserung des Wärmeschutzes von Außenwänden durch nachträgliche raumseitige Bekleidung (B)

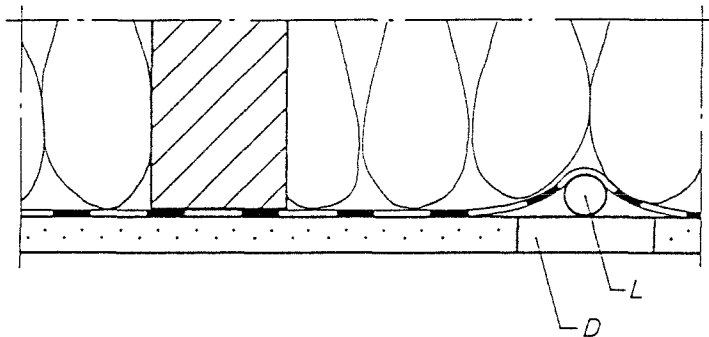


Bild 6-7: Vorschlag für luftdichte Ausbildung der Innenschale von Außenwänden im Bereich von Steckdosen-Einbauten zur Vermeidung von Wasserdampf-Konvektion  
D Durchdringung der Innenbekleidung, L Leerrohr



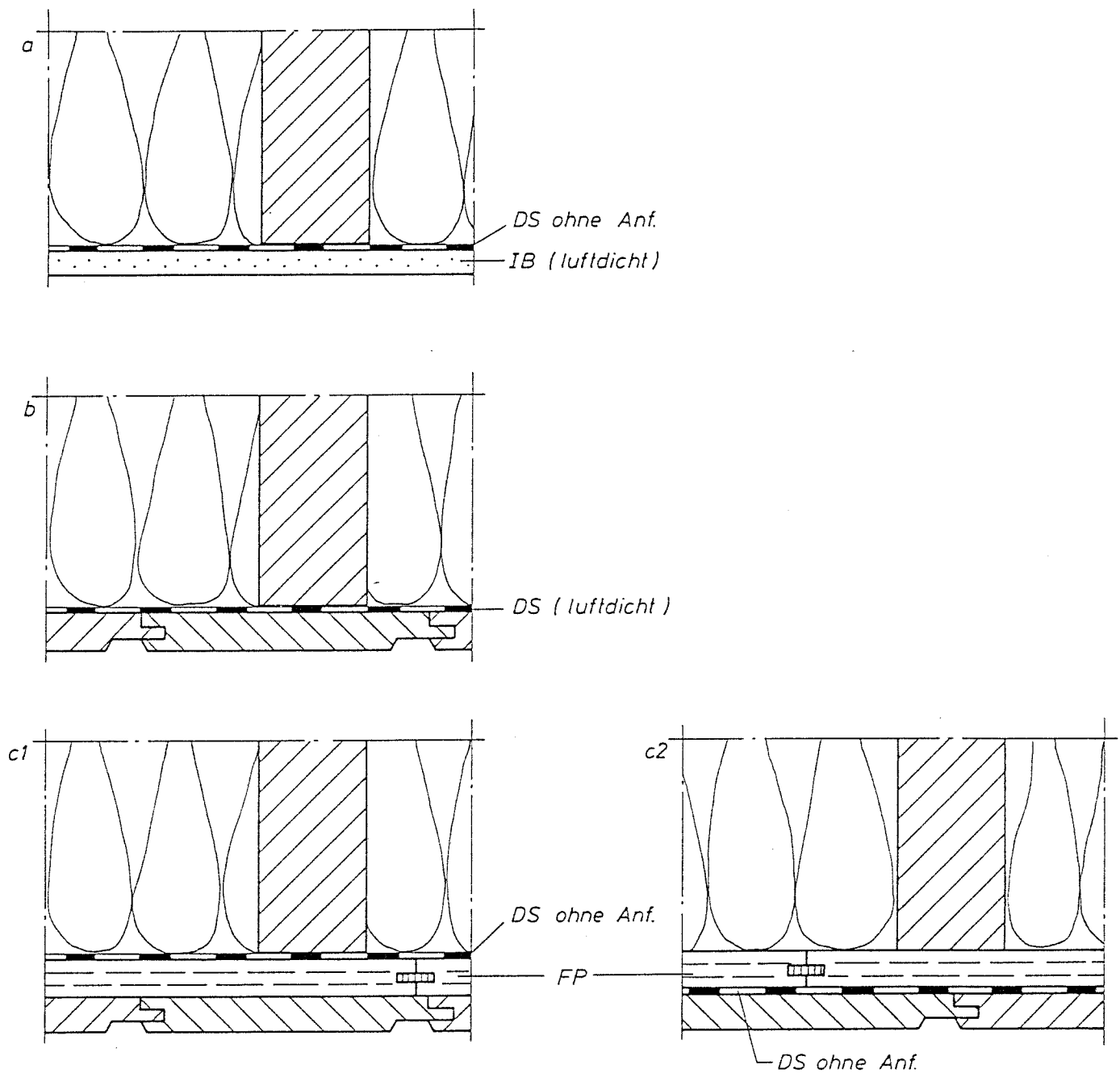


Bild 6-6: Vorschläge für die Ausbildung luftdichter Innenschalen  
a mit luftdichter Bekleidung, keine Anforderungen an die Luftdichtheit der Dampfsperre (DS ohne Anf.)  
b mit luftdichter Dampfsperre DS bei luftdurchlässiger Bekleidung  
c zweilagige Ausbildung bei luftdurchlässiger, raumseitiger Bekleidung, Unterlage z.B. großflächige Spanplatten, gespundet oder Nut-Feder-Verbindung

Dagegen wird in Bädern, Küchen oder dgl. - unabhängig vom vorliegenden chemischen Holzschutz der Werkstoffe - generell dringend von Durchdringungen in Außenwänden durch Armaturen sowie von wasserführenden Leitungen abgeraten. Hier kann es z.B. bei nicht sorgfältiger Ausführung oder bei nicht dauerhafter Wirkung von "dauerelastischen" Abdichtungsstoffen zu erheblichen Folgeschäden kommen, z.B. Versagen des keramischen Belags infolge unzulässiger Formänderungen der Bekleidungswerkstoffe oder starke Reduzierung des Wärmeschutzes infolge Durchfeuchtung des Dämmstoffes.

#### 6.5 Tauwassergefahr im Querschnitt infolge Dampfdiffusion

Wie in den Abschnitten 6.4.3 und 6.4.4 ausgeführt, ist bei Außenwänden stets die luftdichte Ausbildung der Innenschale zu gewährleisten, egal welchen Holzschutz die verwendeten Werkstoffe aufweisen.

Dagegen ist die Ausführung der Dampfsperre - sofern sie nur die Dampfdiffusionsstromdichte reduzieren soll und nicht gleichzeitig eine luftdichtende Funktion hat - für die Feuchte der eingebauten Holzteile unbedeutend (nicht dagegen jedoch für die Außenbekleidung, wie z.B. aus den Bildern 3.4-6 hervorgeht).

Aus Bild 3.4-4 ist ersichtlich, daß selbst bei Außenwand-Querschnitten, die wegen fehlender Dampfsperre nach DIN 4108 unzulässig sind und bei denen die Außenbekleidungen extrem durchfeuchtet wurden (z.B. Wände W 1, W 3, vgl. auch Tabelle 3.4-3), die Holzfeuchte in den Holzteilen harmlos blieb. Auch die Werte in den Einzelbereichen für trocken eingebaute Hölzer nach Bild 3.4-7 blieben selbst bei diesen unzulässigen Ausbildungen unter  $u = 30\%$ , entsprachen also dem Beurteilungs-Kriterium nach Abschnitt 4.2.1.

Ergebnis: Für die Hölzer in Außenwänden nach Bild 6-2 besteht keine Gefahr einer unzulässigen Tauwasserbildung.

#### 6.6 Tauwassergefahr an der raumseitigen Bauteiloberfläche

Tauwasserbildung an der raumseitigen Oberfläche

- a) infolge konstruktiv bedingter Wärmebrücken oder aber
- b) infolge unsachgemäßer Nutzung der Räume (erhöhte relative Raumluftfeuchte als Folge ungenügender Beheizung und Belüftung)

sowie direkte Feuchteeinwirkungen aus der Raumnutzung (z.B. Spritz- oder Schwallwasser) bei nicht ausreichendem Feuchteschutz der Wandoberfläche können bei allen hier vorgeschlagenen Konstruktionstypen stets nur die Innenbekleidung gefährden, nicht dagegen die Konstruktionsteile aus Holz.

## 6.7 Verarbeitungsfehler mit bauphysikalischen Folgen

In erster Linie sind zu nennen:

1. Nicht sorgfältig verlegte Dampfsperren (vgl. auch 6.4.3, 6.4.4, 6.5) sind für die Konstruktionsteile aus Holz

- a) generell unbedeutend, sofern die Dampfsperre nicht zugleich luftdichtende Funktion hat,
- b) in aller Regel auch dann unbedeutend, wenn die Dampfsperre zugleich luftdichtende Funktion hat.

Anmerkung: Dem Bearbeiter ist bisher nicht bekannt geworden, daß Schäden an den Holzteilen in Außenwänden durch unsachgemäß verlegte Dampfsperren oder infolge Durchdringungen der Innenschale aufgetreten sind. Dagegen kann die Außenbekleidung in solchen Fällen ernsthaft gefährdet sein!

2. Nicht sorgfältig verlegte Dämmschicht im Gefach  
Keine Gefahr für die Konstruktionsteile aus Holz (vgl. 6.6).

## 6.8 Einbaufeuchte der Konstruktionshölzer

Folgende Einbau-Situationen sind möglich und werden bei der Zuordnung zu den Gefährdungsklassen berücksichtigt (siehe Tabelle 6-1):

Tabelle 6-1: Feuchtezustand der Hölzer bis zur Fertigstellung der Bauteile

! Zeile !	! Zustand bei Einbau-Beginn !	! Feuchtebeanspruchung bis zur Fertigstellung !	! Holzfeuchte in % bei Fertigstellung !	! mittlere $u_m$ !	! Einzelwert $u$ !
! 1 !		! keine !	! $\leq 20$ !	! $\leq 30$ !	!
! 2 !	! trocken !	! länger hohe Baufeuchte !	! $\leq 30$ !	! $\leq 30$ !	!
! 3 !		! längere Niederschläge !	! $\geq 30$ 1) !	! $\geq 30$ !	!
! 4 !	! naß !	! beliebig 2) !	! $\geq 30$ !	! $\geq 30$ !	!

1)  $u_m \geq 30\%$  in Teilbereichen möglich, z.B. in Hirnholz-Nähe.

2) Jedoch  $u_m \leq 50\%$ .

## 6.9 Außerplanmäßige Durchfeuchtung der Holzteile im Nutzungszustand

Hierzu gehören Durchfeuchtungen aufgrund vorübergehender Beschädigungen des Regenschutzes, im wesentlichen beschränkt auf schlagregenbeanspruchte Außenwandflächen. Unempfindlich sind hierbei die Ausführungen Nr. 1, 3 und 5 nach Bild 6-2, Nr. 4 kann empfindlich sein, Nr. 2 ist empfindlich.

Trotzdem wird eine solche Situation nachfolgend nicht berücksichtigt, da zu erwarten ist, daß größere Beschädigungen der Außenhaut von Außenwänden, wie sie für eine Befeuchtung der eigentlichen Konstruktion notwendig sind, kurzfristig entdeckt und behoben werden.

Dagegen wird die Möglichkeit von kleineren Undichtigkeiten im Bereich von Wandanschlüssen an Fenstern und Türen in Rechnung gestellt.

## 6.10 Zuordnung der Holzteile zu den Gefährdungsklassen

Die Zuordnung erfolgt unter Beachtung der in den vorangehenden Abschnitten enthaltenen Bedingungen und Annahmen. Sie wird für die einzelnen Konstruktionen gesondert vorgenommen. Die Ergebnisse der Messungen nach Abschnitt 3.4 werden dabei berücksichtigt (vgl. Bilder 3.4-4 und 3.4-5).

Betrachtet werden 2 Bereiche der Wand (Bild 6-8):

Bereich S: Schwelle und Kontaktstelle Schwelle - Stiel im Anschlußbereich von Fenstern und Türen oder dgl.

Bereich W: übriger Wandbereich.

### 6.10.1 Bereich S

Dieser Bereich umfaßt

- a) die Schwelle der Wand auf gesamter Länge sowie
- b) die Randstiele von Fenster- und Türöffnungen, jedoch nur in ihrem Kontaktbereich zur Schwelle.

Der Bereich S wird - unabhängig vom jeweiligen Wandquerschnitt - immer der

Gefährdungsklasse 2

zugeordnet. Damit soll sichergestellt werden, daß keine Bauschäden infolge

- a) unsachgemäßen Schutzes des Wandfußpunktes bei baufeuchten Unterkonstruktionen,

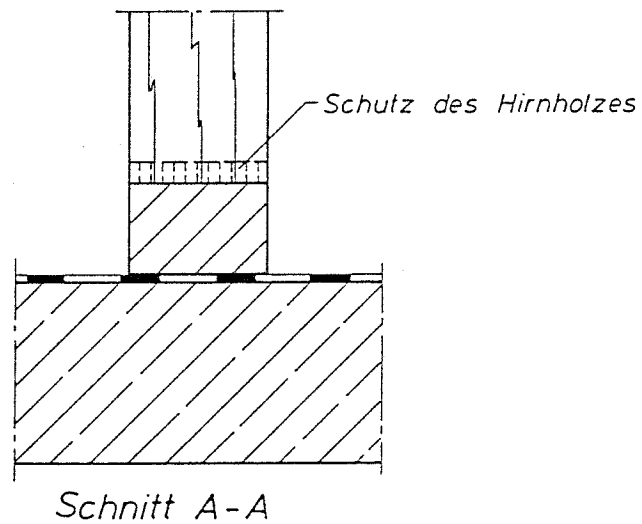
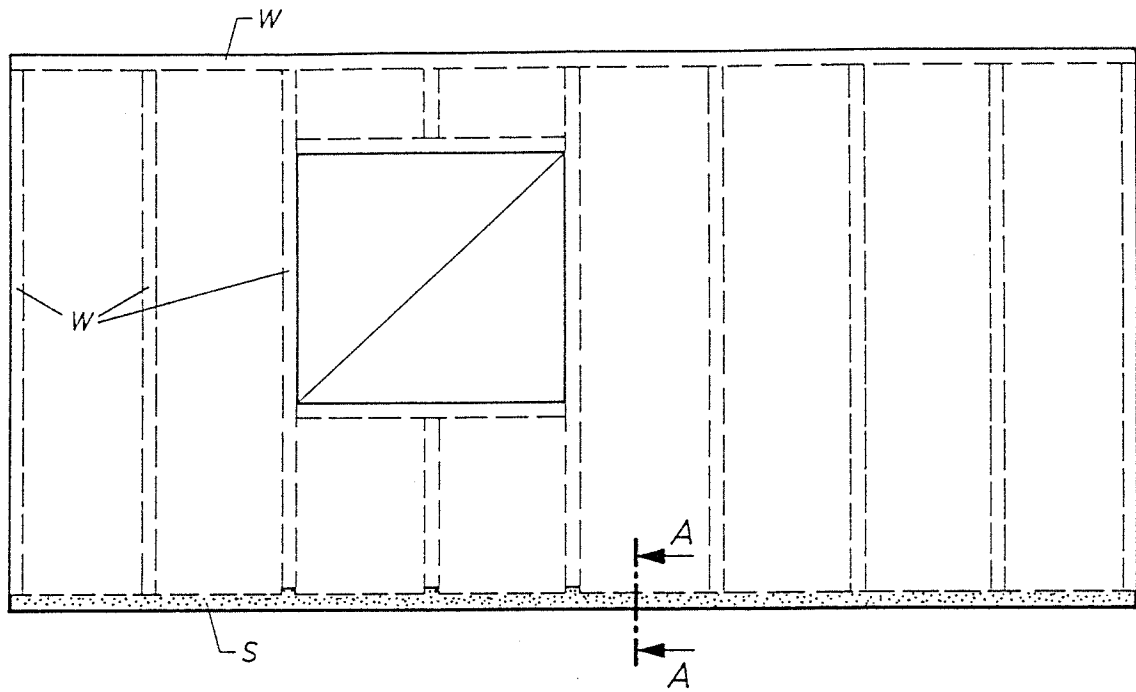


Bild 6-8: Betrachtete Bereiche für die Zuordnung der Konstruktionshölzer von Außenwänden zu den Gefährdungsklassen

Bereich S: Schwelle und Kontakt Schwelle - Stiel im Anschlußbereich

Bereich W: übriger Wandbereich

- b) undichten Anschlüssen im Fenster- und Türbereich,
- c) außerplanmäßigen Befeuchtungen aus der Nutzung

auftreten.

#### 6.10.2 Bereich W

Die Konstruktionshölzer des eigentlichen Wandbereichs W werden je nach gewähltem Außenwand-Querschnitt und dessen Verhalten gegenüber Feuchteeinwirkung unterschiedlichen Gefährdungsklassen zugeordnet. Die Zusammenstellung geht aus Tabelle 6-2 hervor.

Voraussetzungen für Einbaufeuchte der Hölzer

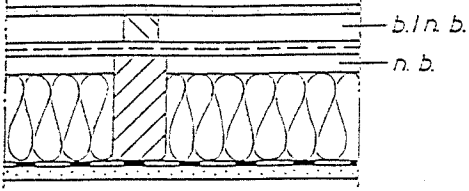
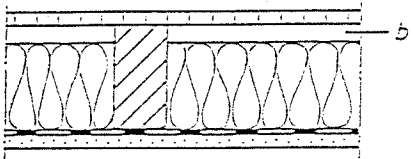
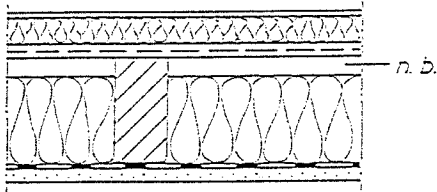
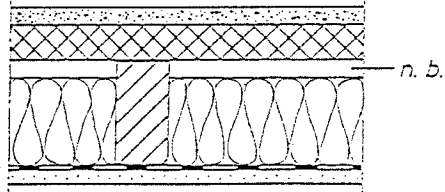
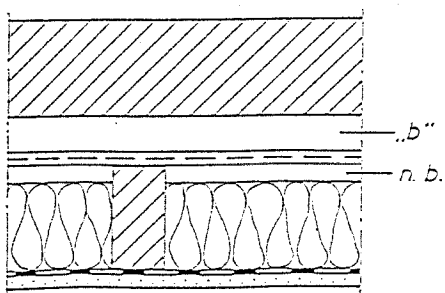
Für die in Tabelle 6-2 behandelten Wandquerschnitte wird vorausgesetzt:

1. Die Hölzer werden im allgemeinen trocken eingebaut ( $u_m \leq 20\%$ ).
2. Eine längere Beanspruchung durch höhere Baufeuchte ist unbedenklich ( $u_m \leq 30\%$  und  $u \leq 30\%$ ).
3. Eine kurzfristige Beanspruchung durch Niederschläge ist unbedenklich ( $u_m \leq 30\%$ , in begrenzten Einzelbereichen  $u_m > 30\%$ ). In solchen Fällen wird empfohlen, mit dem Anbringen der raumseitigen Schichten (Dämmschicht, Dampfsperre, Innenbekleidung) zu warten, bis die aufgenommene Niederschlagsfeuchte wieder aus den Wandhölzern entwichen ist.
4. Der Einbau nasser Hölzer ( $u_m > 30\%$ , jedoch etwa  $u_m \leq 50\%$ ) sollte auf Ausnahme-Situationen beschränkt bleiben (z.B. wenn bis zum Anbringen der Innenschale ausreichende Austrocknungsmöglichkeit gegeben ist). Er sollte bei feuchteempfindlichen Bekleidungen unterbleiben.

In Tabelle 6-2 ist auch angegeben, welche Meßergebnisse aus Abschnitt 3.4 bezüglich des Feuchteverlaufs in den Hölzern herangezogen werden können. Da die dort geprüften mit den hier bewerteten Konstruktionen nicht identisch sind, erfolgt die Verknüpfung über ein gleichartiges Feuchteverhalten der Holzteile (Tauwasser, Austrocknung).

Die vorsichtige Zuordnung der Wände Nr. 4 und Nr. 5 an schlagregenbeanspruchten Seiten in die Gefährdungsklasse 2 (sofern nicht die besonderen Bedingungen nach FN 1) und 2)) erfüllt werden, beruht nicht auf praktischen Erkenntnissen. Grundlage ist vielmehr die theoretische Überlegung, daß bei Wasseranreicherung im Außenputz bzw. in der Mauerwerk-Vorsatzschale während der wärmeren Jahreszeit durch infolge Sonnenwärmeeinstrahlung einsetzende, nach innen gerichtete Dampfdiffusion Tauwasserbildung innerhalb des Gefachbereiches stattfinden kann.

Tabelle 6-2: Vorgeschlagene Gefährdungsklassen für die Hölzer der Außenwand-Querschnitte nach Bild 6-2 im Bereich W (vgl. Bild 6-8)

Wand Nr.	Querschnitt	Feuchteverhalten wie Bild 3.4-4/5	Gefährdungsklasse GK
1		W 2	0
2		W 2	1
3		W 4	0
4		W 4	0/2 1)
5		W 4	0/2 2)

- 1) Bis ausreichende Erkenntnisse über das praktische Verhalten solcher Wände vorliegen, sollte bei schlagregenbeanspruchten Wänden die GK 0 nur verwendet werden, wenn durch geeignete Oberflächenbehandlung eine Feuchteanreicherung im Außenputz verhindert wird. Anderenfalls ist bis auf weiteres von GK 2 auszugehen.
- 2) Das in FN 1) zum Außenputz Gesagte gilt sinngemäß für die MW-Vorsatzschale.

Erklärung: WS Wetterschutz, b. belüftet, n.b. nicht belüftet, "b" (schwach) belüftet im Sinne von DIN 1053

## 7 Geneigte Dächer über nicht ausgebauten Dachräumen

=====

### 7.1 Anwendungsbereich der Dächer

Die nachfolgend behandelten Dächer können sowohl Bestandteil von Holzhäusern sein als auch über Gebäuden in Massivbauart errichtet werden.

### 7.2 Konstruktionsprinzip

Erfaßt werden nur Dächer mit freiliegenden Sparren (Bild 7-1). Für die obere Abdeckung unterhalb der Dachhaut werden 2 Ausbildungen berücksichtigt:

1. Unterspannbahn
2. Schalung mit wasserableitender Schicht (sog. Vordeckung).

### 7.3 Verarbeitungsfehler

Verarbeitungsfehler, die einerseits für die Sparren nachteilig wären, zum anderen nicht kurzfristig entdeckt und behoben werden, sind praktisch schlecht vorstellbar. Übereinanderliegende Fehler sowohl in der Dachdeckung als auch in der Unterspannbahn bzw. der wasserableitenden Schicht können ausgeschlossen werden. Mangelhafte Abdichtungen von Dachdurchdringungen (z.B. Lüftungsrohre) sind zwar möglich, gefährden aber in aller Regel nicht das Dachholz.

### 7.4 Einbaufeuchte der Konstruktionshölzer

Es werden die gleichen Situationen wie in Abschnitt 6.8 zu Außenwänden beschrieben angenommen (vgl. Tabelle 6-1, S. 71).

### 7.5 Zuordnung zu den Gefährdungsklassen

Die nachfolgende Zuordnung in die

#### Gefährdungsklasse 1

entsprechend Tabelle 7-1 gilt nicht allein für die Sparren nach Bild 7-1, sondern für sämtliches, freiliegendes Dach-Konstruktionsholz (z.B. auch für Pfetten, Stiele, Zangen, Streben). Ausgenommen hiervon sind lediglich jene tragenden Teile, die - unter Zwischenschaltung einer Sperrschicht - auf baufeuchter Unterkonstruktion (z.B. frische Massivdecke) angeordnet sind, wie Schwellen oder dgl. (vgl. Bild 7-2). Für diese Teile sollte die Gefährdungsklasse 2 zugrunde gelegt werden, um z.B. Ausführungsfehlern beim Verlegen der Sperrschicht zu begegnen.



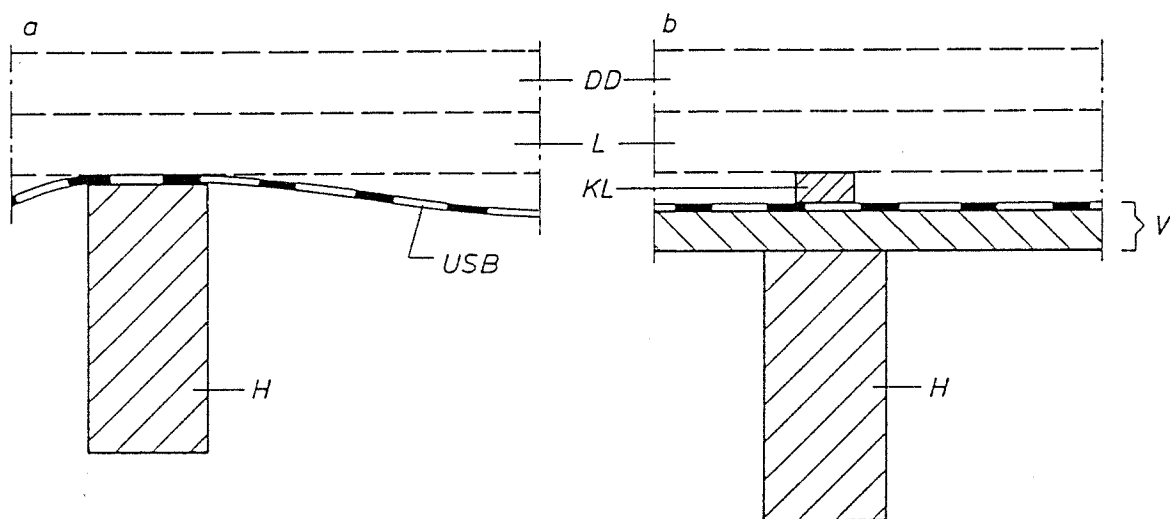


Bild 7-1: Behandelte Ausführungen von geneigten Dächern über Aufenthaltsräumen  
a mit beliebiger Unterspannbahn (USB)  
b mit beliebiger Vordeckung (V)  
H Holzsparren

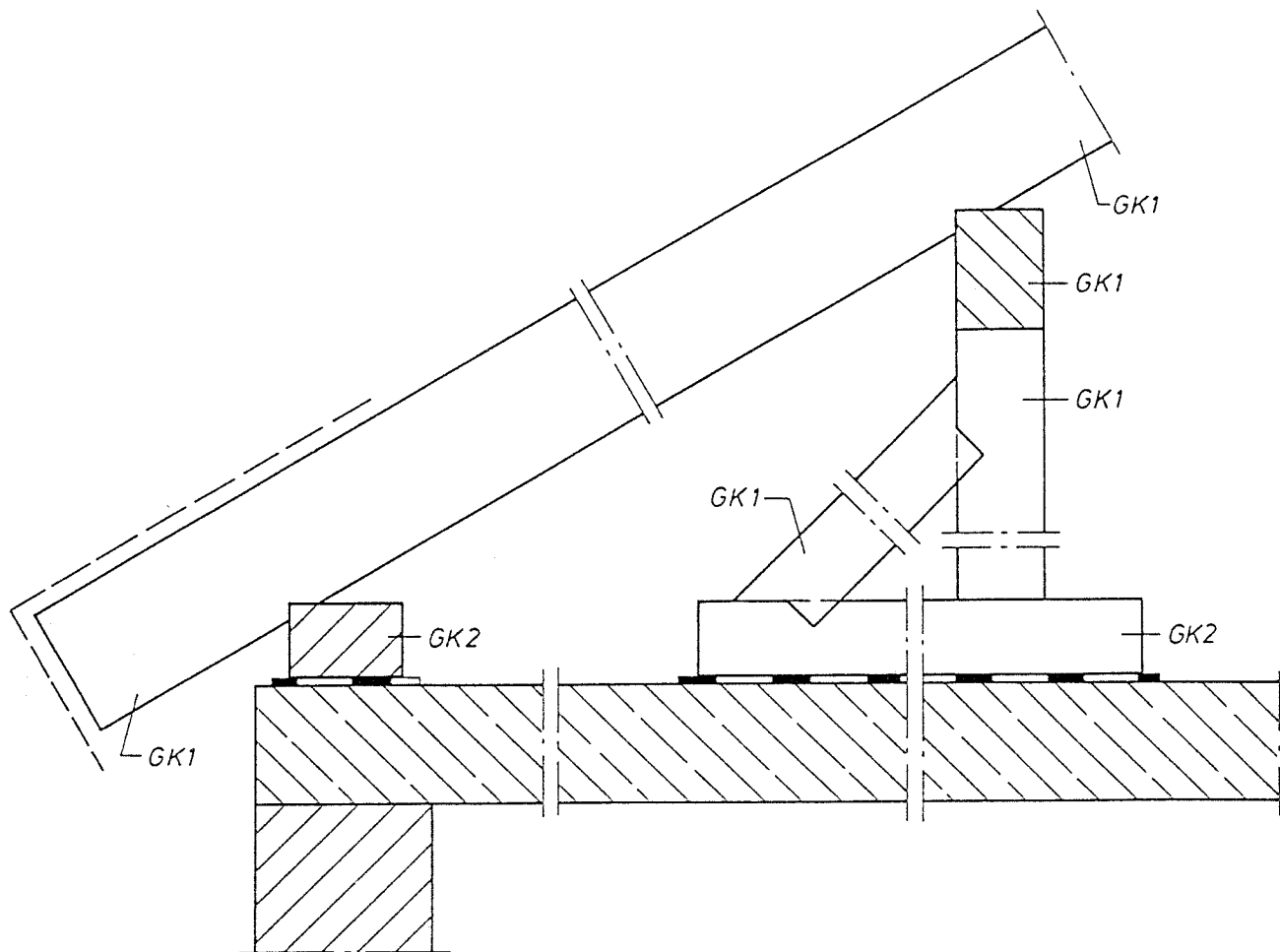


Bild 7-2: Gefährdungsklassen GK für Dach-Konstruktionsholz in nicht ausgebauten Dachräumen

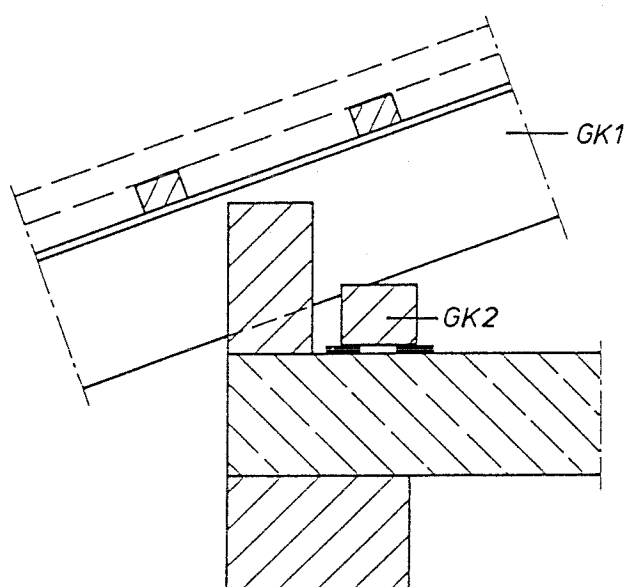


Bild 7-3: Gefährdungsklasse GK 1 auch im Bereich von Wanddurchdringungen durch den Sparren

Die Gefährdungsklasse 1 gilt auch für die Sparrenköpfe im Freien, wenn diese im allgemeinen nicht durch Niederschläge beansprucht werden können, wenn sie also entweder

- a) konstruktiv entsprechend ausgebildet sind oder
- b) an der Stirnseite eine Bekleidung aufweisen.

Unter diesen Voraussetzungen kann davon ausgegangen werden, daß - ggf. nach der Austrocknung naß eingebauter Hölzer - auch in solchen Außenbereichen an keiner Stelle der für das Pilzwachstum kritische Fasersättigungsbereich auch nur annähernd erreicht wird.

Da bei solchen Dächern der Sparrenquerschnitt dreiseitig freiliegt, genügt auch im eng begrenzten Durchdringungsbereich von Außenwänden die Gefährdungsklasse 1 (vgl. Bild 7-3).

Aus diesen Gründen erscheint es ausreichend, alle Dach-Konstruktionshölzer - ausgenommen Schwellen auf baufeuchten Massivdecken - ausschließlich gegen Insektenbefall vorbeugend zu schützen.

Tabelle 7-1: Gefährdungsklasse für freiliegende Dach-Konstruktionshölzer in nicht ausgebauten Dachgeschossen (vgl. auch Bilder 7-1 und 7-2)

! Holzteile	! Feuchteverhalten	! Gefährdungs-
! !	! vergleichbar mit	! klasse
! !	! Bild	! GK
! Sparren, Pfetten,	! 3.1-5, Nr. A 1	! 1
! Stiele und dgl.	! 3.3-5	!
! Schwellen auf bau-	!	!
! feuchten Massivdecken	! -	! 2

## 8 Geneigte Dächer über Aufenthaltsräumen

=====

### 8.1 Anwendungsbereich der Dächer

Die nachfolgend behandelten Dächer können sowohl Bestandteil von Holzhäusern sein als auch über Gebäuden in Massivbauart errichtet werden.

### 8.2 Dachquerschnitte

Die erfaßten Querschnitte sind in Bild 8-1 dargestellt:

Nr. 1: Sparren unterseitig bekleidet, belüftet

Nr. 2: " " " , nicht belüftet

Nr. 3: Sparrenunterseite sichtbar, " "

Nr. 4: dreiseitig freiliegender Sparren (ohne oder mit Sattelholz über dem Sparren).

