

# FUNDAMENTE UND KELLER

Auszug aus der Broschüre Kellerbauen – Plus  
Ausgabe 2005

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <b>Einleitung</b>               | <b>2</b>  |
| <b>Konstruktion – Baustoffe</b> | <b>7</b>  |
| <b>Wärmeschutz</b>              | <b>15</b> |
| <b>Schallschutz</b>             | <b>27</b> |
| <b>Brandschutz</b>              | <b>28</b> |
| <b>Feuchtigkeitsschutz</b>      | <b>29</b> |
| <b>Schutzräume</b>              | <b>42</b> |
| <b>Einschlägige ÖNORMEN</b>     | <b>44</b> |
| <b>Literatur</b>                | <b>45</b> |



## Kellerbauen – plus

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Andreas Kolbitsch unter Mitwirkung von Dipl.-Ing. Dr. Sinan Korjenic

### 1 Einleitung

In einer umfassenden Planung verdient der Keller aus mehreren Gründen besonderes Augenmerk. Die Errichtung eines Kellers ermöglicht die bessere Ausnutzung des Grundstücks mit entsprechenden Raum und Nutzungsreserven. Die Mehrkosten im Vergleich zu einer Fundierung ohne Keller sind nur gering, wobei die Errichtungskosten im Wesentlichen von den Rahmenbedingungen abhängig sind. Ob der Keller für unterschiedlichste Nutzungsmöglichkeiten herangezogen wird, oder als Platzreserve und Erweiterung des Gebäudes betrachtet wird, die richtige Ausführung des Kellers bleibt natürlich oberstes Ziel. Sowohl die versäumte Errichtung des Kellers als auch dessen mangelhafte Ausführung sollten durch eine gezielte und umsichtige Planung möglichst verhindert werden. Eine nachträgliche Herstellung ist, wenn überhaupt möglich, sehr kostenintensiv; eine Sanierung bzw. nachträgliche Anhebung der bauphysikalischen Qualitäten der Bauteile sind äußerst aufwändig.



### 1.1 Kellerbau-Entwicklung

Die ersten massiv errichteten Wohnhäuser wiesen zum Teil bereits Keller auf. Die Ursachen dafür liegen sicherlich in dem für eine Vorratshaltung günstigen, im Jahreszyklus ausgeglichenen Temperaturverlauf (bedingt durch die Speichermasse des umgebenden Erdreichs) und in der zumeist höheren Tragfähigkeit tieferer Bodenschichten. (Dabei ist zu beachten, dass aufgrund einer Frosttiefe von 0,80 bis 1,20 m in unseren Breiten bei frostgefährdeten Böden Fundamente mindestens in dieser Tiefe unter dem umgebenden Niveau gegründet sein müssen). Bis zum Ende der Gründerzeit (etwa 1918) war es üblich, den Keller als massiven, von einem Gewölbe überdeckten Baukörper zu erstellen. Dabei wurden die tragenden Mauern – soweit dies die Bodenverhältnisse zuließen – auf Streifenfundamenten errichtet. Die Böden der Kellerräume bestanden oft nur aus gestampftem Lehm, was für die Lagerung bestimmter Lebensmittel günstige Raumluftbedingungen ergab. Auch für die Lagerung fester Brennstoffe reichten nicht befestigte Böden zumeist aus.

Gegenwärtig werden Keller überwiegend aus Stahlbeton, Mauerwerk unter Verwendung zementgebundener Steine sowie – in zunehmendem Maße – aus Stahlbeton-Fertigteilen errichtet. Aufgrund der in den letzten Jahren im Zusammenhang mit unerwartet intensiven Niederschlägen zu verzeichnenden Grundwasserschwan- kungen kommt der Abdichtung von Kellerräumen immer größere Bedeutung zu. Gerade im Planungsstadium ist besonders darauf zu achten.



Bild 1: Neben den Schalsteinen für kleinere Bauvorhaben und Stahlbeton werden vermehrt großformatige Stahlbeton-Fertigteile für den Kellerbau eingesetzt (Foto: Firma Katzenberger)

### 1.2 Funktion des Kellers

Einen wesentlichen Faktor für Funktionstüchtigkeit und Gebrauchsfähigkeit eines Wohnhauses stellt die Anzahl, Größe und räumliche Zuordnung der Zubehörräume einer Wohneinheit dar. Diese Räume dienen nicht nur als Abstellräume und zur Vorratshaltung, sondern – vor allem bei Einfamilienhäusern – der Unterbringung der Heizung und des Warmwassererzeugers sowie der Lagerung von festen oder flüssigen Brennstoffen. Im Allgemeinen werden derartige Zubehörräume im Keller untergebracht. Die Errichtung von Schutzräumen in Kellergeschoßen ist aufgrund der Diskussion über grenznahe Kernkraftwerke und der Förderungsrichtlinien einzelner Bundesländer immer noch aktuell. (Auf dieses



Thema wird unter Punkt 7 eingegangen). Die Verwendungsmöglichkeiten für Kellerräume beschränkten sich allerdings nicht nur auf oben genannten Funktionen. Neben der Herstellung einer Garage im Kellergeschoß, hierzu verweisen wir auf die Broschüre „Parkhäuser – aber richtig“ des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie, sind weitere hochwertige Nutzungen möglich. Beispielsweise Klimazentrale oder Wärmespeicher für Niedrigenergiekonzepte, Freizeit und Hobbyräume als „erweiterter Wohnbereich“, auch Räume für den ständigen oder zeitweiligen Aufenthalt von Personen, soweit dies im Rahmen der Bauordnungen sowie der übrigen anzuwendenden Vorschriften (z. B. Arbeitnehmerschutz) möglich ist. Verbunden mit dieser qualitativen Anhebung der Kellerräume sind jedoch höhere Ansprüche an die Ausführung der Umfassungsbauteile, vor allem hinsichtlich der die Behaglichkeit bestimmenden bauphysikalischen Kennwerte und der Belüftung der Kellerräume. Einige Verwendungsmöglichkeiten sowie die resultierenden Anforderungen an die Umfassungs- und Trennbauteile sind in Tabelle 1-1 aufgelistet. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an die Umfassungsbauteile sollte in der Planung des Kellers die zukünftige Nutzung, mögliche Ausbaustufen und Nutzungsänderungen einbezogen werden, da die nachträgliche Anhebung der Bauteilqualitäten mit erheblichem Mehraufwand und Kosten verbunden ist.

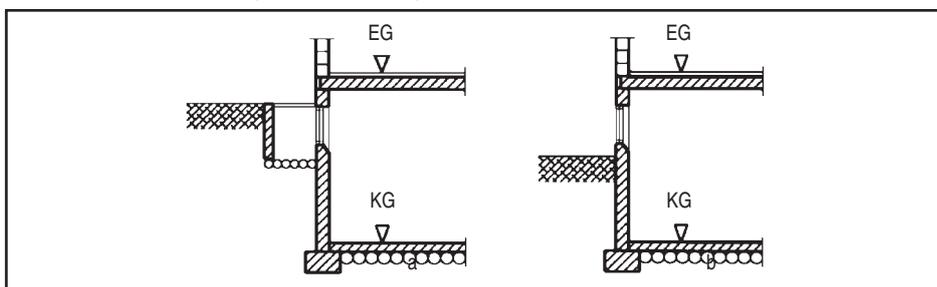
| NUTZUNG                         | RAUMKLIMA   | AUSSENBAUTEILE  | BODEN  | TRENNBAUTEILE  |
|---------------------------------|---|---|--|--|
| Werkstatt, Hauswirtschaftsräume | beheizbar, gute Lüftung                                     | gute Wärmedämmung, wenn möglich direkte Belichtung und Belüftung  | wärmege-dämmt, strapazierfähiger und leicht zu reinigender Belag | gute Schalldämmung, Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume |
| Vorratslager                    | abhängig vom Lagergut; meist keine besonderen Anforderungen | Ausnutzung der Speichermasse des Erdreichs: Wärmedämmung nur im oberflächennahen Bereich                | nutzungsspezifisch, gegebenenfalls Lehm Boden                    | Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume                     |
| Fitnessräume                    | beheizbar, gute Lüftung                                     | gute Wärmedämmung, wenn möglich direkte Belichtung und Belüftung  | wärmege-dämmt, mit hoher Oberflächentemperatur                   | Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume                     |
| Sauna                           | nutzungsspezifisch  | hohe Wärmedämmung, Anschlüsse für Belüftung   | hohe Wärmedämmung  | hohe Wärmedämmung  |
| Schwimmbad                      | beheizbar, gute Lüftung                                     | gute Wärmedämmung, Verhinderung von Oberflächenkondensat, wenn möglich direkte Belichtung und Belüftung | hohe Wärmedämmung, nutzungsspezifische Oberflächen               | Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume                     |
| Brennstofflager                 | meist keine besonderen Anforderungen                        | meist keine besonderen Anforderungen  | abhängig von der Art des Lagergutes                              | Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume                     |
| Schutzraum                      | nutzungsspezifisch; s. Abschnitt „Schutzräume“              | vor allem statische Anforderungen   | siehe Abschnitt „Schutzräume“                                    | siehe Grundrisslösungen im Abschnitt „Schutzräume“                           |

Tabelle 1-1: Nutzungsspezifische Anforderungen an die Umschließungsbauteile von Kellerräumen

### 1.3 Lage und Verlauf des Terrains

Bei ebenem Gelände ist die Frage, wie weit das Kellergeschoß über das Gelände ragen soll, unter Berücksichtigung der Belichtung der Kellerräume durch die zur ausreichenden Belüftung notwendigen Kellerfenster zu klären. In den Grafiken 1-1a und 1-1b sind mögliche Ausformungen dargestellt.

Grafik 1-1: Kellerfenster; a) unter Niveau, b) über Niveau





## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005



Bild 2: Üblicherweise wird die Hauptstiege eines Gebäudes über der Kellerstiege angeordnet. Das erforderliche Steigungsverhältnis ist in den Landesbauordnungen festgelegt. (Foto: Firma Maba)

4

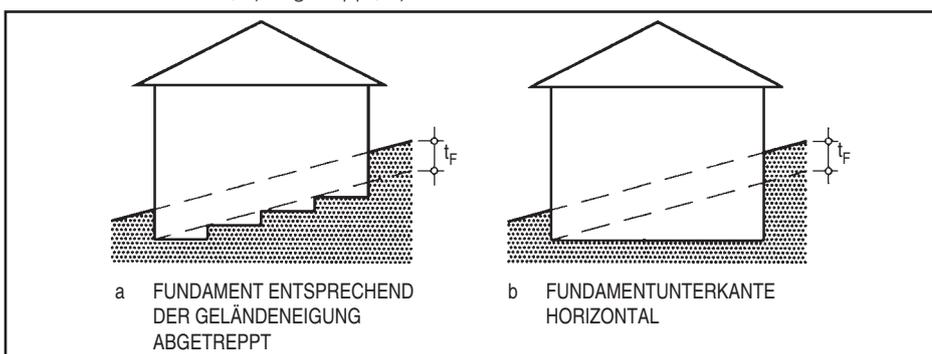
Die Lage der Kellerfenster über dem Niveau geht einher mit einer bessere Belichtung und einem geringerem Aushubvolumen, dabei müssen aber folgende Punkte beachtet werden:

- die architektonische Ausbildung des Sockels muss planerisch geklärt werden
- vor allen Eingängen ins Erdgeschoß ist die Anordnung einer vorgelagerten Außenstiege notwendig
- bei Einbau eines Schutzraumes können sich durch die geringe

Einbindung ins Erdreich Schwierigkeiten ergeben

Bei Gebäuden in Hanglage muss in Abhängigkeit von den Gebäudeabmessungen im Einzelfall entschieden werden, ob die Fundamente abgetreppt (Grafik 1-2a) oder horizontal (Grafik 1-2b) auszubilden sind. Dabei darf die minimale Einbindetiefe die Frosttiefe  $t_F$  nie unterschreiten. Bei getrennten oder abgetrepten Fundamenten sollte der Winkel zwischen der Verbindungslinie der Fundamentkanten und der Hori-

Grafik 1-2: Fundamente; a) abgetreppt, b) eben



zontalen („ideelle Böschungsneigung“) 30° nicht überschreiten. Aufgrund konstruktiver und herstellungstechnischer Überlegungen sollte bei nicht zu steilem Gelände der horizontalen Fundamentunterkante der Vorzug gegeben werden. Denn den im Zusammenhang mit den Gesamtherstellungskosten meist unerheblichen Mehraufwendungen stehen Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Erschließung der Kellerräume (Zwischenstiegen) und der statisch-konstruktiven Fundamentausbildung gegenüber. Dies ist vor allem bei den im Einfamilienhausbau zunehmend ausgeführten durchgehenden Fundamentplatten zu beachten.

### 1.4 Voll- und Teilunterkellerungen

Eine Teilunterkellerung kommt praktisch nur bei eingeschossigen Gebäuden infrage, da hier die minder nutzbaren Kellerräume einen merkbaren Anteil der Gesamtherstellungskosten bedingen.

Die Nachteile einer Teilunterkellerung (unterschiedliche Gründungstiefen und damit unterschiedliche Setzungen) sollten jedoch bei derartigen Überlegungen auf keinen Fall außer Acht gelassen werden.

### 1.5 Erschließung der Kellerräume

Kellerstiegen liegen meist unter der Hauptstiege eines Gebäudes, wobei die weniger aufwändige Gestaltung der Kellerstiege bereits an den von den Landesbauordnungen festgelegten Steigungsverhältnissen erkennbar ist. Die Anforderungen hinsichtlich des Schallschutzes dürfen jedoch auf keinen Fall vernachlässigt werden, da über die massiven Konstruktionen eine Körperschallübertragung in die Wohngeschosse erfolgen kann. Die einfachste Methode zur Trittschalldämmung der Stiegenläufe besteht in einer elastischen Auflagerung der Laufplatten. Da-



bei sind an den seitlichen Anschlüssen der Laufplatten an das Stiegenhausmauerwerk mögliche Schallbrücken durch geeignete Fugenausbildungen zu vermeiden. Entsprechende Konstruktionsvorschläge sind in ÖNORM B 8115, Teil 4 enthalten. Obwohl in den Bauordnungen der Länder keine Festlegungen zur Wärmedämmung von Stiegenläufen, die einen Trennbauteil zwischen beheiztem Erdgeschoß und unbeheiztem Keller darstellen, enthalten sind, sollte im Einzelfall – in Abhängigkeit von der geplanten Nutzung und Heizung – die Notwendigkeit einer Dämmung dieser Konstruktionsteile erwogen werden. Neben der Kellerstiege sollte – sofern es die räumlichen Gegebenheiten zulassen – ein außen liegender, so genannter „Schmutzeingang“ vorgesehen werden, um das Erdgeschoß nicht durch den Transport von Brennmaterial, Gartengeräten etc. zu verunreinigen.

## 1.6 Kosten

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit eines Kellers kann keine allgemein gültige Aussage getroffen werden, da zu viele Faktoren zu berücksichtigen sind. Selbst wenn die für ein spezielles Gebäude unter Berücksichtigung der Bodenkennwerte und des notwendigen Feuchtigkeitsschutzes resultierenden Kosten für das Kellergeschoß einigermaßen genau fixiert werden können, muss immer noch der subjektive Wert, den der Bauherr den im Kellergeschoß unterzubringenden „Zubehörräumen“ beimisst, Berücksichtigung finden. Ein die Kosten relativierender Aspekt ist unter anderem die mögliche Nutzung des Keller als Wärmespeicher. Mit einer entsprechenden architektonischen Gestaltung mit Wintergärten und gezielter Luftzirkulation kann eine Heizkostenreduktion erzielt werden. Wesentlich für die Abschätzung der Kosten für ein Kellergeschoß ist die in der Vorplanungsphase durchzuführen-

rende, möglichst genaue Baugrunderkundung. Neben der Feststellung der mechanischen Bodenkennwerte für die Dimensionierung der Fundamentkonstruktionen sind dabei der langjährig höchste Grundwasserstand sowie die Einstufung des Aushubmaterials nach Bodenklassen zu erheben. (Ebenso können im Rahmen dieser Voruntersuchungen eventuelle Kontaminationen des Baugrundes frühzeitig erkannt werden).

## 1.7 Entwurfsrichtlinien

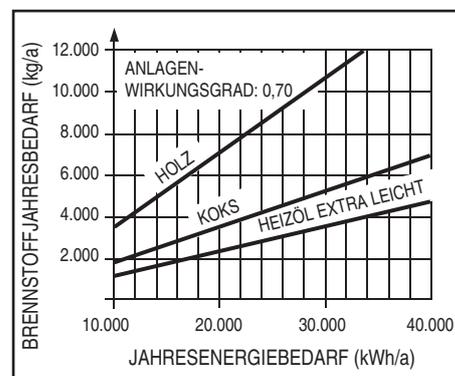
Die Grundrisseinteilung eines Kellergeschosses hängt einerseits von der Raumaufteilung der Wohngeschosse und der daraus resultierenden Lage der tragenden Wände und der Kellerstiege, andererseits von den aus der geplanten Raumnutzung im Keller resultierenden Anforderungen ab. Dabei sind folgende Faktoren zu beachten:

- kurze Transportwege für Vorratsgüter zum Stiegenhaus und feste Brennmaterialien zum Heizraum
- Trennung der Raumgruppen nach „Temperaturzonen“, wobei die höher temperierten Räume um den Heizraum und gegebenenfalls um das beheizte Stiegenhaus zu gruppieren sind
- Anordnung der zu belüftenden und gegebenenfalls natürlich zu belüftenden Räume an der Außenfassade, bei Gebäuden in Hanglage an der weiter aus dem Boden ragenden Gebäudefront
- Beachtung der Sicherheitskriterien im Zusammenhang mit der Lagerung flüssiger Brennstoffe

Im Folgenden sollen einige wichtige nutzungsabhängige Bedingungen angeführt werden.

### 1.7.1 Brennstofflager

Obwohl Lagerräume für feste Brennstoffe in den letzten Jahren (mit Aus-



Grafik 1-3: Brennstoffjahresbedarf in Abhängigkeit des Jahresenergiebedarfes für häufig verwendete Energieträger

nahme der Lagerung von Brennholz) eher an Bedeutung verloren haben, sollen einige wesentliche Raumforderungen erwähnt werden: Die Umfassungswände sind in jedem Fall aus brandbeständigen Bauteilen herzustellen; die Raumgrößen ergeben sich aus dem Jahresenergiebedarf der zu versorgenden Wohneinheit. Überschlägige Anhaltswerte dazu sind in Grafik 1-3 zusammengestellt, wobei zumindest bei Neubauten das Einlagerungsvolumen dem Verbrauch einer Heizperiode entsprechen sollte. Um die Einbringung fester Brennstoffe zu erleichtern, sollte das Brennstofflager möglichst nahe am Schmutzeingang angeordnet oder mit einem eigenen Einwurfschacht ausgestattet werden. Bei Lagerung flüssiger Brennstoffe sind die Bestimmungen der Landesgesetze (Regelungen meist in den Bauordnungen) anzuwenden.

### 1.7.2 Heizräume

Heizräume sollten leicht erreichbar und zugänglich in der Nähe der Kellerstiege angeordnet werden. Der Kamin darf nicht in eine Außenmauer integriert werden. Um Lärmbelästigungen zu vermeiden, sollte der Heizraum nicht unmittelbar unter Schlaf- oder Aufenthaltsräumen des Erdgeschosses liegen. Die Umfassungsbauteile sind



Tabelle 1-2: Empfohlene Heizraumgröße in Abhängigkeit von der Heizleistung

|                               |        |        |        |       |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Heizleistung in kW            | ≤ 20   | ≤ 50   | ≤ 100  | ≤ 500 | ≤ 1000 |
| Grundfläche in m <sup>2</sup> | ≥ 10   | ≥ 15   | ≥ 25   | ≥ 45  | ≥ 70   |
| Lichte Höhe in m              | ≥ 2,25 | ≥ 2,25 | ≥ 2,50 | ≥ 3,0 | ≥ 3,0  |

Tabelle 1-3: Mindestquerschnitte für Zu- und Abluftöffnungen

| Brennstoff                   | Mindestquerschnitt in cm <sup>2</sup> | Querschnitte für Zu- und Abluft   |
|------------------------------|---------------------------------------|---|
| Feste Brennstoffe und Heizöl | 625                                   | 15/25 cm<br>Zuluft: mind. 50 % des Kaminquerschnittes<br>Abluft: mind. 25 % des Kaminquerschnittes    |
| Gas                          | 350                                   | ≤ 93 kW Heizleistung: 350 cm <sup>2</sup> > 93 kW Heizleistung: +5 cm <sup>2</sup> je weitere 1,16 kW |

brandbeständig auszuführen, der Fußbodenbelag ist aus nicht brennbarem Material herzustellen. Tabelle 1-2 beinhaltet Näherungswerte für Heizraumgrößen in Abhängigkeit von der Heizleistung.

### 1.7.3 Schutzräume

Die baulichen Vorkehrungen für den Einbau oder die nachträgliche Einrichtung von Schutzräumen im Kellergeschoß werden im Abschnitt 7 „Schutzräume“ behandelt. Dabei ist auf die besondere Problematik der bundesländerspezifischen Gesetzgebung sowohl im Zusammenhang mit den technischen als auch mit den Förderbestimmungen zu verweisen.

### 1.7.4 Kellerstiegen

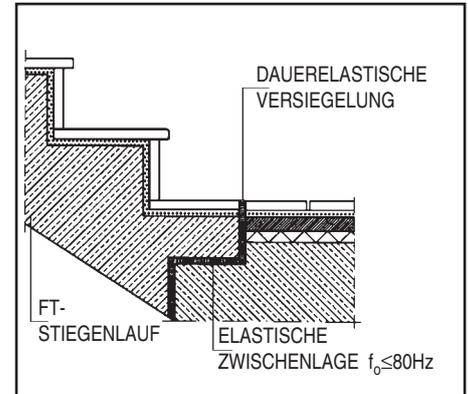
Die Abmessungen von Kellerstiegen werden in den Landesbauordnungen und in der entsprechenden ÖNORM B 5371 (Stiegen-Abmessungen), an der sich die meisten Landesbauvorschriften orientieren, geregelt. Bei Verwendung von Kellerräumen im Zusammenhang mit Betriebsstätten sind weitere Bestimmungen, vor allem des Arbeitnehmerschutzes, zu beachten. In Ein- und Zweifamilienhäusern werden in der-

Regel nutzbare Laufbreiten von mind. 90 cm, Stufenbreiten von mind. 25 cm und Stufenhöhen von max. 20 cm vorgeschrieben. Da die Trittstufen von Kellerstiegen meist keine besondere Verkleidung erhalten, eine zweischalige Ausführung des Kellermauerwerkes aus wirtschaftlichen Überlegungen und Platzgründen nicht in Frage kommt, muss die Trittschalldämmung durch elastische Auflagerung der Laufplatten erfolgen. Eine schematische Darstellung der Auflagerdetails (in Übereinstimmung mit den Anforderungen laut ÖNORM B 8115, Teil 4) ist in Grafik 1-4 dargestellt.

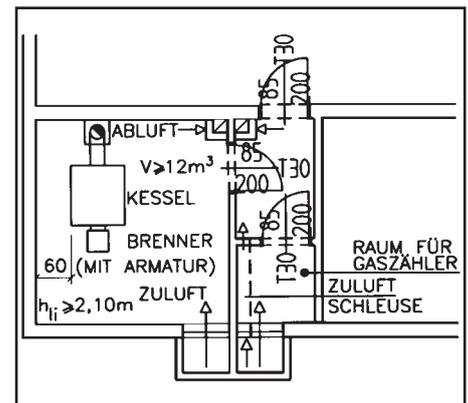
### 1.7.5 Grundrisslösungen

Grundrisslösungen für Kellergeschosse sollten mit der Aufteilung der tragenden Wände in den darüber liegenden Wohngeschossen korrespondieren. In den Grafiken 1-5 und 1-6 sind daher nur Teilgrundrisse im Zusammenhang mit speziellen Raumnutzungen dargestellt.

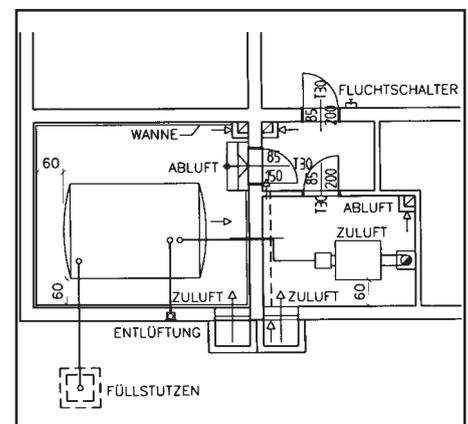
Mindestquerschnitte für Zu- und Abluftöffnungen sind in Tabelle 1-3 angeführt.



Grafik 1-4: Elastische Auflagerung eines Stiegenlaufes zur Vermeidung von Trittschallübertragung (nach ÖNORM B 8115/T 4)



Grafik 1-5: Heizraum bei Gasfeuerung



Grafik 1-6: Heiz- und Öltankraum für ein Einfamilienhaus mittlerer Größe



## 2 Konstruktion – Baustoffe

### 2.1 Fundamente

Die Gründung eines Bauwerkes hängt im Wesentlichen von folgenden Einflussfaktoren ab:

- zulässige Bodenpressungen und abzutragende Lasten
- Frosttiefe
- Grundwasserverhältnisse

Aus wirtschaftlichen Überlegungen sind zusätzlich die Bodenklasse, die die Bearbeitbarkeit des Baugrundes beschreibt, sowie eventuelle Verunreinigungen des Aushubmaterials zu beachten.

#### 2.1.1 Baugrund

Das rasche Anwachsen der bebauten Flächen und die Ausbreitung des Verkehrs zwingen dazu, auch geologisch weniger geeignete Böden als Bauland zu widmen. Nur eine vor Planungsbeginn durchgeführte Feststellung der Beschaffenheit des Baugrundes kann daher sichere Grundlagen für die Konzeption einer optimalen Fundierung bringen. Durch rechtzeitige Bodenerkundung können Umplanungen sowie Bauverzögerungen verhindert werden. So bleibt es dem Bauherrn erspart, das Risiko zusätzlicher Kosten auf sich zu nehmen. Wichtig und bei zahlreichen kleineren Bauvorhaben ausreichend ist dabei die Verwertung von Erfahrungen, die bereits bei benachbarten Bauwerken gemacht wurden sowie – falls möglich – die Einsichtnahme in Aufzeichnungen über die Baugrundverhältnisse (Baugrundkataster). In der Tabelle 2-1 sind einzelne Bodenklassen angeführt. Bei kleineren Bauvorhaben erscheint es in den meisten Fällen nicht sinnvoll, engmaschige Baugrunduntersuchungen durchzuführen. Es genügen oft Erkundungsgräben, um entsprechenden Aufschluss zu erhalten.

