

# **Lehrgangsskript**

## **Kapitel 7.4**

### **Deckenkonstruktionen**

#### **Wärme und Nässeschutz**

**zum**

**Bauen mit**

**nachwachsenden Rohstoffen**

#### **Autoren**

Kay Uwe Lachmann

Angela Trinkert

KATALYSE-Institut für angewandte Umweltforschung

ARGE kdR

### Inhaltsverzeichnis

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 7.4     | Deckenkonstruktionen Wärme- und Nässeschutz | 1  |
| 7.4.1   | Wärmeschutz                                 | 1  |
| 7.4.1.1 | Bodenplatten/Decke zum Keller               | 4  |
| 7.4.1.2 | Decke zum nicht ausgebauten Dach            | 7  |
| 7.4.1.3 | Altbausanierung                             | 10 |
| 7.4.2   | Nässeschutz                                 | 12 |
|         | Quellen- und Autorenangaben zu Kapitel 7.4  | 1  |
|         | Abbildungsverzeichnis zu Kapitel 7.4        | 1  |

## 7.4 Deckenkonstruktionen Wärme- und Nässeschutz

### 7.4.1 Wärmeschutz

Wie die vorangegangenen Kapitel gezeigt haben, sind Deckenkonstruktionen aus nachwachsenden Rohstoffen nahezu allen Belangen statischer, schall- und brandschutztechnischer Anforderungen geeignet und stellen eine hervorragende Alternative zu Massivdecken dar. Auch hinsichtlich des Wärmeschutzes bieten, besonders Balkendecken, vielfältige Möglichkeiten den speziellen Ansprüchen gerecht zu werden, ja die Anforderungen bei weitem zu übertreffen.

Die Erfüllung der Anforderungen der seit Februar 2002 gültige Energieeinsparverordnung [EnEV 2002] lässt sich durch die Beschreibung der wärmetechnischen Kennwerte von Einzelbauteilen nicht eindeutig vorher bestimmen. Das Gebäude wird unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Parametern ganzheitlich bewertet (für detaillierte Ausführungen zur Auswirkung der EnEV im Holzbau siehe Kapitel 2.3). Allerdings schreibt die EnEV für Bauteile der thermischen Hülle (hier Bodenplatte, Decke zum Keller, Decke zum Dach) einen maximalen Wärmedurchgangskoeffizient  $U_{max}$  [W/m<sup>2</sup> \*K] vor (Abb. 7.4.1-1).

| Bauteil   | Anwendung   | Gebäude normaler Innentemperatur                           | Gebäude niedriger Innentemperatur |
|---|---|--|-----------------------------------|
|   |   | Wärmedurchgangskoeffizient $U_{max}$ [W/m <sup>2</sup> *K] |                                   |
| Decken  | unter nicht ausgebauten Steildächern oder gegen Außenluft | 0,30   | 0,4                               |
|   | Flachdach   | 0,25   | 0,4                               |
| Decken gegen unbeheizte Räume oder Erdreich (Bodenplatten)  | b) und e)   | 0,4  | keine Anforderung                 |
|   | a), c), d), f)  | 0,5  | keine Anforderung                 |
| Bei: a) erstmaligen Einbau oder Ersatz<br>b) Anbringung oder erneuern außenseitiger Bekleidungen, Verschalungen, Feuchtigkeitssperren oder Drainagen<br>c) Anbringen innenseitiger Bekleidungen oder Verschalungen an Wände<br>d) Aufbringen oder erneuern von Fußbodenaufbauten auf der beheizten Seite<br>e) Anbringung von Deckenbekleidungen auf der Kaltseite<br>f) Einbau von Dämmschichten |   |  |                                   |

Abb. 7.4.1-1 Maximal zulässiger Wärmedurchgangskoeffizient  $U_{max}$  bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Deckenkonstruktionen (ENEV 2002, Anhang 3 Nr. 7.Tab 1, Auszug)

Bei der Planung der Wärmedämmung von Decken können diese Vorgaben an  $U_{max}$  orientierend herangezogen werden, die endgültige Auslegung kann nur im Zusammenhang mit der Berechnung für das gesamte Gebäude erfolgen. Der Wärmedurchgangskoeffizient  $U$  kann

### in Neu- und Altbau

---

unter Berücksichtigung neuer und vorhandener Bauteilschichten nach DIN EN ISO 9646 berechnet werden.

Als Wärmedämmstoffe für die Deckendämmung sind im Prinzip alle Dämmstoffe geeignet, die über eine bauaufsichtliche Zulassung (DIBt) mit Nachweis entsprechender Eignung verfügen. Dazu gehören u.a.:

- Zellulosedämmstoff als Platten oder Schüttdämmung
- Faserdämmstoffe aus Baumwolle, Flachs, Hanf, Kokos
- Holzwolle, Hobelspäne, Holzfaserdämmplatten nach DIN 68750, DIN 68752, DIN 68755
- Korkplatten und Schüttungen
- Getreidepellets
- Stroh
- Mineralische Schüttungen Perlite, Vermikulite
- Mineralische Faserdämmstoffe nach DIN 18165-1
- Schaumglas als Platte oder Granulat

Auf die weiteren speziellen Eigenschaften der Wärmedämmstoffe wird hier nicht im Detail eingegangen, sie wurden in Kapitel 3.6 ausführlich vorgestellt. Eignungs- oder Anwendungsbeschränkungen sowie spezielle „Bestimmungen für die Ausführung“ können den entsprechenden Zulassungen entnommen werden, für alle Platten- und Vliesdämmstoffe gelten die Verarbeitungsregeln des Herstellers.

Die Klassifizierung der Wärmeleitfähigkeit erfolgt nach DIN 18165-1 und -2 in Wärmeleitfähigkeitsgruppen (WLG) oder die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_R$  wird als Rechenwert für Planung und Nachweis durch die Zulassung ausgewiesen. Die meisten der auch für Deckendämmungen geeigneten Wärmedämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen liegen im Bereich einer Wärmeleitfähigkeit zwischen  $\lambda_{R} = 0,04$  und  $\lambda_R = 0,05$  (Nachweis beachten).

Überschlägig ergibt sich für Decken zu ungeheizten Räumen bzw. zum Erdreich, die zum Erreichen der Dämmwerte nach EnEV erforderliche Mindestdämmstoffstärke in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit:

| $\lambda_R$<br>[W/m <sup>2</sup> *K] | $U_{max} = 0,5$<br>[W/m <sup>2</sup> *K]<br>erf. Dicke [cm] | $U_{max} = 0,4$<br>[W/m <sup>2</sup> *K]<br>erf. Dicke [cm] | $U_{max} = 0,3$<br>[W/m <sup>2</sup> *K]<br>erf. Dicke [cm] | $U_{max} = 0,25$<br>[W/m <sup>2</sup> *K]<br>erf. Dicke [cm] |
|--------------------------------------|---|---|---|--|
| 0,040                                | 7,0   | 9,0   | 12,5  | 15,0   |
| 0,045                                | 8,0   | 10,0  | 14,0  | 17,0   |
| 0,050                                | 9,0   | 11,5  | 15,5  | 19,0   |
| 0,055                                | 10,0  | 13,0  | 17,0  | 21,0   |
| 0,060                                | 11,0  | 14,0  | 19,0  | 23,0   |

Abb. 7.4.1-2 Erforderliche Dämmstoffdicke zum Erreichen des nach EnEV maximal zulässigen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten  $U_{max}$  für Decken und Bodenplatten der thermischen Hülle, alle Werte wurden nur für den Dämmstoff ermittelt (inkl. innerer und äußerer Wärmeübergangswiderstand), andere Schichten wurden nicht berücksichtigt (KAT 2002)

