

Kellerbauen

Sorgfältig geplant | richtig ausgeführt

Kellerbauen

Sorgfältig geplant | richtig ausgeführt

Reinhold Lindner

Sorgfältig geplant – richtig ausgeführt

Ein Bauherr hat viele Entscheidungen zu treffen, aber anfänglich eine ganz fundamentale – Keller oder Bodenplatte? Bauen mit Keller stellt unserer Meinung die wirtschaftliche Lösung dar!

Keller bauen mit Verstand

Immobilienmakler bestätigen, dass sich ein hochwertig geplanter und gebauter Keller positiv auf den Wiederverkaufswert eines Hauses auswirkt und damit die Anlagesicherheit des Gebäudes erhöht. Demnach lassen sich unterkellerte Häuser leichter verkaufen und erzielen einen rund 25 % höheren Preis als Eigenheime ohne Keller. Laut einer aktuellen Studie des Instituts für Bauforschung bietet ein Keller in einem freistehenden Einfamilienhaus für rund 15 - 20.000 Euro Mehrkosten etwa 70 - 80 m² mehr Nutzfläche gegenüber einem Haus mit lediglich einer Bodenplatte. Wir beweisen diese Aussage in diesem Buch mit ganz aktuellen Werten. Viel Wissenswertes und über die vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten eines Kellers erfahren Sie auf den kommenden Seiten.

Gerne geben wir Ihnen in diesem Buch technische Informationen auf Ihre Fragen, wie: Was ist bei der Planung und beim Kellerbau alles zu beachten? Welche bauphysikalischen Maßnahmen müssen beim Kellerbau berücksichtigt werden? Wie wird mein Keller zum angenehm temperierten Wohnraum? Bieten Keller ganzjährig frostsicheren Schutz? Und können Kinder dort wirklich ungestört toben?

Wie bei jedem Bauwerk sind eine wohlüberlegte Planung und eine qualitativ hochwertige und fehlerfreie Bauausführung für die zukünftige Nutzung zu traglich.

Mit einem Keller werden vor allem kleine Grundstücke und verdichtete Bebauungslagen optimal ausgenutzt. Wertvolle Grünflächen im Garten bleiben erhalten, bieten den notwendigen Raum für Spiel und Erholung und wirken dem Landverbrauch entgegen. Dies sorgt für mehr Freude am Eigentum, für mehr Lebensqualität und Flexibilität und macht das Leben ein Stück planbarer und wertvoller.



© Z+B, Z+B/Schönbichler, Oberndorfer

DI Christoph Ressler

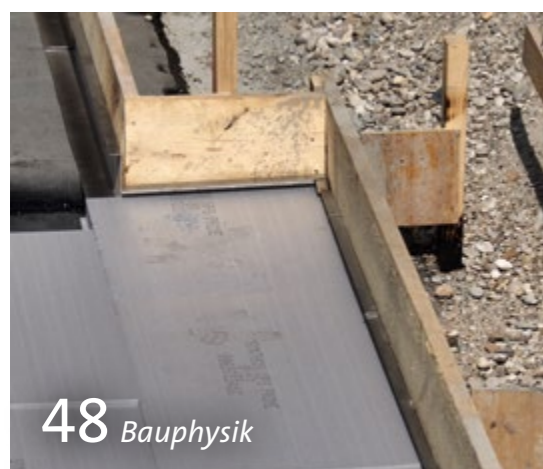
Geschäftsführer
Güterverband
Transportbeton

DI Gernot Brandweiner

Geschäftsführer
Verband Österreichischer
Beton- und Fertigteilwerke

DI Dr. Frank Huber

Stv. Geschäftsführer
Vereinigung der
Österreichischen Zementindustrie



Seite
Kapitel

Kellerbauen

- 10 **1 Gute Gründe für einen Keller**
Der Keller bildet das Fundament eines Hauses und trägt wesentlich zum angenehmen Wohngefühl bei.
- 12 **2 Was kostet ein Keller wirklich**
14 Aufgabenstellung für die Kostenermittlung
14 Vorgangsweise
15 Grundlagen
Referenzeinfamilienhaus
Kellervarianten
Gliederung Baukosten Keller
_ Kostenaufteilung Baumeister
_ Kostenaufteilung ohne Unterkellerung
_ Kostenaufteilung Fertigteil-Keller-Anbieter
- 18 Kosten für den Keller
19 Ergebnisse zusammengefasst
- 20 **3 Konstruktive Anforderungen an den Keller**
20 Lage und Verlauf des Terrains
Ebenes Gelände
Hanglage
Voll- und Teilunterkellerungen
- 24 Gründungen
Bodenbeschaffenheit
Einwirkungen
Flächengründungen
Frosttiefe
Konstruktionshinweise
- 31 Aushub
31 Fundament
Kanal
Bewehrung Bodenplatte
Erdung



© Z.+B./Schönbichler, Bild Cover: Z.+B./Aichinger



- 32 **4 Beton – der richtige Baustoff für den Keller**
- 34 **Anforderungen an den Beton**
 - Expositionsklassen bezogen auf die Umgebungsbedingungen (Umweltklassen)
 - Klassen für die Eigenschaften von Frischbeton und Beton während der Erhärtung
 - _ Konsistenzklassen
 - _ Größtkorn der Gesteinskörnung
 - _ Klassen in Abhängigkeit von der Betonart
 - _ Wenn nachfolgende Betoneigenschaften erforderlich sind, sind sie ebenfalls vom Planer anzugeben
 - Klassen für die Eigenschaften von Festbeton
 - _ Druckfestigkeitsklassen
 - _ Sonstige Festbetoneigenschaften
- 37 **Betonverarbeitung**
- 37 **Nachbehandlung**
- 37 **Betonieren bei kühler Witterung**
- 37 **Betonieren bei heißer Witterung**
- 37 **Ausschalfristen**
- 38 **Betonanwendung im Kellerbau**
 - Kelleraußenwände aus Ortbeton
 - Doppelwände
 - Wände aus Schalsteinen
 - Wände mit Leichtbeton-Vollsteinen
 - Kellerinnenwände
 - Kellerdecken
 - _ Ortbetondecken
 - _ Elementdecken
 - _ Hohlblechdecken
 - Balkonplatten
 - Stützen und Träger
 - Kellertreppen
 - Anschlüsse, Schächte, Durchdringungen



- 48 **5 Bauphysik**
- 48 **Wärmeschutz**
 - Wärmeschutzanforderungen
 - _ HWB_{BGF}
 - _ Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit
 - Wärmeschutz bei nicht beheizbaren Kellerräumen
 - Wärmeschutz bei beheizbaren Kellerräumen
 - _ Kellerdecken
 - _ Kelleraußenwände
 - Außendämmung
 - Innendämmung
 - Kerndämmung
 - _ Erdberührte Fußböden
 - _ Kondensationsschutz
 - Kondensation an der Bauteiloberfläche
 - Kondensation im Wandinneren
 - Lösung durch gezielte Lüftung
 - Lösungsansatz
 - Bauliche Hinweise
 - Nutzungshinweise
 - Konstruktionen bei Niedrigenergie- und Niedrigstenergiegebäuden (NIEH)
- 73 **Schallschutz**
 - Außenwände
 - Decken
 - Treppen



- 74 **6 Brandschutz**
- 76 **7 Thermisch aktivierter Betonkeller**
- 76 **Das Gebäude als Energiespeicher**
- 78 **Anwendung der Thermischen Bauteilaktivierung im Kellerbau**
 - Bauteilaufbauten Keller 1 (K1)
 - Bauteilaufbauten Keller 2 (K2)
 - Methodik
 - Ergebnisse der zweijährigen Forschung
 - _ Anfangsleistung
 - _ Dauerleistung
- 83 **Ergebnisse zusammengefasst**





84	8 Kellerabdichtung
84	Wasserbeanspruchung und Abdichtungsarten
87	Abdichtungsstoffe
87	Lage der Abdichtungen
	Horizontale Abdichtungen im Außenwandbereich
	Vertikale Wandabdichtungen
	Horizontale Kellerbodenabdichtung
91	Abdichtung erdberührter Aufenthaltsräume
91	Abdichtung gegen Bodenfeuchte
91	Abdichtungen gegen druckloses Wasser
92	Dränagen
95	Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser
	Weiße Wanne
	_Anforderungsklassen
	_Einwirkungen
	_Berechnung und Bemessung
	_Konstruktive Ausführung
	_Bauwerksfugen
	Schwarze Wanne
	Braune Wanne
	Vergleich der Systeme
	Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise
103	Fugen
	Grundlagen
	_Arbeitsfugen
	_Scheinfugen
	_Bewegungsfugen
	Materialeigenschaften von Fugenbandmaterialien
	Bauwerksfugen gemäß ÖBV RL Weiße Wanne
	_Fugenarten
	Arbeitsfugen, Scheinfugen, Bewegungsfugen
	_Fugenbandmaterialien und Prinzipien der Abdichtung
	Labyrinthprinzip
	Einbettungsprinzip
	Anpressprinzip
	Verfüllprinzip
	Klebeprinzip
	_Dimensionierung der Fugenbänder (Fugenbandklassen)
	_Fugenausbildung
	Fugenbänder
	Quellbänder
	Injektionssysteme
	Geklebte Fugenbänder

114	Impressum
-----	-----------

Für weiterführende Informationen steht Ihnen Betonmarketing Österreich jederzeit zur Verfügung. www.betonmarketing.at



VEREIN BETONMARKETING ÖSTERREICH
c/o Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke (VÖB)
Gablenzgasse 3/5. OG, 1150 Wien
Tel.: +43 1 403 48 00 | E-Mail: office@voeb.co.at
www.betonmarketing.at



VEREINIGUNG DER ÖSTERREICHISCHEN ZEMENTINDUSTRIE
TU Wien Science Center, Franz-Grill-Straße 9, 1030 Wien
Tel.: +43 1 714 66 81 - 0 | E-Mail: office@zement.at
www.zement.at



VERBAND ÖSTERREICHISCHER BETON- UND FERTIGTEILWERKE (VÖB)
Gablenzgasse 3/5. OG, 1150 Wien
Tel.: +43 1 403 48 00 | E-Mail: office@voeb.co.at
www.voeb.com



GÜTEVERBAND TRANSPORTBETON
Wiedner Hauptstraße 63, 1045 Wien
Tel.: +43 5 90 900-4882 | E-Mail: office@gvtb.at
www.gvtb.at



FORUM BETONZUSATZMITTEL
FCIO – Fachverband der Chemischen Industrie Österreichs
Wiedner Hauptstraße 63, 1045 Wien
Tel.: +43 5 90 900-3749 | E-Mail: schaubmayr@fcio.at

¹ Gute Gründe für einen Keller

Der Keller bildet das Fundament eines Hauses und trägt wesentlich zum angenehmen Wohngefühl bei.

Keller sind eine günstige Erweiterung der Nutzfläche

Ein Keller kann die Netto-Nutzfläche in einem Haus erheblich erweitern und die umliegende Grundstücksfläche bleibt erhalten. Die zusätzlichen Baukosten für diese Flächenerweiterung machen dabei nur bis zu etwa 5 % der Gesamtbaukosten aus.



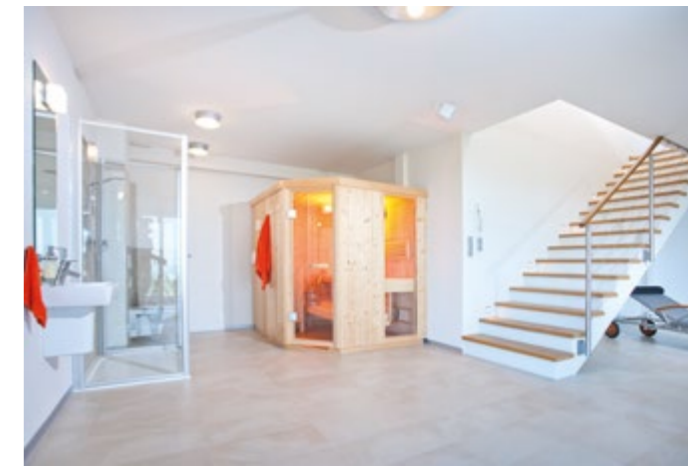
Keller steigern den Wert einer Immobilie

Der Verkaufswert von Häusern mit Keller liegt um bis zu einem Viertel höher als der von nicht unterkellerten Gebäuden. Die Unterkellerung bringt daher eine Wertsteigerung der Immobilie mit sich und stellt somit eine Investition in die Zukunft dar.



Keller verbessern das Raumklima und sind energieeffizient

Aufgrund seiner Betonmasse und der Lage im Erdreich wirkt der Keller als Wärmepuffer und hilft so, den Energieverbrauch zu senken. In der Niedrigenergiebauweise können dadurch bis zu 9 % des Heizwärmebedarfs eingespart werden. Im Sommer ermöglicht er durch seine kühlende Wirkung ein bis zu 12 % besseres thermisches Verhalten.



Keller bieten eine vielseitige Nutzbarkeit

Da Keller aus Beton bei entsprechender Ausführung dicht sind, gibt es bei der Nutzung so gut wie keine Grenzen: Moderne Häuser brauchen Platz für Haustechnik, die Bewohner verfügen über angenehmen zusätzlichen Wohnraum, über Staufläche und Platz für Hauswirtschaft und Wellnesseinrichtungen.

Keller haben eine kurze Bauzeit

Bei einer sorgfältigen Planung steht der Keller innerhalb einer Woche! Betonfertigteile kommen beispielsweise komplett einsetzbar vom Werk, Fenster- und Türöffnungen sind eingearbeitet, Installationsschlitze, Ablaufleitungen integriert. Mit Transportbeton und fachgerechtem Betoneinbau durch den Baumeister wird die Bauzeit des Kellers ebenso kurz gehalten.



© BMÖ; Z+B/Schönbichler; KAMMEL; GriffnerHaus AG

² Was kostet ein Keller wirklich

Die meisten Bauherren legen sich mit ihrer eigenen Immobilie finanziell für viele Jahre fest. Kein Wunder, dass sie über Einsparungsmöglichkeiten wie zum Beispiel beim Keller nachdenken. Die Entscheidung für oder gegen ein Untergeschoß sollte jedoch sorgfältig überlegt werden. Sie lässt sich nach Baubeginn nicht mehr korrigieren.

Was viele nicht wissen: Keller sind wesentlich preiswerter, als es zunächst erscheint. Die erforderlichen Ersatzmaßnahmen zehren einen großen Teil des Preisvorteils wieder auf. Unser „Preisvergleich“ zeigt, wie hoch die Kellerkosten ungefähr sind.

Bild 2.1: Keller isoliert mit Fertigteil-schacht
© Z+B/Schönbichler



Geringe Mehrkosten bringen deutlich mehr Lebensraum

Aus den nachfolgenden Berechnungen geht hervor, dass ca. 5 % Mehrkosten 64 % Nutzflächengewinn gegenüberstehen. Die meisten Besitzer nicht unterkellerten Häuser bedauern nachträglich, auf den Keller verzichtet zu haben. Ihnen fehlen die Freiräume für Gäste, Hobby, Sauna und Fitness, Kinderspielflächen, genügend Platz für Winterausrüstung etc..

Wiederverkaufswert beachten

Mit Blick auf Vermögensbildung und Alterssicherung sollte niemand die Wertentwicklung eines Einfamilienhauses vergessen. Unterkellerte Häuser erzielen einen deutlich höheren Verkaufspreis. Jeder sollte bei seiner Entscheidung bedenken, dass die Kapitalanlage Immobilie ohne Keller schnell zu einer Fehlinvestition werden kann.

Bild 2.2: Innenansicht Keller in Bau ▶
© Z+B/Schönbichler



2.1 Aufgabenstellung für die Kostenermittlung

Im Rahmen einer Variantenstudie vom Büro Schöberl & Partner wurden für ein fiktives Einfamilienhaus mit einer Bruttogrundfläche von ca. 110 m², einem Geschoß und quadratischem Grundriss vier unterschiedlich ausgeführte Keller und eine ca. 130 m² Bodenplattenvariante bezüglich ihrer Baukosten untersucht und gegenübergestellt.

Die Mehrfläche von 20 m² im nicht unterkellerten Einfamilienhaus ergibt sich aus der Annahme, dass bei Ausführung einer Variante ohne Keller, Abstell- sowie Technikräume, die ansonsten im Kellergeschoß untergebracht sind, im Erdgeschoß situiert werden müssen. **Als bauphysikalischer Standard wurde ein Haus mit 40 W/m²K angenommen.**

Zur Ermittlung der Baukosten der Einfamilienhäuser ab der Oberkante Kellerrohdecke im Erdgeschoß wurde ein statistischer Wohnbaukosten-Richtwert aus der Österreichischen Immobilien-Zeitung herangezogen. Den eigentlichen Kern der Studie – die Baukosten der Kellervarianten – bilden einerseits die klassischen Baumeister-Kalkulationen nach LB-H und andererseits die Angebote von verschiedenen Fertigteil-Keller-Anbietern. Dabei wurde bei der Zusammenstellung der Mehrkosten für die Erstellung eines Kellers eine Mittelwertbildung der FT-Keller-Anbieter untereinander und mit diesen Kosten wiederum eine Mittelung mit dem Ergebnis der Baumeisterkalkulation durchgeführt.

Die Preisbasis für die Kalkulationen ist Dezember 2017.

Bild 2.3: Rohbau – fertiger Keller

© Z+B/Schönbichler



2.2 Vorgangsweise

Im ersten Schritt erfolgte die Festlegung der im Folgenden angeführten Kellervarianten. Es wurden übliche Aufbauten unter Beachtung der bauphysikalischen Tauglichkeit angenommen. Im Rahmen dieser Studie wurden ausschließlich die Baukosten der unterschiedlichen Keller verglichen (siehe 2.3.2 Kellervarianten):

1. Der gesamte Keller ist unbeheizt und nur von außen begehbar.
2. Der gesamte Keller ist unbeheizt und von innen über ein unbeheiztes Stiegenhaus begehbar.
3. Der gesamte Keller ist unbeheizt und von innen über ein beheiztes Stiegenhaus begehbar.
4. Der gesamte Keller ist beheizt und von innen über ein Stiegenhaus begehbar.
5. Der Keller wird nicht ausgeführt, stattdessen wird die Bruttogeschoßfläche für das Einfamilienhaus auf 130 m² vergrößert. Die zusätzliche Fläche von 20 m² gegenüber den unterkellerten Varianten wurde für den erforderlichen Abstell- und Technikraum angesetzt.

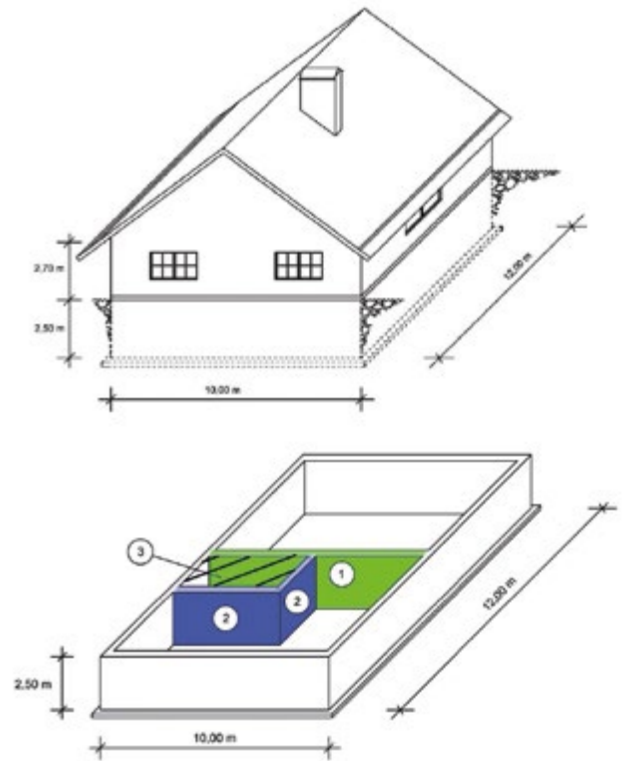
2.3 Grundlagen

2.3.1 Referenzeinfamilienhaus

Die tragenden Wände des einstöckigen Systemhauses sind aus Beton und werden außenseitig mit einer Vollwärmeschutzfassade versehen, welche 1,0 m unter die Geländeoberkante geführt wird. Die Geländeoberkante ist gleichzeitig die Rohdeckenoberkante im Erdgeschoß.

Für jede Variante wird die gleiche Geometrie bei gleich bleibenden U-Werten und Qualitäten der Materialien verwendet, somit wird ein sinnvoller Vergleich gewährleistet. Das Dach wird als Satteldach ausgeführt und der Dachboden nicht ausgebaut.

Alle in dieser Studie angeführten unterkellerten Einfamilienhausvarianten besitzen den gleichen Keller aus Beton, der variantenabhängig auf verschiedenen Ebenen gedämmt wird.



Eckdaten des Referenzgebäudes

„40 kWh Haus“:

- Gefördertes Einfamilienhaus mit ca. 110 m² Bruttogrundfläche
- Außenwände aus 20 cm Beton¹⁾ mit einer Vollwärmeschutzfassade, innen 0,4 cm Feinputz
- Stärke der Außendämmung 30 cm (U-Wert = 0,13 W/m²K)
- Stärke der Minstdämmung gegen Erdreich 6 cm
- Stärke der Innendämmung im Stiegenhaus 7 cm
- Decken aus Stahlbeton mit 4 cm gebundener Ausgleichsschüttung (Styroporbeton), 3,5 cm Trittschalldämmung, 5 cm Estrich und 2 cm Bodenbelag
- Satteldach in Kaltdachausführung mit 35 cm Mineralwolldämmung auf der Decke
- Deckendämmstärke über KG bei den unterkellerten Varianten 7 cm
- Kelleraußenwandstärke 25 cm, innen unbearbeitet
- Variante mit Bodenplatte: 30 cm Rollierung, 25 cm¹⁾ Beton
- Bodenplatte unter Keller 25 cm Beton¹⁾
- 4 Kellerfenster 60/ 80 mit Lichtschacht
- Fensterflächenanteil 20 %
- Eingebauter Wärmetauscher $\eta_{v,eff} = 78 \%$

- ① tragende Zwischenmauer
- ② tragende Zwischenwände für Stiegenhaus
- ③ Öffnung in Elementdecke (d = 18 cm¹⁾ für Fertigteilstiegen

Grafik 2.1: Darstellung des Referenzeinfamilienhauses

© Schöberl & Pöll

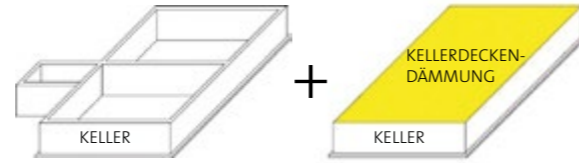
¹⁾ Die Stärken der tragenden Bauteile beruhen auf Erfahrungswerten, im Einzelfall ist eine statische Bemessung notwendig.