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten ist eine möglichst genaue Eingrenzung

| BODEN-KLASSE | Bezeichnung, Beschreibung  | Lösegerät                        |
|--------------|--|----------------------------------|
| 1            | Mutterboden: Oberste Schicht des belebten Bodens.  | Stichschaufel, Spaten            |
| 1            | Zwischenboden: Intensiv gefärbter Boden zwischen Mutterboden und Mineralboden.   | Stichschaufel, Spaten            |
| 2            | Wasserhaltender Boden (Schöpfungsboden): Boden mit hohem Wassergehalt, breiige bis fließende Beschaffenheit. Das Wasser wird schwer abgegeben (z.B. Schlamm).  | Schlamm-schaufel, Schöpfgefäß    |
| 3            | Leichter Boden (loser Boden): Besteht aus nichtbindigen Sanden und Kiesen bis zu 70 mm Korngröße, bei denen keine oder nur eine schwache Bindung infolge eines nur geringen Tonanteiles besteht.   | Wurfschaufel                     |
| 4            | Mittelschwerer Boden (Stichboden): Besteht aus mittelbindigen Böden, die zufolge mäßigen Tonanteiles, mittlerer Lagerungsdichte und mittleren natürlichen Wassergehaltes einen erheblichen Zusammenhalt aufweisen.   | Stichschaufel, Spaten            |
| 5            | Schwerer Boden (Hackboden): Besteht aus Bodenarten mit festem Zusammenhalt und zäher Beschaffenheit, größerer Lagerungsdichte und höherem natürlichen Wassergehalt.  | Krampen, Spitz- und Breithacke   |
| 6            | Leichter Fels (Reißfels) und Schrämboden: Besteht aus locker gelagertem Gestein, das stark klüftig, bröckelig, brüchig, schiefrig oder verwittert ist, aus Sand oder Kiesel-schichten, die durch chemische Vorgänge verfestigt sind, oder aus Mergelschichten, die mit Steinen über 200 mm Durchmesser stark durchsetzt sind, sowie aus Blockwerk, Moränen oder Schlackenhalde.  | Meißel und Schlegel, Brechstange |
| 7            | Schwerer Fels: Besteht aus festgelagertem Gestein der Bodenklasse 6, das händisch nicht mehr lösbar ist; hierzu zählen auch Findlinge und Gesteinstrümmer über 0,1 m <sup>3</sup> Rauminhalt.  | Lösbar durch Sprengen            |
| 7            | Klebrige Böden: Böden von stark klebriger Beschaffenheit der Bodenklasse 3-5 mit einem höheren Wassergehalt. Stark klebrige Beschaffenheit ist dann gegeben, wenn sich der auf der Wurfschaufel befindliche Boden vom Gerät nur mit Hilfe eines weiteren Gerätes (Spachtel) ablösen läßt. Die stark klebrige Beschaffenheit solcher Böden wird als Erschwernis bei der Förderung dieser jeweiligen Bodenart berücksichtigt | ---                              |

Tabelle 2-1: Bodenklassen

der zu erwartenden Bodenklasse(n) anzustreben. Nach ÖNORM B 2205 (Erdarbeiten Werkvertragsnorm) werden Böden nach der Bearbeitbarkeit in mehrere Bodenklassen unterteilt. Die angeführten kennzeichnenden Lösegeräte bei händischer Arbeit sind dabei nur als Klassifizierungsmerkmale einzustufen.

#### 2.1.2 Einwirkungen

Mittlere Bauwerklasten in Abhängigkeit von der Konstruktionsart sind in Tabelle 2-2 zusammengestellt. Die sich

aus dem Erddruck auf die Kelleraußenwände ergebenden horizontalen Kräfte werden im Zusammenhang mit den Kellerwänden behandelt.

#### 2.1.3 Zulässige Bodenpressungen

Zulässige Belastungen von Flächen Gründungen werden in ÖNORM B 4430, Teil 1 angegeben (Auszüge in den folgenden Tabellen), wobei folgende Voraussetzungen zu beachten sind:

- gleichmäßige Baugrundverhältnisse bis zu einer Tiefe t unter Funda-



mentsohle ( $t = 2 \times$  Fundamentbreite  $b$  bzw.  $t \geq 0,5$  m)

- überwiegend statische Beanspruchung (Tabelle 2-2)
- Grundwasserspiegel mindestens um  $b$  (Fundamentbreite) unter Fundamentsohle
- Einschränkung auf Bauwerke mittlerer Setzungsempfindlichkeit. Überschlägig können nach Tabelle 2-3 bis 2-5 Ansätze für zulässige Bodenpressungen getroffen werden (Voraussetzung: frostfreie Gründungssohle, Gründung oberhalb des Grundwasserspiegels, Mindestabmessungen lt. Norm)

Siehe weiters Tabelle 2-6: Grenzwerte für zulässige Bodenpressung.

Besondere Bedeutung kommt bei der Bodenerkundung der Auffindung von setzungsempfindlichen Schichten zu, um spätere Risse am Gebäude zu vermeiden. Reicht die Tragfähigkeit des anstehenden Bodens nicht aus, um die Bauwerklasten aufnehmen zu können, ist anstelle der Ausführung von Tiefgründungen unter Umständen eine Bodenverbesserung wirtschaftlich günstiger. Folgende Alternativen stehen zur Auswahl:

- Bodenaustausch: ungeeignete Böden, wie weicher Schluff, Anschüttungsmaterial oder organischer Boden werden durch nichtbindiges Material ersetzt. Das Austauschmaterial ist in Lagen von 30 bis 40 cm einzubringen und zu verdichten.
- Verdichtung: Durch Verdichtung kann eine unzureichende Lagerungsdichte erhöht werden. Bei nichtbindigen Böden werden Oberflächen-, oder Tiefenrüttler eingesetzt; bindige Böden können durch Stopfverdichtung unter Beigabe von Kies bzw. Schotter verbessert werden.
- Injektionen: Die Tragfähigkeit von nichtbindigen Böden oder von klüftigem Fels kann durch Injektion von

| BAUWERKSTYP-KONSTRUKTIONSART                  | Sohnnormalspannung<br>zufolge Eigengewicht<br>bezogen auf die verbaute<br>Grundfläche $\sigma_0$<br>[MN/m <sup>2</sup> = N/mm <sup>2</sup> ] | Sohnnormalspannung<br>zufolge Gesamtlast<br>bezogen auf die verbaute<br>Grundfläche $\sigma_0$<br>[MN/m <sup>2</sup> = N/mm <sup>2</sup> ] |
|---|--|--|
| Je Geschoß<br>(Keller + Dach = ein Geschoß)   | 0,015 - 0,020  | ---  |
| Zweistöckiges Wohnhaus<br>(Siedlungshaus)     | 0,025 - 0,035  | 0,03 - 0,04  |
| Vierstöckiges Wohn- oder Bürohaus<br>(massiv) | 0,07 - 0,09  | 0,09 - 0,12  |

Tabelle 2-2: Vorbemessungswerte für die Sohnnormalspannung (bezogen auf die verbaute Grundfläche)

| EINBINDETIEFE $t$ in m | Zul. mittlere Bodenpressung in MN/m <sup>2</sup> (= N/mm <sup>2</sup> )<br>bei Streifenfundamenten mit Breiten von: |       |       |       |       |       |
|------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|                        | 0,5 m   | 1,0 m | 1,5 m | 2,0 m | 2,5 m | 3,0 m |
| 0,5                    | 0,20  | 0,27  | 0,31  | 0,33  | 0,34  | 0,35  |
| 1,0                    | 0,27  | 0,33  | 0,36  | 0,38  | 0,39  | 0,40  |
| 1,5                    | 0,34  | 0,39  | 0,41  | 0,43  | 0,44  | 0,45  |
| 2,0                    | 0,40  | 0,45  | 0,47  | 0,48  | 0,49  | 0,50  |

Tabelle 2-3: Zulässige mittlere Bodenpressung für nichtbindigen Baugrund

| BODENART                       | Zul. mittlere Bodenpressung in MN/m <sup>2</sup> (= N/mm <sup>2</sup> )<br>bei Streifenfundamenten mit Breiten von 0,5 bis 2,0 m<br>für Einbindetiefen von: |       |       |       |       |
|--------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
|                                | Konsistenz  | 0,5 m | 1,0 m | 1,5 m | 2,0 m |
| Schluff und<br>toniger Schluff | steif   | 0,12  | 0,15  | 0,18  | 0,20  |
| Gemischtkörniger<br>Boden      | halbfest  | 0,16  | 0,20  | 0,23  | 0,25  |
|                                | steif   | 0,15  | 0,18  | 0,21  | 0,23  |
|                                | halbfest  | 0,22  | 0,26  | 0,31  | 0,35  |

Tabelle 2-4: Zulässige mittlere Bodenpressung bei bindigen Böden

| LAGERUNGS-ZUSTAND                              | Zulässige Pressungen in MN/m <sup>2</sup> (= N/mm <sup>2</sup> ) bei Gründungen<br>auf Fels, in Abhängigkeit vom Zustand des Gesteins: |   |
|--|--|---|
|  | nicht brüchig, nicht oder nur<br>wenig angewittert   | brüchig, oder mit deutlichen<br>Verwitterungsspuren |
| Fels in gleichmäßig<br>festem Verband          | 4,0  | 1,5   |
| Fels in wechselnder<br>Schichtung oder klüftig | 2,0  | 1,0   |

Tabelle 2-5: Zulässige Pressungen bei felsigem Untergrund

- Zementsuspensionen oder gelierenden Lösungen erhöht werden.
- Hochdruckbodenvermörtelung: Dieses Verfahren wird vor allem bei der Unterfangung von Bestandsobjekten eingesetzt. Der anstehende nichtbindige Boden wird dabei mit Hochdruckwasserspülung gelöst und mit Zementsuspension gebunden.

| BODENART           | Zulässige Pressung<br>in kN/m <sup>2</sup><br>(Grenzwerte) |
|--------------------|--|
| Bindige Böden      | 120 - 350  |
| Nichtbindige Böden | 200 - 500  |
| Fels               | 1000 - 4000  |

Tabelle 2-6: Grenzwerte für zulässige Bodenpressungen



## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005



Bild 3: Zulässige Bodenpressungen, Grundwasserverhältnisse und Frosttiefe sind die wesentlichen Faktoren für die Gründung von Bauwerken (Foto: Firma Oberndorfer/Werbeagentur Herzog, Linz)

### 2.1.4 Frosttiefe

In Österreich liegt die Frosttiefe im Durchschnitt bei etwa 0,80 bis 1,00 m, wobei regional höhere Werte zu beachten sind. Bei frostsicherem Boden sollte die Gründungstiefe mindestens 50 cm unter Niveau betragen, bei frostgefährdeten Böden ist die Fundamentsohle unbedingt unter der Frosttiefe anzuordnen. Als frostsicher sind dabei lehmfreier Kies und Sand einzustufen, frostgefährdet hingegen sind alle Böden mit Anteilen von Lehm, Ton, Schluff und Löss. Die frostgefährdeten Böden bilden beim Gefrieren getrennte Lagen von Erdstoff und Eiskristallen. Aus dem Grundwasser durch Kapillarströmungen zur Frostgrenze aufsteigendes Wasser lässt diese „Eislinsen“ anwachsen. Durch die Volumsvergrößerung des Wassers beim Gefrieren wird der Boden angehoben und/oder seitlich verschoben. Besonders während der Bauarbeiten sind die Gefahren, die beim Gefrieren frostgefährdeter Böden entstehen können, zu beachten; durchgefrorene Baugrubenböschungen aus frostgefährdetem Material können bei

zu großem Böschungswinkel beim Auftauen abrutschen. Reicht die Baugrube bis an die Kellermauern oder an die Fundamente eines benachbarten Gebäudes, muss bei tiefen Temperaturen durch Abdeckung verhindert werden, dass der Frost bis unter die Fundamente des Nachbarhauses dringt. Bei Bauten in frostgefährdeten Böden ist die Gründungssohle nicht nur bis zum Erhärten der Fundamente, sondern während der gesamten Bauarbeiten frostfrei zu halten. Ebenso muss ein Eindringen des Frostes von außen unter die Kelleraußenwände verhindert werden. Diese sind daher möglichst rasch mit frostsicherem Material zu hinterfüllen, was jedoch erst nach dem Betonieren der Kellerdecke und nach Fertigstellung der aussteifenden Innenwände geschehen sollte, da die Kelleraußenwand andernfalls noch nicht ausreichend abgestützt ist.

### 2.1.5 Konstruktionshinweise

Im Zusammenwirken von Gesamtgebäude und Baugrund können – unter Voraussetzung einer näherungsweise starren Konstruktion – die in Grafik 2-1 zusammengestellten Schäden oder Mängel auftreten. Ungleichmäßige Setzungen eines Bauwerkes können zu Risschäden am Gebäude oder an benachbarten Konstruktionen führen. Mögliche Ursachen für derartige Risschäden sind unter anderem (Grafik 2-2):

- zu große Gebäudelängen
- unterschiedliche Bodenverhältnisse, jeweils im Zusammenwirken mit unzureichender Gebäudesteifigkeit
- Drucküberlagerung durch Nachbarbauwerke
- ungleiche Gründungstiefen benachbarter Gebäude
- ungleiche Mächtigkeit setzungsempfindlicher Böden.

Bei kleineren Objekten ist auch ein Gleiten von Streifenfundamenten nicht

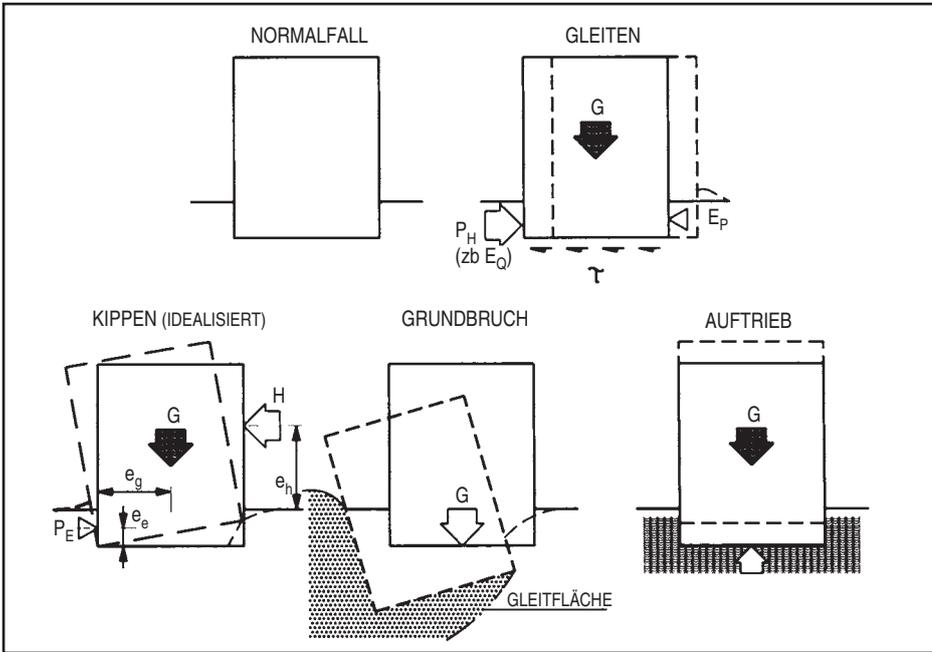
auszuschließen. Dieses kann beispielsweise dann auftreten, wenn nach dem Einbau der Kellerdecke, jedoch vor der Herstellung einer den Fuß der Wand aussteifenden Unterbetonschicht, die Außenwand hinterfüllt wird (Grafik 2-3). Bei Fundamentplatten werden derartige Schäden vermieden. Dass diese Fundierungsart in letzter Zeit immer häufiger ausgeführt wird, liegt in weiteren Vorteilen gegenüber Einzel- und Streifenfundamenten begründet:

- sobald die Fundamentplatte betoniert ist, kann von einer sauberen und ebenen Fläche aus weitergearbeitet werden
- die für die Herstellung der Kellerdecke gegebenenfalls notwendigen Unterstellungen können ohne Einschränkungen ausgeteilt sowie problemlos und setzungsfrei fundiert werden
- die Bodenpressungen unter einer Fundamentplatte sind im Gegensatz zu Streifen- oder Einzelfundamenten geringer und ausgeglichen (Grafik 2-4)
- die Ausnutzung von Fundamentplatten als Wärmespeicher bei Nutzung von Solarenergie gewinnt zunehmend an Bedeutung. Zur Aufnahme der Biegemomente sind Fundamentplatten zu bewehren. Im Einfamilienhausbau wird in der Regel mit Plattenstärken von 20 bis 30 cm das Auslangen zu finden sein, bei Platten mit großen Spannweiten zwischen den lasttragenden Bauteilen kann gegebenenfalls eine Aufvoutung unter den Wänden und Stützen vorgesehen werden. Die Bemessung erfolgt nach dem Bettungsmodul- oder Steifezifferverfahren, bei kleineren Gebäuden nach vereinfachten Verfahren. Fundamente, die betonangreifenden Wässern und Böden ausgesetzt sind, müssen aus beständigem Beton gemäß ÖNORM B 4710-1 (ÖNORM B 4200-10) („Be-



## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005



Grafik 2-1: Versagensmöglichkeiten

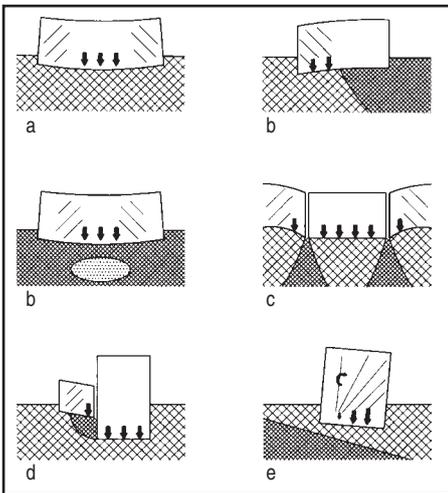
ton mit hohem Widerstand gegen chemischen Angriff“) ausgeführt werden. Eine zweckmäßige Form, ein Gebäude zu erden, bieten so genannte Fundamenterder gemäß ÖNORM B 2790, deren Verlegung von konzessionierten Elektroinstallationsfirmen zu erfolgen hat. Hinsichtlich der dafür notwendigen baulichen Vorkehrungen sind die Bestimmungen der ÖNORM B 2237 („E-Installationen – bauliche Vorkehrungen“) und ÖNORM B 5432 (E-Installationen, Fundamenterder) zu beachten.

### 2.2 Kelleraußenwände

#### 2.2.1 Belastungen

Neben den lotrechten Lasten aus dem Eigengewicht der Bauteile (Wände, Decken, Dachkonstruktion) und den Nutzlasten wirken auf die Kellerwände horizontale Kräfte aus dem Erd- und gegebenenfalls aus dem (Grund-) Wasserdruck. Die Größe der horizontalen Beanspruchung aus dem Erddruck

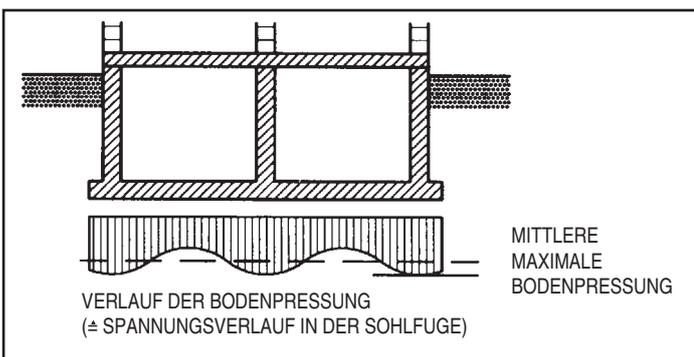
10



Grafik 2-2: Risschäden als Folge von Setzungen des Baugrundes

Grafik 2-3: Versagen durch Gleiten eines Streifenfundamentes

Grafik 2-4 (unten): Bodenpressung unter einer Fundamentplatte



SCHNITT (SCHEMATISCH) DURCH DIE KELLERWAND

STATISCHES ERSATZSYSTEM IN DER SCHNITTEBENE

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \lambda_a \cdot \gamma \cdot h^2$$

$$0,25 \leq \lambda_a \leq 0,55$$

$$15^\circ \leq \varphi \leq 33^\circ$$

$$\frac{1}{2} \varphi \leq \delta \leq \frac{2}{3} \varphi$$

$E_a$ ..... RESULTIERENDE DES AKTIVEN ERDDRUCKS  
 $\delta$ ..... WANDREIBUNGSWINKEL  
 $\varphi$ ..... REIBUNGSWINKEL

---

VERSAGEN DER KONSTRUKTION DURCH GLEITEN DES FUNDAMENTES

GEWACHSENER BODEN

$E_a$ ..... RESULTIERENDE DES AKTIVEN ERDDRUCKS



## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005

| Wandbaustoff/Bauweise                                 | Tragfähigkeit (vertikale Kräfte)                                       | Plattentragwirkung (Übertragung horizontaler Kräfte)                    |
|---|--|---|
| Ortbeton  | leicht zu erfüllen (abhängig von Betonfestigkeitsklasse)               | möglich (durch Bewehrung sicherzustellen)                               |
| Großformatige Fertigteile                             | leicht zu erfüllen (abhängig von Betonfestigkeitsklasse und Bewehrung) | möglich (Plattengröße muss Geschoßhöhe/Querscheibenabstand entsprechen) |
| Schalungssteine                                       | leicht zu erfüllen (abhängig von Betonfestigkeitsklasse)               | möglich (durch Bewehrung sicherzustellen)                               |
| Mauersteine (Hohlblocksteine, Leichtbeton-Vollsteine) | zu erfüllen (abhängig von Mauerwerksart und Mauerstärke)               | eventuell möglich (Überdrückung der Biegespannungen durch Normalkräfte) |

| BEZEICHNUNG | Länge [cm] | Dicke [cm] | Höhe [cm] |
|-------------|------------|------------|-----------|
| SS 15       | 50         | 25         | 15        |
| SS 20       | 50         | 25         | 20        |
| SS 25       | 50         | 25         | 25        |
| SS 30       | 50         | 25         | 30        |
| S 20        | 60         | 23         | 20        |
| S 25        | 60         | 23         | 25        |
| S 30        | 60         | 23         | 30        |
| S 35        | 50         | 23         | 35        |

Tabelle 2-8: Typische Schalsteinformate

Tabelle 2-7: Konstruktive Bewertung der Keller-Wandbauweisen

hängt von den Bodenkenwerten der Arbeitsgrabenhinterfüllung und von der Einbindetiefe des Kellers ins Erdreich ab. Liegt der höchste Grundwasserspiegel über der Fundamentsohle, so werden zusätzliche Einwirkungen aus dem Wasserdruck wirksam. (In Grafik 2-3 wird vereinfacht die Wirkung des aktiven Erddrucks bei Gründung über dem höchsten Grundwasserspiegel verdeutlicht). Die horizontalen Kräfte können nur durch Plattenwirkung der Wandelemente oder durch „Überdrückung“ durch entsprechend hohe Auflasten in Fundamentkonstruktion und Kellerdecke sowie in die aussteifenden Querwände übertragen werden. Eine qualitative Bewertung der infrage kommenden Wandbaustoffe bzw. Bauweisen ist in Tabelle 2-7 skizziert.

### 2.2.2 Baustoffe

Bei Verwendung zementgebundener Baustoffe kann (siehe Tabelle 2-8) eine der folgenden Bauweisen zur Herstellung der Kelleraußenwände herangezogen werden:

- Ortbeton (bewehrt oder unbewehrt)
- Wände aus großformatigen Fertigteilen („Fertigkellersystem“)
- Doppelwände bzw. Hohlwandelemente
- Schalsteinmauerwerk

- Mauerwerk aus Hohlblocksteinen
- Mauerwerk aus Leichtbeton-Vollsteinen

#### 2.2.2.1 Kelleraußenwände aus Ortbeton

Vor allem im mehrgeschossigen Wohnhausbau werden Keller häufig in Ortbetonbauweise errichtet, wobei bei größeren bebauten Grundflächen der Schalungsaufwand weniger ins Gewicht fällt. Die Biegebeanspruchung infolge Erddruckes kann durch Bewehrung der Außenmauern trotz geringer Wanddicken (ab 20 cm) aufgenommen werden. Im Einfamilienhausbau werden Ortbeton-Kellerwände im Allgemeinen aus unbewehrtem Beton (Festigkeitsklasse C 8/10 bis C 12/15) hergestellt. Dabei ist zu beachten, dass Beton dieser Festigkeitsklassen nicht wasserundurchlässig ist und daher in jedem Fall durch eine Feuchtigkeitsabdichtung geschützt werden muss. Durch Verwendung geeigneter Schalungssysteme kann der bei Ortbetonbauweise oft maßgebende Schalungsaufwand erheblich gesenkt werden.

#### 2.2.2.2 Fertigteilwände

Als Alternative zu den herkömmlichen Methoden des Wandbaues im Keller erlangten raumhohe Fertigteile in den letzten Jahren einen erheblichen Marktanteil. Die vorgefertigten Wandplatten

werden mit eingebauten Zargen an Ort und Stelle versetzt und mit den aufgesetzten Deckenelementen in einem Zug vergossen. Dadurch kann die Arbeitszeit auf der Baustelle bedeutend verkürzt werden. Am Fußpunkt der Wandelemente erfolgt die Krafteinleitung in die Fundamente durch eine formschlüssige Verbindung (Grafik 2-5) bzw. durch einen bewehrungsmäßigen Anschluss, der Verbund mit den Deckenelementen und den aussteifenden Querwänden über nachträglich vergossene, bewehrte Roste und Stoßfugen (Grafik 2-6). Im Einfamilienhausbau werden Fertigkeller vor allem in Verbindung mit Fertighäusern zunehmend eingesetzt.

#### 2.2.2.3 Doppelwände

Immer häufiger werden auch Doppelwände verwendet, da die Schalungsarbeit entfällt, die Verbindungen der Elemente untereinander bzw. der Elemente mit Boden- und Deckenplatte aber einfacher herzustellen sind als bei Fertigteilwänden. Die Wandelemente bestehen aus zwei werkseits durch so genannte Gitterträger verbundene Wandschalen, die aus Stahlbeton hergestellt werden. Der Zwischenraum wird mit Ortbeton verfüllt, die Konstruktion entspricht dann einer massiven Wandkonstruktion. Die Schalen können



auch aus Leichtbeton oder Faserbeton hergestellt werden. Einige Hersteller bieten die Wandelemente mit einer integrierten Wärmedämmung an. Mit Doppelwänden können auch so genannte „Weiße Wannen“ (s. Kapitel 6.9.2) hergestellt werden.

#### 2.2.2.4 Wände aus mit Beton verfüllten Schalungssteinen

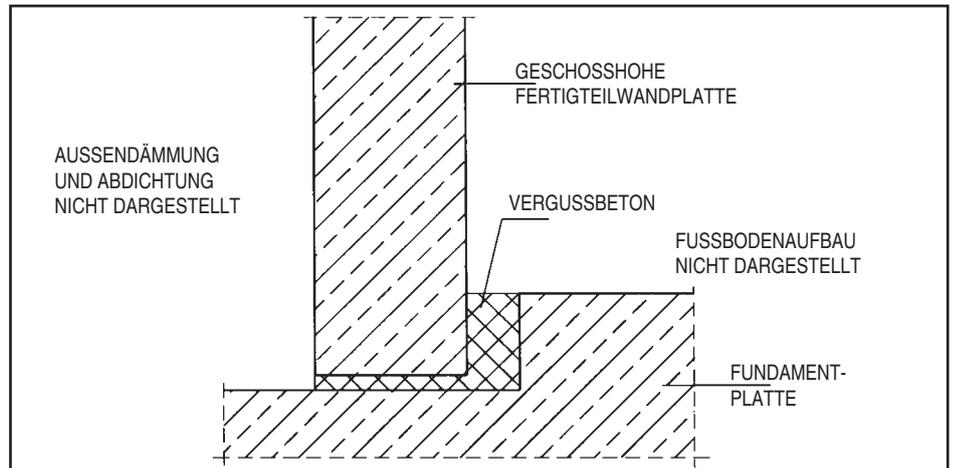
Bei Kleinwohnhäusern wird wegen des hohen Schalungsaufwandes bei herkömmlicher Bauweise oft einem Schalsteinmauerwerk der Vorzug gegeben. Die kraftschlüssige Verbindung mit dem Fundament wird dabei meist durch Einbau von Steckseisen hergestellt. Einige der derzeit angebotenen Steingrößen sind in Tabelle 2-8 zusammengestellt. Die Füllbetonmenge beträgt bei 15 cm Steindicke etwa 75 l/m<sup>2</sup>, bei 40 cm Steindicke etwa 300 l/m<sup>2</sup>. Der statisch wirksame Kern besteht aus Normalbeton. Mantelsteine werden auch aus Leichtbeton gefertigt; einige Hersteller bieten auch Mantelsteine mit integrierter Wärmedämmung an.