Bezüglich der infrage kommenden Baustoffe für die einzelnen Schichten vgl. Abschnitt 6.3.

Für die obere Abdeckung werden jeweils mehrere Varianten berücksichtigt (vgl. Bild 8-2):

- a) Unterspannbahn, entweder weniger dampfdurchlässig (a1) (z.B. PE-Folie mit Gittereinlage) oder stärker dampfdurchlässig (a2) (z.B. Spezialfolie)
- b) Schalung mit aufliegender, wasserableitender Schicht, b1 weniger dampfdurchlässig (z.B. Bitumenbahnen), b2 stärker dampfdurchlässig (z.B. Spezialfolie).

Für die Schalung werden überwiegend Rauhspund oder Spanplatten verwendet, die trocken eingebaut und unverzüglich nach Verlegen vor Niederschlägen geschützt werden sollten.

### 8.3 Weitere Konstruktionsdetails

Die zu Außenwänden gemachten Ausführungen können sinngemäß auch für Dächer angewandt werden (vgl. Abschnitte 6.4 bis 6.7). Lediglich auf 2 Besonderheiten für Dächer wird nachfolgend kurz eingegangen.

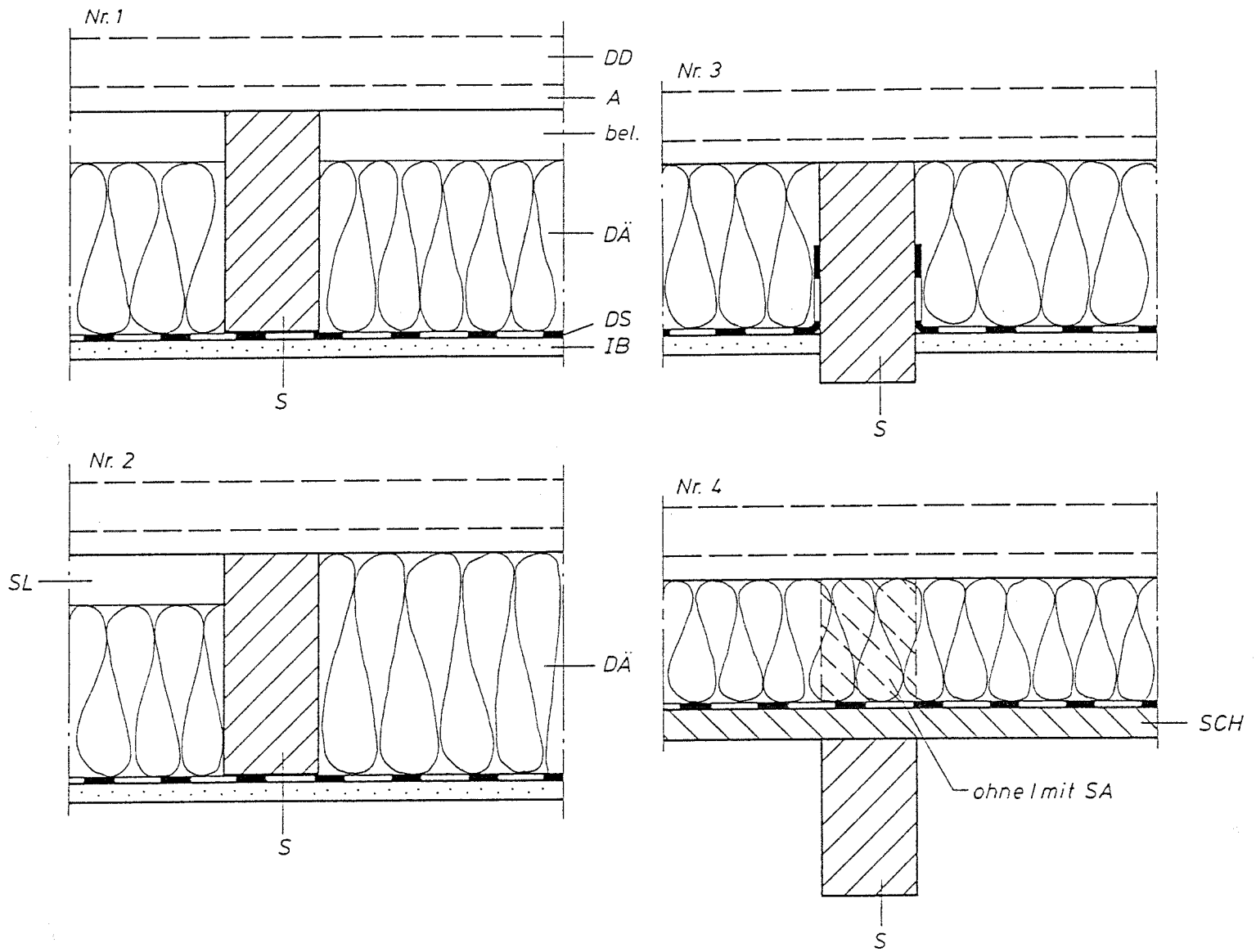


Bild 8-1: Querschnitte der erfaßten Dachkonstruktionen (Prinzip)

S Sparren, SA Sattelholz

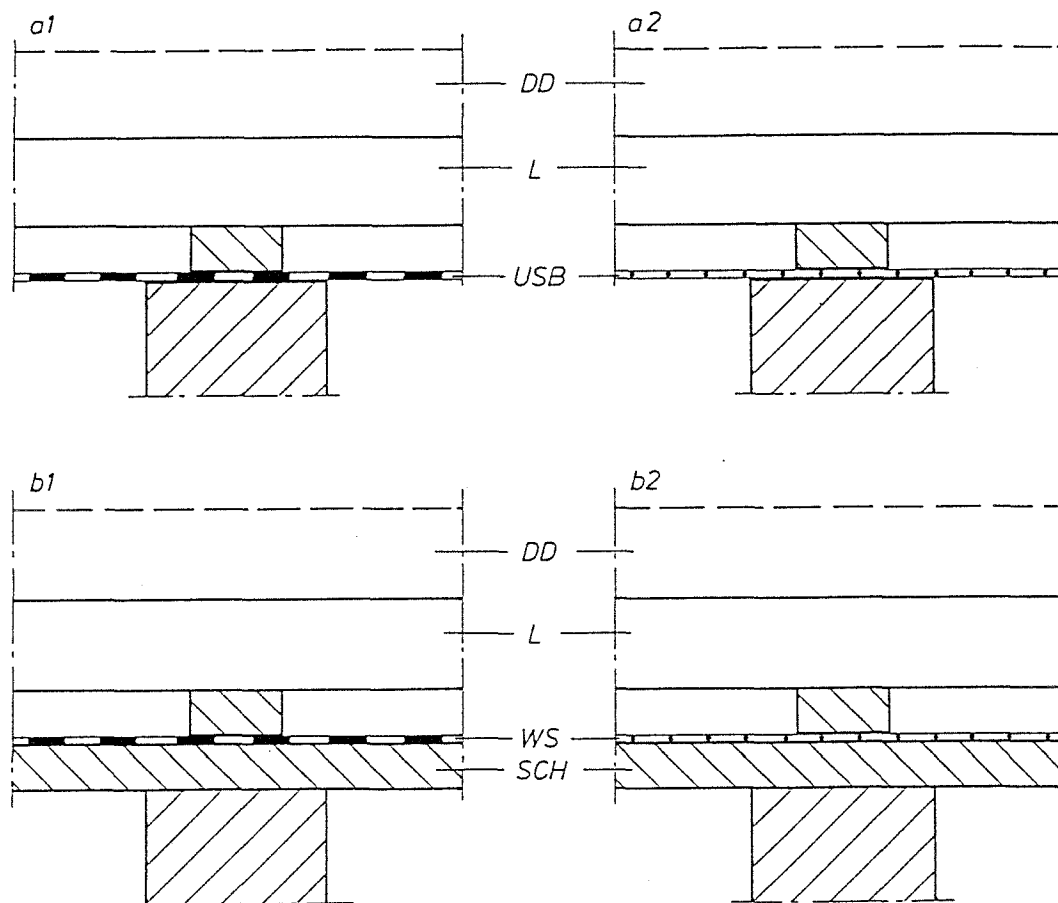


Bild 8-2: Zugrunde gelegte Abdeckungen unter der Dachdeckung  
a Unterspannbahn, a1 weniger dampfdurchlässig ( $s_d > 2 \text{ m}$ ),  
a2 sehr dampfdurchlässig ( $s_d < 0,2 \text{ m}$ )  
b "Vordeckung" aus Schalung SCH + wasserableitender Schicht  
WA; b1 WA weniger dampfdurchlässig ( $s_d > 2 \text{ m}$ ), b2 sehr  
dampfdurchlässig ( $s_d < 0,2 \text{ m}$ )

### 8.3.1 Dampfsperre

Alle gewählten Dachquerschnitte weisen eine Dampfsperre auf. Ausbildungen ohne Dampfsperre sind im Querschnitt i.a. stark tauwassergefährdet, wie die Untersuchungen an Wänden nach Abschnitt 3.4 gezeigt haben (vgl. Bilder 3.4-6), deren Ergebnisse auf Dächer ohne Einschränkungen übertragbar sind.

Eine Ausnahme können allerdings Querschnitte mit sehr dampfdurchlässiger oberer Abdeckung (z.B. Spezialfolien mit  $s_d \approx 0,1$  m, vgl. Abschnitt 3.1.1) und vollflächig luftdichter Innenbekleidung mit einem auf die Gesamtkonstruktion abgestimmten Diffusionswiderstand bilden.

In Bild 8-3 ist für ein ausgewähltes Beispiel der erforderliche Diffusionswiderstand (ausgedrückt durch die äquivalente Luftschichtdicke  $s_{di}$  in m) der Innenbekleidung in Abhängigkeit von dem der oberen Abdeckung ( $s_{da}$ ) und der zulässigen Tauwassermasse  $W_T$  angegeben. Bei einer zulässigen Tauwassermasse  $W_T = 0,5$  kg/m<sup>2</sup> nach DIN 4108 Teil 3 und einem  $s_{da} = 0,1$  m folgt erf  $s_{di} \geq 0,6$  m. Vollflächig luftdichte Bekleidungen aus Gipskarton-Bauplatten weisen jedoch dagegen nur  $s_{di} \approx 0,1$  m auf, sind also zumindest rechnerisch ohne eine zusätzliche dampfsperrende Schicht nicht zulässig.

Aus Bild 8-3 ist auch zu erkennen, daß stets - unabhängig vom Diffusionswiderstand der oberen Abdeckung - an der Unterseite eine äquivalente Luftschichtdicke von  $s_{di} = 2$  m ausreicht, die Anforderungen nach DIN 4108 zu erfüllen.

Ohne eingehende praktische Untersuchungen an solchen Dächern ohne Dampfsperre kann also derzeit keine allgemein gültige Aussage über ihr feuchtetechnisches Verhalten gemacht werden.

Der Verzicht auf eine Dampfsperre hätte große Vorteile, da damit eine wesentliche Verbesserung des Austrocknungsverhaltens der Sparren bzw. eine größere Robustheit des Daches gegenüber außerplanmäßigen Feuchtebeanspruchungen (z.B. Undichtigkeiten gegenüber Niederschlägen) verbunden ist.

### 8.3.2 Luftdichtheit der Innenschale

Auf die Ausführungen in Abschnitt 6.4.3 wird besonders hingewiesen, da vor allem bei Dächern die Schadensträchtigkeit infolge Wasserdampfkonvektion groß ist. Auf eine luftdichte Ausbildung der Innenschale ist also besonderer Wert zu legen. Große Sorgfalt erfordert vor allem die Ausbildung Nr. 3.

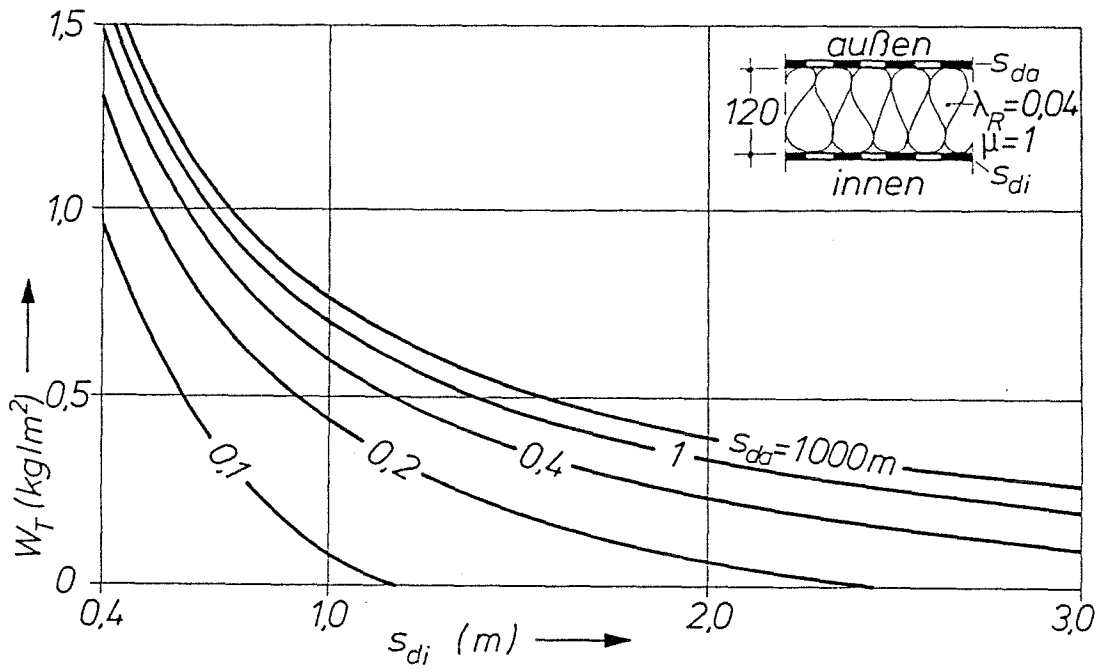


Bild 8-3: Erforderliche äquivalente Luftschichtdicke  $s_{di}$  der Innenschale in Abhängigkeit von der zulässigen Tauwassermasse  $W_T$  und der äquivalenten Luftschichtdicke  $s_{da}$  der Außenschale für ein vorgegebenes Beispiel



#### 8.4 Einbaufeuchte der Dachhölzer

Es werden die gleichen Einbau-Situationen wie in Abschnitt 6.8 für Außenwände vorausgesetzt (vgl. Tabelle 6-1, S. 71).

#### 8.5 Befeuchtung der Dachhölzer im Nutzungszustand

Analog zu Abschnitt 6.9 werden auch bei Dächern Befeuchtungen aus einer defekten Dacheindeckung nicht berücksichtigt, da diese zum einen in der Regel kurzfristig entdeckt und behoben wird und zum anderen wegen der vorhandenen Abdeckung (Unterspannbahn oder Vordeckung, vgl. Bild 8-2) die Holzfeuchte der Dachhölzer nicht erhöht wird.

Dagegen wird bei der Bewertung auf die Möglichkeit von Undichtigkeiten im Bereich von Anschlüssen an Dachflächenfenster und von Durchdringungen eingegangen.

#### 8.6 Zuordnung der Sparren zu den Gefährdungsklassen

##### 8.6.1 Allgemeines

Die Zuordnung erfolgt unter Beachtung der in den vorangehenden Abschnitten enthaltenen Bedingungen und der Ergebnisse der Messungen nach den Abschnitten 3.1 bis 3.3.

##### 8.6.2 Angrenzende Bauteilbereiche

Die Zuordnung nach den Tabellen 8-1 bezieht sich auf den Dachbereich, der Aufenthaltsräume gegen die Außenluft abschließt (vgl. Bild 8-4). Sie gilt auch für die übrigen Dachbereiche, wenn dort die gleiche Konstruktion zur Anwendung kommt (vgl. Bild 8-5).

Werden im nicht ausgebauten Bereich dagegen Ausbildungen mit freiliegenden Hölzern entsprechend Bild 7-1 eingesetzt, dann ist dort die Zuordnung nach Tabelle 7-1 vorzunehmen (Gefährdungsklasse 1). Abweichend davon sollte die Gefährdungsklasse 0 in diesen Bereichen nur dann zugrunde gelegt werden, wenn

- a) infolge einer luftdichten Außenhülle (Dach, Giebel) ein Eindringen von Insekten in den nicht ausgebauten Dachraum unwahrscheinlich ist, oder wenn

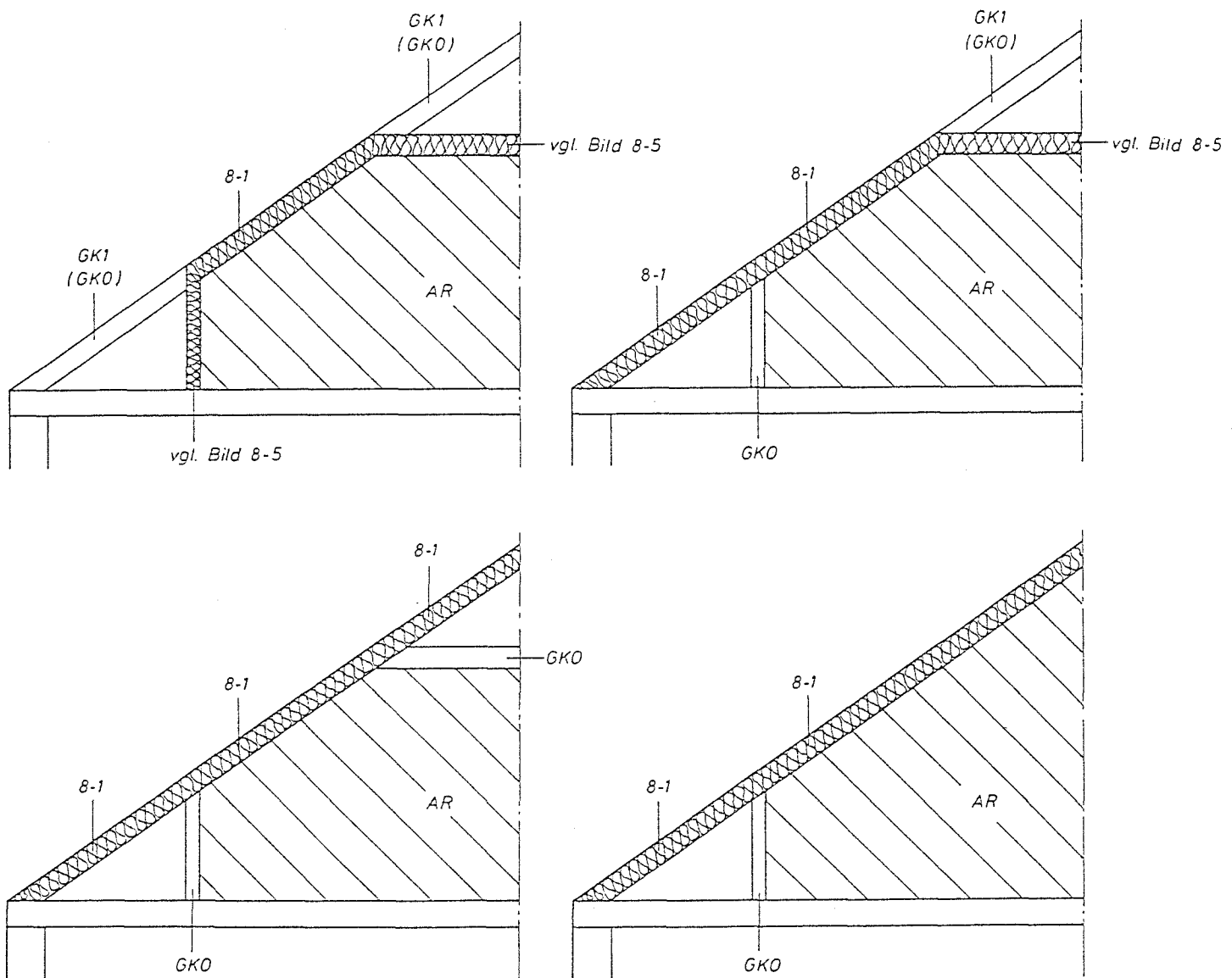


Bild 8-4: Zuordnung von Konstruktionshölzern in Dächern mit Teilbereichen über Aufenthaltsräumen (AR).

- 8-1 : Bereiche mit Zuordnung nach Tabelle 8-1
- GK 1 : Zuordnung über nicht ausgebautem Bereich nach Abschnitt 7 (Tabelle 7-1)
- (GK 0): Gefährdungsklasse 0 für nicht ausgebauten Bereich nur bei luftdichter Außenhülle

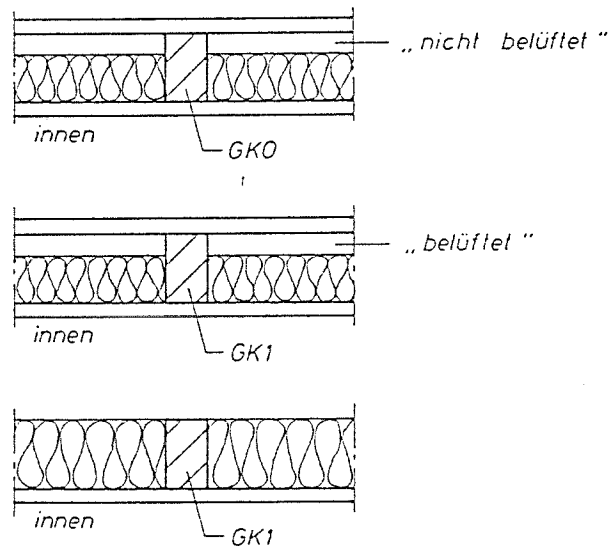
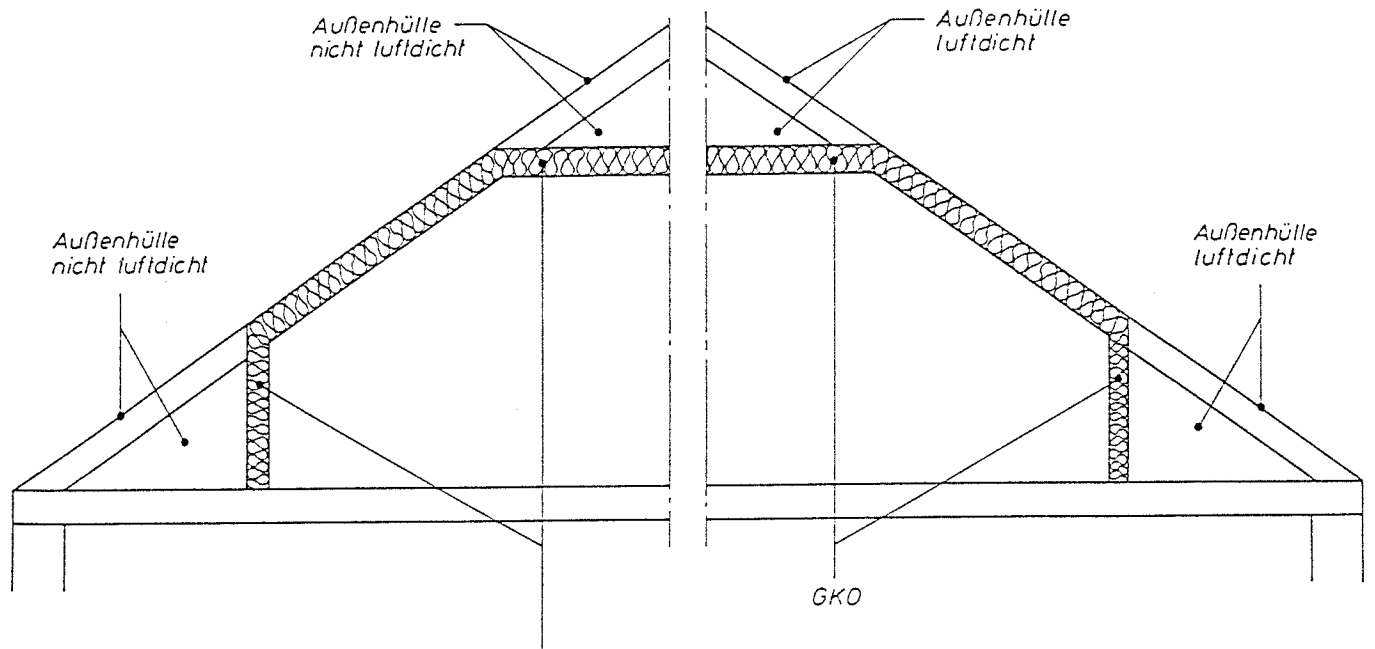


Bild 8-5: Zuordnung von Konstruktionshölzern in waagerechten und lotrechten Begrenzungen von Aufenthaltsräumen im Dachgeschoß

"belüftet"/"nicht belüftet": Hohlraum des Bauteilquerschnitts steht mit dem nicht ausgebauten Dachraum in Verbindung/nicht in Verbindung (oder ist im letzteren Fall vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt)

- b) der nicht ausgebaute Dachraum regelmäßig begangen wird (bei engen Dachbodenräumen, z.B. hinter niedrigen Abseitenwänden, ist eine Begehbarkeit im Sinne der Kontrollierbarkeit i.a. nicht gegeben!).

#### 8.6.3 Konstruktive Voraussetzungen zu den Querschnitten

- a) Belüfteter Querschnitt (Nr. 1)

Es wird vorausgesetzt, daß an jeder Stelle des Daches (auch im Bereich von Durchdringungen, Auswechselungen) eine einwandfreie Belüftung im Sinne von DIN 4108 Teil 3 dauerhaft gewährleistet ist.

- b) Nicht belüfteter Querschnitt (Nr. 2)

Es wird vorausgesetzt, daß der Hohlraum durch geeignete Ausführung nicht mit der Außenluft in Verbindung steht, daß also Insekten keinen Zutritt zum Hohlraum haben.

- c) Querschnitt Nr. 3

Sofern dieser Querschnitt unterhalb der Abdeckung belüftet ist, trifft für die Sparren die gleiche Zuordnung zu wie für Querschnitt Nr. 1.

#### 8.6.4 Zuordnung

Die Zuordnung der Sparren zu den Gefährdungsklassen erfolgt für die angenommenen 4 Feuchtezustände der Hölzer während des Einbaus (vgl. Tabelle 6-1) in den getrennten Tabellen 8-1a bis d.

Anmerkungen zu den Fußnoten in den Tabellen 8-1:

- 1) Die Zuordnung für das Sattelholz im Querschnitt Nr. 4 erfolgt in gleicher Weise wie für Sparren, d.h. wenn die Ausbildung oberhalb der Sparren dem Querschnitt Nr. 1 oder Nr. 2 entspricht, ist für das Sattelholz die entsprechende Gefährdungsklasse zugrunde zu legen.
- 2) Bei dieser Ausbildung können ungeschützte Hölzer durch spätere Befeuchtung infolge Undichtigkeiten gefährdet sein. Deshalb sollte für Stellen, an denen Undichtigkeiten nicht ausgeschlossen werden können, die Gefährdungsklasse 2 gewählt werden.
- 3) In Bereichen, in denen sowohl die Belüftung des Dachquerschnitts unterbunden sein kann (z.B. infolge Auswechselungen, Durchdringungen, "Aufgehen" der Dämmschicht) als auch spätere Befeuchtungen durch Undichtigkeiten möglich sind, sollte bei dieser Ausbildung mit dampfdichter Abdeckung die Gefährdungsklasse 2 zugrunde gelegt werden.

#### 8.6.5 Sparren-Durchdringungen von Mauerwerk und dgl.

Für den Bereich der Durchdringungen von Außenwänden in Massivbauart (siehe Bild 8-6) kann die gleiche Gefährdungsklasse wie im übrigen Bereich gewählt werden, wenn eine Feuchteübertragung aus der Wand in das Holz durch konstruktive Maßnahmen dauerhaft verhindert wird (vgl. sinngemäß auch Abschnitt 11.5).

#### 8.6.6 Dachüberstände

Für die Sparren im Bereich von Dachüberständen kann die gleiche Gefährdungsklasse zugrunde gelegt werden wie für den eigentlichen Dachbereich (vgl. Abschnitt 8.6.4). Das gilt auch für die Gefährdungsklassen 0 und 1, wenn die Sparren durch die Dachhaut - erforderlichenfalls zusätzlich durch Abdeckung der Stirnseiten - gegen Niederschläge geschützt sind (vgl. Bild 8-6).

Bei der Gefährdungsklasse 0 empfiehlt sich für den Sparrenüberstand z.B. eine Oberflächenbehandlung (Anstrich) unter Verwendung insektizid eingestellter Lasuren.

#### 8.6.7 Unvorhergesehene Feuchtebeanspruchungen während des Einbaus

Es ist in der Praxis möglich, daß Holz der GK 0 eingebaut wird, danach aber infolge unvorhersehbarer Umstände abweichend von der Planung längere Zeit Niederschlägen ausgesetzt ist und somit - je nach Konstruktion - u.U. die GK 2 maßgebend wird. In solchen Fällen ist z.B. die Innenbekleidung erst dann anzubringen, wenn die zulässigen Feuchtebedingungen für die GK 0 wieder eingehalten sind. Einen Anhalt über die Austrocknungsgeschwindigkeit vermitteln z.B. die Ergebnisse für die Prüfkörper A 1 (Bilder 3.1-3 und -5) und B 1 (Bilder 3.3-1 und -5).

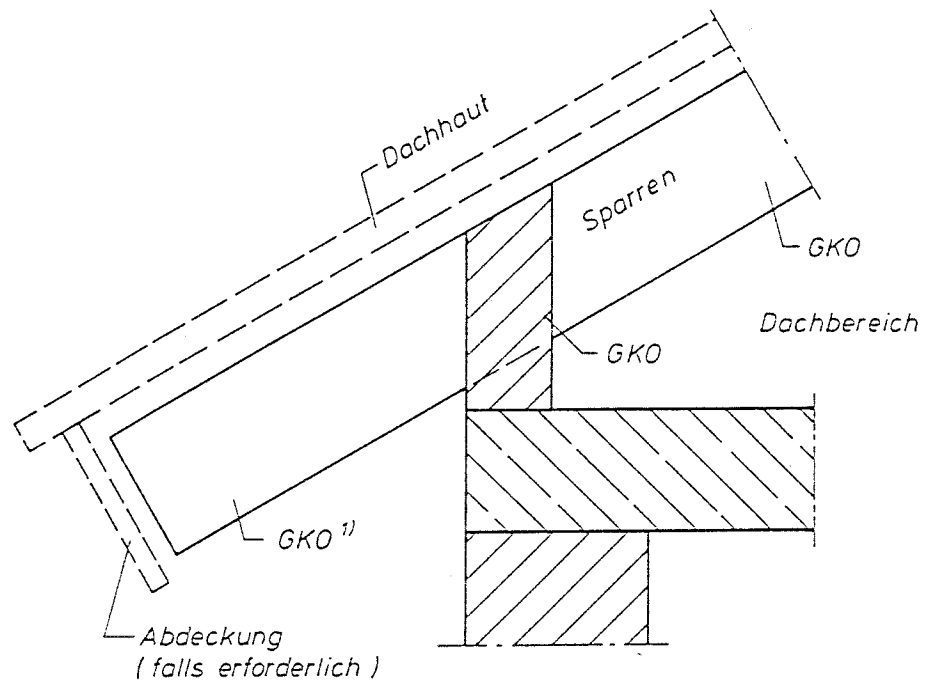


Bild 8-6: Gleiche Gefährdungsklassen für die Dachhölzer im Dachbereich, Durchdringungsbereich sowie bei Dachüberständen (Beispiel GK 0)

- 1) bei Dachüberständen mit Hölzern der GK 0 Anstrich mit insektizid eingestellten Lasuren empfehlenswert

Tabelle 8-1a: Zuordnung von Sparren zu den Gefährdungsklassen GK

Zustand zu Einbaubeginn : trocken  
 anschließende Beanspruchung: keine

$$u_m \leq 20\%$$

Nr.	Dachquerschnitt (vgl. Bild 8-1)	Abdeckung nach Bild 8-2		
		a1	a2	b2
1		1 (2) 3)	1	1
2		0 (2) 2)	0	0
3			0	
4			0	

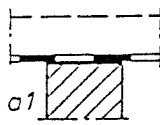
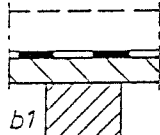
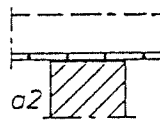
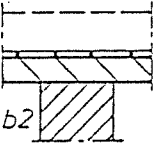
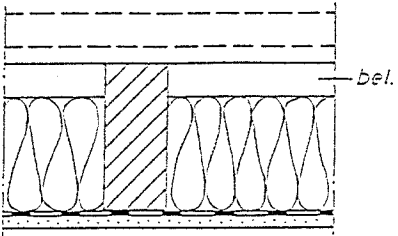
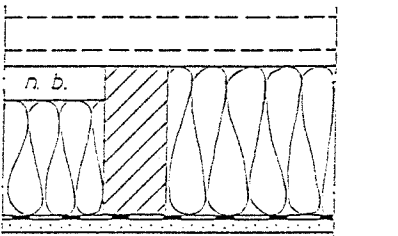
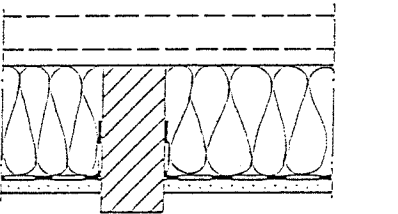
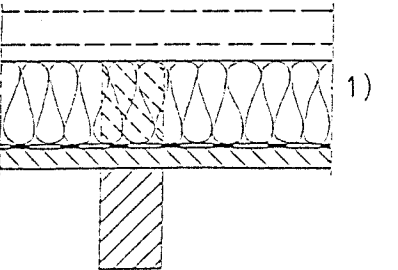
- 1) Zuordnung des Sattelholzes: je nach Ausbildung des Querschnittes entsprechend Nr. 1 oder Nr. 2
- 2) Ungeschützte Holzteile bei späterer stärkerer Befeuchtung, z.B. infolge Undichtigkeiten in Anschlußbereichen, u.U. gefährdet.
- 3) Holzteile der GK 1 u.U. gefährdet, wenn spätere Befeuchtung und unterbundene Belüftung des Querschnitts zugleich vorhanden sind.