2.3.2 Kellervarianten

Die in der Kellerstudie untersuchten fünf Varianten für ein „40 kWh Haus“:

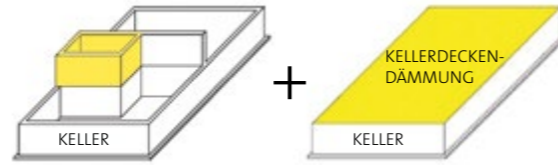
1. Variante – ungedämmter Keller

- _ Konditionierte Fläche (brutto): 116,4 m²
- _ Wohnnutzfläche (netto, exkl. Keller): 90,5 m²
- _ Kellerfläche (netto): 94,4 m²
- _ Gesamtnutzfläche (netto): 184,9 m²



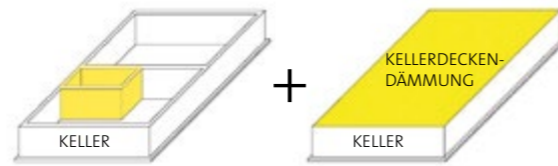
2. Variante – gedämmtes Stiegenhaus nur im Erdgeschoß

- _ Konditionierte Fläche (brutto): 111,6 m²
- _ Wohnnutzfläche (netto, exkl. Keller): 85,5 m²
- _ Kellerfläche (netto): 89,8 m²
- _ Gesamtnutzfläche (netto): 175,3 m²



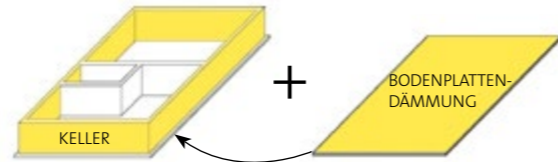
3. Variante – gedämmtes Stiegenhaus im Keller

- _ Konditionierte Fläche (brutto): 121,2 m²
- _ Wohnnutzfläche (netto, exkl. Keller): 85,5 m²
- _ Kellerfläche (netto): 89,8 m²
- _ Gesamtnutzfläche (netto): 175,3 m²



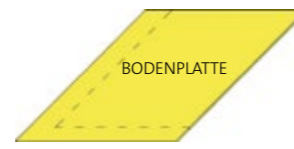
4. Variante – gedämmter Keller

- _ Konditionierte Fläche (brutto): 223,5 m²
- _ Wohnnutzfläche (netto, exkl. Keller): 85,5 m²
- _ Kellerfläche (netto): 89,8 m²
- _ Gesamtnutzfläche (netto): 175,3 m²



5. Variante – 130m² Bodenplatte statt Keller

- _ Konditionierte Fläche (brutto): 137,0 m² (116,4 m² + 20,6 m² AR/TECHN.-R.)
- _ Wohnnutzfläche (netto, exkl. Keller): 107,0 m²
- _ Kellerfläche (netto): 0,0 m²
- _ Gesamtnutzfläche (netto): 107,0 m²



© Schöberl & Pöll

2.3.3 Gliederung Baukosten Keller

2.3.3.1 Kostenaufteilung Baumeister

Die Kellerkosten der unterkellerten Einfamilienhäuser teilen sich z. B. für die Varianten 2 & 3 prozentuell wie folgt auf:

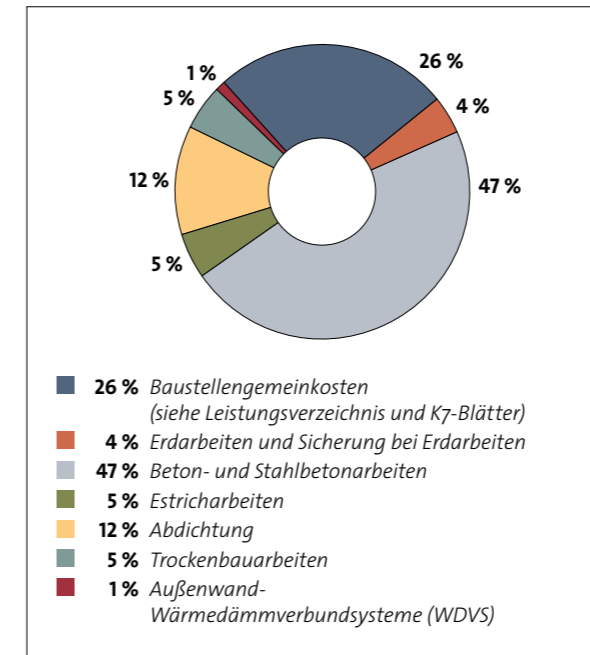


Diagramm 2.1: Kellerkostenzusammenstellung Varianten 2 & 3 unterkellert, Zugang über ein im EG oder KG gedämmtes Stiegenhaus - Baumeister-Kalkulation

2.3.3.2 Kostenaufteilung ohne Unterkellerung

Zum Vergleich, die Kellerkostenaufteilung eines nicht unterkellerten Einfamilienhauses (Variante 5):

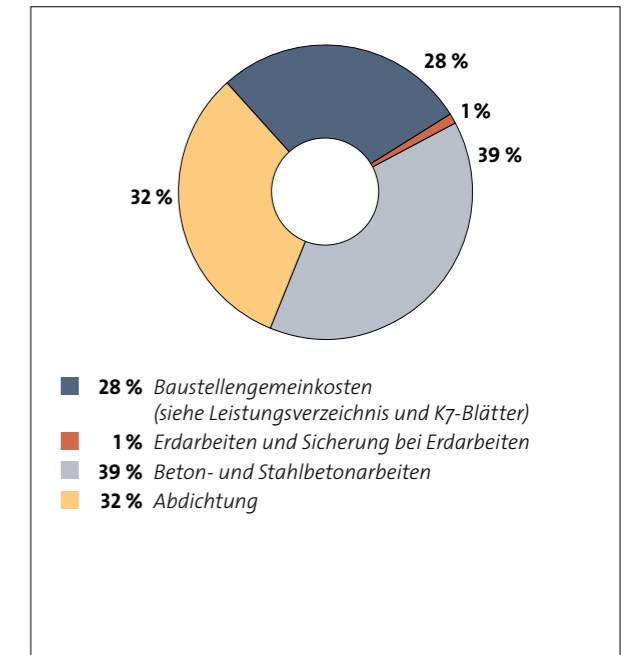


Diagramm 2.2: Kellerkostenzusammensetzung Variante 5 - nicht unterkellert - Baumeister-Kalkulation

2.3.3.4 Kostenaufteilung Fertigteil-Keller-Anbieter

Die Kellerkosten der unterkellerten Einfamilienhäuser teilen sich, nach Berücksichtigung der von Anbieter B

genannten Preise, beispielsweise für die Varianten 2 & 3 prozentuell wie folgt auf:

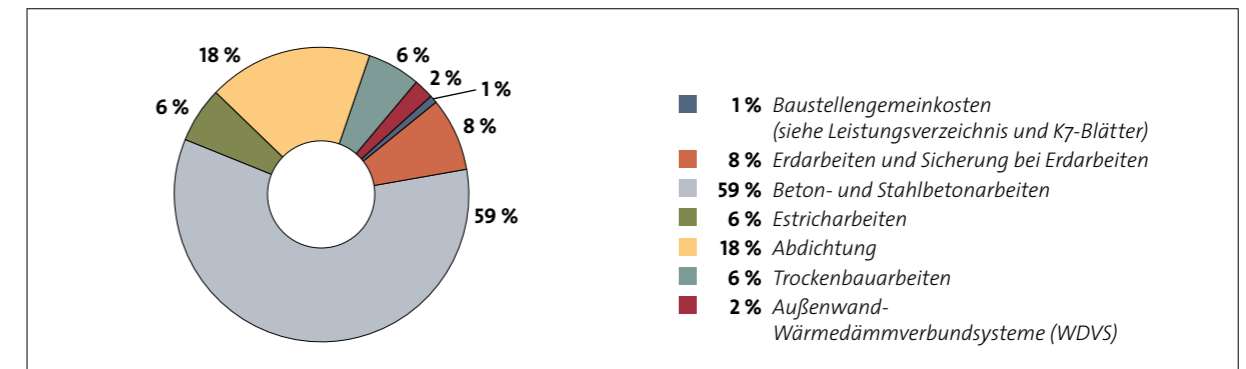


Diagramm 2.3: Kellerkostenzusammenstellung Varianten 2 & 3 unterkellert, Zugang über ein im EG oder KG gedämmtes Stiegenhaus

Bei der Berechnung der Kosten für die Erdarbeiten wurde vorausgesetzt, dass das ausgehobene Erdreich nicht in eine Deponie transportiert wird, sondern auf dem Grundstück verbleibt.

2.4 Kosten für den Keller

Baukosten des Kellers Variante 2 & 3				
	Baumeister (EURO)	Fertigteil-Keller-Anbieter A (EURO)	Fertigteil-Keller-Anbieter B (EURO)	Fertigteil-Keller-Anbieter C (EURO)
Gesamtpreis Keller exkl. USt.	73.500,-	68.000,-	52.000,-	60.000,-
Mittelwert Gesamtpreis Keller exkl. USt. Fertigteil-Keller-Anbieter			60.000,-	
Abzug Gesamtpreis Bodenplatte (Var. 5) gem. Bmstr.-Kalk. exkl. USt.	-19.500,-		-19.500,-	
Differenz der Baukosten für Keller und Bodenplatte exkl. USt.	54.000,-		40.500,-	
Mittelwert der Differenz der Baukosten für Keller und Bodenplatte exkl. USt. Baumeister + Fertigteil-Keller-Anbieter		47.250,-		

Tabelle 2.1: Baukosten des Kellers am Beispiel der Varianten 2 & 3 (gedämmtes Stiegenhaus im Erdgeschoß/Keller)

Baukosten des Kellers Varianten 2 & 3 unter Berücksichtigung der Baukosten des Gesamtgebäudes				
	Baumeister (EURO)	Fertigteil-Keller-Anbieter A (EURO)	Fertigteil-Keller-Anbieter B (EURO)	Fertigteil-Keller-Anbieter C (EURO)
Gesamtpreis Keller exkl. USt.	73.500,-	68.000,-	52.000,-	60.000,-
Mittelwert Gesamtpreis Keller exkl. USt. Fertigteil-Keller-Anbieter			60.000,-	
Baukosten Restgebäude exkl. USt. (Gebäude über Keller, ca. 110 m ²)	189.500,-		189.500,-	
Baukosten Gesamtgebäude exkl. USt.	263.000,-		249.500,-	
Abzug Baukosten Gesamtgebäude mit Bodenplatte (Var. 5, ca. 130 m ²) gem. Bmstr.-Kalk. exkl. USt.	-243.000,-		-243.000,-	
Differenz der Baukosten für Keller und Bodenplatte exkl. USt.	20.000,-		6.500,-	
Mittelwert der Differenz der Baukosten für Keller und Bodenplatte exkl. USt. Baumeister + Fertigteil-Keller-Anbieter		13.250,-		

Tabelle 2.2: Baukosten des Kellers am Beispiel der Varianten 2 & 3 (gedämmtes Stiegenhaus im Erdgeschoß/Keller) unter Berücksichtigung der Kosten des Gesamtgebäudes.

Anm.: Die Mehrfläche von 20 m² im nicht unterkellerten Einfamilienhaus (Var. 5) ergibt sich aus der Annahme, dass bei Ausführung einer Variante ohne Keller, Abstell- sowie Technikräume, die ansonsten im Kellergeschoß untergebracht sind, im Erdgeschoß situiert werden müssen.

Die Preisbasis für die Kalkulationen ist Dezember 2017.

2.5 Ergebnisse zusammengefasst

- Beim Vergleich der Gesamtbaukosten mit und ohne Keller kosten die unterkellerten Varianten durchschnittlich um 5 % mehr als die Variante mit Bodenplatte. Dem steht jedoch ein Nutzflächengewinn von ca. 64 % gegenüber.
- Zusätzliche Baukosten durch unbeheizten Keller bei Baumeister-Kalkulation ca. 20.000 Euro exkl. USt.
- Aufpreis für Unterkellerung von ca. 220 Euro/m² WNFL exkl. USt. bei Baumeister-Kalkulation
- Zusätzliche Baukosten durch unbeheizten Keller bei Kalkulation der Fertigteil-Keller-Anbieter im Mittel ca. 6.500 Euro exkl. USt.
- Aufpreis für Unterkellerung (ca. 72 Euro/m² WNFL) bei Kalkulation der Fertigteil-Keller-Anbieter
- Zusätzliche Baukosten durch unbeheizten Keller im Mittel ca. 13.250 Euro exkl. USt.
- Aufpreis für Unterkellerung im Mittel ca. (ca. 146 Euro/m² WNFL)



Bild 2.4: Geschalter Keller/Transportbeton

Bild 2.5: Keller mit Betonfertigteilen

© Z+B/Schönbichler

3 entscheidende Vorteile für Häuslbauer.



Schnell



Nach Mass



Kostengünstig



Der Fertiggeller von Oberndorfer. Schnell, flexibel, kostengünstig.



www.oberndorfer.at



OBERNDORFER
DIE ZUKUNFT DES BAUENS.

3 Konstruktive Anforderungen an den Keller

An Kellerräume und raumerschließende Bauteile werden unterschiedliche Anforderungen gestellt, die von ihrer Nutzung (Wohnkeller, Haustechnik, Lagerraum etc. siehe Tabelle 3.1) abhängen. Je nach gewünschter Nutzung sind daher vom Planer die entsprechenden konstruktiven Anforderungen festzulegen.

3.1 Lage und Verlauf des Terrains

Grundsätzlich kann ein Keller sowohl im ebenen Gelände als auch in einer Hanglage errichtet werden.

3.1.1 Ebenes Gelände

Bei ebenem Gelände ist die Frage zu klären, wie weit das Kellergeschoß über das Gelände ragen soll. Die Belichtung der Kellerräume durch die zur ausreichenden Belüftung notwendigen Kellerfenster ist dabei zu berücksichtigen.

In der Grafik 3.1 sind mögliche Ausformungen dargestellt. Die Lage der Kellerfenster über dem Niveau

geht einher mit einer besseren Belichtung und einem geringeren Aushubvolumen, dabei müssen aber folgende Punkte beachtet werden:

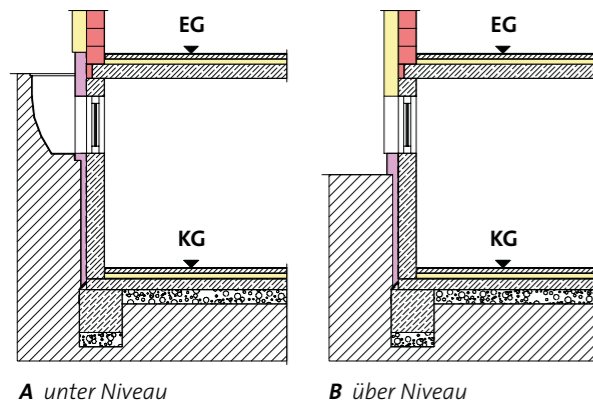
- Die architektonische Ausbildung des Sockels muss planerisch geklärt werden.
- Vor allen Eingängen ins Erdgeschoß ist die Anordnung einer Außenstiege vorzusehen oder besser eine Rampe, um das Gebäude barrierefrei zu betreten.

3.1.2 Hanglage

Bei Gebäuden in Hanglage muss in Abhängigkeit von den Gebäudeabmessungen im Einzelfall entschieden werden, ob die Fundamente abgetrept oder horizontal (Grafik 3.2) auszubilden sind.

Dabei muss die Gründungstiefe die maximale Frosttiefe immer überschreiten. Bei getrennten oder abgetrepten Fundamenten sollte der Winkel zwischen der Verbindungslinie der Fundamentkanten und der Horizontalen („ideelle Böschungseigung“) 30° nicht überschreiten. Aufgrund konstruktiver und her-

Grafik 3.1: Kellerfenster © Z+B/Haubner



Grafik 3.2: Fundamente abgetrept und eben © Z+B/Haubner

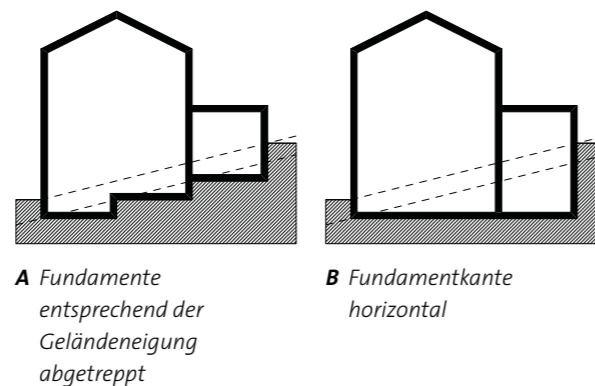


Bild 3.1: Fertigteilkeller in Hanglage mit horizontaler Fundamentkante

© KAMMEL



Bild 3.2 und 3.3: Kelleraushub © Z+B/Schönbichler

3.2



3.3

stellungstechnischer 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 (Zwischentreppen) und der statisch-konstruktiven Fundamentausbildung gegenüber. Dies ist vor allem bei den im Einfamilienhausbau zunehmend ausgeführten durchgehenden Fundamentplatten zu beachten.

3.1.3 Voll- und Teilunterkellerungen

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

Die Nachteile einer Teilunterkellerung (unterschiedliche Gebäudelasten bei unterschiedlichen Gründungstiefen und damit unterschiedliche Setzungen, die zu Rissen führen können) sollten jedoch bei derartigen Überlegungen auf keinen Fall außer Acht gelassen werden.

Tabelle 3.1: Nutzungsspezifische Anforderungen an die Umschließungsbauteile von Kellerräumen

NUTZUNG	Raumklima	Installationen	Außenbauteile	Boden	Trennbauteile
Werkstatt, Hauswirtschaftsräume, Stauraum	trocken, beheizbar, gute Lüftung	Strom, Wasser, Abwasser, Heizung, (evtl. zusätzlich Starkstrom)	gute Wärmedämmung, wenn möglich direkte Belichtung und Belüftung	wärmegeämmt, strapazierfähiger und leicht zu reinigender Belag	gute Schalldämmung, Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Vorratslager	abhängig vom Lagergut; meist keine besonderen Anforderungen	Strom	Ausnutzung der Speichermasse des Erdreichs: Wärmedämmung nur im oberflächennahen Bereich	nutzungsspezifisch, gegebenenfalls Lehmboden	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Fitnessräume, Partyraum, Spielzimmer	beheizbar, gute Lüftung	Strom, Heizung, (evtl. Wasser, Abwasser)	gute Wärmedämmung, wenn möglich direkte Belichtung und Belüftung	wärmegeämmt, mit hoher Oberflächentemperatur	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Sauna	nutzungsspezifisch	Wasser, Abwasser, Strom, Heizung	hohe Wärmedämmung, Anschlüsse für Belüftung	hohe Wärmedämmung	hohe Wärmedämmung
Schwimmbad	beheizbar, gute Lüftung	Wasser, Abwasser, Strom, Heizung	gute Wärmedämmung, Verhinderung von Oberflächenkondensat, wenn möglich direkte Belichtung und Belüftung	hohe Wärmedämmung, nutzungsspezifische Oberflächen	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Brennstofflager	trocken	Licht	meist keine besonderen Anforderungen	abhängig von der Art des Lagergutes	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Heizraum	trocken	typenabhängig	gute Wärmedämmung	fest, eventuell Schallentkoppelung der Aufstandsflächen für Geräte und Kessel	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume

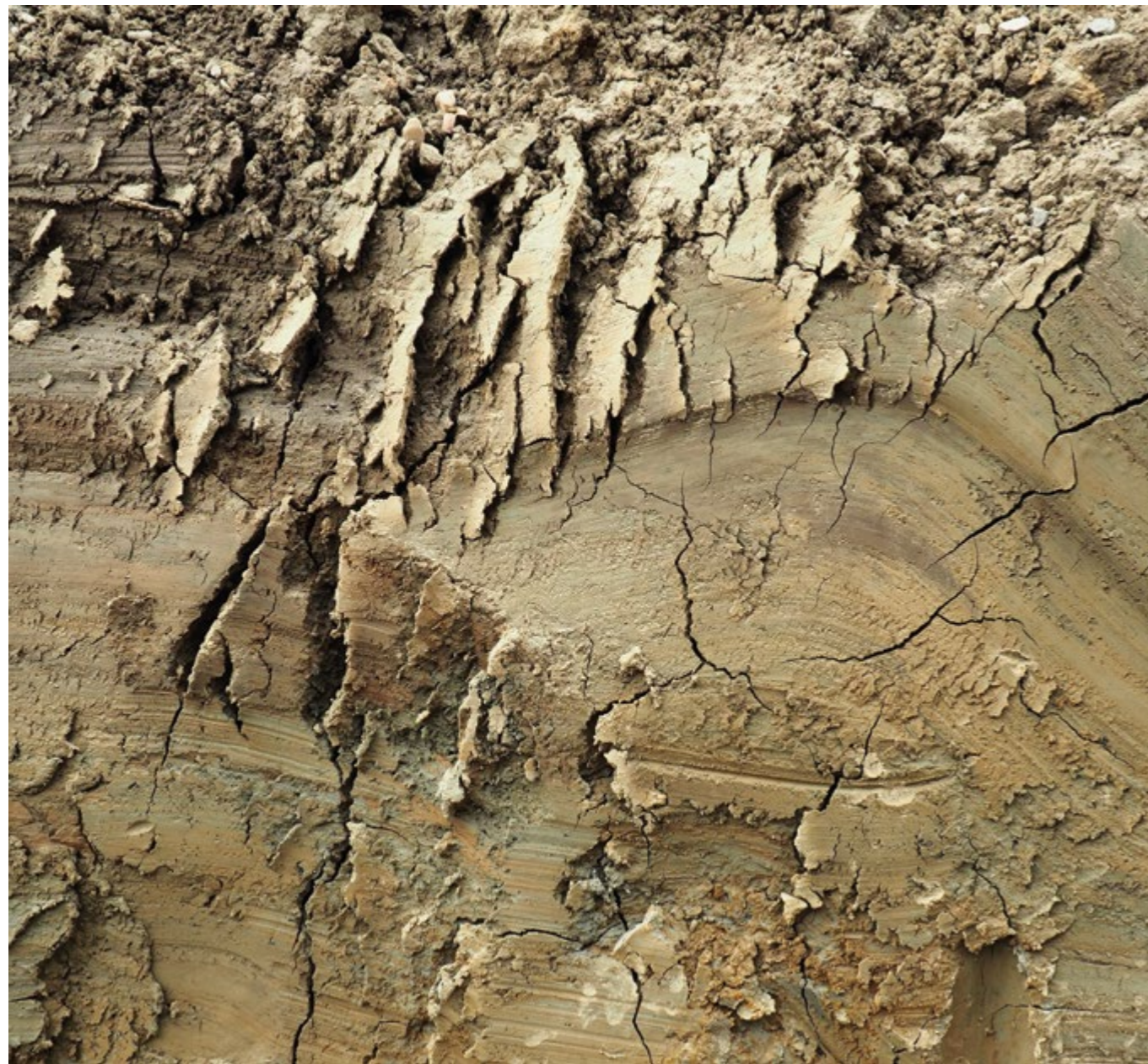


Bild 3.4: Bodenerkundung/Beurteilung Bodenklassen © Z+B/Schönbichler

3.2 Gründungen

Die Gründung eines Bauwerkes ist seine Verbindung mit dem Baugrund, der bis auf einige Ausnahmen nicht so hoch beansprucht werden kann wie die Materialien der lastabtragenden Bauteile. Um eine Weiterleitung von vertikalen und horizontalen Kräften in den Boden zu ermöglichen, sind Gründungskonstruktionen erforderlich, die die auftretenden Kräfte über eine größere Fläche in den Baugrund ableiten.

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.

3.2.1 Bodenbeschaffenheit

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 sind 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 3.2 sind einzelne Bodenklassen angeführt. Bei kleineren Bauvorhaben er-

scheint 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 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.

3.2.2 Einwirkungen

Mittlere Bauwerklasten in Abhängigkeit von der Konstruktionsart sind in Tabelle 3.3 (Vorbemessungswerte für die Sohlnormalspannung, bezogen auf die verbaute

Tabelle 3.2: Bodenklassen

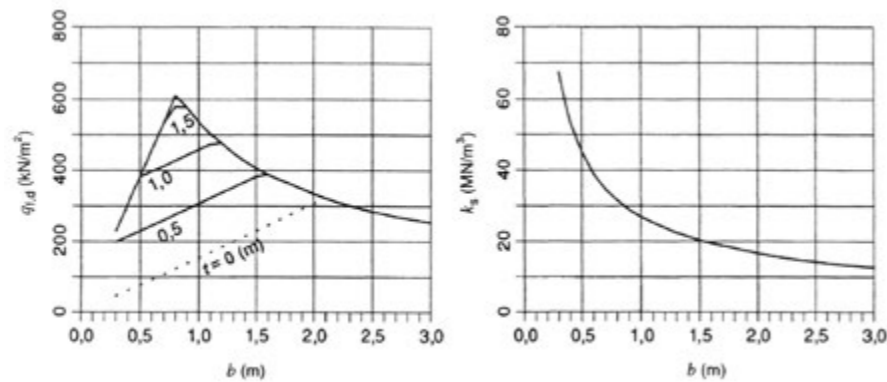
BODENKLASSE	Bezeichnung, Beschreibung	Lösegrad
1	Mutterboden: oberste Schicht des belebten Bodens.	Stichschaufel, Spaten
1	Zwischenboden: intensiv gefärbter Boden zwischen Mutterboden und Mineralboden.	Stichschaufel, Spaten
2	Wasserhaltender Boden (Schöpfungsboden): Boden mit hohem Wassergehalt, breiige bis fließende Beschaffenheit. Das Wasser wird schwer abgegeben (z. B. Schlamm).	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 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.	Krampe, 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 Kieselschichten, 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 Gesteinstrümmen über 0,1 m ³ 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 mithilfe eines weiteren Gerätes (Spachtel) ablösen lässt. Die stark klebrige Beschaffenheit solcher Böden wird als Erschwernis bei der Förderung dieser jeweiligen Bodenart berücksichtigt.	----

Tabelle 3.3: Vorbemessungswerte für die Sohlnormalspannung (bezogen auf die verbaute Grundfläche)

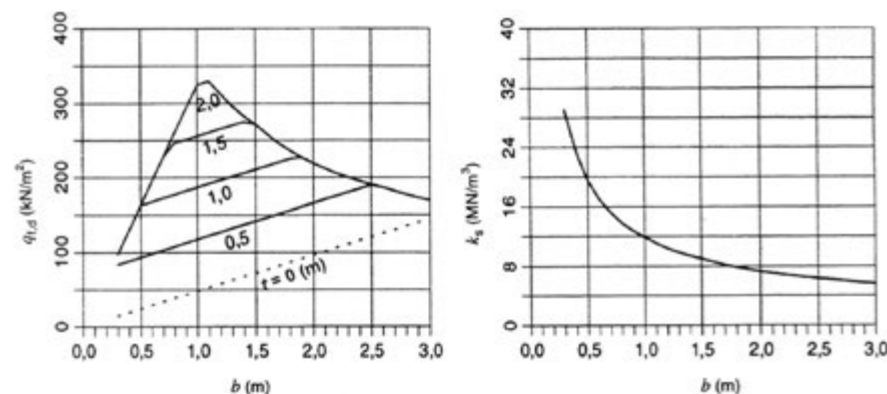
Bauwerkstypen-Konstruktionsart	SOHLNORMALSPANNUNG zufolge EIGENGEWICHT bezogen auf die verbaute Grundfläche σ_0 [MN/m ² = N/mm ²]	SOHLNORMALSPANNUNG zufolge GESAMTLAST bezogen auf die verbaute Grundfläche σ_0 [MN/m ² = N/mm ²]
Je Geschoß (Keller + Dach = ein Geschoß)	0,015-0,020	---
Zweistöckiges Wohnhaus (Siedlungshaus)	0,025-0,035	0,03-0,04
Vierstöckiges Wohn- oder Bürohaus (massiv)	0,07-0,09	0,09-0,12

Tabelle 3.4: Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes bei Gründungen auf Fels (nach ÖNORM B 4435-1)

Gebirgszustand	SOHLDRUCKWIDERSTAND [kN/m ²]	
	bei festem und unverwittertem Gestein	bei weniger festem und/oder angewittertem Gestein
massiger und dickbankiger Fels	4000	1500
klüftiger Fels bzw. Fels in Wechsellagerung	2000	1000



Grafik 3.3: Sohldruckwiderstand (a – links) und Bettungsmodul (b – rechts) in Abhängigkeit von Fundamentbreite und Einbindetiefe für nichtbindige Böden (Kiese und Sande: GW, GI, GE, GU, SW, SI, SE) (nach ÖNORM B 4435-1)



Grafik 3.4: Sohldruckwiderstand (a – links) und Bettungsmodul (b – rechts) in Abhängigkeit von Fundamentbreite und Einbindetiefe für Schluff (UL) (nach ÖNORM B 4435-1)

Grundfläche), zusammengestellt. Die sich aus dem Erd- druck auf die Kelleraußenwände ergebenden horizon- talen Kräfte werden im Zusammenhang mit den Keller- wänden behandelt.