#### 2.2.2.5 Wände aus Hohlblocksteinen

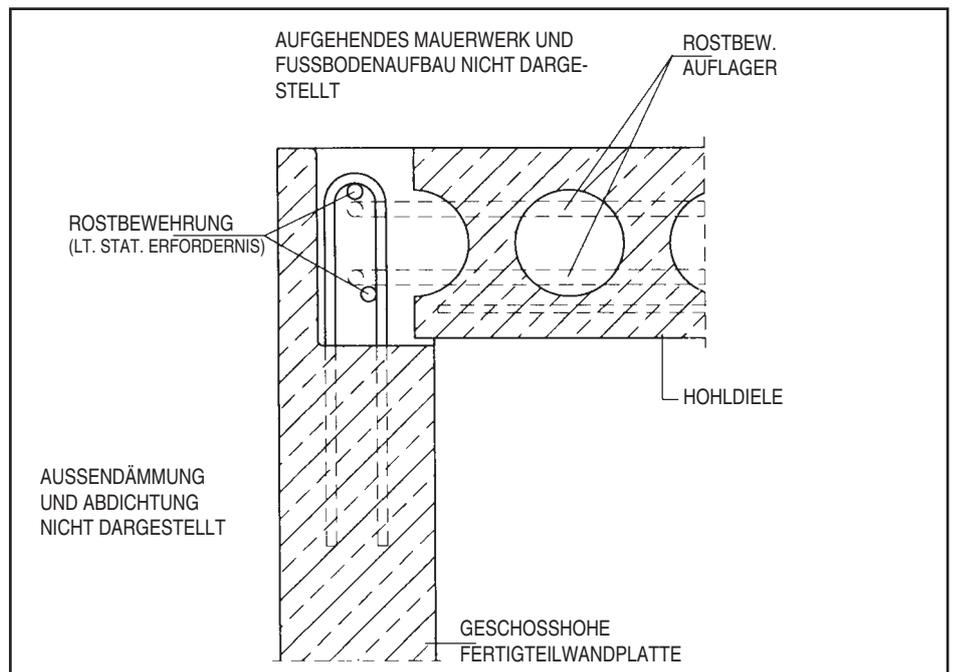
Hinsichtlich der Verarbeitung und der konstruktiven Vorkehrungen ist - ebenso wie bei den anderen kleinformatigen Wandbausteinen – ÖNORM B 3350 zu beachten. Hohlblocksteine werden nach ihren Zuschlägen bezeichnet, wobei in Österreich vor allem folgende Leichtbeton-Zuschläge verwendet werden:

- Blähton
- Hüttenbims
- Ziegelsplitt

Der wesentliche Vorteil gegenüber Wänden aus Mantelsteinen besteht in der kürzeren Arbeitszeit bei der Errichtung der Kellerwand. Diesem Vorteil stehen jedoch die geringere Tragfähigkeit bei gleicher Wanddicke und der meist höhere Materialpreis gegenüber. Abmessungen und Steingeometrie



Grafik 2-5: Fertigteilkeller: Anschluss der geschosshohen vollen Außenwandelemente an die Fundamentplatte (Hohlwände oder Doppelwände erhalten üblicherweise einen bewehrungsmäßigen Anschluss)



Grafik 2-6: Fertigteilkeller: Anschluss der geschosshohen Außenwandelemente an die (aussteifen-de) Massivdecke (System MABA)

variieren je nach Hersteller, wobei die Maximalabmessungen durch das Steingewicht limitiert werden.

#### 2.2.2.6 Wände aus Leichtbeton- Vollsteinen

Vollsteine werden in größerem Format aus Blähtonbeton, Bimsbeton und

Holzspanbeton angeboten. Da die Verwendung von Vollsteinen trotz des größeren Steingewichtes gegenüber Hohlblocksteinen kaum Vorteile in statischer Hinsicht bringt, werden sie im Bereich der Kelleraußenwände eher selten eingesetzt.



Bild 4: Passgenaues Einrichten der Doppelwandelemente ist eine Voraussetzung des raschen Baufortschrittes (Foto: Firma Katzenberger)

### 2.3 Kellerinnenwände

Bei Kellerinnenwänden ist zwischen tragenden (lastabtragenden und aussteifenden) sowie nichttragenden Bauteilen zu unterscheiden. Hinsichtlich der Baustoffwahl sind im Gegensatz zu den Kelleraußenwänden keine Einschränkungen zu beachten. Allerdings ist bei tragenden Kellerinnenwänden zu berücksichtigen, dass diese gleichzeitig mit den Kelleraußenwänden hochgezogen werden und es im Bauablauf daher sinnvoll erscheint, dafür gleiche Baumaterialien zu verwenden. Bei queraussteifenden Wänden ist zudem eine konstruktionsbedingte Materialabstimmung zu wählen. Bei Fertigteilkellern werden Innenwände aus dem gleichen System angeboten. Nichttragende (und nichtaussteifende Wände) werden meist erst im Zuge des Innenausbauens hergestellt.

### 2.4 Kellerdecken

Die Kellerdecke dient im Gegensatz zu anderen Geschosßdecken nicht nur der Ableitung von Gebäudelasten, sondern auch der Abstützung von Kellerwänden auf Erddruck. Folgende Systeme kommen daher infrage:

- großformatige Fertigteile mit Scheibenwirkung
- Fertigteildecken mit Aufbeton
- Ortbetondecken

Ein Beispiel für die Ausführung einer Fertigteil-Kellerkonstruktion mit einer Decke aus Hohldielen ist Grafik 2-6 zu entnehmen. Die Stärke der Rohdecke kann für die im Wohnhausbau üblichen Trakttiefen im Mittel mit  $1/25$  der Spannweite angesetzt werden.



### 3 Wärmeschutz

Sowohl mehrgeschossige Wohnbauten als auch Ein- und Zweifamilienhäuser werden, wie in Abschnitt 1 dargelegt, heute in der Regel zur Gänze unterkellert. Dabei sind neben so genannten „Zubehörräumen“ auch Räume für den ständigen oder zeitweiligen Aufenthalt von Personen (Aufenthaltsräume, Freizeiträume, Arbeitsräume und Hauswirtschaftsräume u. dgl.) im Keller vorgesehen. Natürlich nur, soweit dies im Rahmen der Bauordnungen sowie der übrigen anzuwendenden Vorschriften (z.B. Arbeitnehmerschutz), meist unter Beachtung der natürlichen Belichtungs- und Belüftungsmöglichkeiten, zulässig ist. Dabei sind hinsichtlich der innen-klimatischen Vorgaben Raumarten laut Tabelle 3-1 zu unterscheiden.

#### 3.1 Wärmeschutzanforderungen

14

Die gesetzlichen Bestimmungen für den baulichen Wärmeschutz werden in Österreich generell in den Landesbauordnungen bzw. in den Bautechnikverordnungen geregelt, wobei eine 1980 zwischen dem Bund und den Ländern getroffene Vereinbarung über die Einsparung von Energie (Art. 15a B-VG) Mindestvorgaben festschreibt; dieser „Staatsvertrag“ entsprach weitgehend den in der bis Juni 1998 gültigen Fassung der ÖNORM B 8110-1 festgeschriebenen Anforderungen. In den letzten Jahren wurden im Zuge von Novellierungen der Bauordnungen in einigen Bundesländern deutlich höhere Anforderungen an den Wärmeschutz von Außenbauteilen festgelegt. Als Beispiel sind in der folgenden Tabelle 3-2 die Anforderungen gemäß Wiener Bauordnung (Techniknovelle 26.4.2001) den vergleichbaren Vorgaben anderer Richtlinien gegenübergestellt. (Dabei wurden nur die für Kellerbauteile in Frage kommenden Werte ausgewählt). Da die auf der Begrenzung des höchstzulässigen Heizwär-

| RAUMTYP   | INNENTEMPERATUR $t_i$ [C]  | RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT r.L. [%]   |
|---|--|--|
| Räume mit zeitweise direkter Verbindung zur Außenluft:<br>Garagen, Müllräume                      | Zeitweise auf Außentemperatur abgesenkt, sonst nutzungsabhängig            | Nutzungsabhängig, teilweise schwankend   |
| Unbeheizte Kellerräume:<br>Lagerräume, Abstellräume   | $t_i \geq 0^\circ \text{C}$<br>(in der Regel über $6^\circ \text{C}$ )     | Keine besonderen Anforderungen, jedoch ist Vermeidung von Oberflächenkondensat anzustreben |
| Zeitweise beheizte Kellerräume:<br>Werkstätten, Hobbyräume, Fitnessräume                          | $t_i$ 18 bis $20^\circ \text{C}$ während der Nutzung, sonst keine Vorgaben | Zeitweise höhere Luftfeuchtigkeiten, vor allem in Fitnessräumen (r.L. > 50 %)              |
| Dauernd beheizte Kellerräume:<br>Betriebsräume, Wohnräume   | $t_i$ 18 bis $20^\circ \text{C}$   | Nutzungsabhängig bis 50 %  |
| Räume mit besonderen innen-klimatischen Vorgaben:<br>Waschküchen, Bäder (siehe auch: Schutzräume) | Nutzungsabhängig, zeitweise bis $30^\circ \text{C}$                        | Nutzungsabhängig, kurzfristig über 65 %  |

Tabelle 3-1: Innenklimatische Nutzungsanforderungen

mebedarfes des Gesamtgebäudes beruhende Neufassung von ÖNORM B 8110-1 keine höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte, früher „k-Werte“ in  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ) vorschreibt, können die bauteilbezogenen Werte nicht direkt mit den Festlegungen in der aktuellen Normfassung verglichen werden. Mit 1. Juni 1998 wurde die Neufassung von ÖNORM B 8110-1 (Vornorm) herausgegeben, die sich von der Vorgängernorm in wesentlichen Punkten unterscheidet. Da diese Änderungen auch für die Planung und Ausführung der Umschließungsbauteile von Kellern wesentliche Bedeutung haben, werden die für diese Bauteile wichtigen Änderungen kurz angeführt. Als thermische Kenngrößen zur Beschreibung des Wärmeschutzes dienen - im Gegensatz zur bisherigen Vorgabe von höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten, wie sie in den meisten Landesgesetzen noch verankert ist - der Transmissions-Leitwert der Gebäudehülle unter Berücksichtigung der Gebäudegeometrie, zusammengefasst zum LEK und  $P_{T,V}$ -Wert bzw. wahlweise der jährliche Heizwärmebedarf des Gebäudes,

bezogen auf die Bruttogeschosßfläche, ausgedrückt im  $\text{HWB}_{\text{BGF}}$ -Wert.

Zur Beschreibung der thermischen Qualität von Gebäuden und Räumen wurde gemäß der Richtlinie 93/76/EWG des Rates vom 13. September 1993 zur Begrenzung der  $\text{CO}_2$ -Emissionen durch eine effizientere Energienutzung (SAVE) die Festlegung von Energiekennzahlen als zweckmäßig erachtet. Folgende Größen zur Beschreibung der thermischen Qualität sind in der aktuellen Wärmeschutznorm enthalten:

LEK-Wert,  $\text{LEK}_{\text{eq}}$ -Wert

Der LEK-Wert kennzeichnet den Wärmeschutz der Gebäudehülle unter Bedachtnahme auf die Geometrie des Gebäudes (Raumes). Der äquivalente LEK-Wert kennzeichnet den jährlichen Heizwärmebedarf des Gebäudes in Form des energieäquivalenten Wärmeschutzes der Gebäudehülle, wobei die Wirkung von Widmungs- und Standortfaktoren berücksichtigt wird.

$P_{T,V}$ -Wert

Der  $P_{T,V}$ -Wert ist der volumenbezogene Transmissions-Leitwert in  $\text{W}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$ .



$HWB_{BGF}$

Der Wert  $HWB_{BGF}$  ist der auf die Brutto-Geschoßfläche des Gebäudes bezogene rechnerische jährliche Heizwärmebedarf in kWh/m<sup>2</sup>. Bei der Ermittlung dieses Wertes werden auch die aktuelle Nutzung des Gebäudes und die Standortgegebenheiten berücksichtigt. Die Berechnung der Leitwerte für die Wärmeverluste über die Decke eines unbeheizten Kellers bzw. über die Außenwände und die Bodenplatte eines beheizten Kellers sind in der angeführten ÖNORM tabellarisch zusammengefasst. Die wesentlichen Werte können der Tabelle 3-3 entnommen werden.

### Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit

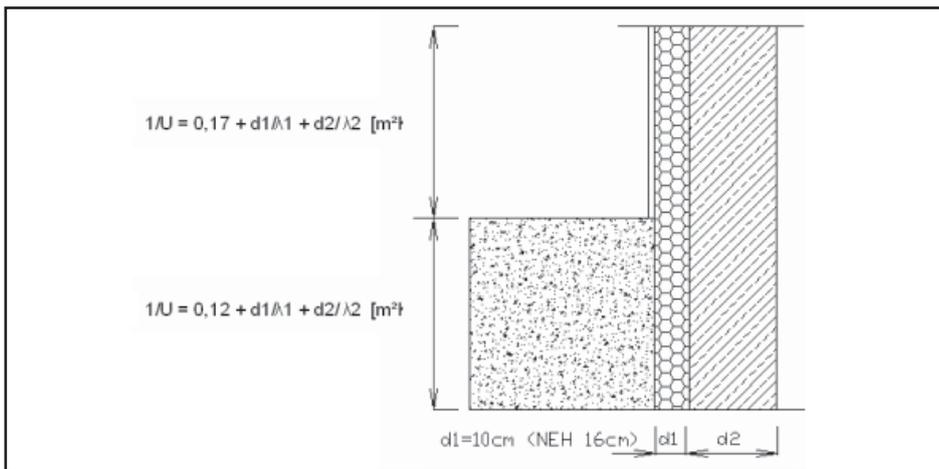
Die Grenzen für Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit für Baustoffe und Wärmedämmmaterialien, die im Keller eingesetzt werden, sind in Tabelle 3-4 zusammengestellt. (Die für einen Wärmedämmstoff tatsächlich einzusetzenden Rechenwerte können den jeweiligen Zulassungen entnommen werden). Bei der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Kellerwänden ist auf die unterschiedlichen Wärmeübergangswiderstände für normale Außenwände und erdberührte Außenwände zu achten (Grafik 3-1).

### 3.2 Wärmeschutz bei nicht beheizbaren Kellerwänden

Abhängig von Gebäudegröße und Bauart entweichen zwischen 6 und 20 % der gesamten Heizenergie über die Kellerdecke (Grafik 3-2). Aufgrund dieser Tatsache werden für Decken über unbeheizten Kellerräumen hohe Wärmedämmungen gefordert, um einerseits diesen Heizwärmefluss zu verringern und andererseits die Fußbodentemperatur der Aufenthaltsräume über dem Keller im Behaglichkeitsbereich zu halten. Besondere Bedeutung gewinnt diese Anforderung für Decken über Kellerräumen, die zumindest zeitweise mit der Außenluft in direkter

Verbindung stehen. Dazu zählen die Einfahrtsbereiche von Garagen sowie Müllräume. Für derartige Bauteile sind – unabhängig von den jeweils zu

beachtenden Bauvorschriften – höhere Dämmstärken zu fordern. Gleiches gilt für Erdgeschossräume, die mit einer Fußbodenheizung beheizt werden.



Grafik 3-1: Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Kelleraußenwände

Tabelle 3-2: Höchstzulässige Wärmedurchgangskoeffizienten im Zusammenhang mit Kellerräumen. Neben den Höchstwerten für den Wärmedurchgangskoeffizienten einzelner Bauteile schreiben sowohl die meisten Bauordnungen (z.B. Wiener Bauordnung), als auch die Bedingungen für Wohnbauförderungen der Bundesländer eine volumensabhängige Begrenzung des Heizwärmebedarfs vor. Daneben besteht eine Reihe weiterer „Energiekennzahlen“, die zur Beurteilung der thermischen Qualität eines Gebäudes oder Gebäudeteiles herangezogen werden können.

| BAUTEIL  | Höchstzulässige Wärmedurchgangskoeffizienten in [W/m <sup>2</sup> K] nach folgenden Richtlinien oder Vorschriften: |       |           |         |
|--|--|-------|-----------|---------|
|  | Art. 15a B-VG  | NÖ BO | MA 25 MWH | Wien BO |
| Außenwände sowie freistehende Feuermauern.<br>Wände gegen Dachräume                                  | 0,7  | 0,4   | 0,25      | 0,5     |
| Erdberührte Wände  | 0,8  | 0,5   | 0,25      | 0,5     |
| Feuermauer an angrenzende Gebäude  | 0,9  | 0,5   | 0,25      | 0,5     |
| Fenster  | 2,5  | 1,8   | 1,45      | 1,9     |
| Außentüren   | 2,5  | 1,8   | 1,45      | 1,9     |
| Trennwände zu Wohn- oder vergleichbaren Raumverbänden  | –  | 0,7   | –         | 0,9     |
| Trennwände gegen unbeheizte Räume  | 0,9  | 0,4   | –         | 0,7     |
| Dach bzw. Decke zu Außenluft und Dachboden   | –  | 0,22  | 0,25      | 0,25    |
| Geschoßdecken zw. beheizbaren und unbeheizbaren Räumen. Decken gegen unbeheizte Räume (Gebäudeteile) | 0,6  | 0,4   | 0,25      | 0,45    |
| Erdberührte Fußböden in beheizten Räumen   | 0,8  | 0,5   | 0,35      | 0,45    |

Abkürzungen:

Art. 15a: Vereinbarung zur Energieeinsparung gem. Art. 15a Bundes Verfassungsgesetz / 1983

NÖ BO: Niederösterreichische Bauordnung / 2003

MA 25 MWH: Erhöhte Wärmeschutzanforderungen für Mehrfamilienhäuser / 2002

Wien BO: Bauordnung für Wien / 2003



## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005

Für Kellerdecken mit herkömmlichen Fußbodenkonstruktionen (schwimmende Estriche oder Holzfußböden) sind zur Einhaltung der höchstzulässigen U-Werte Wärmedämmstoffdicken wie sie in Tabelle 3-5 angeführt sind zu fordern. Zur Vermeidung von Wärmebrücken ist auch bei unbeheizten Kellerräumen die Wärmedämmung der Außenwand über den Sockelbereich zu ziehen. Für den Fall, dass das Erdgeschoß gegenüber dem Kellergeschoß auskragt, ist im auskragenden Bereich eine außen liegende zusätzliche Dämmung (ebenfalls mit Überlappungsbereichen) vorzusehen. Schemaskizzen zur Ausführung dieser Bereiche sind in Grafik 3-3 dargestellt, die Aufbauten von nicht gedämmten Kelleraußenwänden in Grafik 3-4.

### 3.3 Wärmeschutz bei beheizbaren Kellerräumen

#### 16 3.3.1 Allgemeines

Werden Kellerräume als Aufenthaltsräume oder mit ähnlichen innenklimatischen Ansprüchen genutzt, so sind für eine ausreichende thermische Behaglichkeit die in Tabelle 3-6 angegebenen Kriterien anzustreben. Unabhängig von den angeführten innenklimatischen Kriterien ist ein der Nutzung entsprechender, ausreichender Luftwechsel zu gewährleisten. Wie bereits im Kapitel „Baustoffe und Konstruktion“ dargelegt, wird im Kellerbau bevorzugt der Baustoff Beton verwendet. Im Zusammenhang mit beheizbaren Kellerräumen ergibt sich daher die Notwendigkeit, entsprechende Wärmedämmschichten vorzusehen. Aktuelle Wärmeschutzanforderungen für Kellerbauteile im Zusammenhang mit den zu beachtenden Wärmeflüssen sind in Grafik 3-5 dargestellt.

Zu beachten ist neben ausreichenden Wärmedämmmaßnahmen die Vermeidung von Oberflächenkondensat sowie von Kondensat im Inneren der Umschließungsbauteile. Berücksichtigung

| Bauteil  | Transmissionsleitwert  |                      |                      |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |
|--|--|----------------------|----------------------|----------------------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|---|-----------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|
| Decke über unbeheiztem Keller<br>  | $L_{g,k} = A \cdot U$<br>$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{A_{bf} \cdot U_{bf} + H \cdot P \cdot U_{bw} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V}$<br>P: Perimeterlänge in m<br>n: 0,3 · 1/h |                      |                      |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |
| Beheizter Keller<br>   | $L_{gh} = A_{bf} \cdot U_{bf} + H \cdot P \cdot U_{bw}$  |                      |                      |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |
| $U_{bf}$ für den Kellerfußboden in W/m <sup>2</sup> K  | $U_{bw}$ der bodenberührten Kellerwand in W/m <sup>2</sup> K   |                      |                      |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>P/A [m/m<sup>2</sup>]</th> <th>R<sub>f</sub> = 0,0</th> <th>R<sub>f</sub> = 1,0</th> <th>R<sub>f</sub> = 3,0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,1</td> <td>0,25</td> <td>0,20</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>0,60</td> <td>0,40</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>1,90</td> <td>0,50</td> <td>0,30</td> </tr> </tbody> </table> | P/A [m/m <sup>2</sup> ]  | R <sub>f</sub> = 0,0 | R <sub>f</sub> = 1,0 | R <sub>f</sub> = 3,0 | 0,1 | 0,25 | 0,20 | 0,25 | 0,5 | 0,60 | 0,40 | 0,25 | 1,0 | 1,90 | 0,50 | 0,30 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>R<sub>bw</sub></th> <th>0,20</th> <th>1,00</th> <th>3,00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U<sub>bw</sub></td> <td>0,80</td> <td>0,45</td> <td>0,20</td> </tr> </tbody> </table> | R <sub>bw</sub> | 0,20 | 1,00 | 3,00 | U <sub>bw</sub> | 0,80 | 0,45 | 0,20 |
| P/A [m/m <sup>2</sup> ]  | R <sub>f</sub> = 0,0   | R <sub>f</sub> = 1,0 | R <sub>f</sub> = 3,0 |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |
| 0,1  | 0,25   | 0,20                 | 0,25                 |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |
| 0,5  | 0,60   | 0,40                 | 0,25                 |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |
| 1,0  | 1,90   | 0,50                 | 0,30                 |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |
| R <sub>bw</sub>  | 0,20   | 1,00                 | 3,00                 |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |
| U <sub>bw</sub>  | 0,80   | 0,45                 | 0,20                 |                      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |   |                 |      |      |      |                 |      |      |      |

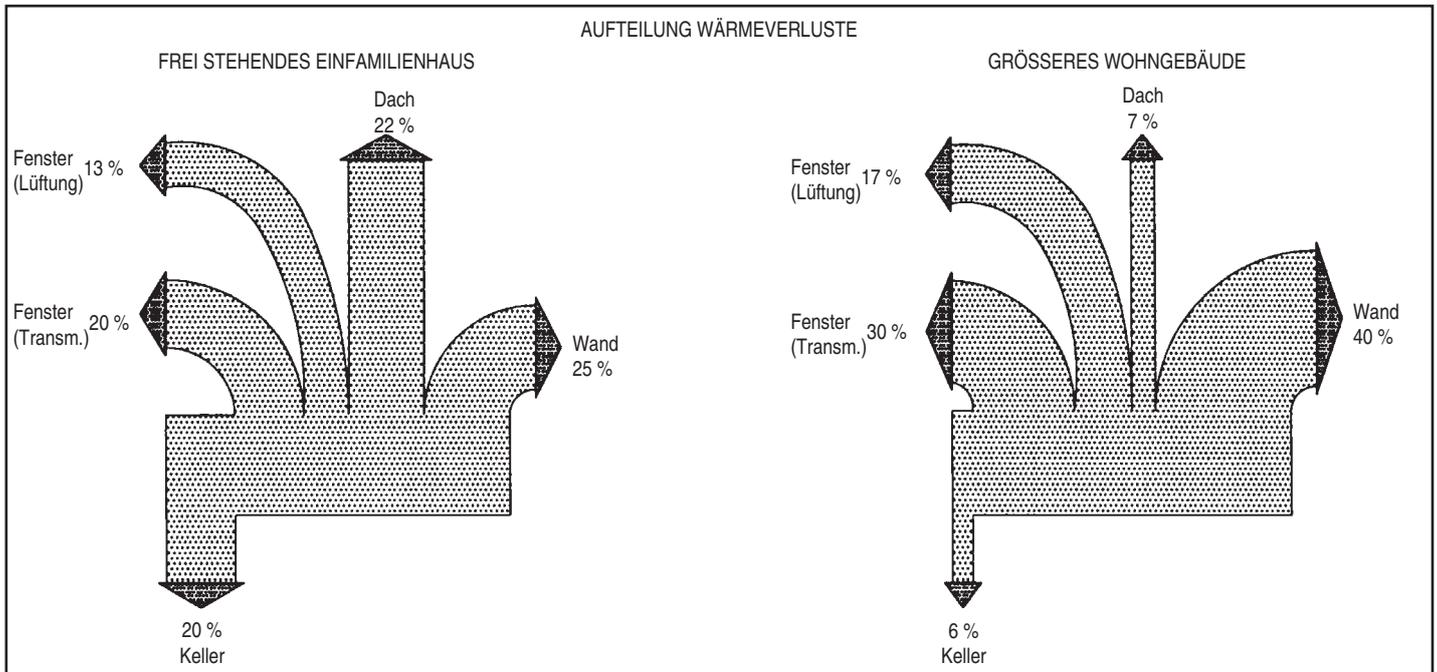
Tabelle 3-3: Transmissionsleitwerte im Keller nach EN ISO 13 370

Tabelle 3-4: Richtwerte für die Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen und Wärmedämmstoffen im Kellerbereich (Auswahl)