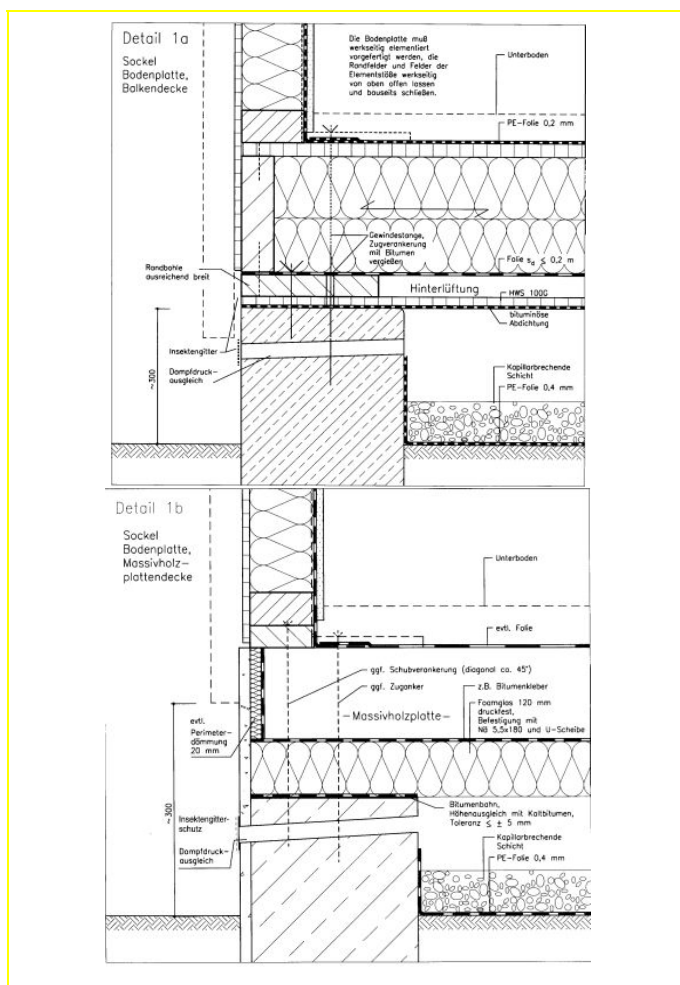
Die Wärmedämmung kann bei Holzdecken je nach Einsatzbereich oberhalb, unterhalb, ggf. im Tragwerk oder in Kombination der verschiedenen Möglichkeiten eingebracht werden. Aus der obigen Tabelle lässt sich ableiten, dass Hohlkörperdecken (Balkendecken, Elementdecken) hier am besten geeignet sind, da der Deckenhohlraum für die Dämmung genutzt werden kann. Querschnittsvergrößernde Dämmschichten können reduziert werden oder sind nicht erforderlich. Elementdecken aus Schalenelementen können bereits werksmäßig mit einer ausreichenden Wärmedämmschicht (meist Holzweichfaser) ausgestattet sein (vergl. Kap. 7.1.4). Am ehesten problematisch erscheint die Wärmedämmung von Massivholztragwerken. Die für die Wärmedämmung zusätzlich erforderlichen Schichtdicken sind bei der Planung unbedingt zu berücksichtigen. Bei Kellerdecken oder begehbaren Decken zum Dach können Trittschalldämmungen, ebenso wie alle anderen Bauteilschichten, gemäß ihrer Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda_R$ , WLG) und gegebener Schichtdicke für die Berechnung von  $U$  einbezogen werden, die Wärmedämmung deutlich verbessern.

Bei der Planung der Wärmedämmung sind Wärmebrückenverluste (nach DIN V 4108-6) für die energetischen Berechnungen nach EnEV einbezogen werden. Für Holztragwerke sind Wärmebrücken auch aus anderer Sicht von Bedeutung, da unter bestimmten konstruktiven Voraussetzungen in Verbindung mit unzureichendem Diffusions- und Wasserdampfverhältnissen Kondenswasserfall im Bauteil für großen Schaden sorgen kann. Daher ist bei der Ausführung von Wand-Deckenanschlüssen besonders auf eine hinreichende Wärmedämmung der Tragwerksstirn und ggf. auch von Balkenflanken zu achten.

### 7.4.1.1 Bodenplatten/Decke zum Keller

#### Bodenplatten

Bodenplatten können als Massivholzplatte oder als Holzbalkendecke über einem Kriechkeller bzw. einer ausreichenden Belüftungsschicht ausgeführt werden. Um die Decke vor Wasserdampfkonvektion zu schützen, muss die Luftschicht mit ausreichend großen Öffnungen zum



Dampfdruckausgleich mit der Außenluft verbunden sein. Das Eindringen von Wasser in den Luftraum ist zuverlässig zu verhindern. Der Boden unter der Platte muss mit einer ausreichend wassersperrenden Schicht, z.B. mit einer PE-Folie o.ä., als Schutz gegen aufsteigendes und drückendes Wasser abgedeckt werden. Darauf wird eine Kiesschicht als kapillarbrechende Schicht eingebracht. Die Holz und die Holzwerkstoffe müssen z.B. durch PE- oder Bitumenbahnen gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Die Auflagerungspunkte werden, wie bei Anschlüssen an Mauerwerk üblich, ausgeführt und mit ausreichendem Feuchteschutz versehen. Abb. 7.4.1.1-1 zeigt Beispiele für die korrekte Ausführung des Bodenraums und der

Wandanschlüsse.

Abb. 7.4.1.1-1 Bodenplatten über Belüftungsschicht, Fundamentaullager, 1a) Balkendecke auf Randbalken, 1b) Massivholzplatte auf druckfester Dämmschicht (KAT 2002)

Alternativ zur Fundamentaullagerung mit Luftschicht können Holzbodenplatten auch direkt vollflächig auf eine druckfeste kapillarbrechende Schicht ausreichender Dicke gegründet werden (siehe Abb. 7.4.1.1-2). Die lastaufnehmende Schicht, die auch aus druckfesten Wärmedämmstoffen wie Schaumglasschotter bestehen kann (auf ausreichende Verdichtung achten!), ist zum Schutz gegen aufsteigendes bzw. drückendes Wasser in einer nach unten und seitlich ausreichend abgedichteten „Wanne“ mit Drainage einzubringen. Wenn nichtgra-

nuliertes Schaumglas verwendet wird, kann auf eine Abdichtung verzichtet werden, da dieses Material bereits selbst wasserdicht ist. Das Holztragwerk ist durch eine Wasserdichte Schicht (z.B. Bituminöse Aufstriche oder Folien) gegen Nässe zu schützen.

Die **Wärmedämmung** von Bodenplatten ist bei erstmaligem Einbau wenig problematisch. Sowohl im Gefachbereich von Balkendecken als auch unterhalb der Konstruktion können bei entsprechender Planung ausreichende Dämmschichten ein- bzw. angebracht werden, ohne die Gestaltung für die Innenräume hinsichtlich Raumhöhe und Anschlussausbildung für Raumübergänge und Installationsführungen wesentlich zu beeinflussen. Wie in Abb. 7.4.1.1-2 a) und b) beispielhaft gezeigt, lassen die Anforderungen nach EnEV ( $U_{\max} = 0,5 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$ ) mit geringem konstruktivem Aufwand weit übertreffen.