3.2.3 Flächengründungen

Zulässige Belastungen von Flächengründungen werden in ÖNORM B 4435, Teil 1 angegeben.

Diese ÖNORM gibt an, wie weit der Baugrund durch Flächengründungen bei einfachen Verhältnissen beansprucht werden darf, ohne dass für das Bauwerk schädliche Wirkungen eintreten. Einfache Verhältnisse im Sinne dieser ÖNORM liegen vor, wenn das Gelände annähernd horizontal ist; der Baugrund mindestens bis in eine Tiefe unter der Gründungssohle, die der erforderlichen Erkundungstiefe gemäß ÖNORM B 4402 entspricht, annähernd homogen oder horizontal geschichtet ist; die Einbindetiefe des Fundamentes mindestens 0,5 m beträgt; die Fundamentbreite mindestens 0,3 m und höchstens 3,0 m beträgt; das Fundament nicht überwiegend oder regelmäßig dynamisch beansprucht wird; der höchste Wasserspiegel maximal in Höhe der Gründungssohle liegt; es sich nicht um organische Böden handelt; nichtbindige Böden mindestens mitteldicht gelagert sind bzw. sich gewachsene bindige Böden mindestens im steifen Zustand befinden und geschüttete bindige Böden mindestens einen Verdichtungsgrad $DPR = 100$ Prozent aufweisen; sich bei überkonsolidierten bindigen Böden im Einflussbereich des Fundamentes keine Schwäche zonen (u. a. Harnischflächen) befinden; es sich um Regellastfälle gemäß Abschnitt 5 handelt; für Lastfälle der Lastfallklassen 2 und 3 siehe 6.1 der ÖNORM B 4435. Diese gilt somit nicht für großflächige Plattengründungen und Tiefgründungen.

Siehe weiters Tabelle 3.3 und 3.4 und Grafik 3.3 und 3.4 auf Seite 26.

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 nichtbin-

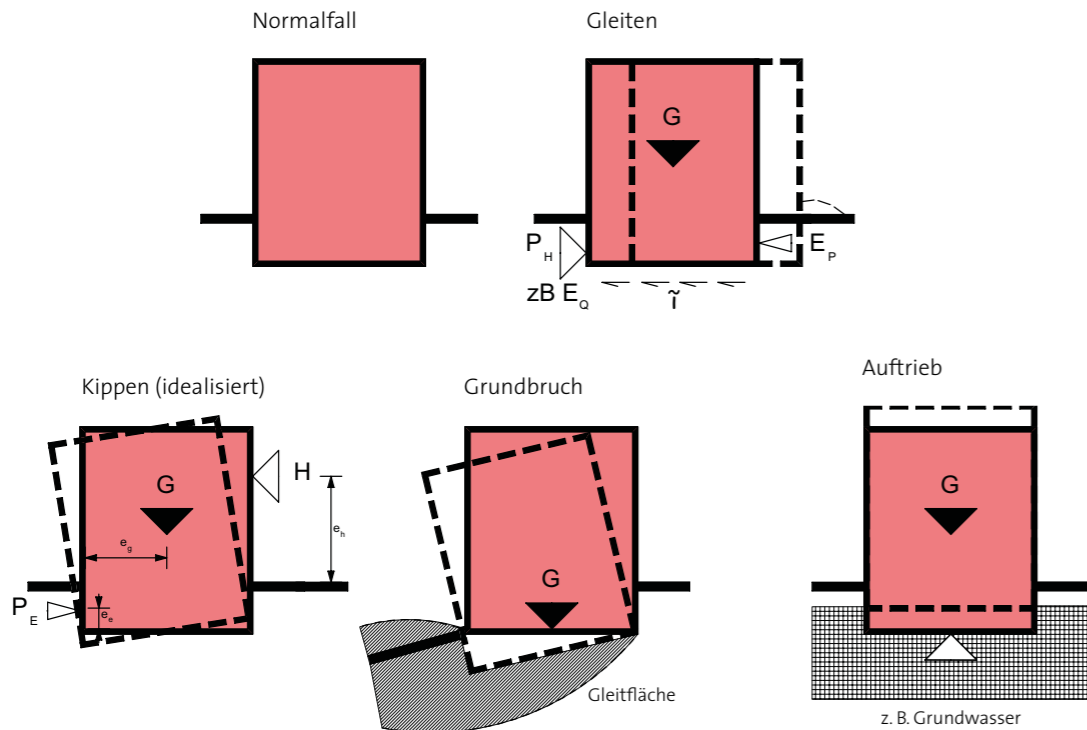
digen Böden werden Oberflächen- oder Tiefenrüttler eingesetzt; bindige Böden können durch Stopfverdichtung unter Beigabe von Kies bzw. Schotter verbessert werden.

– Injektionen: Die Tragfähigkeit von nichtbindigen Böden oder von klüftigem Fels kann durch Injektion von Zementsuspensionen oder gelierenden Lösungen erhöht werden.

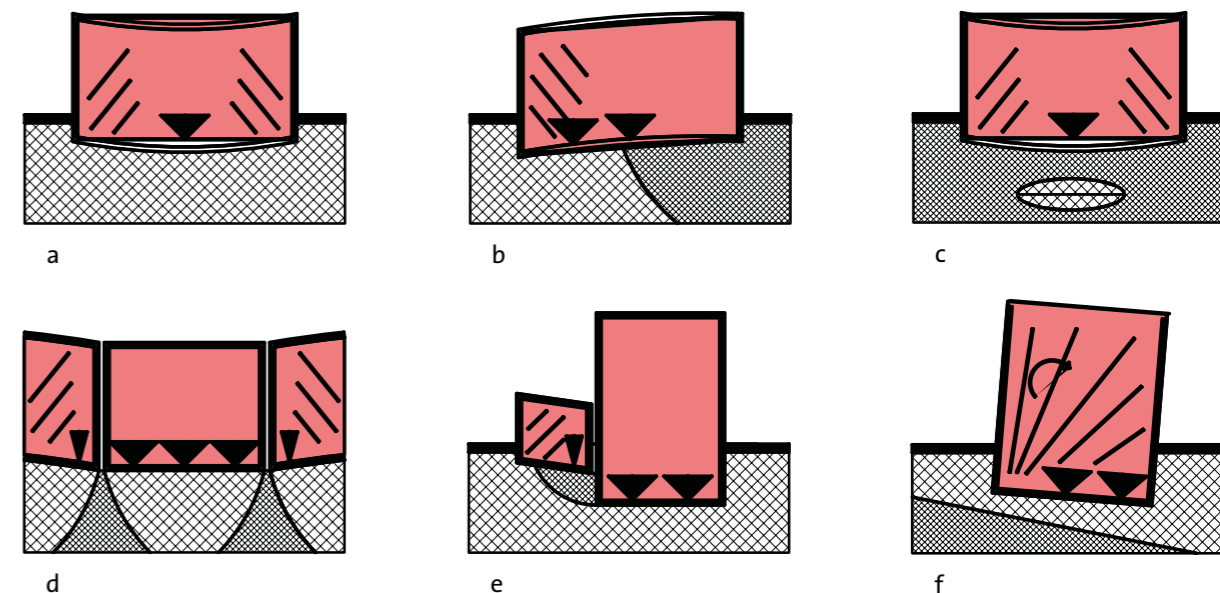
– Hochdruckbodenvermörtelung: Dieses Verfahren wird vor allem bei der Unterfangung von Bestandsobjekten eingesetzt. Der anstehende nichtbindige Boden wird dabei mit Hochdruckwasserspülung gelöst und mit Zementsuspension gebunden.

3.2.4 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.



Grafik 3.5: Versagensmöglichkeiten © Z+B/Haubner



Grafik 3.6: Risschäden als Folge von Setzungen des Baugrundes © Z+B/Haubner

3.2.5 Konstruktionshinweise

Im Zusammenwirken von Gesamtgebäude und Baugrund können – unter Voraussetzung einer näherungsweise starren Konstruktion – die in Grafik 3.5 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 (siehe Grafik 3.6):

- a) zu große Gebäudelängen
- b + c) unterschiedliche Bodenverhältnisse, jeweils im Zusammenwirken mit unzureichender Gebäudesteifigkeit
- d) Drucküberlagerung durch Nachbarbauwerke
- e) ungleiche Gründungstiefen benachbarter Gebäude
- f) ungleiche Mächtigkeit setzungsempfindlicher Böden

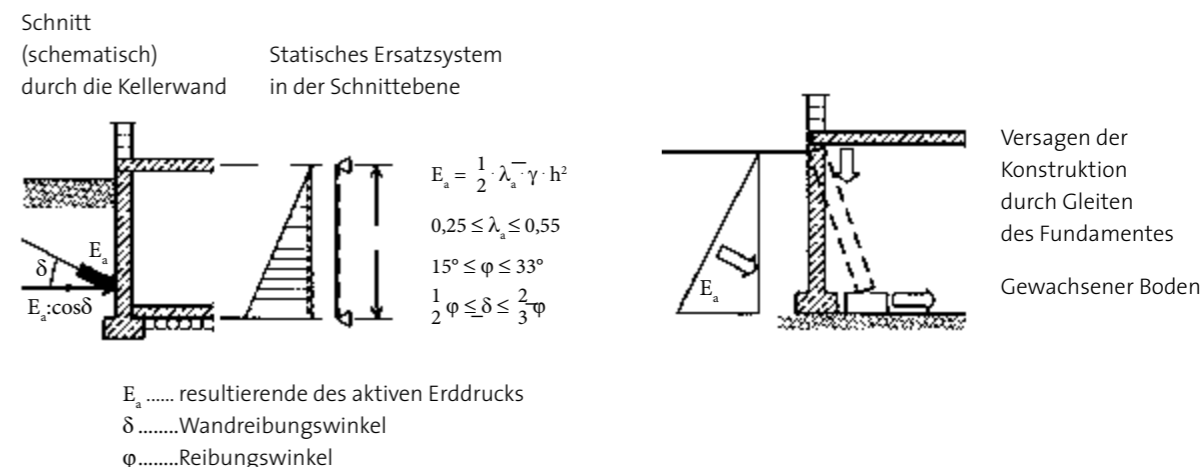
Bei kleineren Objekten ist auch ein Gleiten von Streifenfundamenten nicht auszuschließen. Dieses kann beispielsweise dann auftreten, wenn nach dem Einbau der Kellerdecke, jedoch vor der Herstellung einer den Fuß der Wand ausstiftenden Unterbetonschicht, die Außenwand hinterfüllt wird (Grafik 3.7). Bei Fundamentplatten werden derartige Schäden vermie-

den. 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 3.8).
- 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 lastabtragenden Bauteilen kann gegebenenfalls eine

Aufvoutung unter den Wänden und Stützen vorgesehen werden. Die Bemessung erfolgt nach dem Bettungsmodul- oder Steifezifferverfahren, bei kleineren Gebäuden nach vereinfachenden Verfahren.

Grafik 3.7: Versagen durch Gleiten eines Streifenfundamentes © Z+B

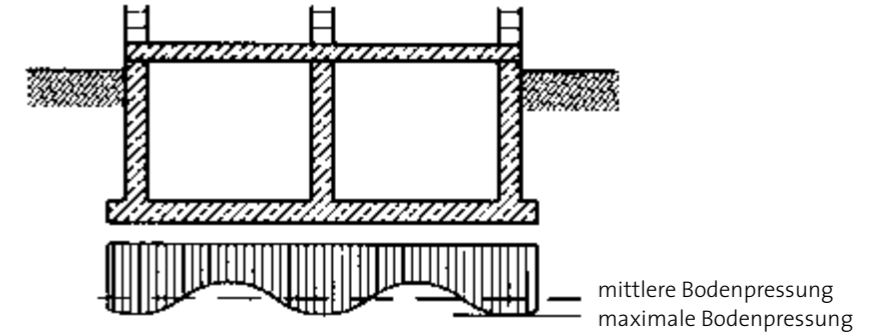




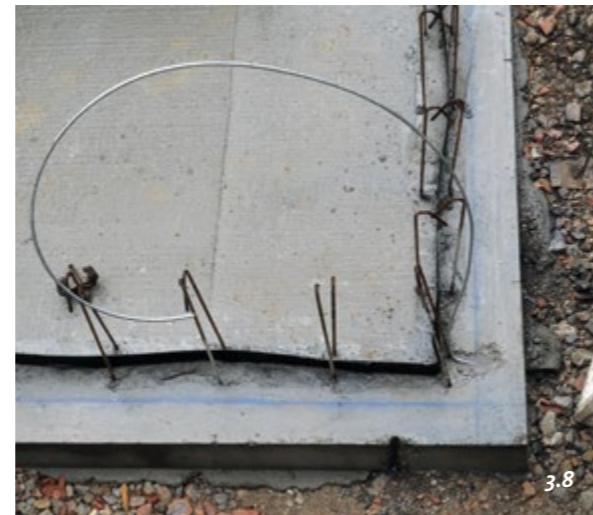
Grafik 3.8:

Bodenpressung unter einer Fundamentplatte.
Für die entsprechende Betongüte siehe Kapitel 4 „Beton – der richtige Baustoff für den Keller“.

© Z+B



Verlauf der Bodenpressung
(= Spannungsverlauf in der Sohlfuge)



3.3 Aushub

Beim Kelleraushub ist je nach Lage, Bodenbeschaffenheit und Aushubtiefe auf einen geeigneten Arbeitsraum mit entsprechendem Böschungswinkel zu achten. Zudem sind notwendige Sicherungsmaßnahmen wie das Aufstellen von Bauzäunen, das Anbringen von Warntafeln etc. vorzunehmen.

3.4 Fundament

Bei der Herstellung des Fundamentes ist darauf zu achten, dass nach der Einbettung des Kanales in die Rollierung eine geeignete Dampfsperre eingebaut wird.

3.4.1 Kanal

Die Einbindung des Kanales erfolgt im Zuge der Errichtung der Bodenplatte.



3.4.2 Bewehrung Bodenplatte

Bei der Bewehrung der Bodenplatte bzw. bei faserbewehrten Bodenplatten ist auf die statischen Anforderungen zu achten. Dabei ist insbesondere ein entsprechender Abstand der beiden Bewehrungslagen in Hinblick auf die geeignete Betondeckung einzuhalten.

3.4.3 Erdung

Eine zweckmäßige Form, ein Gebäude zu erden, bieten so genannte Fundamenterder gemäß ÖVE/ÖNORM E 8014-2, deren Verlegung von konzessionierten Elektroinstallationsfirmen zu erfolgen hat. Siehe dazu auch ÖVE/ÖNORM E 8016 Elektroinstallationen, Hausanschlüsse, Hauptleitungen, Messeinrichtungen.

Bild 3.5: Kelleraushub/Einbringung Rollierung

© Z+B/Schönbichler



Bild 3.6: Keller/ Hangsicherung

Bild 3.7: Bewehrung Bodenplatte

Bild 3.8: Fundamenterder

Bild 3.9: Baustellensicherung

Bild 3.10: Einbindung Kanal

© Z+B/Schönbichler

3 Konstruktive Anforderungen

4 Beton – der richtige Baustoff für den Keller

Das Bauen mit Beton verlangt eine grundsätzliche Auseinandersetzung mit den Anforderungen, die an die Bauteile in ihrer Verwendung gestellt werden. Betontechnologen, Planer und Baustofflieferanten bedienen sich dabei spezieller Fachbegriffe mit entsprechenden Abkürzungen. Für die vorgesehenen Anforderungen an den Beton sind diese in der Norm (Grundlagen für die Planung, ÖNORM B 4710-1, Abschnitt 4, 12, 13) angeführt.

Unter www.betonfibel.at finden Sie ein kompaktes Nachschlagemedium mit über 200 Anwendungsbeispielen für Betonsorten. Die Fibel bietet Tipps zum richtigen Umgang mit der ÖNORM B 4710-1 und führt den Nutzer zur jeweils geeigneten Betonsorte per Mausclick. Anforderungen und Betongüte sind vom Planer und Fachmann festzulegen.

Bild 4.1: www.betonfibel.at



Beton hat zahlreiche Eigenschaften. Die Betongüte ist die Summe aller Eigenschaften, die sich aus der Betonzusammensetzung, der Verarbeitung und der Nachbehandlung des Betons ergeben.

Zuständigkeit und Verantwortung

Die ÖNORM B 4710-1 definiert die Aufgaben aller beteiligten Partner:

- _ Planer – verantwortlich für die Festlegung von Anforderungen an den Beton. Planer können sein: der Baumeister, der Bauherr, der Tragwerksplaner, der Ausschreibende, aber auch der Besteller.
- _ Hersteller – verantwortlich für die Herstellung des Frischbetons und damit für die Konformität des Betons und die Durchführung der Produktionskontrolle. Als Hersteller gilt der Betreiber der Mischanlage (Transportbetonwerk, Baustellenanlage).
- _ Verwender – verantwortlich für die Verarbeitung des Frischbetons (Einbringen, Verdichten und Nachbehandeln des Betons).

In der Praxis können verschiedene Beteiligte bei unterschiedlichen Stufen des Entwurfs- und Herstellungsprozesses Anforderungen festlegen.

Werden nach dem Planungsprozess Änderungen an die Festlegungen (Anforderungen) für den Beton vorgenommen, so sind diese mit allen maßgebenden Beteiligten abzustimmen (wie z. B. Bauherr, Statiker, Bauunternehmer, Verwender). Änderungen der Festlegungen (Anforderungen an den Beton) sind dem Betonhersteller unverzüglich bekannt zu geben.

Bild 4.2: Keller mit Betonfertigteilen ▶

Bild 4.3: Geschalter Keller/Transportbeton

© Z+B/Schönbichler



4.2



4.3



Bild 4.4: Der in die Schalung eingebrachte Beton muss unbedingt sorgfältig verdichtet werden.

© Z+B/Herfert/Schönbichler

4.1 Anforderungen an den Beton

Zur Festlegung der Anforderung definiert die Norm verschiedene Klassen in den drei Gruppen:

- _ Expositionsklassen bezogen auf die Umgebungsbedingungen (Umweltklassen)
- _ Klassen für die Eigenschaften von Frischbeton und Beton während der Erhärtung
- _ Klassen für die Eigenschaften von Festbeton

4.1.1 Expositionsklassen bezogen auf die Umgebungsbedingungen (Umweltklassen)

Beton wird in seiner Anwendung unterschiedlichen Einflüssen von außen ausgesetzt – „exponiert“. Diese können sein Feuchtigkeit, Frost, Wasserdruck, chemische Angriffe, mechanische Angriffe, Chloride, usw.. Für diese unterschiedlichen Einwirkungen (Expositionen) sind in der österreichischen Betonnorm (ÖNORM B 4710-1) unterschiedliche Kurzbezeichnungen definiert (z. B. XF1 für Frostangriff mit mäßiger Wassersättigung ohne Taumittelntrag).

Der Planer muss Überlegungen anstellen, welchen Expositionen der Beton ausgesetzt sein wird. Die

Expositionsklassen für den Beton sind danach vom Planer festzulegen.

Der Betonhersteller muss diese Expositionsklassen bei der Herstellung des Betons durch entsprechende Wahl der Betonrezeptur berücksichtigen.

Tabelle 4.1: Expositionsklassen (Quelle: ÖNORM B 4710-1)

EXPOSITIONSKLASSEN	
Klasse	Beschreibung der Umgebung
X0	Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko
XC	Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung
XW	Wasserundurchlässigkeit (drückendes Wasser)
XD	Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride, ausgenommen Meerwasser
XF	Frostangriff mit und ohne Taumittel
XA	Chemischer Angriff
XM	Verschleißbeanspruchung

4.1.2 Klassen für die Eigenschaften von Frischbeton und Beton während der Erhärtung

Um den frischen Beton verarbeiten zu können, sind entsprechende Festlegungen notwendig. Auch das Verhalten des Betons während des Erhärtens kann durch entsprechende Festlegungen und Berücksichtigung bei der Betonherstellung beeinflusst werden.

4.1.2.1 Konsistenzklassen

Die wichtigste Frischbetoneigenschaft von Beton ist die Konsistenz, die ein Maß für die Verarbeitbarkeit darstellt. Weiche Konsistenzen werden mit dem Ausbreitmaß (z. B. F52) klassifiziert, steife mit dem Verdichtungsmaß (z. B. C1).

Wenn vom Planer keine Festlegung getroffen wird, so wird entsprechend der Betonnorm die Konsistenzklasse F52 geliefert.

Tabelle 4.2: Konsistenzklassen (Quelle: ÖNORM B 4710-1)

VERDICHUNGSMASSEN		
Klasse	Verdichtungsmaß ermittelt nach ÖNORM EN 12350-4	Beschreibung
C0	≥ 1,46	erdfeucht
C1	1,45 – 1,26	sehr steif
C2	1,25 – 1,11	steif

AUSBREITMASSEN

Klasse	Ausbreitmaß, ermittelt nach ÖNORM EN 12350-5	Beschreibung
F38	350 – 410 mm	steif plastisch
F45	420 – 480 mm	plastisch
F52	490 – 550 mm	weich
F59	560 – 620 mm	sehr weich
F66	630 – 690 mm	fließfähig
F73	700 – 760 mm	sehr fließfähig

4.1.2.2 Größtkorn der Gesteinskörnung

Zur Herstellung von Beton ist es erforderlich, Gesteinskörner mit unterschiedlichen Korndurchmessern nach festgelegten Verhältnissen zu mischen und einzusetzen. Das Größtkorn der Gesteinskörnung gibt an, welcher maximaler Korndurchmesser verwendet werden soll. Das Größtkorn ist vom Planer festzulegen. Die Wahl des Größtkornes ist abhängig von den Bauteilabmessungen, der erforderlichen Überdeckung der Stahleinlagen und den Abständen der Stahleinlagen.

4.1.2.3 Klassen in Abhängigkeit von der Betonart

Bei Erfordernis sind die für die Betonart relevanten Klassen vom Planer anzugeben.

- _ Unterwasserbeton (UB1, UB2)
- _ Pumpbeton (PB)
- _ Sichtbeton (SB)
- _ selbstverdichtender Beton (SCC)
- _ zusätzliche Betoneigenschaften

4.1.2.4 Wenn nachfolgende Betoneigenschaften erforderlich sind, sind sie ebenfalls vom Planer anzugeben

- _ Beton mit geringer Blutneigung (BL)
- _ Klassen bezogen auf die Wärmeentwicklung bei der Erhärtung (WE)
- _ Beton mit verlängerter Verarbeitungszeit (VV)
- _ Beton mit verzögerter Anfangserhärtung (VA)
- _ Klassen bezogen auf die Festigkeitsentwicklung (Erhärtung) des Betons. Wenn nicht anders festgelegt, gilt eine mittlere Festigkeitsentwicklung (EM) als vereinbart.
- _ Beton mit reduziertem Schwinden (RS) oder stark reduziertem Schwinden (RRS)
- _ Beton mit recycelter Gesteinskörnung

4.1.3 Klassen für die Eigenschaften von Festbeton

4.1.3.1 Druckfestigkeitsklassen

Die wichtigste Festbetoneigenschaft ist die Druckfestigkeit. Sie wird in Festigkeitsklassen eingeteilt (z. B. C25/30 oder C30/37). Die konstruktiv erforderliche Druckfestigkeitsklasse ist vom Planer festzulegen.

4.1.3.2 Sonstige Festbetoneigenschaften

- _ Beton mit festgelegter Abreißfestigkeit (A)
- _ Beton mit festgelegter Spaltzugfestigkeit (TK)
- _ Beton mit stark erhöhtem Feuerwiderstand (BBG)
- _ Beton für die nicht permanente Beaufschlagung mit Treibstoffen und sonstigen Mineralölen – Undurchlässigkeit und Beständigkeit (Betonkurzbezeichnungen: B2 bis B7)
- _ Beton für Siedlungswasserbauten mit starkem chemischen Angriff (HL-SW), Hochleistungsbeton für Siedlungswasserbauten

Empfohlene Betonsorten, Betonkurzbezeichnungen

Werden bei einem Bauvorhaben nur wenige verschiedene Betonsorten geplant, verringert dies die Gefahr von Verwechslungen, erhöht die Wirtschaftlichkeit und optimiert die Kontrolle. Die ÖNORM B 4710-1, Abschn. 12 hat daher für verschiedene Anwendungsfälle Betonsorten empfohlen und für die notwendige Zusammensetzung (W/B-Wert, Luftgehalt, Gesteinskörnungen,

Zementsorten) Betonkurzbezeichnungen festgelegt. Häufig benötigte empfohlene Betonsorten sind in Tabelle 4.3 zusammengestellt.

Tabelle 4.3: Empfohlene Betonsorten und Kurzbezeichnungen (Quelle: ÖNORM B 4710-1, Abschn. 12)

Anwendung	Maßgebende Bedingungen	BETONSORTE	KURZBEZEICHNUNG
Unterlags- und Füllbeton		X0 (A)	–
Bauteile ohne Bewehrung und ohne eingebettete Metallteile mit ausschließlich statischer und/oder dynamischer Einwirkung		C16/20/X0 (A), C20/25/X0 (A), C25/30/X0 (A)	–
Bauteile mit Bewehrung und/oder eingebettete Metallteile mit ausschließlich statischer und/oder dynamischer Einwirkung	Trocken oder ständig nass	C20/25/XC1(A), C25/30/XC1(A), höhere Festigkeitsklassen mit Expositions-klassen mit Expositions-kategorie XC2	–
	Nass, selten trocken	C20/25/XC2 (A), C25/30/XC2 (A), C30/37/XC2 (A).	–
	Mäßige Feuchte	C25/30/XC3 (A), C30/37/XC3 (A).	–
	Wechselnd nass und trocken	C25/30/XC4 (A), C30/37/XC4 (A).	–
Umweltbelastete Bauteile mit statischer und/oder dynamischer Einwirkung	Außen liegende Bauteile, Bauteile im chemisch schwach angreifenden Grundwasser (lösend), Schwimmbäder	C25/30/XC4/XW1/XD2/ XF1/XA1L (A)	C25/30/B2
	Wasserbauten, annähernd waagrechte, außen liegende Bauteile	C25/30/XC4/XW1/XD2/ XF3/XA1L (A)	C25/30/B3
	Abwasseranlagen	C30/37/XC4/XW2/XD3/ XF3/XA2L/XA2T/C ₃ A- frei (A) C40/50/HL-SW	C30/37/B6/C ₃ A- frei C40/50/HL-SW
	Mäßige Wassersättigung mit taumittelhaltigem Sprühnebel	C25/30/XC4/XW2/XD2/ XF2/XA1L (A)	C25/30/B5
	Taumittel direkt ausgesetzte Bauteile	C25/30/XC4/XW2/XD3/ XF4/XA1L (A)	C25/30/B7
Wasserundurchlässige Bauteile mit statischer und/oder dynamischer Einwirkung	Wasserdruckhöhe bis 10 m (unter der Frostgrenze bei chemisch nicht angreifendem Grundwasser)	C25/30/XC3/XW1 (A)	C25/30/B1
	Wasserdruckhöhe über 10 m	C30/37/XC4/XW2/XD2	C30/37/B4
Tiefgründungen		C 25/30	C25/30/ B8 bis B12

4.2 Betonverarbeitung

Sorgfältige Verdichtung ist auch deshalb wichtig, weil nur dann die Betonoberflächen nach dem Entschalen geschlossen und frei von Nestern sein können. Bei Stahlbeton ist eine geschlossene Oberfläche zum ausreichenden Schutz der Bewehrung gegen Rosten.