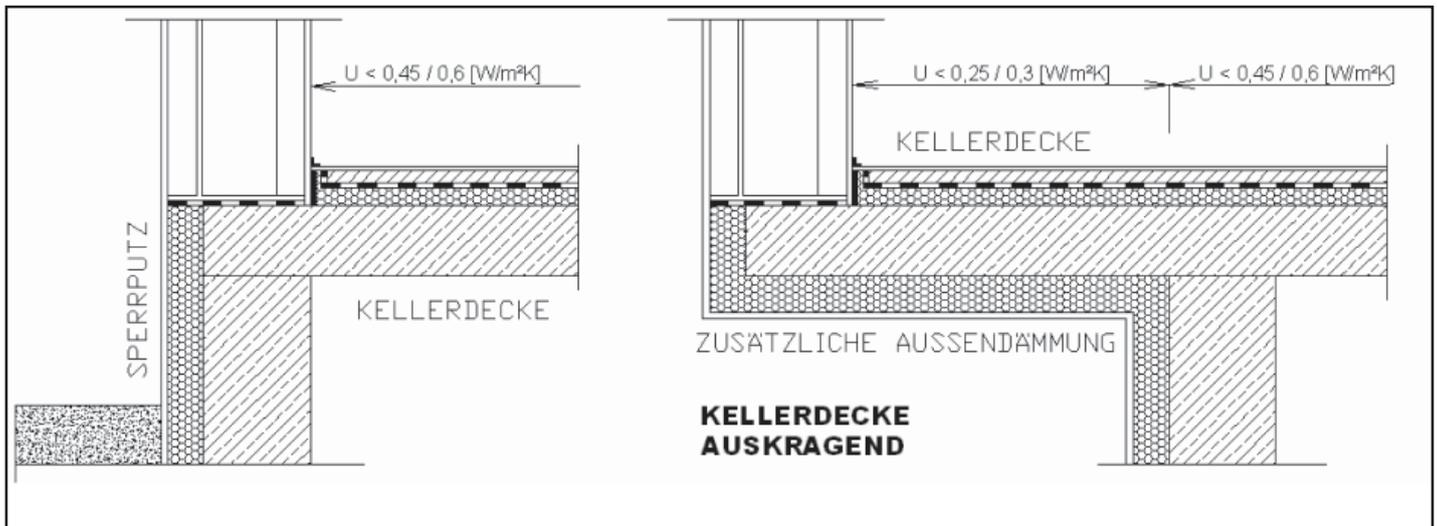
| BAUSTOFF, WÄRMEDÄMMSTOFF | Richtwerte für λ in [W/mK] |       |
|--------------------------|----------------------------|-------|
|                          | von                        | bis   |
| Stahlbeton               | 2,3                        |       |
| Normalbeton              | 2,0                        | 2,3   |
| Stampfbeton              | 1,5                        |       |
| Gas- und Schaumbeton     | 0,18                       | 0,64  |
| Estrichbeton             | 1,5                        |       |
| Ziegelsplittbeton        | 0,3                        | 1,0   |
| Betonhohlsteinmauerwerk  | 0,29                       | 0,62  |
| Schaumkunststoffe        | 0,029                      | 0,044 |
| Mineral. Faserdämmstoffe | 0,035                      | 0,04  |
| Holzwoolleichtbauplatten | 0,09                       | 0,15  |
| Schaumglas               | 0,05                       | 0,07  |
| Abdichtungen             | 0,18                       | 0,70  |



## AUFTEILUNG WÄRMEVERLUSTE



Grafik 3-2: Aufteilung der Wärmeverluste für frei stehende Einfamilienhäuser und größere Wohngebäude



Grafik 3-3: Wärmedämmung im Anschlussbereich Kelleraußenwand – Kellerdecke

Tabelle 3-5: Richtwerte für die Gesamtdämmstoffstärke (einschließlich Trittschalldämmung) für Decken über unbeheizten Kellerräumen

| ROHDECKENKONSTRUKTION                         | GESAMTDÄMMSTOFFDICKE ( $\lambda_r = 0,04 W/m^2K$ ) bei: |                     |                      |
|---|---|---------------------|----------------------|
|   | $U \leq 0,6 W/m^2K$                                     | $U \leq 0,4 W/m^2K$ | $U \leq 0,25 W/m^2K$ |
| Fertigteiltrippendecken,<br>Hohlkörperdecken  | 4 bis 5 cm  | 8 bis 9 cm          | 10 bis 16 cm         |
| Stahlbetonmassivdecke<br>( $d \approx 18$ cm) | 5 bis 6 cm  | 9 bis 10 cm         | 12 bis 18 cm         |

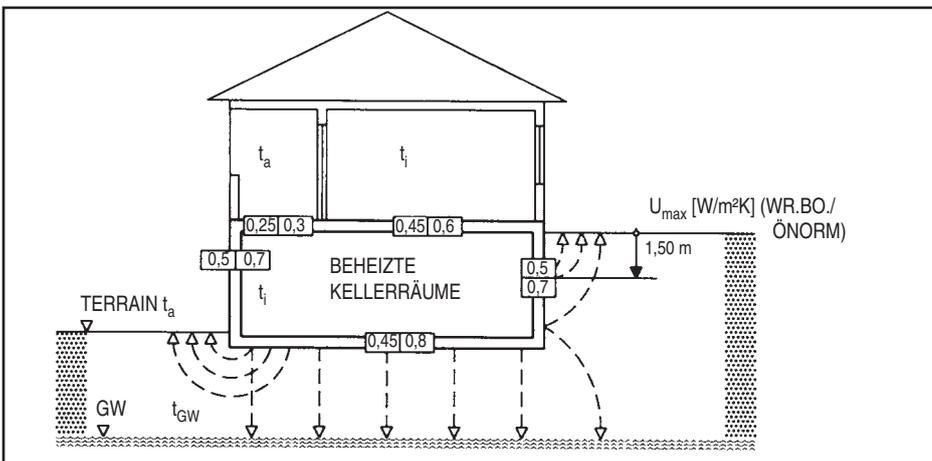


| SKIZZE | SCHICHTEN (von außen)   |
|--------|---|
|        | Schutzschicht<br>Vertikalabdichtung<br>(Ausgleichsschicht)<br>Beton, Schalsteinmauerwerk $\geq 30$ cm                             |
|        | WU-Stahlbeton $\geq 25$ cm  |
|        | Wandrücklage/Baugrubensicherung<br>Trennschicht<br>Schutzschicht<br>Vertikalabdichtung<br>Beton, Schalsteinmauerwerk $\geq 30$ cm |
|        | Wandrücklage/Baugrubensicherung<br>Trennlage<br>WU-Stahlbeton $\geq 25$ cm  |

Grafik 3-4: Aufbauten ungedämmter Kelleraußenwände

Tabelle 3-6: Behaglichkeitsrelevante Raumklimata

| INNENKLIMATISCHES KRITERIUM                    | ANZUSTREBENDER BEREICH   |
|--|--|
| Raumtemperatur                                 | +20 bis +22° C (Aufenthaltsräume)<br>+18 bis +20° C (Arbeitsräume) |
| Oberflächentemperatur der Umschließungsflächen | Differenz zur Lufttemperatur $\Delta t \leq 3^\circ$ C             |
| relative Luftfeuchtigkeit                      | 40 bis 50 % r.L.   |



Grafik 3-5: Höchstzulässige Wärmedurchgangskoeffizienten für Kellerbauteile (Wiener Bauordnung 10/93) sowie schematische Darstellung des Wärmeaustausches über erdberührte Bauteilflächen



Bild 5: Nach dem Einbau des Rostes werden die Hohlwandelemente mit Frischbeton ausgegossen (Foto: Firma Oberndorfer/Werbeagentur Herzog, Linz)

finden sollte auch eine Verordnung des Umweltministeriums. Seit dem 1. Jänner 2000 sind Produktion und die Einfuhr von HFCKW-geschäumten Wärmedämmplatten in Österreich untersagt. Dies betrifft vor allem Kelleraußenwände bzw. alle feuchtigkeitsbeständigen und druckfesten Wärmedämmmaterialien.

### 3.3.2 Kellerdecken

Kellerdecken (als Trenndecken zu unbeheizten Gebäudeteilen) müssen nach den geltenden Bauvorschriften einen U-Wert von  $0,4 \text{ W/m}^2$  aufweisen. Ergänzend ist festzuhalten, dass zur Vermeidung von Kondensatbildung im Inneren der Deckenkonstruktion die Anbringung eines Großteiles der Wärmedämmung an der Deckenunterseite anzustreben ist. (Die Trittschalldämmung muss auf jeden Fall in schalltechnisch ausreichender Stärke über der Rohdecke angeordnet werden).



Typische Ausführungsformen sind schematisch in Grafik 3-6 dargestellt.

### 3.3.3 Kelleraußenwände

Bei Kelleraußenwänden von beheizbaren Kellerräumen ist zu beachten, dass die Wärmeverluste im erdoberflächennahen und außenluftberührten Bereich (Sockelbereich) wesentlich höher sind als im erdberührten Bereich. In einer Tiefe von etwa 2,5 m liegt die Temperatur des Erdreiches in der Regel nicht unter +3° C. Die Ursache dafür liegt in der wärmedämmenden Wirkung und in dem durch das Wärmespeichervermögen des Erdreichs bedingten Temperatenausgleich. Auf diesen Zusammenhang ist auch die Abstufung der Wärmedämmung für Kelleraußenwände in einigen Bauvorschriften zurückzuführen. Es empfiehlt sich jedoch aus anwendungstechnischen Gründen, über die gesamte Kellerwandhöhe eine einheitliche Dämmstoffdicke zu wählen. Für eine 20 cm starke Kelleraußenwand mit außen liegender Wärmedämmung (Perimeterdämmung) aus extrudiertem Polystyrol sind daher die in Tabelle 3-7 angegebenen Dämmstoffstärken vorzusehen. Hinsichtlich der Anordnung zusätzlicher Dämmschichten unterscheidet man prinzipiell zwischen folgenden Varianten:

- Außendämmung (die Wärmedämmschicht liegt außerhalb der Kellerwand, praktisch immer vor der Feuchtigkeitsabdichtung; diese Wärmedämmung wird als „Perimeterdämmung“ bezeichnet)
- Innendämmung
- Kerndämmung (die Wärmedämmschicht liegt zwischen den Wandschalen von zweischaligem Mauerwerk oder ist in Hohlblocksteinen integriert)

#### 3.3.3.1 Außendämmung

Die Außendämmung von Kellerwänden wird aufgrund folgender Vorteile in den meisten Fällen ausgeführt:

| SKIZZE | SCHICHTEN (von oben)   |
|--------|--|
|        | Belag<br>Estrich 5-6 cm<br>PE-Folie<br>Trittschalldämmung<br>Wärmedämmung<br>Stahlbetondecke $\geq 18$ cm                |
|        | Belag<br>Estrich 5-6 cm<br>PE-Folie<br>Trittschalldämmung<br>Stahlbetondecke $\geq 18$ cm<br>Wärmedämmung<br>Dampfsperre |

Grafik 3-6: Aufbauten massiver Kellerdecken, zwischen Stahlbetondecke und Wärmedämmung ist gegebenenfalls eine zusätzliche Abdichtung einzubauen.

| SKIZZE | SCHICHTEN (von außen)   |
|--------|---|
|        | Schutzschicht<br>Wärmedämmung<br>Vertikalabdichtung (Ausgleichsschicht)<br>Beton, Schalsteinmauerwerk $\geq 30$ cm                |
|        | Schutzschicht<br>Wärmedämmung<br>WU-Stahlbeton $\geq 25$ cm   |
|        | Wandrücklage/Baugrubensicherung<br>Wärmedämmung<br>Schutzschicht<br>Vertikalabdichtung<br>Beton, Schalsteinmauerwerk $\geq 30$ cm |
|        | Wandrücklage/Baugrubensicherung<br>Wärmedämmung<br>WU-Stahlbeton $\geq 25$ cm   |

Grafik 3-7: Aufbauten außengedämmter Kellerwände

Tabelle 3-7: Dämmstoffstärken bei Perimeterdämmung in Abhängigkeit vom geforderten U-Wert für eine 20 cm Beton-Außenwand

| GEFORDERTER WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENT (U-Wert) IN W/m <sup>2</sup> K | ERFORDERLICHE DÄMMSTOFFSTÄRKE (Perimeterdämmung aus extr. Polystyrol) |
|---|---|
| 0,6   | 5 bis 6 cm  |
| 0,5   | 6 bis 7 cm  |
| 0,35  | 7 bis 10 cm   |



- einfacher Einbau
- die Vertikalabdichtung der Kellerwand wird vor mechanischen Beschädigungen geschützt
- durch vollständige Ummantelung der Kelleraußenwände werden Wärmebrücken weitgehend vermieden
- diffusionstechnisch günstigste Lage der Dämmschicht
- die hohe Wärmespeicherefähigkeit ist für durchgehend beheizte Kellerräume von Vorteil

Bei bestehen bleibenden Baugrubensicherungen übernimmt die außen liegende Wärmedämmung zudem die Funktion einer Trennschicht zwischen Baugrubensicherung und Außenwand des Kellers. Schematische Aufbauten sind in Grafik 3-7 zusammengefasst. Aufgrund der besonderen Beanspruchungen, denen direkt ans Erdreich grenzende Wärmedämmschichten ausgesetzt sind, dürfen für Außendämmungen nur Dämmmaterialien verwendet werden, die

- dem Erddruck bzw. der mechanischen Beanspruchung beim Verdichten des hinterfüllten Arbeitsgrabens standhalten
- frost-, taubeständig sind und
- praktisch keine Feuchtigkeit aufnehmen.

Folgende Wärmedämmmaterialien werden daher eingesetzt:

- extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten, (Produktart XPS-G, Belastungsgruppen 30 bis 70)
- Schaumglas (Produktart Foamglas, Coriglas)

Für diesen Anwendungsbereich ungeeignet sind alle Faserdämmstoffe sowie Dämmstoffe pflanzlichen Ursprungs und solche mit quellenden oder nicht fäulnisbeständigen Bindemitteln, die bei dauernder Feuchtigkeitseinwirkung verrotten.

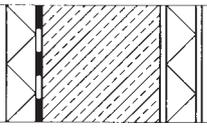
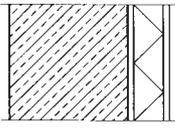
### 3.3.3.2 Innendämmung

Außer bei Beanspruchung durch ständig stauendes oder drückendes Wasser kann eine Innendämmung trotz der diffusionstechnisch ungünstigen Lage der Wärmedämmung aus folgenden Gründen vorteilhaft sein:

- geringer Anheizwärmebedarf und kurze Aufheizzeit. Das ist besonders bei vorübergehend benutzten und beheizten Kellerräumen vorteilhaft, da Schäden zufolge Wasserdampfdiffusion in solchen Fällen aufgrund der kurzen Belastung weniger wahrscheinlich sind
- Möglichkeit zur nachträglichen Dämmung von Kellerräumen
- Möglichkeit für den Einsatz von Wärmedämmstoffen, die für eine Außendämmung ungeeignet sind
- einfache Möglichkeit der Wärmedämmung eines Raumes innerhalb eines nicht beheizten Bereiches. Schemaskizzen zur Innendämmung sind in Grafik 3-8 zusammengestellt



Bild 6: Zum Erzielen eines ausreichenden Wärmeschutzes bei beheizbaren Kellerräumen können Hohlwandelemente mit schon aufgebracht außen liegender Wärmedämmung eingesetzt werden (Foto: Firma Oberndorfer/Werbeagentur Herzog, Linz)

| SKIZZE  | SCHICHTEN (von außen)   |
|---|---|
|  | Schutzschicht<br>Vertikalabdichtung (Ausgleichsschicht)<br>Beton, Schalsteinmauerwerk $\geq 30$ cm<br>Wärmedämmung<br>Dampfsperre |
|  | WU-Stahlbeton $\geq 25$ cm<br>Wärmedämmung<br>Dampfsperre   |

Grafik 3-8: Aufbauten innengedämmter Kellerwände



### 3.3.3.3 Kerndämmung

Das System einer Kerndämmung liegt z.B. vor, wenn (vor allem im Einfamilienhausbau) zur Herstellung der Kelleraußenwände Hohlblocksteine mit integrierter Wärmedämmung verwendet werden.

### 3.3.4 Erdberührte Fußböden

Für erdberührte Fußböden beheizter Kellerräume wird – unabhängig von der Höhenlage des Fußbodens zum Geländeniveau – ein höchstzulässiger Wärmedurchgangskoeffizient von 0,4 bis 0,5 W/m<sup>2</sup>K gefordert. Für herkömmliche Fußbodenaufbauten (5 cm Betonestrich, schwimmend verlegt) bei einer 20 cm dicken Stahlbeton-Fundamentplatte sind daher die in Tabelle 3-8 angegebenen Dämmstoffschichtdicken vorzusehen.

Einige Aufbauten erdberührter Böden sind in Grafik 3-9 zusammengestellt.

### 3.3.5 Kondensationsschutz

Jeder Außenbauteil ist grundsätzlich wärmetechnisch so zu bemessen, dass an der Oberfläche und im Bauteilinneren keine schädliche Wasserdampfkondensation auftritt. Die zu beachtenden Planungskriterien sind in ÖNORM B 8110-2 zusammengestellt.

#### 3.3.5.1 Kondensation an der Bauteiloberfläche

Raumluft enthält stets einen gewissen Anteil an Wasserdampf, der in Pro-

zenten relativer Luftfeuchtigkeit ( $\mu$ [%]) angegeben wird. Wird bei zu geringer Bauteiloberflächentemperatur die angrenzende Luftschicht so weit abgekühlt, dass der temperaturabhängige Sättigungsgrad der Luft an Wasserdampf unterschritten wird, so fällt auf der Bauteiloberfläche Kondenswasser aus. Die damit verbundene Durchfeuchtung des Bauteiles kann unter ungünstigen Bedingungen zu einer

Zerstörung von Wandverkleidungen oder zu Schimmelpilzbildung und den damit verbundenen hygienischen Beeinträchtigungen führen. In den für den zeitweiligen oder ständigen Aufenthalt von Personen bestimmten Räumen ist daher die Bildung von Oberflächenkondensat unter allen Umständen zu vermeiden. Der Nachweis sollte für Regelbereiche und geometrisch bedingte Wärmebrücken geführt werden, wobei

Grafik 3-9: Aufbauten erdberührter Kellerböden, zwischen WU-Stahlbetonplatte und Wärmedämmung ist gegebenenfalls eine zusätzliche Abdichtung einzubauen

| SKIZZE | SCHICHTEN (von oben)   |
|--------|--|
|        | Belag<br>Estrich 5-6 cm<br>PE-Folie<br>Wärmedämmung<br>Horizontalabdichtung<br>Unterbeton<br>PE-Folie<br>Rollierung  |
|        | Belag<br>Estrich 5-6 cm<br>PE-Folie<br>Wärmedämmung<br>Horizontalabdichtung<br>Stahlbeton-Bodenplatte $\geq 30$ cm<br>Sauberkeitsschicht                       |
|        | Belag<br>Estrich 5-6 cm<br>PE-Folie<br>Wärmedämmung<br>WU-Stahlbetonplatte $\geq 30$ cm<br>Sauberkeitsschicht  |
|        | Belag<br>Estrich 5-6 cm<br>PE-Folie<br>Wärmedämmung<br>WU-Stahlbeton $\geq 25$ cm<br>Sauberkeitsschicht<br>PE-Folie<br>Rollierung                              |
|        | Belag<br>Estrich 5-6 cm<br>PE-Folie<br>Wärmedämmung<br>Stahlbeton-Bodenplatte $\geq 30$ cm<br>Schutzschicht 5 cm<br>Horizontalabdichtung<br>Sauberkeitsschicht |

Tabelle 3-8: Dämmstoffstärken erdberührter Fußböden in Abhängigkeit vom geforderten U-Wert für eine 20 cm Stahlbeton-Fundamentplatte

| GEFORDERTER WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENT (U-Wert) IN W/m <sup>2</sup> K | ERFORDERLICHE DÄMMSTOFFSTÄRKE (inkl. Trittschalldämmung, $\lambda = 0,04$ W/mK) |
|---|---|
| 0,5   | 8 cm  |
| 0,45  | 8 cm  |
| 0,35  | 12 cm   |



## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005

für Wohnräume folgende Innenluftbedingungen (ÖNORM B 8110-2) zugrunde zu legen sind: bei Außenlufttemperatur  $\geq 0^\circ\text{C}$ : Raumlufttemperatur  $t_i = +20^\circ\text{C}$ , rel. Luftfeuchtigkeit 65 %. Bei Außenlufttemperatur  $\leq 0^\circ\text{C}$ : Raumlufttemperatur  $t_i +20^\circ\text{C}$ , relative Luftfeuchtigkeit 65 %, vermindert um 1 % je 1 K unter  $0^\circ\text{C}$  bis zur Normaußentemperatur  $t_{ne}$  (Ausnahme: Zentral gesteuerte Klimaanlage). In der Berechnung ist für erdberührte Außenwände, die mehr als 1,5 m unter dem anschließenden Gelände liegen (ebenso wie für erdbe-

rührte Fußböden), eine fiktive Bodentemperatur

$$t_B = \frac{t_e + 12}{2} \text{ einzusetzen.}$$

(Bei Einhaltung der höchstzulässigen U-Werte nach der alten Fassung der ÖNORM B 8110-1, oder der noch strengeren Landesbauordnungen ist bei einer relativen Luftfeuchtigkeit unter 65 % in Regelbereichen im Allgemeinen keine Bildung von Oberflächenkondensat zu erwarten). Grafik 3-10 zeigt die Auswirkung einer geometrisch

bedingten Wärmebrücke auf die innere Oberflächentemperatur.

### 3.3.5.2 Kondensation im Wandinneren

Während der kalten Jahreszeit diffundiert aufgrund der Tatsache, dass warme Luft mehr Wasserdampf aufnehmen kann, Feuchtigkeit (in Dampfform) in den mehr oder minder porösen Außenbauteilen, bis eine Temperaturzone erreicht wird, an der der „Taupunkt“ unterschritten wird und Kondenswasser ausfällt. Bei mehrschichtigen Bauteilen gilt folgende „Faustregel“:

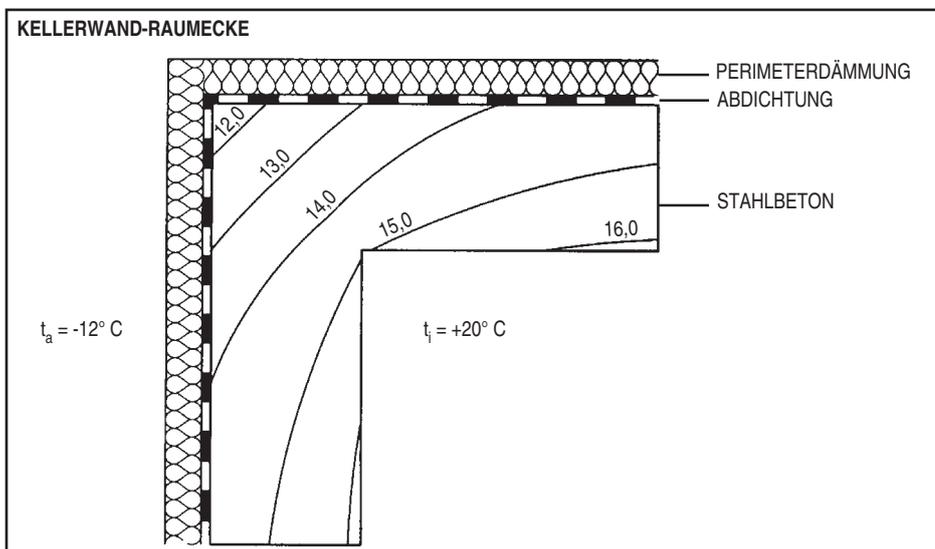
Nehmen von innen nach außen die Wärmedurchlasswiderstände zu und die diffusionsäquivalenten Luftschichtdicken  $d \cdot \mu$  ( $d$  = Schichtdicke) ab, so ist die Konstruktion als unproblematisch anzusehen.

Einige Richtwerte für  $\mu$  sind in Tabelle 3-9 zusammengestellt.

Für erd- und außenluftberührte Kellerumfassungsbauteile mit Außendämmung besteht somit in der Regel keine unmittelbare Gefahr von Kondenswasserbildung im Bauteilquerschnitt. Bei innen- und kerngedämmten Wänden ist hingegen zumindest im außenluftberührten Sockelbereich im Winter mit Kondenswasserbildung im Bauteilinneren zu rechnen. Sofern die ausfallenden Kondensatmengen jedoch gering, die betroffenen Bauteilschichten nicht feuchtigkeitsempfindlich sind und im Sommer ein Ausdiffundieren erfolgen kann, ist dies meist unbedenklich. Es ist allerdings zu beachten, dass die Durchfeuchtung einer Schicht das Wärmedämmvermögen einschränkt, wodurch die innere Oberflächentemperatur absinkt. Zumindest bei außenluftberührten Umfassungsbauteilen mit Innendämmung ist die Anordnung einer Dampfsperre auf der Warmseite der Wärmedämmung vorzusehen; bei erdberührten Bauteilen ist aufgrund der wärmedämmenden Wirkung des umgebenden Erdreichs die Gefahr der

| BAUTEILSCHICHT  | $\mu$ [-]  |     |
|---|------------|-----|
|   | von        | bis |
| Wand- und Deckenputz  | 10         | 35  |
| Normalbeton   | 50         | 100 |
| Steinsplitt- und Ziegelsplittbeton, haufwerksporig, $\rho = 1400$ bis $1800 \text{ kg/m}^3$                 | 3          | 10  |
| Blähtonbeton, $\rho = 500$ bis $1000 \text{ kg/m}^3$  | 2          | 10  |
| Gebundene Mineralwolle gemäß ÖNORM B 6035   | 1          |     |
| Polystyrol-Extruderschaum, mit Schäumhaut, $\rho = 35$ bis $50 \text{ kg/m}^3$                              | 100        | 130 |
| Bituminöse Dach- und Abdichtungsbahnen gemäß ÖNORM B 3635, 3 mm dick  | 40500      |     |
| Glasvlies-Bitumendachbahn, Stärke 5, feinbesandet oder talkumiert, Dicke 2,2 mm                             | 70000      |     |
| Bitumendachbahn mit Metallfolieneinlage, flächenbezogene Masse der Folie $125 \text{ g/m}^2$ , Dicke 2,2 mm | dampfdicht |     |

Tabelle 3-9: Richtwerte für  $\mu$



Grafik 3-10: Isothermenverlauf im Eckbereich einer außengedämmten Kellerwand



Kondenswasserbildung im Bauteilinneren geringer. Es ist jedoch in jedem Fall ein rechnerischer Nachweis zu führen (meist reicht die Auswahl eines dampfbremsenden Wärmedämmstoffes; bei Dämmstoffen mit niedrigem Wasserdampfdiffusionswiderstandsfaktor  $\mu$  ist jedoch auch in diesem Fall eine innen-seitige Dampfsperre vorzusehen).

### 3.4 Konstruktionen bei Niedrigenergiehäusern

Der Begriff „Niedrigenergiehaus“ ist griffig und werbewirksam - aber rechtlich nicht eindeutig definiert. Dennoch gibt es Richtwerte, an denen man sich orientieren kann. Ein NEH (Niedrigenergiehaus) ist ein Haus mit einem besonders niedrigen Energieverbrauch. Wesentliche Voraussetzung dafür ist eine möglichst gute Wärmedämmung. So gilt ein Einfamilienhaus als Niedrigenergiehaus, wenn der Heizwärmebedarfswert weniger als 40 kWh pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr beträgt. Dies entspricht etwa 4 l Heizöl pro m<sup>2</sup>/Jahr. Mittlerweile ist das Niedrigenergiehaus nach den Anforderungen der Energiesparverordnung Standard. Jeder Neubau wird gerne in Niedrigenergiebauweise errichtet, doch auch Altbauten können durch geeignete Umbaumaßnahmen in Niedrigenergiehäuser umgewandelt werden. Die Meisten denken dabei sicherlich an zusätzliche Wärmedämmung. Dies ist aber nur eine Möglichkeit von mehreren. Der angestrebte Standard kann auch durch haustechnische Anlagen mit hoher Energieeffizienz erreicht werden. Das Haus kann somit als Ganzes gesehen und die einzelnen Maßnahmen können miteinander verknüpft werden.