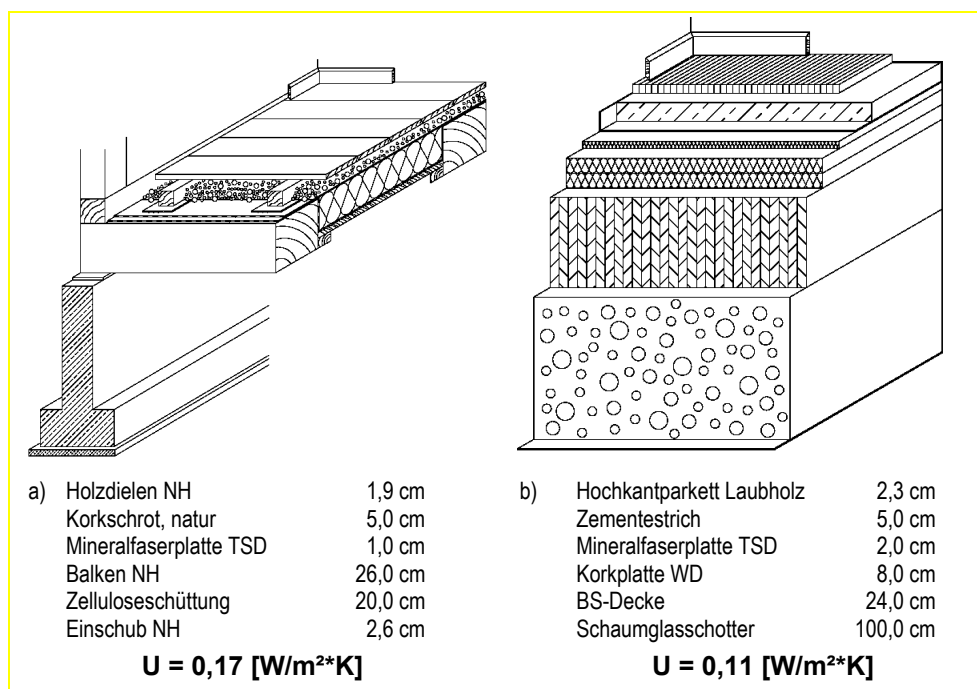


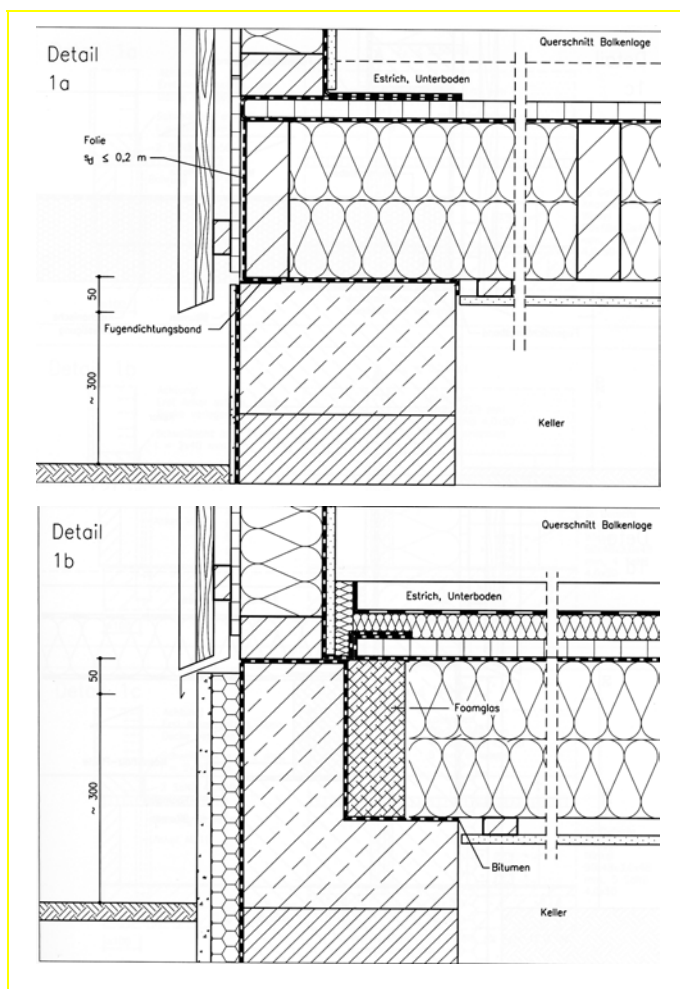
Abb. 7.4.1.1-2 Bodenplatte a) Balkendecke auf Streifenfundamentgründung; b) Brettschichtholz-platte auf Schaumglasschotter (SIR 2002, Element-Nr. 132062161 und 132074262)

Bitte bedenken Sie, dass eine Brettschichtholzbodenplatte mit einer Stärke von  $d = 24,0 \text{ cm}$  (inkl. Wärmeübergangswiderstände) ohne weitere Schichten bereits einen Wärmedurchlasskoeffizienten von nur  $U = 0,48 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$  aufweist! Damit gelten die Anforderungen nach EnEV an dieses Bauteil bereits im Prinzip bereits erfüllt. Durch zusätzliche Dämmung lassen sich hier also ggf. Einsparungen bei der Dämmung und anderen energetisch relevanten Anforderungen erzielen, auch wenn dieses nicht im Sinne ökologisch orientierten Bauens liegt.



### Kellerdecken

Im Unterschied zu Bodenplatten liegt bei Kellerdecken i.d.R. ein ausreichend belüfteter und begehbare Raum. Auf eine Wasserdichtung des Tragwerks von unten kann daher verzichtet



werden. Die Decke kann vollständig durchtretend auf dem Sockel aufgelagert werden. Bei Balkendecken ist in diesem Fall eine vollständig umlaufende Randbohle, welche die vertikalen Lasten der Wände weiterleitet, notwendig. Die Randbohle muss konstruktiv durch eine wassersperrende, diffusionsoffene Schicht vor Spritzwasser aus dem Sockelbereich geschützt werden. Bei Balkendecken kann die Gefahr von Wärmebrücken wegen der auch im Auflagerungsbereich vorhandenen Hohlräumdämmung vernachlässigt werden. Vollholzdecken sollten bei dieser Auflagerung an den Flanken umlaufen mit einer Wärmedämmschicht versehen werden, eine unterhalb der Decke liegende, vollflächige Wärmedämmung aus druckfestem Dämmstoff

Abb. 7.4.1.1-3 Kellerdecken, Anschluss an erdberührte Kellerwände a) Deckendurchtritt, Decke trägt Geschosswände; b) Kellerwand trägt Geschosswand (Kat 2002)

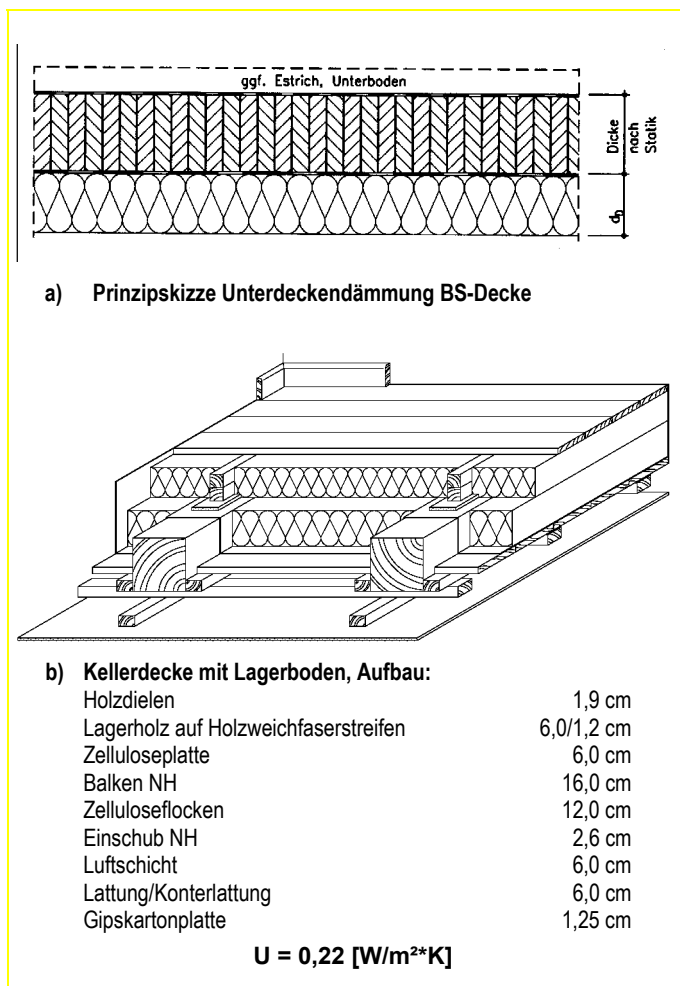
(Schaumglas, vergl. Abb. 7.4.1.1-1, unten) bietet sich hier an, ist aber aus ökologischen Gründen eher als nachteilig anzusehen. Bei einer nicht wanddurchtretenden Auflagerung (Abb. 7.4.1.1-2, unten) sollte grundsätzlich eine Abdämmung der Deckenflanken und Stirnseiten erfolgen.

Die Hauptwärmedämmung erfolgt sinnvollerweise, analog zu Bodenplatten, im Gefach von Balkendecken. Auch hier können die relativ „laschen“ Anforderungen der EnEV ohne weitere Maßnahmen unterschritten werden. Mit überhöhten Aufbauten wie z.B. einem Lagerboden



## in Neu- und Altbau

mit Hohlraumdämmung (Abb. 7.4.1.1-3, unten) kann der Wärmeschutz noch erheblich verbessert und gleichzeitig den Anforderungen an die Trittschalldämmung entsprochen werden. Vollholzplatten können, mangels Hohlraum, nur von unten gedämmt werden (Abb. 7.4.1.1-3, oben), der resultierende größere Querschnitt ist bei der Planung der Kellerraum-



höhe zu berücksichtigen. Die auf Kellerdecken üblicherweise eingebaute Trittschalldämmung kann gemäß ihrer Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda_R$ , WLG) bei gegebener Schichtdicke für die Berechnung von  $U$  berücksichtigt und die Wärmedämmschicht entsprechend vermindert werden.