Die erforderliche Bewehrung im Bauteil muss lagesicher und mit der erforderlichen Betonüberdeckung (minimaler Abstand Betonoberfläche – Bewehrung) eingebracht werden. Dieser Mindestabstand von der Betonoberfläche, die der Schalungsoberfläche entspricht, muss mindestens 2 cm betragen. Der Abstand muss durch Abstandsteine oder Abstandhalter gesichert werden, deren Abstand voneinander höchstens 1 m betragen darf. Bei besonderer Beanspruchung des jeweiligen Bauteiles muss die entsprechend größere Betonüberdeckung vom Statiker festgelegt werden.

4.3 Nachbehandlung

Der verdichtete frische Beton muss unbedingt vor zu raschem Austrocknen geschützt werden! Allgemein gilt: je länger, desto besser.

Gegen vorzeitiges Austrocknen schützt:

- _ Besprühen der Oberfläche mit Wasser oder
- _ Abdecken der Oberfläche mit Plastikfolien sofort nach dem Verdichten über einen Zeitraum von mindestens 3 Tagen
- _ Belassen des Betons in der Schalung
- _ Besprühen der Betonoberfläche mit einem Nachbehandlungsmittel (im Baustoffhandel erhältlich)

4.4 Betonieren bei kühler Witterung

Bei Betonierarbeiten unter +5 °C ist höchste Vorsicht geboten! Bei niedrigen Temperaturen verläuft die Umbildung vom Zementleim zu Zementstein langsam und kommt unter 0 °C zum Stillstand. Der Frischbeton darf nicht auf gefrorenem Untergrund aufgebracht werden.

Die Verwendung von Zementen mit höherer Festigkeitsklasse wird empfohlen (z. B. CEM II/A 42,5), da diese zu einer rascheren Festigkeitsentwicklung führen und das Risiko eines Schadens am Beton verringert wird. Der Frischbeton muss bei Lufttemperaturen an der Einbaustelle ab +3 °C beim Einbringen eine Mindesttemperatur von +5 °C aufweisen. Bei einer Lufttemperatur an der Einbaustelle von unter +3 °C muss der Beton beim Einbringen eine Mindesttemperatur von +10 °C haben. In beiden Fällen sind auch entsprechende Maßnahmen beim Bauwerk vorzusehen.

Das erreicht man durch das Erwärmen z. B. des Anmachwassers bis zu max. 60 °C. Erwärmt man das

Anmachwasser um 10 °C, steigt die Frischbetontemperatur etwa um 3 °C!

Auch bei tiefen Temperaturen muss der Beton nachbehandelt werden. Natürlich nicht durch Wasser, sondern durch Abdecken z. B. mit Strohmatte, Styroporplatten usw.. Gut ist auch das Abdecken mit Folien als Schutz gegen das Austrocknen. Am besten ist es, wenn zwischen Beton und Folie ein Luftspalt hergestellt wird (Polsterhölzer) – denn stillstehende Luft ist ein guter Dämmstoff. Besondere Gefahren bestehen bei sehr feingliedrigen Bauteilen und bei mehrmaligem Frost-Tau-Wechsel.

4.5 Betonieren bei heißer Witterung

Bei Lufttemperaturen mit einer Tagesspitze von +28 °C und darüber sind besondere Maßnahmen vorzusehen, wie z. B.:

- _ Auswahl entsprechender Betonzusammensetzungen (z. B. Verwendung von Zement mit der Festigkeitsklasse 32,5)
- _ Kühlen der Ausgangsstoffe (z. B. durch Beschattung, etc.)
- _ Kühlen des Bauteils (z. B. durch Wahl einer hellen Schalung, Berieselung des Bauteils zur Nutzung der Verdunstungskälte, Vornässen der Bewehrungsseisen, Schutz der Bauteile vor direkter Sonneneinstrahlung)
- _ Betonieren in den Nachmittags- und Abendstunden (geringere Temperaturerhöhung während der Nachtstunden)

Bei Betonierarbeiten bei heißer Witterung ist es unbedingt erforderlich, eine gute Nachbehandlung vorzunehmen.

4.6 Ausschalfristen

Bei Verwendung von CEM 32,5 dürfen frühestens entfernt werden:

- _ seitliche Schalungen: nach 2 Tagen
- _ tragende Schalungen: nach 3 Wochen

Diese Fristen gelten für Tage mit mittlerer Tagestemperatur über 12 °C. Da die Erhärtung bei tiefen Temperaturen wesentlich langsamer abläuft, können Tage mit mittleren Temperaturen zwischen +5 °C und +12 °C nur als 0,7 Tage, mit Temperaturen zwischen 0 °C und +5 °C nur als 0,3 Tage in Rechnung gestellt werden. Frosttage dürfen auf die Einschuldauer überhaupt nicht angerechnet werden.

Detaillierte Fachinformationen über Transportbeton erhalten Sie unter www.gvtb.at.

4.7 Betonanwendung im Kellerbau

Bei Verwendung zementgebundener Baustoffe kann eine der folgenden Bauweisen zur Herstellung der Kelleraußenwände herangezogen werden:

- _ Ortbeton (bewehrt oder unbewehrt)
- _ Wände aus großformatigen Fertigteilen („Fertigkellersystem“)
- _ Doppelwände
- _ Wände aus Schalsteinen
- _ Wände mit Leichtbeton-Vollsteinen

4.7.1 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.

Entscheidend für die auf Lebenszeit geforderte Qualität des Kellers ist die Auswahl und Bestellung der richtigen Betongüte. Die Festigkeit ist die erste Anforderung. Sie wird durch den Fachmann (z. B. Baumeister

oder Statiker) gewählt. Die zweite, etwas schwieriger zu entscheidende Wahl gilt der Umweltklasse. Damit sollten alle während der Lebenszeit auftretenden Umwelteinflüsse abgedeckt werden. Das geht von Wasserundurchlässigkeit über Frost bis hin zu möglichen Tausalzstreuungen, die den Beton besonders beanspruchen. Um diese Anforderungen übersichtlich zu gestalten, wurden die sogenannten Betonkurzbezeichnungen eingeführt. Die Tabelle 4.3 (Seite 36) soll Ihnen die richtige Auswahl erleichtern, um den geeigneten Beton dann bei einem güteüberwachten Transportbetonwerk zu bestellen, denn nur solche Werke können derart anspruchsvolle Betonqualitäten zielsicher herstellen.

Trotz der richtigen Betongüte empfiehlt sich, eine Feuchtigkeitsabdichtung vor allem im Fugenbereich vorzusehen, denn die Betongüte ist der erste Qualitätsfaktor. Eine richtige Ausführung, vor allem das richtige Einbringen, Verdichten und Ummanteln

der Fugenbänder (die zwingend notwendig sind), ist der zweite nicht minder wichtige Faktor. Undichte Stellen sind oft auf eine mangelhafte Ausführung zurückzuführen, da kann der beste Beton nichts retten.

Durch Verwendung geeigneter Schalungssysteme kann der bei Ortbetonbauweise oft maßgebende Schalungsaufwand erheblich gesenkt werden.

4.7.2 Doppelwände

Bei der Herstellung von Kellerwänden werden – um vor Ort keine aufwändigen Schalungs- und Bewehrungsarbeiten durchführen zu müssen und um die Bauzeiten beträchtlich verkürzen zu können – sogenannte „Doppelwände“ verwendet.

Doppelwände bestehen aus zwei im Fertigteilwerk vorgefertigten Stahlbetonplatten, die durch Gitterträger miteinander verbunden sind und nach der Montage am Verwendungsort mit Ortbeton verfüllt werden. Der Gesamtquerschnitt aus Fertigplatten und

Ortbeton wirkt statisch gemeinsam im Verbund und entspricht dann einer massiven Wandkonstruktion. Doppelwände werden gemäß ÖNORM EN 14992 „Betonfertigteile – Wandelemente“ im Betonfertigteilwerk hergestellt und müssen das CE Kennzeichen aufweisen.

Doppelwände können aus Normal- oder Leichtbeton, mit oder ohne integrierte Dämmung hergestellt werden. Mit Doppelwänden können auch wasserundurchlässige Keller ohne zusätzliche Isolierung, sogenannte „Weiße Wannen“, hergestellt werden.

Hinweise für das Versetzen der Doppelwände sind in der VÖB-Richtlinie „Montageanleitung für Doppelwände“ Stand: Mai 2012, zu finden. Hinweise für das Herstellen eines wasserundurchlässigen Kellers als „Weiße Wanne“ können der VÖB-Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise“ Stand: August 2011, entnommen werden (www.voeb.com).

4.7.3 Wände aus Schalsteinen

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 Steckeisen hergestellt. Die Füllbetonmenge beträgt bei 15 cm Steindicke etwa 75 l/m², bei 40 cm Steindicke etwa 300 l/m². Der statisch wirksame Kern besteht aus Normalbeton. Schalsteine werden auch aus Leichtbeton gefertigt; einige Hersteller bieten auch Schalsteine mit integrierter Wärmedämmung an.

Schalsteine werden gemäß ÖNORM EN 771-3 „Festigungen für Mauersteine – Teil 3: Mauersteine aus Beton (mit dichten und porigen Zuschlägen)“ im Betonsteinwerk hergestellt und müssen ein CE Kennzeichen aufweisen.

4.7.4 Wände mit Leichtbeton-Vollsteinen

Sie werden aus Gründen der Schlankheit und der guten bauphysikalischen Eigenschaften in Verbindung mit einem Vollwärmeschutz gerne in allen Wandbereichen eingesetzt. Vollsteine werden hauptsächlich mithilfe von Blähton als Leichtgesteinskörnung hergestellt. Trotz des Vollquerschnitts sind sie nur geringfügig schwerer als Hohlblocksteine, bieten aber zusätzlich wärmedämmende Eigenschaften und sind leichter zu bearbeiten.

Bild 4.5: Einbauten geschalte Wand

© Z+B/Schönbichler



4.5



4.6

◀ **Bild 4.6:** Betonfertigteil/Doppelwand

© Z+B/Schönbichler



4-7



4-8

4.7.5 Kellerinnenwände

Bei Kellerinnenwänden ist zwischen tragenden (lasttragenden 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 Innenausbaues hergestellt.

◀ **Bild 4.7 und 4.8:** Betoneinbringung Doppelwand

Bild 4.9: Errichtung von Kellerinnenwänden mit Schalsteinen

© Z+B/Schönbichler

4.7.6 Kellerdecken

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

- _ Ortbetondecken
- _ Elementdecken
- _ Hohldeckendecken

4.7.6.1 Ortbetondecken

Die Ortbetonbauweise ermöglicht die flexible Anpassung an die Gegebenheiten vor Ort, an die erforderliche Tragfähigkeit und die Herstellung individueller Grundrissformen. Für die Herstellung von Ortbetondecken stehen rationelle Systemschalungen zur Verfügung. Ein auf Biegung beanspruchtes Flächentragwerk muss länger in einer Schalung verbleiben als rein auf Druck beanspruchte Wände. Erst wenn eine Festigkeit erreicht wird, welche die Aufnahme der Biegezugkräfte sicher gewährleistet, darf die Unterstüzung ggf. unter Verbleib von sogenannten Notstützen entfernt werden.



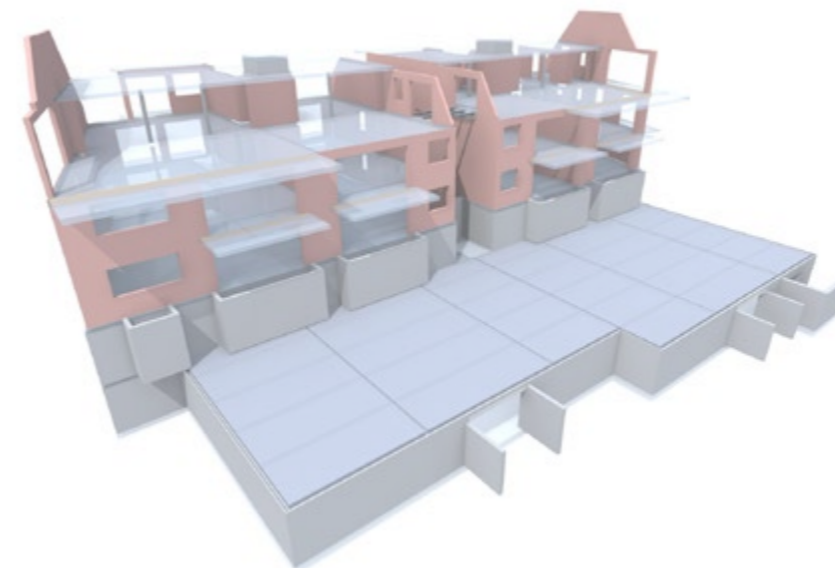
4-9

WIR STÜTZEN IHRE VISION



SEIT ÜBER 80 JAHREN MASSGEBEND BEI EFFIZIENTEN BAUSYSTEMEN.

Geprüfte Produktqualität, überzeugende Wirtschaftlichkeit: Eine Fülle an Wand- und Deckensystemen, Treppen, Kellersystemen und Schleuderbeton-Stützen sowie Stützen und Träger für den Industriebau machen unsere Fertigteile zur ersten Wahl bei Bauprojekten jeder Größe.





Im Geschoß über der frisch betonierten Decke dürfen Lasten, z. B. zwischenzulagernde Baustoffe, erst abgestellt werden, wenn der Beton genügend Festigkeit entwickelt hat.

4.7.6.2 Elementdecken

Für die Herstellung der Kellerdecke in Fertigteilbauweise werden sogenannte „Elementdecken“ verwendet. Damit entfallen die aufwändigen Schalungsarbeiten vor Ort und die Bauzeit wird beträchtlich verkürzt.

Elementdecken sind Halbfertigteildecken aus Stahlbeton gemäß ÖNORM EN 13747 „Betonfertigteile – Deckenplatten mit Ortbetonerfüllung“ und müssen das CE Kennzeichen aufweisen. Die Elementdecken werden auch oft als Großflächenplatten bezeichnet. Sie bestehen aus großformatigen 5 - 6 cm dicken Fertigteilplatten, die nach dem Verlegen auf der Baustelle mit Ortbeton vergossen werden. Die statisch erforderliche untere Bewehrung und die Gitterträger, welche die Montagesteifigkeit sowie den Verbund zum Aufbeton sicherstellen, sind bereits im Fertigteilwerk eingebaut. Durch den Einsatz von unterschiedlichen Gitterträgerhöhen können auch unterschiedliche Deckenstärken, in der Regel 16 - 40 cm, hergestellt werden.

Hinweise für das Verlegen der Elementdecke sind in der VÖB-Richtlinie „Verlegeanleitung für Elementdecken“, Stand: Mai 2012, zu finden (www.voeb.com).

4.7.6.3 Hohldielendecken

Die Verwendung von Hohldielen zur Herstellung der Kellerdecke hat den großen Vorteil, dass die Decke gänzlich ohne Unterstellungen hergestellt werden kann. Hohldielen werden gemäß ÖNORM EN 1168 „Betonfertigteile – Hohlplatten“, hergestellt und müssen das CE Kennzeichen aufweisen.

4.7.7 Balkonplatten

Balkonplatten werden je nach statischen Anforderungen mit der entsprechenden Bewehrung und der erforderlichen Dicke fix und fertig im Fertigteilwerk hergestellt. Die aufgrund der Bauphysik notwendige thermische Trennung („Isokorb“) ist ebenfalls schon werksseitig eingelegt.

Die Oberseite der Platte kann mit Besenstrich, schalglatt, verrieben oder geglättet hergestellt werden, entsprechende Gefälle, Ablaufrinnen, Hochzüge etc. sind ebenfalls möglich.

4.7.8 Stützen und Träger

Für Träger und Stützen werden zumeist Fertigteile verwendet, da die aufwändigen Schalungs- und Bewehrungsarbeiten vor Ort entfallen.

Träger und Stützen aus Stahlbeton müssen gemäß ÖNORM EN 13225 „Betonfertigteile – Stabförmige tragende Bauteile“ hergestellt werden und müssen das CE Kennzeichen aufweisen. Die Abmessungen der Querschnitte sind abhängig von architektonischen Gegebenheiten und statischen Erfordernissen und können in allen möglichen Ausformungen im Fertigteilwerk hergestellt werden.

4.7.9 Kellertreppen

Für Treppen werden heutzutage fast ausschließlich vorgefertigte Stahlbetontreppen verwendet. Vorgefertigte Treppen müssen gemäß ÖNORM EN 14843 „Betonfertigteile – Treppen“ hergestellt werden und müssen das CE Kennzeichen aufweisen.

Die fertigen Treppenelemente werden auf der Baustelle einfach in den dafür vorbereiteten Treppenhausebereich eingehoben und sind sofort begehbar.

Aufgrund der Flexibilität der Werksfertigung können eine Vielzahl an Treppen mit verschiedenen Steigungsverhältnissen und Geschoßhöhen standardmäßig hergestellt werden. Weiters ist es möglich, die Trittstufen schalglatt, verrieben, geglättet, sandgestrahlt etc. herzustellen – der Gestaltung sind nahezu keine Grenzen gesetzt.

Hinweise für das Versetzen der Treppen sind der VÖB-Richtlinie „Montageanleitung für Treppen“, Stand: Mai 2013, zu entnehmen (www.voeb.com).



◀ Bild 4.10: Bewehrung Kellerdecke

Bild 4.11: Spannbetonhohldielendecke

Bild 4.12: Betonfertigteiltreppe

Bild 4.13: Betonstütze für Terrasse

Bild 4.14: Geschalte Treppe aus Beton

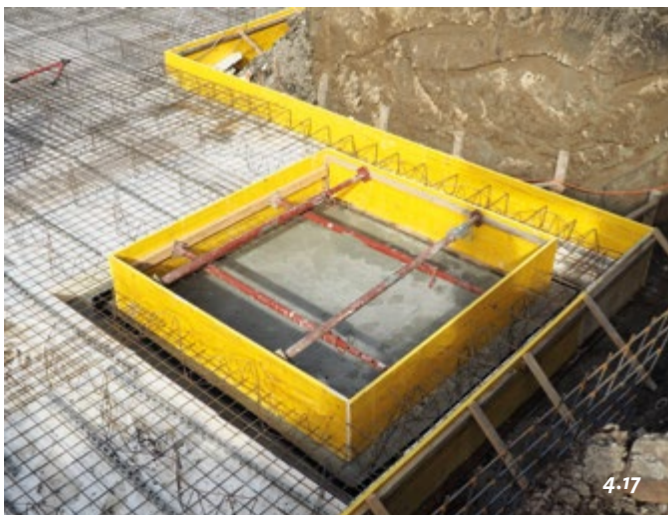
© Z+B/Schönbichler, Oberndorfer



4.15



4.16



4.17



4.19



4.18

4.7.10 Anschlüsse, Schächte, Durchdringungen

Durchdringungen der Kellerbauteile lassen sich nicht immer vermeiden. So sind z. B. Rohrleitungen und Kabel durch die Wände zu führen oder Schalungsanker anzuordnen, die die Wände durchstoßen. Diese Durchdringungen sind wasserundurchlässig herzustellen. Sie sollen die Bauteile rechtwinkelig durchstoßen.

◀ **Bild 4.15:** Betoneinbringung Sauberkeitsschichte

Bild 4.16 und 4.19:

Einbauten/Leerverrohrung Betondecke

Bild 4.17: Abschalung Bodenplatte

Bild 4.18: Einbauten geschalte Betonwand

© Z+B/Schönbichler

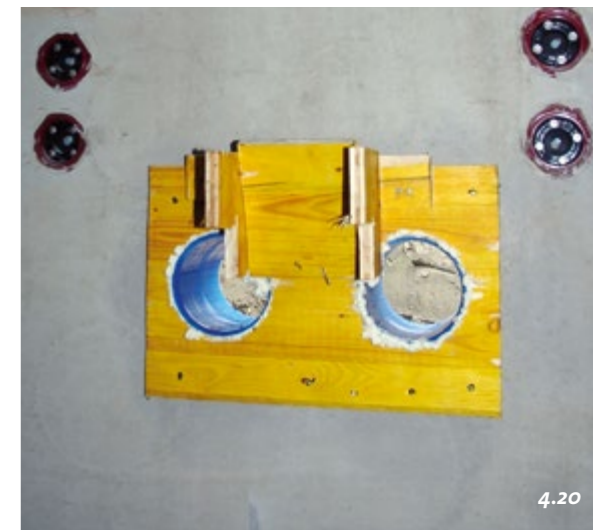


Bild 4.20: Rohrdurchführung Kellerwand

© Z+B/Schönbichler

**EINFACH LEICHTER BAUEN.
DER FERTIGKELLER.**



KAMMEL
KIRCHDORFER
CONCRETE SOLUTIONS

**Seit über 50 Jahren
Ihr verlässlicher Partner rund ums Bauen!**

KAMMEL GES.M.B.H., Gewerbestraße 162, A-8232 Grafendorf, Tel.: +43 3338 23 96-0
Info-Büro im Fertighauszentrum, BLAUE LAGUNE, Wien/Vösendorf

WWW.KAMMEL.EU

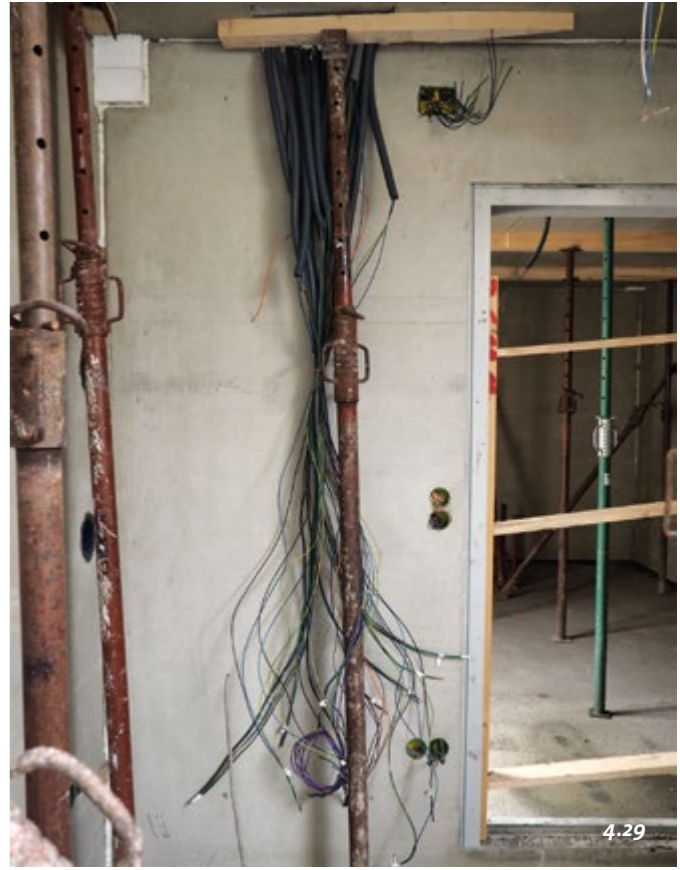


Bild 4.21: Abschalung Kellerwand

Bild 4.22: Kellerwand und Betonstütze außen

Bild 4.23: Einbauen Doppelwand

Bild 4.24: Bewehrte Kellerdecke vor Betoneinbringung

Bild 4.25: Betoneinbringung Kellerdecke

Bild 4.26 - 4.31: Diverse Rohrdurchführungen und Elektroinstallationen

© Z+B/Schönbichler

5 Bauphysik

Die Unterkellerung von Wohnhäusern, wie Einfamilien- oder Mehrfamilienhäusern, bringt in Hinblick auf den Wärme- und Feuchteschutz gegenüber nicht unterkellerten Häusern große Vorteile.

Der Keller mit dem Fundament bildet die solide Basis eines Gebäudes, er hebt dieses gleichsam aus dem Erdreich heraus und wirkt als Pufferraum zwischen den Wohnräumen und dem Erdreich. Der Keller kann beheizt oder unbeheizt sein, oder teilweise beheizt, je nach Nutzung der unterirdischen Räume. Es ist auf jeden Fall sinnvoll, die Kelleraußenwände und die Bodenplatte gut zu dämmen, denn nach Fertigstellung des Gebäudes ist eine Dämmung nur mehr mit großem Aufwand möglich.

Da zur bebaubaren Fläche die unterirdischen Räume nicht gezählt werden, ist eine Erweiterung der Kellerräume über das Haus hinaus unter die unbebauten Grundstücksflächen eine Möglichkeit, die Nutzfläche zu vergrößern. Dies erfordert zusätzlich eine gute Abdichtung und Wärmedämmung der Kellerdecke von oben her. Wenn der Garten über den Kellerräumen liegt, ist auf die sorgfältige Ausführung der Aufbauten besonderer Wert zu legen.