Tabelle 8-1b: Zuordnung von Sparren zu den Gefährdungsklassen GK

Zustand zu Einbaubeginn : trocken

anschließende Beanspruchung: länger hohe Baufeuchte

$u_m \leq 30\%$

Nr.	Dachquerschnitt (vgl. Bild 8-1)	Abdeckung nach Bild 8-2		
		 	 	
1		1 (2) 3)	1	1
2		0 (2) 2)	0	0
3			0	
4			0	

1) bis 3) Siehe Tabelle 8-1a.



Tabelle 8-1c: Zuordnung von Sparren zu den Gefährdungsklassen GK

Zustand zu Einbaubeginn : trocken  
 anschließende Beanspruchung: längere Niederschläge

$u_m \geq 30\%$  in Teilbereichen

Zur Wiederabgabe der aufgenommenen Niederschlagsfeuchte aus dem Sparren ist mit dem Anbringen von unterer Dämmschicht und Innenbekleidung etwa 1 bis 2 Monate zu warten

Nr.	Dachquerschnitt (vgl. Bild 8-1)	Abdeckung nach Bild 8-2		
1		1 (2) 4)	1	1
2		2 [ B 3 ]	0 [ D 2; B 2 ]	0 [ D 3 ]
3		2 [ A 4 ]	0	0
4			0	

1) Siehe Tabelle 8-1a.

4) Holzteile der GK 1 bei unterbundener Belüftung u.U. gefährdet.

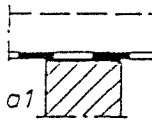
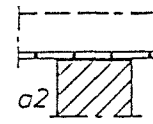
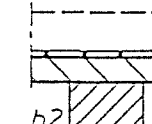
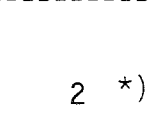
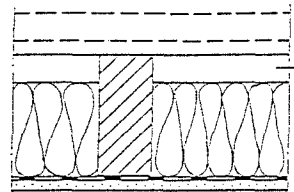
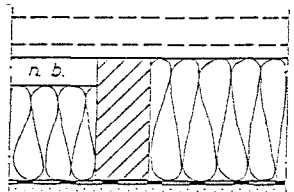
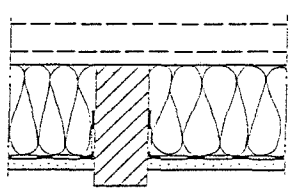
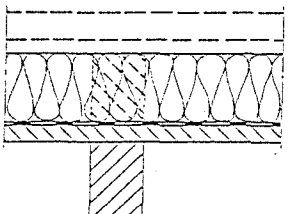
In [ ] vergleichbare Prüfkörper nach Abschnitt 3.1 [A] , 3.2 [D] und 3.3 [B].

Tabelle 8-1d: Zuordnung von Sparren zu den Gefährdungsklassen GK

Zustand zu Einbaubeginn : naß  
 anschließende Beanspruchung: beliebig

$$u_m > 30\% \quad (\text{jedoch } u_m \leq 50\%)$$

Zur Verminderung des Feuchtegehalts der Sparren sind untere Dämmschicht und Innenbekleidung erst nach ausreichender Trocknungszeit anzubringen

Nr.	Dachquerschnitt (vgl. Bild 8-1)	Abdeckung nach Bild 8-2		
		a1 	a2 	b2 
		b1 		
1	 <i>bel.</i>	2 *)	1	2 *)
2	 <i>n. b.</i>	2 *) [ B 3 ]	0 [ D 2; B 2 ]	2 *) [ D 3 ]
3		2 *) [ A 4 ]	0	2 *)
4	 1)		0	

1) Siehe Tabelle 8-1a.

\*) Einbau von nassem Holz sollte, z.B. wegen möglicher Gefährdung der Schalung, auf Ausnahmesituationen beschränkt bleiben.

In [ ] vergleichbare Prüfkörper nach Abschnitt 3.1 [A], 3.2 [D] und 3.3 [B].

## 9 Flachdächer über Aufenthaltsräumen

=====

### 9.1 Anwendungsbereich der Dächer

Die nachfolgend behandelten Dächer können sowohl Bestandteil von Holzhäusern sein als auch über Gebäuden in Massivbauart errichtet werden.

### 9.2 Flachdachquerschnitte

Die erfaßten Querschnitte gehen aus Bild 9-1 hervor:

Nr. 1: Dreiseitig freiliegender Balken mit oberseitiger Dämmschicht

- a) konventioneller Schichtenaufbau
- b) "Umkehrdach"

Nr. 2: Nicht belüftetes Flachdach mit unterseitiger Bekleidung und oberer Dämmschicht

Nr. 3: Nicht belüftetes Flachdach mit unterseitiger Bekleidung und eingelegter Dämmschicht

Nr. 4: Belüftetes Flachdach mit unterseitiger Bekleidung.

Bezüglich der zur Anwendung kommenden Baustoffe sind neben den in Abschnitt 6.3 aufgeführten noch folgende zu nennen:

Dachabdichtung (Herstellung auf der Grundlage der sog. Flachdach-Richtlinien des Deutschen Dachdeckerhandwerks)

- Bitumenbahnen
- Kunststoffbahnen

Wärmedämmschicht (begehbar)

- mineralische Faserdämmstoffe
- Hartschaumplatten

Wärmedämmschicht (für Umkehrdach)

- Hartschaumplatten mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung.

### 9.3 Weitere Konstruktionsdetails

Dachschalung

Die oberseitige Dachschalung (SCH, vgl. Bild 9-1) ist nach Verlegen unverzüglich vor Niederschlägen zu schützen.

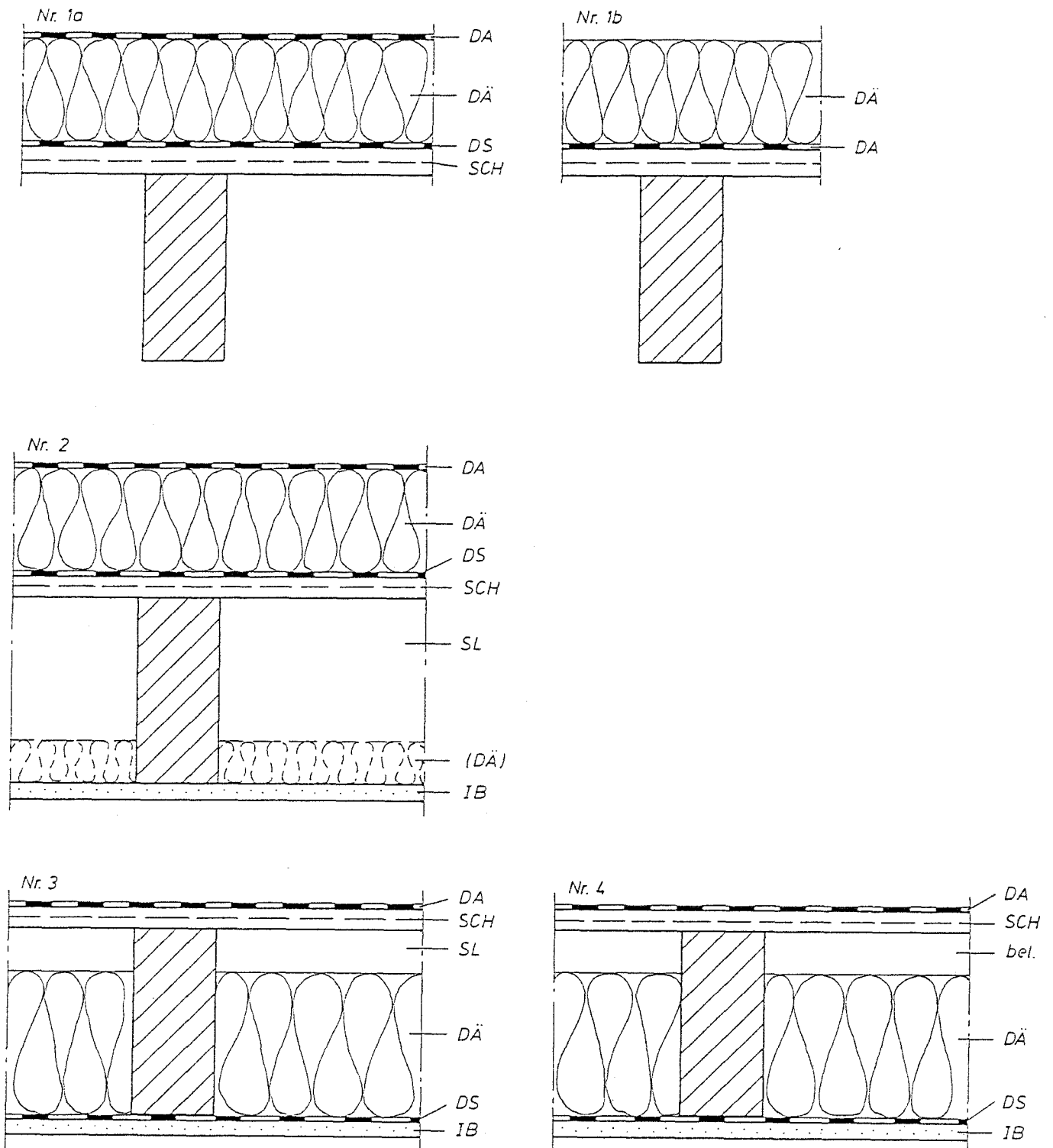


Bild 9-1: Zugrunde gelegte Flachdach-Querschnitte

1 dreiseitig freiliegender Balken, a konventioneller Dachaufbau, b Umkehrdach; 2 nicht belüftetes Dach; 3 belüftetes Dach

## Luftdichtheit der Innenschale

Das in Abschnitt 8.3.2 Gesagte trifft auch für die Flachdach-Querschnitte Nr. 3 und Nr. 4 uneingeschränkt zu und ist deshalb besonders zu beachten.

Zu Nr. 2:

- a) Stehende Luft im Gefach kann nur angenommen werden, wenn der Hohlraum keine Verbindung zur Außenluft hat.
- b) Ein mineralischer Faserdämmstoff im Gefach kann die Luftschalldämmung des Flachdaches wesentlich verbessern. In solchen Fällen ist auf der Grundlage von DIN 4108 Teil 3 nachzuweisen, daß keine Tauwassergefahr für den Querschnitt besteht (ein Nachweis ist nicht erforderlich, solange im Gefach der Wärmedurchlaßwiderstand unterhalb der Dampfsperre höchsten  $1/4$  desjenigen oberhalb der Dampfsperre beträgt; je nach Schichtenaufbau kann dieser Wert bei einem Nachweis bis etwa  $1/2$  betragen). Anderenfalls ist zwischen Innenbekleidung und unterer Dämmschicht eine zusätzliche Dampfsperre anzuordnen. Diese sollte aber im Hinblick auf eine diffusionsoffene Konstruktion möglichst vermieden werden.

Zu Nr. 3:

- a) Bezüglich stehender Luft siehe zu Nr. 2, a).
- b) Die in DIN 4108 Teil 3, Abschnitt 3.2.3.2.1 geforderte Dampfsperre mit  $s_d \geq 100$  m (wenn auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet wird) sollte nicht verwendet werden, da sie - zusammen mit der dampfdichten Dachabdichtung - eine Feuchteabgabe aus dem Dachquerschnitt praktisch dauerhaft unterbindet. Im übrigen genügt hier  $s_d \geq 2$  m!

Zu Nr. 4:

Ein belüfteter Hohlraum liegt nur dann vor, wenn die konstruktiven Bedingungen nach DIN 4108 Teil 3, Abschnitt 3.2.3.3.1, b) eingehalten sind. Abweichend davon reicht jedoch für die äquivalente Luftschichtdicke der Dampfsperre statt des dort vorgegebenen Wertes  $s_d \geq 10$  m (ohne Nachweis) bereits  $s_d \geq 2$  m aus. Dadurch wird eine Feuchteabgabe aus dem Dach-Querschnitt an die Raumluft weniger behindert.

## 9.4 Einbaufeuchte der Balken

Es werden die gleichen Einbau-Situationen wie in Abschnitt 6.8 vorausgesetzt (vgl. Tabelle 6-1, S. 71).

### 9.5 Befeuchtung der Balken im Nutzungszustand

Im Gegensatz zu der Annahme bei geneigten Dächern (vgl. Abschnitt 8.5) soll bei Flachdächern eine Undichtigkeit der Dachabdichtung nicht ausgeschlossen werden, obwohl sie in der Praxis bei solchen Dächern selten anzutreffen ist.

Aufgrund der praktischen Erfahrungen kann aber unterstellt werden, daß größere Befeuchtungen innerhalb des Dachquerschnittes durch Verfärbungen oder dgl. an der Unterseite der Innenbekleidung kurzfristig sichtbar werden

### 9.6 Zuordnung der Balken zu den Gefährdungsklassen

Die Zuordnung wird unter Beachtung der in den vorangegangenen Abschnitten enthaltenen Bedingungen und unter sinngemäßer Anwendung der Meßergebnisse nach Abschnitt 3 in Tabelle 9-1 vorgenommen.

Eine geringfügige, unbemerkte Undichtigkeit der Dachabdichtung wird stillschweigend vorausgesetzt.

Zu Nr. 2:

Die Zuordnung gilt für Querschnitte ohne unterseitige Dampfsperre. Die Einstufung in die höhere Gefährdungsklasse bei Innenbekleidungen aus Spanplatten gegenüber Gipskarton-Bauplatten oder Bretterschalungen beruht auf der wesentlich geringeren Dampfdurchlässigkeit der ersteren.

Zu Nr. 3:

Die Zuordnung in die Gefährdungsklasse 2 auch bei  $u_m \leq 20\%$  erfolgt unter Berücksichtigung von später evtl. auftretenden Undichtigkeiten in der Dachabdichtung, zumal der Querschnitt auch unten mit der Dampfsperre eine dampfdichtere Schicht aufweisen kann.

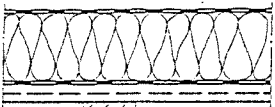
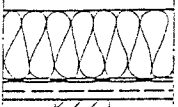
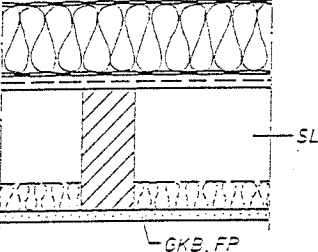
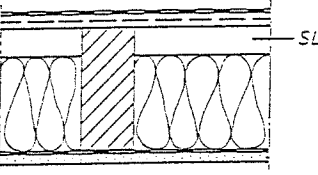
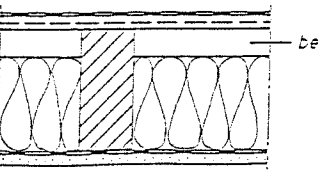
Die Verwendung nasser Hölzer für die Balken sollte bei dieser Ausbildung ausgeschlossen sein, da dadurch die anderen Werkstoffe zwischen den beiden Dampfsperren - Schalung und Dämmschicht - beeinträchtigt werden können.

Zu Nr. 4:

Die generelle Zuordnung in die Gefährdungsklasse 2 auch bei  $u_m \leq 20\%$  beruht - neben den zu Nr. 3 erwähnten Argumenten - auf der vorsichtigen Einschätzung einer (trotz Einhaltung der geforderten konstruktiven Bedingungen) oft nicht ausreichenden Belüftung des Querschnitts. Zum Einbau nasser Balken gilt das zu Nr. 3 Gesagte ebenfalls.

Tabelle 9-1: Zuordnung der Balken von Flachdächern zu den Gefährdungsklassen GK in Abhängigkeit von der Einbau-Situation nach Tabelle 6-1

Empfehlung: Zur Wiederabgabe evtl. aufgenommener Niederschlagsfeuchte aus dem Balken bis zum Anbringen von unterer Dämmschicht und Innenbekleidung etwa 1 bis 2 Monate warten

Nr.	Zustand zu Einbaubeginn	trocken		naß	
	Anschließende Beanspruchung bis zur Fertigstellung	keine	Bau-feuchte	Nieder-schläge	beliebig <sup>1)</sup>
	Flachdach-Querschnitt (vgl. Bild 9-1)	$u_m \leq 20$	$u_m \leq 30$	$u_m \geq 30$ <sup>2)</sup>	$u_m > 30$
1 a					
1 b					
				0	
2		GKB 3)	0	0	0 [ D 2 , D 3 ] <sup>2*)</sup>
		FP 3)	0	2	2
3				2	-
4				2	-

1) Jedoch  $u_m \leq 50\%$ .

2)  $u_m \geq 30\%$  nur in Teilbereichen (z.B. Hirnholz).

3) Innenbekleidung GKB: Gipskarton-Bauplatten oder Bretterschalung, FP: Spanplatten

\*) Einbau von nassem Holz sollte, z.B. wegen möglicher Gefährdung der Schalung, auf Ausnahme-Situationen beschränkt bleiben.

- Vom Einbau nassen Holzes ist abzuraten.

In [ ] vergleichbare Prüfkörper nach Abschnitt 3.2.

## 10 Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen

### 10.1 Anwendungsbereich der Decken

Die nachfolgend behandelten Decken können sowohl Bestandteil von Holzhäusern sein als auch in Gebäuden in Massivbauart eingebaut werden.

### 10.2 Decken-Querschnitte

Die angenommenen Querschnitte sind in Bild 10-1 dargestellt:

Nr. 1: Dreiseitig freiliegender Balken mit oberseitiger Dämmschicht, Abdeckung mit Laufbohlen oder dgl.

Nr. 2: Dreiseitig freiliegender Balken mit aufgesattelter Decke  
a) belüftet  
b) nicht belüftet

Nr. 3: Balkenunterseite sichtbar, nicht belüftet

Nr. 4: Decke mit geschlossener Untersicht, belüftet

Nr. 5: Decke mit geschlossener Untersicht, nicht belüftet.

Bezüglich der infrage kommenden Baustoffe wird auf Abschnitt 6.3 verwiesen. Für die Schalung werden überwiegend Rauhspund, Profilbretter oder Spanplatten verwendet.

Bei den "belüfteten" Querschnitten steht der Deckenhohlraum lediglich mit dem Dachbodenraum, nicht direkt mit der Außenluft in Verbindung.

Die Querschnitte Nr. 2 b, 3 und 5 sind empfindlich gegen Wasserdampf-Konvektion infolge nicht luftdicht ausgebildeter Innenbekleidung. Deshalb sind die Ausführungen in Abschnitt 6.4.3 sinngemäß zu beachten; das gilt insbesondere für den Querschnitt Nr. 3.

### 10.3 Einbaufeuchte der Deckenhölzer

Für die Zuordnung der Deckenbalken und ggf. der Sattelhölzer werden die gleichen Einbau-Situationen wie in Abschnitt 6.8 für Außenwände vorausgesetzt (vgl. Tabelle 6-1, S. 71).



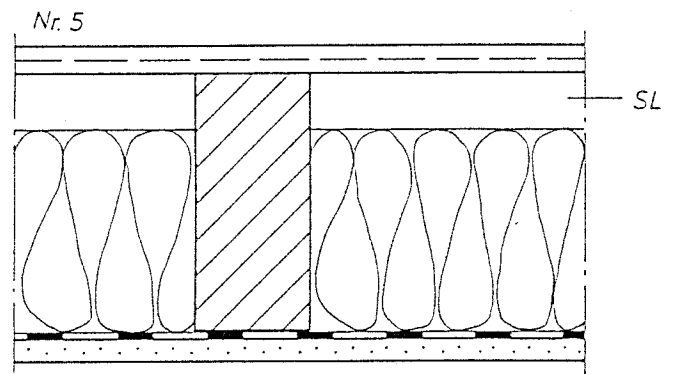
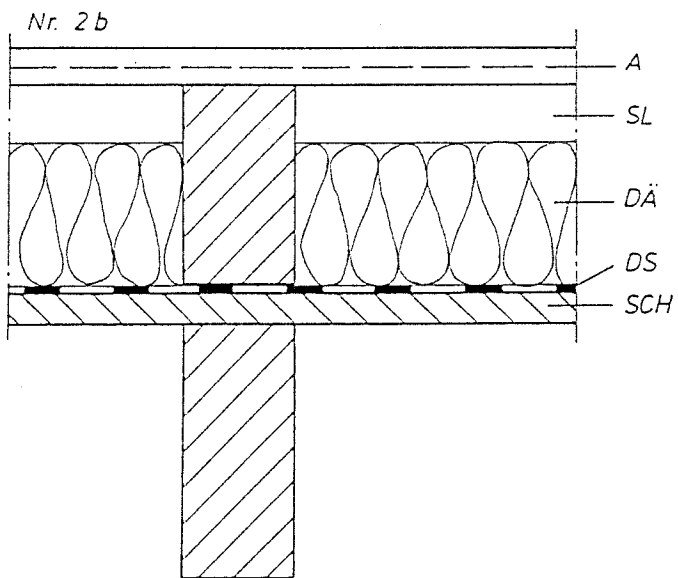
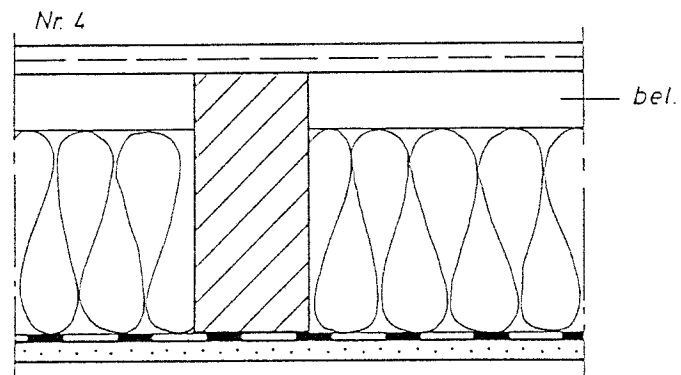
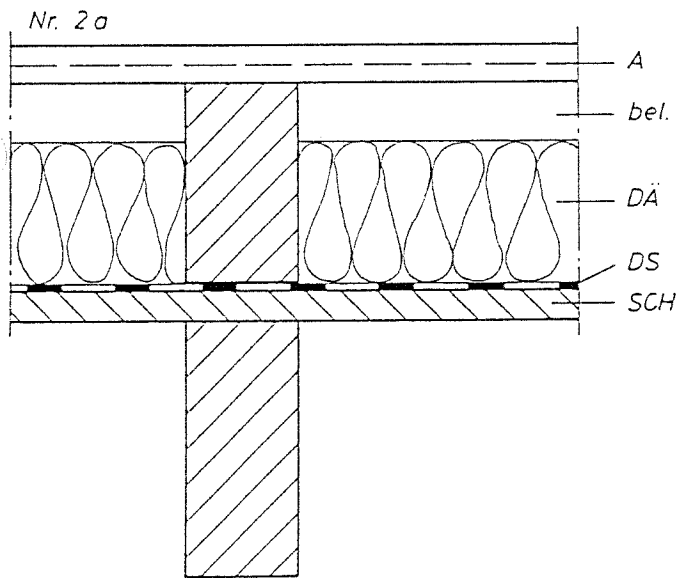
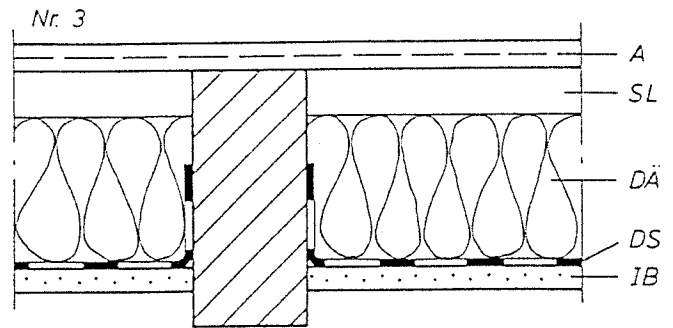
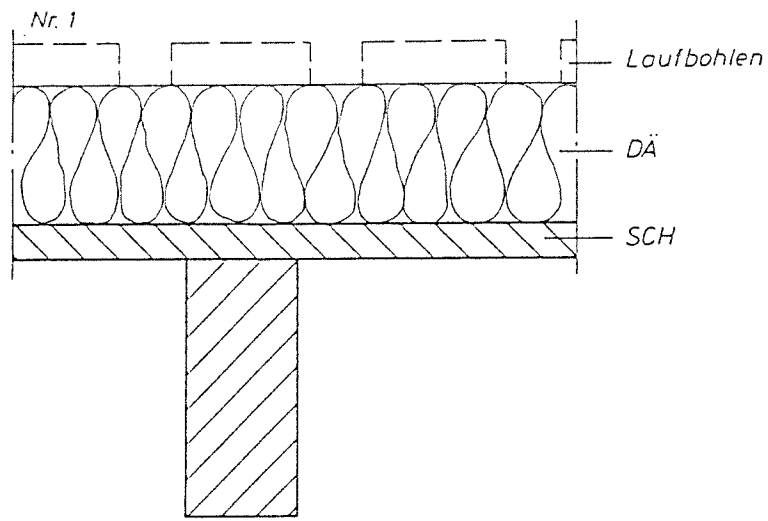


Bild 10-1: Zugrunde gelegte Decken-Querschnitte unter nicht ausgebauten Dachgeschossen

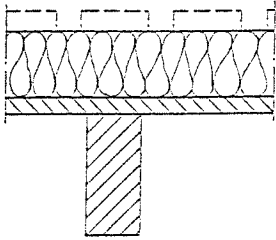
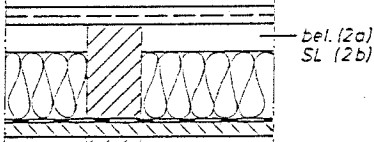
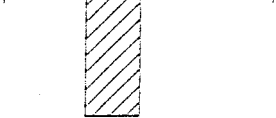
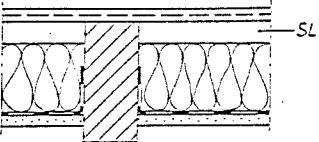
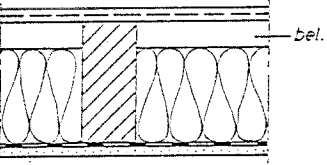
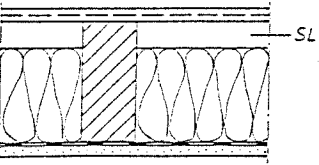
#### 10.4 Zuordnung der Deckenhölzer zu den Gefährdungsklassen

Die Zuordnung wird unter Beachtung der in den vorangegangenen Abschnitten enthaltenen Bedingungen und unter sinngemäßer Übertragung der Meßergebnisse nach Abschnitt 3 in den Tabellen 10-1 (Deckenbalken) und 10-2 (Sattelhölzer) vorgenommen.

Bezüglich unvorhergesehener, schärferer Feuchtebeanspruchungen der Hölzer während des Einbaus ist Abschnitt 8.6.7 sinngemäß zu beachten.

Für Durchdringungen von Mauerwerk durch die Balken gilt Abschnitt 8.6.5 sinngemäß, bezüglich Einbindungen vgl. Abschnitt 11.5.

Tabelle 10-1: Zuordnung der Balken von Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen zu den Gefährdungsklassen GK in Abhängigkeit von der Einbau-Situation nach Tabelle 6-1

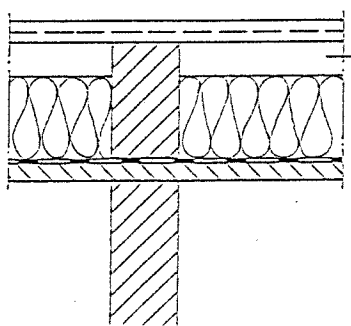
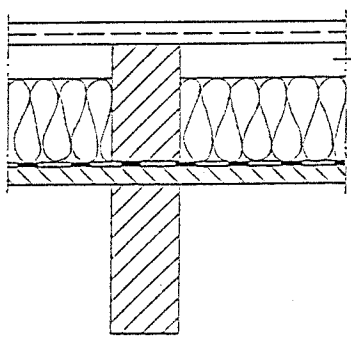
Nr.	Zustand zu Einbaubeginn	Anschließende Beanspruchung bis zur Fertigstellung	
		trocken	naß
Decken-Querschnitt (vgl. Bild 10-1)	keine Bau-feuchte	Nieder-schläge 1)	
		$u_m \leq 20$	$u_m \geq 30$ 2)
1		0	
2a		0	
2b			
3		0	2 *)
4		1	2 *)
5		0	2 *)

1) Jedoch  $u_m \leq 50\%$ .

2)  $u_m \geq 30\%$  nur in Teilbereichen (z.B. Hirnholz).

\*) Einbau von nassem Holz sollte, z.B. wegen möglicher Gefährdung der Schalung, auf Ausnahme-Situationen beschränkt bleiben.

Tabelle 10-2: Zuordnung der Sattelhölzer in den Deckenquerschnitten 2a und 2b unter nicht ausgebauten Dachgeschossen zu den Gefährdungsklassen GK in Abhängigkeit von der Einbausituation nach Tabelle 6-1

!	! Zustand zu Einbaubeginn	! trocken	! naß	!	
!	! Anschließende Beanspruchung bis zur Fertigstellung	! keine! Bau-! feuchte!	! Nieder-! schläge!	! beliebig! 1)	
!	Nr.				
!	! Decken-Querschnitt (vgl. Bild 10-1)	! $u_m \leq 20$	! $u_m \leq 30$	! $u_m \geq 30$ 2)	! $u_m > 30$
2a			0 3)		2
2b			0		2

1) Jedoch  $u_m \leq 50\%$ .

2)  $u_m \geq 30\%$  nur in Teilbereichen (z.B. Hirnholz).

3) Trotz möglichen Insektenbefalls bei ungeschütztem Holz kein Sicherheitsrisiko, da Sattelholz praktisch lediglich als Abstandhalter dient und statisch nur unwesentlich beansprucht wird.

## 11 Geschoßdecken

=====

### 11.1 Anwendungsbereich der Decken

Die nachfolgend behandelten Geschoßdecken können sowohl Bestandteil von Holzhäusern sein als auch in Gebäuden in Massivbauart eingebaut werden. Die Zuordnung bezieht sich in Wohnhäusern sowohl auf Trenndecken zwischen Wohngeschossen als auch auf Decken über Kellergeschossen. Die Angaben gelten bei Decken unter Wohngeschossen unabhängig von der Raumart, also auch unter Küchen und Bädern. Vorausgesetzt wird eine übliche Nutzung (Beheizung und Belüftung) der Räume.

### 11.2 Decken-Querschnitte

Die zugrunde gelegten Querschnitte gehen aus Bild 11-1 hervor:

Nr. 1: Decke mit geschlossener Untersicht

Nr. 2: Balkenunterseite sichtbar

Nr. 3: Dreiseitig freiliegender Balken.

Bezüglich der infrage kommenden Baustoffe wird auf Abschnitt 6.3 verwiesen. Für die Schalung kommen überwiegend Rauhsplund, Profilsbretter oder Spanplatten zum Einsatz. Für die Innenbekleidung können auch Holz- wolleleichtbauplatten unter einer Sparschalung mit mineralischem Putz verwendet werden.

Als Unterboden werden in der Praxis am häufigsten schwimmende Estriche oder schwimmend verlegte Trockenböden unter Verwendung von Spanplatten oder Gipsbauplatten eingesetzt.

Die Decken enthalten keine Dampfsperre. Lediglich in Bädern (seltener in Küchen und Fluren) wird bei Fliesenbelägen auf Trockenböden eine Sperrschicht zwischen Plattenwerkstoff und Fliesenbelag erforderlich, um feuchtebedingte Schäden im Fliesenbelag zu vermeiden.

Im Gegensatz zu den in den vorangegangenen Abschnitten behandelten Bauteilen besteht bei Geschoßdecken keine Gefahr von Tauwasserschäden infolge Wasserdampf-Konvektion. Deshalb werden bei Geschoßdecken keine Anforderungen an die Luftdichtheit der unterseitigen Bekleidung gestellt.

### 11.3 Einbaufeuchte der Deckenbalken

Für die Zuordnung der Deckenbalken wurden die gleichen Einbau-Situationen wie in Abschnitt 6.8 für Außenwände zugrunde gelegt (vgl. Tabelle 6-1, S. 71).