Abb. 7.4.1.1-4 Gedämmte Kellerdecken a) Prinzip Unterdeckendämmung (KAT 2002); b) Lagerboden, Zwischenbalkendämmung,  $U = 0.22 [W/m^2 \cdot K]$  (SIR 2002, Element-Nr. 135044135)

### 7.4.1.2 Decke zum nicht ausgebauten Dach

Bei der Wärmedämmung von Decken zu nicht ausgebauten Dächern kann grundsätzlich zwischen folgenden Typen unterschieden werden:

Eine **belüftete Decke** liegt vor, wenn

- Die obere Deckenschalung fehlt
- Wenn die Decke über obere Lufteintritte im Dachraum belüftet ist

## in Neu- und Altbau

- Wenn die Decke über untere Lufteintritte an der Außenseite belüftet ist

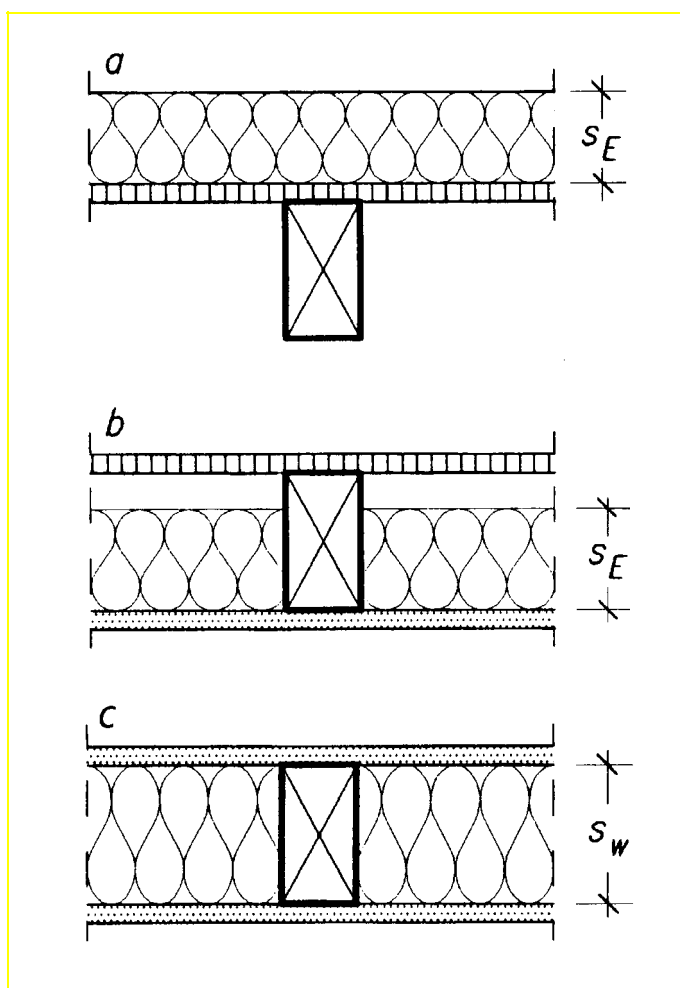
Eine **nicht belüftete Decke** liegt vor, wenn

- Das Gefach vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt ist

Eine **nicht belüftete Decke mit stehender Luft** liegt vor, wenn

- Die Stirnseiten der Gefache luftdicht verschlossen sind
- Über der gesamten Deckenfläche eine vollflächig dichte obere Schalung vorliegt

Zur Wärmedämmung können Vlies- oder Mattendämmstoffe ( $\lambda_R = 0,040$ ) mit einer Schichtdicke von mindestens 12,5 cm (vergl. Abb. 7.4.1.1-2) zwischen ein aufgelegtes Balkenraster entsprechender Stärke lose auf die obere Schale der Decke eingebracht werden



den (belüftete Decke, Abb. 7.4.1.2-1). Wenn der Dachraum vollflächig begehrbar sein soll, kann auf das Balkenraster (Lagerholz) zusätzlich ein Trockenestrich aus feuchtegeschützten Verlegetplatten (V100), Bausperrholz oder OSB-Platten aufgebracht werden. Bei dieser, oberseits geschalteten Variante (nicht belüftete Decke, Abb. 7.4.1.2-1, b) und c)) können auch Einblas- oder Schüttdämmstoffe (Zelluloseflocken, Alternativ kann eine Dämmschicht druckfesten Holzweichfaserplatten (WLG 045 - 055) in entsprechender Stärke aufgebracht werden. Aufgrund des erforderlichen höheren Aufbaus kann je nach Dachneigung der begehrbare Bereich stark eingeschränkt sein. Nicht belüftete Decken haben den Vorteil, dass ohne höheren Aufbau ein

## in Neu- und Altbau

Abb. 7.4.1.2-1 Gedämmte Decken, Prinzipskizze: a) belüftete Decke; b)+c) unbelüftete Decke (IHZ13 1999, S.6 Abb. 2.1 und S. 7 Abb. 2.2 a), kombiniert und leicht verändert)

verbesserter Wärmeschutz erzielt werden kann. Zudem kann auf vorbeugenden chemischen Holzschutz nach DIN 68 800 verzichtet werden, da unkontrollierbarer Insektenbefall ausgeschlossen werden kann (Gefährdungsklasse 0). Um in geschlossenen Konstruktionen mit Teil-Hohlraumdämmungen (Abb. 7.4.1.2-1 b)) Wasserdampfkongvektion zu vermeiden, kann eine zusätzliche Dämmschichtauflage auf der oberen Beplankung auflegt und dadurch die Oberflächentemperatur an der Unterseite der oberen Schalung erhöht werden. Wie in Abb. 7.4.1.2-2 gezeigt, lassen sich mit Aufdeckendämmungen hervorragende Dämmwerte erreichen. In Kombination mit schweren Dämmschüttungen im Gefach und einer abgehängten Unterdecke können zusätzlich gehobene Ansprüchen an den Luftschallschutz erfüllt und ausreichender Brandschutz gewährleistet werden.

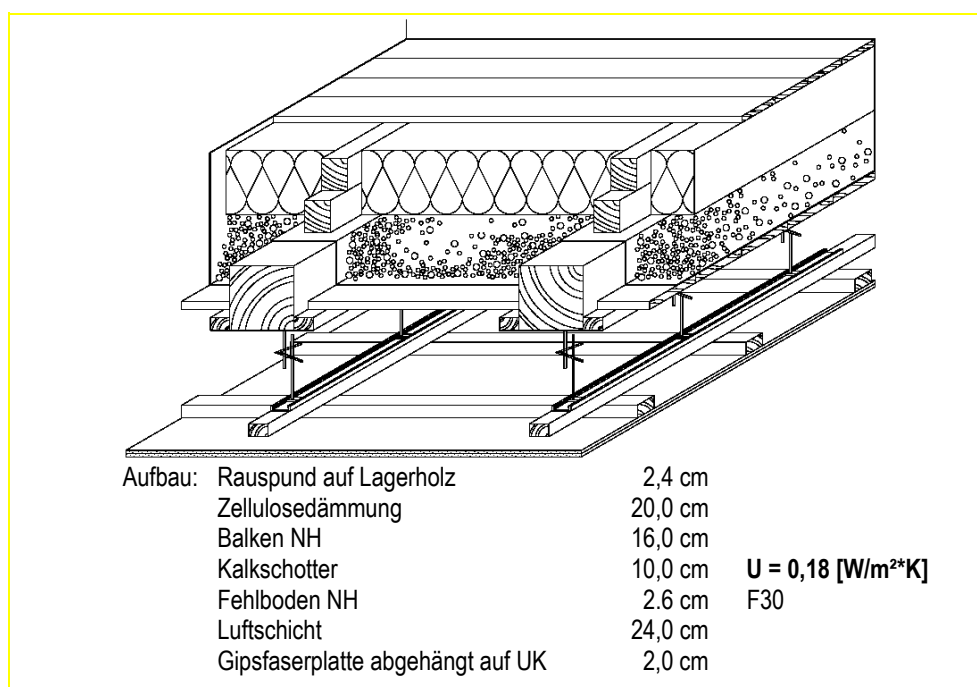


Abb. 7.4.1.2-2 Komplettaufbau gedämmte Decke zum Dach, unbelüftet, Unterdecke, Brandschutz F30 (SIR 2002, Element-Nr. 135049425)

Auch bei Massivholzdecken und sichtbaren Decken ist ein Auflegen der Dämmung durchaus üblich und effektiv (Abb 7.4.1.2-3).

Grundsätzlich ist besonderes Augenmerk auf die seitlichen Abschlüsse des Dämmbereichs zu legen, wobei der Dämmstoff zur Vermeidung von Wärmebrücken möglichst bis an den

## in Neu- und Altbau

äußeren Deckenrand zu führen ist. Der Randabschluss zur wasserführenden Ebene ist wasserdicht auszugestalten. Orgänge sind ebenfalls zu dämmen. Je nach Wunsch, kann dann auf den Lagerhölzern ein Fußbodenaufbau erfolgen.