Die Studie „Bauphysikalische Auswirkungen des Kellers auf das Gesamtgebäude im Winter- und Sommerfall“ (Bmstr. DI Helmut Schöberl) zeigt die Vorteile einer Unterkellerung:

www.voeb.com/service/downloads.asp.

In dieser Studie wurden Varianten für ein fiktives Einfamilienhaus mit einer Bruttogrundfläche von 110 m² mit vier unterschiedlich ausgeführten Kellern mit einer 130-m²-Bodenplattenvariante untersucht und verglichen.

Man kam zu folgendem Ergebnis: Aufgrund der positiven bauphysikalischen Auswirkungen wird als in bauphysikalischer Hinsicht günstigste Variante das

Einfamilienhaus mit einem unbeheizten Keller, der durch ein unbeheiztes Treppenhaus erschlossen ist, empfohlen. Diese Kombination weist den geringsten Heizwärmebedarf auf.

Verhalten im Winter:

Der Heizwärmebedarf des Referenzgebäudes (Einfamilienhaus mit 110 m² Bruttogrundfläche) ist ohne Keller bis zu 9 % höher als mit einem unbeheizten Keller.

Verhalten im Sommer:

Im Sommer ist bei unbeheiztem Keller die Wärmeabgabe um bis zu 12 % höher als ohne Keller.

Das Einfamilienhaus neigt daher weniger zu einer sommerlichen Überhitzung und bekommt damit ein angenehmeres Wohnklima.

5.1 Wärmeschutz

Sowohl mehrgeschoßige Wohnbauten als auch Ein- und Zweifamilienhäuser werden heute in der Regel zur Gänze unterkellert. Dabei sind neben sogenannten „Zubehörräumen“ auch Räume für den ständigen oder zeitweiligen Aufenthalt von Personen (Freizeit-, Arbeits-, 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 innenklimatischen Vorgaben Raumtypen laut Tabelle 5.1 (siehe Seite 50) zu unterscheiden.

Bild 5.1: Dämmung Bodenplatte Keller ▶

© Z+B/Schönbichler



5.1.1 Wärmeschutzanforderungen

Die Richtlinie 2010/31/EU (Gebäuderichtlinie) legt zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele allgemeine Grundsätze von Anforderungen betreffend die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden fest und trägt den Mitgliedsstaaten auf, detaillierte Regelungen zu schaffen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Eines der in der Richtlinie vorgesehenen Instrumente ist der Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz, der beim Bau von Gebäuden dem Eigentümer vorzulegen ist. Die Umsetzung der Gebäuderichtlinie in das nationale Recht erfolgte in Österreich auf Bundesebene durch das Energieausweis-Vorlage-Gesetz 2012 bzw. auf Landesebene durch baurechtliche Bestimmungen wie beispielsweise die verbindliche Erklärung von OIB Richtlinien (z. B. OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz). Dabei ist der jeweilige aktuelle Stand der Regelwerke und deren konkrete Umsetzung in den Landesbauordnungen zu beachten.

Nähere Informationen dazu unter www.oib.at.

Als Beispiel sind in der nebenstehenden Tabelle 5.2 die Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile dargestellt.

Mit 01. 11. 2011 wurde die ÖNORM B 8110-1 „Wärmeschutz im Hochbau – Teil 1: Deklaration des Wärmeschutzes von Niedrig- und Niedrigstenergiegebäuden – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf“ herausgegeben. Dabei ergeben sich für die Planung und Ausführung von Umschließungsbauteilen von Kellern wesentliche Punkte, die in der Folge kurz beschrieben werden:

Grundsätzlich können Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden an

den folgenden Ebenen ansetzen:

- _ Anforderungen an Bauteile (maximale U-Werte für einzelne Bauteile)
- _ Anforderungen an die durchschnittliche Qualität der Gebäudehülle (mittlerer U-Wert der Gebäudehülle [U_m] oder LEK-Wert)
- _ Anforderungen an den Heizwärmebedarf [HWB], bei dem neben der Qualität der Gebäudehülle auch die Konzeption des Gebäudes mit berücksichtigt wird
- _ Anforderungen an den Heizenergiebedarf [HEB], also jenen Teil des Endenergieeinsatzes, der für die Heizungs- und Warmwasserversorgung aufzubringen ist
- _ Anforderungen an den gesamten Endenergiebedarf [EEB], der neben dem Heizenergiebedarf auch noch den Energiebedarf für mechanische Belüftung und Kühlung sowie für die Beleuchtung umfasst
- _ Anforderungen an den Gesamtenergiebedarf [GEB], der ausgehend vom Heiz- und Endenergiebedarf auch den Energieeinsatz von in dem Gebäude vorgelagerten Prozessketten mit einbezieht und somit die Vergleichbarkeit des Einsatzes unterschiedlicher Energieträger gewährleistet. Da jedoch die vorgelagerten Prozessketten bezogen auf ein konkretes Gebäude nur sehr grob abgebildet werden können, wäre es vermessen, vom „Primärenergiebedarf des Gebäudes“ zu sprechen.
- _ Anforderungen an CO₂-Emissionen, wobei der Gesamtenergiebedarf/Primärenergiebedarf nochmals mit bestimmten auf den Energieträger bezogenen Emissionsfaktoren multipliziert wird

Tabelle 5.1: Innenklimatische Nutzungsanforderungen

Raumtyp	Innentemperatur t_i [°C]	Relative Luftfeuchtigkeit r. L. [%]
Räume mit zeitweise direkter Verbindung zur Außenluft: Garagen, Müllräume	zeitweise auf Außentemperatur abgesenkt, sonst nutzungsabhängig	nutzungsabhängig, teilweise schwankend
Unbeheizte Kellerräume: Lagerräume, Abstellräume	$t_i \geq 0$ °C (in der Regel über 6 °C)	keine besonderen Anforderungen, jedoch ist Vermeidung von Oberflächenkondensat anzustreben
Zeitweise beheizte Kellerräume: Werkstätten, Hobbyräume, Fitnessräume	t_i 18 bis 20 °C während der Nutzung, sonst keine Vorgaben	zeitweise höhere Luftfeuchtigkeiten, vor allem in Fitnessräumen (r. L. > 50 %)
Dauernd beheizte Kellerräume: Betriebsräume, Wohnräume	t_i 18 bis 20 °C	nutzungsabhängig bis 50 %
Räume mit besonderen innenklimatischen Vorgaben: Waschküchen, Bäder	nutzungsabhängig, zeitweise bis 30 °C	nutzungsabhängig, kurzfristig über 65 %

Tabelle 5.2: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile:

Beim Neubau eines Gebäudes oder Gebäudeteiles dürfen bei konditionierten Räumen die angeführten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) nicht überschritten werden. Für Dachschrägen mit einer Neigung von mehr als 60° gegenüber der Horizontalen gelten die jeweiligen Anforderungen für Wände. (OIB-Richtlinie 6/2015)

- (1) ... Für Fenster ist für den Nachweis des U-Wertes das Prüfnormmaß von 1,23 m × 1,48 m anzuwenden, für Fenstertüren und verglaste Türen das Maß 1,48 m × 2,18 m.
- (2) ... Für großflächige, verglaste Fassadenkonstruktionen sind die Abmessungen durch die Symmetrieebenen zu begrenzen.
- (3) ... Für Dachflächenfenster ist für den Nachweis des U-Wertes das Prüfnormmaß von 1,23 m × 1,48 m anzuwenden.
- (4) ... Für Türen ist das Prüfnormmaß 1,23 m × 2,18 m anzuwenden.
- (5) ... Für Tore ist das Prüfnormmaß 2,00 m × 2,18 m anzuwenden.
- (6) ... Für Decken und Böden kleinflächig gegen Außenluft darf für 2 % der jeweiligen Fläche der U-Wert bis zum Doppelten des Anforderungswertes betragen, sofern die ÖNORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird.

BAUTEIL	U-Wert [W/m²K]
1 WÄNDE gegen Außenluft	0,35
2 WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume	0,35
3 WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume) sowie gegen Garagen	0,60
4 WÄNDE erdberührt	0,40
5 WÄNDE (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten oder konditionierten Treppenhäusern	0,90
6 WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50
7 WÄNDE kleinflächig gegen Außenluft (z. B. bei Gaupen), die 2 % der Wände des gesamten Gebäudes gegen Außenluft nicht überschreiten, sofern die ÖNORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird	0,70
8 WÄNDE (Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	–
9 FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft (1)	1,40
10 FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Nicht-Wohngebäuden (NWG) gegen Außenluft (1)	1,70
11 sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen Außenluft (2)	1,70
12 sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft (2)	2,00
13 sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen unbeheizte Gebäudeteile (2)	2,50
14 DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft (3)	1,70
15 TÜREN unverglast, gegen Außenluft (4)	1,70
16 TÜREN unverglast, gegen unbeheizte Gebäudeteile (4)	2,50
17 TORE Rolltore, Sektionaltore u. dgl. gegen Außenluft (5)	2,50
18 INNENTÜREN	–
19 DECKEN und DACHSCHRÄGEN jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt) (6)	0,20
20 DECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile (6)	0,40
21 DECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten (6)	0,90
22 DECKEN innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten (6)	–
23 DECKEN über Außenluft (z. B. über Durchfahrten, Parkdecks) (6)	0,20
24 DECKEN gegen Garagen (6)	0,30
25 BÖDEN erdberührt (6)	0,40

HWB_{BGF}

Der Heizwärmebedarf HWB ist die Wärmemenge, die den konditionierten Räumen zugeführt werden muss, um deren vorgegebene Solltemperatur einzuhalten.

Der Wert HWB_{BGF} ist der auf die Brutto-Geschoßfläche des Gebäudes bezogene rechnerische jährliche Heizwärmebedarf in kWh/m². 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 werden nach ÖNORM EN ISO 13370 berechnet.

Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit

Die Grenzen für Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit für Baustoffe und Wärmedämmmaterialien, die im Keller eingesetzt werden, sind in Tabelle 5.3 „Ausgewählte wärmeschutztechnische Bemessungswerte (ohne Nachweis) gemäß ON 8110-7 Ausgabe 2013“ 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 (siehe Grafik 5.1).

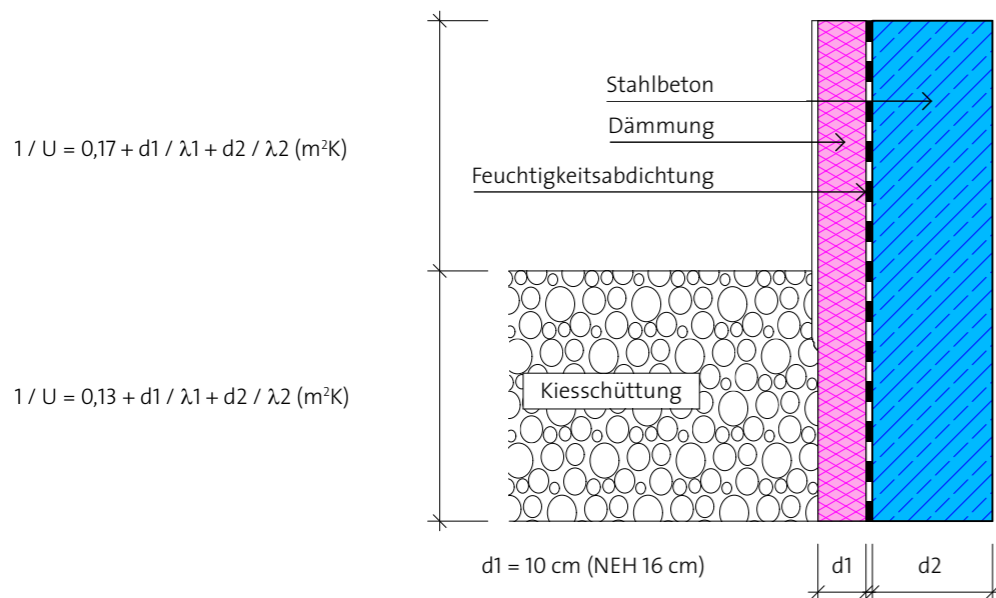
Tabelle 5.3:

Ausgewählte wärmeschutztechnische Bemessungswerte (ohne Nachweis) Quelle: ON 8110-7, 2013

Baustoff, Wärmedämmstoff	Richtwerte für λ in [W/mK]	
	von	bis
Stahlbeton	2,3	2,5
Normalbeton	1,35	2,0
Leichtbeton kleiner 2000 kg/m ³	0,68	0,94
Leichtbeton kleiner 1600 kg/m ³	0,34	0,68
Leichtbeton kleiner 1000 kg/m ³	0,12	0,34
Porenbeton	0,085	0,21
Zementestrich	1,1	1,58
Ziegelsplittbeton	0,12	0,94
Betonhohlsteinmauerwerk	0,6	1,2
Polystyrol Dämmung	0,03	0,044
Mineralwolle	0,035	0,044
Monolithische Holzwolleleichtbauplatten	0,11	0,14
Schaumglas	-	0,059
Abdichtungen	0,06	0,4

Grafik 5.1: Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Kelleraußenwände

© Z+B/Haubner



5.1.2 Wärmeschutz bei nicht beheizbaren Kellerräumen

Abhängig von Gebäudegröße und Bauart entweichen zwischen 6 und 20 % der gesamten Heizenergie über die Kellerdecke (Grafik 5.2).

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. Für Kellerdecken mit herkömmlichen Fußbodenkonstruktionen (schwimmende Estriche oder Holzfußböden) sind zur Einhaltung der höchstzulässigen U-Werte Wärmedämmstoffdicken, wie sie in Tabelle 5.4 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. Schemaskiz-

Tabelle 5.4:

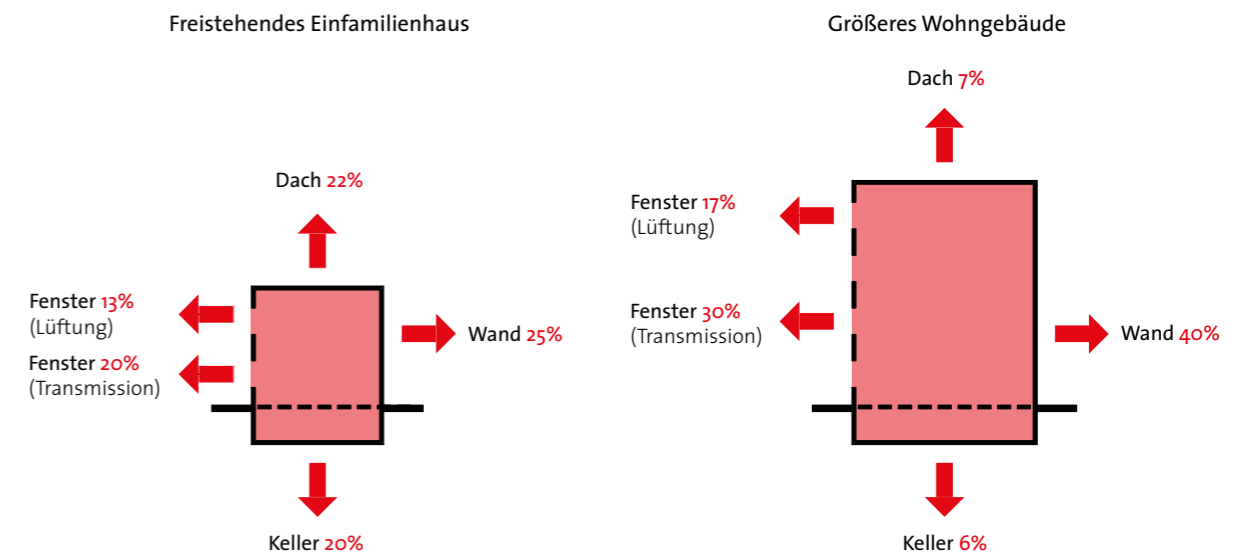
Richtwerte für die Gesamtdämmstoffstärke (einschließlich Trittschalldämmung) für Decken über unbeheizten Kellerräumen

U = Wärmedurchgangskoeffizient, λ = Wärmeleitfähigkeit

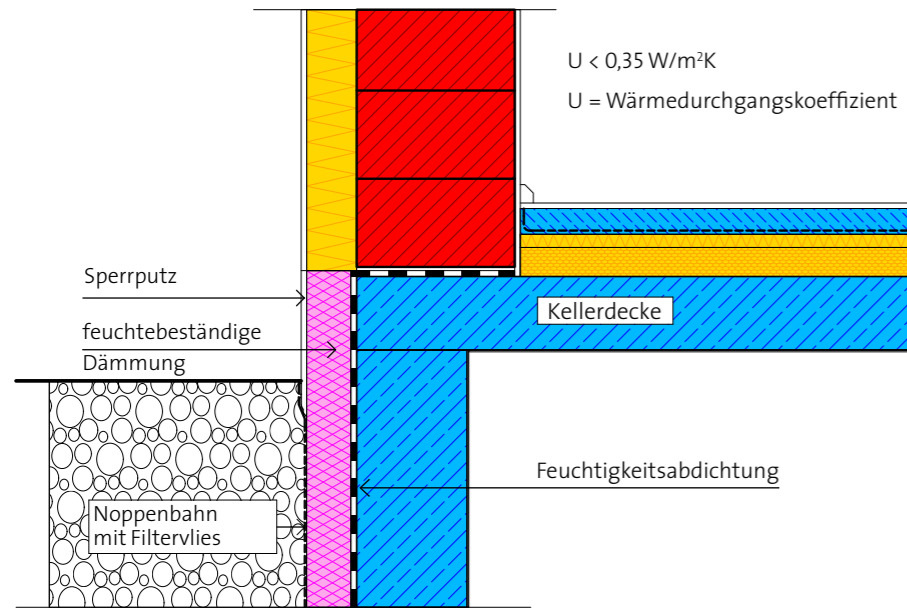
Rohdeckenkonstruktion	Gesamtdämmstoffdicke (λ = 0,04 W/mK) bei:	
	U ≤ 0,40 W/m²K	U ≤ 0,20 W/m²K
Fertigteilrippendecke, Hohlkörperdecke	8 bis 9 cm	14 bis 20 cm
Stahlbetonmassivdecke (d = 18 cm)	9 bis 10 cm	16 bis 24 cm

Grafik 5.2: Aufteilung der Wärmeverluste für freistehende Einfamilienhäuser und größere Wohngebäude

© Z+B/Haubner



Grafik 5.3: Wärmedämmung im Anschlussbereich Kelleraußenwand – Kellerdecke © Z+B/Haubner



Grafik 5.4: Aufbauten ungedämmte Kelleraußenwände © Z+B/Haubner

Skizze – ungedämmte Kelleraußenwände (von außen nach innen ist von links nach rechts)	Schichten (von außen)
	<ul style="list-style-type: none"> _ Schutzschicht _ vertikale Feuchtigkeitsabdichtung _ Beton, Schalsteinmauerwerk ≥ 30 cm
	<ul style="list-style-type: none"> _ WU-Stahlbeton ≥ 25 cm
	<ul style="list-style-type: none"> _ Vorsatzschale/Baugrubensicherung _ Trennlage _ WU-Stahlbeton ≥ 25 cm

zen zur Ausführung dieser Bereiche sind in Grafik 5.3 dargestellt, die Aufbauten von nicht gedämmten Kelleraußenwänden finden Sie in Grafik 5.4

Sehr oft verbindet man mit den Gedanken an einen Keller

- _ Dunkelheit
- _ Kälte und
- _ Feuchtigkeit.

Durch die neuen und besseren Baumaterialien und durch eine fachgerechte Bauausführung kann das Raumklima des Untergeschoßes durchaus trocken und angenehm sein.

Ein nasser oder feuchter Keller kann durch eine fachgerechte Abdichtung und eine richtige Lüftung vermieden werden. Die Bedeutung des richtigen Lüftens wird sehr oft unterschätzt. Um eine Kondensation der Luft an kühlen Kellerwänden zu vermeiden, ist ein richtiges Nutzerverhalten unbedingt notwendig.

Bei der Lüftung eines sogenannten kalten Kellers (unbeheizt) sind folgende Grundregeln zu beachten: Die Temperatur ist im Keller – Sommer wie Winter – nahezu konstant. Beim Lüften im Sommer entsteht schnell Kondenswasser an den kühlen Kellerwänden, da die warme Außenluft einen hohen Feuchtegehalt hat und diese Feuchtigkeit bei Abkühlung im Keller aus der Luft abgegeben wird. Zusätzlich wird eine Luftumwälzung von bodennahen Schichten empfohlen, da die kalte Luft absinkt. Feuchteschäden entstehen oft nicht durch Undichtheit, sondern über Tauwasser im Fußbodenanschlussbereich.

Tabelle 5.5:

Taupunkttemperaturen bei verschiedenen Raumlufttemperaturen und relativen Luftfeuchten

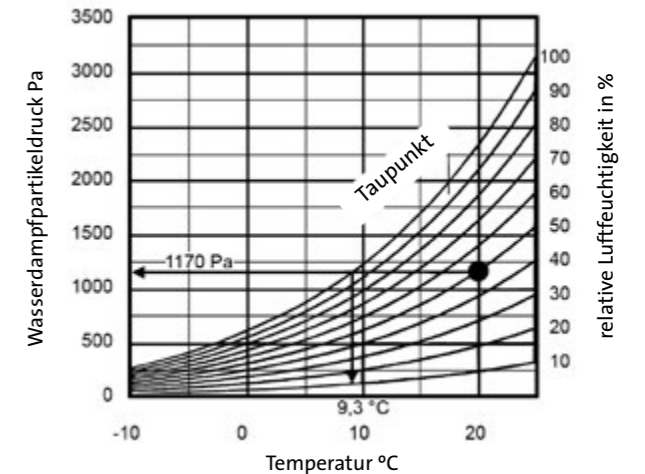
Quelle: ÖNORM B 8110-2 Ausgabe 2003

Lufttemperatur °C	Taupunkttemperatur in °C für verschiedene relative Luftfeuchten						
	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %
30	10,5	14,9	18,4	21,4	23,9	26,2	28,2
25	6,2	10,5	13,9	16,7	19,1	21,3	23,2
20	1,9	6,0	9,3	12,0	14,4	16,4	18,3
15	-2,2	1,5	4,7	7,3	9,6	11,6	13,4
10	-6,0	-2,6	0,1	2,6	4,8	6,7	8,4

Man sollte daher vor allem in der kühleren sogenannten Übergangszeit, wie im Herbst und Frühjahr, lüften. Alle innen liegenden Räume ohne Fenster benötigen eine Be- und Entlüftung!

Als Beispiel wollen wir einen Raum betrachten, in dem die Lufttemperatur 20 °C und die relative Luftfeuchte 50 % beträgt. Die Taupunkttemperatur ergibt sich dann nach Grafik 5.5 bei 9,3 °C und der Wasserdampfdruck beträgt ca. 1.170 Pa. Das bedeutet, wenn die Umfassungswände eine Oberflächentemperatur unter 9,3 °C haben, dass auf ihnen Tauwasser ausfällt. Den Zusammenhang zwischen Taupunkttemperaturen und verschiedenen Raumlufttemperaturen und relativen Luftfeuchten zeigt Tabelle 5.5.

Grafik 5.5: Wasserdampfdruck als Funktion der Lufttemperatur bei verschiedenen relativen Luftfeuchten





5.2

5.13 Wärmeschutz bei beheizbaren Kellerräumen

Werden Kellerräume als Aufenthaltsräume oder mit ähnlichen innenklimatischen Ansprüchen genutzt, so sind für eine ausreichende thermische Behaglichkeit die in Tabelle 5.6 angegebenen Kriterien anzustreben. Unabhängig von den angeführten innenklimatischen Kriterien ist ein der Nutzung entsprechender, ausreichender Luftwechsel zu gewährleisten. Wie bereits im Kapitel 4 „Beton“ 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 5.6 dargestellt.

Zu beachten sind neben ausreichenden Wärmedämmmaßnahmen die Vermeidung von Oberflächenkondensat sowie von Kondensat im Inneren der Um-

schließungsbauteile. Berücksichtigung 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.

Tabelle 5.6:

Behaglichkeitsrelevante Raumklimate

Quelle: Broschüre Kellerbauen plus 2010

Innenklimatisches Kriterium	Anzustrebender Bereich
Raumtemperatur	+20 bis +22 °C (Aufenthaltsräume) +18 bis +20 °C (Arbeitsräume)
Oberflächentemperatur der Umschließungsflächen	Differenz zur Lufttemperatur $\Delta t \leq 3 \text{ °C}$
Relative Luftfeuchtigkeit	40 bis 50 % r. L.