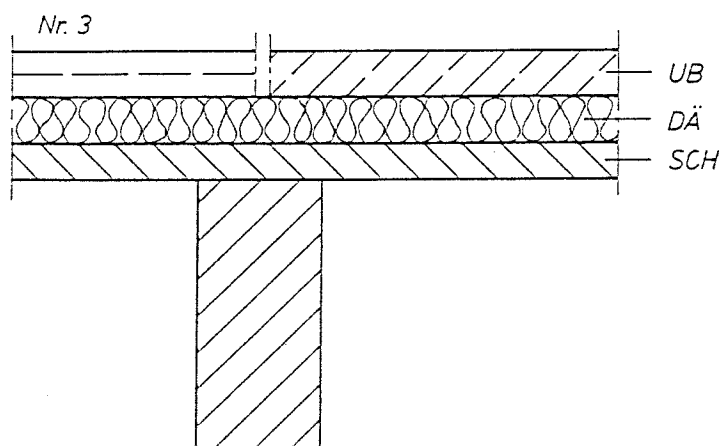
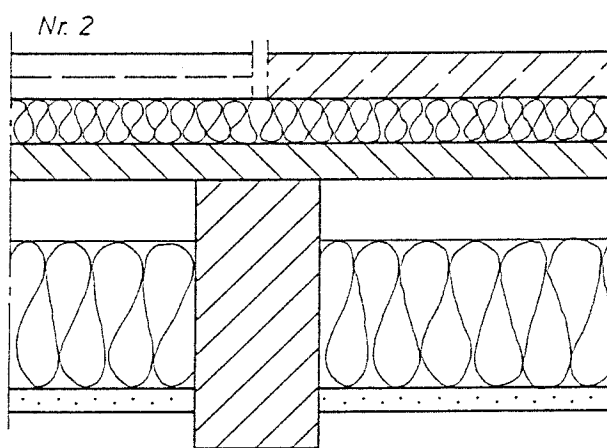
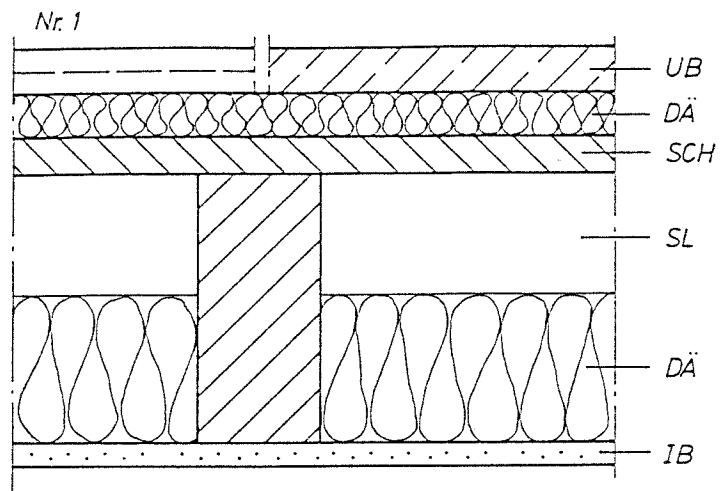


Bild 11-1: Zugrunde gelegte Querschnitte von Geschößdecken

UB Unterboden (z.B. Estrich oder Spanplatten)

#### 11.4 Zuordnung der Deckenbalken zu den Gefährdungsklassen

Die Zuordnung der Deckenbalken in Abhängigkeit von der Einbau-Situation ist aus Tabelle 11-1 ersichtlich. Dabei wurden die Meßergebnisse nach Abschnitt 3.2 berücksichtigt.

Für die geschlossenen Querschnitte wird bei der Innenbeplankung entsprechend den Versuchsergebnissen in den Abschnitten 3.1 und 3.2 zwischen dampfdurchlässigeren Materialien einerseits (z.B. Gipskarton-Bauplatten, Bretterschalung) und dampfdichterem andererseits (z.B. Spanplatten) unterschieden.

Bezüglich unvorhergesehener, schärferer Feuchtebeanspruchungen der Hölzer während des Einbaus ist Abschnitt 8.6.7 sinngemäß zu beachten.

Für Durchdringungen der Balken von Mauerwerk oder dgl. gilt Abschnitt 8.6.3 sinngemäß.

#### 11.5 Einbindungen der Deckenbalken in Mauerwerk oder dgl.

Binden ungeschützte Deckenbalken der Gefährdungsklasse 0 in Mauerwerk oder Betonwände ein, dann sollte

- a) der **Balkenkopf** entsprechend der **Gefährdungsklasse 2** geschützt werden (z.B. durch Streichen oder durch Einstelltränkung) und
- b) durch konstruktive Maßnahmen ein direkter Feuchteübergang aus den baufeuchten Massivbauteilen in das Holz verhindert werden, z.B. durch Zwischenschalten von nicht feuchteleitenden Materialien (Sperrschicht unter dem Balkenaufleger, Hartschaumplatten oder dgl. für die Seiten) (siehe z.B. Bild 11-2). Die Hartschaumplatten sollten mindestens etwa 30 mm dick sein, um Wärmebrücken und damit Tauwasser in diesem Bereich zu verhindern.

Bei Massivwänden mit außenliegendem Wärmedämmverbundsystem kann auf das Auskleiden des Wandloches für den Balkenkopf mit Hartschaumplatten verzichtet werden. Statt dessen sollte der Balkenkopf mit wasserabweisenden, aber möglichst sehr dampfdurchlässigen Materialien (z.B. Spezialfolien nach Abschnitt 3.1.1, Nr. 3 und 4) umwickelt werden (siehe Bild 11-3). Hartschaumplatten sollten hier nur dann zusätzlich angeordnet werden, wenn die Aussparungen in den Wänden wesentlich größer als die Balkenquerschnitte sind. Unter diesen Voraussetzungen erscheint es vertretbar, bei ungeschützten Deckenbalken - ausgenommen naß eingebaute Balken - auf den Schutz der Balkenköpfe entsprechend der GK 2 zu verzichten.

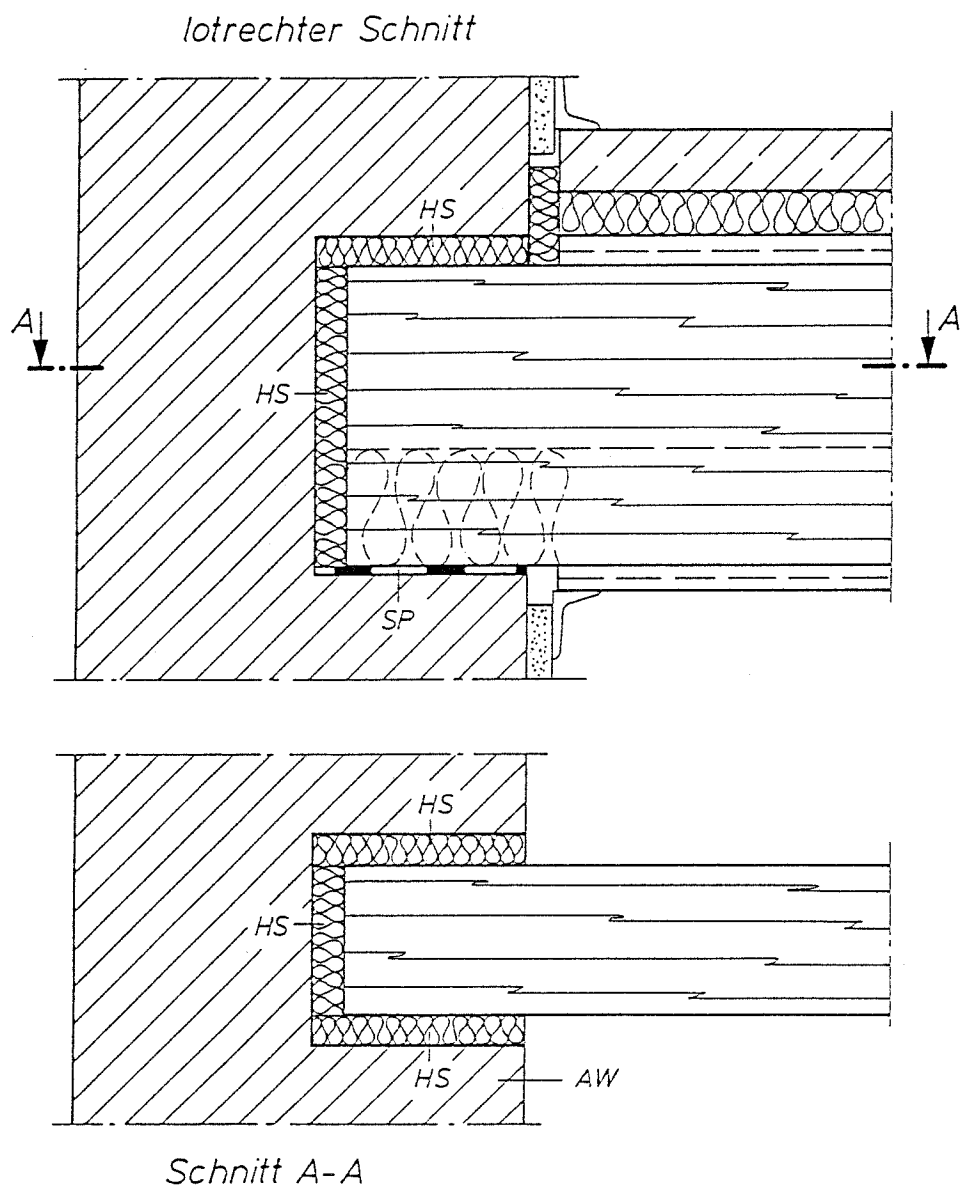
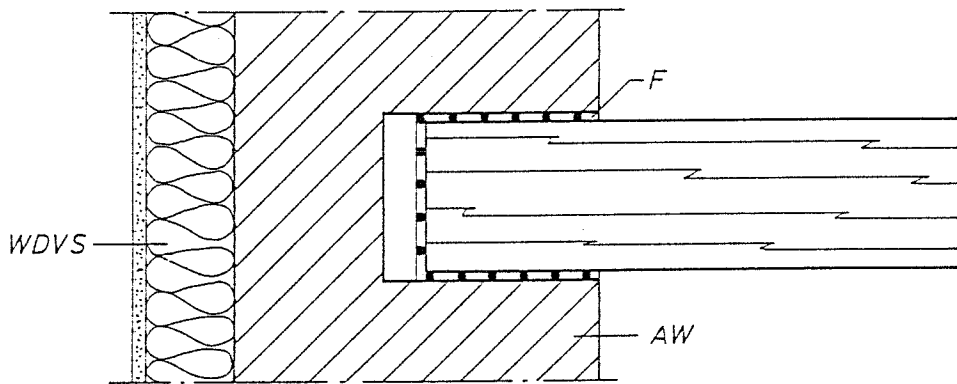
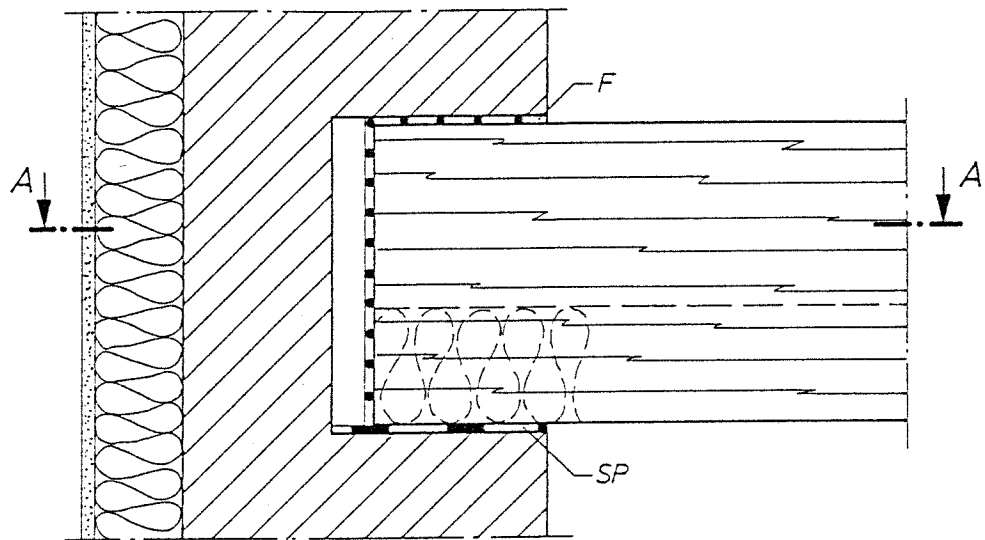


Bild 11-2: Vorschlag für Einbinden von Holzbalken in einschalige, massive Außenwände (Mauerwerk, Beton)

AW Außenwand, SP Sperrschicht



*lotrechter Schnitt*



*Schnitt A-A*

Bild 11-3: Vorschlag für Einbinden von Holzbalken in massive Außenwände (AW) mit außenliegendem Wärmedämmverbundsystem (WDVS)

SP Sperrschicht, F wasserabweisende, sehr dampfdurchlässige Spezialfolie

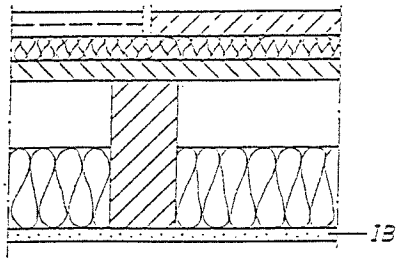
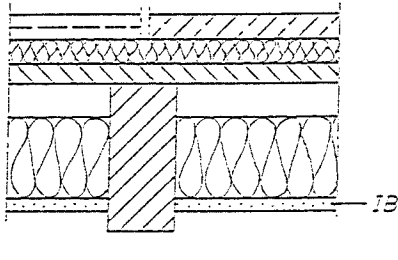
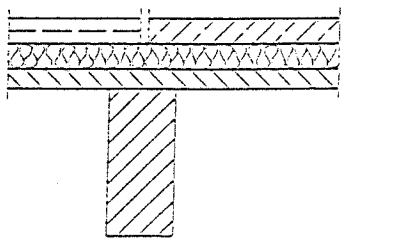
## 11.6 Extreme Feuchtebeanspruchungen während der Nutzung

Es ist nicht auszuschließen, daß in Ausnahmesituationen die Geschoßdecke in Teilbereichen kurzfristig großen Feuchtebeanspruchungen ausgesetzt ist, z.B. durch defekte Waschmaschinen in Räumen ohne Abfluß. In solchen Fällen bestehen aber auch bei Verwendung ungeschützter Hölzer keine Bedenken. Je nach Art der unterseitigen Bekleidung sind in solchen Fällen unterschiedliche Maßnahmen möglich, um Bauschäden durch Pilzbefall auszuschließen:

- bei einlagiger Bekleidung mit Fugen (z.B. Verbretterung) ist nichts erforderlich, da die größte Wassermenge bereits nach unten abgefließen ist und die von der Dämmschicht aufgenommene Feuchte innerhalb kurzer Zeit durch Dampfdiffusion wieder abgegeben wird, ohne daß die Balken beeinträchtigt werden;
- bei fugenloser, dampfdurchlässigerer Bekleidung (Gipskarton-Bauplatten) kann man durch Anbohren der Bekleidung im beanspruchten Bereich, der sich optisch abzeichnet, ebenfalls für ein schnelles Abfließen der größten Wassermenge aus dem Deckenquerschnitt sorgen, während der Rest wieder über Dampfdiffusion nach unten abgegeben wird; hierbei ist vor- ausgesetzt, daß die Bekleidung nicht so weit in Mitleidenschaft gezogen ist, daß sie ersetzt werden muß;
- bei fugenloser, dampfdichter Bekleidung (z.B. Spanplatten) empfiehlt es sich dagegen, im beanspruchten Bereich die Decke für wenige Tage von unten zu öffnen und vor allem die nasse Mineralfaserdämmschicht durch trockene zu ersetzen; eine solche Bekleidung müßte bei der angenommenen Feuchtebeanspruchung wahrscheinlich ohnehin ausgetauscht werden.

Diese Angaben beziehen sich nur auf Querschnitte, die den hier behandelten Typen entsprechen. Sie treffen z.B. nicht für Deckenquerschnitte zu, bei denen in den Gefachen Schüttungen (Sand, Granulat oder dgl.) vorhanden sind, die sich also ungünstiger verhalten.

Tabelle 11-1: Zuordnung der Balken von Geschößdecken zu den Gefährdungsklassen GK in Abhängigkeit von der Einbau-Situation nach Tabelle 6-1

Nr.	Zustand zu Einbaubeginn	Anschließende Beanspruchung bis zur Fertigstellung		Decken-Querschnitt (vgl. Bild 11-1)		Gefährdungsklassen	
		trocken	naß	$u_m \leq 20$	$u_m \leq 30$	$u_m \geq 30$	$u_m > 30$
1	Anschließende Beanspruchung bis zur Fertigstellung	keine Bau-! feuchte!	Nieder-! schläge!	beliebig! 1)		0	0
						[D2, A6]	2
2	Anschließende Beanspruchung bis zur Fertigstellung	keine Bau-! feuchte!	Nieder-! schläge!	beliebig! 1)		0	0
						[D2, A6]	2
3	Anschließende Beanspruchung bis zur Fertigstellung	keine Bau-! feuchte!	Nieder-! schläge!	beliebig! 1)		0	0
						[D2, A6]	2

1) Jedoch  $u_m \leq 50\%$ .

2)  $u_m \geq 30\%$  nur in Teilbereichen (z.B. Hirnholz).

3) Innenbekleidung aus Gipskarton-Bauplatten, Bretterschalung (GK) bzw. aus Spanplatten (FP)

In [ ] vergleichbare Prüfkörper nach Abschnitt 3.1 und 3.2.

Anmerkung: Bei den Querschnitten Nr. 1 und 2 sollte der Einbau nassen Holzes unterbleiben, wenn feuchteempfindliche Materialien für Schalung oder Bekleidung verwendet werden (z.B. Spanplatten).

## 12 Innenwände, Innenstützen

=====

### 12.1 Wandquerschnitte

Die angenommenen Querschnitts-Typen sind in Bild 12-1 dargestellt:

Nr. 1: Geschlossene Wand; Oberflächenausbildung:

- a) Tapete, dampfdurchlässiger Anstrich oder dgl.
- b) Fliesenbelag, dampfundurchlässiger Anstrich, Beschichtung oder dgl.

Nr. 2: Offene Ständer- oder Fachwerkwand

Nr. 3: Ständer- oder Fachwerkwand mit ausgemauerten Gefachen.

Bezüglich der infrage kommenden Baustoffe wird auf Abschnitt 6.3 verwiesen.

Werden Innenwände auf baufeuchten oder feuchtegefährdeten Massivdecken angeordnet, dann ist durch eine Feuchtesperre am Wandfußpunkt eine Feuchteübertragung in das Holz zu verhindern (vgl. Bild 6-4).

### 12.2 Anwendungsbereich

Alle Konstruktionen können sowohl in Holzhäusern als auch in Massivgebäuden als Trennwände zwischen Aufenthaltsräumen (auch Küchen, Bäder) zur Anwendung kommen. Darüber hinaus wird der Querschnitt Nr. 1 in privaten Naßbereichen (Duschen) eingesetzt.

### 12.3 Einbaufeuchte der Hölzer

Für die Zuordnung der Wandhölzer werden die gleichen Einbau-Situationen wie in Abschnitt 6.8 für Außenwände zugrunde gelegt (vgl. Tabelle 6-1, S. 71).

### 12.4 Zuordnung der Wandhölzer zu den Gefährdungsklassen

Die Zuordnung der Hölzer in Abhängigkeit von der Einbau-Situation geht für die üblichen Anwendungsbereiche aus Tabelle 12-1 hervor. Dabei wurden die Meßergebnisse nach Abschnitt 3.2 berücksichtigt.

Bei Querschnitt Nr. 1a wird für die Bekleidung zwischen dampfdurchlässigeren Werkstoffen (GKB) (z.B. Gipskarton-Bauplatten, Bretterschalung) und dampfdichteren (FP) (z.B. Spanplatten) unterschieden.

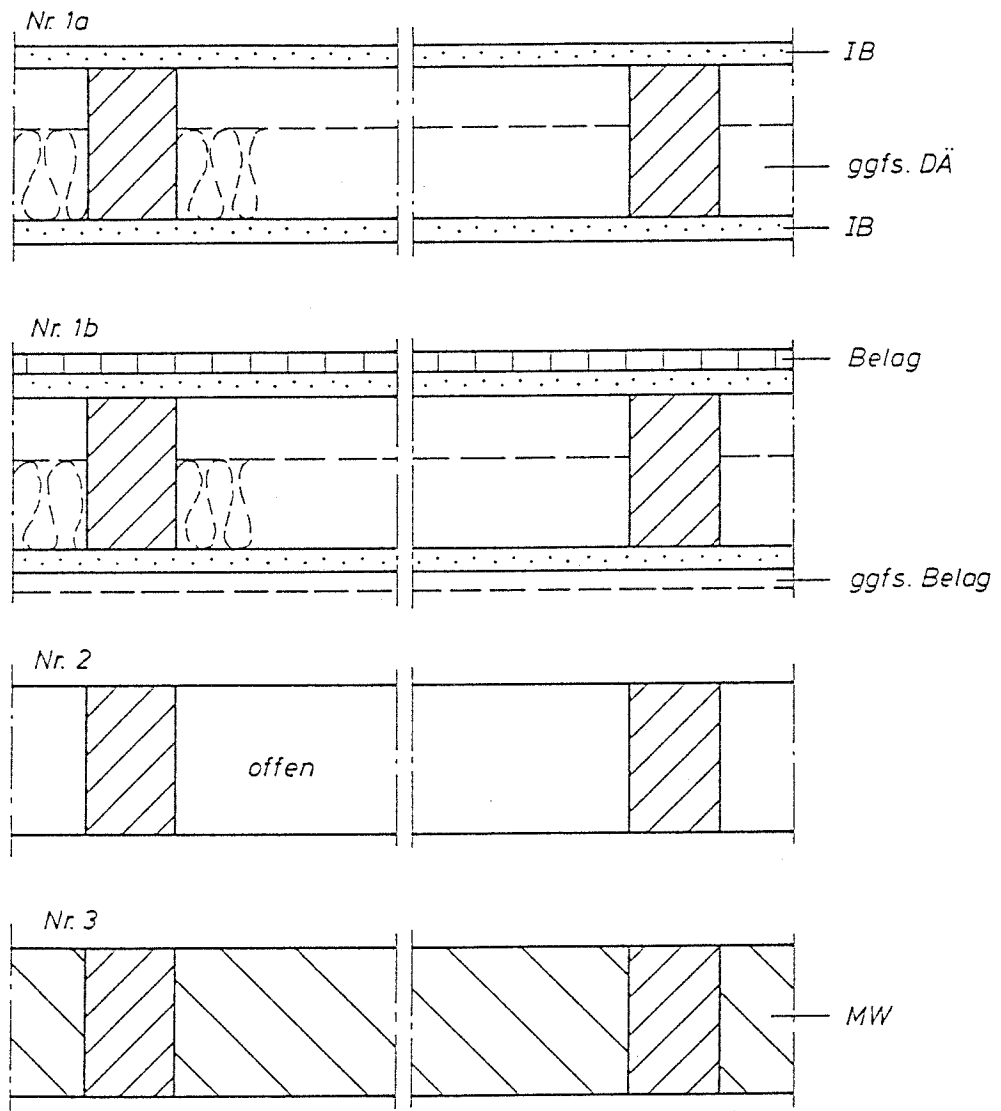


Bild 12-1: Angenommene Querschnitts-Typen von Innenwänden

MW Mauerwerk

Die Zuordnung für Naßbereiche ist aus Tabelle 12-2 ersichtlich. Der Naßbereich erstreckt sich dabei nur auf den unmittelbar beanspruchten bzw. ggf. gefährdeten Bereich, z.B. auf Wandteile, die an Duschen grenzen (vgl. Bild 12-2).

Für den Naßbereich wird hier die Gefährdungsklasse 2 gewählt, da die Gefahr von größeren Feuchtebeanspruchungen innerhalb des Wandquerschnittes während der späteren Nutzung nicht dauerhaft ausgeschlossen werden kann (z.B. Undichtigkeiten an der im Wandinnern verlegten Installation, Tauwasserbildung auf (ungedämmten) Kaltwasserleitungen, Undichtigkeiten an den Durchdringungen der Dusch-Armaturen).

Allerdings darf nicht verkannt werden, daß im Naßbereich die Bekleidungen und Fliesenbeläge die wesentlich anfälligeren Bestandteile von Wänden sind. Sollte es also zu den oben erwähnten Feuchtebeanspruchungen infolge Undichtigkeiten kommen, ist der Ersatz von Bekleidung und Belag oft nicht zu umgehen.

#### 12.5 Innenstützen

In Innenwände eingebundene Stützen (Bild 12-3a) sind wie die Hölzer der Wandquerschnitte Nr. 1 zu betrachten (vgl. Tabelle 12-1). An Innenwände angebundene Stützen (Bild 12-3b) oder freistehende Innenstützen sind entsprechend Querschnitt Nr. 2 zu bewerten. Stehen die Stützen auf Massivdecken, dann ist durch Zwischenlegen einer Sperrschicht eine Feuchteübertragung in das Holz zu verhindern (vgl. Bild 6-4).

In Innenwände eingebundene Stürze sowie Unterzüge unter Decken sind sinngemäß zu betrachten.

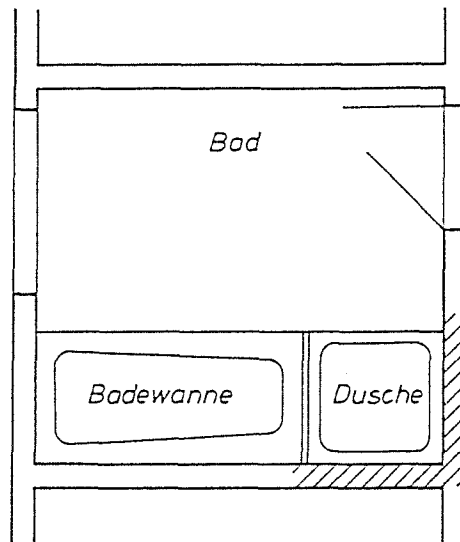


Bild 12-2: Innenwände in Naßbereichen (schraffierte Wandteile)

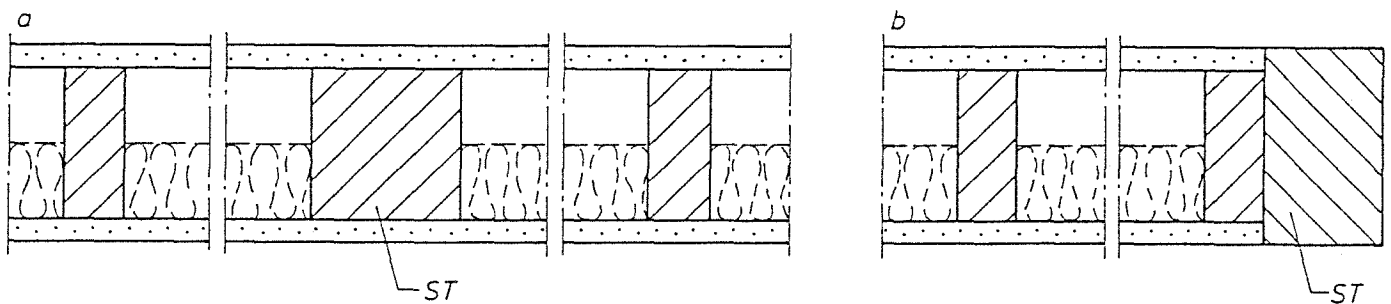
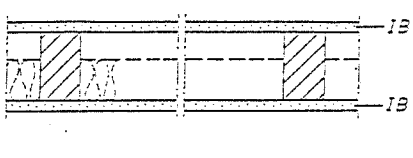
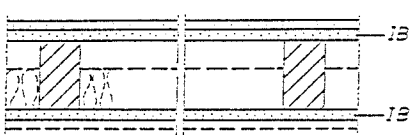
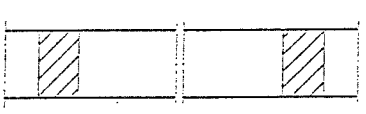
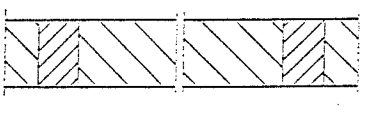


Bild 12-3: Innenwand-Stützen ST  
a in Wand eingebunden, b an Wand angebunden

Tabelle 12-1: Zuordnung der Hölzer von Innenwänden zwischen Aufenthaltsräumen zu den Gefährdungsklassen GK in Abhängigkeit von der Einbau-Situation nach Tabelle 6-1

Nr.	Zustand zu Einbaubeginn	trocken		naß
	Anschließende Beanspruchung bis zur Fertigstellung	keine	Bau-feuchte	Nieder-schläge beliebig 1)
	Wand-Querschnitt (vgl. Bild 12-1)	$\leq 20$	$\leq 30$	$u_m \geq 30$ <sup>2)</sup> > 30
1a			0	0 2 *) [D1...5]
1b		0		-
2				0
3				0

1) Jedoch  $u_m \leq 50\%$ .

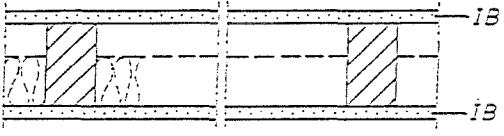
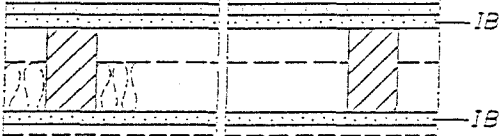
2)  $u_m \geq 30\%$  nur in Teilbereichen (z.B. Hirnholz).

\*) Einbau von nassem Holz sollte, z.B. wegen möglicher Gefährdung der Bekleidung, auf Ausnahme-Situationen beschränkt bleiben.

- Vom Einbau feuchteren oder nassen Holzes ist wegen der Gefährdung von Bekleidung und Fliesenbelag abzuraten.



Tabelle 12-2: Zuordnung der Hölzer der Innenwand-Querschnitte Nr. 1a und 1 b für Naßbereiche 2) zu den Gefährdungsklassen GK in Abhängigkeit von der Einbau-Situation nach Tabelle 6-1

Nr.	Zustand zu Einbaubeginn	trodden		naß	
	Anschließende Beanspruchung bis zur Fertigstellung	keine	Bau-feuchte	Nieder-schläge	beliebig 1)
	Wand-Querschnitt (vgl. Bild 12-1)	$u_m \leq 20$	$u_m \leq 30$	$u_m \geq 30$ 2)	$u_m > 30$
1a			2		-
1b			2		-

1) Jedoch  $u_m \leq 50\%$ .

2) Z.B. an Duschen grenzende Wandteile (siehe Bild 12-2).

3)  $u_m \geq 30\%$  nur in Teilbereichen (z.B. Hirnholz).

- Vom Einbau feuchteren oder nassen Holzes ist wegen der Gefährdung von Bekleidung und ggf. Fliesenbelag abzuraten.

### 13 Weitere Bauteile

=====

Für Bauteile, die in den vorangegangenen Abschnitten 6 bis 12 nicht behandelt wurden, erfolgt keine gesonderte Bewertung gegenüber DIN 68 800 Teil 3. Für diese Bauteile ist die Zuordnung in die Gefährdungsklassen auf der Grundlage der Festlegungen in der Norm vorzunehmen, z.B. für:

#### Außenstützen und vergleichbare Bauteile

- Schlagregenbeanspruchung möglich GK 3
- Schlagregenbeanspruchung nicht möglich GK 2

Balkone GK 3

## 14 Zusammenfassung Teil A

=====

In diesem Teil wird für die häufigsten zur Anwendung kommenden Holzbauteile von Wohnhäusern und vergleichbaren Gebäuden eine stark differenzierte Zuordnung der Gefährdungsklassen des Holzes (bezüglich Pilz- und Insektenbefall) in Abhängigkeit von den jeweiligen konstruktiven und nutzungsspezifischen Bedingungen vorgenommen, und zwar unabhängig von den derzeitigen Anforderungen nach DIN 68 800 Teil 3. Betrachtet werden vor allem raumumschließende Bauteile, deren Hölzer derzeit den Gefährdungsklassen 0 bis 2 zugeordnet werden.

Grundlage für die hier vorgeschlagene Einstufung sind einschlägige Erfahrungen aus der Praxis sowie die Ergebnisse von im Rahmen dieser Aufgabe durchgeführten Versuchen, die vor allem die Kenntnis über die Austrocknungsgeschwindigkeit von "naß" eingebauten Hölzern in Abhängigkeit von der Konstruktion des Bauteils und von den klimatischen Randbedingungen verbessern helfen sollten.

Vorrangiges Ziel dieser Arbeit war es, nach Voraussetzungen zu suchen, unter denen eine Reduzierung bzw. Eliminierung des derzeit geforderten vorbeugenden chemischen Holzschutzes möglich ist, ohne daß dadurch Sicherheitsinteressen, z.B. bezüglich der Tragfähigkeit der Bauteile, berührt werden.

Das Ergebnis sind Vorschläge für die Einstufung der Hölzer in Gefährdungsklassen für die infrage kommenden Holzbauteile mit jeweils mehreren Konstruktions-Varianten, die z.T. stark (bis zu 2 Klassen, z.B. von GK 2 nach GK 0) von der Norm abweichen.

Des weiteren wird deutlich, daß "diffusionsoffene" Bauteilquerschnitte von entscheidendem Vorteil sind, sowohl bezüglich des Einbaus feuchterer Hölzer ohne chemischen Holzschutz als auch bezüglich der Robustheit der Konstruktion gegenüber nachträglichen, außerplanmäßigen Feuchtebeanspruchungen.

## 14 Summary Part A

In this part the most frequently used wooden structural members of houses and similar buildings are classified in danger classifications of wood (in view of fungus and insect damage). This classification was made depending on structural and special conditions of use, as well as independently from requirements stated in German Standard DIN 68 800, part 3. Great importance was attached to enclosure-walls, whose timberwork is presently to be found in danger classes 0 or 2.

This classification is based on long-term experience in practice as well as on results of tests, which were executed especially for this purpose. These tests were made in order to improve knowledge about time of seasoning of moist timber in construction, always depending on the construction of structural members and on conditions of climate prevailing.

Main purpose of all these studies was to look for a prerequisite that will enable us to do without or to reduce chemical wood preservation, as it is necessary at present. However, security of buildings e.g. concerning loads of structural members was not to be neglected.

As a result, you will now find suggestions for the classification of timber in danger classes. The wooden structural members concerned are shown in several varieties of construction, which may considerably differ from German standards (this difference may comprise even 2 classes, e.g. from danger class 2 to danger class 0).