#### 3.4.1 Massive Konstruktionen mit zementgebundenen Baustoffen

Durch Kombination geeigneter Konstruktionsweisen mit Dämmstoffschichten in den entsprechenden Dicken

kann praktisch jeder gewünschte Wärmeschutz, auch der so genannte Niedrigenergiestandard, erzielt werden. Die gestiegenen Anforderungen an den Wärmeschutz bedingen häufig neue Systemlösungen. Die Kombination von (Stahl-)Betonbauweise mit Wärmedämm-Verbundbauweisen wird in bewährten und erlernten Arbeitsweisen auch für das Niedrigenergiehaus eingesetzt. Die Betonwand übernimmt die konstruktiven Funktionen, wie Lastabtragung, Ableitung der horizontalen Einwirkungen (Erdbebensicherheit), aber auch die Funktionen, deren Erfüllung eine hohe Flächenmasse bzw. ein hohes Wärmespeichervermögen voraussetzt, wie Schallschutz und Wärmespeicherung (sommerlicher Wärmeschutz). Weiters gewährleistet die massive Bauweise Brandschutz, Feuchtepuffervermögen und Winddichtheit. Das Wärmedämmverbundsystem erfüllt die Anforderungen des Wärmeschutzes. Dadurch sind flexible Anpassungen an die geforderten U-Werte möglich; das System stellt einen aktiven Beitrag zum Umweltschutz und einen wesentlichen Faktor zur Erreichung des Kyoto-Zieles dar.

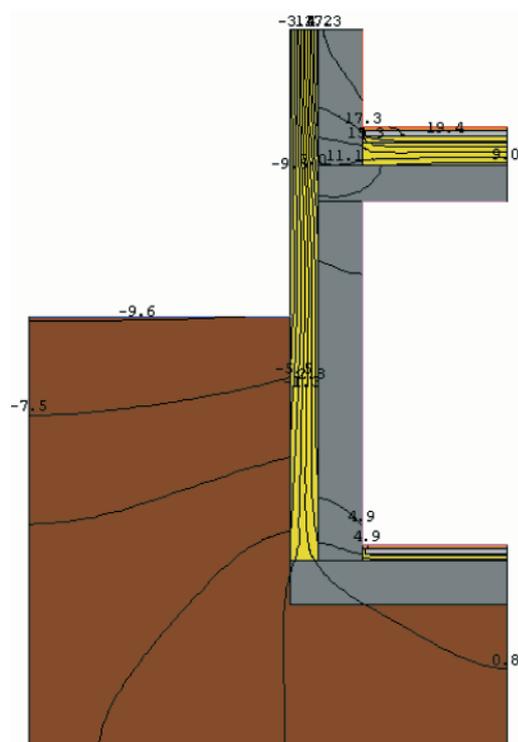
Für den Wohnbau in Niedrigenergiehausstand ist eine der möglichen Lösungen die Kombination einer Wand aus zementgebundenen Baustoffen (in der Regel Stahlbetonbauweise) mit einem Vollwärmeschutzsystem. Beide Komponenten haben sich langjährig bewährt und ergeben in Kombination eine optimierte Gesamtlösung. Das sehr günstige Kosten-Nutzen-Verhältnis des Systems Beton und Vollwärmeschutz gegenüber Leichtbauweisen spielt eine wesentliche Rolle. Das System Beton und Vollwärmeschutz ist damit eine ökologisch und ökonomisch hervorragende Konstruktion. Es bietet variable Lösungen in Bezug auf U-Werte,

Mauerstärke, Auswahl der Dämmstoffe sowie der Außen- und Innenputze.

Der Heizwärmebedarf von Häusern lässt sich anhand der Energiekennzahl bzw. des Energieausweises nachvollziehen und vergleichen. Leider wird aber die Berechnung der Energiekennzahl in Österreich in den einzelnen Bundesländern mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt, was zu zum Teil schlecht vergleichbaren Daten führt. (Abhilfe sollen die in Zukunft harmonisierten technischen Richtlinien schaffen.)

Kellerwände von Wohngebäuden werden häufig als massive Beton- oder Stahlbetonwände mit einer außen liegenden Wärmedämmung ausgeführt. Aus statisch-konstruktiven Gründen können die Wärmedämmebene der Außenwand und die Wärmedämmebene der Kellerdecken keine geschlossene Wärmedämmung bilden. Am Kellerdeckenanschluss an die Außenwand

Grafik 3-11: Kelleraufbauten und Isotherme





## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005

durchdringt der Mauerwerksfuß bei einem unbeheizten Keller die Wärmedämmebene. Damit entsteht im So-

Grafik 3-12:

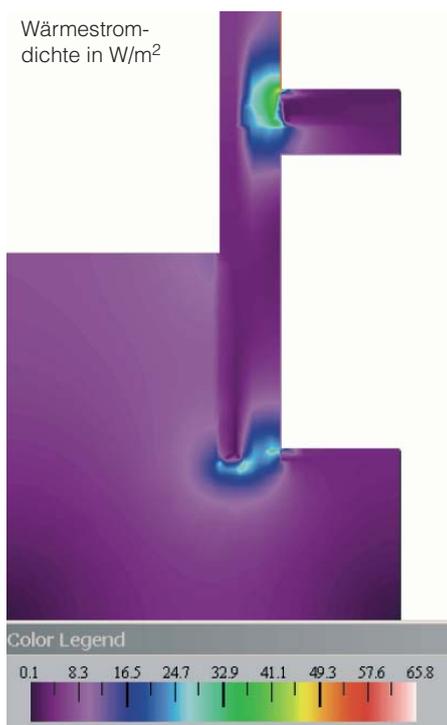
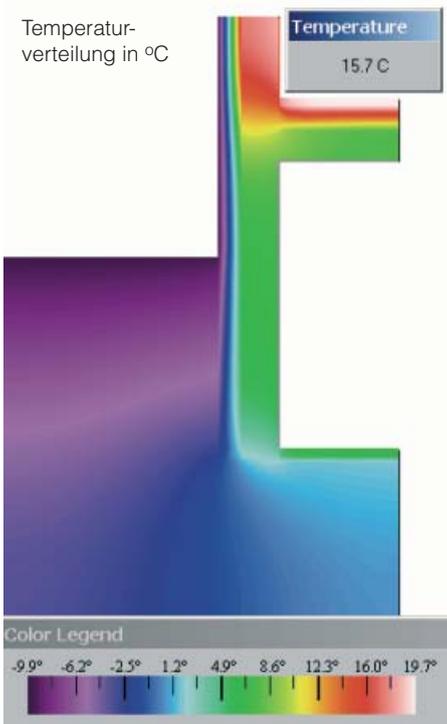


Tabelle 3-10: Richtwerte für ein typisches Niedrigenergiehaus in Massivbauweise

| Bauteil     | U-Wert | Dämmstärke |
|-------------|--------|------------|
| Außenwand   | 0,2    | 20 cm      |
| Kellerdecke | 0,3    | 16 cm      |

ckelbereich eine konstruktionsbedingte Schwachstelle (linienförmige Wärmebrücke; Grafik 3-11). Im Bereich der Außenecke sind die Wärmeverluste wesentlich höher als in den umliegenden Außenwänden und der Kellerdecke. Die Ableitung der Wärmeenergie an der Außenecke erfolgt hauptsächlich durch die Außenwand und die Kellerdecke (Grafik 3-11).

Besonders problematisch sind Außenecken im Erdgeschoss, wo sich je zwei dieser linienförmigen Wärmebrücken überlagern. Hier sind auch die größten Wärmeverluste zu erwarten. Als Folge treten in den Außenecken, an denen sich je zwei dieser Wärmebrücken und die vertikale Außenecke überlagern, die niedrigsten raumseitigen Oberflächentemperaturen auf. Durch eine Vielzahl von Wärmebrückenberechnungen (Tabelle 3-11) werden die Konstruktionseigenschaften der angrenzenden ebenen Bauteile herausgearbeitet, welche die minimale, raumseitige Oberflächentemperatur in der Außenecke über einem unbeheizten Keller und damit den Mindestwärmeschutz der Konstruktion bestimmen (Grafik 3-12).

Der Wärmeschutz der Außenwand im Erdgeschoss wird maßgeblich vom Wärmedurchlasswiderstand der Wärmedämmung und damit von der Dicke der Dämmschicht beeinflusst. Daher wird nun der Einfluss der Variation der Wärmedämmstoffdicke auf die Wärmeverluste untersucht. Der Ausgangspunkt für die Dicke der Wärmedämmung beträgt (üblicher Wert für NEH-Bauweise) 20 cm. Eine Kellerwand aus Beton mit einer Rohdichte von  $2.400 \text{ kg/m}^3$  und einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 2,3 \text{ W/mK}$  stellt den kons-

truktiven Teil des Kellerbauwerks dar. Die Kellerwanddicke wurde für diese Berechnungen mit 25 cm angesetzt.

Die Temperaturen und die Wärmeübergangszahlen sind in allen Rechnungen gleich:

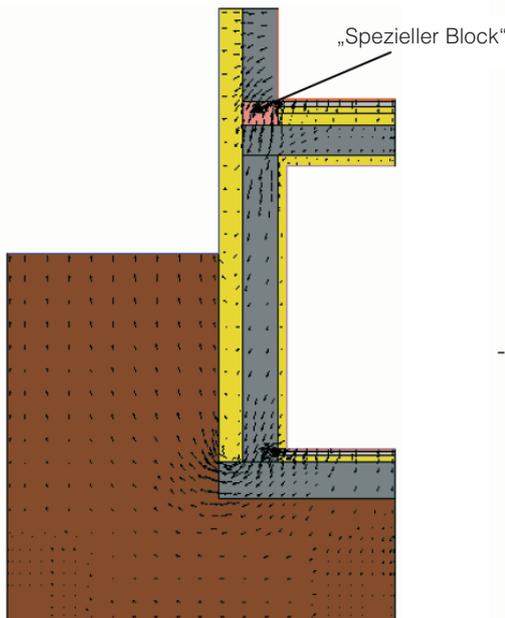
- Außentemperatur:  
 $T = -10 \text{ °C}$ ,  $\alpha = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Innentemperatur:  
 $T = 20 \text{ °C}$ ,  $\alpha = 7,69 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Kellerraumtemperatur:  
 $T = 7 \text{ °C}$ ,  $\alpha = 7,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Da der Wärmestrom über die Erdgeschosswand umgekehrt proportional zur Dicke der Wärmedämmung ist (Grafik 3-12), wird der Effekt einer Erhöhung der Wärmedämmstoffdicke auf die Wärmeverluste und die raumseitige Oberflächentemperatur signifikant. Außerdem wird mit einer Erhöhung der Wärmedämmstoffdicke zwar der Wärmestrom über die Erdgeschosswand nach außen, nicht aber der Wärmestrom über den Kellerdeckenanschluss in den unbeheizten Keller verringert. Deswegen sollen die Kellerdecke wie auch die Kellerwand mit einer inneren Dämmung versehen werden. Zur Verringerung des Wärmestromes vom Kellerdeckenanschluss in den unbeheizten Keller erscheint es zunächst sinnvoll, unter der Geschossdecke im Keller eine Wärmedämmung anzubringen (Grafik 3-13). Eine Wärmedämmung mit einer Gesamtdicke von 16 cm wird teils ober- und teils unterhalb der Kellerdecke vorgesehen. Die minimalen raumseitigen Oberflächentemperaturen in der Außenecke in Abhängigkeit von der Wärmedämmung sind in der Tabelle 3-11 dargestellt. Die Temperaturerhöhung an der Außenecke ist mit stärkeren Dämmschichten verbunden. Alle durchgeführten Berechnungen zeigen deutlich, dass die größten Wärmeverluste an der Anschlussstelle zwischen der Kellerdecke und der Wand entstehen (entlang der linienförmigen Wärmebrücke). Um diese Verluste zu

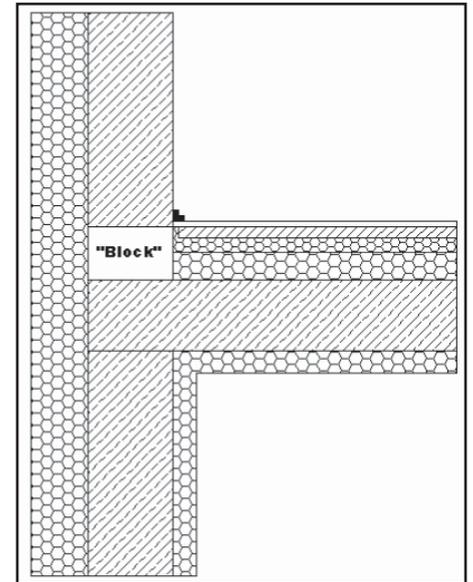
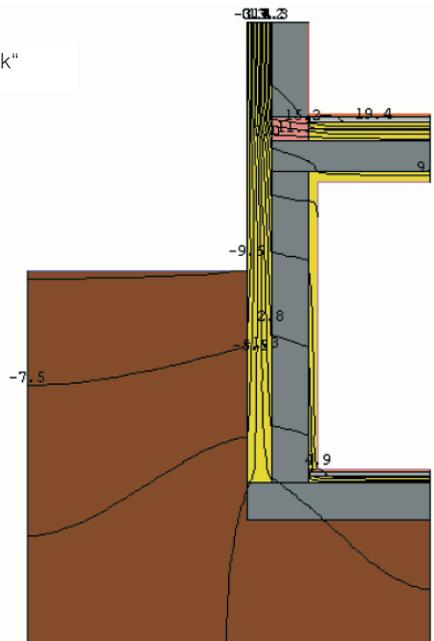


Grafik 3-13:

Wärmestromvektoren

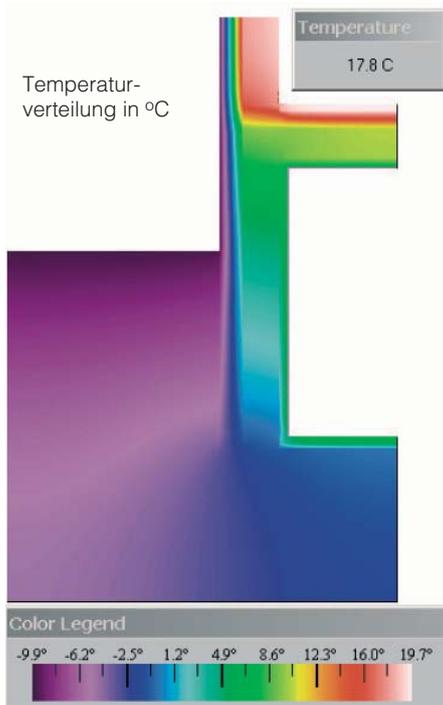


Isotherme

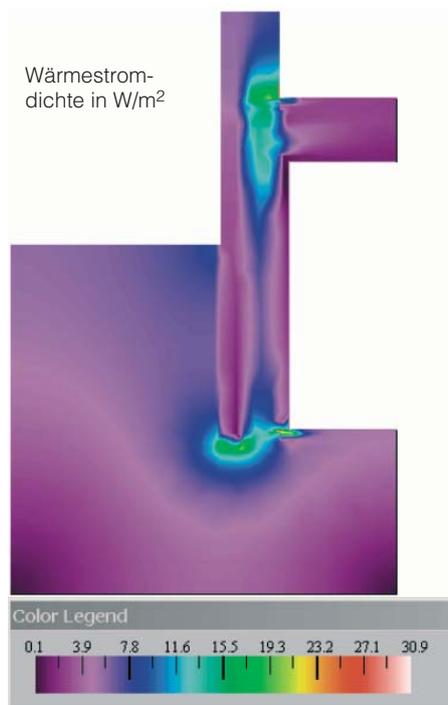


Grafik 3-14: „Block“ mit guten Wärmedämmeigenschaften in horizontaler und vertikaler Richtung und hoher mech. Beanspruchbarkeit (z. B. Liapor)

Temperaturverteilung in °C



Wärmestromdichte in W/m<sup>2</sup>



minimieren, empfiehlt es sich diesen Anschluss mit einem Material dessen Wärmedämmwerte besser sind als jene der Tragschale, auszuführen. Dieser Anschluss kann z. B. mit einem speziellen „Block“ bewerkstelligt werden (Grafik 3-13). Der Einbauteil („Block“) muss ausreichende Druckfestigkeit und gleichzeitig gute Wärmedämmeigenschaften besitzen. Mit dieser Lösung könnten sich die Wärmeverluste im Bereich der Außenecke minimieren. Die unterbrochene horizontale Dämmung der Kellerdecke könnte man mit einem solchen „Block“ annähernd ersetzen.

### 3.4.2 Änderung der Höhe der Geländeoberkante

Je tiefer sich die Geländeoberkante unter dem Kellerdeckenanschluss befin-



det, desto größer wird der Bereich, der direkt an die Außenluft grenzt. Damit hat die Höhe der Geländeoberkante einen wesentlichen Einfluss auf die Wärmeverluste, die über die Kellerwand nach außen abfließen. Meistens befindet sich die Geländeoberkante ca. 80 cm unter der Oberkante der Rohdecke im Erdgeschoss. In diesem Bereich befinden sich die Kellerfenster - diese haben im Regelfall höhere U-Werte als die gedämmten Kellerwände.

Tabelle 3-11: Innenoberflächentemperatur an der Außenecke (unter normalen Bedingungen – keine Tauwasserbildung)

| <b>Kellerwand aus Beton<br/>d = 30 cm, <math>\lambda = 2,3 \text{ W/mK}</math></b> | <b>Kellerwand aus Beton<br/>d = 25 cm, <math>\lambda = 2,3 \text{ W/mK}</math></b> | <b>Innenoberflächen-<br/>temperatur an der<br/>Außenecke</b> |
|--|--|--|
| Außendämmung 10 cm   | ohne Dämmung   | 14,9 °C  |
| Außendämmung 16 cm   | ohne Dämmung   | 15,3 °C  |
| Außendämmung 16 cm   | 10 cm Dämmung im Bodenbereich  | 15,6 °C  |
| Außendämmung 20 cm   | ohne Dämmung   | 15,4 °C  |
| Außendämmung 20 cm   | 16 cm Dämmung im Bodenbereich  | 15,7 °C  |
| Außendämmung 20 cm<br>Innendämmung 8 cm  | 8 cm Dämmung im Bodenbereich<br>8 cm Dämmung unter der Decke                       | 16,7 °C  |



## 4 Schallschutz

Unter baulichem Schallschutz versteht man alle Maßnahmen, die zur Minderung des Schallpegels in Räumen innerhalb des Gebäudes führen, unabhängig davon, ob die störenden Geräusche außerhalb oder innerhalb des Gebäudes entstehen. Wichtig für den Schallschutz im Hochbau sind unter anderem: die Luftschalldämmung der Umschließungsbauteile (Wände, Decken, Fenster und Türen), die Abschirmung von Körperschall, vor allem Trittschall und die Geräuschminderung von haustechnischen Anlagen. Grundlage für den baulichen Schallschutz bilden die Bauordnungen der Bundesländer sowie ÖNORM B 8115 (Teil 1 bis 4) „Schallschutz und Raumakustik im Hochbau“. In Teil 2 dieser Norm sind die Mindestschallschutzanforderungen für Außenbauteile (in Abhängigkeit vom Außenlärmpegel) und für Innenbauteile geregelt, wobei die Vorgaben Messwerte am Bauwerk betreffen.

### 4.1 Außenwände

Zum Schutz von Aufenthaltsräumen vor Lärmeinwirkung von außen müssen die Außenwände eines Gebäudes eine ausreichende Luftschalldämmung aufweisen. Die Luftschalldämmung von massiven, näherungsweise homogenen Außenbauteilen kann durch Schallübertragung über flankierende Bauteile beträchtlich vermindert

werden kann. Mehrschalige Bauteile hängen in erster Linie vom Flächengewicht ab, wobei zu beachten ist, dass die Luftschalldämmung auch bei geringerem Flächengewicht die gleichen Luftschalldämmwerte erreichen kann. Dabei ist jedoch nachzuweisen, dass keine Resonanzfrequenzen im hörbaren Frequenzbereich auftreten. Eine Zusammenstellung der für die schalltechnischen Nachweise notwendigen Formeln ist in Teil 4 der ÖNORM B 8115 enthalten. Schallschutzanforderungen an die Außenwände von Kellern können durch massive Umschließungsbauteile praktisch immer erfüllt werden. Bei Aufenthaltsräumen im Keller sind daher vor allem die Außenfenster entsprechend auszuwählen. Ein weiteres zu beachtendes Kriterium stellt die mögliche Schallübertragung über die Außenwand als flankierendes Bauteil dar. Dies betrifft vor allem Wohnräume über Werkstätten und Heizräumen.

### 4.2 Decken

Hinsichtlich der Luftschalldämmung verhalten sich Massivdecken wie einschalige, massive Wände und Decken mit schwimmendem Estrich wie massive mehrschalige Wände. Während der erforderliche Luftschallschutz vielfach von der Rohdecke erfüllt wird, kann die für Kellerdecken geforderte Trittschalldämmung im Regelfall nur durch schallschutztechnisch hochwertige Fußbodenkonstruktionen (z.B. schwim-

mender Estrich oder schwimmender Holzfußboden auf weich federnder Zwischenlage) erreicht werden. Grundsätzlich sollten schwimmende Estriche auch in Kellerräumen zur Ausführung gelangen, da die Körperschallübertragung über die massiven Bauteile in andere Räume zu beachten ist. Besonders in häufig genutzten Räumen (vor allem in Werkstätten) sollte spezielles Augenmerk auf ausreichenden Trittschallschutz gelegt werden.

### 4.3 Stiegen

Auch bei Stiegenkonstruktionen ist auf genügend Körperschallschutz zu achten. Die beliebteste Lösung besteht dabei in der schalltechnischen Trennung der Laufplatten von den übrigen Bauteilen. Dies wird durch Einlage von elastischen Zwischenlagen erreicht (Grafik 1-4, Kapitel 1).



## 5 Brandschutz

Aufgabe des baulichen Brandschutzes ist es, die Entstehung und Ausbreitung von Bränden zu verhindern und menschliches Leben sowie Sachgüter zu schützen. Die gesetzlichen Bestimmungen werden in den Landesbauordnungen geregelt. Für tragende Außenwände und Kellerdecken werden in der Regel Konstruktionen, die der Brandschutzklasse F 90 entsprechen („brandbeständige

Konstruktionen“), vorgeschrieben. (Für Häuser in Kleingartenanlagen und ähnliche Bauwerke sind in einzelnen Bauordnungen Erleichterungen vorgesehen). Darüber hinaus sind vor allem die baulichen Brandschutzbestimmungen hinsichtlich der im Keller angeordneten Heiz- und Brennstofflagerräume zu beachten. Forderungen hierfür siehe Tabelle 5-1. Zusätzlich ist für ausreichende Be- und Entlüftung der Heizräume zu sorgen. Die entspre-

chenden Vorgaben sind in den Abbildungen in Abschnitt 1 berücksichtigt. Die Beurteilung des Brandverhaltens von Bauteilen sowie die Zuordnung von Konstruktionen in Brandwiderstandsklassen ist in ÖNORM B 3800, Teil 1 bis 4 bzw. ÖNORM B 3806 geregelt. Ohne besonderen Nachweis können die in Tabelle 5-2 angegebenen Konstruktionen der Brandwiderstandsklasse F 90 zugeordnet werden.

| BAUTEIL           | BRANDSCHUTZANFORDERUNG            |
|-------------------|-----------------------------------|
| Wände, Decken     | REI 90                            |
| Türen und Fenster | EI 30                             |
| Fußböden          | B <sub>fi</sub> , L <sub>fi</sub> |

Tabelle 5-1: Brandschutzbestimmungen für Heiz- und Brennstofflagerräume

| BAUTEIL - BAUART   | AUSFÜHRUNG  |
|--|---|
| Wände aus Hohlblocksteinen   | Ausführung gemäß ÖNORM B 3206; mind. 17 cm dick, beide Wandflächen geschlossen, beiderseits verschlossen oder geputzt |
| Wände aus Beton  | Ausführung gemäß ÖNORM B 4710-1; Festigkeitsklasse mind. C 12/15, mind. 10 cm dick, ohne Hohlräume                    |
| Decken aus Stahlbetonplatten (statisch bestimmt gelagert)  | mind. 10 cm dick, Betonüberdeckung der Stahleinlagen mind. 2,5 cm   |
| Stahlbetonrippendecken ohne Füllkörper (statisch bestimmt gelagert)                              | mind. 12 cm breite Rippen, Betonüberdeckung der Hauptbewehrung mind. 3 cm   |
| Stahlbetonrippendecken mit Füllkörpern aus nichtbrennbarem Material (statisch bestimmt gelagert) | mind. 10 cm breite Rippen   |

Tabelle 5-2: Zuordnung von Bauteilen aus zementgebundenen Baustoffen zur Brandwiderstandsklasse F 90



## 6 Feuchtigkeitschutz

### 6.1 Grundlagen

Die Bauordnungen der Bundesländer schreiben für Wohngebäude einen ausreichenden Schutz gegen seitlich eindringende und aufsteigende Bodenfeuchte vor. Darüber hinaus ist das aufgehende Mauerwerk durch eine wirksame Abdichtung vor aufsteigender Feuchtigkeit zu schützen. Die Notwendigkeit dieser Anforderungen wird durch die große Zahl von Bauschäden als Folge aufsteigender Bodenfeuchte unterstrichen. Werden Kelleraußenwände nicht aus wasserundurchlässigem Beton (gemäß ÖNORM B 4700-1 bzw. „Richtlinie Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen“ der Österreichischen Vereinigung für Beton und Bautechnik) hergestellt, sondern – wie vor allem im Ein- und Zweifamilienhausbau sowie im verdichteten Flachbau üblich – aus Schalsteinen oder Beton mit einer Festigkeitsklasse < C20/25/B1 ausgeführt, so sind entsprechende Abdichtungsmaßnahmen notwendig.