◀ **Bild 5.2 & 5.3:**

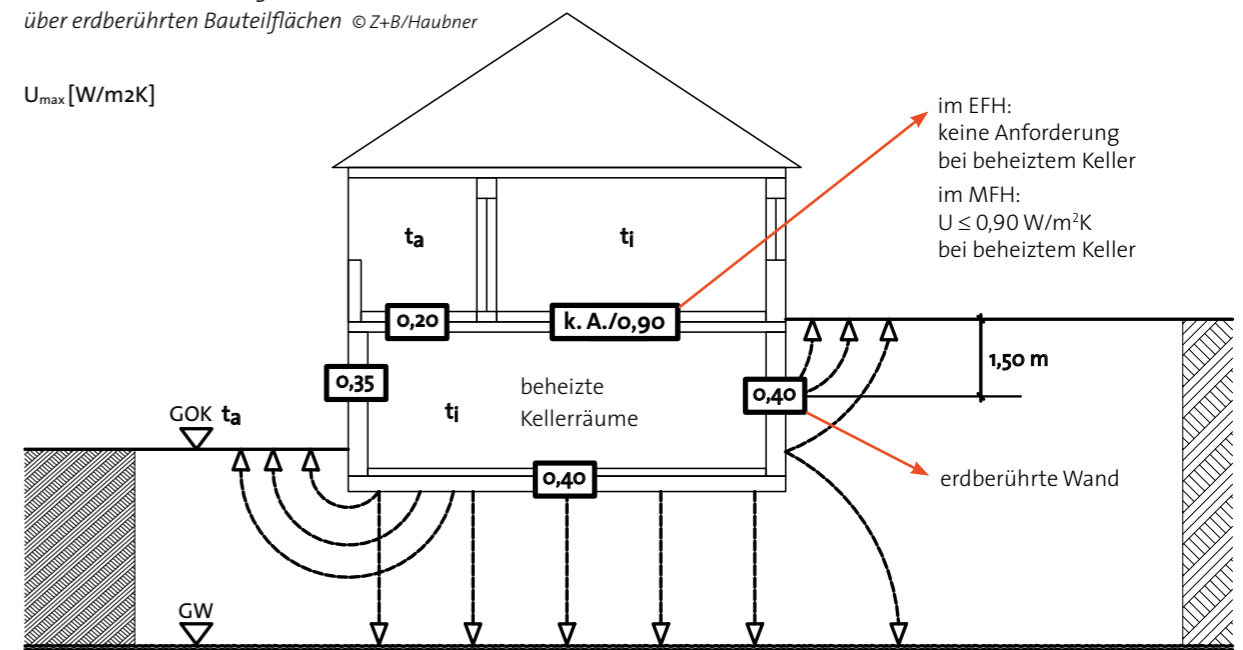
Ein Wohnkeller bietet behagliches Raumklima und wirkt als Wärmepuffer © Z+B/fredmanky, Griffnerhaus



5.3

Grafik 5.6: Höchstzulässige Wärmedurchgangskoeffizienten (U_{max}) für Kellerbauteile (Wiener Bauordnung) sowie schematische Darstellung des Wärmeaustausches über erdberührten Bauteilflächen © Z+B/Haubner

U_{max} [W/m²K]



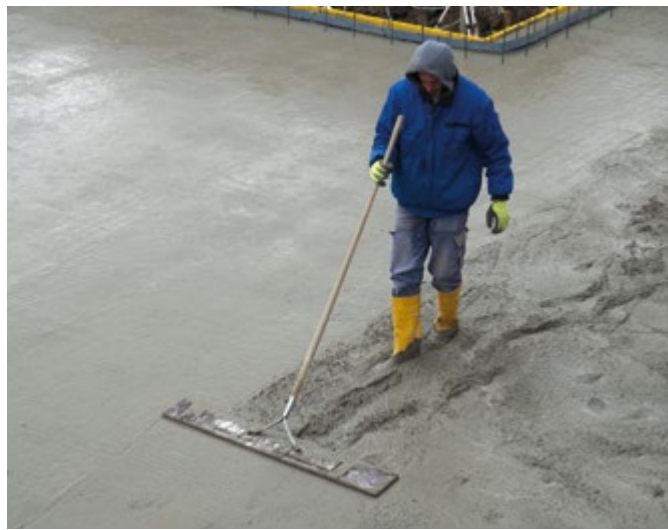


Bild 5.4: Betonglättung Kellerdecke © Z+B/Schönbichler

5.1.3.1 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, was sich auf die Raumhöhe auswirkt und daher tunlichst bei der Planung berücksichtigt werden muss. Die Trittschalldämmung muss auf jeden Fall in schalltechnisch ausreichender Stärke über der Rohdecke angeordnet werden. Typische Ausführungsformen sind in Grafik 5.7 zu finden.

5.1.3.2 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 $+3 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Ursache dafür liegt in der wärmedämmenden Wirkung und in dem durch das Wärmespeichervermögen des Erdreichs bedingten Temperatenausgleich. 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 5.7 angegebenen Dämmstoffstärken vorzusehen.

Tabelle 5.7: Dämmstoffstärken bei Perimeterdämmung in Abhängigkeit vom geforderten U-Wert für eine 20-cm-Beton-Außenwand

Geforderter Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) in $\text{W/m}^2\text{K}$	Erforderliche Dämmstoffstärke (Perimeterdämmung aus extr. Polystyrol)
0,6	5 bis 6 cm
0,5	6 bis 7 cm
0,35	7 bis 10 cm

Grafik 5.7: Aufbauten massiver Kellerdecken, zwischen Stahlbetondecke und Wärmedämmung

ist gegebenenfalls eine zusätzliche Abdichtung einzubauen. © Z+B/Haubner

Skizze – Kellerdecke	Schichten (von oben nach unten)
	<ul style="list-style-type: none"> – Belag Zementestrich min. 6 cm, $\lambda = 1,40 \text{ W/mK}$ – PE-Folie – Trittschalldämmung 3 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – Horizontale Dämmung min. 10 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – Stahlbetondecke $\geq 20 \text{ cm}$, $\lambda = 2,30 \text{ W/mK}$
	<ul style="list-style-type: none"> – Belag Zementestrich min. 6 cm, $\lambda = 1,40 \text{ W/mK}$ – PE-Folie – Trittschalldämmung 3 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – Stahlbetondecke $\geq 20 \text{ cm}$, $\lambda = 2,30 \text{ W/mK}$ – Horizontale Dämmung min. 10 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – Dampfsperre

Grafik 5.8: Aufbauten außen gedämmter Kelleraußenwände $U = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ © Z+B/Haubner

Skizze – Kelleraußenwände außen gedämmt (von außen nach innen ist von links nach rechts)	Schichten (von außen)
	<ul style="list-style-type: none"> – Vertikale Dämmung 12 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – Bituminöse 2-3-lagige vertikale Feuchtigkeitsabdichtung – Beton, Schalsteinmauerwerk $\geq 30 \text{ cm}$, $\lambda = 2,30 \text{ W/mK}$
	<ul style="list-style-type: none"> – Vertikale Dämmung 12 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – WU-Stahlbeton $\geq 25 \text{ cm}$, $\lambda = 2,30 \text{ W/mK}$
	<ul style="list-style-type: none"> – Vorsatzschale/Baugrubensicherung – Vertikale Dämmung 12 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – Bituminöse 2-3-lagige vertikale Feuchtigkeitsabdichtung – Beton, Schalsteinmauerwerk $\geq 30 \text{ cm}$, $\lambda = 2,30 \text{ W/mK}$
	<ul style="list-style-type: none"> – Vorsatzschale/Baugrubensicherung – Vertikale Dämmung 12 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – WU-Stahlbeton $\geq 25 \text{ cm}$, $\lambda = 2,30 \text{ W/mK}$

Grafik 5.9: Aufbauten innen gedämmter Kelleraußenwände © Z+B/Haubner

Skizze – Kelleraußenwände innen gedämmt (von außen nach innen ist von links nach rechts)	Schichten (von außen)
	<ul style="list-style-type: none"> – Vertikale Dämmung 4 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – Bituminöse 2-3-lagige vertikale Feuchtigkeitsabdichtung – Beton, Schalsteinmauerwerk $\geq 30 \text{ cm}$, $\lambda = 2,30 \text{ W/mK}$ – Vertikale Dämmung 8 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – Dampfsperre
	<ul style="list-style-type: none"> – WU-Stahlbeton $\geq 25 \text{ cm}$, $\lambda = 2,30 \text{ W/mK}$ – Vertikale Dämmung 12 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ – Dampfsperre



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)

Außendämmung

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

- _ 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 der Grafik 5.8 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.

◀ **Bild 5.5:** Kelleraußendämmung (Perimeterdämmung)

© Z+B/Schönbichler

Bild 5.6: Kerndämmung bei Fertigteilkeller.

Die Wände wurden bereits im Fertigteilwerk mit einer 20 cm dicken Kerndämmung versehen.

© VÖB/MABA/Oberndorfer/Trepka



Bild 5.7: Außendämmung | Perimeterdämmung mit Schaumglas unter der Bodenplatte ©Technopor

Folgende Wärmedämmmaterialien werden daher eingesetzt:

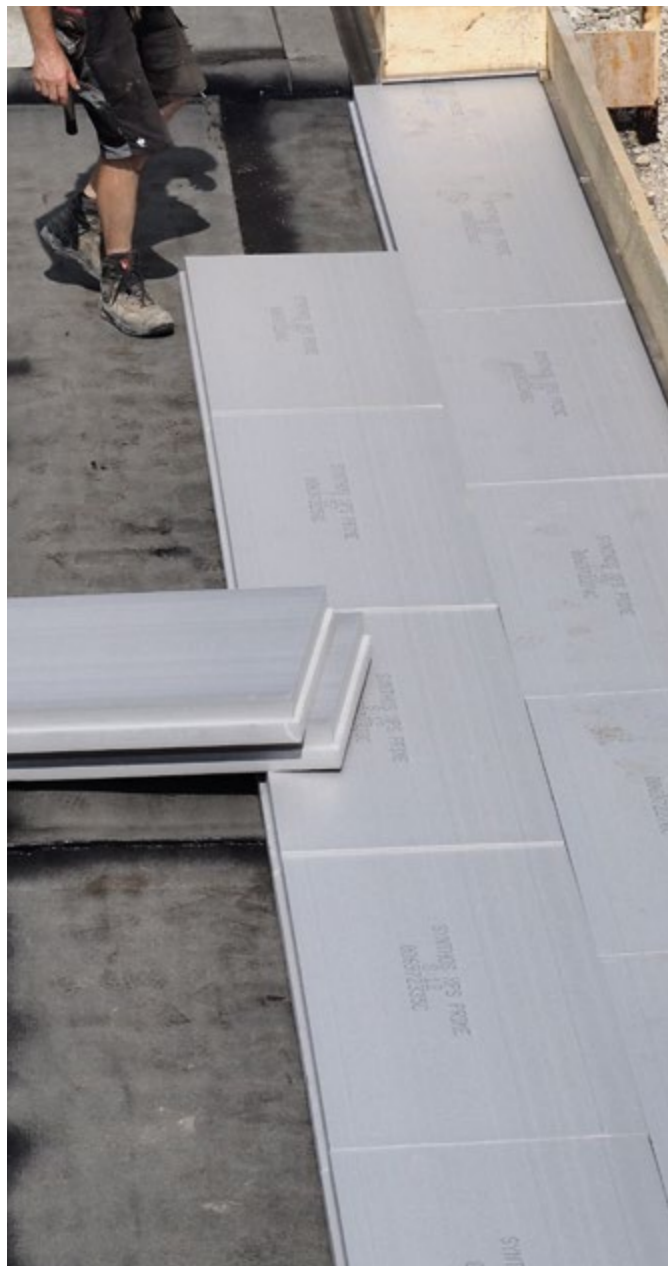
- _ extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten (Produktart XPS-G, Belastungsgruppen 30 bis 70)
- _ Schaumglas (Produktart z. B. Foamglas, Technopor, Misapor)
- _ Blähglas (z. B. Liaver)
- _ Blähton (z. B. Liapor)

Schaumglasgranulat als ökologischer, mineralischer Dämmstoff wird zu 100 % aus sortiertem Altglas hergestellt.

Die Granulatstücke, ca. 30-50 mm groß, werden als Dämmstoff und Leichtschüttung hauptsächlich für die Perimeterdämmung unter der Bodenplatte eingesetzt. Die große Menge eingeschlossener Luft in jedem Granulatstück sorgt für die ausgezeichneten Dämmeigenschaften. Zusätzlicher Vorteil: Das Material wiegt nur ca. 130 bis 170 kg pro Kubikmeter, rund ein Zehntel des Gewichts von üblichen Kiesschüttungen.

Dennoch ist das Granulat durch die hohe Korndruckfestigkeit extrem lastabtragend. Auch mehrgeschossige Gebäude können aufgrund dieser Druckfestigkeit von bis zu 50 t/m² problemlos realisiert werden. Die Tragfähigkeit eines instabilen Untergrundes wird mit Glasschaum-Granulat wesentlich verbessert.

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



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
- _ einfache Möglichkeit der Wärmedämmung eines Raumes innerhalb eines nicht beheizten Bereiches
- _ Schemaskizzen zur Innendämmung sind in Grafik 5.9 zusammengestellt (siehe Seite 59).

Kerndämmung

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

5-1-3-3 Erdberührte Fußböden

Für erdberührte Fußböden beheizter Kellerräume wird – unabhängig von der Höhenlage des Fußbodens zum Geländeneiveau – ein höchstzulässiger Wärmedurchgangskoeffizient von 0,4 W/m²K gefordert. Für herkömmliche Fußbodenaufbauten (5 cm Betonestrich, schwimmend verlegt) bei einer 20 cm dicken Stahlbeton-Fundamentplatte sind daher die in Tabelle 5.8 angegebenen Dämmstoffschichtdicken vorzusehen.

Einige Aufbauten erdberührter Böden sind in Grafik 5.10 zusammengestellt.

Bild 5.8: Dämmung erdberührter Fußboden © Z+B/Schönbichler

Tabelle 5.8: Dämmstoffstärken erdberührter Fußböden in Abhängigkeit vom geforderten U-Wert für eine 20-cm-Stahlbeton-Fundamentplatte

Geforderter Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) in W/m ² K	Erforderliche Dämmstoffstärke oder wärmedämmende Schüttung (exkl. Trittschalldämmung)		
	λ=0,04 W/mK	λ=0,09 W/mK	λ=0,18 W/mK
Wärmeleitfähigkeit			
0,5	8	17	34
0,45	10	20	40
0,35	12	24	48

Grafik 5.10: Aufbauten erdberührter Kellerböden, zwischen WU-Stahlbetonplatten und Wärmedämmung ist gegebenenfalls eine zusätzliche Abdichtung einzubauen. © Z+B/Haubner

Skizze – Bodenplatten U = 0,35 W/m ² K Gesamtaufbau	Schichten (von oben nach unten)
	<ul style="list-style-type: none"> _ Belag _ Zementestrich min. 6 cm, λ = 1,40 W/mK _ PE-Folie _ Horizontale Dämmung min. 10 cm, λ = 0,04 W/mK _ Bituminöse Horizontalabdichtung 2-3-lagig _ Stahlbeton-Bodenplatte ≥ 20 cm, λ = 2,30 W/mK _ PE-Folie _ Wärmedämmende Schüttung ≥ 20 cm _ Geotextil _ Gewachsener Boden
	<ul style="list-style-type: none"> _ Belag _ Zementestrich min. 6 cm, λ = 1,40 W/mK _ PE-Folie _ Horizontale Dämmung min. 10 cm, λ = 0,04 W/mK _ Bituminöse Horizontalabdichtung 2-3-lagig _ Stahlbeton-Bodenplatte ≥ 30 cm, λ = 2,30 W/mK _ PE-Folie _ Sauberkeitsschicht ≥ 8 cm _ Gewachsener Boden
	<ul style="list-style-type: none"> _ Belag _ Zementestrich min. 6 cm, λ = 1,40 W/mK _ PE-Folie _ Horizontale Dämmung min. 10 cm, λ = 0,04 W/mK _ WU-Stahlbetonplatte ≥ 30 cm, λ = 2,30 W/mK _ Sauberkeitsschicht ≥ 8 cm _ Gewachsener Boden
	<ul style="list-style-type: none"> _ Belag _ Zementestrich min. 6 cm, λ = 1,40 W/mK _ PE-Folie _ Horizontale Dämmung min. 10 cm, λ = 0,04 W/mK _ WU-Stahlbetonplatte ≥ 25 cm, λ = 2,30 W/mK _ Sauberkeitsschicht ≥ 8 cm _ PE-Folie _ Wärmedämmende Schüttung ≥ 20 cm _ Geotextil _ Gewachsener Boden
	<ul style="list-style-type: none"> _ Belag _ Zementestrich min. 6 cm, λ = 1,40 W/mK _ PE-Folie _ Horizontale Dämmung min. 10 cm, λ = 0,04 W/mK _ Stahlbeton-Bodenplatte ≥ 30 cm, λ = 2,30 W/mK _ Schutzschicht ≥ 5 cm _ Bituminöse Horizontalabdichtung 2-3-lagig _ Wärmedämmende Schüttung ≥ 20 cm _ Sauberkeitsschicht ≥ 8 cm _ Gewachsener Boden

5.1.3.4 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.

Kondensation an der Bauteiloberfläche

Raumluft enthält stets einen gewissen Anteil an Wasserdampf, der in Prozenten relativer Luftfeuchtigkeit (μ [%]) 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 für Wohnräume folgende Innenluftbedingungen (ÖNORM B 8110-2) zugrunde zu legen sind:

bei Außenlufttemperatur $\geq 0^\circ\text{C}$:

Raumlufttemperatur $t_i = +20^\circ\text{C}$,
relative Luftfeuchtigkeit 65 %.

Bei Außenlufttemperatur $\leq 0^\circ\text{C}$:

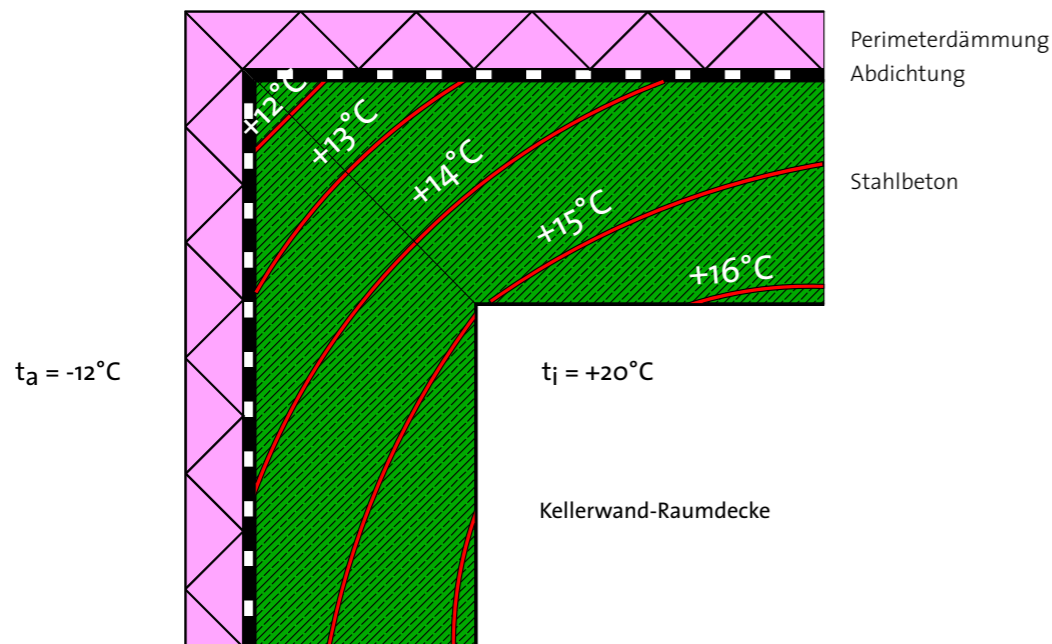
Raumlufttemperatur $t_i = +20^\circ\text{C}$,
relative Luftfeuchtigkeit 65 %, vermindert um 1 % je 1 K unter 0°C bis zur Normaußentemperatur t_{ne} (Ausnahme: zentral gesteuerte Klimaanlage). In der Berechnung ist für erdberührte Außenwände, die mehr als 1,5 m unter dem anschließenden Gelände liegen (ebenso wie für erdberührte Fußböden), eine fiktive Bodentemperatur

$$t_b = \frac{(t_e + 12)}{2} \text{ einzusetzen.}$$

Bei Einhaltung der höchstzulässigen U-Werte nach der ÖNORM B 8110-1 ist bei einer relativen Luftfeuchtigkeit unter 65 % in Regelbereichen im Allgemeinen keine Bildung von Oberflächenkondensat zu erwarten. Grafik 5.11 zeigt die Auswirkung einer geometrisch bedingten Wärmebrücke auf die innere Oberflächentemperatur.

Grafik 5.11: Isothermenverlauf im Eckbereich einer **außengedämmten** Kellerwand.

© Z+B/Haubner



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 μ sind in Tabelle 5.9 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.

Tabelle 5.9:

Richtwerte für die Dampfdiffusionswiderstandszahl μ

Quelle: ÖN B8110-7, 2013 (außer Abdichtungen)

Bauteilschicht	μ [-]	
	von	bis
Wand- und Deckenputz	5	35
Normalbeton	60	130
Steinsplitt- und Ziegelsplittbeton, haufwerksporig, $\rho = 1.400$ bis 1.800 kg/m^3	5	50
Blähtonbeton, $\rho = 500$ bis 1.000 kg/m^3	5	15
Gebundene Mineralwolle	1	
Extrudierter Polystyrol-Hartschaum (XPS)	-	150
Bituminöse Dach- und Abdichtungsbahnen (E-KV-4, E-KV-5)	30.000	
Bitumendachbahn mit Metallfolieneinlage, flächenbezogene Masse der Folie 125 g/m^2 , Dicke 2,2 mm	dampfdicht	

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 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 μ ist jedoch auch in diesem Fall eine innenseitige Dampfsperre vorzusehen).

Lösung durch gezielte Lüftung

Wie in Grafik 5.12 (Seite 66) zur Feuchtigkeit im Keller dargestellt, ist der Fußpunkt des Kellers meist im Vergleich zum Restraum stark unterkühlt, sodass ein intensiver Kondenswasserniederschlag eintritt, was bis zu Lackenbildung führen kann.

Der Feuchtigkeitszutritt ist folgendermaßen zu begründen:

- _ durch Einsickern warmer Luftmassen mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit
- _ durch Absinken der Temperatur schlägt sich der luftfeuchte Gehalt als Kondenswasser nieder

Ein Beispiel:

Wenn 1 m^3 Luft mit ca. 60 % Luftfeuchtigkeit und 30°C auf 15°C abkühlt wird, werden ca. 9 g Wasser ausgeschieden. Bei einem Keller mit ca. 60 m^3 und fünffachem Luftwechsel pro Tag ergibt sich eine Wassermenge **W (Wassermenge) = $9 \times 5 \times 60 = 2.700 \text{ g}$** . Das entspricht 2,7 l Wasser.

Dieses Beispiel erklärt den enormen Wassereintrag bei Abkühlung von feuchtwarmer Luft meist in der Periode Mai-Juli.

Ein weiterer enormer Wassereintrag erfolgt durch die Nutzung als Waschkeller. In dem Fall, dass die Wäsche z. B. einer vierköpfigen Familie an der Luft getrocknet wird, werden ca. 12 l Wasser pro Woche in die Luft verfrachtet.

Lösungsansatz

Als erste Maßnahme muss ein intensiver Luftaustausch bis zum Kellerbodenbereich gesetzt werden. Dies bedeutet, dass die Umluft durch die Bereiche des Keller-

fußbodens zu bringen ist, um einerseits im Frühjahr und Fröhsommer die Bodenbereiche derart zu erwärmen, dass sich kein Kondenswasser niederschlagen kann, und andererseits Wasser durch die Luftbewegung abziehen. Prinzipiell sollte ein möglichst großes Luftvolumen durch den Keller gebracht werden, um ein maximales Abziehen von Feuchtigkeit zu ermöglichen.

Ein Durchlüften in der kalten Jahreszeit ist dabei von Vorteil, da in dieser Zeit die absolute Luftfeuchtigkeit der Luft gering ist und bei Erwärmung im Keller große Wassermengen entsorgt werden können. Bei heißem, schwülem Wetter sind die Fenster eher geschlossen zu halten.

Bauliche Hinweise

Kellerräumlichkeiten sind derart zu gestalten, dass Querdurchlüftungen möglich sind.

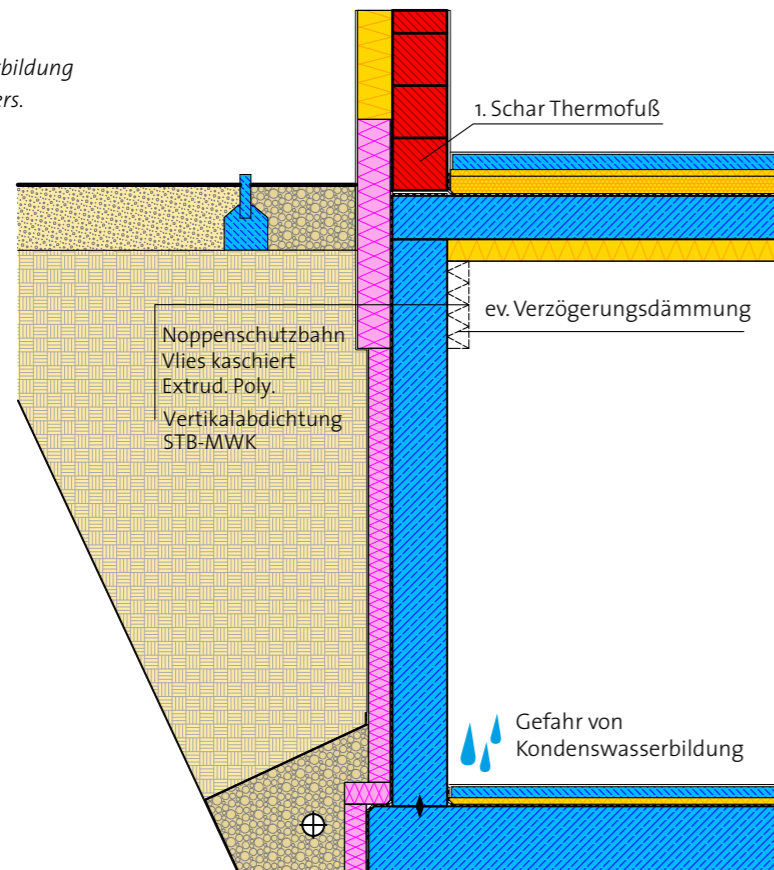
Außerdem sollten Lichtschächte möglichst tief, am besten bis zur Fußbodenoberkante, geführt und Lüftungsöffnungen in Bodennähe zwischen den einzelnen Räumen vorgesehen werden. Für Waschküchen sind intensive Durchlüftungsmöglichkeiten vorzusehen.

Im Falle einer Nutzung als Wohnraum bzw. „Kellerstüberl“ ist eine Sockelheizung als zusätzlicher Energieeintrag für die Übergangszeit Mai-Juli vorzusehen.