Besides, it is obvious that cross sections of structural members "open to diffusion" are advantageous in many respects: that means in view of use of moist timber without any chemical wood preservation as well as in view of solidity of construction in case of later exposure to moisture by chance.

## Sommaire Part A

C'est dans ce part que les éléments préfabriqués en bois les plus fréquents utilisés pour la construction en bois de maisons d'habitation et d'immeubles semblables sont classifiés en catégories de danger de bois (regardant le dommage causé par champignon ou par insectes). Cette classification a été faite selon les conditions constructives et les conditions spéciales d'utilisation. Elle ne correspond pas aux exigences stipulées dans la norme allemande DIN 68 800, part 3. La plus grande importance a été attaché aux murs de clôture dont le charpente de bois à présent est classifié dans les catégories 0 ou 2.

Cette classification est basé sur l'expérience sur le plan pratique ainsi que sur les résultats d'essais qui avaient été exécutés exclusivement pour ce but. Ces essais avaient été faits pour perfectionner les connaissances concernant le temps de séchage du bois en construction, toujours dépendant de la construction des éléments préfabriqués et des conditions de climat règnant.

Le résultat, ce sont les propositions que vous trouverez pour la classification de bois en catégories de danger. Les éléments préfabriqués en bois concernés sont précisés en leurs variétés de construction. Ces constructions cependant peuvent vraiment différer considérablement de ceux qui sont stipulées dans les normes allemandes. (Cette différence peut bien comprendre 2 catégories, c'est à dire de la catégorie de danger 2 à la catégorie 0).

En outre, il est évident que la coupe transversale des éléments préfabriqués en bois ouverte à la diffusion est très avantageuse en beaucoup de cas: c'est à dire en cas d'utilisation de bois humide sans aucune imprégnation, ainsi que regardant la stabilité de la construction en cas d'une exposition à l'humidité par hasard.

- Teil B -

Grundlagen für späteren Kommentar zu DIN 68 800 Teil 2

## Inhalt Teil B

	Seite
1 Allgemeines .....	122
2 Literatur-Auswertung .....	123
3 Holzwerkstoffklassen .....	124
3.1 Allgemeines	
3.2 Anforderungen in DIN 68 800 Teil 2, Allgemeines	
3.3 Tabelle 1 in DIN 68 800 Teil 2	
3.4 Tabelle 2 in DIN 68 800 Teil 2	125
3.5 DIN 1052	126
4 Feuchteschutztechnische Eigenschaften der Holzwerkstoffe .....	127
4.1 Feuchtebeständigkeit	
4.2 Gleichgewichtsfeuchte	128
4.3 Feuchtebedingte Formänderungen	132
4.4 Einfluß der Feuchte auf die Festigkeitseigenschaften	136
5 Erforderliche Holzwerkstoffklassen in Abhängigkeit von den Anwendungsbereichen .....	137
5.1 Allgemeines	
5.2 Außenwände, Außenbeplankung	
5.3 Flachdächer und Dachschalungen	144
5.4 Geneigte Dächer, obere Abdeckungen	152
5.5 Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen, obere Schalung	154
5.6 Geschoßdecken, obere Schalung	157
5.7 Innenwände, Beplankungen	160
5.8 Raumseitige Beplankung von Bauteilen	163
5.9 Neubauten mit sehr hoher Baufeuchte	
5.10 Holzwerkstoffe in Naßbereichen	166
6 Zusammenfassung Teil B .....	171
Literatur zu Teil B	172

## 1 Allgemeines

=====

Teil B der Forschungsarbeit befaßt sich auftragsgemäß mit der Darstellung der Grundlagen für einen späteren Kommentar zu den Anforderungen in DIN 68 800 Teil 2.

Die konstruktiven Details zum baulichen Holzschutz, wie sie im vom Bearbeiter dieser Forschungsaufgabe verfaßten Informationsdienst "Baulicher Holzschutz" der EGH /5/ bereits weitgehend enthalten sind, werden hier nicht wiederholt. Bei der Abfassung eines Kommentars sind jene Angaben zusätzlich zu berücksichtigen.

Daher verbleiben als eigentliche Aufgabe dieses Teils im wesentlichen die Erläuterungen zu den Festlegungen der erforderlichen Holzwerkstoffklassen (nachfolgend nur noch "HWS-Klassen" genannt) für die einzelnen Anwendungsbereiche.

Neben diesen Erläuterungen werden jedoch - aufgrund neuerer Untersuchungen und vor allem weiterer praktischer Erfahrungen - sowie im Vorgriff auf zukünftige Beratungen im Arbeitsausschuß DIN 68 800 Teil 2 - Vorschläge für eine teilweise Neu-Zuordnung von HWS-Klassen zu den Anwendungsbereichen gemacht und begründet, wobei die vorgeschlagenen Anforderungen gegenüber dem derzeitigen Stand von DIN 68 800 Teil 2 teilweise geringer, teilweise schärfer sind.

Sollte diesen Vorschlägen bei der zukünftigen Beratung der Norm nicht gefolgt werden oder soll der Kommentar bereits vor der nächsten Neuauflage der Norm erscheinen, so lassen sich die jeweiligen Begründungen mühelos umformulieren.



## 2 Literatur-Auswertung

=====

In der deutschen Literatur sind dem Bearbeiter außer seinen eigenen Arbeiten /5/, /7/ und /8/ keine Veröffentlichungen bekannt, die sich mit der Anwendung der einzelnen HWS-Klassen im Bauwesen direkt befassen. Nützliche Beiträge leisten jedoch die Untersuchungsberichte des Fraunhofer-Instituts WKI (z.B. /1/ bis /4/), die sich u.a. mit der rechnerischen Ermittlung der Gleichgewichtsfeuchte von Holzwerkstoffen in Bauteilen befassen.

Einer größeren französischen Veröffentlichung über den Bau von Holzhäusern /9/ ist zu entnehmen, daß die dort vorgeschlagenen Einsatzbereiche für Holzwerkstoffe nicht so umfassend und differenziert sind wie in der Bundesrepublik. Ferner beschränken sich die Vorschläge im wesentlichen auf Außensperrholz (CTB-X) sowie auf gewissermaßen "feuchtfeste" Spanplatten (CTB-H), und zwar offensichtlich auch für Anwendungsbereiche, in denen die Platten keiner Feuchtebeanspruchung ausgesetzt sind. Für einen differenzierten Einsatz von Holzwerkstoffen, wie er nach DIN 68 800 Teil 2 möglich ist, können zumindest dieser Veröffentlichung keine zusätzlichen Anregungen entnommen werden.

Ein ähnliches Resümee läßt sich nach dem Studium der nordamerikanischen Literatur über den Bau von Holzhäusern ziehen, die zwar entsprechend der überragenden Bedeutung dieser Bauart sehr umfangreich ist, für die vorliegende Forschungsarbeit aber ebenfalls nicht hilfreich ist. Beispielfhaft sei hier /10/ genannt.

Für die Literatur des Auslandes gilt also ganz offensichtlich das zum Teil A im dortigen Abschnitt 2 Gesagte ebenfalls.

### 3 Holzwerkstoffklassen

=====

#### 3.1 Allgemeines

Die im Bauwesen zur Anwendung kommenden Holzwerkstoffe sind derzeit:

- Spanplatten (Flachpreßplatten) (V) DIN 68 763,  
ferner Spanplatten mit Mischharzverleimung entsprechend Zulassungsbe-  
scheid
- Bau-Furniersperrholz (BFU) DIN 68 705 Teil 3 und Teil 5
- Harte Holzfaserverplatten (HFH) DIN 68 754 Teil 1
- Mittelharte Holzfaserverplatten (HFM) DIN 68 754 Teil 1

Dagegen werden Bau-Stabsperrholz und Bau-Stäbchensperrholz praktisch nicht, beplankte Strangpreßplatten praktisch nicht mehr eingesetzt.

Für die einzelnen Holzwerkstoffe existieren folgende HWS-Klassen nach DIN 68 800 Teil 2:

- Spanplatten V20, V100, V100 G
- Bau-Furniersperrholz BFU20, BFU100, BFU100 G
- Harte Holzfaserverplatten HFH20
- Mittelharte Holzfaserverplatten HFM20

Die Verwendung von Holzwerkstoffen in der Bundesrepublik beschränkt sich hauptsächlich auf Spanplatten, im geringen Maße auf Bau-Furniersperrholz, während harte und mittelharte Holzfaserverplatten nur in Ausnahmefällen anzutreffen sind. Daher beziehen sich die Ausführungen in den nachfolgenden Abschnitten im wesentlichen auf Spanplatten und nur zum geringen Teil auf Bau-Furniersperrholz; harte und mittelharte Holzfaserverplatten werden dagegen nicht berücksichtigt.

#### 3.2 Anforderungen in DIN 68 800 Teil 2; Allgemeines

Formal gelten die Festlegungen in DIN 68 800 Teil 2 für Holzwerkstoffe nur für tragende oder aussteifende Teile, nicht dagegen für statisch nicht mitwirkende Bekleidungen. Da aber auch Bekleidungen in den meisten Fällen wesentliche bauphysikalische Funktionen zu erfüllen haben (z.B. Wärme-, Feuchte-, Schall-, Brandschutz), die bei einem Versagen der Bekleidung gefährdet oder nicht mehr gegeben sind, sollten die Anforderungen der Norm grundsätzlich auch auf Bekleidungen angewandt werden.

#### 3.3 Tabelle 1 in DIN 68 800 Teil 2

Nach DIN 68 800 Teil 2, Tabelle 1, sind Spanplatten und Bau-Furniersperrholz so einzusetzen, daß im Gebrauchszustand folgende Höchstwerte für die Plattenfeuchte  $u_m$  nicht überschritten werden (Platten-Mittelwerte):

Holzwerkstoffklasse	!	max $u_m$
20	!	15%
100	!	18%
100 G	!	21%

Die Einhaltung der Höchstwerte für  $u$  geht im Prinzip auf folgende Versagens-Kriterien der einzelnen Klassen zurück:

- $u > 15\%$  für Klasse 20: Versagen der Verleimung
- $u > 18\%$  für Klasse 100: Versagen des Holzes durch Pilzbefall
- $u > 21\%$  für Klasse 100 G: Sekundärschäden durch unzulässig große Formänderungen.

Die Bedingungen für max  $u$  sind auch vom Bau-Furniersperrholz einzuhalten, obwohl das Feuchteverhalten dieses Werkstoffes bei gleicher HWS-Klasse besser ist als das der Spanplatten und z.B. die "Wetterbeständigkeit" von Bau-Furniersperrholz der Klasse 100 G (im Gegensatz zu Spanplatten V100G) zweifelsfrei gegeben ist (vgl. Abschnitt 4.1). Die Ursache der Gleichbehandlung beider Holzwerkstoffe liegt vielmehr in der Absicht, auch bei Sperrholz die feuchtebedingten Formänderungen, die für die Konstruktion nachteilig sein können, zu begrenzen.

Die Einhaltung von  $\max u_m \leq 18\%$  für die Klasse 100 (ohne Pilzschutz) entspricht wegen des Leimanteils in etwa der Bedingung  $\max u_m \leq 20\%$  für Vollholz.

Kurzfristige, geringfügige Überschreitungen der Höchstwerte für  $u$  (für die Dauer von Tagen oder wenigen Wochen) sind im allgemeinen - zumindest bezüglich des Dauerstandsverhaltens der Platten - unbedenklich, sofern die entstehenden Formänderungen in Plattenebene sowie Aufwölbungen senkrecht zur Plattenebene mit der Konstruktion des Bauteils verträglich sind.

### 3.4 Tabelle 2 in DIN 68 800 Teil 2

Für die in Tabelle 2 genannten Anwendungsbereiche und Randbedingungen gelten die dort angegebenen erforderlichen HWS-Klassen verbindlich, also auch dann, wenn im Einzelfall der Nachweis gelingt, daß aufgrund der Bedingungen für max  $u$  nach Tabelle 1 (vgl. Abschnitt 3.3) auch eine niedrigere Holzwerkstoffklasse ausreichend ist.

Tabelle 1 der Norm darf also nur in Anwendungsfällen herangezogen werden, die nach Tabelle 2 nicht oder nicht eindeutig bewertet werden können.

Unabhängig davon werden jedoch im Rahmen der anschließenden Erläuterungen Vorschläge für eine teilweise andere Einstufung der HWS-Klassen in die Anwendungsbereiche gemacht, die allerdings entsprechend dem oben Gesagten zunächst unverbindlich sein müssen.

Bei den Angaben in Tabelle 2 ist vorausgesetzt, daß die Bauteile entsprechend dem anerkannten Stand der bautechnischen Vorschriften (vor allem hinsichtlich des Wärme- und Feuchteschutzes) sowie der Fachregeln des Handwerkes konstruiert und ausgeführt sind. Das gilt selbstverständlich auch für nachträgliche Veränderungen der Bauteile, z.B. Aufbringen zusätzlicher Bekleidungen und Dämmschichten. Des weiteren geht Tabelle 2 für "Wohngebäude sowie Gebäude mit vergleichbarer Nutzung" von einer "üblichen Nutzung" durch die Bewohner aus, d.h. es wird z.B. unterstellt, daß Aufenthaltsräume während der kalten Jahreszeit ausreichend beheizt und belüftet werden.

### 3.5 DIN 1052

Unabhängig von den Festlegungen in DIN 68 800 Teil 2 dürfen nach DIN 1052 Holzwerkstoffe der Klasse 20 für tragende Teile nur für die Holztafelbauart sowie für Deckenschalungen eingesetzt werden.

4 Feuchteschutztechnische Eigenschaften der Holzwerkstoffe

4.1 Feuchtebeständigkeit

In den Tabellen 4-1 und 4-2 sind die Klassifizierungen nach DIN 68 763 und DIN 68 705 Teil 3 und Teil 5 hinsichtlich der Feuchtebeständigkeit der Verleimung von Spanplatten bzw. Bau-Furniersperrholz zusammengefaßt und zusätzlich bezüglich der Wetterbeständigkeit der Platten bewertet.

Tabelle 4-1: Flachpreßplatten DIN 68 763, Feuchtebeständigkeit

! Typ	! Holzwerkstoff-Klasse ! ! nach DIN 68 800 T 2	! Verleimung 1)	! Platte ! wetterbeständig !
! V 20 !	! 20	! beständig in Räumen ! ! mit niedriger rel. ! ! Luftfeuchte ! ! ( $\varphi \leq$ ca. 70%) !	! nein !
! V 100 !	! 100	! beständig gegen ! ! hohe Luftfeuchte ! ! ( $\varphi \leq$ ca. 80%) 2) !	! nein !
! V 100G !	! 100G	! beständig gegen ! ! hohe Luftfeuchte ! ! ( $\varphi \leq$ ca. 80%) 2)3) !	! nein (!) !

1) Sinngemäß nach DIN 68 763.

2) Nach DIN 68 763 "begrenzt wetterbeständige" Verleimung.

3) Holz gegen Pilzbefall geschützt.

Tabelle 4-2: Bau-Furniersperrholz DIN 68 705, Feuchtebeständigkeit

! Typ	! Holzwerkstoff-Klasse ! ! nach DIN 68 800 T 2	! Verleimung 1)	! Platte ! wetterbeständig !
!BFU 20 !	! 20	! beständig in Räumen ! ! mit niedriger rel. ! ! Luftfeuchte ! ! ( $\varphi \leq$ ca. 70%) !	! nein !
!BFU 100 !	! 100	! wetterbeständig	! nein !
!BFU 100G !	! 100G	! wetterbeständig (mit ! ! Pilzschutz für das ! ! Holz 2)	! ja !

1) Sinngemäß nach DIN 68 705.

2) Pilzschutz durch resistente Holzarten oder durch Holzschutzmittel.

Bei Vergleich der Tabellen 4-1 und 4-2 erkennt man sofort den wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Holzwerkstoffen, vor allem in der Klasse 100G.

Leider bezieht sich die Definition der Spanplattentypen in DIN 68 763 nur auf die Verleimung, so daß es mit diesen Platten infolge einer irrtümlichen Auslegung in der Praxis zu bösen Überraschungen gekommen ist. Das Problem dabei ist, daß eine "begrenzt wetterbeständige" Verleimung, wie sie in der Norm bezeichnet wird, noch lange nicht gleichbedeutend mit einer begrenzt wetterbeständigen Spanplatte ist und daß die Bezeichnung "begrenzt wetterbeständig" - ohne jede weitere Erklärung - keine eindeutige Aussage darstellt.

Wegen der genannten Eigenschaften sind nach DIN 68 800 Teil 2, Abschnitt 3.2.2, alle Holzwerkstoffe aller Klassen während bzw. nach Einbau unverzüglich vor Niederschlägen zu schützen. Das gilt auch für wetterbeständiges Bau-Furniersperrholz BFU 100G, um Folgeschäden infolge unzulässiger, hygri sch bedingter Formänderungen auszuschließen.

#### 4.2 Gleichgewichtsfeuchte

Im Rahmen dieser Arbeit erscheint es ausreichend, aus der umfangreichen Literatur nur eine der neuesten Veröffentlichungen heranzuziehen /1/. Aus Tabelle 4-3 sind die Gleichgewichtsfeuchten von Vollholz (Fichte) und von einigen Holzwerkstoffen ersichtlich, wie sie auf der Grundlage der in /1/ enthaltenen Bestimmungsgleichungen für  $u$  ermittelt wurden.

Größe und Geschwindigkeit der Feuchteänderung von Spanplatten im Vergleich zu Gipsfaserplatten und Gipskarton-Bauplatten sind aus den Ergebnissen von Messungen im Klimaprüfstand an Proben  $40 \times 40 \text{ cm}^2$  ersichtlich, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden und in den Bildern 4-1 und 4-2 dargestellt sind. Dabei wurde der Einfluß der Plattenränder durch einen weitgehend dampfdichten Anstrich ausgeschaltet. Das Naß-Klima war mit ca.  $20^\circ\text{C}/98\%$  bewußt extrem hart gewählt worden. Die teilweise auftretenden Unstetigkeiten im Feuchteverlauf beruhen auf technisch bedingten Schwankungen des Prüfklimas.

Die scheinbar negativen Feuchtegehalte der Gipsbauplatten zu Versuchsbeginn sind darauf zurückzuführen, daß es sich um relativ "frische" Platten handelte, bei denen herstellungsbedingt noch ein Defizit an Kristallwasser bestand, das mit der ersten "Befeuchtung" verschwand.

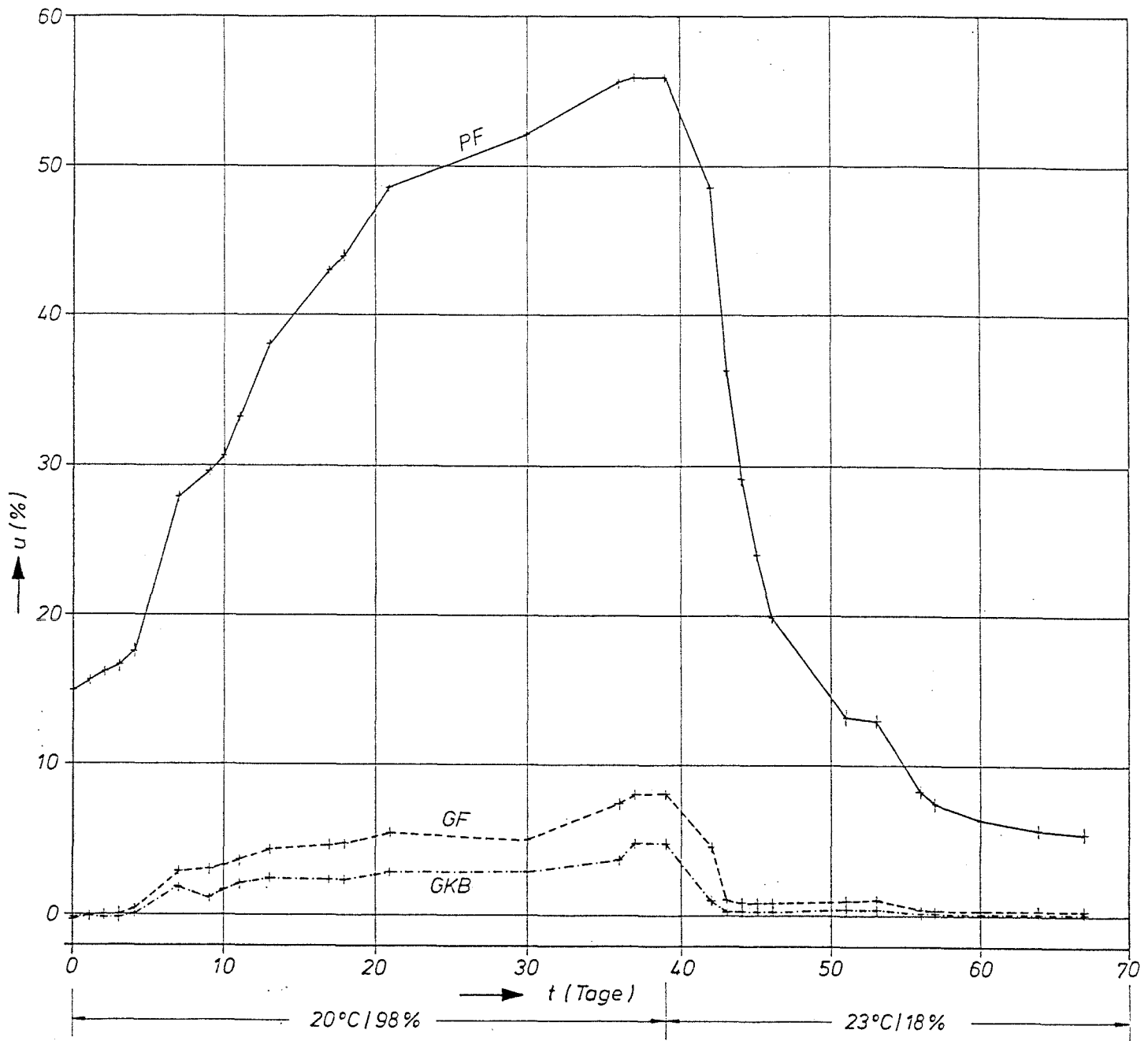


Bild 4-1: Verlauf der Plattenfeuchte  $u$  im Klimaprüfschrank, Versuch Nr. 1 (Mittelwerte aus je 2 Proben)  
Anfangswerte für GF- und GKB-Platten nicht bereinigt

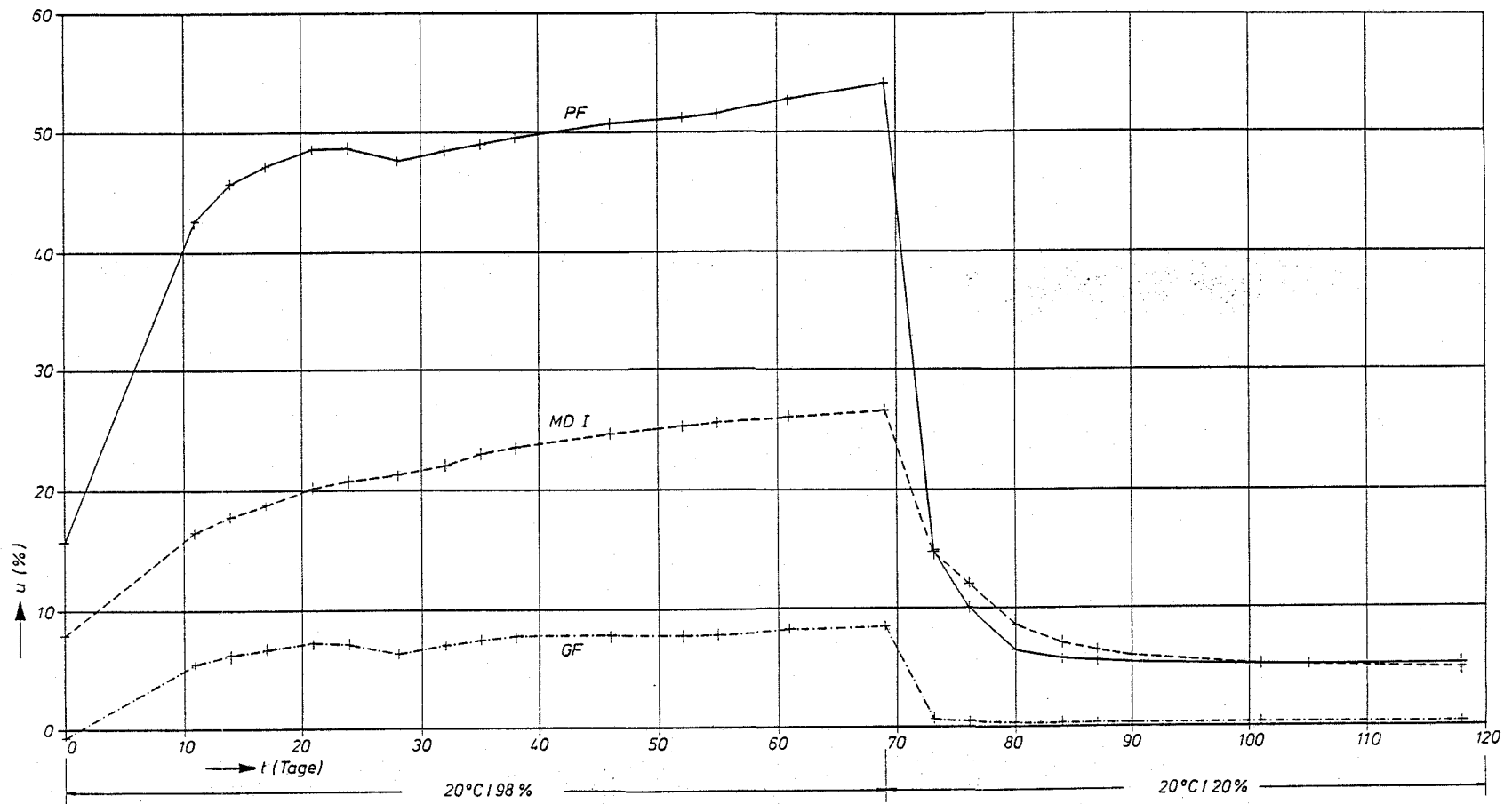


Bild 4-2: Verlauf der Plattenfeuchte  $u$  im Klimaprüfschrank, Versuch Nr. 2 (Mittelwerte aus je 2 Proben) Anfangswerte für GF-Platten nicht bereinigt



Tabelle 4-3: Gleichgewichtsfeuchte  $u$  in % für Vollholz (Fichte) und für mehrere Holzwerkstoffe in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte  $\varphi$  für Temperaturen  $\vartheta = 0^\circ\text{C}$  und  $20^\circ\text{C}$ ; ermittelt nach /1/

$\varphi$ %	Fichte		Spanplatten						Bau-Furniersperrholz	
			V 20 (UF)		V 100 (PF)		V 100 (MDI)		V 100 (Rotbuche)	
	0°C	20°C	0°C	20°C	0°C	20°C	0°C	20°C	0°C	20°C
35	9,4	8,8	10,4	9,9	10,3	9,6	10,1	9,6	9,9	9,3
40	10,0	9,3	10,6	10,1	10,9	10,2	10,5	9,9	10,5	9,8
45	10,5	9,8	10,9	10,4	11,4	10,6	10,8	10,2	11,0	10,3
50	11,1	10,3	11,2	10,7	11,8	11,0	11,2	10,6	11,4	10,7
55	11,6	10,8	11,7	11,1	12,2	11,5	11,7	11,1	11,9	11,1
60	12,3	11,5	12,2	11,6	12,8	12,0	12,4	11,7	12,5	11,7
65	13,1	12,2	12,9	12,3	13,7	12,8	13,1	12,4	13,3	12,5
70	14,2	13,2	13,9	13,2	15,0	14,0	14,1	13,3	14,4	13,5
75	15,5	14,4	15,2	14,4	17,0	15,9	15,5	14,6	16,1	15,1
80	17,3	16,1	16,9	16,0	20,0	18,7	17,2	16,2	18,5	17,3
85	19,7	18,4	19,2	18,2	24,7	23,1	19,6	18,5	22,0	20,6
90	23,1	21,4	22,4	21,2	32,2	30,2	22,7	21,4	27,4	25,7
95	27,7	25,8	26,7	25,4	44,9	42,0	27,1	25,6	36,0	33,7

Erklärung: UF harnstoffharzgebunden  
 PF phenolharzgebunden (NaOH-Gehalt 2,3 bis 2,8 %)  
 MDI isocyanatgebunden

### 4.3 Feuchtebedingte Formänderungen

Für das Bauwesen sind praktisch nur folgende feuchtebedingte Formänderungen der Plattenwerkstoffe von Bedeutung (vgl. Bild 4-3):

- Längenänderungen in Plattenebene infolge gleichmäßiger Feuchteänderung über die Plattendicke
- Aufwölbungen quer zur Plattenebene infolge ungleichmäßiger Feuchteänderung über die Plattendicke.

DIN 1052 Teil 1 nennt für Holzwerkstoffe folgende Mittelwerte für die spezifischen Längenänderungen  $\Delta l$  in % der Länge  $l$ , bezogen auf eine Feuchteänderung  $\Delta u = 1$  M.-% (unbehindertes Schwinden und Quellen vorausgesetzt):

- Spanplatten 0,035 %/%
- Bau-Furniersperrholz 0,020 %/%

Viele Labor-Versuche der vergangenen Jahre haben gezeigt, daß die Längenänderungen von Gipsbauplatten nur einen Bruchteil davon betragen, nämlich im Mittel

- für Gipskarton-Bauplatten (GKB) etwa 1/8 bis 1/6
- für Gipsfaserplatten (GF) etwa 1/5

derjenigen der Spanplatten.

In den Bildern 4-4 und 4-5 wird ein direkter Vergleich des Verlaufs der Längenänderungen im unbehinderten Zustand für diese 3 Werkstoffe gezeigt, die anlässlich der in Abschnitt 4.2 erwähnten Klimaschrank-Prüfungen (vgl. Bilder 4-1 und 4-2) gemessen wurden (Mittelwerte aus 2 Proben und jeweils beiden Plattenrichtungen). Legt man den jeweiligen Längenunterschied der Platten zwischen dem Naß-Klima und dem anschließenden Trocken-Klima zugrunde, dann ergeben sich für die geprüften Platten folgende Werte für  $\Delta l/l$  in 1/100 %:

Versuch 1: GKB = 5  
GF = 12,5  
FP (PF) = 90

Versuch 2: GF = 12,5  
FP (MDI) = 70  
FP (PF) = 100

Die Auswirkungen solcher Längenänderungen auf die Bauteile, in denen diese Platten verwendet werden, sind entsprechend, z.B. auch die Aufwölbungen der Platten, die in erster Näherung direkt proportional zu den Längenänderungen sind.