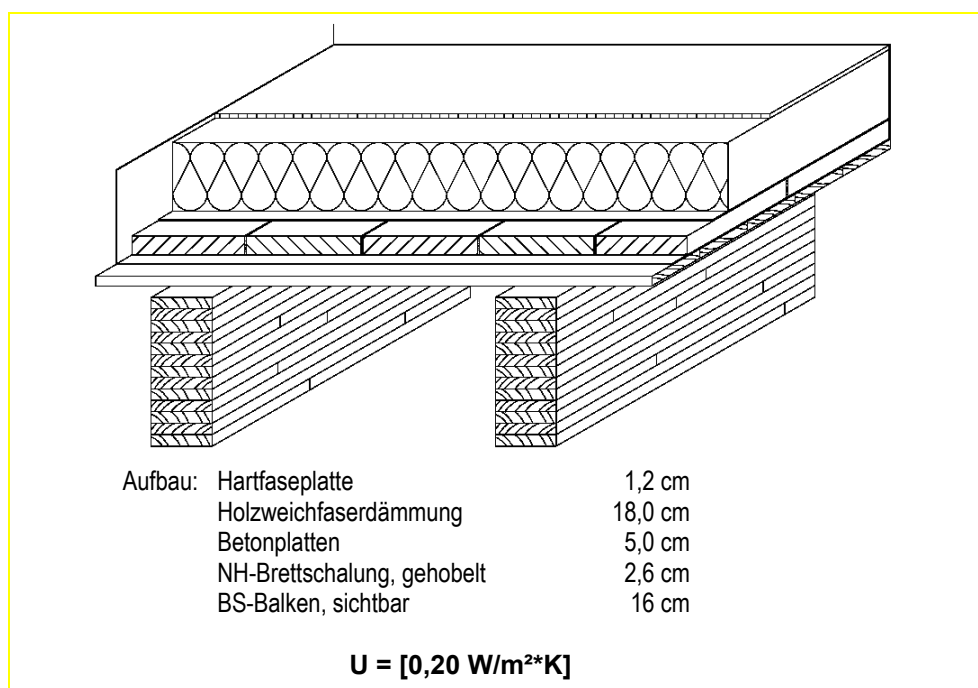


Abb. 7.4.1.2-3 Komplettaufbau gedämmte Decke zum Dach, unbelüftet, sichtbare BS-Balken (SIR 2002, Element-Nr. 135049923)

### 7.4.1.3 Altbausanierung

Bei einer wärmetechnischen Nachrüstung von Decken in Altbauten sollte grundsätzlich der Zustand des Tragwerkes, insbesondere der Balkenköpfe, überprüft werden und Maßnahmen zur Beseitigung evtl. vorhandener Schäden durchgeführt werden (vergl. Kap. 7.1.2.8).

#### Bodenplatten

Bei Bodenplatten aus Holzbalken in Altbauten ist in der Regel eine nachträgliche Dämmung auf der Unterseite aufgrund des meist zu geringen Abstandes vom Boden nicht möglich. Eine aufseitige Dämmung ist wegen der erforderlichen Dämmstoffdicke (Aufbauhöhe!) ungünstig und kann nur in Räumen mit ausreichender Raumhöhe eingesetzt werden. Einzige sinnvolle, wenn auch aufwändige Alternative ist daher die Dämmung zwischen den Balken. Dazu muss die Konstruktion auf jeden Fall geöffnet werden. Es empfiehlt sich ggf. vorhandene schwere Schüttungen auf Fehlböden im Gefach durch den Dämmstoff hohlraumfüllend zu ersetzen. Sind keine Fehlböden vorhanden, so können diese mit geringem Montageauf-

wand von oben eingezogen werden. Der Fehlboden sollte mit einer vor Nässe schützenden, dampfdichten Folie ausgekleidet werden (vergl. Abb. 7.4.2-1 a)). Ein nach unten hin diffusionsoffener Aufbau kann gewählt werden, wenn der Kriechkeller eine ausreichende Belüftung aufweist. Es empfiehlt sich dann, oberhalb der Dämmung eine Dampfsperre vorzusehen. Danach kann die obere Deckenschale aufgebracht werden, wobei gut erhaltenen Dielungen durchaus wieder verwendet werden können. Falls gewünscht, kann, mit geringer Aufbauhöhe, eine zusätzliche Trittschalldämmung unter einem Trockenestrich installiert werden. Dies ist zwar mit weiterem Aufwand (anpassen von Türen, ggf. Versetzen von Heizkörpern etc.) verbunden, verbessert aber zusätzlich die Wärmedämmung.

#### **Kellerdecken**

Kellerdecken lassen sich ebenfalls auf oben beschriebene Weise wärmeschutztechnisch verbessern. Dabei kann i.d.R. auf wassersperrende Schicht sowie auf eine Dampfsperre verzichtet werden. Wenn es die Raumhöhe des Kellers erlaubt, kann die Decke auch unterseits mit Plattendämmstoffen oder Dämmvliesen auf einer zusätzlichen, abgehängten Unterdecke gedämmt werden. Dies hat den Vorteil, dass die Konstruktion nicht vollflächig geöffnet zu werden braucht und dass sich der Bodenaufbau in den darüber liegenden Wohnräumen nicht erhöht.

#### **Dachdecken**

Grundsätzlich können alte Balkendecken zum Dach je nach Gegebenheiten unterhalb, im Gefach oder oberhalb mit einer nachträglichen Dämmung aufgerüstet werden. Die technisch und wirtschaftlich günstigste Variante ist hier die Aufdeckendämmung. Bei Decken mit sichtbaren Balken stellt dies die einzige Alternative dar.

Bei Auflagerung der Balken auf Massivwänden empfiehlt es sich, zum verbesserten Schutz gegen Tauwasserfall, zumindest im Balkenbereich eine zusätzliche 4-6 cm dicke Dämmschicht (WLG 040) von unten 50 cm weit in den Raum reichend vollständig um den erreichbaren Teil des Balkens zu legen. Die Dämmung sollte mindestens 50 cm beiderseits und unterhalb des Balkens an der Wand weitergezogen werden und zum Raum hin mit einer Dampfsperre versehen sein. Bei Decken mit sichtbaren Balken kann diese unterseitige Dämmung durch Verputz oder entsprechende andere Verschalung als gestalterisches Element einbezogen werden. Bei geschlossenen Decken sollte aus gleichem Grund eine vergleichbare Dämmung mit raumseitiger Dampfbremse und zusätzlicher Unterdecke vollflächig ausgeführt werden. Die Dämmung ist dann ebenso 50 cm an den flankierenden Wänden herabzuführen.

### 7.4.2 Nässeschutz

Für die Abdichtung von Böden und Tragwerken ist DIN 18195-5 maßgeblich, in deren Definitionsrahmen der Begriff „Nassbereich“ nicht explizit aufgenommen ist. Unterscheidung für die Nässebelastung in Räumen erfolgt hier als mäßige und hohe Wasserbeanspruchung von Oberflächen. Eine hohe Beanspruchung wird z.B. in Großküchen, Schwimmbädern oder für Duschräume in Hotels angenommen. Die normgerechte Abdichtung des Tragwerks erfolgt durch mehrschichtige Bahnenabdichtungen unterhalb des Estrichaufbaus. Die Abdichtung muss an den Wänden wannenförmig mindestens bis 15 cm über die Oberfläche des Bodenbelags hochgezogen werden. Der Boden muss immer über einen Bodenablauf verfügen, der über Gefälleschichten (Gefälleestrich) mit min. 1,5% Neigung zum Ablauf hin, entsprechend abgedichtet angeschlossen ist. Insgesamt muss der Fußboden deutlich tiefer als derjenige der anschließenden Räume liegen. Eine ausreichend hohe Türschwelle (15 cm) mit vollständiger Einbindung in die Dichtung ist vorzusehen, ansonsten muss der Boden zum Ablauf hin deutlich stärker abfallen und eine Überlaufrinne unmittelbar vor der Tür angeordnet sein. Für Räume mit mäßig beanspruchten Oberflächen, z.B. Badezimmer im Wohnungsbau lassen sich diese restriktiven Vorgaben nur unter sehr hohem konstruktivem Aufwand realisieren. Außerdem widersprechen normgerechte Türschwellen der Anforderung an barrierefreies Wohnen (DIN1802-1). Zwischen Planer und Bauherren ist daher abzuklären, ob die normgerechten Abdichtungen unbedingt notwendig sind, oder ob vereinfachte Abdichtungsmaßnahmen ausreichen. So kann für Räume mit geringer bis mäßiger Wasserbelastung der Oberflächen eine Abdichtung z.B. mit einlagigen Bahnenabdichtungen, die nur 4 cm an den Wänden hochgezogen sind, vereinbart werden. Die Ausführung kann ohne Gefälleestrich und Bodenablauf erfolgen.

**Bei feuchteempfindlichen Unterkonstruktionen wie Holzdecken ist in jedem Fall eine zweilagige (normgerechte) Bahnenabdichtung vorzusehen.** Die weiteren, Abdichtenden Maßnahmen können nicht normgerecht d.h. ohne Türschwellen und Bodenablauf mit Gefälleestrich vereinbart werden.

Hinweis: Abweichungen von der normgerechten Ausführung sind unbedingt Vertraglich zu vereinbaren !!