Nutzungshinweise

- _ Durchlüftung des Kellers in der kalten Jahreszeit
- _ Lagerung von Papier bzw. anderen Feuchte empfindlichen Gegenständen nur in dafür bemessenen, geplanten und ausgeführten Räumlichkeiten
- _ Waschküchen nur bei ausreichender Durchlüftungsmöglichkeit einbauen und nutzen

Grafik 5.12:
Kondensationswasserbildung
im Fußpunkt des Kellers.
© Z+B/Haubner



5.9



5.10



5.11

Bild 5.9 – 5.11: Niedrigstenergiehäuser ©SCHÜLLER BAU GMBH

5.1.4 Konstruktionen bei Niedrigenergie- und Niedrigstenergiegebäuden (NIEH)

Nach dem 31. Dezember 2018 müssen neue Gebäude, die von Behörden als Eigentümer genutzt werden, und nach dem 31. Dezember 2020 alle neuen Gebäude Niedrigstenergiegebäude im Sinne des Artikels 2, Ziffer 2 der EU Gebäuderichtlinie 2010/31/EU, sein. Davon ausgenommen sind neue Gebäude, für die in besonderen und begründeten Fällen eine Kosten-Nutzen-Analyse über die wirtschaftliche Lebensdauer des betreffenden Gebäudes negativ ausfällt. Die Anforderungen für ein Niedrigstenergiegebäude finden sich in Österreich im

sogenannten „Nationalen Plan“ (OIB Dokument zur Definition des Niedrigstenergiegebäudes). www.oib.at

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



Bild 5.12: OIB-Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz

kann somit als Ganzes gesehen und die einzelnen Maßnahmen können miteinander verknüpft werden.

Im Niedrigstenergiehaus kann ohne ein aktives Heizsystem ein angenehmes Raumklima im Winter wie im Sommer erreicht werden. Es werden Erdwärme, Solarenergie und die abgegebene Wärme der Bewohner sowie der elektrischen Geräte genutzt.

Der Baukörper eines Niedrigstenergiehauses soll kompakt, nach Norden geschlossen, aber nach Süden durch große Fensterflächen geöffnet sein.

Der Anteil der Sonne an der Erwärmung des Hauses macht ca. 20-30 % aus. Diese Wärme kann besonders gut durch massive Betonbauteile gespeichert werden (siehe dazu Kapitel 7 „Thermisch aktivierter Betonkeller“).

Durch Kombination geeigneter Konstruktionsweisen mit Dämmstoffschichten in den entsprechenden Dicken kann praktisch jeder gewünschte Wärmeschutz, auch der sogenannte Niedrigstenergiestandard, 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 Niedrigstenergiehaus 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 im Niedrigstenergiehausstandard 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.

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 durchdringt der Mauerwerksfuß der aufgehenden Wand über einem unbeheizten Keller die Wärmedämmebene. Damit entsteht im Sockelbereich eine konstruktionsbedingte Schwachstelle (linienförmige Wärmebrücke; Grafik 5.13). 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.

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 werden die Konstruktionseigenschaften der angrenzenden ebenen Bauteile herausgearbeitet, welche die minimale, raumseitige Oberflächentemperatur in der

Grafik 5.13: Kelleraufbauten und Isotherme
Quelle: Broschüre Kellerbauten plus 2010

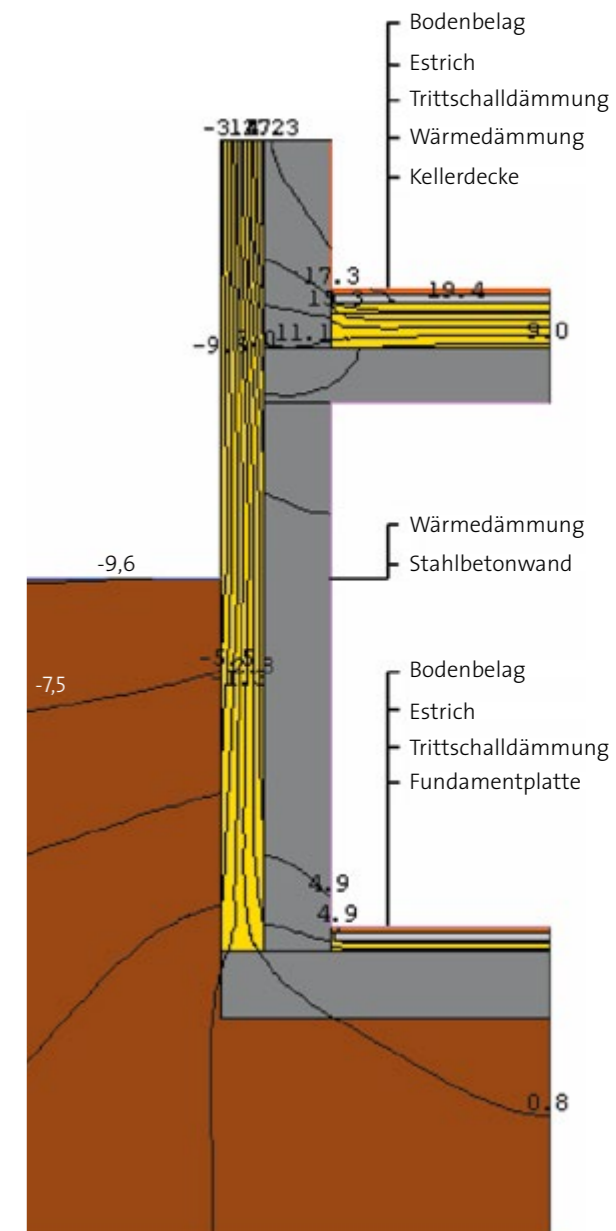


Tabelle 5.10: Anforderungen an Energiekennzahlen bei Neubau und größeren Renovierungen gemäß OIB RL 6 2015

Wird der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen für Wohngebäude über den **Heizenergiebedarf** geführt, gelten folgende Höchstwerte:

HEIZENERGIEBEDARF ab 01. 01. 2017	Neubau	Größere Renovierung
HWB _{Ref,RK} in [kWh/m ² a]	14 x (1 + 3,0/l _c)	21 x (1 + 2,5/l _c)
HWB _{max, Ref,RK} in [kWh/m ² a]	47,6 ⁽¹⁾	–
HEBRK in [kWh/m ² a]	HEB _{max,WG,RK}	HEB _{max,WGsan,RK}
EEBRK in [kWh/m ² a]	EEB _{max,WG,RK}	EEB _{max,WGsan,RK}

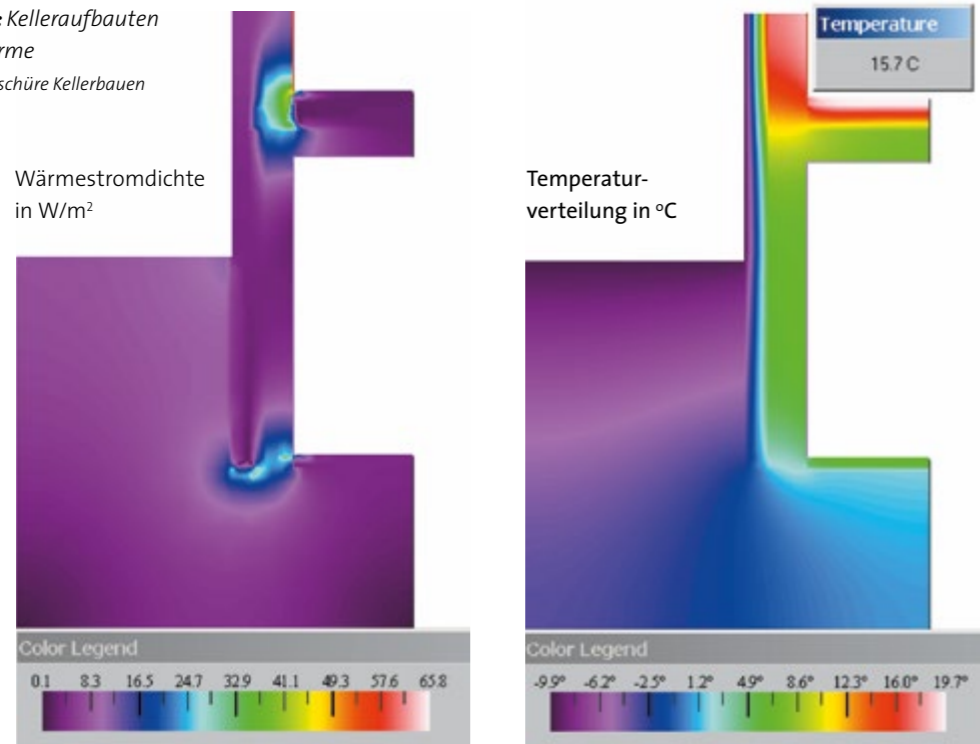
Wird der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen für Wohngebäude über den **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** geführt, gelten folgende Höchstwerte:

GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR ab 01. 01. 2017	Neubau	Größere Renovierung
HWB _{Ref,RK} in [kWh/m ² a]	16 x (1 + 3,0/l _c)	25 x (1 + 2,5/l _c)
HWB _{max, Ref,RK} in [kWh/m ² a]	54,4 ⁽¹⁾	–
f _{GEE}	0,85	1,05

(1) ... Beim Neubau gilt der HWB_{max,RK} für Gebäude mit einer konditionierten Brutto-Grundfläche von nicht mehr als 100 m² der Höchstwert nicht.

Grafik 5.14: Kelleraufbauten und Isotherme

© Quelle: Broschüre Kellerbauen plus 2010



Außenecke über einem unbeheizten Keller und damit den Mindestwärmeschutz der Konstruktion bestimmen (Grafik 5.14).

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 NIEH-Bauweise) 20 cm (Tabelle 5.11). Eine Kellerwand aus Beton mit einer Rohdichte von 2.400 kg/m³ und einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 2,3 \text{ W/mK}$ stellt den konstruktiven 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: $T = -10 \text{ °C}, \alpha = 25,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
 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, 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 sowohl die Kellerdecke als 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 5.15). 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 Abhän-

Tabelle 5.11: Richtwerte für ein typisches Niedrigstenergiehaus in Massivbauweise

Bauteil	U-Wert W/m²K	Dämmstärke
Außenwand	0,20	20 cm
Kellerdecke	0,30	16 cm

Grafik 5.15: Kelleraufbauten Quelle: Broschüre Kellerbauen plus 2010

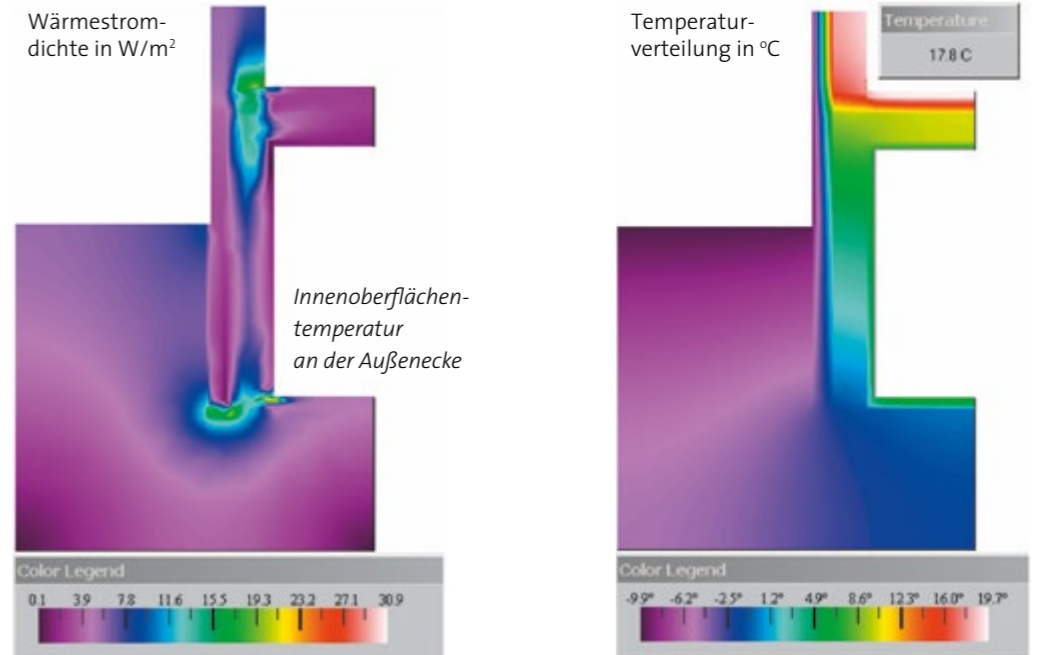
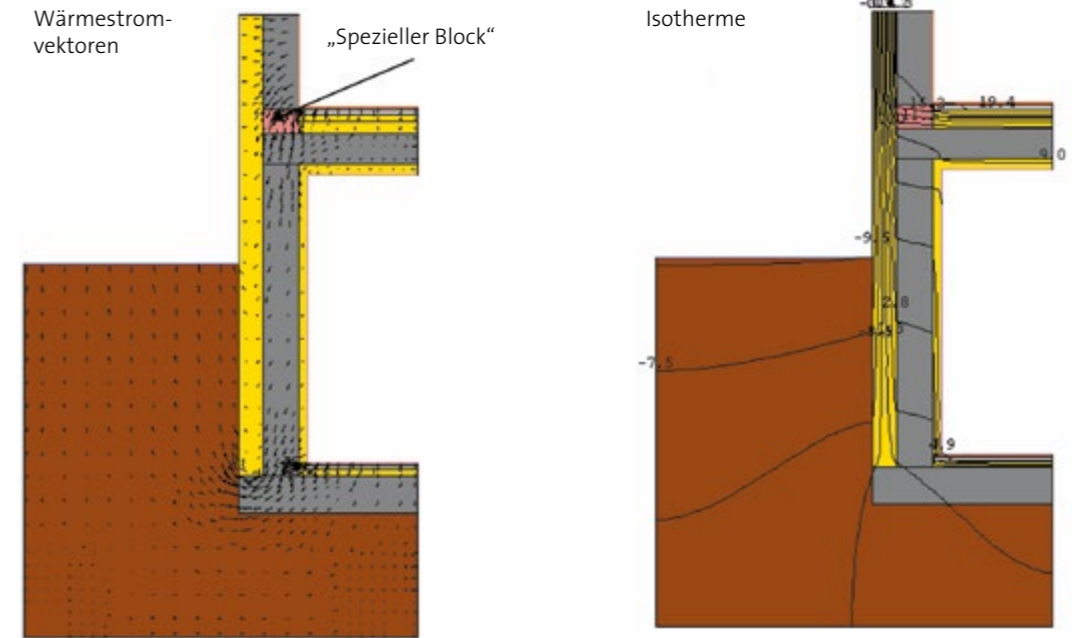


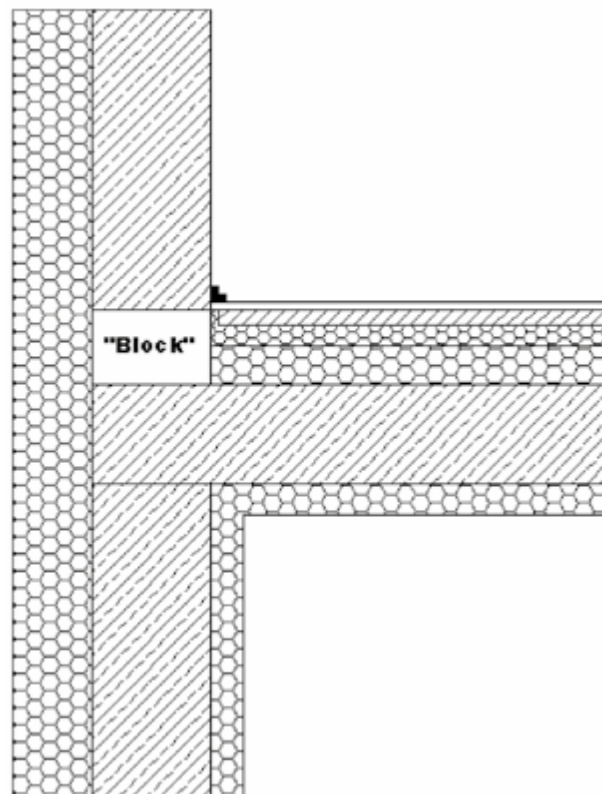
Tabelle 5.12: Innenoberflächentemperatur an der Außenecke (unter normalen Bedingungen – keine Tauwasserbildung)

Kellerwand aus Beton d = 30 cm, λ = 2,3 W/mK	Kellerdecke aus Beton d = 25 cm, λ = 2,3 W/mK	INNENoberflächentemperatur AN DER AUßENECKE
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 Innendämmung 8 cm	8 cm Dämmung im Bodenbereich 8 cm Dämmung unter der Decke	16,7 °C

gigkeit von der Wärmedämmung sind in der Tabelle 5.12 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 minimieren, empfiehlt es sich, diesen Anschluss mit einem Material, dessen Wärmedämmwerte besser sind als jene der Tragschale, auszu-

führen. Dieser Anschluss kann z. B. mit einem speziellen „Block“ bewerkstelligt werden (Grafik 5.16). Der Einbauteil („warmer Fuß“) 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.



Grafik 5.16: „Block“ (warmer Fuß) mit guten Wärmedämmeigenschaften in horizontaler und vertikaler Richtung und hoher mech. Beanspruchbarkeit (z. B. Liapor)
Quelle: Broschüre Kellerbauen plus 2010

5.2 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 OIB Richtlinie 5 sowie die 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.

5.2.1 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. 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 schall-

technischen 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 flankierenden Bauteil dar. Dies betrifft vor allem Wohnräume über Werkstätten und Heizräumen.

5.2.2 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. schwimmender 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.

5.2.3 Treppen

Auch bei Treppenkonstruktionen 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.

Bild 5.13:

Nähere Infos sind auch im Schallschutzfolder des VÖB www.voeb.com zu finden.



6 Brandschutz

Das günstige Verhalten von Beton im Brandfall beruht auf zwei grundlegenden Sachverhalten: Dies sind seine grundsätzlichen Eigenschaften als Baustoff und die Funktion, die er in einer Konstruktion übernimmt.

Beton ist nicht brennbar und weist einen hohen Durchwärmungswiderstand auf, d. h., er wirkt Hitze abschirmend. Daher sind bei einer Verwendung von Beton bei den meisten Konstruktionen keinerlei zusätzliche Brandschutzmaßnahmen, wie Verkleidungen, Beschichtungen etc., erforderlich. Auf viele der Feuerwiderstandseigenschaften von Beton hat es keinerlei Einfluss, ob er in Form von Normal- oder Leichtbeton, als Betonmauerwerk oder als Porenbeton verwendet wird. Kurz gesagt, kein anderer Baustoff präsentiert sich beim Brandschutz so rundum überzeugend.

Im Gegensatz zu einigen anderen Baustoffen kann Beton nun einmal nicht angezündet werden. Er ist beständig gegen Schwelbrände, die sehr hohe Temperaturen erreichen und daher einen Brand verursachen oder sogar wieder entfachen können. Auch Flammen aus brennendem Inventar können Beton nicht entzünden. Da Beton also nicht brennt, setzt er im Fall eines Brandes weder Rauch noch toxische Gase frei. Aus Beton tropfen auch keine brennenden Teilchen herab, die etwas entzünden können, wie es bei einigen Kunststoffen oder Metallen der Fall sein kann. Beton kann in keiner Weise zum Ausbruch und zur Ausbreitung eines Brandes beitragen oder die Brandlast erhöhen.

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 der OIB Richtlinie 2 und in der harmonisierten Bauordnung geregelt. Für tragende Außenwände und Kellerdecken werden in der Regel Konstruktionen, die der Brandschutzklasse RE 90 entsprechen („brandbestän-

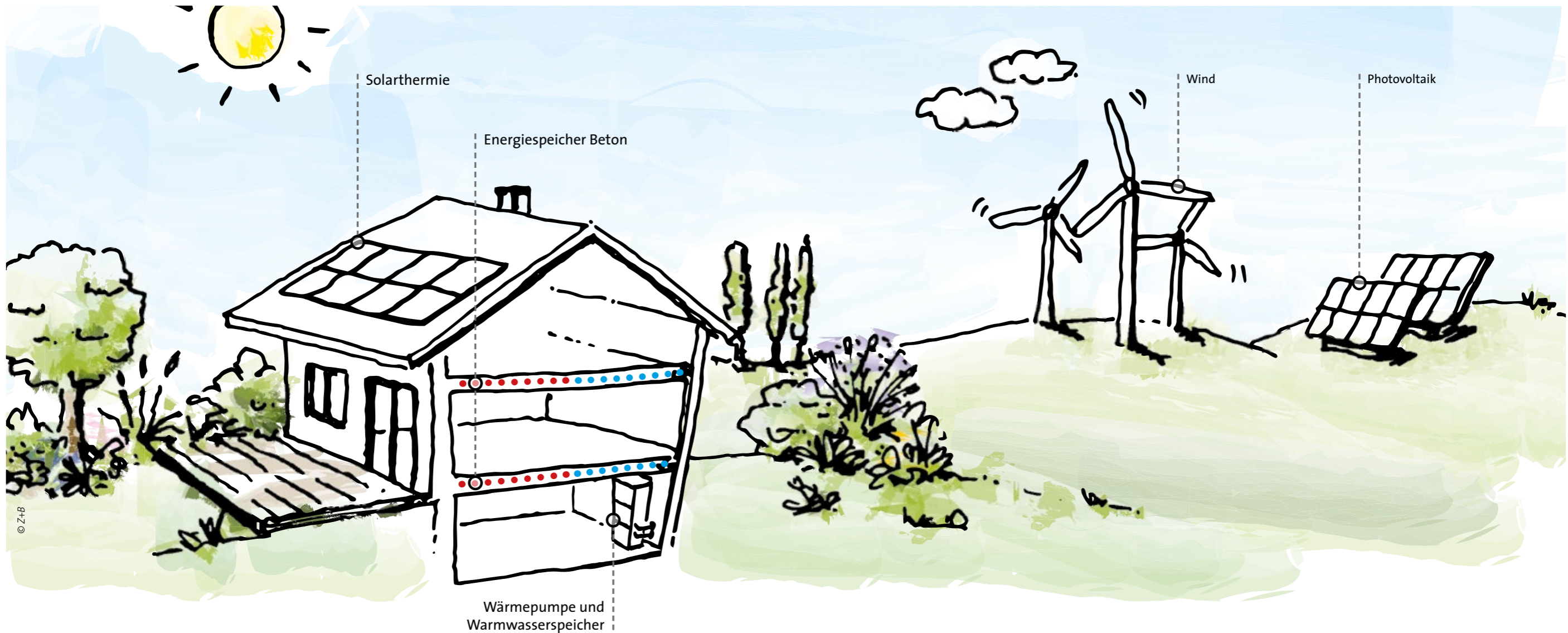
dige Konstruktionen“), vorgeschrieben. Für Häuser in Kleingartenanlagen und ähnliche Bauwerke sind in der Bauordnung Erleichterungen vorgesehen.

Darüber hinaus sind vor allem die baulichen Brandschutzbestimmungen hinsichtlich der im Keller angeordneten Heiz- und Brennstofflagerräume zu beachten. Forderungen hierfür siehe Tabelle 5.1 (Seite 50). Zusätzlich ist für eine ausreichende Be- und Entlüftung der Heizräume zu sorgen. Die Beurteilung des Brandverhaltens von Bauteilen sowie die Zuordnung von Konstruktionen in Brandwiderstandsklassen sind in der ÖNORM EN 13501-1 bis 5 geregelt.

Die europäischen Brandschutznormen belegen die günstigen brandschutztechnischen Eigenschaften von Beton. Alle Baustoffe wurden hinsichtlich ihres Verhaltens im Falle eines Brandes eingestuft. Von dieser Bewertung hängt ab, ob ein Material als Baustoff angewendet und wann bzw. wie es unter Brandschutzgesichtspunkten eingesetzt werden darf. Ausgehend von der Europäischen Bauproduktenrichtlinie werden gemäß EN 13501-1 (Klassifizierung von Bauprodukten und Bauteilen zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung zum Brandverhalten) die Baustoffe je nach den Ergebnissen in den Brandprüfungen in sieben Stufen mit den Bezeichnungen A1, A2, B, C, D, E und F eingeordnet.

Die höchstmögliche Klasse hat die Bezeichnung A1 – nichtbrennbare Baustoffe. Die Europäische Kommission hat eine verbindliche Liste von A1-Baustoffen herausgegeben, die ohne Prüfung für diese Klasse zugelassen sind. Darin sind die unterschiedlichen Betonsorten sowie die mineralischen Betonausgangsstoffe enthalten. **Beton erfüllt die Anforderungen der Klasse A1, weil seine mineralischen Ausgangsstoffe effektiv nichtbrennbar sind.**





7 Thermisch aktivierter Betonkeller

Verschiedene Überlegungen, um die Energieeffizienz von Gebäuden weiter zu steigern, haben dazu geführt, den Betonkeller in das haustechnische Konzept miteinzubeziehen.

7.1 Das Gebäude als Energiespeicher

Das Vorkommen von Umweltenergien wie Sonne und Wind deckt sich zeitlich oftmals nicht mit dem Energiebedarf von Menschen bzw. Gebäuden. Aus diesem Grund wird in der Regel nur ein relativ geringer Anteil des Potentials von Umweltenergie ausgeschöpft. Erst

durch die Speicherung dieser Energie lässt sich ein erheblicher Anteil der zur Verfügung stehenden Sonnen- oder Windenergie nutzen. Die massiven Bauteile der tragenden Gebäudestruktur stellen ein geeignetes und kostengünstiges Speichermedium für Wärme aus Umweltenergien dar und ermöglichen die Realisierung hoher Deckungsgrade.

Eine wichtige Eigenschaft der Thermischen Bauteilaktivierung (TBA) besteht darin, dass mit dieser nicht nur geheizt sondern auch gekühlt werden kann. Die Möglichkeit zum Kühlen erweist sich bereits jetzt – auch bei Wohngebäuden – als wertvoller, vielfach

auch notwendiger Beitrag für die Sicherstellung eines über das ganze Jahr gesicherten hohen thermischen Komforts. Vor dem Hintergrund des derzeit ablaufenden Klimawandels wird die Bedeutung dieser Thematik bereits in naher Zukunft stark ansteigen. Das ganzjährige Temperieren von Wohngebäuden mittels TBA kann damit als wichtiger Bestandteil von Planungsansätzen in Bezug auf zukunftsgerechtes Bauen eingeordnet werden.