### 6.2 Wasserbeanspruchung und Abdichtungsart

Voraussetzung für die Wahl einer angemessenen und wirtschaftlichen Feuchtigkeitsabdichtung im erdberührten Bereich ist die frühzeitige Ermittlung folgender Einflussfaktoren:

- Bodenart (bindig oder nichtbindig) der durchdrungenen Schichten
- Geländeform (eben oder Hanglage)
- mögliche wasserführende Schichten im Untergrund
- höchster auf dem Baugrund zu erwartender Grundwasserspiegel. Grundsätzlich ist im Erdreich immer mit Feuchtigkeit zu rechnen, wobei entsprechend den Erscheinungsformen des Wassers im Boden (Bodenfeuchtigkeit, Sicker-, Schichten-,

| MATERIAL   | AUSFÜHRUNGSART   |
|--|--|
| Bituminöse Abdichtungsstoffe nach ÖNORM B 2209, Teil 1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Abdichtungsaufstriche (Voranstrich und mindestens zwei heiß- oder drei kaltflüssige Deckaufstriche)</li> <li>○ Abdichtungsbeläge (Spachtelmassen aus Asphaltmastix oder Gussasphalt)</li> <li>○ Bituminöse Abdichtungen mit Abdichtungsbahnen, Einlagen aus wasserdichten Stoffen (früher Abdichtungspappen)</li> </ul> |
| Mineralische Abdichtungsstoffe                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dichtungsschlämme (mindestens zweilagiger Auftrag, Gesamtdicke 3-4 mm)</li> <li>○ Sperrputze (mindestens zweilagiger Auftrag, Gesamtdicke mind. 2 cm)</li> <li>○ Sperrestriche</li> </ul>   |
| kunststoffvergütete Abdichtungsstoffe                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bituminöse Abdichtungen</li> <li>○ Sperrputze</li> <li>○ Dichtungsschlämme (mit bedingt plastischem Verformungsverhalten)</li> </ul>  |
| Kunststoffdichtungsbahnen                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ PIB (Polyisobutylen)</li> <li>○ PVC-weich (Polyvinylchlorid)</li> <li>○ ECB (Athylencopolymerisat-Bitumen)</li> <li>○ Butylkautschuk</li> </ul>   |

Tabelle 6-1: Gebräuchliche Abdichtungsstoffe zur Herstellung von Flächenabdichtungen

Stau- und Grundwasser) zwischen folgenden drei Abdichtungsarten zu unterscheiden ist:

- Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit
- Abdichtung gegen druckloses Wasser im Baugrund
- Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser

### 6.3 Abdichtungsstoffe

Zur Flächenabdichtung erdberührter Bauteile werden spezielle (siehe Tabelle 6-1) Abdichtungsmaterialien herangezogen. Die Auswahl richtet sich jeweils nach der Art der Beanspruchung (kapillar transportierte Feuchte, druckloses oder Druckwasser) und nach der Nutzung der Kellerräume. Vor Beginn der eigentlichen Abdichtungsarbeiten ist der Untergrund, der eben und frei von Verunreinigungen und losen Teilen zu sein hat, entsprechend dem jeweils verwendeten Abdichtungsstoff und den Herstellerangaben vorzubereiten. Werden die Kellerumfassungsbauteile

aus wasserundurchlässigem Beton (nach ÖNORM B 4700, B4710-1) hergestellt, so ist keine zusätzliche Flächenabdichtung erforderlich. Zu Bauteilen aus wasserundurchlässigem Beton ist festzuhalten, dass, obwohl kein Wasser in flüssigem Aggregatzustand durch den Bauteil dringen kann, ein Transport von Wasserdampf durch den Bauteil möglich ist. Dichte Beläge (dampfdichte Anstriche oder keramische Beläge) an der Innenseite derart ausgeführter Bauteile sind daher nur unter Beachtung besonderer flankierender Maßnahmen möglich und im Regelfall zu vermeiden.

### 6.4 Lage der Abdichtungen

Hinsichtlich der Lage der Abdichtungen unterscheidet man zwischen:

- horizontalen Abdichtungen im Außenwandbereich
- vertikalen Abdichtungen an der Außenseite der Kellerwände
- horizontalen Abdichtungen des Kellerbodens



### 6.4.1 Horizontale Abdichtungen im Außenwandbereich

Um das kapillare Aufsteigen von eingedrungenerem Wasser im Wandbaustoff zu verhindern, sind in Kelleraußenwänden aus nicht wasserundurchlässigem Material zumindest zwei horizontale Sperrschichten anzuordnen. Die untere ist in Höhe der Kellerbodenabdichtung, die etwa 30 cm über dem angrenzenden Gelände liegt, anzuordnen. Befindet sich der Keller zur Gänze im Erdreich, sollte eine dritte Horizontalsperre unter der Kellerdecke vorgesehen werden. (Grafiken 6-1 und 6-2). Bei Ausführung in WU-Beton (siehe Kapitel 6.9.2 – Weiße Wannen)

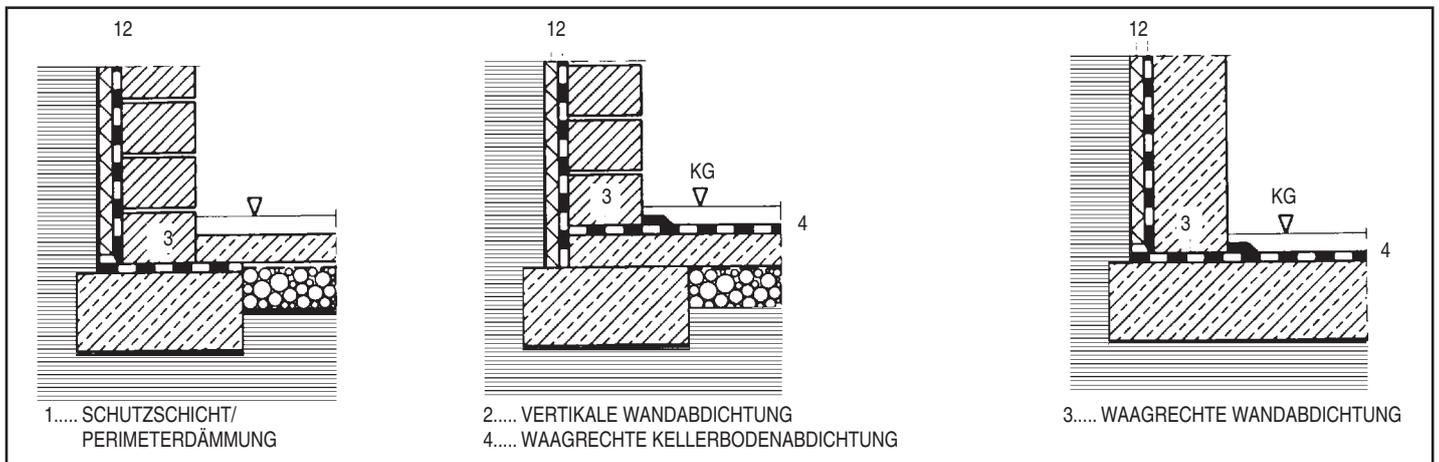
können bei sorgfältiger Ausführung die Horizontalabdichtungen im Bereich des Kellers entfallen.

### 6.4.2 Vertikale Wandabdichtungen

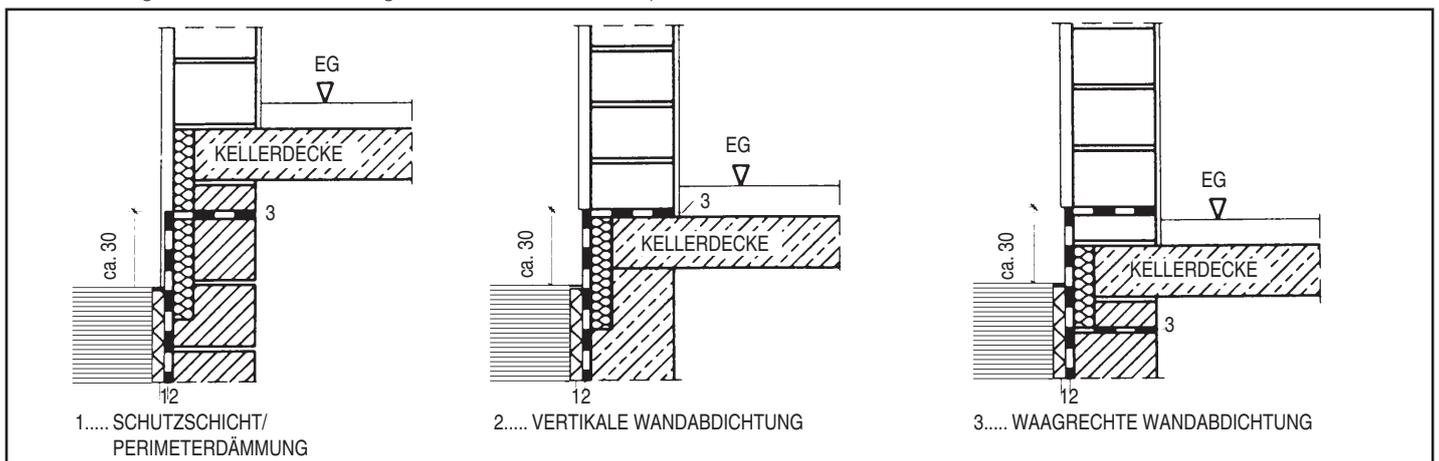
Alle erdberührten und dem Spritzwasser ausgesetzten Wandflächen sind gegen seitlich eindringendes Wasser durch eine vertikale Wandabdichtung zu schützen. Die Abdichtung muss bis zum Fundamentabsatz reichen (Grafik 6-1) und ist bis zur obersten Horizontalsperre (etwa 30 cm über dem angrenzenden Gelände) hochzuführen. Dabei ist auf einen lückenlosen Anschluss an die Horizontalsperren zu achten, um Feuchtebrücken zu

vermeiden. Die Ausführung des Sockelbereiches bedarf besonderer Sorgfalt, weil in dieser Zone mit den stärksten Feuchtebelastungen der gesamten Fassade zu rechnen ist. Es werden daher in diesem Bereich meist zwei- bis dreilagige Sperrputze, Vorsatzschalen oder Vormauerungen und bei Vollwärmeschutzfassaden zusätzlich armierte Putzschichten vorgesehen. Sind Kellerlichtschächte geplant, die mit der Kelleraußenwand konstruktiv verbunden sind, so ist die Feuchtigkeitsabdichtung außen um Lichtschachtwände und Lichtschachtboden zu führen. Ähnlich ist bei außen an die Kellerwand anschließenden

Grafik 6-1: Möglichkeiten der Anordnung der unteren horizontalen Sperrschicht in Kelleraußenwänden



Grafik 6-2: Möglichkeiten der Anordnung der oberen horizontalen Sperrschicht in Kelleraußenwänden



30



## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005

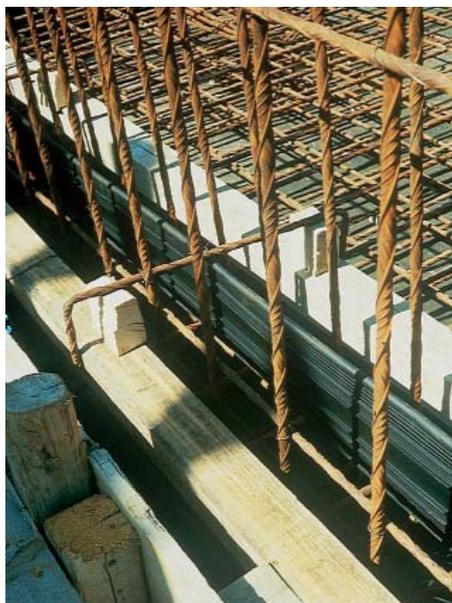


Bild 7: Die Einbindung von Fugenbändern im Zusammenspiel mit wasserundurchlässigem Beton stellt eine der Möglichkeiten dar, den Keller gegen Feuchtigkeit zu schützen (Foto: F. Czerny)

und mit dem Objekt starr verbundenen Stiegenwandungen von Kelleraußenstiegen vorzugehen.

Bei den häufig verwendeten Fertigteil-Lichtschächten ist besonderes Augenmerk auf die Abdichtung an den Befestigungselementen aus nicht rostendem Stahl zu legen. Rohrleitungen sollten stets mit einem Mantelrohr umhüllt durch die Kellerwand geführt werden, wobei der Spaltraum zwischen Mantelrohr und Rohrleitung mit Dichtungsringen und dauerplastischen Fugendichtungsmassen abzudichten ist. Vor dem Hinterfüllen der Arbeitsgräben sind vertikale Wandabdichtungen im erdberührten Bereich mit einer Schutzschicht vor mechanischen Beschädigungen zu schützen. In den meisten Fällen wird diese Schutzfunktion von der außen liegenden Wärmedämmung (Perimeterdämmung) mit übernommen. Ist keine Außendämmung des Kellermauerwerks geplant, werden Betonplatten, Faserzementplatten oder Dränplatten zum Schutz der Außenabdichtung vorgesehen.

### 6.4.3 Horizontale Kellerbodenabdichtung

Bei Gebäuden mit untergeordneten Nutzungsanforderungen in den Kellerräumen kann eine Kellerbodenabdichtung bei Beanspruchung durch Bodenfeuchtigkeit entfallen, wenn unterhalb der Kellersohle eine mindestens 15 bis 20 cm dicke kapillarbrechende Schicht (z.B. grobkörnige Kiesschüttung) eingebaut wird. (Um auch späteren Nutzungsänderungen gerecht werden zu können, empfiehlt es sich jedoch, in allen Fällen eine Horizontalabdichtung der Kellersohle einzubauen). Bei denjenigen Kellerräumen, an die aufgrund der Nutzung (z.B. Aufenthaltsräume, Freizeiträume, oder Lagerräume für feuchtigkeitsempfindliche Stoffe) höhere Anforderungen bezüglich der Trockenheit des Kellerbodens zu stellen sind, ist eine horizontale Flächenabdichtung vorzusehen. Diese ist an die unterste horizontale Wandabdichtung lückenlos anzuschließen.

### 6.5 Abdichtung erdberührter Aufenthaltsräume

Bei Aufenthaltsräumen für den ständigen oder vorübergehenden Aufenthalt von Personen sind Anforderungen in Bezug auf die Trockenheit der Außenbauteile wesentlich strenger zu formulieren als bei untergeordneten Nutzräumen. Die erdberührten Umfassungsbauteile von Aufenthaltsräumen sollten daher grundsätzlich durch eine „wasser- und kapillardichte Flächenabdichtung“ sicher vor Durchfeuchtung geschützt werden. Hinsichtlich der Ausführungen ist auf die Regeldarstellungen in Abschnitt 3 zu verweisen.

### 6.6 Abdichtung gegen Bodenfeuchte

Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser kann grundsätzlich nur bei gut wasserdurchlässigen, nicht-

bindigen, grobkörnigen Sand- und Kiesböden angenommen werden, bei denen das Niederschlagswasser relativ rasch zum Grundwasser absickert. Bei Kellerräumen mit untergeordneter Nutzung (Lager-, Abstell- und Nutzräume) sind folgende Abdichtungsmaßnahmen gebräuchlich:

An vertikalen Bauteilflächen:

- Dichtungsschlämme
- Sperrputze
- Bituminöse Spachtelmassen
- mehrlagige bituminöse Abdichtungsaufstriche

An horizontalen Bauteilflächen (Kellerböden):

- Dichtungsschlämme mit Schutzestrich
- Sperrestriche
- einlagige Dichtungsbahnen (Kunststoff- oder Bitumenbahnen) mit Schutzestrich
- bituminöse Abdichtungsbahnen

### 6.7 Abdichtungen gegen druckloses Wasser

Bei bindigem Baugrund muss mit kurzzeitig stauendem Sickerwasser vor den erdberührten Kelleraußenwänden gerechnet werden. Bei stark bindigen Böden mit hohem Tonanteil, bei Hanglagen oder bei Anschnitt wasserführender Bodenschichten ist hingegen mit lang anhaltenden Stauwasserbeanspruchungen zu rechnen. Bei kurzzeitig stauendem Wasser können die gegen Bodenfeuchte gebräuchlichen Abdichtungsmaterialien meist als ausreichend eingestuft werden. Zur Verringerung der Wasserbeanspruchung ist eine wirksame Drainage vorzusehen. Bei höherwertiger Nutzung der Kellerräume sind entsprechend wirksamere Abdichtungsmaßnahmen einzusetzen. Bei lang anhaltend stauendem Sickerwasser oder bei Anschnitt wasserführender Schichten sollten stets



## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005

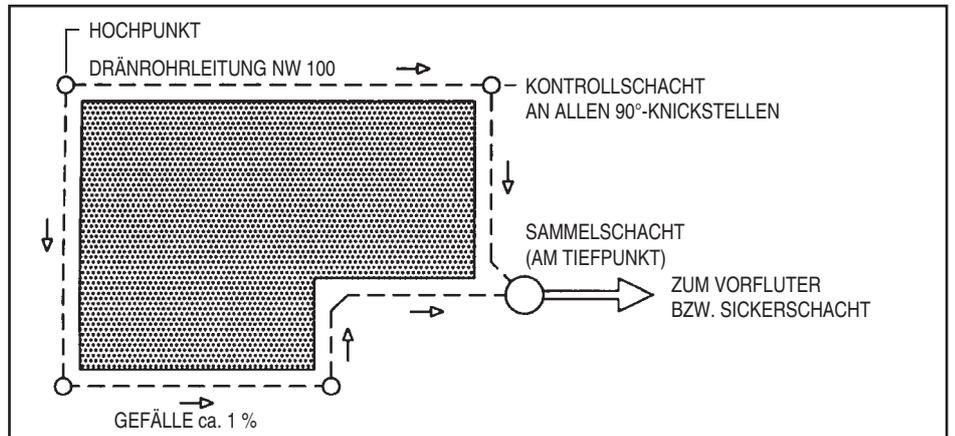
Abdichtungen aus Dichtungsbahnen in mehrlagiger Ausführung und eine Dränung vorgesehen werden. Ohne Dränage sind wasserdruckhaltende Abdichtungsmaßnahmen einzubauen.

### 6.8 Dränagen

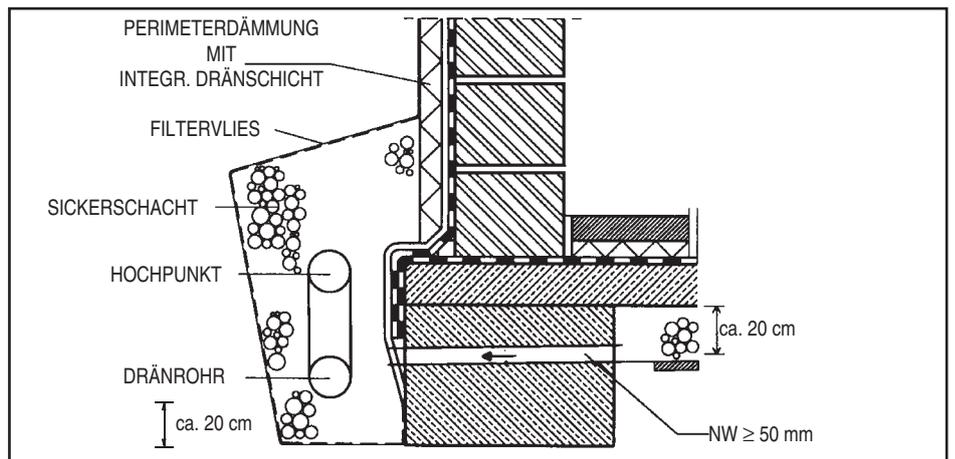
Dränagen entwässern den an das Kellermauerwerk angrenzenden Boden von nichtdrückendem Wasser. Zusätzlich wird bei kurzzeitig auftretendem starkem Wasserandrang (bei bindigen Böden und Bauten in Hanglage) eine entsprechend rasche Wasserableitung ermöglicht. Man unterscheidet im Gründungsbereich Dränanlagen vor Kelleraußenwänden und unter Bodenplatten. Eine Dränanlage besteht aus folgenden Komponenten (Grafik 6-3):

- Sicker- und Filterschicht, Dränrohre
- Kontroll-, Reinigungs- und Spülschächte
- Sammelschacht
- Sickerschacht oder Einleitung in den Vorfluter

Bei größeren Anlagen ist eine entsprechende Dimensionierung zu empfehlen und zur Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit ist eine laufende Wartung vorzusehen. Die Sickerschicht, die der flächenhaften Aufnahme des zufließenden Wassers (Sickerwasser und Schichtenwasser) und dessen lotrechter Ableitung zum Dränrohr dient, besteht in der Regel aus einer Kiesschüttung sowie Dränelementen (Dränsteine und -platten, z.B. aus haufwerksporigem Beton). Die Dränschicht soll alle erdberührten Wandflächen erfassen und bis ca. 15 cm unter die Geländeoberfläche reichen, die Traufenausbildung ist einzubinden. Bei feinkörnigen Böden ist die Sickerschicht durch eine Filterschicht (z.B. Filtervlies) vor dem Zuschlämmen zu schützen. Bei Schüttungen mit „filterstabilem Kornaufbau“ ist dies nicht erforderlich. Die Dränrohrleitung (z.B. Betonfilterrohr-



Grafik 6-3: Prinzip einer Ringdränage



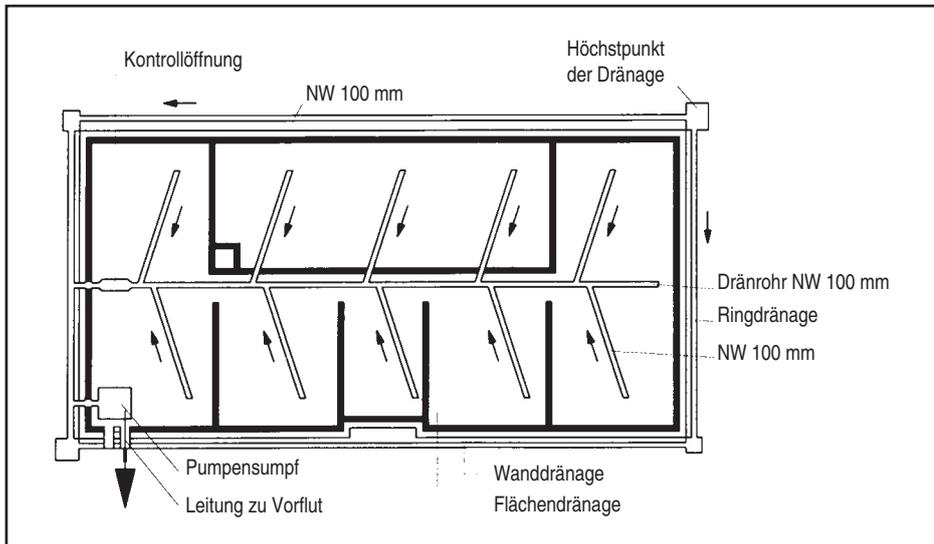
Grafik 6-4: Schemaschnitt durch eine Kelleraußenwand mit Dränageleitung

re aus haufwerksporigem Beton oder gelochte Betonrohre) wird vom Hoch- bis zum Tiefpunkt (Sammelschacht) in einem Gefälle von etwa 1 % verlegt, wobei das Sickermaterial das Dränrohr in einer Dicke von mindestens 20 cm allseitig umgeben sollte. Die Nennweite der Dränrohre soll zumindest 100 mm betragen (Grafik 6-4). Hinsichtlich der Verlegung ist zu beachten, dass der Scheitel der Dränrohre am höchsten Punkt nicht über der Fundamentoberkante (im ungünstigsten Fall nicht über der unteren Wandabdichtung) angeordnet wird und dass das Fundament an keiner Stelle unterschritten wird. Flächendränagen unter Bodenplatten werden als Kies-/Schotterschüttungen

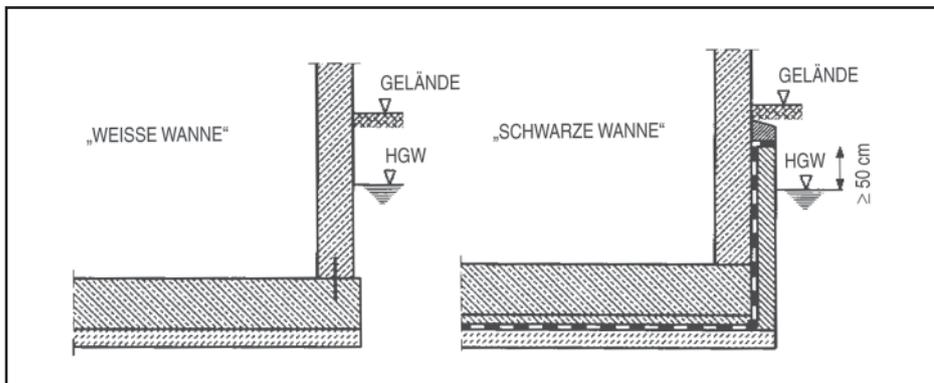
oder bei größeren Flächen als Rohrleitungen im Schotterbett ausgebildet. Filterschichten oder Filtervliese sollen die Auswaschung verhindern. Das abfallende Wasser wird über Dränrohre (NW  $\geq$  50 mm), die nach außen durch die Streifenfundamente geführt werden, an die Ringleitung abgegeben (Grafik 6-5).

### 6.9 Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser

Liegen die erdberührten Umfassungsbauteile im Grundwasser oder im Bereich des örtlich höchsten Grundwasserspiegels, so müssen die dem Erd- oder Wasserdruck ausgesetzten

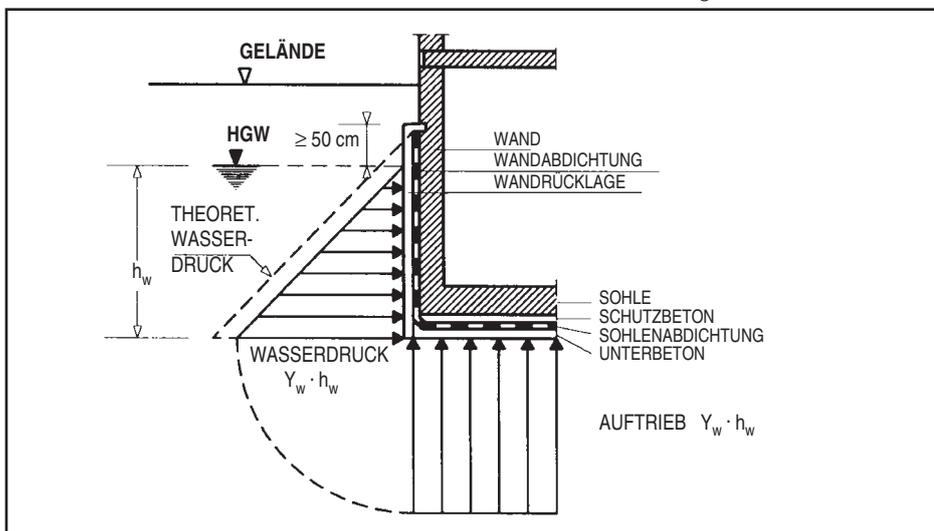


Grafik 6-5: Flächendränage unter einer Fundamentplatte (beispielhafte Darstellung)



Grafik 6-6: Möglichkeiten der Abdichtung gegen drückendes Grundwasser

Grafik 6-7: Funktionsweise einer wasserdruckhaltenden Außenabdichtung



Kellerbauteile (Kellerwand und Kellerboden) entsprechend bemessen und durch eine wasserdruckhaltende Abdichtung geschützt werden. Diese Abdichtung wird entweder durch wasserundurchlässigen Beton („Weiße Wanne“) oder durch eine zusätzliche Abdichtungshaut („Schwarze Wanne“) erreicht (Grafik 6-6). Da bei Kellern im Grundwasser die Kelleraußenwände und die Kellersohle aus statisch-konstruktiven Gründen in der Regel aus Beton ausgeführt werden, ist es oft wirtschaftlicher, eine „Weiße Wanne“ vorzusehen.