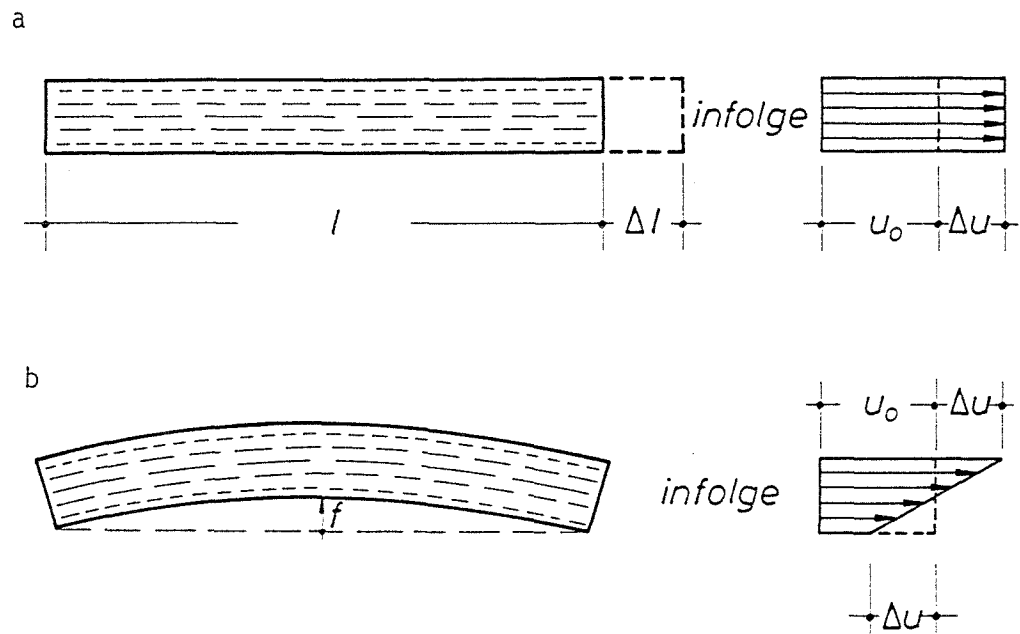


Bild 4-3: Für das Bauwesen wesentliche, feuchtebedingte Formänderungen von Holzwerkstoffen

- a Längenänderungen infolge gleichmäßiger Feuchteänderung
- b Aufwölbungen infolge ungleichmäßiger Feuchteänderung über die Plattendicke

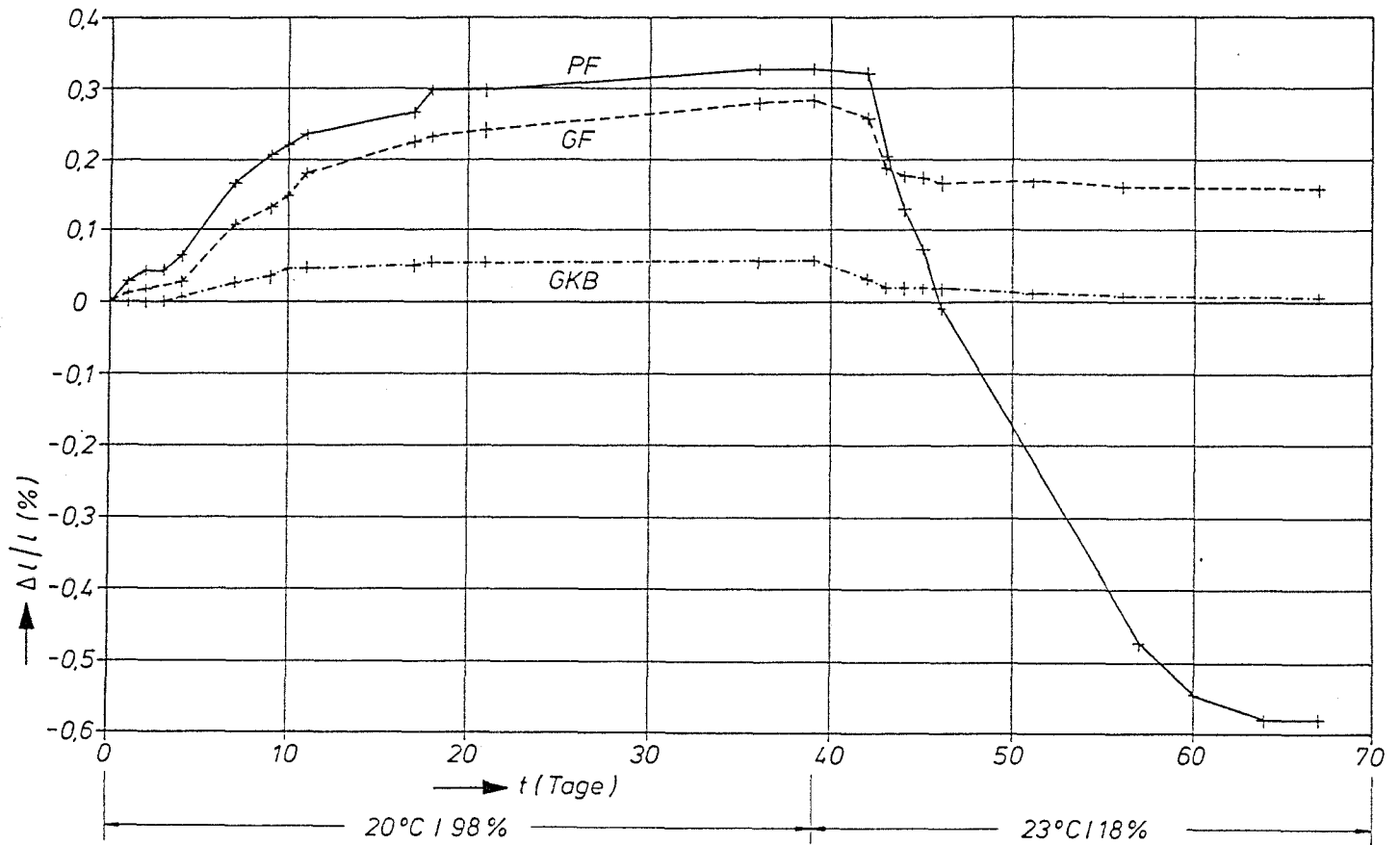


Bild 4-4: Verlauf der Längenänderungen  $\Delta l/l$  im Versuch Nr. 1  
(Mittelwerte aus je 2 Proben für jeweils beide Richtungen)

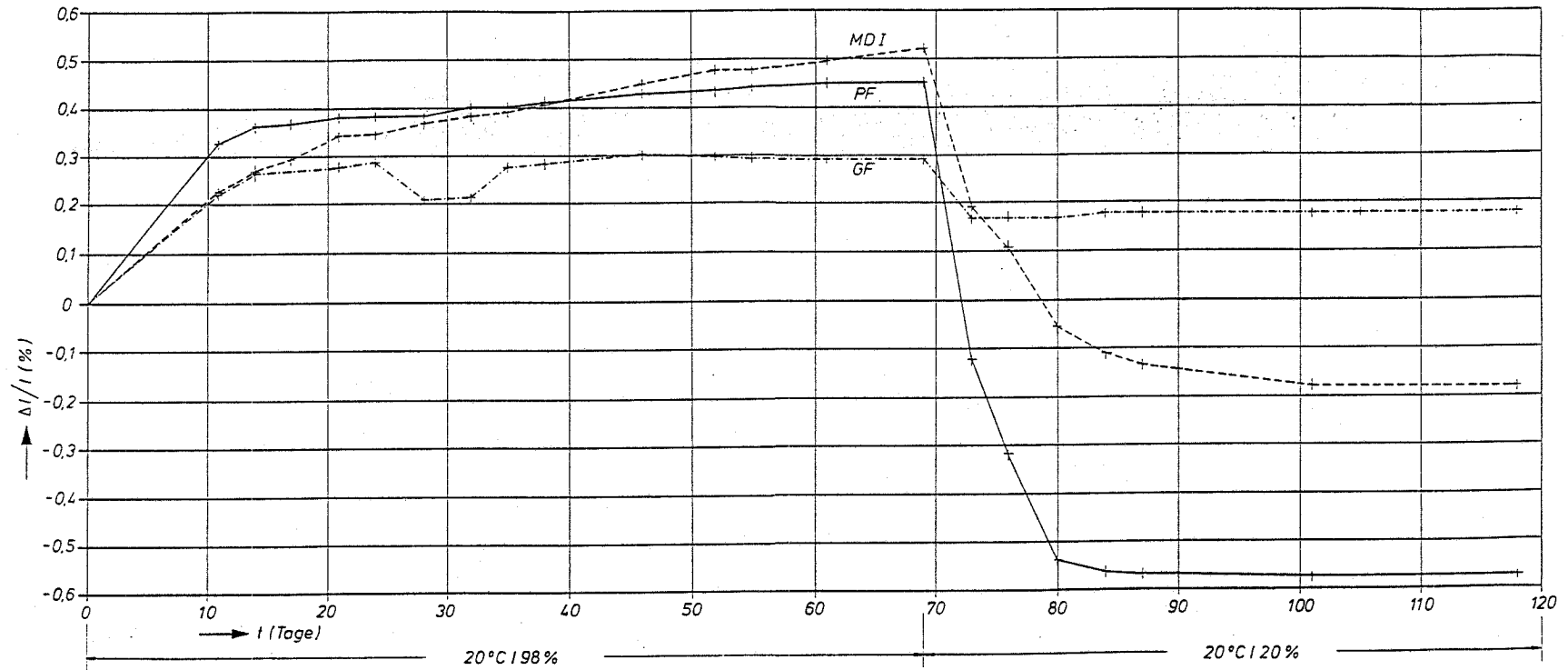


Bild 4-5: Verlauf der Längenänderungen  $\Delta l/l$  im Versuch Nr. 2  
(Mittelwerte aus je 2 Proben für jeweils beide Richtungen)

Aus diesen Gründen ist in DIN 1052 für Holzwerkstoffe der Höchstabstand  $a$  der Unterstützungen unabhängig von der Größe der statischen Beanspruchung mit  $\max a = 50 \times \text{Plattendicke } d$  festgelegt. In der Praxis wird dagegen im Regelfall sogar das Verhältnis  $a/d \approx 35$  eingehalten, im Gegensatz zu den harmloseren Gipsbauplatten, bei denen das Verhältnis  $a/d \approx 50$  beträgt.

Bei Holzwerkstoffen mit Fliesenbelägen sind aus dem gleichen Grunde besondere Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen (vgl. auch Abschnitte 5.10.3 und 5.10.4).

Der Vergleich zwischen Spanplatten und Gipsbauplatten an dieser Stelle wurde zum besseren Verständnis späterer Ausführungen, vor allem über Naßbereiche (vgl. Abschnitt 5.10), geführt.

#### 4.4 Einfluß der Feuchte auf die Festigkeitseigenschaften

In DIN 1052 Teil 1 sind die zulässigen Spannungen und Moduln für Holzwerkstoffe in Abhängigkeit von der Plattenfeuchte festgelegt. Deshalb braucht hier darauf nicht eingegangen zu werden.

In den späteren Abschnitten wird jedoch erläutert, welche Holzfeuchten für die Platten in den einzelnen Anwendungsbereichen zugrunde gelegt werden sollten, da die erforderliche Einstufung nach DIN 1052 für auf Biegung beanspruchte Platten in die Feuchtebereiche  $\leq 15\%$ ,  $\leq 18\%$  und  $> 18\%$  bis  $21\%$  für die meisten Konstrukteure schwierig sein dürfte.

## 5 Erforderliche Holzwerkstoffklassen in Abhängigkeit von den Anwendungsbereichen

=====

### 5.1 Allgemeines

In den folgenden Abschnitten werden für die einzelnen Anwendungsbereiche die zugehörigen erforderlichen HWS-Klassen nach DIN 68 800 Teil 2 in Abhängigkeit von der Konstruktion der Bauteile genannt und erläutert. Die für statisch mitwirkende "Beplankungen" geltenden HWS-Klassen sollten auch für statisch nicht mitwirkende "Bekleidungen" angewandt werden (vgl. auch Abschnitt 3.2).

Bei Außenbauteilen oder vergleichbaren Bauteilen wird in dem jeweiligen Abschnitt nur die "Außenbeplankung" behandelt, während für die raumseitige Innenbeplankung der Abschnitt des entsprechenden Innenbauteils heranzuziehen ist.

Neben den Erläuterungen zu den in DIN 68 800 Teil 2 festgelegten HWS-Klassen werden teilweise auch Vorschläge zur Einstufung der Beplankungen in eine andere, zumeist niedrigere Klasse gemacht, die auf umfangreiche Messungen und langjährige Erfahrungen in der Praxis zurückgehen.

### 5.2 Außenwände, Außenbeplankung

#### 5.2.1 Konstruktions-Typen

Die in der Praxis am häufigsten angewandten Außenwand-Konstruktionen mit einer Außenbeplankung aus Holzwerkstoffen (in aller Regel Spanplatten) sind in Bild 5.2-1 zusammengefaßt. Über die Ausbildung nach Bild 5.2-2 liegen dagegen noch keine ausreichenden Erkenntnisse über eine allgemeine Bewährung in der Praxis vor. Hier besteht theoretisch die Gefahr, daß bei nassem Außenputz infolge Schlagregen und anschließender Sonnenwärmeeinstrahlung die Außenbeplankung durch Dampfdiffusion unzulässig großen Feuchteschwankungen unterworfen ist.

Es wird vorausgesetzt, daß die Wände nach den handwerklichen Regeln einwandfrei hergestellt sind. Dazu gehören u.a. auch die Verwendung trockener oder halbtrockener Hölzer (Holzfeuchte  $u_m < 30\%$ ) sowie der nach dem Einbau möglichst unverzügliche Schutz der Holzwerkstoffe vor Niederschlägen. Der Wandtyp Nr. 5 ist wegen der hohen Anforderungen an die Güte der dampfdichten Beschichtung praktisch nur im Werk herstellbar.

Alle Querschnittstypen nach Bild 5.2-1 müssen an der Innenseite eine Dampfsperre aufweisen, da sonst in der Außenbeplankung die zulässige Tauwassermasse von 3 M.-% nach DIN 4108 Teil 3 überschritten wird.

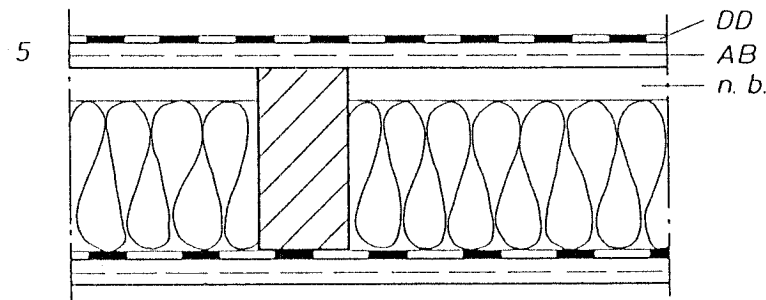
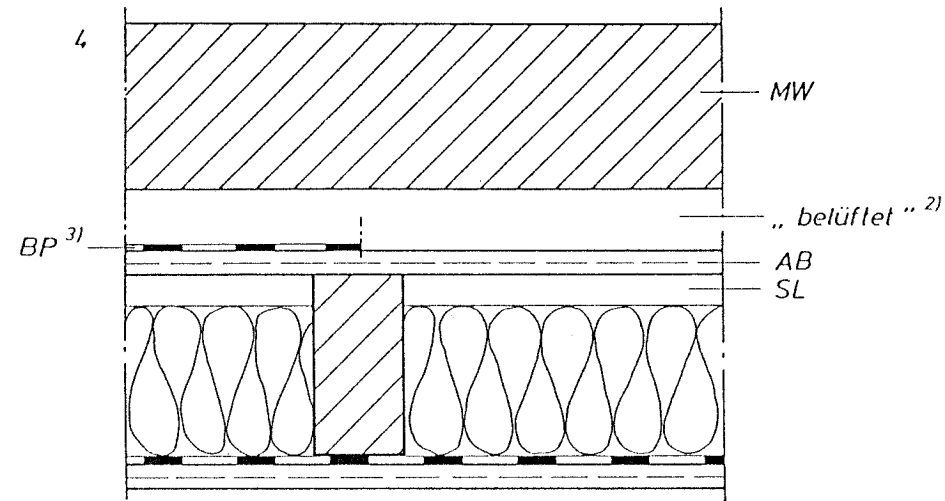
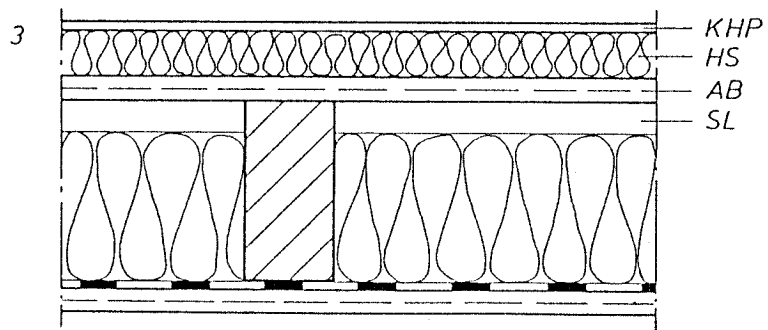
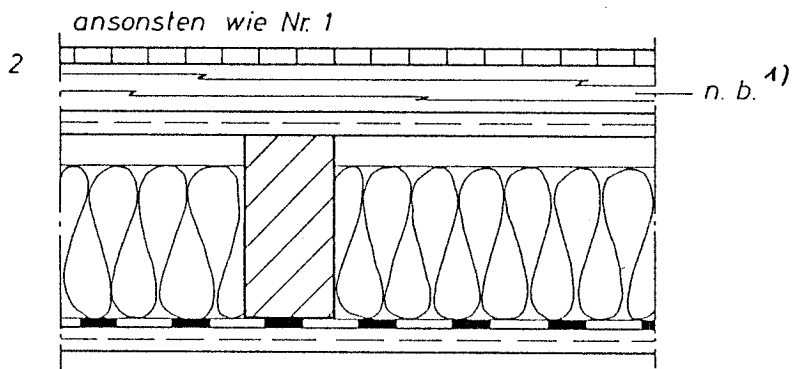
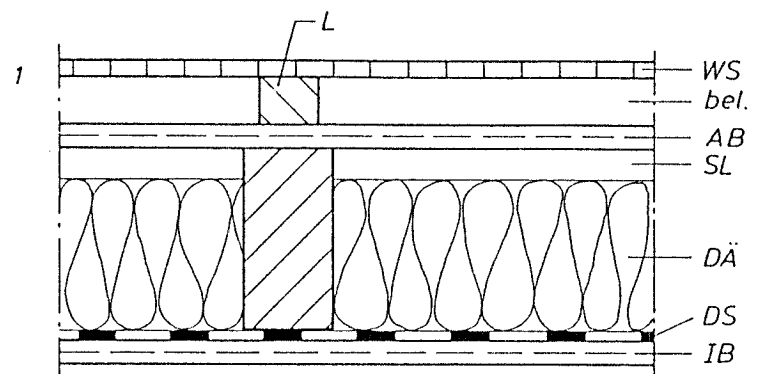


Bild 5.2-1: Häufigste Konstruktionstypen für Außenwände in Holzbauart  
 Erklärung: BP Bitumenpappe oder andere Sperrschicht,  
 DDA weitgehend dampfdichter Anstrich oder Beschichtung,  
 KHP Kunstharzputz

- 1) bei waagerechter Lattung ist Konterlattung erforderlich
- 2) belüftet im Sinne von DIN 1053 Teil 1, mit offenen Stoßfugen in der Vorsatzschale im Wandfußpunkt und horizontalem Spalt (mindestens 10 mm breit) im Wandkopf; keine ausreichende Belüftung im Sinne von DIN 4108 Teil 3
- 3) BP nicht erforderlich, jedoch vorteilhaft (Verringerung der Feuchteschwankungen in der Außenbeplankung)



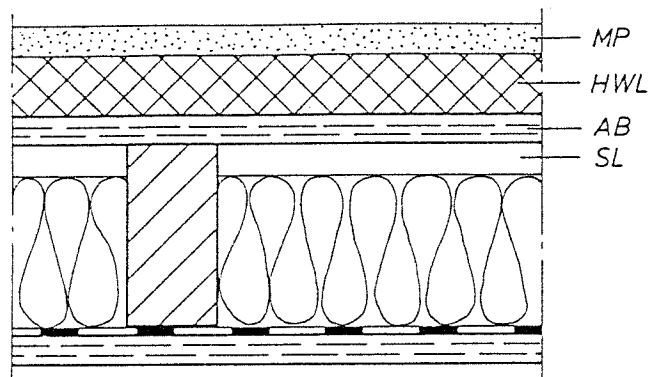


Bild 5.2-2: Außenwand mit außenliegender Holzwolleleichtbauplatte und mineralischem Putz MP

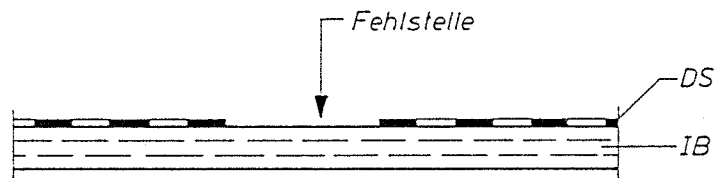


Bild 5.2-3: Fehlstelle in der Dampfsperre auf luftdichter Innenbeplankung

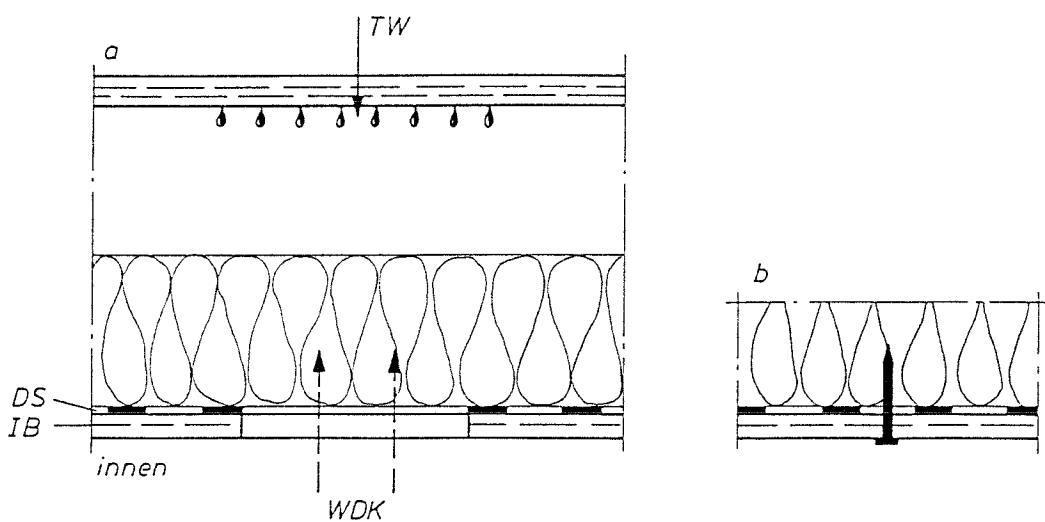


Bild 5.2-4: Beispiele für Durchdringungen von Innenbeplankung und Dampfsperre  
a zu vermeiden wegen stärkerer Tauwasserbildung TW infolge Wasserdampf-Konvektion WDK; b zulässig

Kleinere Fehlstellen in der Dampfsperre in der Größenordnung bis etwa 1% Flächenanteil können nach /2/ vernachlässigt werden, wenn die raumseitige Beplankung vollflächig luftdicht ausgebildet wird, Wasserdampf-Konvektion in den Wandquerschnitten also vermieden wird (vgl. Bild 5.2-3). Bezüglich der luftdichten Innenschale vgl. auch Teil A, Abschnitt 6.4.3 sowie Bild 6-6).

Größere Durchdringungen von Dampfsperre und Innenbeplankung (z.B. infolge Steckdosenbohrungen, vgl. Bild 5.2-4) sind dagegen unbedingt zu vermeiden, da sonst Wasserdampf-Konvektion möglich ist, wodurch an der Innenseite der Außenbeplankung größere Tauwassermassen ausfallen können.

### 5.2.2 Erforderliche HWS-Klassen für die Anwendungsbereiche

Für die Außenbeplankungen der Wandquerschnitte nach Bild 5.2-1 sind nach DIN 68 800 Teil 2, Tabelle 2, derzeit die in Tabelle 5.2-1, Spalte 1, angegebenen Klassen erforderlich.

Zugleich wird hier erstmals der Vorschlag für eine abgeänderte Einstufung mitgeteilt, wie sie aufgrund der langjährigen Erfahrungen in der Praxis heute gerechtfertigt erscheint (Spalte 2).

### 5.2.3 Erläuterungen zur Einstufung in die HWS-Klassen

Bei den nachstehenden Ausführungen ist vorausgesetzt, daß die Bedingungen nach Abschnitt 5.2.1 erfüllt sind.

Wand Nr. 1: Die vielen Messungen (vor allem im Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI) haben immer wieder gezeigt, daß bei diesem Wandtyp sogar die Bedingungen der Klasse 20 (Spanplattenfeuchte  $u \leq 15\%$ ) eingehalten werden. Nur im Hinblick auf denkbare Imperfektionen, z.B. Undichtigkeiten im Anschlußbereich Wand - Fenster, wurde aus Sicherheitsgründen die nächsthöhere Klasse 100 gewählt, obwohl insbesondere bei dieser Ausbildung die Möglichkeit einer schnellen Abgabe eingedrungener Feuchte über den belüfteten Hohlraum gegeben ist.

Anmerkung: Der früher hergestellte Spanplatten-Verleimtyp 70 (sog. "Werft"-Platte) wäre hierfür durchaus ausreichend gewesen.

Nr. 2: Diese Wand unterscheidet sich von Nr. 1 nur dadurch, daß der Wetterschutz nicht hinterlüftet ist. Bei einem Wetterschutz mit hohem Fugenanteil (z.B. kleinformatige Platten, Schindeln) und waagerechter Lattung ist entweder eine Konterlattung oder eine wasserableitende Schicht (Papplage) auf der Außenbeplankung anzuordnen (vgl. Bild 5.2-5), damit bei evtl. Undichtigkeiten des Wetterschutzes rückseitig ablaufendes Wasser nicht an die Beplankung gelangen kann.

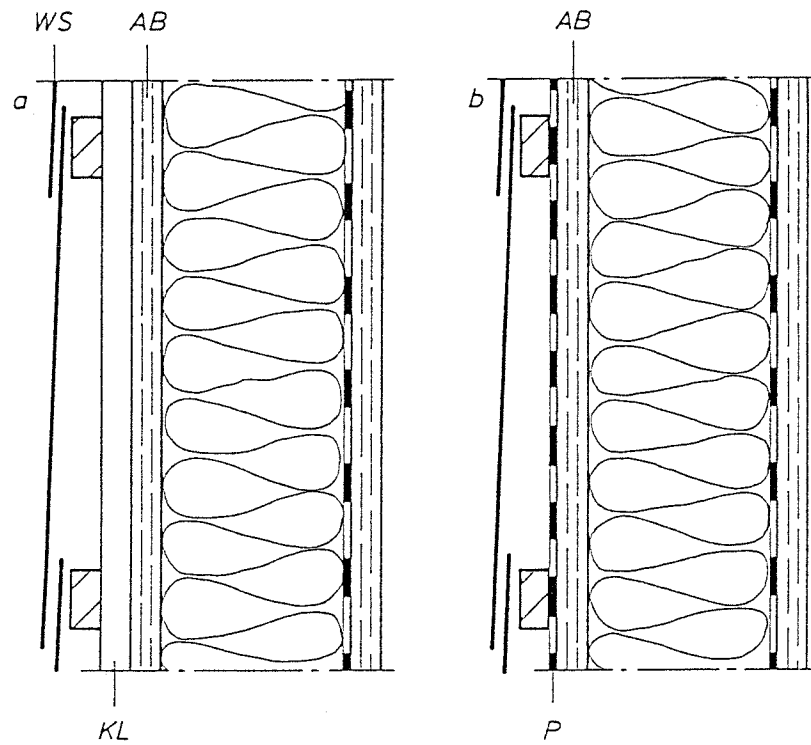


Bild 5.2-5: Ausbildung von Außenwänden bei nicht hinterlüftetem Wetter-  
schutz WS mit hohem Fugenanteil und waagerechter Lattung  
(lotrechter Schnitt)  
a mit zusätzlicher Konterlattung KL, b mit zusätzlicher  
Papplage P auf der Außenbeplankung

Tabelle 5.2-1: Derzeit erforderliche sowie neu vorgeschlagene HWS-Klassen für die Außenbeplankungen der Wandquerschnitte nach Bild 5.2-1  
 In ( ) theoretische Einstufung auf der Grundlage mehrjähriger Freilandmessungen an Wänden im ungestörten Zustand

Nr.	Wand-Querschnitt Aufbau	Einstufung nach	
		DIN 68 800 Teil 2	Neu- Vorschlag
		1	2
1		(20)	100
2		(20)	100G
3		(20)	100
4		(100G)	100G
5		(20)	

Auch bei solchen Wänden werden - wegen der fehlenden Hinterlüftung und der damit verbundenen harmloseren klimatischen Beanspruchung noch leichter als bei der Wand Nr. 1 - von der Außenbeplankung die Bedingungen der Klasse 20 ( $u \leq 15\%$ ) eingehalten. Aus den gleichen Gründen wie bei Nr. 1 wird auch hier die Klasse 100 gewählt. Die Klasse 100G ist also nicht erforderlich.

- Nr. 3: Die Ergebnisse von umfangreichen Freilandmessungen /4/ zeigen, daß die Klasse 20 im Prinzip genügen würde, da die Holzfeuchte der Außenbeplankung  $u \leq 15\%$  beträgt. Deshalb kann - analog zu Nr. 2 - hier ebenfalls die Klasse 100 als ausreichend angesehen werden. Die Klasse 100G ist dagegen nicht erforderlich.
- Nr. 4: Die Klasse 100G ist hier unstrittig. Trotzdem ist eine zusätzliche Abdeckung der Außenbeplankung mit Bitumenpappe oder dgl. empfehlenswert, um
- a) größere Feuchteschwankungen in der Außenbeplankung,
  - b) eine direkte Feuchteleitung über Mörtelbrücken in die Beplankung und
  - c) eine Feuchtegefährdung der Wandinnenseite durch Dampfdiffusion während der warmen Jahreszeit (infolge Sonnenwärmeeinstrahlung auf regenfeuchtes Mauerwerk)
- zu verhindern. In diesem Fall sind für die Wandkonstruktion trockene Hölzer (Holzfeuchte  $u_m \leq 20\%$ ) zu verwenden.

Ebenfalls steht nicht zur Diskussion, daß bei Wänden, die der Beregnung ausgesetzt sein können, die Vorsatzschale hinterlüftet sein muß, z.B. entsprechend den Angaben in Bild 5.2-1. Mehrjährige Freilandmessungen /6/ haben ergeben, daß anderenfalls die Außenbeplankung extrem feuchtegefährdet ist, auch bei Anordnung einer Papplage.

Auf eine Hinterlüftung könnte nur verzichtet werden, wenn gewährleistet ist, daß die Wände nicht beregnet werden und die Außenbeplankung durch eine Papplage abgedeckt ist.

- Nr. 5: Als Wetterschutz haben sich langjährig nur weitgehend dampfdichte Anstrich- oder Beschichtungssysteme bewährt. Die Bedingungen der Klasse 20 können von diesem Wandtyp leicht eingehalten werden, da die bei Freilandversuchen über einen Zeitraum von 8 Jahren gemessene Holzfeuchte weit unterhalb  $u = 15\%$  bleibt. Voraussetzung ist der Einbau trockenen Holzes ( $u_m < 20\%$ ) sowie eine fehlerlose Verarbeitung der dampfdichten Außenbeschichtung.

Trotzdem sollte hier 100G weiterhin gefordert werden, um Sicherheitsreserven gegenüber außerplanmäßigen Feuchtebeanspruchungen infolge (auch später entstehender) Undichtigkeiten zu haben. Dabei darf jedoch nicht verkannt werden, daß diese Konstruktion mit der Güte des Wetterschutzes steht und fällt und daß bei größerer Befeuchtung der Außenbeplankung auch mit der Klasse 100G Bau-schäden infolge unzulässig großer Formänderungen der Beplankung nicht zu vermeiden sind.

### 5.3 Flachdächer und Dachschalungen

#### 5.3.1 Konstruktions-Typen für beheizte Räume

In den Abschnitten 5.3.1 bis 5.3.4 werden nur Flachdächer über beheizten Aufenthaltsräumen oder in vergleichbaren Gebäuden behandelt. Deckenschalungen über nicht beheizten Räumen siehe Abschnitt 5.3.5.

Die oberseitige Abdeckung der Balken hat in jedem Fall die Funktion einer Dachschalung als Träger der Dachhaut. Bei Flachdächern in Tafelbauart kann sie zugleich als Beplankung einer Verbundkonstruktion dienen.

Die in der Praxis überwiegend zur Anwendung kommenden und hier behandelten Querschnittstypen sind in Bild 5.3-1 dargestellt. Auf der Grundlage von DIN 4108 Teil 3 ist nachzuweisen, daß der erforderliche Tauwasserschutz für den Bauteilquerschnitt gewährleistet ist (vgl. auch Hinweise in Teil A, Abschnitt 8.2, sowie Bild 8-3). Beim belüfteten Querschnitt Nr. 3 sind die Bedingungen nach DIN 4108 Teil 3, Abschnitt 3.2.3.3.1, b), bezüglich der Größe der Belüftungsöffnungen einzuhalten.

Es wird vorausgesetzt, daß die Flachdächer nach den handwerklichen Regeln sorgfältig hergestellt werden und die Holzwerkstoffe unmittelbar nach dem Einbau vor Niederschlägen geschützt werden.

Für den Querschnitt Nr. 3, in gewissem Maße auch für Nr. 4, ist von größter Bedeutung, daß eine vollflächig luftdichte Innenschale vorhanden ist, um Wasserdampf-Konvektion in den Dachhohlraum und damit Feuchteschäden an der Dachschalung zu verhindern. Hinweise hierüber sind in Teil A, Abschnitt 6.4.3, sowie Bild 6-6 enthalten. Luftdichtheit ist vor allem auch im Bereich von Durchdringungen, z.B. Rohrdurchführungen, Lichtkuppeln, zu gewährleisten.

Die Einbaufeuchte der Dachbalken sollte bei Querschnitt Nr. 3  $u_m \leq 30\%$  (trocken oder halbtrocken), bei den Querschnitten Nr. 2 und Nr. 4 möglichst  $u_m \leq 20\%$  betragen (trocken).