Als kritisch sind hier Unfälle mit Schwallwasser wie z.B. Überlaufen der Badewanne, bei denen Wasser in die Tragkonstruktion vereinfachter Abdichtung eindringen kann. Für solche Fälle sollte bei Holzdecken konstruktiv sichergestellt werden, dass:

- kleinere Feuchtemengen aus dem Querschnitt schnell wieder durch Dampfdiffusion entweichen können
- Dass größere Mengen umgehend sichtbar werden

Diese Bedingungen werden erfüllt

- wenn die Deckenunterseite möglichst diffusionsoffen ausgebildet ist (z.B. nur eine Bekleidung aus Gipsbauplatten)
- wenn im Deckenquerschnitt keine feuchtespeichernde Materialien angeordnet sind ( z.B. Schüttstoffe aus Lehm, Bims oder Schlacke sind feuchtespeichernd und damit sehr ungünstig)

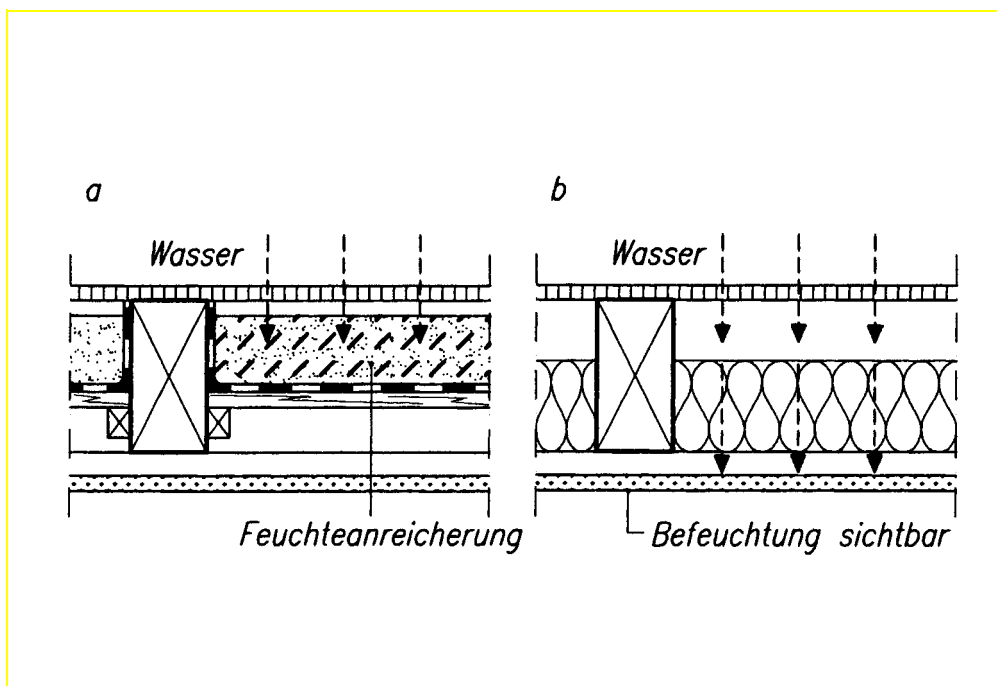
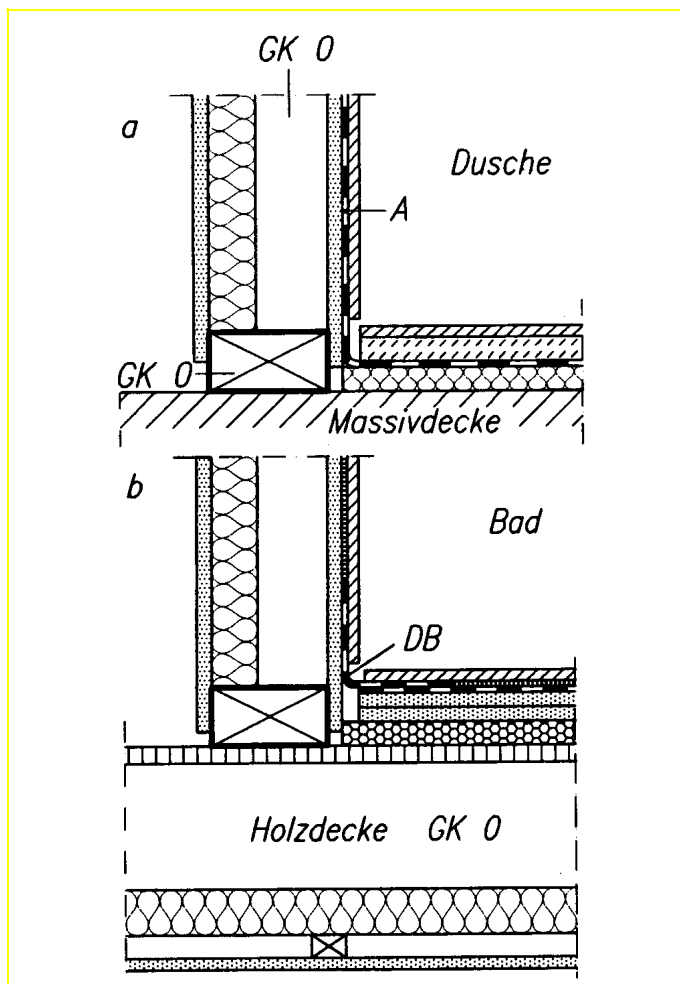


Abb. 7.4.2-1 Beispiele für Holzbalkendecken unter Nassbereichen a) feuchtespeichernder Einschub; b) diffusionsoffene Unterseite und nicht feuchtespeichernde Dämmschicht (IHZ17 1999, S.6 Abb. 2.2)

Für die Abdichtung in Nassbereichen gilt nach DIN 68 800-2, dass bei allen angrenzenden Holzbauteilen eine unzutragliche Veränderung des Feuchtegehalts der Holz- und Holzwerkstoffe durch konstruktive und bauphysikalische Maßnahmen verhindert werden muss. Wenn



die durch Wasser beanspruchten Oberflächen dauerhaft wasserdicht ausgebildet sind, kann auf vorbeugenden chemischen Schutz verzichtet werden. Wasser-

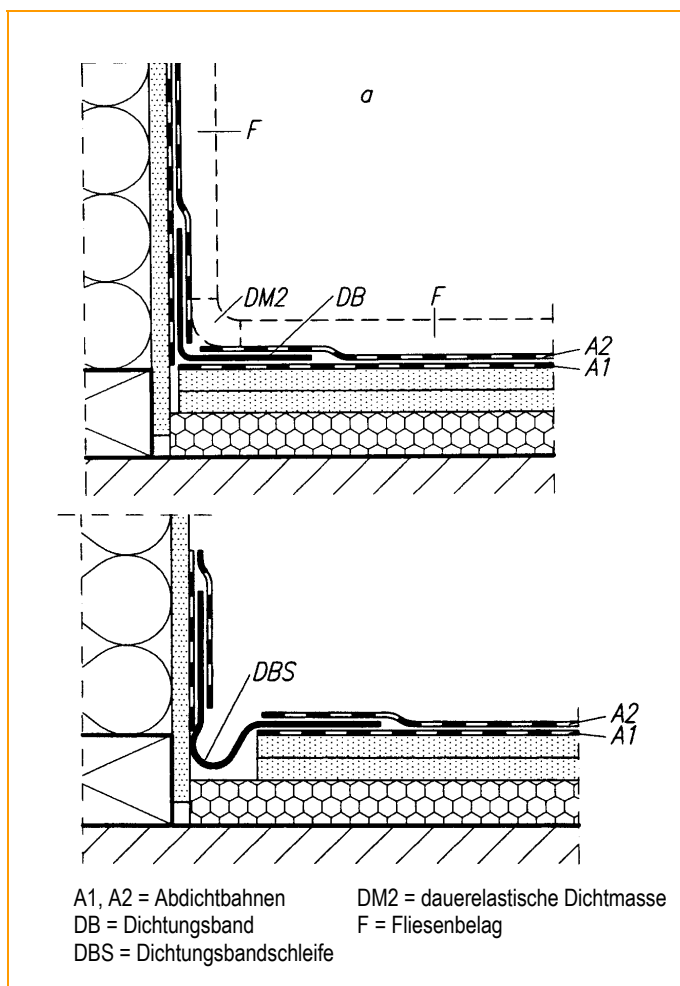


dichte Oberflächen können z.B. durch keramische Fliesenbeläge auf wasserunempfindlichen Trägerplatten (z.B. spezielle Korkplatten) oder durch andere wasserunempfindliche Beläge (Polyolefin- oder PVC-Böden sowie geeignete Teppichböden) mit darunter liegender Bahnenabdichtung (Abb. 7.4.2-2) hergestellt werden. Ein auf hinreichend steifen Trägerelementen befestigter Bodenbelag kann zusammen mit der Abdichtung direkt auf die Trittschalldämmung aufgebracht werden (Abb. 7.4.2-2 a)). Alternativ eignet sich als Untergrund auch für weiche Bodenbeläge ein schwimmenden Trockenestrich (Abb. 7.4.2-2 b)). Bei der Verwendung von Holzwerkstoffen (V100) oder zementgebundenen Spanplatten als

Abb. 7.4.2-2 Abdichtung in Bereich von Anschlüssen bzw. Durchdringungen a) Duschwände; b) Holzdecke unten Bädern, A= Abdichtung, DB = Dichtband, weitere Abdichtungen des Tragwerks nicht gezeigt (IHZ17 1999, S. 5 Abb.2.1 a) + b))

Estrichelemente, sind bei übermäßiger Durchfeuchtung große, dauerhafte Formänderungen möglich, die durch Aufwölbung auch schwere Schäden am Oberboden (z.B. an keramischen Belägen) hinterlassen können. Günstiger verhalten sich, was die Verformung angeht, hier Gipsbauplatten (DIN 18180) oder Gipsfaserplatten (mit Zulassung). Allerdings wird das Gefüge, und damit auch die Festigkeit dieser Platten, bei andauernder Nässebelastung zerstört. In kritischen Nassbereichen ist daher dauerhafter, konstruktiver Feuchteschutz der Estrichschicht zwingend erforderlich. Das kann z.B. durch eine vollflächige zweilagige Bahnenabdichtung oberhalb des Estrichs erfolgen.