### 6.9.1 Schwarze Wanne

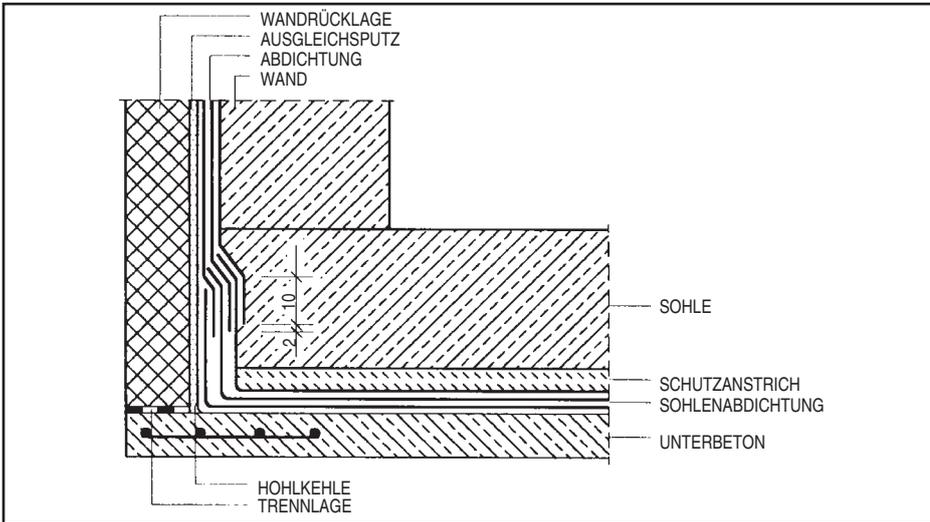
Ausführungen mit einer Außenabdichtung sollten der in Grafik 6-7 gezeigten Ausführung entsprechen. Als wasserdruckhaltende Abdichtungen werden folgende Materialien (mit wasserdruckhaltender Rücklage) verwendet:

- Kunststoffdichtungsbahnen (mit Trennlagen)
- bituminöse Dichtungsbahnen in mehrlagiger (mind. 3-lagiger) Ausführung; die Lagenzahl richtet sich nach der Eintauchtiefe

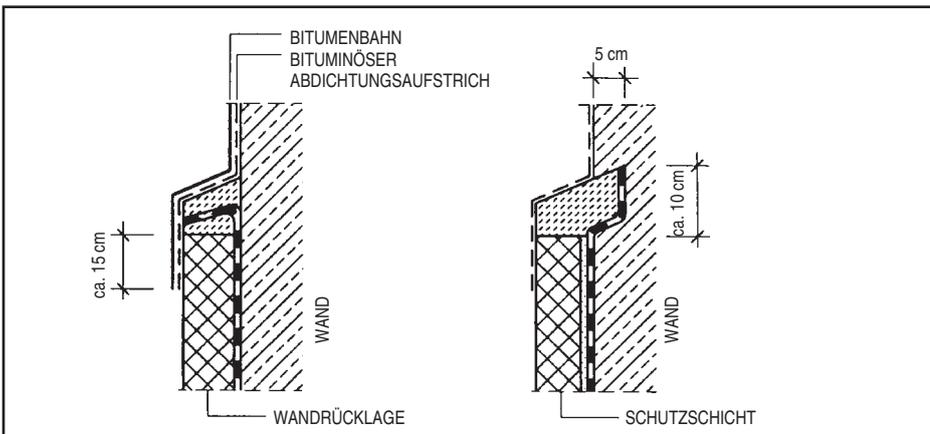
Die Abdichtung hat den zu schützenden Bauwerksbereich wannenartig zu umschließen und ist mindestens 50 cm über den vieljährlich höchsten Grundwasserstand oder Staudruckspiegel zu ziehen. Besonderer Sorgfalt bedarf die Ausbildung des Überganges von der Sohlenabdichtung zur Wandabdichtung, meist als „Kehlenstoß“ ausgeführt (Grafik 6-8), sowie die Ausführung der Abdichtungsendung am oberen Rand (Grafik 6-9).

### 6.9.2 Weiße Wanne

Aus wirtschaftlichen Erwägungen wird in vielen Fällen eine „Weiße Wanne“ vorgesehen, wobei der den Keller umschließenden Betonkonstruktion sowohl die Funktion des Tragens wie auch der Abdichtung zufällt.



Grafik 6-8: „Kehlenstoß“: Übergang Sohlenabdichtung - Wandabdichtung



Grafik 6-9: Oberer Abdichtungs-Abschluss

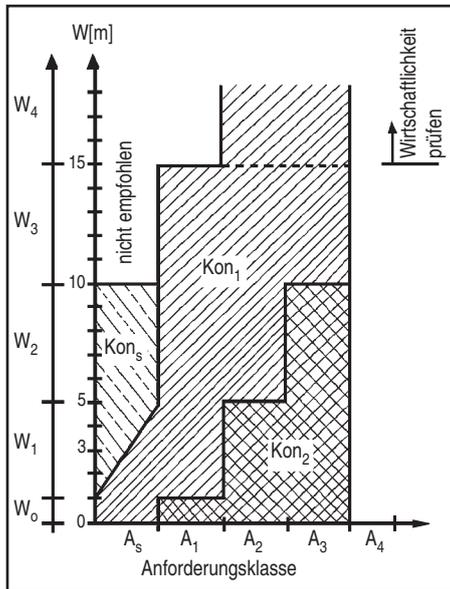


Wegen der zunehmenden Verbreitung derartiger Konstruktionen wurde durch die Österreichische Vereinigung für Beton und Bautechnik an der Herausgabe einer diesbezüglichen Richtlinie (Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen) gearbeitet (2. Auflage, November 2002).

### Anforderungsklassen

Die Anforderungen an die Dichtheit eines Bauwerkes sind nach Art und zukünftiger Nutzung des Objektes unterschiedlich. In Abhängigkeit von äußeren Einflussfaktoren – wie Wasserdruck, Untergrund, klimatische Verhältnisse usw. – kann durch Wahl einer geeigneten Konstruktionsklasse eine vorher festzulegende Anforderungsklasse erreicht werden. In der Richtlinie der ÖVBB werden fünf Anforderungsklassen definiert (siehe Tabelle 6-2), die in Abhängigkeit von der Wasserdruckklasse sowie der Konstruktionsklasse erreicht werden können. Die Anforderungsklasse ist vom Bauherrn in Zusammenarbeit mit dem Planer in Abhängigkeit von der vorgesehenen Nutzung festzulegen. Dabei sind die Aspekte der Wirtschaftlichkeit und technischen Realisierbarkeit zu beachten. (Es ist festzuhalten, dass die Anforderungsklasse  $A_5$  nur für Sonderfälle angestrebt werden soll; die Anforderungsklasse  $A_3$  kommt im Wesentlichen nur für einschalige Bauweisen mit Bohrpfahl- oder Schlitzwand zur Anwendung). Der Zusammenhang zwischen Anforderungsklasse, Wasserdruck und Konstruktionsklasse ist Grafik 6-10 zu entnehmen.

Bild 8: Fertigteilkellerwände können ebenso wasserundurchlässig ausgeführt werden, die Stöße sind dann durch entsprechende Fugen- bzw. Quellbänder abzudichten (Foto: Firma Maba)



Grafik 6-10: Zusammenhang zwischen Anforderungsklasse, Wasserdruck und Konstruktionsklasse nach ÖVBB-Richtlinie

| Anforderungsklasse           | Kurzbezeichnung     | Beschreibung der Betonoberfläche  | Mögliche Anwendungsgebiete   |
|------------------------------|---------------------|---|--|
| A <sub>5</sub> -Sonderklasse | vollständig trocken | keine visuell feststellbaren Feuchtstellen (Dunkelfärbungen) erkennbar                      | Sonderräume und Lager für besonders feuchtigkeitsempfindliche Güter                                    |
| A <sub>1</sub>               | weitgehend trocken  | visuell einzelne Feuchtigkeitsstellen erkennbar (max. matte Dunkelfärbung)                  | Aufenthaltsräume, Lager, Hauskeller (Einlagerungsräume), Haustechnikräume mit besonderen Anforderungen |
| A <sub>2</sub>               | leicht feucht       | visuell und manuell feststellbare einzelne glänzende Feuchtigkeitsstellen an der Oberfläche | Garagen, Haustechnikräume (z.B.: Heizräume, Kollektoren)   |
| A <sub>3</sub>               | feucht              | tropfenweiser Wasseraustritt mit Bildung von Wasserschlieren                                | Garagen (mit Zusatzmaßnahmen, z.B. Entwässerungsrinnen)  |

Tabelle 6-2: Anforderungsklassen an Außenwände, Bodenplatten und Decken von „Weißen Wannen“ (Auszug der entsprechenden Tabelle der ÖVBB-Richtlinie)

### 6.9.3 Belastungen und Einwirkungen

#### Belastungen

Eigengewicht der Konstruktion, Erd- und Wasserdruck sind gemäß den einschlägigen ÖNORMEN zu berücksichtigen. Für den Rissebeschränkungsnachweis müssen die ständig wirkenden Nutzlasten (Dauerlasten) gemäß ÖNORM B 4700 beachtet werden.

#### Zwangsbeanspruchungen

In statisch unbestimmten Systemen muss auf Zwängungen aus Temperatur, Schwinden und Kriechen sowie auf Lagerverschiebungen Bedacht genommen werden, und zwar wenn sie einen maßgebenden Beitrag zu den Schnittgrößen liefern. Eine risseverteilende Bewehrung bei überwiegender Zwangsbeanspruchung gemäß ÖNORM B 4700 ist auf jeden Fall vorzusehen.

#### Temperatur

Für unterirdische Bauwerke ist im Allgemeinen mit einer Temperaturdifferenz von  $\pm 10^\circ \text{C}$  zu rechnen. Nähere Hinweise zur Bemessung sind in der

ÖVBB-Richtlinie „Weiße Wannen“ enthalten.

#### Schwinden und Kriechen

Die Größenordnung der Schwind- und Kriechbeiwerte kann auch für nicht vorgespannte Konstruktionen gemäß ÖNORM B 4250 abgeschätzt werden. Dabei darf der Abbau der Zwangsbeanspruchungen durch das Kriechen des Betons in Rechnung gestellt werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die ungünstigsten Zwangsbeanspruchungen zumeist im jungen Bauwerk auftreten und dass zu diesem Zeitpunkt zufolge der noch nicht voll entwickelten Zugfestigkeit des Betons am ehesten Rissbildungen zu erwarten sind.

#### Setzungen, Hebungen, Verdrehungen

Bei der Ermittlung von Schnittgrößen infolge Langzeitdifferenzverformungen darf der Abbau der durch Kriechen entstehenden Schnittgröße im Allgemeinen durch den Faktor 0,5 berücksichtigt werden. Wasserdruck siehe Abschnitt 6.9

#### Berechnung und Bemessung Tragsicherheitsnachweise

„Weiße Wannen“ sind grundsätzlich nach der aktuellen Normenlage zu berechnen und bemessen.

#### Gebrauchstauglichkeitsnachweise

Die Bewehrung ist so zu konstruieren und anzuordnen, dass eventuell auftretende Risse möglichst fein verteilt werden (Mindestanforderung quadratisches Netz  $a = 15 \text{ cm}$ ). Durch die Wahl der Stabdurchmesser, der Abstände der Bewehrung und durch den Bewehrungsgehalt kann die Einzelrissbreite gesteuert werden. Gemäß dem Anforderungsprofil werden die in Tabelle 6-3 angeführten Rissbreiten gefordert.

### 6.9.4 Baustoffeigenschaften

Bei der Betonzusammensetzung ist besonders darauf zu achten, dass der Beton eine gute Verarbeitbarkeit und ein dichtes Gefüge aufweist. Ebenso ist eine möglichst geringe Wasserabsorption sicherzustellen. Zur Vermeidung schädlicher Risse ist neben konstruktiven Maßnahmen (z.B. riss-



weitenbegrenzende Bewehrung) und bautechnischen Vorkehrungen (z.B. Ausschalzeitpunkt, Nachbehandlung) die Verwendung eines Betons notwendig, bei dem möglichst geringe Temperatur- und Schwindspannungen entstehen. Dazu sollen die zur Erreichung der geforderten Betoneigenschaften notwendigen Zement- und Wassermengen und die bei der Erhärtung freigesetzte Hydratationswärme möglichst gering sein (Grafik 6-11). Beton für wasserdichte Bauwerke sollte bei Einhaltung der geforderten Betoneigenschaften unter Verwendung Wasser sparender Zusatzmittel (FM, BV, LPV) hergestellt werden. Zur Verringerung der Temperaturspannung ist die Verwendung C<sub>3</sub>A-armer oder zumahlstoffhaltiger Zemente zu empfehlen. Ebenso kann ein Teil des Bindemittels mit hydraulisch wirksamen Zusatzstoffen, z. B. Flugasche, abgedeckt werden. Der Einfluss der Frischbetontemperatur auf die Temperaturentwicklung, die maximale Bauwerktemperatur bei der Erhärtung, die Festigkeitsentwicklung und die Endfestigkeit des Betons sind ebenfalls zu beachten. (Frischbetontemperaturen um 15° C haben sich als besonders günstig erwiesen). Hinsichtlich weiterführender Angaben zur Betonherstellung ist auf die einschlägigen ÖNORMEN und Richtlinien zu verweisen.

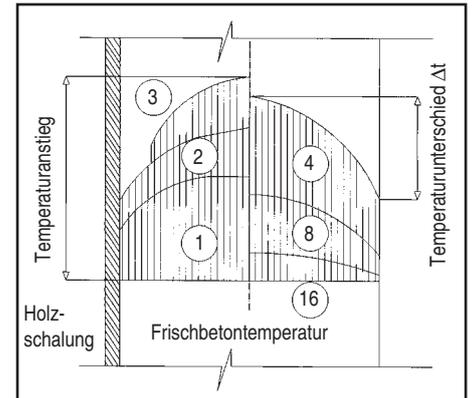
### 6.9.5 Arbeiten auf der Baustelle

Das Ziel der Betonierarbeiten ist die Herstellung einer möglichst geschlossenen, dichten Betonoberfläche und eines praktisch vollständig verdichteten Betons. Als Schalung sind glatte, wassersperrende Elemente zu verwenden, wobei neben der Standfestigkeit der gesamten Schalwand auf die Dichtheit an den Fugen der Schaltafeln zu achten ist. Beim Rödeln ist wegen der Korrosionsgefahr zu berücksichtigen, dass es keine frei liegenden oder zu gering überdeckten Rödeldrähte gibt; zu empfehlen ist der aufgesteckte Konus

und die Ausfüllung des Hohlraumes mit schwindfreiem Fertigmörtel bzw. die Verwendung von Rohr-Distanzelementen, die nach dem Ausschalen sauber zu verkleben sind. (Zum Teil werden durch den Baukörper führende Verankerungen bei Weißen Wannen von den Baubehörden nicht zugelassen!). Beim Einbringen und Verdichten sind folgende Punkte zu beachten:

- freie Fallhöhen über 1,50 m sind zu vermeiden
- die Schüttilagen sind mit 50 cm zu beschränken
- die Wirkungsbereiche der Rüttler müssen sich in horizontaler und vertikaler Richtung überschneiden. (Als Wirkungsdurchmesser des

Innenrüttlers ist etwa der 7- bis 10fache Rüttelflaschendurchmesser anzusetzen.)

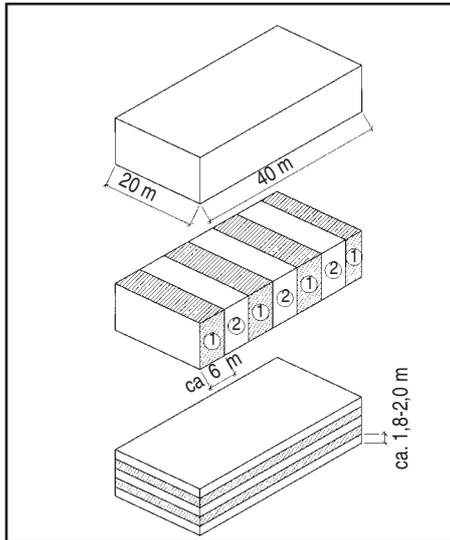


Grafik 6-11: Temperaturunterschied warmer Kern/kalte Schale

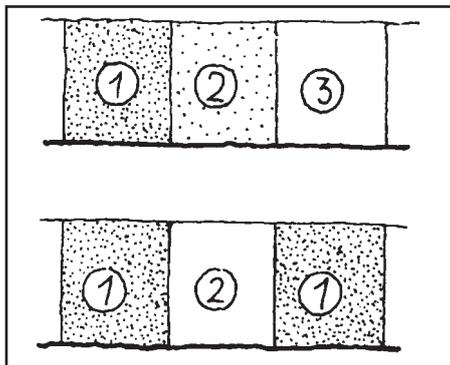
Tabelle 6-3: Konstruktionsklassen für „Weißen Wannen“ (Auszug der entsprechenden Tabelle der ÖVBB-Richtlinie)

| Konstruktionsklasse | Min. Bauteildicke <sup>1</sup>                                  | Bemessung auf Last                    | Sonst. konstruktive Erfordernisse   |                   |
|---------------------|---|---------------------------------------|---|-------------------|
| Kon <sub>S</sub>    | ≥ 0,45 m bis max. W <sub>1</sub><br>≥ 0,60 m für W <sub>2</sub> | Rissbreitenbeschränkung auf ≤ 0,15 mm | maximale Bauteillängen: Abstände der<br>- Dehn- und Raumfugen<br>- Arbeitsfugen in Wänden<br>Einbau von Gleitfolien als Trennung von Außen- und Innenschale erforderlich, eventuell Vorspannung, Vermeidung von Höhengsprüngen u. Bewegungsbehinderungen durch Kontakt mit der Umgebung | ≤ 15 m<br>≤ 10 m  |
| Kon <sub>1</sub>    | ≥ 0,35 m bis max. W <sub>3</sub><br>≥ 0,60 m für W <sub>4</sub> | Rissbreitenbeschränkung auf ≤ 0,20 mm | maximale Bauteillängen: Abstände der<br>- Dehn- und Raumfugen<br>- Arbeitsfugen in Wänden<br>Kontakt mit der Umgebung zugelassen, Höhengsprünge angerammt, Neigung ca. 30°. Einlage von Trennfolien empfohlen   | 15-30 m<br>≤ 15 m |
| Kon <sub>2</sub>    | ≥ 0,30 m  | Rissbreitenbeschränkung auf ≤ 0,25 mm | maximale Bauteillängen: Abstände der<br>- Dehn- und Raumfugen<br>- Arbeitsfugen in Wänden<br>Kontakt mit der Umgebung zugelassen, Höhengsprünge sind konstruktiv zu beachten  | 30-60 m<br>≤ 15 m |

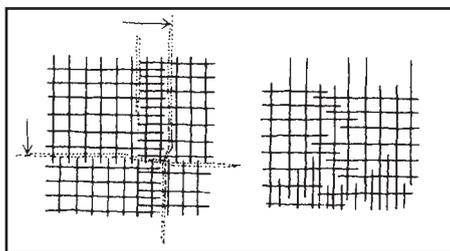
<sup>1</sup> Ohne Berücksichtigung der statischen, herstellungstechnischen und konstruktiven Erfordernisse; W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> ... Wasserdruckklassen.



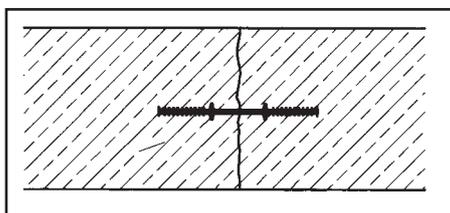
Grafik 6-12: Betonierabschnitte



Grafik 6-13: Betonierfolge



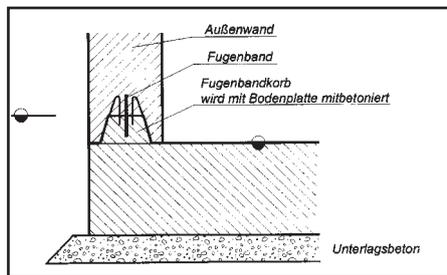
Grafik 6-14: Stöße und Überlappungen der Bewehrung möglichst nicht gleichförmig in einer Zone



Grafik 6-15: Arbeitsfuge



Grafik 6-16: Probleme bei Abwinkelungen in Arbeitsfugen



Grafik 6-17: Beispiel für die Fugenausbildung (Quelle: ÖVBB)

Hinsichtlich der Unterteilung in Betonierabschnitte und der Betonierreihenfolge ist auf die Grafiken 6-12 und 6-13 zu verweisen. Die Stöße und Überlappungen der Bewehrung sind möglichst nicht gleichförmig in einer Zone anzuordnen (Grafik 6-14).

### 6.9.6 Fugen

#### Arbeitsfugen

(Grafik 6-15) sind in folgenden Bereichen erforderlich:

- bei konstruktionsbedingtem Anschluss der Bodenplatte an die Wand bzw. der Wand an die Decke
- an konstruktionsbedingten Unterteilungen größerer Bauteile
- bei Teilung in Betonierabschnitte, (bedingt durch die Hydratationswärmeentwicklung). An Arbeitsfugen sollten Abwinkelungen (Grafik 6-16) möglichst vermieden werden. Der Schalungsansatz für die Arbeitsfuge in der Bodenplatte sollte etwa 10 cm angehoben werden (Grafik 6-17), um Kollisionen von Bewehrung und Fugenband zu vermeiden. Der Rand der Boden-

platte wird günstigerweise 20 bis 25 cm über die Außenfläche der Wand vorgezogen, um einen besseren Schalungsansatz zu gewährleisten und die Bodenpressung zufolge Wandlast zu verringern. Beim Betonieren ist besonders auf das Abschalen im Bereich von Fugenbändern zu achten. Grafik 6-18 zeigt die Abschaltung im Bereich eines Außenfugenbandes einer Bodenplatte, Grafik 6-19 die Abschaltung für ein Körperband (Innenfugenband) in einer vertikalen Wandfuge. Um das Fugenband nicht aus der vorgesehenen Lage zu drücken, ist auf eine beiderseits gleichmäßige Hinterfüllung zu achten, wobei besonders vorsichtig zu rütteln ist (Grafik 6-20).

#### Scheinfugen

(Grafik 6-21) entsprechen einer durch gezielte Querschnittsschwächung hervorgerufenen „Sollbruchstelle“. Dabei unterscheidet man zwischen Scheinfugen für Verformungen während der Bauherstellung („Schwindfugen“) und „Dehnungsfugen“. Erstere werden nachträglich ausgegossen oder injiziert und entsprechen daher im Endzustand einer Arbeitsfuge. Zweitere entsprechen Scheinfugen für Verformungen während der Bauherstellung und für wiederkehrende Formänderungen.

#### Dehnungsfugen

(Grafik 6-22) gehen durch den gesamten Querschnitt und nehmen Verformungen während der Herstellung, Wärmedehnungen des Betons und (gegebenenfalls) wiederkehrende andere Formänderungen des erhärteten Bauteils sowie Setzungsunterschiede auf. Zum Einsatz kommen unterschiedliche Fugenbänder (Grafik 6-23) oder Quelfugenbänder (Grafik 6-24).

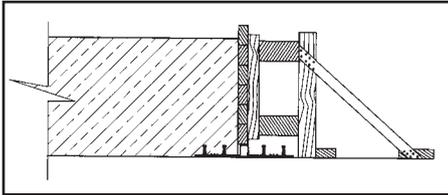
#### Fugenbandmaterialien

Abhängig vom Abdichtungsprinzip werden unterschiedliche Fugenband-

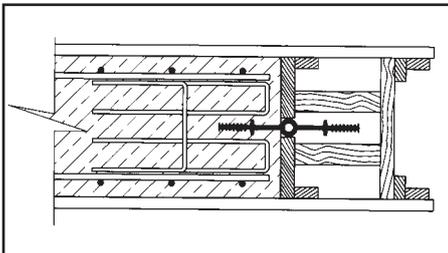


## FUNDAMENTE UND KELLER

Ausgabe 2005

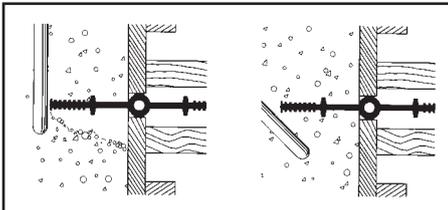


Grafik 6-18: Abschalung bei einem Außenfugenband in der Bodenplatte

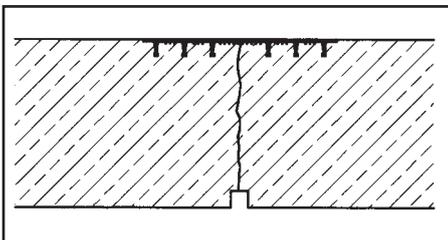


Grafik 6-19: Abschalung bei einem Innenfugenband in einer vertikalen Wandfuge

38

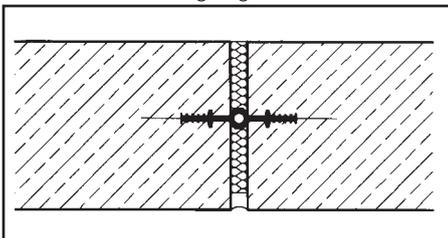


Grafik 6-20: Rütteln im Fugenbandbereich (links: falsch)

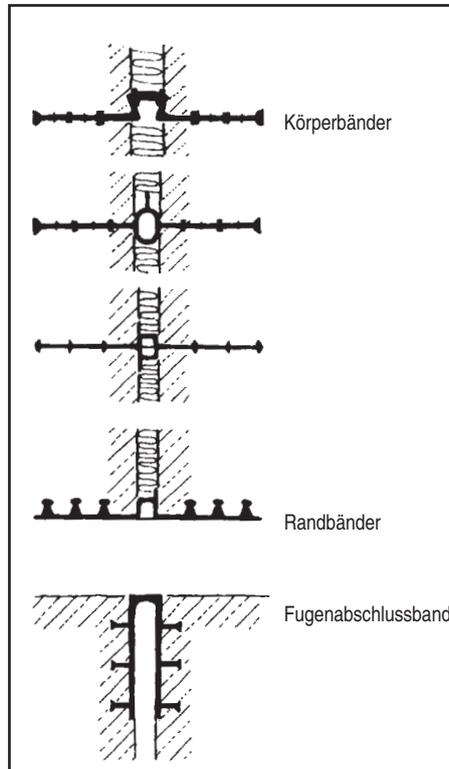


Grafik 6-21: Scheinfuge

Grafik 6-22: Dehnungsfuge

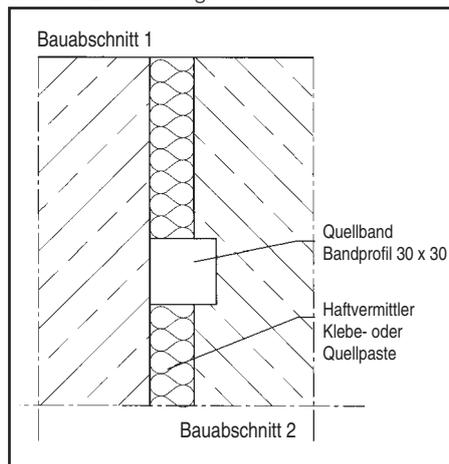


materialien eingesetzt. Allen Abdichtungsprinzipien liegt zugrunde, dass der Umwanderungsweg ausreichend konzipiert sein muss. Die Abdichtungsprinzipien und Materialien sind abhängig von den objektspezifischen Randbedingungen zu wählen. Im Wesentlichen ist nach Material und Wirkungsweise zu unterscheiden.



Grafik 6-23: Fugenbänder für Dehnungsfugen

Grafik 6-24: Quellfugenband



### Materialeigenschaften

Fugenbänder aus PVC-P (P = Plasto-mer) sind thermisch verschweißbar. Natur- und Synthese-Kautschukbänder (Elastomere) sind nur durch Vulkanisieren (mit hohem technischem Aufwand) miteinander zu verbinden. Kombinationspolymerisate (PVC/NBR) gleichen hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften Elastomeren, können jedoch thermisch verschweißt werden. Fugenbleche müssen der Stahlgüte S 235 entsprechen und eine Mindestdicke von 2 mm aufweisen. Quellbänder wirken durch Volumsvergrößerung (Einlagerung von Wasser in die Molekularstruktur) wasserdichtend (Quellfaktor des wirksamen Dichtmaterials mind. 200 %). Verpressschläuche wirken wie Quellfugenbänder, sie werden nachträglich verdrückt und können nachinjiziert werden. Eine Neuerung auf dem Markt sind kombinierte Quell-Verpressschläuche. Der äußere Mantel besteht aus einem quellfähigen Dichtmaterial, im Kern ist ein Verpressschlauch eingebettet, durch den nachträglich injiziert werden kann. Eine Zusammenstellung der Abdichtungsprinzipien ist in Tabelle 6-4 dargestellt.