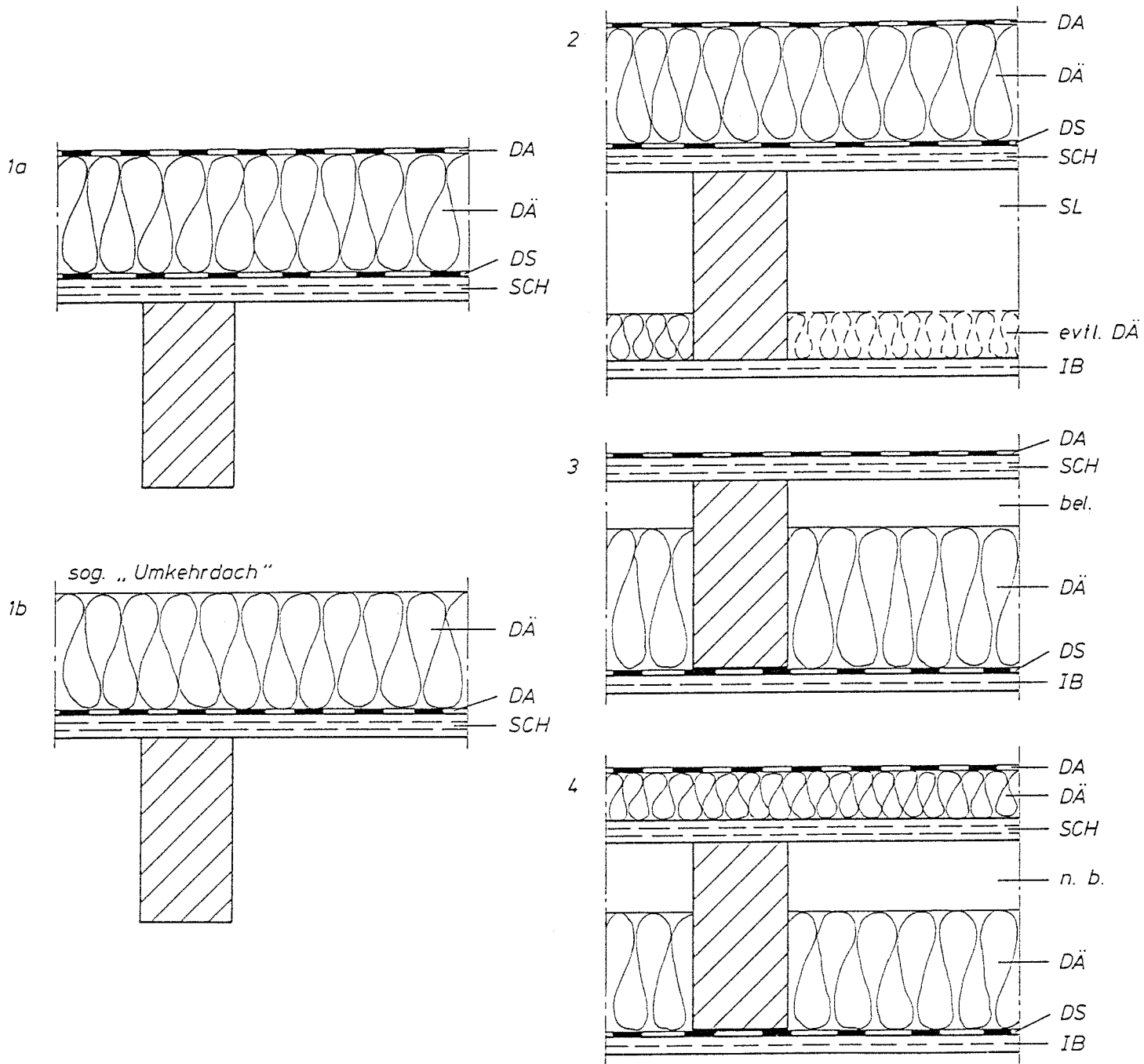


Bild 5.3-1: Häufigste Konstruktionstypen für Flachdächer in Holzbauart über Aufenthaltsräumen

Tabelle 5.3-1: Derzeit erforderliche sowie neu vorgeschlagene HWS-Klassen für die obere Beplankung von Flachdächern nach Bild 5.3-1.

In ( ) theoretische Einstufung auf der Grundlage mehrjähriger Freilandmessungen an Flachdächern im ungestörten Zustand

Nr.	Flachdach-Querschnitt Aufbau	Einstufung nach	
		DIN 68 800 Teil 2	Neu- Vorschlag
		1	2
1 a			20
1 b			20
2		(20)	100G
3			100G
4			100G



### 5.3.2 Erforderliche HWS-Klassen für die Dachschalung

Die HWS-Klassen der Dachschalung sind für die einzelnen Konstruktionen in Tabelle 5.3-1 folgendermaßen zusammengefaßt:

- die nach DIN 68 800 Teil 2 derzeit erforderlichen Klassen gehen aus Spalte 1 hervor
- Neuvorschläge für die erforderlichen Klassen werden in Spalte 2 genannt
- vom Neuvorschlag abweichende Klassen, wie sie sich anhand von langjährigen Messungen im ungestörten Zustand - z.B. ohne Berücksichtigung einer undichten Dachabdichtung ergeben würden - sind in ( ) dargestellt; diese Freiland-Untersuchungen wurden über eine Dauer von nahezu 10 Jahren durch das Zentrallabor der Fa. OKAL, Lauenstein, durchgeführt (Ergebnisse unveröffentlicht).

### 5.3.3 Erläuterungen zur Einstufung in die HWS-Klassen

Flachdach Nr. 1: Dargestellt sind 2 Querschnitte mit konventionellem Dachaufbau (1a) sowie als sog. Umkehrdach (1b). In beiden Fällen ist für den vorgesehenen Anwendungsbereich die Klasse 20 für die Dachschalung ausreichend, da

- a) sie klimatisch wie eine Innenschale beansprucht wird,
- b) Undichtigkeiten in der Dachabdichtung praktisch sofort an der Plattenunterseite sichtbar werden und behoben werden können,
- c) andere, außerplanmäßige Befeuchtungen der Dachschalung wegen direkter Feuchteabgabe an die Raumluft nur kurzfristig auftreten können.

Zu c) gehört z.B. eine vorübergehend höhere Baufeuchte (mit  $\varphi > 75\%$ , vgl. Tabelle 4-3) bis zur Fertigstellung des Gebäudes. Sehr hohe Baufeuchten, z.B.  $\varphi \geq 90\%$ , sind dagegen nicht nur für die Klasse 20, sondern auch für 100 und 100G wegen der sich dann einstellenden unzutraglichen Formänderungen der Platten nachteilig und erfordern besondere Schutzmaßnahmen (vgl. Abschnitt 5.9).

Nr. 2: Bei diesem Aufbau befinden sich die Dampfsperre sowie der größte Anteil des Wärmeschutzes oberhalb der Schalung. Der Nachweis des ausreichenden Tauwasserschutzes für den Bauteilquerschnitt erübrigt sich nach DIN 4108 Teil 3, solange im Gefachbereich der Wärmedurchlaßwiderstand  $1/\Lambda$  unterhalb der Dampfsperre höchstens 20% des Gesamtwertes beträgt. Bei rechnerischem Nachweis darf dieser Verhältniswert durchaus 30% und mehr betragen, d.h. es besteht keine Tauwassergefahr, solange der Wärmedurchlaßwiderstand oberhalb der Dampfsperre ( $1/\Lambda_o$ ) mindestens doppelt so groß ist wie der unterhalb ( $1/\Lambda_u$ ).

Die erwähnten vieljährigen Freilandmessungen an 12 Varianten dieses Querschnittes haben auch für Konstruktionen, bei denen das erforderliche Verhältnis  $1/\Lambda_0 \approx 2 \times 1/\Lambda_u$  weit unterschritten wurde (bis zu  $1/\Lambda_0 = 0,9 \times 1/\Lambda_u$ ), maximale Holzfeuchten in der Dachschalung unterhalb  $u = 15\%$  ergeben. Somit wäre im Prinzip die Klasse 20 ausreichend.

Die Anhebung auf die Klasse 100 erfolgt nur im Hinblick auf die Gefahr der undichten Dachhaut. Dagegen sind Tauwasserschäden durch Wasserdampf-Konvektion bei diesem Querschnitt praktisch nicht möglich. Die Klasse 100G ist wegen der unterseitig fehlenden Dampfsperre nicht erforderlich, da bei undichter Dachhaut

- a) größere Durchfeuchtungen kurzfristig an der raumseitigen Oberfläche sichtbar werden und
- b) geringfügige Befeuchtungen über Dampfdiffusion nach unten abgegeben werden können.

Selbstverständlich kann auch bei diesem Querschnitt das sog. Umkehrdach angewandt werden, wodurch die Bewertung für die Dachschalung nicht verändert wird.

Nr. 3: Die in den Freiland-Untersuchungen berücksichtigten 12 Varianten dieses Querschnitt-Typs (belüftet) schnitten bezüglich Feuchtegehalt  $u$  und Feuchteschwankungen  $\Delta u$  in der oberen Schalung von den untersuchten Querschnittstypen weitaus am schlechtesten ab! Vermutete Ursache: Ständige Tauwasserbildung an der Schalungs-Unterseite infolge Schwankungen des Außenklimas und einer nicht ausreichenden Belüftung.

Die Klasse 100G kann daher nicht reduziert werden.

Nr. 4: Dieser Querschnitts-Typ kann ohne eine zusätzliche Dämmschicht-Auflage (bei WLG 040 mindestens 30 mm dick) auf der Schalung nicht empfohlen werden. Anderenfalls besteht auch bei Einhaltung der rechnerischen Bedingungen nach DIN 4108 Teil 3 die Gefahr einer unzulässig starken Befeuchtung der oberen Schalung infolge Schwankungen des Außenklimas als auch infolge Wasserdampf-Konvektion.

Nur wegen nicht auszuschließender Undichtigkeiten in der Dachhaut ist für die Schalung die Klasse 100G erforderlich, da infolge der unterseitig angeordneten Dampfsperre Befeuchtungen der darüberliegenden Querschnittsteile erst spät sichtbar werden können und ferner eine Rückdiffusion in den Aufenthaltsraum nicht möglich ist.

#### 5.3.4 Rechnerische Feuchtegehalte von Dachschalungen nach DIN 1052

Für die statische Bemessung von Dachschalungen nach DIN 1052 Teil 1 ist die Kenntnis der zu erwartenden Plattenfeuchte von Bedeutung, wobei für Spanplatten die 3 Feuchtebereiche

- u  $\leq$  15%
- u  $\leq$  18%
- u  $>$  18% bis 21%

unterschieden werden, für die sich unterschiedliche zulässige Spannungen und Kriechzahlen ergeben.

In Tabelle 5.3-2 werden für die Flachdach-Querschnitte nach Bild 5.3-1 die zugehörigen Holzfeuchten der Dachschalungen aus Spanplatten vorgeschlagen. Die Auswirkungen von denkbaren Schäden (z.B. Undichtigkeiten in der Dachabdichtung) werden dabei nicht berücksichtigt, da bei einem statischen Nachweis ein ordnungsgemäßer Zustand der Konstruktion vorausgesetzt wird.

#### 5.3.5 Dachschalungen mit Dachabdichtung über nicht beheizten Räumen

Dachschalungen ohne Dämmschicht entsprechend Bild 5.3-2 dürfen nur eingesetzt werden, wenn

- a) nach DIN 4108 Teil 3 nachgewiesen ist, daß der Tauwasserschutz für die unterseitige Oberfläche und für den Schalungsquerschnitt gewährleistet ist (nur über unbeheizten Räumen denkbar) oder
- b) eine Tauwassergefährdung offensichtlich nicht gegeben ist (z.B. Abdeckung von offenen Hallen).

In solchen Fällen ist die

#### **Klasse 100G**

erforderlich, da trotz eines rechnerischen Nachweises zwischenzeitliche Befeuchtungen der Platten, z.B. infolge Schwankungen des Außenklimas oder eines falsch eingeschätzten Raumklimas, nicht ausgeschlossen werden können.

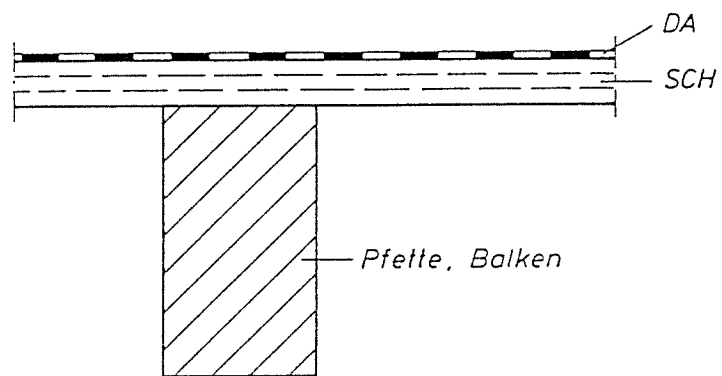


Bild 5.3-2: Dachschalung ohne Dämmschicht über nicht beheizten Räumen

Tabelle 5.3-2: Vorgeschlagene Rechenwerte für Holzfeuchte  $u$  von Dachschalungen aus Spanplatten in den Flachdach-Typen nach Bild 5.3-1 für den statischen Nachweis nach DIN 1052

Flachdach-Querschnitt		$u$ (%)
Nr.	Aufbau	
1 a		$\leq 15$
1 b		$\leq 15$
2		$\leq 15$
3		$> 18 \dots 21$
4		$\leq 18$

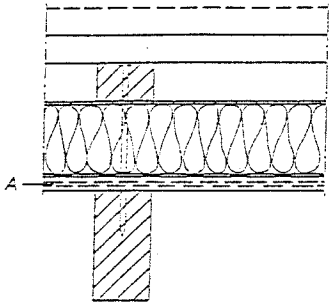
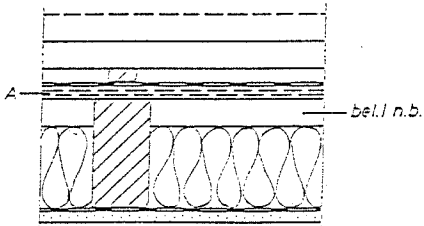
#### 5.4 Geneigte Dächer, obere Abdeckungen

Die hier behandelten beiden Dachquerschnitte sind in Bild 5.4-1 dargestellt. Zwar handelt es sich bei der Abdeckung in beiden Fällen nicht um eine Dachschalung, da die Dachhaut von den Sparren getragen wird, jedoch übernimmt die Abdeckung in beiden Fällen wesentliche Funktionen, bei Querschnitt Nr. 1 mit der seitlichen Abstützung der Sparren auch eine statische. Daher sind die Festlegungen der DIN 68 800 Teil 2 hier auch auf die Abdeckung voll anzuwenden.

Für die belüftete Ausbildung des Querschnitts Nr. 2 sind die zugehörigen Bedingungen nach DIN 4108 Teil 3, Abschnitt 3.2.3.3.1, a), einzuhalten.

Die für die Abdeckung vorgeschlagene Zuordnung in die HWS-Klassen geht aus Tabelle 5.4-1 hervor.

Tabelle 5.4-1: Vorgeschlagene HWS-Klassen für die Abdeckungen A von geneigten Dächern nach Bild 5.4-1

! Nr. !	Dach-Querschnitt Ausbildung	Vorschlag für Einstufung
! 1 !		! 20 !
! 2 !		! 100G !

Die Einstufung der Abdeckung von Nr. 1 in die Klasse 20 bedarf unter Hinweis auf Abschnitt 5.3.3, Flachdach Nr. 1, keines weiteren Kommentars, zumal hier die Möglichkeit einer undichten Dachhaut praktisch nahezu ausgeschlossen ist.

Beim Querschnitt Nr. 2 wird die Abdeckung - unabhängig davon, ob der Dachquerschnitt belüftet ist oder nicht - der Klasse 100G zugeordnet, um Sicherheitsreserven zu besitzen gegenüber Befeuchtungen aus Schwankungen des Außenklimas sowie aus Wasserdampf-Konvektion, ferner beim belüfteten Dach gegenüber Behinderungen der Belüftung, wie sie mannigfaltig möglich sind.

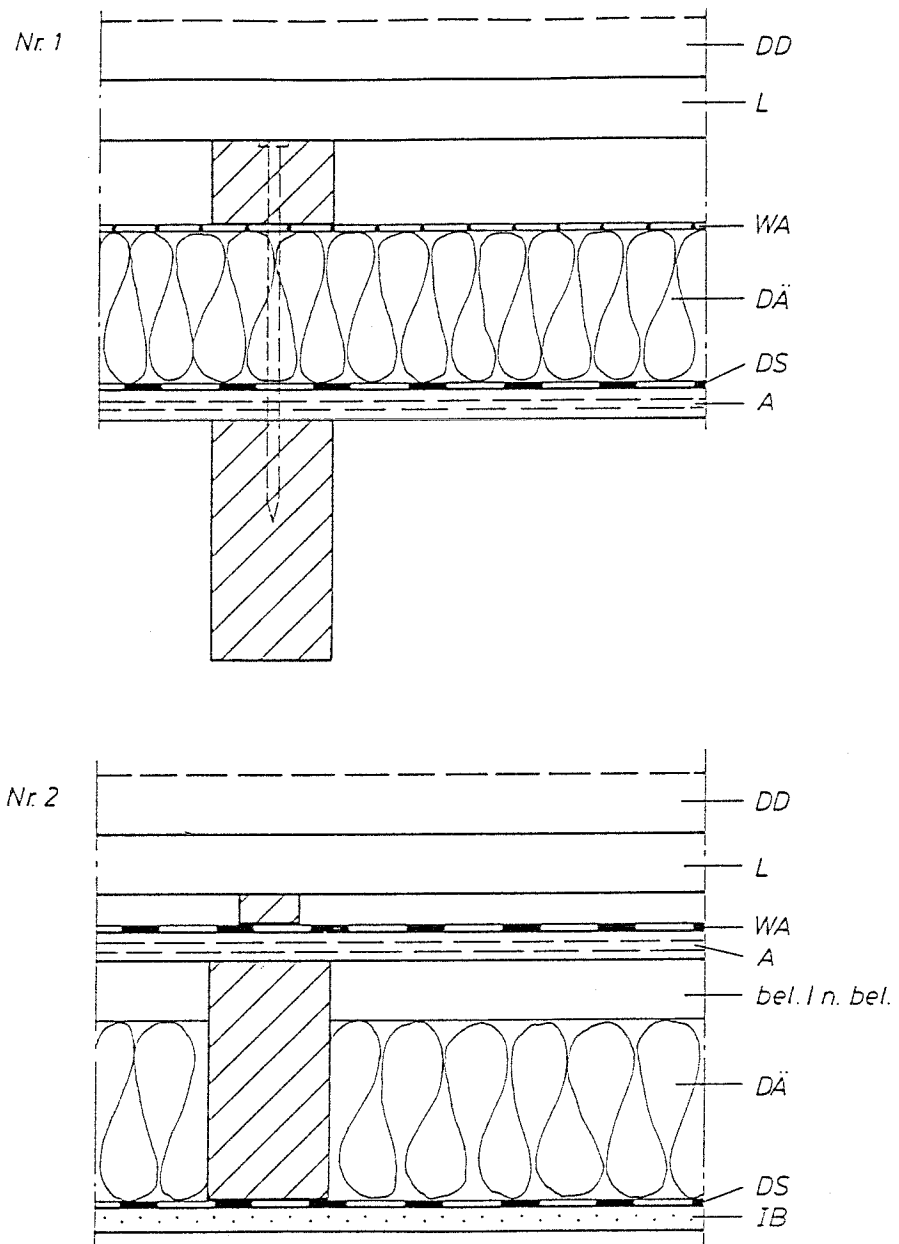


Bild 5.4-1: Behandelte Querschnitte von geneigten Dächern mit oberer Abdeckung A der Sparren  
WA wasserableitende Schicht (z.B. Papplage)

## 5.5 Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen, obere Schalung

### 5.5.1 Konstruktions-Typen

Die am häufigsten vorkommenden und hier behandelten Querschnitte gehen aus Bild 5.5-1 hervor.

Vorausgesetzt wird, daß die Decken ordnungsgemäß nach den handwerklichen Regeln hergestellt werden, die Deckenschalung nach dem Einbau erforderlichenfalls vor Niederschlägen geschützt wird und daß auf der Grundlage von DIN 4108 Teil 3 der Nachweis geführt wird, daß die Querschnitte bezüglich Tauwassergefahr unbedenklich sind. Bei dem belüfteten Querschnitt (Nr. 2) sind die Bedingungen der DIN 4108 Teil 3, Abschnitt 3.2.3.3.1, b), bezüglich der Größe der Belüftungsöffnungen zu erfüllen, wobei der Deckenhohlraum jedoch nur mit dem Dachbodenraum in Verbindung zu stehen braucht.

### 5.5.2 Erforderliche HWS-Klassen für die Deckenschalung

In Tabelle 5.5-1 werden die erforderlichen Klassen auf der Grundlage der derzeitigen DIN 68 800 Teil 2 genannt, die sich mit dem Neu-Vorschlag ausnahmslos decken.

### 5.5.3 Erläuterungen zur Einstufung

Deckenquerschnitt Nr. 1: Bezüglich der Einstufung der Schalung in die Klasse 20 vgl. z.B. die Begründung in Abschnitt 5.3.3, Flachdach Nr. 1, wobei hier Undichtigkeiten der Dachhaut praktisch ausgeschlossen sind.

Nr. 2: Langjährige, positive Erfahrungen an vielen tausend Häusern haben bestätigt, daß die vorgegebene Klasse 20 ausreichend ist.

Nr. 3: Hierbei besteht infolge Schwankungen des Außenklimas und bei Annahme von Wasserdampf-Konvektion (bei nicht ausreichender Luftdichtheit der unterseitigen Bekleidung) die Gefahr größerer Tauwassermassen an der Unterseite der Schalung. Somit wird grundsätzlich die Klasse 100G erforderlich.

Aber auch bei Verwendung von 100G können im Fall der Befeuchtung größere Formänderungen der Schalung und ihrer Anschlußmittel nicht verhindert werden, wodurch ihre Funktion (z.B. Scheibenwirkung) stark beeinträchtigt werden kann. Daher sollte auf diese Ausbildung nur in Sonderfällen zurückgegriffen werden.



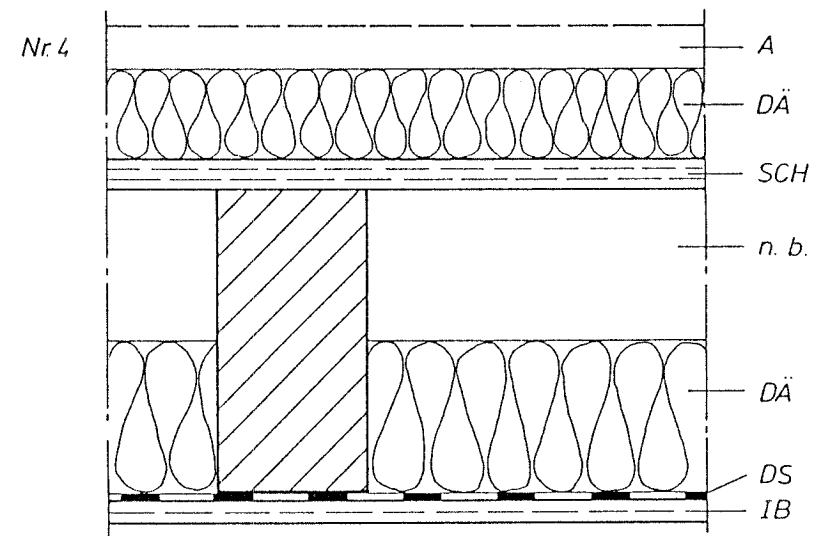
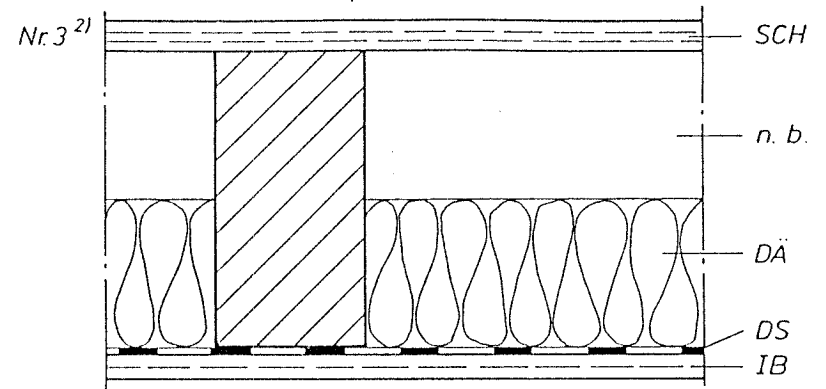
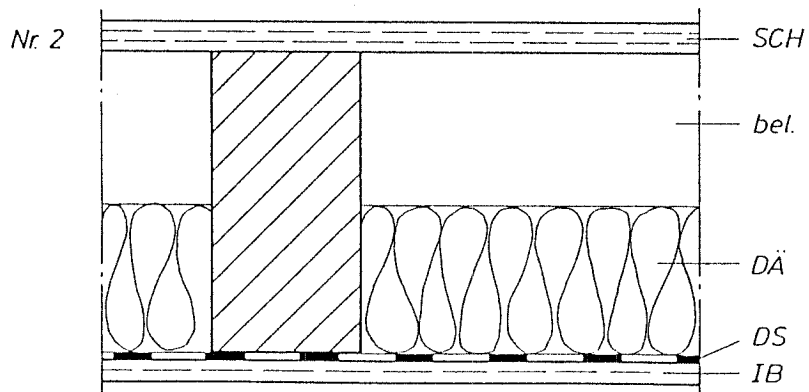
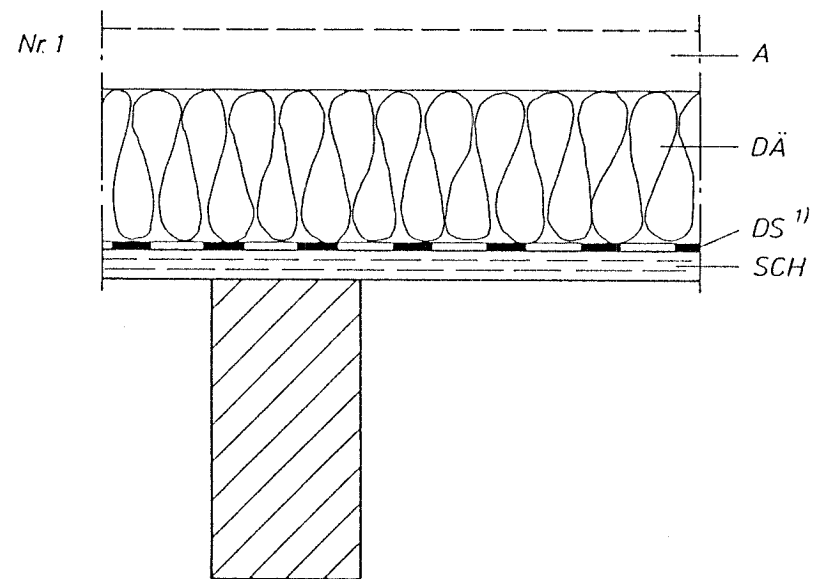


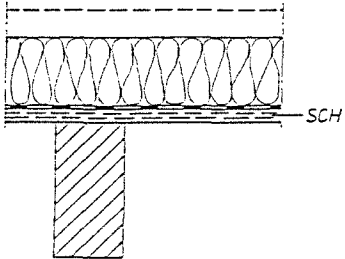
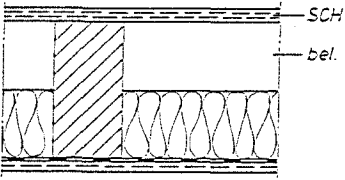
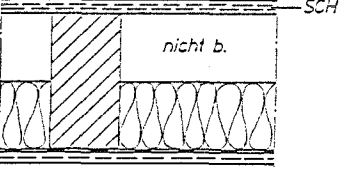
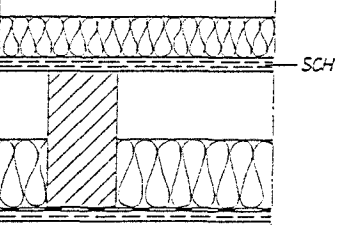
Bild 5.5-1: Häufigste Konstruktionstypen für Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen

1) DS, sofern erforderlich

2) der Querschnitt Nr. 3 kann nicht allgemein empfohlen werden

A Abdeckung (ggfs.)

Tabelle 5.5-1: Erforderliche HWS-Klassen nach DIN 68 800 Teil 2 für die Schalung von Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen nach Bild 5.5-1

! Nr. !	! Decken-Querschnitt ! Aufbau !	! Erforderliche ! Holzwerkstoffklasse !
1		20
2		
31)		100G
4		20

1) Diese Ausbildung kann allgemein nicht empfohlen werden.

Nr. 4: Diese Ausbildung besitzt gegenüber dem Querschnitt Nr. 3 den entscheidenden Vorteil, daß sie bezüglich der oben geschilderten Tauwassergefahr für die Schalung wesentlich unempfindlicher ist. Die Klasse 20 hat sich in der Praxis ebenfalls langjährig und vielfach bewährt.

## 5.6 Geschoßdecken, obere Schalung

### 5.6.1 Anwendungsbereiche und Konstruktions-Typen

Als Geschoßdecken werden hier Decken sowohl zwischen Aufenthaltsräumen als auch unter Aufenthaltsräumen (Decken über Kellergeschoß) angesehen. Erfasst werden alle Aufenthaltsräume in Wohngebäuden (einschließlich Küchen und privater Bäder) sowie vergleichbare Räume.

Folgende Querschnittstypen werden zugrunde gelegt (vgl. Bild 5.6-1):

- Decken mit sichtbaren Balken
- Decken mit geschlossener Unterseite.

Für den Unterboden zur Aufnahme des Bodenbelags werden 2 Ausbildungen angenommen:

- schwimmend verlegter Trocken-Unterboden (Spanplatten, Gipsbauplatten)
- schwimmender Estrich.

Ist in Bädern eine Sperrschicht gegen eindringende Nutzungsfeuchte erforderlich, z.B. bei Fliesenbelag, so ist sie oberhalb des Unterbodens anzuordnen (vgl. Abschnitt 5.10).

### 5.6.2 Erforderliche HWS-Klassen für die Deckenschalung

Nach DIN 68 800 Teil 2 ist für solche Decken in den o.g. Anwendungsbereichen generell die Klasse 20 zulässig (vgl. Tabelle 5.6-1, Spalte 1) also auch unter Bädern, wobei eine ordnungsgemäße Herstellung, insbesondere des Fußbodens, vorausgesetzt wird.

In Anbetracht möglicher Ausführungsfehler wird jedoch **verschärfend** gegenüber der Norm empfohlen, **unter Bädern** für die obere Schalung die

#### **Klasse 100G**

zu verwenden. Damit soll eine Sicherheit gegen evtl. häufig von oben eindringendes tropfbares Wasser aus der Nutzung (in geringeren Mengen, also über längere Zeiträume unentdeckt) geschaffen werden.

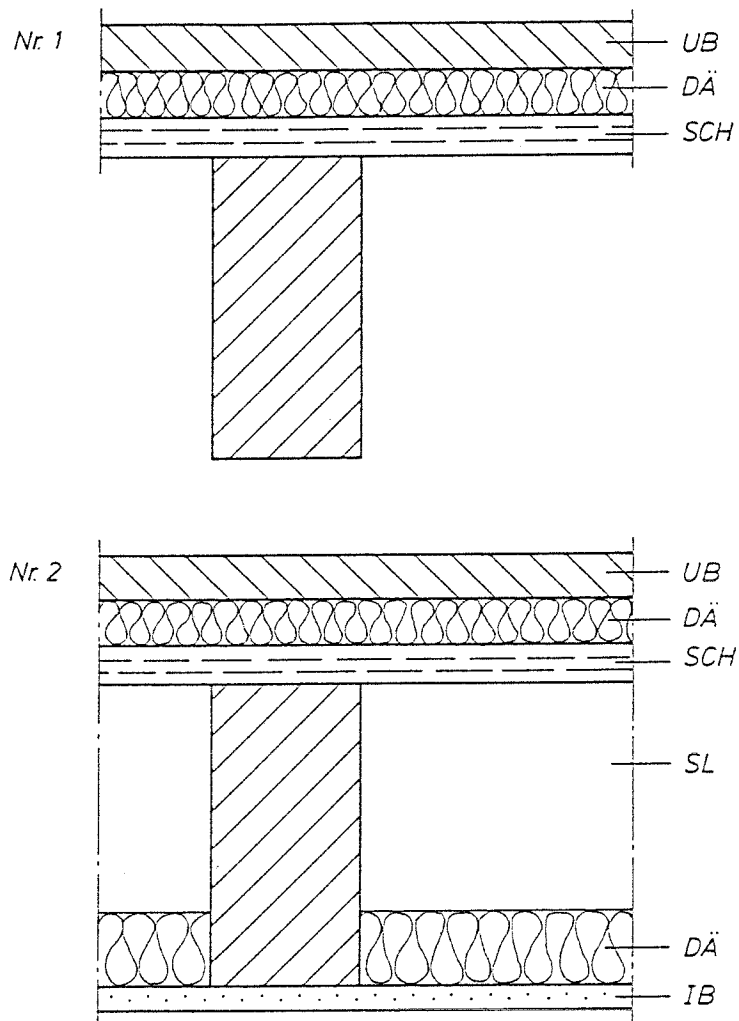
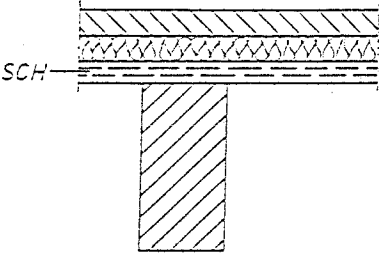
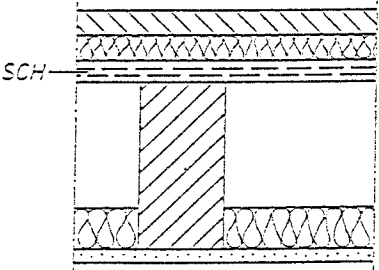


Bild 5.6-1: Berücksichtigte Querschnitts-Typen für Geschoßdecken  
UB Unterboden (Trockenboden oder Estrich)

Tabelle 5.6-1: Erforderliche HWS-Klassen für die obere Schalung von Geschoßdecken nach Bild 5.6-1

! Nr. !	! Aufbau !	! Einstufung nach !	
		! DIN 68 800 !	! Neu- !
		! Teil 2 !	! Vorschlag !
		! 1 !	! 2 !
! 1 !	!  !	! !	! 20 !
! 2 !	!  !	! 20 !	! 20 1) !

1) Unter Bädern verschärfend Klasse 100G.

Katastrophenfälle, z.B. durch die Decke abfließendes Wasser infolge defekter Waschmaschinen in Bädern ohne Abfluß, werden allerdings damit allein nicht abgedeckt. In solchen Fällen ist es oft nicht zu umgehen, die Decke (in den meisten Fällen von unten) zu öffnen, um ein zügiges Austrocknen der befeuchteten Schichten zu ermöglichen. Betroffen sind dann weniger die Deckenbereiche unter dem Bad, da dort innerhalb des Fußbodens in der Regel eine Sperrschicht vorhanden ist, als vielmehr die benachbarten Räume, die wegen der zwischen Bad und Flur zumeist fehlenden Türschwelle beansprucht werden. Gegen die Verwendung der Klasse 20 in den benachbarten Räumen - und zwar sowohl für die obere Schalung als auch für die unterseitige Beplankung oder Bekleidung - bestehen jedoch unter diesen Voraussetzungen auch bei Annahme solcher Ausnahmesituationen keine Bedenken.