Wichtig ist auch hier, dass die Bahnenabdichtung zum Schutz der flankierenden Holzbauteile seitlich ausreichend hoch fortgeführt wird. Empfindliche Stellen sind die Übergänge an den Wandfußpunkten. In Abb. 7.4.2-3 sind sichere Abdichtungen in diesem Bereich gezeigt.



Ausführung a) eignet sich besonders, wenn keine „größeren“ seitlichen Bewegungen des Bodens, wie z.B. bei Bodenfliesen, zu erwarten sind. Der Anschluss zwischen Boden- und Wandfliesen sollte möglichst aus einer dauerelastischen Dichtmasse bestehen (Abb. 7.4.2-3 oben DM2). Diese Abdichtungsvariante ist ebenso für elastische Bodenbeläge geeignet, vorausgesetzt, dass eine Zugbelastung der Dichtmasse DM2 durch vollflächiges Verkleben des Belags sicher verhindert wird. Sind größere Bewegungen des Estrichs zu erwarten, kann die Dichtigkeit des Anschlusses durch eine größere Bewegungsfuge mit Schleifenlegung des Dichtbandes gewährleistet werden (Abb. 7.4.2-3 unten, DBS).

Abb. 7.4.2-3 Ausführungsprinzip der Abdichtung am Wandfußpunkt. Oben: doppelte Abdichtung unter bzw. hinter/neben einer Duschtasse bei vorausgesetzter geringer Bewegung des Bodens; unten: außerhalb der Dusche im übrigen Bad unter Annahme größerer Bewegungen des Bodens (IHZ17 1999, S.29 Abb. 8.4 a und S. 30 Abb. 8.6)

Alternativ kann die Abdichtung im **Verbund** mit keramischen Fliesen erfolgen. Der Verbund wird als vollflächig abdichtende Ebene durch Verkleben der Fliesen mit Abdichtungsstoffen wie

- Kunststoff-Zementmörtel Kombinationen
- Reaktionsharze (Epoxid- oder PU-Basis)
- Kunstharzdispersionen unterhalb der Fliesenlage

auf ebenen, formstabilen Untergründen erreicht. Alle Bewegungsfugen müssen mit Dichtbandeinlagen elastisch überbrückt werden. (Alternatives Abdichtungssystem). Als Untergründe für Verbundabdichtungen geeignet sind Betonflächen, Gussasphalt- und Zementestriche (Zementestrich muss min. 28. Tage alt sein). Als Trittschalldämmung dürfen nur feuchteunempfindliche Dämmschichten (Schaumglas, EPS-Hartschaumplatten etc) eingesetzt werden. Da Formatänderungen weitgehend ausgeschlossen sein müssen, sind für die Verbundabdichtung Holz und Holzwerkstoffe sowie Kalk- Kalkgips- und Gipswerkstoffe nicht geeignet. Für die Herstellung von Verbundabdichtungen mit keramischen Fliesen ist das Merkblatt des ZDB [ZDB 1997] zu beachten.

### Quellen- und Autorenangaben zu Kapitel 7.4

**[BDZ 2000]** Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V. (Hrsg.), Holzrahmenbau, Bewährtes Hausbau-System, 3. Auflage, Bruderverlag, Karlsruhe, 2000

**[DGH 1995]** Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., Holz Brandschutz Handbuch, 2. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1995

**[DIE 1996]** Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN EN ISO 6946: Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient- Berechnungsverfahren, Beuth Verlag GmbH , Berlin, November 1996

**[DIN 1052]** Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 1052 Holzbauwerke, Beuth Verlag GmbH , Berlin, April 1988

**[DIN 18195]** Normenausschuss Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.:

- DIN 18195-1, Bauwerksabdichtungen - Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten, 2000-08
- DIN 18195-2, Bauwerksabdichtungen - Teil 2: Stoffe, 2000-08
- DIN 18195-3, Bauwerksabdichtungen - Teil 3: Anforderungen an den Untergrund und Verarbeitung der Stoffe, 2000-08
- DIN 18195-4, Bauwerksabdichtungen - Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung, 2000-08
- DIN 18195-5, Bauwerksabdichtungen - Teil 5: Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen; Bemessung und Ausführung, 2000-08
- DIN 18195-6, Bauwerksabdichtungen - Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser; Bemessung und Ausführung, 2000-08
- DIN 18195-7, Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen von innen drückendes Wasser; Bemessung und Ausführung, 1989-06
- DIN 18195-8, Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen über Bewegungsfugen, 1983-08
- DIN 18195-9, Bauwerksabdichtungen; Durchdringungen, Übergänge, Abschlüsse, 1986-12
- DIN 18195-10, Bauwerksabdichtungen; Schutzschichten und Schutzmaßnahmen, 1983-08

Beuth Verlag GmbH, Berlin

**[DIN 18560]** Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 18560 Teil 2, Estriche im Bauwesen, Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Ausgabe 1992

**[DIN 4108-1]** Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 4108 Teil 1, Wärmeschutz im Hochbau; Größen und Einheiten, Beuth Verlag GmbH, Berlin, August 1981

**[DIN 4108-2]** Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 4108 Teil 2, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Beuth Verlag GmbH, Berlin, März 2001

**[DIN 4108-4]** Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN V 4108 Teil 4, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Oktober 1998

**[DIN 4108-B2]** Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 4108 Beiblatt 2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele, Beuth Verlag GmbH, Berlin, August 1998

**[DIN 4109]** Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 4109 Schallschutz im Hochbau, Beuth Verlag GmbH, Berlin, November 1989

**[EC5 1995]** Eurocode 5 DIN V ENV 1995 Teil 1-1 „Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken; Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau, aus: bauen mit holz Sammelheft 12/94, 1/95, 2/95, Bruderverlag

**[EnEV 2002]** Verordnung über energieeinsparenden Wärmeschutz und energieeinsparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung, EnEV), Bundesgesetzblatt (BGBl), Teil 1, Nr. 59, Seiten 3085 ff, 21., November 2001

**[FKN 1997]** Frick / Knöll/ Neumann, Weinbrenner, Baukonstruktionslehre Teil I, 31. Auflage, Teubner Verlag, Stuttgart, 1997

**[GÖS 1997]** Gösele, K., Schall, Wärme, Feuchte, Bauverlag 1997

**[IBN 1999]** Schneider W. und Schneider A., Fernlehrgang Baubiologie Heft 14 Lärm, Schallschutz, Bauakustik, Institut für Baubiologie + Ökologie, Neubeuern, 1999

**[IHZ1 2000]** Informationsdienst Holz, Holzbausysteme, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 1, Folge 4, Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf in Zusammenarbeit mit den HOLZABSATZFONDS, Bonn, Dezember 2000

**[IHZ2 2000]** Informationsdienst Holz, EGH Bericht, Aussteifende Holzbalkendecken im Mauerwerksbau, Hrsg.: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, München in Zusammenarbeit mit Bund Deutscher Zimmermeister in ZDB, Berlin und Arbeitsgemeinschaft Holt e.V., Düsseldorf, März 2000

**[IHZ3 2000]** Informationsdienst Holz, Brettstapelbauweise, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 17, Folge 1, Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf, April 1998

**[IHZ4 2001]** Informationsdienst Holz, Holzskelettbau, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 3, Folge 6, Hrsg.: DGfH Innovations- und Service GmbH, München in Zusammenarbeit mit den HOLZABSATZFONDS, Bonn, Juli 2001

**[IHZ5 2000]** Informationsdienst Holz, Konstruktive Vollholzprodukte, holzbau handbuch, Reihe 4, Teil 2, Folge 3, Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf, Juni 2000

**[IHZ6 1997]** Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, holzbau handbuch Reihe 4 Teil 4 Folge 1, Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft Holz e.V. i.Z. mit HOLZABSATZFONDS; Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- u. Holzwirtschaft, Bonn 1997

**[IHZ7 1998]** Informationsdienst Holz, Grundlagen des Schallschutzes, holzbau handbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 1, Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der DGfH e.V., München 1998