### **6.9.7 Durchdringungen**

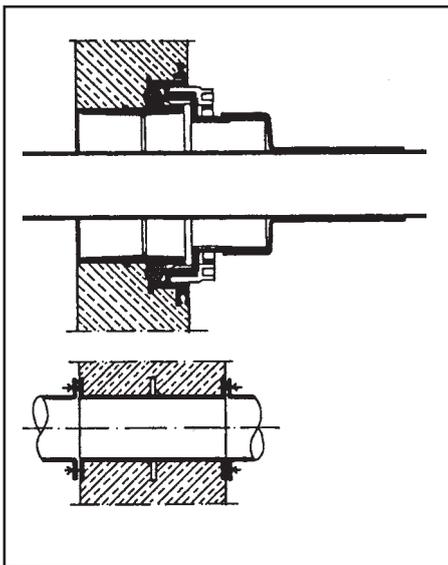
Durchdringungen der wasserundurchlässigen Bauteile lassen sich nicht immer vermeiden. So sind z.B. Rohrleitungen und Kabel durch die Wände zu führen oder Schalungsanker anzuordnen, die die Wanne durchstoßen. Diese Durchdringungen sind wasserundurchlässig herzustellen. Sie sollen die Bauteile rechtwinklig durchstoßen (Grafik 6-25). Längsgeführte Leitungen in Sohlplatten und Wänden sind auf jeden Fall zu vermeiden: Sie gelten bei Weißen Wannen als nicht fachgerecht. Stemmarbeiten für Durchbrüche und das nachträgliche Einsetzen der Durchdringungen in die Betonwandscheiden auf jeden Fall aus. Bohrungen für das spätere Durchschieben



## FUNDAMENTE UND KELLER Ausgabe 2005

| Abdichtungsprinzip | Fugenbandmaterial   |
|--------------------|---|
| Labyrinthprinzip   | Fugenbänder aus PVC-P (Thermoplasten), Fugenbänder aus Natur- oder Synthesekautschuk (Elastomere) |
| Einbettungsprinzip | Blechstreifen   |
| Anpressprinzip     | Quellprofile  |
| Verfüllprinzip     | nachinjizierbare Systeme  |

Tabelle 6-4: Abdichtungsprinzip und Fugenbandmaterialien



Grafik 6-25: Wanddurchdringung

der Leitung sind möglich, jedoch nur mit Diamant-Bohrkronen. Der Zwischenraum zwischen Wandung und Leitung muss mit Dichtungsmaterial ausgefüllt und abgedichtet werden.

Der Schwachpunkt bei diesen Ausführungen ist das Abdichten der Rohrdurchführung. Bei Flanschrohren wird die Rohrdichtung dichtung angeflanscht. Hierbei handelt es sich um eine starre Verbindung, die gegen Bewegungen sehr empfindlich ist, z. B. bei Setzungen des Bodens im Bereich der Baugrube.

### 6.9.8 „Braune Wanne“

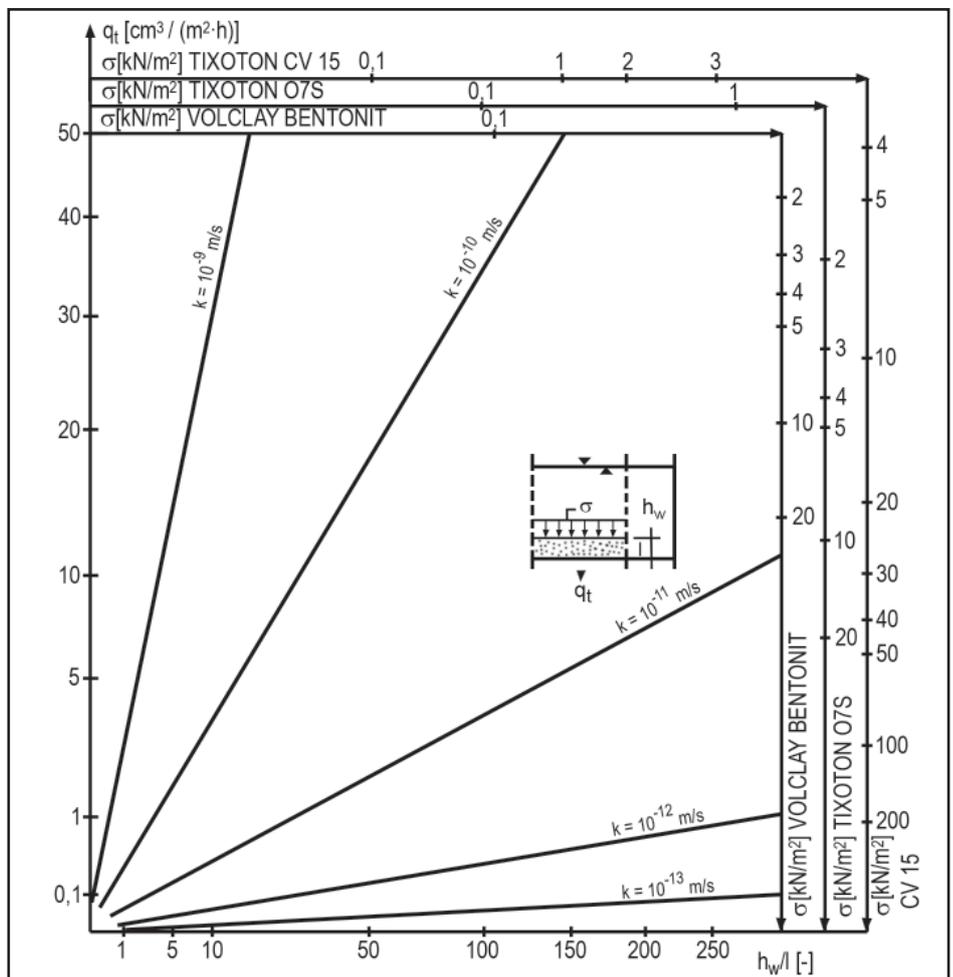
Neben Schwarzer und Weißer Wanne konnte sich in den letzten Jahren die so genannte „Braune Wanne“ etablieren. Dabei handelt es sich um eine Stahlbetonkonstruktion mit außen liegenden (wasserseitig angeordneten) Dichtmatten aus Bentonit, wobei die abdichtende Wirkung durch das Zusammenwirken von Stahlbetonkonstruktion (WU-Beton) und außen liegender Dichtschicht aus Bentonit erreicht wird. Wegen der braunen Färbung der Bentonitelemente erhielt diese Bauweise die Bezeichnung „Braune Wanne“.

Die wesentlichen Vorteile dieser Bauweise sind die hohe Sicherheit und die

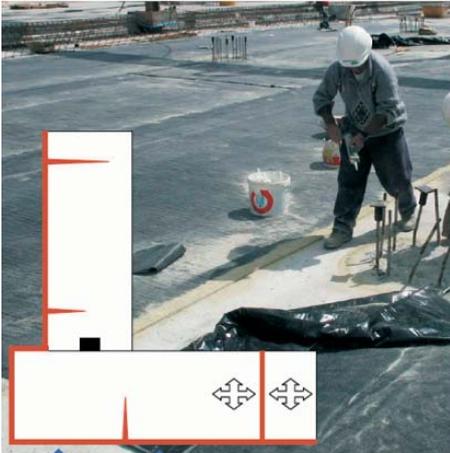
Wirtschaftlichkeit, da hinsichtlich der Rissweitenbeschränkung deutlich geringere Anforderungen gestellt werden als bei der Weißen Wanne:

Die unbedenkliche Rissbreite  $w_{cal}$  liegt bei Weißen Wannen – abhängig von den Anforderungsklassen – im Bereich von 0,15 bis 0,25 mm, bei so genannten Braunen Wannen kann mit Rissweiten von  $w_{cal} = 0,30$  das Auslangen gefunden werden.

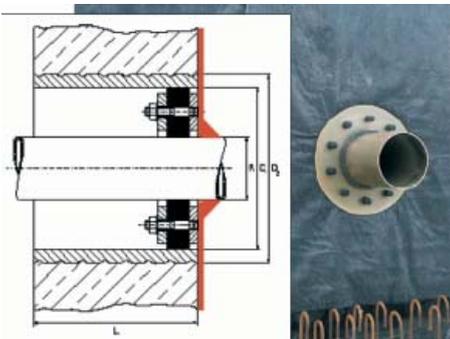
Die Wirkung von Bentonit kann (ohne detailliert auf die materialtechnologischen Eigenschaften einzugehen) als „selbstheilende Wirkung“ beschrieben werden. Die grundsätzlichen Eigenschaften von Bentonit sind der Darstellung in Grafik 6-26 zu entnehmen.



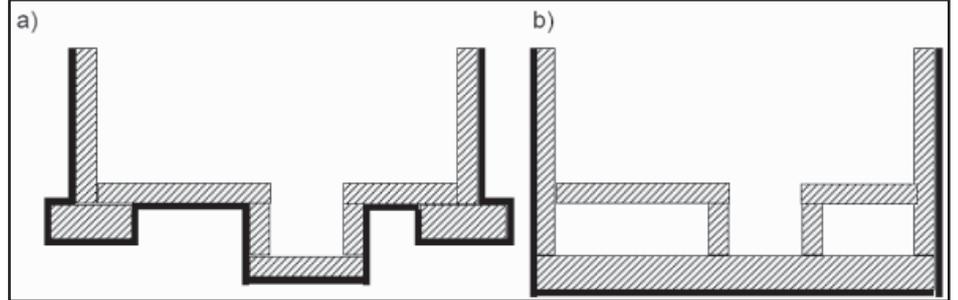
Grafik 6-26: Eigenschaften von Bentonit



Grafik 6-27: Wirkung der Bentonitschicht (Aufquellen bei Feuchtezutritt)



Grafik 6-29: Rohrdurchführungen bei Braunen Wannen (Quelle: www.dichte-bauwerke.de)



Grafik 6-28: Ausführung von Fundamentunterkanten zur Vermeidung von Verschnittkosten (Quelle: www.dichte-bauwerke.de)

Tabelle 6-5: Gegenüberstellung der Maßnahmen bei drückendem Grundwasser

|                           | Schwarze Wanne                               | Weißer Wanne   | Braune Wanne                                 |
|---------------------------|--|--|--|
| Nutzung                   | keine Auswirkungen                           | Auswirkungen aufgrund der Dampfdiffusion                   | mögliche geringe Auswirkungen                |
| Chemischer Angriff        | Tragkonstruktion ist geschützt               | Tragkonstruktion ist korrosiven Angriffen ausgesetzt       | Tragkonstruktion weitgehend geschützt        |
| Bauzeit                   | Auswirkungen auf Bauzeit zu beachten         | praktisch keine Auswirkungen                               | praktisch keine Auswirkungen                 |
| Witterung                 | Herstellung witterungsabhängig               | Herstellung weitgehend witterungsunabhängig                | Herstellung weitgehend witterungsunabhängig  |
| Konstruktion              | geringe Anforderungen an die Baukonstruktion | wesentliche Auswirkungen auf die Baukonstruktion           | geringe Anforderungen an die Baukonstruktion |
| Technologie und Regelwerk | durch Normen geregelt                        | keine Norm, jedoch als Richtlinie (ÖVBB)                   | kein festes Regelwerk                        |
| Schadenssanierung         | sehr aufwändig                               | Schadensauftreten möglich, Sanierung meist relativ einfach | Regulierung großteils durch Selbstheilung    |
| Kosten                    | relativ hoch                                 | relativ gering   | etwas höher als Weiße Wanne                  |

Die notwendige Bentonitschicht wird – abhängig von der Art der Vorbereitung – zwischen Deckschichten aus Geotextilien oder Karton eingebettet und – außerhalb der Stahlbetonkonstruktion – auf der Schalung und Sauberkeitsschicht unter der Fundamentplatte oder an den erdberührten Wänden aufgebracht.

Die abdichtende Wirkung der außen liegenden Matten wird durch Bentonit, einem durch Verwitterung vulkanischer Aschen oder gleichartiger Ablagerungen entstandenen Ton, erreicht. Dieses

Material ist bei Zutritt von Wasser in der Lage das Fünf- bis Siebenfache seines Gewichtes an Wasser zu binden, wobei eine entsprechende Volumszunahme eintritt.

Bei Zutritt von Feuchtigkeit kommt es zum Aufquellen der Bentonitschicht und damit zum „Verheilen“ der entstandenen Risse (Grafik 6-27).

Wird diese Quellung in ihrer Ausdehnung behindert (Auflast der Fundamentplatte oder Anpressdruck der Hinterfüllung an die Kellerwände), bewirkt

der Quelldruck eine hochabdichtende Wirkung.

Das Quellvermögen und damit die abdichtende Wirkung kann durch Salzkonzentrationen im Grundwasser beeinflusst werden, weshalb vor Einsatz einer Braunen Wanne das Grundwasser zu untersuchen ist.

### 6.9.9 Vergleich der Systeme

Obwohl mit einer „Braunen Wanne“ auch relativ komplizierte Fundamentformen abgedichtet werden können (Grafik 6-28), sollte darauf geachtet



werden, dass (ähnlich wie bei so genannten „Weißen Wannen“) die Fundamentsohlen möglichst eben ausgeführt werden.

In einer vergleichenden Gegenüberstellung (Tabelle 6-5) können die Vor- und Nachteile der drei Ausführungsarten von Kellerkonstruktionen bei (zeitweise) drückendem Grundwasser (Grafik 6-28) dargestellt werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Kosten von Weißen und Braunen Wannen etwa in der gleichen Größenordnung anzusetzen sind.

Der wesentliche Unterschied zwischen Weißer und Brauner Wanne liegt darin, dass nachträglich entstandene Risse in Braunen Wannen wieder verschlossen werden. (Langzeiterfahrungen mit derartigen Konstruktionen stehen derzeit jedoch noch aus).

Wie bei der Weißen Wanne ist der Einsatz der Braunen Wanne nur unter besonderen Rahmenbedingungen möglich.

Die im Gebrauchszustand durch Abdichtung und Stahlbetonkonstruktion eindringende Feuchtigkeit muss

in jedem Fall im Gebäude schadlos abgeführt werden können.

Die Abdichtung darf in der Regel durch keine in ihrer Ebene wirkenden Scherkräfte beansprucht werden.

Die Qualität des auf die Abdichtung treffenden Grundwassers ist in der Vorprojektphase zu untersuchen.

Die Ausführung von Rohr- und Kabeldurchführungen bei Braunen Wannen ist in Grafik 6-29 skizziert.



## 7 Schutzräume

Die Errichtung von Schutzräumen ist immer noch, besonders aufgrund vergangener Ereignisse, von Bedeutung. In Österreich sind für ca. 40 % der Bevölkerung Schutzräume fertig gestellt, zum Großteil im Rohbau. Eventuelle Verpflichtungen zu notwendigen Baumaßnahmen für den Einbau von Schutzräumen sind der jeweils gültigen Bauordnung zu entnehmen. Ebenso sollten Erkundigungen über Landesförderungen zum Schutzraumbau eingeholt werden. Die Einzelheiten angesprochener Verpflichtungen werden entweder in den jeweiligen Bauordnungen oder in eigenen Schutzraumverordnungen kundgemacht. Die folgenden Angaben beschränken sich auf Einzelschutzräume (Typ: Grundschutz) mit einem Fassungsvermögen von maximal 50 Personen.



Bild 9: Der Raumbedarf eines Schutzraumes ergibt sich aus der Anzahl der notwendigen Schutzraumplätze, dem nötigen Luftbedarf sowie dem Platzbedarf für Toilette, Waschgelegenheit, Lüftungsanlage sowie Vor- und Nebenräume (Foto: Firma Krobath)

42

### 7.1 Schutzzumfang

Zur Sicherstellung eines hinreichenden Schutzes gegen technische und naturbedingte Gefährdungen ist der jeweiligen Bedrohungsart ein entsprechender Schutzzumfang (Schutzklasse) zuzuordnen. In jeder Schutzklasse ist auf die Sicherstellung ausreichender Luftzufuhr in den Schutzraum sowie auf einen minimalen Platzbedarf, bezogen auf die Anzahl der aufzunehmenden Personen, zu achten. Grundsätzlich sollen Schutzräume folgende Funktionen übernehmen:

- Schutz gegen radioaktiven Niederschlag
- Schutz gegen die Wirkung biologischer und chemischer Stoffe
- Schutz gegen kriegerische Einwirkungen herkömmlicher militärischer Sprengstoffe
- Schutz gegen Brandeinwirkungen
- Schutz gegen Zerstörungen durch Naturkatastrophen, z.B. Erdbeben

Folgende Faktoren sind zu berücksichtigen, um den geforderten Schutzzumfang zu erreichen:

- Auswahl einer möglichst geschützten Lage (Anordnung unter Gelände, günstig – innerhalb des Gebäudes)
- entsprechend dimensionierte massive Umfassungsbauteile aus nicht brennbaren Baustoffen mit hoher Dichte
- Einbau einer trümmersicheren Schutzraumdecke und gasdichter Schutzraumabschlüsse
- Vorkehrung einer natürlichen Be- und Entlüftung mit Absperrventilen
- Einbau einer mechanischen Schutzlüftung (über einen Sandfilter) und Entlüftung über ein Überdruckventil
- Gewährleistung eines Daueraufenthaltes von mindestens zwei Wochen ohne Versorgung von außen
- Ausstattung (und Kennzeichnung) der Schutzräume entsprechend den

technischen Vorgaben (ÖNORMEN)

- Anordnung von Notausgängen zum gesicherten Verlassen der Schutzräume

### 7.2 Planungsgrundlagen

Schutzräume sollten nach den Erfahrungen der Wissenschaften geplant, berechnet und ausgeführt werden. Als solche sind im Besonderen die einschlägigen ÖNORMEN (S 6000, S 6001, S 6010, S 6020 bis S 6023, S 6050 bis S 6053, S 6070, S 6072, S 6075 bis S 6078, S 6090, S 6010) und die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (vormals „BM f. Bauten und Technik“) herausgegebenen Technischen Richtlinien anzusehen, sofern in den zutreffenden Landesverordnungen keine anderen Regelungen enthalten sind. Weitere Informationen sind auch über die Homepage [www.bmwa.gv.at](http://www.bmwa.gv.at) oder den Österreichischen Zivilschutzverband erhältlich.



Als Grundlage für die Dimensionierung der Bauteile sind im Schutzraumbau nicht nur statische Überlegungen, sondern auch Strahlenschutzberechnungen erforderlich.

### 7.3 Konstruktionshinweise

Die Umfassungsbauteile eines Schutzraumes müssen aus Stahlbeton (Ausnahmeregelungen in einzelnen Bauvorschriften) in Ortbeton (zumindest der Festigkeitsklasse B 20/B 225) mit einer Mindestdichte des Betons von  $2200 \text{ kg/m}^3$  hergestellt werden. Umfassungswände aus Ortbeton müssen mindestens 30 cm dick sein. Gemauerte Wände sind

nicht zulässig. Die Schutzraumdecke ist als Stahlbetondecke in Ortbeton oder als Stahlbetonfertigteildecke mit statisch wirksamem Aufbeton, jedoch nicht als Hohlkörperdecke herzustellen. Bei Außenbauten richtet sich der Deckenaufbau nach der Stärke der Erdüberdeckung. Zur Sicherstellung der Gasdichtheit und des Strahlenschutzes sind im Allgemeinen nur solche Schalungssysteme zu verwenden, bei denen nach dem Ausschalen der Wände keine durchgehenden Löcher (Rödelöffnungen) und Rohre im Beton verbleiben. Neben der Errichtung von Schutzräumen in Ortbetonbauweise besteht die Möglichkeit, diese aus Fertigteilen herzustellen.

Firmen, die sich auf Schutzraumbau und Ausstattung spezialisiert haben:

EKO Life Style

Austr. 75, 6832 Sulz, Tel. +43 (55 22)44 6 56

Grim Schutzraumtechnik

Albrechtsberger-Str., 32 3390 Melk, Tel. +43 (27 52) 545 37,  
E-Mail: ernst.grim@utanet.at

Keinrad Hubert Schutzraumtechnik

Hausleitenstr. 14, 4522 Sierning, Tel. +43 (72 59) 27 65

Krenn Josef, Umwelttechnik

Edersgraben 45, A-8330 Grossendorf, Tel. +43 (31 55) 25 98

Krobath protech GmbH

Grazer Str. 35, 8330 Feldbach, Tel. +43 (31 52) 90 02 - 166,  
E-Mail: office@protech.krobath.com

SEBA Selbstschutzzentrum Gmunden GesmbH

Herakhstr. 36, A-4810 Gmunden, Tel. +43 (76 12) 700 97,  
E-Mail: office@seba.at



## EINSCHLÄGIGE ÖNORMEN

Zahlreiche ÖNORMEN enthalten Bestimmungen, die die Planung und Herstellung von Kellerbauteilen betreffen; die folgende Aufstellung stellt einen Auszug dieser Normen dar.

ÖNORM B 2205: Erdarbeiten; Werkvertragsnorm

ÖNORM B 2206: Mauer- und Versetzarbeiten – Werkvertragsnorm

ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten – Werkvertragsnorm, Teil 1: Bauwerke

ÖNORM B 2209-2: Abdichtungsarbeiten – Werkvertragsnorm, Teil 2: Genutzte Dächer

ÖNORM B 2274: Bodenaufschlussarbeiten in Locker- und Festgestein – Werkvertragsnorm

ÖNORM B 2280: Verbauarbeiten; Werkvertragsnorm

ÖNORM B 3208: Mantelsteine – Anforderungen und Prüfungen – Normkennzeichnung

ÖNORM B 3305: Betonangreifende Wasser, Böden und Gase – Beurteilung und chemische Analyse

ÖNORM B 3350: Tragende Wände – Bemessung und Konstruktion

ÖNORM B 3615: Bitumenlösungen für Vor- und Deckanstriche – Anforderungen

ÖNORM B 3651-1: Bitumen-Dach- und Abdichtungsbahnen mit Glasvlieseinlage – Anforderungen

ÖNORM B 3651-2: Bitumen-Dach und Abdichtungsbahnen mit Glasvlieseinlage und einseitiger Kunststoffolien-Kaschierung – Anforderungen

ÖNORM B 3652: Bitumen-Dach- und Abdichtungsbahnen mit Glasgewebeeinlage – Anforderungen

ÖNORM B 3656: Polymerbitumen-Dach- und Abdichtungsbahnen mit Glasgewebeeinlage – Anforderungen

ÖNORM B 3657: Polymerbitumen-Dach- und Abdichtungsbahnen mit Kunststoffvlieseinlage – Anforderungen

ÖNORM B 3697: Schutz-, Trenn- und Filtervliese aus Synthefasern für Dach- und Dichtungsbahnen – Anforderungen, Prüfungen, Normkennzeichnung

ÖNORM B 3700: Kunststoff-Dichtungsbahnen; Sorteneinteilung – allgemeine Anforderungen und Prüfungen

ÖNORM B 3800-4: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

ÖNORM B 3806 Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten (Baustoffen)

ÖNORM B 4400: Erd- und Grundbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke und Methoden zum Erkennen von Bodengruppen

ÖNORM B 4401 T 1 bis T 4: Erd- und Grundbau

ÖNORM B 4430 T 1 und T 2: Erd- und Grundbau; zulässige Belastungen des Baugrundes

ÖNORM B 4431 T 1 und T 2: Erd- und Grundbau; zulässige Belastungen des Baugrundes (Setzungen)

ÖNORM B 4434: Erd- und Grundbau-Erddruckberechnung

ÖNORM B 4435-2: Erd- und Grundbau – Flächengründung EUROCODE-nahe Berechnung der Tragfähigkeit

ÖNORM B 4700: Stahlbetontragwerke – EUROCODE-nahe Berechnung, Bemessung und konstruktive Durchbildung

ÖNORM B 4701: Betontragwerke – EUROCODE-nahe Berechnung, Bemessung und konstruktive Durchbildung

ÖNORM B 4705: Fertigteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton und daraus hergestellte Tragwerke für vorwiegend ruhende Belastung

ÖNORM B 4710-1: Beton-Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis

ÖNORM B 5070: Betonrohre und zugehörige Formstücke – Anforderungen, Prüfung und Gütesicherung

ÖNORM B 5140: Flexible Dränrohre; gewellt; aus PVC-hart – Abmessungen, technische Lieferbedingungen und Prüfungen

ÖNORM B 6053: Dämmstoffe für den Wärme- und Schallschutz im Hochbau; Polystyrol Extruderschäumstoff XPS

ÖNORM B 8110 T 1 V: Wärmeschutz im Hochbau – Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden

ÖNORM B 8115 T 1 bis T 4: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau. Die im Zusammenhang mit der Ausstattung von Schutzräumen zu beachtenden ÖNORMEN (Gruppe S) sind unter Abschnitt 7 angeführt.

ÖNORM EN 13501-1 Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

ÖNORM EN 13501-2 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten



## LITERATUR

- Bachmann, H.: Hochbau für Ingenieure: eine Einführung. Zürich: Verl. Der Fachvereine; Stuttgart: Teubner, 1994
- Brandt, J., Lohmeyer, G., Wolf, H.: Keller richtig gebaut. Planen. Konstruieren. Ausschreiben. Köln: Bundesverband der Deutschen Zementindustrie, 1984
- Cziesielski, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung, BG Teubner Stuttgart, Oktober 2001
- Haack, A., Emig, K.-F., Hilmer, K., Michalski, C: Abdichtungen im Gründungsbereich und auf genutzten Deckenflächen. Berlin: Ernst&Sohn, 1995
- Hilmer, K. (Hrsg.): Schäden im Gründungsbereich. Berlin: Ernst&Sohn, 1991
- Huber, G: Wasserdicht Bauen mit Beton. Wien: Zement + Beton Handels- u. Werbeges.m.b.H.
- IBH (Hrsg.): Merkblatt; Bauwerkabdichtungen mit kaltverarbeitbaren kunststoffmodifizierten Beschichtungstoffen auf Basis von Bitumenemulsionen. Frankfurt: Industrieverband Bauchemie und Holzschutzmittel e.V., 1993
- IBH (Hrsg.): Merkblatt; Bauwerkabdichtungen mit zementgebundenen starren und flexiblen Dichtungsschlämmen. Frankfurt: ndustriever-
- band Bauchemie und Holzschutzmittel e.V., 1993
- ÖVBB: Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen. Erscheint voraussichtlich 1998
- Pauser, A.: Hochbau, Keller und Gründungen. Skriptum des Institutes für Hochbau und Industriebau der TU Wien
- Pauser, A.: Beton im Hochbau; Handbuch für den konstruktiven Vorentwurf. Düsseldorf: Verlag Bau+Technik GmbH., 1998
- Pech, A.: Schutzräume, Grundschatz durch Einzelschutzräume. Wien: Zement + Beton Handels- u. Werbeges.m.b.H.