## 5.7 Innenwände, Beplankungen

### 5.7.1 Anwendungsbereiche und Konstruktionen

Nachfolgend werden alle Innenwände in Wohngebäuden oder in vergleichbaren Gebäuden behandelt, ausgenommen solche in Naßbereichen, z.B. Duschewände, die in Abschnitt 5.10 erfaßt werden.

Es wird vorausgesetzt, daß die Beplankungen nach dem Einbau eine Holzfeuchte von höchstens  $u = 15\%$  aufweisen, wobei kurzfristige, geringfügige Überschreitungen unbedenklich sind. Das bedeutet, daß

1. Wandhölzer mit einer Feuchte von höchstens  $u_m = 30\%$  zu verwenden sind und daß
2. die relative Raumluftfeuchte bis zur Fertigstellung des Gebäudes im Mittel etwa  $\varphi = 75\%$  nicht überschreitet.

Unzulässige Befeuchtungen der Beplankungen während der Nutzung sind zu vermeiden, z.B. durch

- a) Abdecken von spritzwassergefährdeten Bereichen (ausgenommen Duschen oder dgl., vgl. jedoch Abschnitt 5.10) mit wasserabweisenden Anstrichen oder Belägen;
- b) Ummantelung mit Dämmstoffen von kaltwasserführenden Leitungen innerhalb der Wände.

Innenwände mit Beplankungen aus Holzwerkstoffen entsprechen in aller Regel dem Querschnitt nach Bild 5.7-1. Die Beplankungen können Beläge (z.B. Fliesen) oder zusätzliche Bekleidungen (z.B. Bretterschalung, Gipsbauplatten) aufweisen.

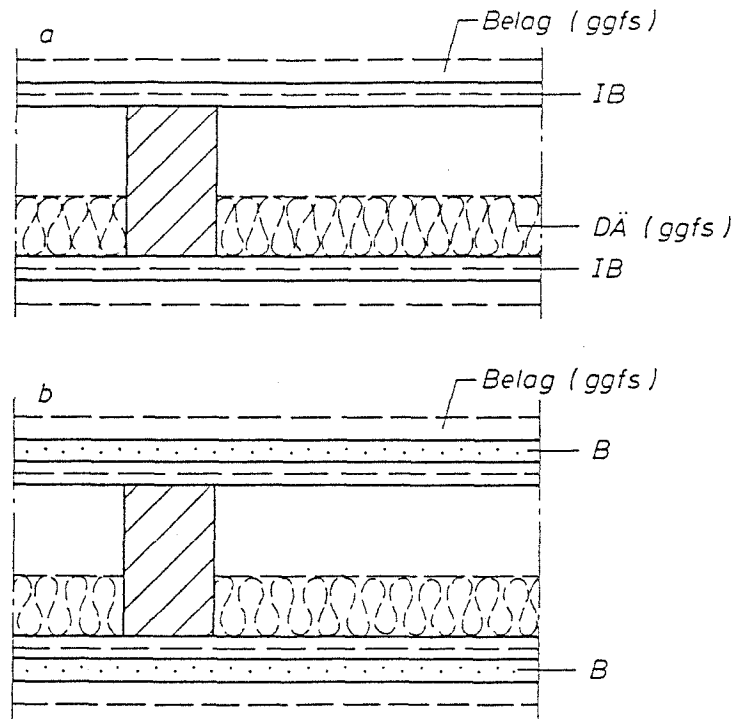


Bild 5.7-1: Konstruktions-Typ für Innenwände unter Verwendung von Holzwerkstoff-Beplankungen (IB)  
a einlagig, b mit zusätzlicher Bekleidung (B), z.B. Bretterschalung, Gipsbauplatten

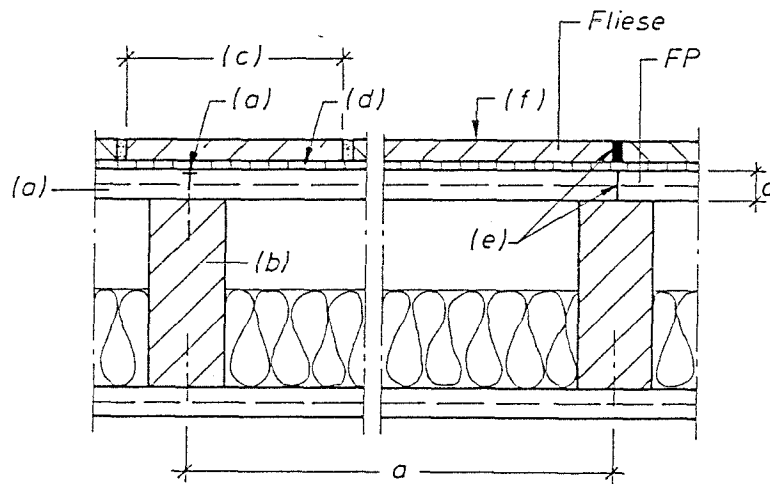


Bild 5.7-2: Bewehrte Wände mit Fliesenbelag auf Spanplatten der Klasse 20 in "trockenen" Bereichen;  
in ( ) siehe entsprechende Anmerkungen im Text

### 5.7.2 Erforderliche HWS-Klassen

Für die in 5.7.1 genannten Anwendungsbereiche unter den Bedingungen 1. und 2. ist nach DIN 68 800 Teil 2 generell die

#### **Klasse 20**

ausreichend.

Innenwände in Neubauten mit sehr hoher Baufeuchte siehe Abschnitt 5.9.

### 5.7.3 Wände mit Fliesenbelag

In Abschnitt 5.10 wird erläutert, welche Probleme bei Verwendung von Spanplatten mit keramischem Fliesenbelag in Naßbereichen zu erwarten sind und warum vom Einsatz der Platten in solchen Bereichen im allgemeinen abgeraten wird.

Dagegen haben sich Spanplatten der Klasse 20 mit Fliesenbelag bereits seit vielen Jahren in den übrigen Bereichen (auch in Küchen und Bädern) - vor allem im Holz- und im Fertighausbau - bewährt, wenn folgende Bedingungen eingehalten wurden (vgl. Bild 5.7-2):

- a) die Plattendicke  $d$  ist auf den Unterstützungsabstand  $a$  abgestimmt und beträgt mindestens  $d \approx a/35$ ; die Befestigung mit der Holz-Unterkonstruktion erfolgt in ausreichend engen Abständen (z.B. Nagelabstand  $e \leq 150$  mm);
- b) die Plattenfeuchte bleibt nach dem Einbau nahezu unverändert; dazu gehört auch die Verwendung trockener Wandhölzer mit einem Feuchtegehalt von möglichst  $u \leq 15\%$ ;
- c) die Fliesenmaße sind nicht größer als etwa  $150 \times 150$  mm<sup>2</sup>;
- d) der Fliesenbelag wird unter Verwendung von geeigneten Kunstharzklebern (ohne Wassergehalt) auf "trockene" Spanplatten aufgebracht (z.B. im Rahmen einer Werksfertigung);
- e) unter dem Fliesenbelag sind keine Plattenstöße vorhanden, anderenfalls ist z.B. direkt über dem Plattenstoß eine elastische Fuge im Fliesenbelag auszubilden, was aber i.a. schwierig sein dürfte;
- f) eine direkte Befeuchtung der Platten während der Nutzung durch flüssiges Wasser findet nicht statt, d.h. keine oder so gut wie keine Spritzwasserbeanspruchung der Wandoberfläche.



## 5.8 Raumseitige Beplankungen von Bauteilen

Die raumseitige Beplankung (Bekleidung) von Außenwänden sowie die unterseitige Beplankung (Bekleidung) von Decken und Dächern sind bezüglich der erforderlichen HWS-Klassen nach DIN 68 800 Teil 2 einzustufen wie die Beplankungen von Innenwänden. Das bedeutet allgemein die

**Klasse 20,**

wenn die in Abschnitt 5.7 genannten Bedingungen eingehalten sind.

Das gilt grundsätzlich auch für Fußboden-Unterböden aus Spanplatten in "trockenen" Bereichen ("Naßbereiche" siehe Abschnitt 5.10), jedoch nur bei Verwendung elastischer Gehbeläge, z.B. Teppiche, PVC-Beläge, sowie für die Ausnahme nach Abschnitt 5.10.4.

## 5.9 Neubauten mit sehr hoher Baufeuchte

### 5.9.1 Allgemeines

Alle Angaben in den vorangegangenen Abschnitten zu den erforderlichen HWS-Klassen der Beplankungen oder Bekleidungen gelten unter der Voraussetzung, daß vom Einbau der Platten bis zur Fertigstellung des Gebäudes eine Raumluftheuchte von im Mittel etwa

$$\varphi \leq 75\%$$

eingehalten wird und zusätzliche, direkte Befeuchtungen der Platten (z.B. durch Berührung mit feuchten Materialien) nicht auftreten. Niederschläge müssen ohnehin stets ferngehalten werden.

Bei sehr hoher Baufeuchte mit einer mittleren Raumluftheuchte von etwa

$$\varphi \geq 85\%$$

stellen sich höhere Plattenfeuchten mit  $u \gtrsim 20\%$  ein, die für die Klasse 20 bereits kritisch sind, wenn die Wiederaustrocknung nicht kurzfristig erfolgt, was z.B. dann nicht mehr möglich ist, wenn die Platten im feuchten Zustand mit dampfdichteren Schichten abgedeckt werden.

Für die raumseitige Beplankung von Außenbauteilen besteht neben der sich einstellenden hohen Gleichgewichtsfeuchte die Gefahr zusätzlicher Befeuchtung durch Tauwasserausfall an der raumseitigen Oberfläche infolge Unterschreitung der Taupunkttemperatur.

Aber auch bei Verwendung der HWS-Klasse 100G ergeben sich, wie häufige Schadensfälle gezeigt haben, Probleme für die Gesamt-Konstruktion aufgrund extremer Formänderungen der Platten infolge einer starken Feuchtezunahme vom Einbauzustand (im allgemeinen  $u_0 < 10\%$ ) bis zum Endzustand  $u_E > 20\%$ ).

#### 5.9.2 Erforderliche HWS-Klassen

DIN 68 800 Teil 2 fordert in Neubauten mit sehr hoher Baufeuchte für Spanplatten grundsätzlich die

**Klasse 100G,**

für Bau-Furniersperrholz die Klasse 100.

Dem kann aufgrund der zwischenzeitlichen Erfahrungen in der Praxis nur dann zugestimmt werden, wenn folgende Voraussetzung erfüllt ist:

die Holzwerkstoffe werden umgehend nach Anlieferung an die Baustelle sowie umgehend nach Einbau mit einer dampfsperrenden Abdeckung versehen (z.B. 0,2 mm PE-Folie), um eine starke Feuchteaufnahme infolge Wasserdampfabsorption zu verhindern (vgl. Bild 5.9-1 a). Die Abdeckung kann provisorisch sein, aber auch ggf. durch den endgültigen, dampfsperrenden Belag erfolgen (Fliesen, PVC-Bodenbelag), der unverzüglich nach Einbau der Platten oder nach Entfernen der provisorischen Abdeckung aufzubringen ist.

Können oder sollen die Beplankungen dagegen nicht dampfsperrend abgedeckt werden (vgl. Bild 5.9-1 b), dann ist - **verschärfend** gegenüber den Festlegungen in DIN 68 800 Teil 2 - grundsätzlich

**von der Verwendung von Holzwerkstoffen abzuraten,**

da die Gefahr von Bauschäden durch unzuträgliche Formänderungen der Platten zu groß ist.

Bei gegenüber Plattenverformungen empfindlichen Konstruktionen, z.B. beiderseits beplankte Wandrippen mit kleinem Querschnitt, kann diese Situation schon in Gebäuden mit "höherer" Baufeuchte (im Mittel etwa  $\varphi > 75\%$ ) gegeben sein.

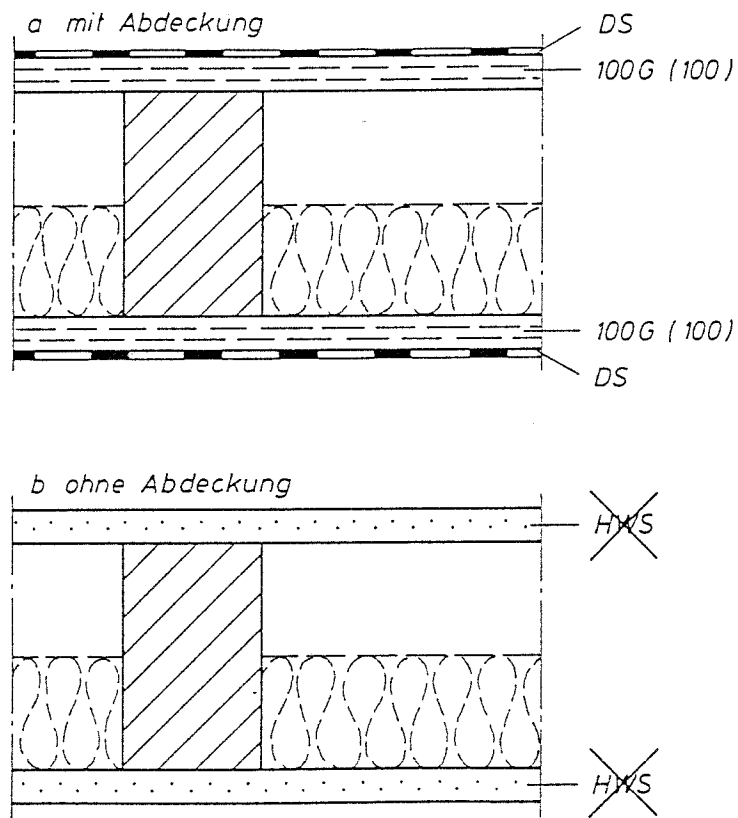


Bild 5.9-1: Bauteil-Situation (am Beispiel Innenwand) in Neubauten mit sehr hoher Baufeuchte und erforderliche HWS-Klassen (Neuvorschlag)  
a mit dampfsperrender Abdeckung DS; HWS-Klasse 100G (FP) bzw. 100 (BFU)  
b ohne dampfsperrende Abdeckung; Holzwerkstoffe sollten nicht verwendet werden

## 5.10 Holzwerkstoffe in Naßbereichen

### 5.10.1 Allgemeines

Als "Naßbereiche" werden hier Bereiche definiert, in denen die Bauteiloberflächen oftmals einer größeren, direkten Feuchtebeanspruchung ausgesetzt sind bzw. ausgesetzt sein können. In Wohngebäuden sind das folgende Bauteile:

- Wände als Begrenzungen von Duschen
- Fußböden in Bädern.

Dagegen ist das Bad kein "Feuchtraum", geschweige denn ein "Naßraum", da das Raumklima bei üblicher Beheizung und Belüftung des Bades keine besonderen bauphysikalischen Probleme aufwirft.

### 5.10.2 Feuchtebedingte Schäden

Die beiden o.g. Bauteile sind so auszubilden, daß Schäden als Folge der Nutzung dauerhaft vermieden werden. Was die Beplankung oder Bekleidung bzw. den Unterboden aus Holzwerkstoffen (in der Regel Spanplatten) anbetrifft, so sind prinzipiell Bauschäden möglich infolge

- a) Beeinträchtigung oder Zerstörung des Plattengefüges (Primärschäden)
- b) unzulässig starker Verformungen aus Schwankungen der Plattenfeuchte mit Versagen des Feuchteschutzes der Oberflächenausbildung (Sekundärschäden); bezüglich der feuchtebedingten Formänderungen von Holzwerkstoffen vgl. Abschnitt 4.3 und Bild 4-3).

Primärschäden nach a) können weitgehend vermieden werden, wenn zum einen entsprechend der Forderung nach DIN 68 800 Teil 2 die Klasse 100G für die der Feuchtegefahr ausgesetzten Spanplatten verwendet wird. Sekundärschäden werden vermieden, wenn die Oberflächenausbildung

1. die Platten vor direkter Feuchtebeanspruchung schützt und
2. ausreichend dauerelastisch ist, um Formänderungen der Spanplatten, insbesondere auch im Bereich von Plattenstößen und Eckanschlüssen, ohne Beeinträchtigung ihrer Schutzwirkung aufzunehmen.

Somit bestehen dann keine Bedenken gegen die Verwendung der HWS-Klasse 100G. Das trifft z.B. für schwimmend verlegte Spanplatten-Unterböden in Bädern mit PVC-Gehbelag zu (vgl. Bild 5.10-1).

Formänderungen der Spanplatten, vor allem Aufwölbungen infolge ungleichmäßiger Verteilung der Holzfeuchte über die Plattendicke, sei es infolge

- a) feuchtedurchlässiger Oberfläche (z.B. Fugen im Fliesenbelag),
- b) sorptionsbedingter Änderungen der Plattenfeuchte,

können praktisch nie ausgeschlossen werden.

Unter solchen Bedingungen werden spröde Beläge (z.B. keramische Fliesen) - sofern nicht besondere Bedingungen vorliegen (vgl. z.B. Abschnitt 5.10.4) früher oder später versagen, da sie die von der Spanplatte aufgezwungenen Formänderungen weder wesentlich behindern noch zerstörungsfrei überstehen können (Bild 5.10-2). Dadurch wird der Oberflächenschutz für die Spanplatte beeinträchtigt, wodurch wiederum ihre Formänderungen zunehmen und die Zerstörung des Belags fortgesetzt wird. Die Anzahl der in der Praxis an solchen Konstruktionen aufgetretenen Schäden ist entsprechend groß.

### 5.10.3 Erforderliche HWS-Klassen

DIN 68 800 Teil 2 läßt generell für "Bereiche mit starker direkter Feuchtebeanspruchung der Oberfläche (z.B. in Duschen)" Holzwerkstoffe der Klasse 100G zu.

Dabei wird selbstverständlich vorausgesetzt, daß die Platten durch geeignete Oberflächenbehandlung gegen das Eindringen von Feuchte geschützt sind, so daß die Klasse 100G lediglich eine Sicherheit gegen trotz aller Vorsichtsmaßnahmen evtl. eindringende Feuchte darstellt.

Die langjährige, vieltausendfache Erfahrung in der Praxis zeigt, daß unter diesen Voraussetzungen Schäden an den Holzwerkstoffen bzw. an den entsprechenden Bauteilen nicht auftreten, solange für den Oberflächenschutz Materialien verwendet werden, die die nicht zu vermeidenden, feuchtebedingten Formänderungen der Spanplatten (insbesondere Aufwölbungen) ohne Beeinträchtigungen mitmachen (z.B. zusätzliche Bekleidung von Duschenwänden mit Profilbrettschalung, Fußbodenbeläge aus PVC oder dgl.)

Dagegen ist von der Verwendung von Holzwerkstoffen - auch der Klasse 100G - in Naßbereichen dann abzuraten, wenn keramische Fliesenbeläge aufgebracht werden sollen. Viele Bauschäden in der Praxis wie aber auch eine spezielle Forschungsarbeit /7/ haben gezeigt, daß solche Konstruktionen sowohl für Duschenwände als auch für Fußböden im Bad in der Regel überfordert sind. Vorschläge für solche Holzbauteile unter Verwendung anderer Plattenwerkstoffe sind in /8/ enthalten.

Die obigen Aussagen zur Einstufung sind zur besseren Übersicht noch einmal in Tabelle 5.10-1 zusammengefaßt.

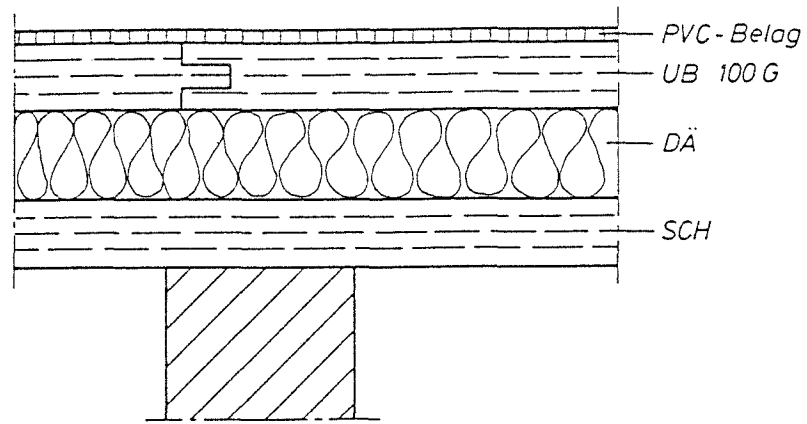


Bild 5.10-1: Beispiel für geeigneten Spanplatten-Unterboden UB der Klasse 100G in Bädern mit elastischem Feuchteschutz (PVC-Gehbelag)

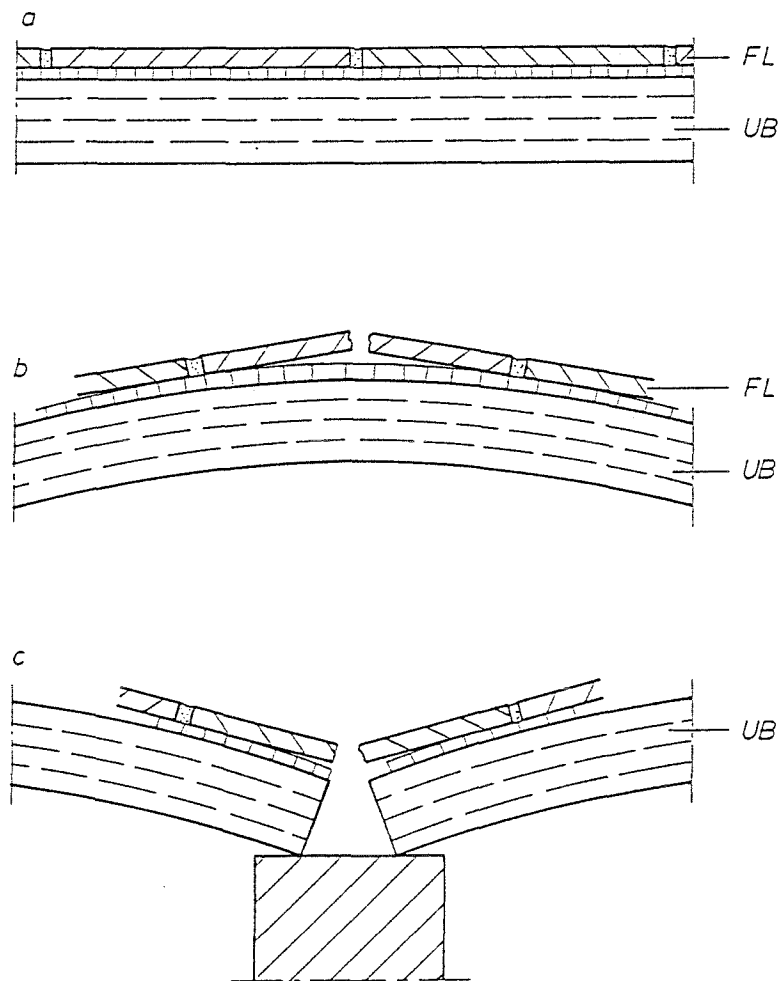


Bild 5.10-2: Keramischer Fliesenbelag FL auf Spanplatten-Unterboden UB  
a Ausgangszustand, b Schäden infolge Aufwölbung der Spanplatte, c Schäden infolge Verformung der Spanplatten im Bereich des Plattenstoßes auf Lagerhölzern  
(Verformungen nicht maßstabsgerecht)

Tabelle 5.10-1: Erforderliche HWS-Klasse und Neuvorschlag für Naßbereiche (z.B. Duschwände, Fußböden in Bädern) mit zusätzlichem Oberflächenschutz der Platten

! Naßbereich	! Einstufung nach DIN 68 800 Teil 2	! Neu-Vorschlag ! elastischer <sup>1)</sup> ! spröder <sup>2)</sup> ! Oberflächenschutz
! Duschenwände	! 100G	! 100G ! - 3) !
! Fußboden in Bädern	!	!

1) Z.B. Bretterschalung, PVC-Bodenbelag.

2) In der Regel keramischer Fliesenbelag.

3) Von der Verwendung von Holzwerkstoffen ist abzuraten. Einzige Ausnahme siehe Abschnitt 5.10.4

#### 5.10.4 Ausnahmen

Spanplatten mit keramischem Fliesenbelag sollten für Wände in Duschen nicht verwendet werden.

Für Fußböden in Bädern können Spanplatten der Klasse 100G mit Fliesenbelag nur dann problemlos verwendet werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind (vgl. Bild 5.10-3):

- schwimmend verlegter Unterboden aus mindestens 22 mm dicken Spanplatten auf Mineralfaserdämmplatten mit einer Rohdichte von  $\rho \geq 90 \text{ kg/m}^3$  oder auf Hartschaumplatten mit  $\rho \geq 20 \text{ kg/m}^3$
- vollflächige Absperrung der Spanplattenoberfläche mit einem 2Komponenten-Material auf Polyurethan-Basis
- Fliesenabmessungen  $\leq 50 \text{ mm}$  ("Klein-Mosaik").

Weitere Einzelheiten zu dieser Konstruktion siehe /8/.

Für Wände mit Fliesenbelag in "trockenen" Bereichen ist Abschnitt 5.7.3 zu beachten.

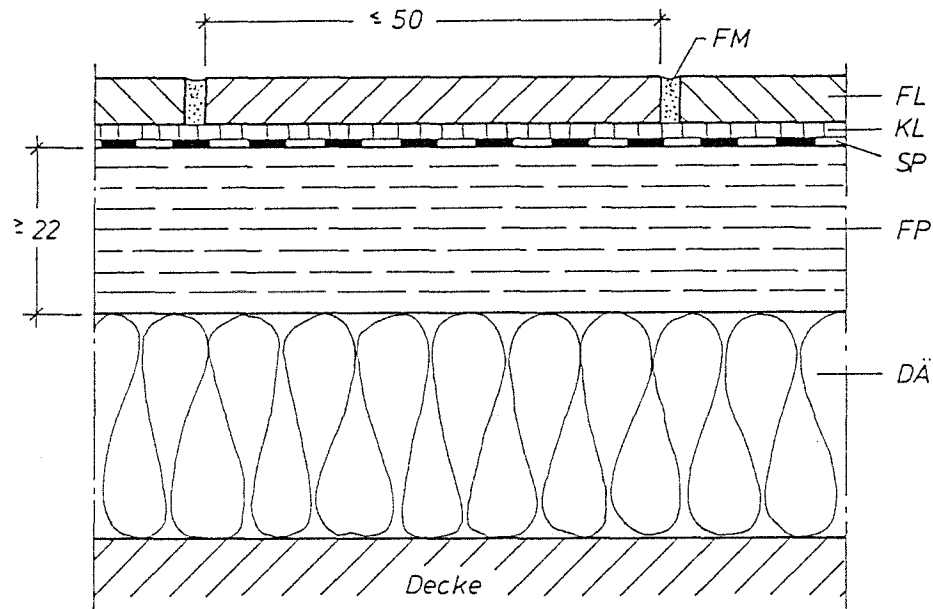


Bild 5.10-3: Bedingungen für die Verwendung von Spanplatten der Klasse 100G als Fußboden-Unterboden mit Fliesenbelag in Bädern  
Erklärung:

DÄ Dämmschicht, z.B. Hartschaumplatten mit  $\rho \geq 20 \text{ kg/m}^3$ ,  
Mineralfaserplatten mit  $\rho \geq 90 \text{ kg/m}^3$ , FL Fliesenbelag,  
FM Fugenmörtel, handelsüblich, zementhaltig, mit elastifizierendem Zusatz (Dispersion), KL Kleber auf Kunstharzbasis, z.B. 2K-PU, SP Sperrschicht, vollflächig durchgehende 2K-PU-Schicht

2K-PU: 2Komponenten-Polyurethan-Basis



## 6 Zusammenfassung Teil B

=====

In diesem Teil werden die Grundlagen für einen späteren Kommentar zu DIN 68 800 Teil 2 dargelegt.

Wesentliche Festlegungen der Norm sind bereits im vom Bearbeiter dieser Forschungsaufgabe früher verfaßten Informationsdienst "Baulicher Holzschutz" der EGH erläutert worden. Daher befaßt sich dieser Teil ausschließlich mit den in der Norm festgelegten erforderlichen Holzwerkstoffklassen. Im Teil A dieser Arbeit werden überdies Aussagen zu den Fragen "Einbaufeuchte der Hölzer" und "Austrocknung von naß eingebauten Hölzern" gemacht.


Zum besseren Verständnis wird zunächst ein Überblick über die wesentlichen feuchtetechnischen Eigenschaften der Holzwerkstoffe vermittelt (Feuchtebeständigkeit, Gleichgewichtsfeuchte, feuchtebedingte Formänderungen).

Den weitaus größten Umfang nehmen jedoch die Angaben und Begründungen zu den erforderlichen Holzwerkstoffklassen für die häufigsten Anwendungsbereiche der Platten in Abhängigkeit von der jeweiligen konstruktiven Ausbildung der Bauteile ein.

Dabei bleibt es nicht aus, daß teilweise - unter Beachtung neuerer Erkenntnisse und praktischer Erfahrungen - von den derzeitigen Anforderungen der Norm abweichende Einstufungen der Klassen entwickelt werden.

Es ist jetzt Angelegenheit des zuständigen Arbeitsausschusses im DIN, über diese Vorschläge zu diskutieren.

Braunschweig, den 9. Januar 1989  
Schz-Pz

  
.....  
(Schulze)

Literatur zu Teil B

- /1/ Drewes, H. Ausgleichsfeuchten von Holzwerkstoffen für das Bauwesen. Holz als Roh- und Werkstoff 43, Seite 97 bis 103. 1985.
- /2/ Kratz, W. Eigenschaften hölzerner Außenwandelemente. Fraunhofer-Gesellschaft. WKI-Bericht Nr. 9. 1979.
- /3/ Kratz, W. und Mehlhorn, L. Feuchtigkeits- und wärmetechnische Untersuchungen an hölzernen Außenwandelementen. Fraunhofer-Gesellschaft. WKI-Bericht Nr. 4 b. 1975.
- /4/ Kratz, W. Einfluß zweier Klimate auf Temperatur- und Feuchtigkeitsverhalten von Außenwandelementen im Fertigbau. WKI-Mitteilung 371/1984.
- /5/ Schulze, H. Baulicher Holzschutz. Informationsdienst Holz der Entwicklungsgemeinschaft Holzbau. 1981.
- /6/ Untersuchung der Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse bei Leichtbauwänden mit Klinker-Vorsatzschale und unterschiedlicher Belüftung bzw. Abdichtung. Durchgeführt in der Außenstelle Holzkirchen des Instituts für Bauphysik der Fraunhofer-Gesellschaft im Auftrag der Fa. OKAL, Lauenstein. 1976. (Nicht veröffentlicht).
- /7/ Schulze, H. Forschungsbericht "Holzbauteile in Naßbereichen"; durchgeführt im Auftrag der EGH, München, mit Förderung durch die Stiftung für Forschungen im Wohnungs- und Siedlungswesen, Berlin. 1986.
- /8/ Schulze, H. Holzbauteile in Naßbereichen. Informationsdienst Holz der EGH, München. 1987.
- /9/ Maisons à ossature bois ou à colombage. Cahier du Centre Technique du Bois et de l'Ameublement. Paris. 1983
- /10/ Canadian Wood-Frame House Construction. Canada Mortgage and Housing Corporation. 1979.

## 6 Summary Part B

This part contains basic explanations for a further comment on German Standard DIN 68 800, part 2. A large part of essential regulations of this standard have already been explained and published by the information service of EGH "Wood Preservation". That is why this part only deals with the necessary classification of derived timber products stipulated in these standards. Part A of this manifestation contains explanations concerning questions in view of "moisture content of timber" and "seasoning of moist timber in construction."

In order to facilitate comprehension, there is a general view of the most important characteristics of moisture in derived timber products. (Moisture resistance, equilibrium moisture content, change in shape or dimensions).

The largest part, however, is devoted to particulars and reasons for classification of derived timber products for the most frequent fields of use of such board, depending on the construction of structural members.

As a result, knowledge and experience in practice, achieved in these last years, were also taken into consideration and lead to classifications that may differ from German standards in many respects. It is now, however, turn of the committee of German Standards DIN to discuss these suggestions.

## Sommaire Part B

Ce part contient les explications élémentaires pour un commentaire ultérieur concernant la norme allemande DIN 68 800, part 2. Une grande partie des règlements essentiels de cette norme avaient déjà été expliqués et publiés au service d'information de l'EGH "Imprégnation der bois". C'est pourquoi le part présent ne s'occupe que de la classification de matériaux dérivés du bois, stipulée dans cette norme. Part A de cette manifestation contient les explications concernant des questions regardant "le degré d'humidité" et "le désèchage du bois en construction".

Pour faciliter la compréhension du texte, il y a une vue d'ensemble des caractéristiques les plus importantes de l'humidité en matériaux dérivés du bois. (Résistance à l'humidité et l'expansion due à l'humidité).

Le plus grand part, cependant, s'occupe des détails et des raisons qui ont mené à la classification des matériaux dérivés du bois pour les domaines d'application les plus fréquents. La classification dépend aussi de la construction des éléments préfabriqués en bois.

Pour des raisons manifestes, les connaissances et l'expérience en pratique obtenus au cours des années dernières avaient aussi été considérés et ont menés à une classification qui peut bien sûr différer des normes allemandes en beaucoup de cas. Maintenant, c'est au Comité des Normes Allemandes DIN de discuter ces propositions.