**[IHZ8 1999]** Informationsdienst Holz, Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken, holzbau handbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 3, Hrsg.: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der DGfH e.V., München, 1999

**[IHZ9 2001]** Informationsdienst Holz, Grundlagen des Brandschutzes, holzbau handbuch Reihe 3 Teil 4 Folge 1, Hrsg.: DGfH Innovations- und Service GmbH, München in Zusammenarbeit mit dem HOLZABSATZFONDS, Bonn, Dezember 2001

**[IHZ10 2000]** Informationsdienst Holz, Holzbau und Brandschutz in NRW, Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., September 2000

**[IHZ11 2001]** Informationsdienst Holz, Feuerhemmende Holzbauteile (F 30-B), holzbau handbuch Reihe 3 Teil 4 Folge 2, Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der DGfH e.V., München, Juli 2001

**[IHZ12 2000]** Informationsdienst Holz, Holzbau und die Energieeinsparverordnung, holzbau handbuch Reihe 4 Teil 5 Folge 1, DGfH Innovations- und Service GmbH, München, Dezember 2000

**[IHZ13 1999]** Informationsdienst Holz, Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, holzbau handbuch Reihe 3 Teil 2 Folge 2, Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der DGfH e.V., München, Mai 1999

- [IHZ14 2000]** Informationsdienst Holz, Wärmebrücken, holzbau handbuch Reihe 3 Teil 2 Folge 6, DGfH Innovations- und Service GmbH, München, August 2000
- [IHZ15 2001]** Informationsdienst Holz, Nachträglicher Dachgeschossausbau, holzbau handbuch Reihe 1 Teil 14 Folge 3, DGfH Innovations- und Service GmbH, München, Juli 2001
- [IHZ16 1995]** Informationsdienst Holz, Niedrigenergiehäuser - Planungs- und Ausführungsempfehlungen -, holzbau handbuch Reihe 1 Teil 3 Folge 3, Hrsg.: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der DGfH e.V., München und Holzabsatzfonds Bonn i. Z. m. Bund Deutscher Zimmermeister im ZV des Deutschen Baugewerbes und ARGE Holz e.V. , März 1995
- [IHZ17 1999]** Informationsdienst Holz, Nassbereiche in Bädern, holzbau handbuch Reihe 3 Teil 2 Folge 1, DGfH Innovations- und Service GmbH, München, Oktober 1999
- [IHZ18 1996]** Informationsdienst Holz, Holzbauteile in Nassbereichen, Bericht, Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der DGfH e.V., München, August 1996
- [KAT 2002]** Eigene Daten oder Zusammenstellungen aus dem Autor bekannten Quellen, KATALYSE Institut für angewandte Umweltforschung, Köln, 2002
- [KSF 2000]** Georg Küttinger, Dieter Steinmetz und Klaus Fritzen, Holzrahmenbau, Bewährtes Hausbau-System, Hrsg.: Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes. 3. überarb. Aufl. Bruderverlag, Karlsruhe, 2000
- [LIG 2000]** LIGNATUR, Handbuch zu Planung und Ausführung – die Produkte in der Praxis, Anton Heggenstaller AG, 2000
- [LOH 1995]** Lohmeyer G., Praktische Bauphysik, Teubner Verlag, Stuttgart, 1995
- [MKR 2002]** Manfred Krines, Agentur21 Krines + Partner, Karlsruhe, 2002
- [MÖN 1998]** Mönck, Willi, Holzbau, 13.Auflage, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1998
- [PER 1999]** Sanierung von Holzbalkendecken - Trittschall ade!, Deutsche Perlite GmbH, Dortmund, [www.perlite.de/news/news.htm](http://www.perlite.de/news/news.htm), 1999
- [SIR 2002]** sirADos-Baudaten-Katalog, LEGOE GmbH, Dachau 2002
- [VAH 1998]** Versuchsanstalt für Holz- und Trockenbau, Forschungs-, Entwicklungs- und Materialprüfanstalt, Planungs- und Konstruktionsrichtlinie für die Ausführung mehrgeschossiger Holzbauwerke zur Steigerung der Holzverwendung, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 1998
- [VSB I]** Prof. Dr.-Ing. Peter Schmidt, Vorlesungsskript Baukonstruktionslehre I, Deckenkonstruktionen, Fachbereich Bauingenieurwesen, Universität-Gesamthochschule Siegen



**[WAE 1991]** Wagner/ Erlhof, Praktische Baustatik, Teil 2, 14. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, 1991

**[WAE 1994]** Wagner/ Erlhof, Praktische Baustatik, Teil 1, 19. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, 1994

**[WBZ 1998]** Wendehorst, Bautechnische Zahlentafeln, 28. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich, 1998

**[ZDB 1997]** Merkblatt „Hinweise für die Abdichtung im Verbund mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich, Hrsg: Fachverband des Deutschen Fliesengewerbes im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V., 1997

**[ZGS 1998]** Zimmermann, Günther (Hrsg.), Schadenfreies Bauen, Band 5, Horst Schulze, Schäden an Wänden und Decken in Holzbauart, IRB Verlag, Stuttgart, 1993

## Abbildungsverzeichnis zu Kapitel 7.4

|                |   |    |
|----------------|---|----|
| Abb. 7.4.1-1   | Maximal zulässiger Wärmedurchgangskoeffizient $U_{max}$ bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Deckenkonstruktionen (ENEV 2002, Anhang 3 Nr. 7.Tab 1, Auszug) .....  | 1  |
| Abb. 7.4.1-2   | Erforderliche Dämmstoffdicke zum Erreichen des nach EnEV maximal zulässigen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten $U_{max}$ für Decken und Bodenplatten der thermischen Hülle, alle Werte wurden nur für den Dämmstoff ermittelt (inkl. innerer und äußerer Wärmeübergangswiderstand), andere Schichten wurden nicht berücksichtigt (KAT 2002) | 3  |
| Abb. 7.4.1.1-1 | Bodenplatten über Belüftungsschicht, Fundamentauflager, 1a) Balkendecke auf Randbalken, 1b) Massivholzplatte auf druckfester Dämmschicht (KAT 2002)   | 4  |
| Abb. 7.4.1.1-2 | Bodenplatte a) Balkendecke auf Streifenfundamentgründung; b) Brettschichtholzplatte auf Schaumglasschotter (SIR 2002, Element-Nr. 132062161 und 132074262)  | 5  |
| Abb. 7.4.1.1-3 | Kellerdecken, Anschluss an erdberührte Kellerwände a) Deckendurchtritt, Decke trägt Geschosswände; b) Kellerwand trägt Geschosswand (Kat 2002) .....  | 6  |
| Abb. 7.4.1.1-4 | Gedämmte Kellerdecken a) Prinzip Unterdeckendämmung (KAT 2002); b) Lagerboden, Zwischenbalkendämmung, $U= 0.22 [W/m^2 \cdot K]$ (SIR 2002, Element-Nr. 135044135)   | 7  |
| Abb. 7.4.1.2-1 | Gedämmte Decken, Prinzipskizze: a) belüftete Decke; b)+c) unbelüftete Decke (IHZ13 1999, S.6 Abb. 2.1 und S. 7 Abb. 2.2 a), kombiniert und leicht verändert)  | 9  |
| Abb. 7.4.1.2-2 | Komplettaufbau gedämmte Decke zum Dach, unbelüftet, Unterdecke, Brandschutz F30 (SIR 2002, Element-Nr. 135049425) .....   | 9  |
| Abb. 7.4.1.2-3 | Komplettaufbau gedämmte Decke zum Dach, unbelüftet, sichtbare BS-Balken (SIR 2002, Element-Nr. 135049923) .....   | 10 |
| Abb. 7.4.2-1   | Beispiele für Holzbalkendecken unter Nassbereichen a) feuchtespeichernder Einschub; b) diffusionsoffene Unterseite und nicht feuchtespeichernde Dämmschicht (IHZ17 1999, S.6 Abb. 2.2) .....  | 13 |
| Abb. 7.4.2-2   | Abdichtung in Bereich von Anschlüssen bzw. Durchdringungen a) Duschwände; b) Holzdecke unten Bädern, A= Abdichtung, DB = Dichtband, weitere Abdichtungen des Tragwerks nicht gezeigt (IHZ17 1999, S. 5 Abb.2.1 a) + b)) .....   | 14 |

Abb. 7.4.2-3 Ausführungsprinzip der Abdichtung am Wandfußpunkt. Oben: doppelte Abdichtung unter bzw. hinter/neben einer Duschtasse bei vorausgesetzter geringer Bewegung des Bodens; unten: außerhalb der Dusche im übrigen Bad unter Annahme größerer Bewegungen des Bodens (IHZ17 1999, S.29 Abb. 8.4 a und S. 30 Abb. 8.6) 15