Als Thermische Bauteilaktivierung werden Systeme zum Heizen und Kühlen von Räumen bzw. ganzer Gebäude bezeichnet, deren Besonderheit darin be-

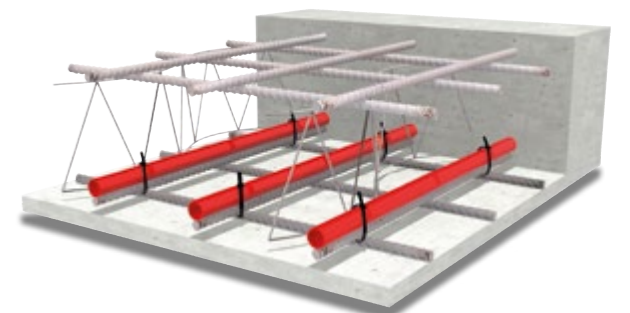


Bild 7.1: Schemaskizze Bauteilaktivierung einer Geschosdecke. © Z+B

Bild 7.2: Prinzipielle Funktionsweise der aktiven Betontemperierung.

© Z+B



steht, dass die Heiz- bzw. Kühlregister im Zuge der Errichtung des Gebäudes in Bauteile einbetoniert werden. Aufgrund der üblicherweise sehr großen Registerflächen wird ein solches Heiz-Kühlsystem in die Kategorie „Flächenheizung“ eingestuft.

Bild 7.3: Fertigteilkeller Bauphase Keller 2 ▶

© VÖB/MABA/Oberndorfer/Trepka

Bild 7.4: Verlegte Heizkreise in der Kellerdecke © Z+B/REHAU

7.2 Anwendung der Thermischen Bauteilaktivierung im Kellerbau

In einem eigenen Forschungsprojekt des Verbandes österreichischer Beton- und Fertigteilwerke (VÖB) zum Thema „Betonkeller thermisch aktiviert“ (Projektleitung DI Markus Winkler) wurde versucht, das innovative Konzept der Thermischen Bauteilaktivierung insbesondere auch für den Kellerbau zu erproben.

Zu diesem Zweck wurden zwei thermisch aktivierbare Betonkeller(räume) K1 und K2 errichtet, die sich im Aufbau dahingehend unterscheiden, dass K1 grundsätzlich keine Wärmedämmung hat und K2 allseitig mit Wärmedämmung versehen ist. Beide weisen eine 50 cm dicke XPS-Dämmung auf der Decke sowie einen umlaufenden Perimeterdämmstreifen auf, um

die direkten Temperatureinflüsse möglichst außen vor zu lassen (siehe dazu Grafik 7.1 und 7.2).

Die Wände von K2 wurden bereits im Fertigteilwerk mit einer 20 cm dicken Kerndämmung versehen. Außerhalb der Kerndämmung wurde eine 7 cm dicke Außenschale (K2a) betoniert, die in direktem Kontakt mit der Hinterfüllung steht (siehe Bild 7.3 und Grafik 7.2).

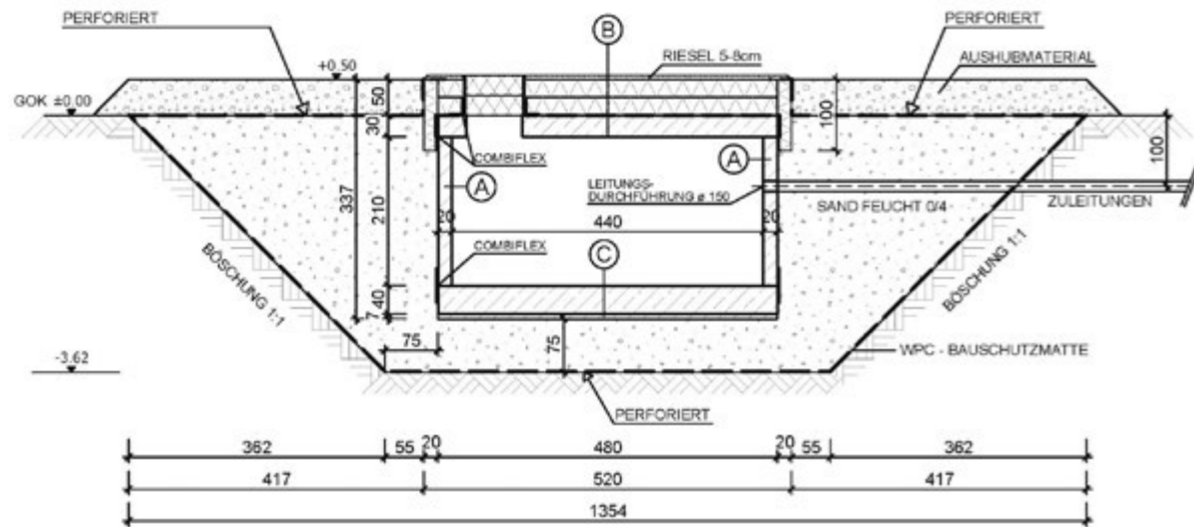
Sämtliche Betonbauteile bzw. Schalen sind thermisch aktivierbar. Zusätzlich erhielt die mit einer Wärmedämmung von der Fundamentplatte getrennte Sauberkeitsschicht von K2 ein Rohrregister, wodurch bei K1 in Summe 6 und bei K2 6+5 Ebenen aktivierbar sind. Jedem Keller stehen 5 erdreichangebundene Absorberebenen zur Verfügung.



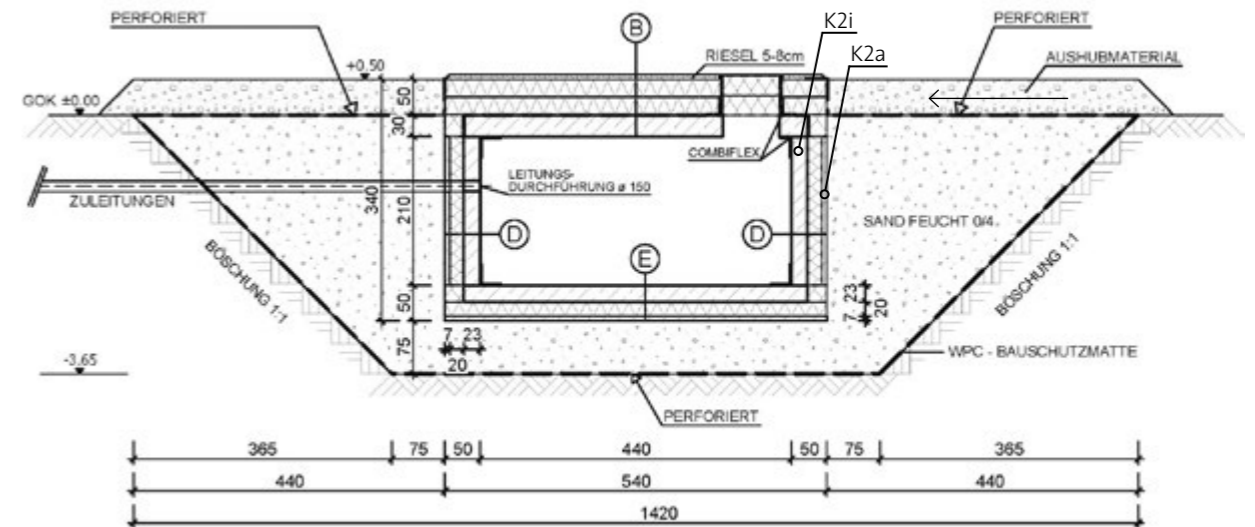
7.3



7.4



Grafik 7.1: Keller 1 (ungedämmt; 6 Absorberebenen zur thermischen Aktivierung)
© Kirchdorfer Fertigteilindustrie GmbH, modifiziert



Grafik 7.2: Keller 2 (gedämmt, Kerndämmung; 11 Absorberebenen zur thermischen Aktivierung)
© Kirchdorfer Fertigteilindustrie GmbH, modifiziert

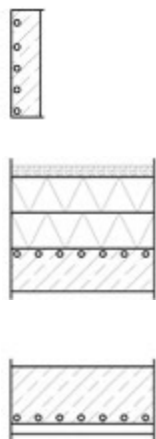
7.2.1 Bauteilaufbauten Keller 1 (K1)

Bei der Einbringung der Rohrregister wurde darauf Wert gelegt, dass diese möglichst weit außen liegen und damit unmittelbar im Kontakt mit der Hinterfüllung steht. Nachfolgende Bauteilschnitte verdeutlichen das.

Grafik 7.3: Aufbauten K1

© Kirchdorfer Fertigteilindustrie GmbH, modifiziert

- (A) von außen nach innen:**
 - Stahlbeton 20 cm
 - mit Absorberrmatten (außen)
- (B) von oben nach unten:**
 - Riesel 5–8 cm
 - Dämmung XPS 2 x 25 cm
 - WPC-Bauschutzmatte
 - Stahlbeton 30 cm
 - mit Absorberrmatten (oben)
- (C) von oben nach unten:**
 - Stahlbeton 40 cm
 - mit Absorberrmatten (unten)
 - Sauberkeitsschicht 7 cm



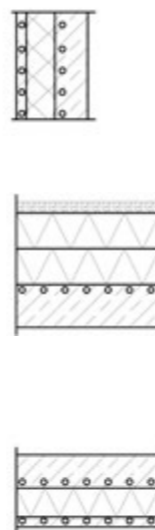
7.2.2 Bauteilaufbauten Keller 2 (K2)

Die Bauteile von K2 sind – bis auf die Decke – grundsätzlich zweischalig ausgeführt, wobei die äußeren Schalen eine Dicke von je ca. 7 cm aufweisen. Die Einbringung der Rohrregister in die Wandschalen erfolgte bereits im Fertigteilwerk.

Grafik 7.4: Aufbauten K2

© Kirchdorfer Fertigteilindustrie GmbH, modifiziert

- (D) von außen nach innen:**
 - Stahlbeton-Außenschale 7 cm
 - mit Absorberrmatten
 - Dämmung XPS 20 cm
 - Stahlbeton-Innenschale 23 cm
 - mit Absorberrmatten (außen)
- (B) von oben nach unten:**
 - Riesel 5–8 cm
 - Dämmung XPS 2 x 25 cm
 - WPC-Bauschutzmatte
 - Stahlbeton 30 cm
 - mit Absorberrmatten (oben)
- (E) von oben nach unten:**
 - Stahlbeton 23 cm
 - mit Absorberrmatten (unten)
 - Dämmung XPS 20 cm
 - Sauberkeitsschicht 7 cm
 - mit Absorberrmatten



7.2.3 Methodik

Durch die Lage der Absorberebenen ergeben sich unterschiedliche thermische Bewirtschaftungsmöglichkeiten, einerseits als Betonkurzzeitpeicher und andererseits als Wärmetauscher. Je nach Wahl der Vorlaufmedientemperatur, die mittels Temperiergerät im Messcontainer bereitgestellt wird, lassen sich Heiz- bzw. Kühlszenarien simulieren. Im Fall von K2 kann entweder die Innen- (K2i) oder die Außenschale (K2a) als Ganzes aktiviert werden. Die Vorlauftemperatur sowie der Durchfluss sind zeitlich variierbar, wurden jedoch pro Szenario konstant gehalten.

Um die Wärmemengen bzw. die Wärmeübertragungsleistungen aus dem Erdreich (Heizperiode) bzw. in das Erdreich (Kühlperiode) zu ermitteln, wird je ein Wärmemengenzähler pro Keller verwendet. Daneben geben 57 Temperatursensoren in den Betonbauteilen und in der angrenzenden Sandhinterfüllung Aufschluss über die Temperaturverteilung und deren zeitliche Entwicklung.

Durch Variation der Aktivierungsparameter konnten sieben Aktivierungsszenarien gefahren werden, die den Winter- sowie den Sommerfall simulieren sollten. Dabei wurde der Kernfrage nachgegangen, wie hoch die spezifischen Übertragungsleistungen pro m² erdreichangebundener Bauteilfläche jeweils ausfallen. Vor Szenario I wurden die Temperaturen über ein knappes Jahr ohne Aktivierung als Referenz gemessen.

7.2.4 Ergebnisse der zweijährigen Forschung

Konstante und zyklische Aktivierungen der Betonkeller lieferten unterschiedliche spezifische Leistungen hinsichtlich der Wärmeabfuhr bzw. des Wärmeentzugs in Verbindung mit dem Erdreich. Die übertragenen Wärmeleistungen sind darüber hinaus zeitlich nicht konstant, wobei grundsätzlich in zwei Bereiche unterschieden werden muss:

Anfangsleistung

Am Beginn der Aktivierung der Keller wird primär auf jene Energiemengen zurückgegriffen, die in den Betonmassen selbst gespeichert sind, bis die Bauteiltemperatur annähernd die Vorlauftemperatur erreicht. Der Keller kann in dieser Anfangsphase als kurzzeitiger Puffer (bis ca. 3 Tage) herangezogen werden, sofern eine Temperaturspreizung zwischen Vorlaufmedium und Betonmasse vorhanden ist. In Szenario I wurde zur Erfassung der Pufferkapazitäten die Innenschale von Keller 2 (K2i) aktiviert, in den Folgeszenarien dessen Außenschale (K2a).

Dauerleistung

Um auch das angrenzende Erdreich in den Energiehaushalt aufzunehmen, ist es erforderlich, die Aktivierung über mehrere Wochen aufrecht zu erhalten, wodurch sich eine Art Dauerleistung einstellen konnte. Sie stellt jene flächenspezifische Übertragungsleistung des Wärmetauschers Keller dar, die sich nach ca. 1-2 Wochen

	2013												2014										
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11		
2012 (passiv)			I				II		III		IV	V		VI	VII								
			Wärmeabfuhr in den Boden				Wärmeabfuhr in den Boden		Wärmeentzug aus dem Boden		Wärmeentzug aus dem Boden	Wärmeentzug aus dem Boden		Wärmeentzug aus dem Boden		Wärmeabfuhr in den Boden							
VL*			15°				23°		10°		3°	2°		1°		25°							
ΔT**			+5°				+5°		-5°		-5°	-5°		*	-10°		+10°						
Q***			3/3				3/3		3/3		*	1/3	1/3		1/3		1/3						
B****			24h				24h		*	12/12		12/12	12/12		12/12		12/12						

* ...Vorlauftemperatur
 **...Temperaturspreizung Vorlauf/Umgebung am Beginn der Aktivierung
 *** ...Durchflussstellung Ventil (130...270...400 l/h)
 **** ...Betriebsweise (const. = 24 h / zyklisch = 12 h aktiv/12 h passiv)

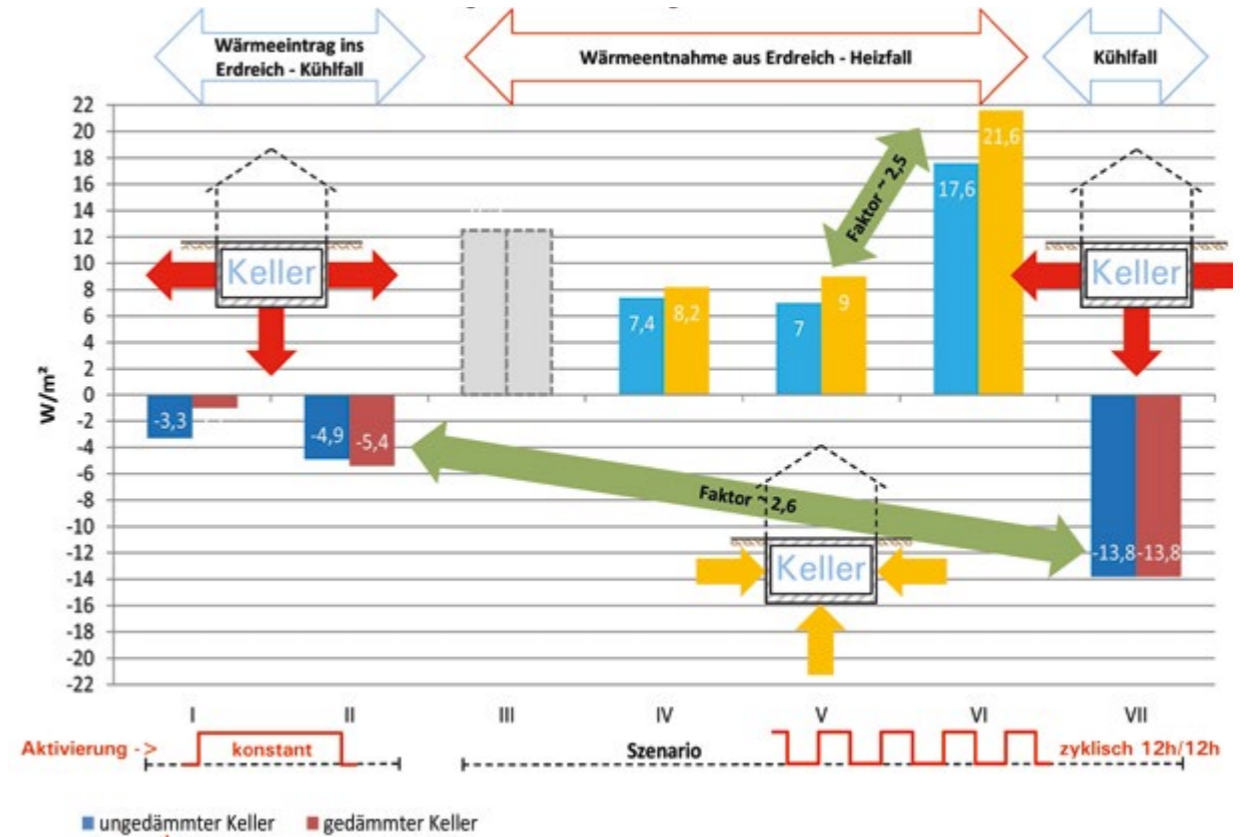
Grafik 7.5: Szenarien der thermischen Aktivierung.
 Sieben Szenarien mit unterschiedlichen Aktivierungsparametern über die Projektlaufzeit verteilt.
 © Donau-Universität Krems

nach einer definierten anfänglichen Temperaturspreizung einstellt: 5 Kelvin in Szenario I bis V bzw. ca. 10 Kelvin in VI und VII (zwischen Vorlauf- und Beton-Hinterfüllmaterialtemperatur). Siehe Grafik 7.5.

Grafik 7.6 fasst die Ergebnisse der sieben Aktivierungsszenarien zusammen. Die linken blauen Balken eines Balkenpaares beziehen sich auf K1, die rechten roten bzw. gelben auf K2. Positive Ordinatenwerte stellen die Wärmeentnahme aus dem Erdreich dar, Werte unter Null den Wärmeeintrag.

Die Wärmeübertragungsleistungen konnten nach ca. 1,5 Wochen ab Szenarienbeginn über mehrere Wochen auf annähernd konstantem Niveau bei ca. 14 bzw. 22 Watt/m² außenmaßbezogener, erdberührter Betonoberfläche gehalten werden. Die zu Beginn angelegte Temperaturspreizung lag bei ca. 10 Kelvin (Betonbauteile/Erdreich).

Aufgrund der zyklischen Aktivierung bei gleichzeitig optimiertem Durchfluss von ca. 130 l/h pro Keller konnten höhere Dauerleistungen erzielt werden als bei konstanter 24h/7d-Aktivierung. Die Hinterfüllung erhält während der Passivphasen Zeit, Wärme aus entfernteren Bereichen wieder aufzunehmen bzw. an diese abzuführen.



Grafik 7.6: Übertragungsleistung der Betonbauteile im Kühl- und Heizfall
 © Donau-Universität Krems

7.3 Ergebnisse zusammengefasst

Durch Variation der Aktivierungsparameter konnten ein praxisrelevanter Ansatz und dadurch drei wesentliche Betriebsweisen im Zuge des Projekts verifiziert werden, wobei kerngedämmte Keller flexibler als aktives Element des Haustechniksystems einsetzbar sind:

- Keller können in der Heizperiode zur Nutzung der wärmeren Umgebungstemperaturen des Erdreichs im Vergleich zur Außenluft in Verbindung mit einer Wärmepumpe genutzt werden (analog zu Flächenkollektoren).
- In Hitzeperioden sind diese als effiziente Free-Cooling-Elemente einsetzbar, indem die kühleren Erdreichtemperaturen via Kelleranbindung für Obergeschosse erschließbar gemacht werden.

– Aktivierte Betonkeller können zur örtlichen Verschiebung von Spitzenlasten aus den Obergeschossen herangezogen werden, indem sie als Kurzzeitpuffer über wenige Tage fungieren.

Der Keller kann bewusst als Haustechnikelement eingesetzt werden. Er kann, ausgehend von darüber liegenden Niedrigstenergiegebäuden, im Heizfall und im Sommer zur Kühlung der Obergeschosse im Pendelbetrieb genutzt werden.

8 Kellerabdichtung

Die Vertikalabdichtung des Kellers bildet den Feuchtigkeitsschutz des Gebäudes gegen Erd- und Spritzwasserfeuchtigkeit. Da diese Abdichtungen nachträglich sehr schwer und nur unter hohen Kosten einzubringen sind, ist auf eine fachgerechte Ausführung im Zuge der Herstellung Wert zu legen.

8.1 Wasserbeanspruchung und Abdichtungsarten

Voraussetzung für die Wahl einer angemessenen und wirtschaftlichen Feuchtigkeitsabdichtung im erdbe-rührten 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, 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

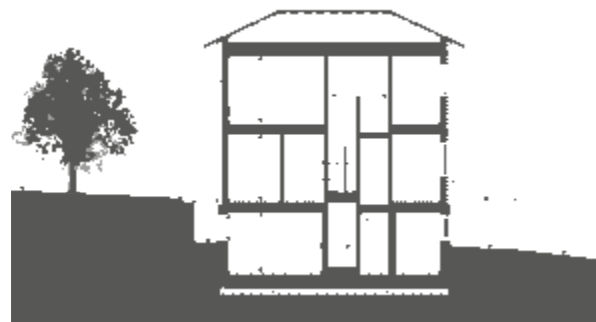


Bild 8.1: Haus am Hang mit integriertem Keller

© Z+B/Aichinger



Bild 8.2: Kellerabdichtung mit Anstrich ▶
und Perimeterdämmung

© Z+B/Schönbichler



8.3

8.2 Abdichtungsstoffe

Zur Flächenabdichtung erdberührter Bauteile werden spezielle Abdichtungsmaterialien herangezogen (siehe Tabelle 8.1). 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 EUROCODE 2 bzw. B 4710-1, siehe dazu auch Kapitel 4 „Beton – der richtige Baustoff für den Keller“, Seite 32) hergestellt, so ist keine zusätzliche Flächenabdichtung erforderlich.

◀ **Bild 8.3 und 8.4:** Abdichtung der Bodenplatte mit Flämmpapier © Z+B/Schönbichler

8.3 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

8.3.1 Horizontale Abdichtungen im Außenwandbereich

Um das kapillare Aufsteigen von eingedrunenem Wasser im Wandbaustoff zu verhindern, sind in Keller- außenwänden 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 (siehe Grafiken 8.1 + 8.2, Seite 88/89). Bei Ausführung in WU-Beton (siehe Seite 95 – Weiße Wanne) können bei sorgfältiger Ausführung die Horizontalabdichtungen im Bereich des Kellers entfallen.



8.4

Tabelle 8.1: Gebräuchliche Abdichtungsstoffe zur Herstellung von Flächenabdichtungen

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

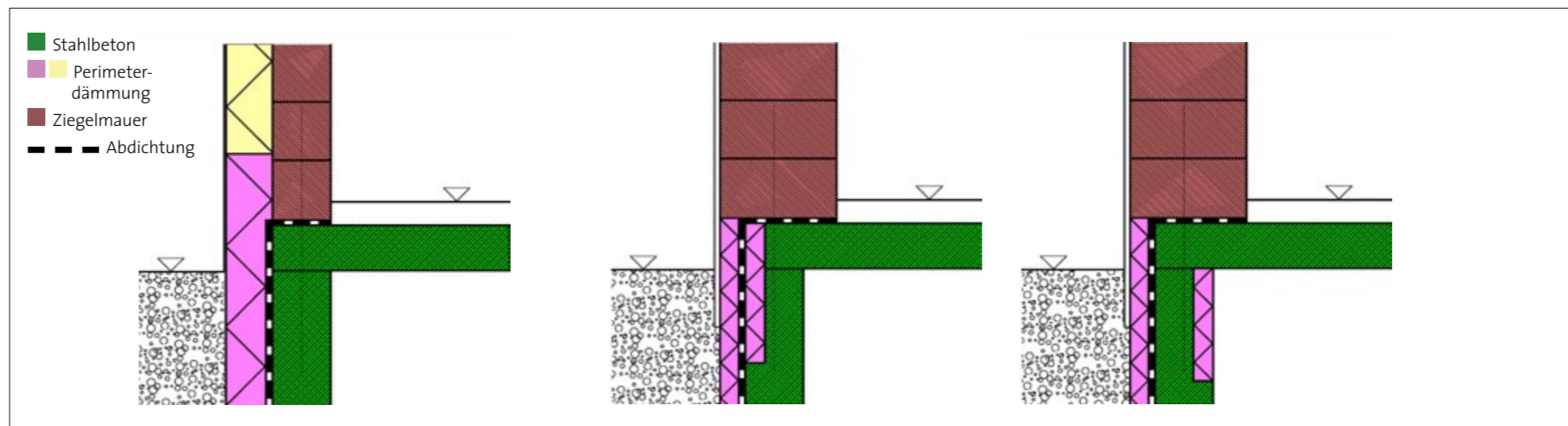
8.3.2 Vertikale Wandabdichtungen

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 (siehe Grafik 8.1) und ist bis zur obersten Horizontal Sperre (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 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 Außen dämmung des Kellermauerwerks geplant, werden Betonplatten, Faserzementplatten oder Dränplatten zum Schutz der Außenabdichtung vorgesehen.

Grafik 8.1: Systemskizzen für die Anordnung der vertikalen Sperrschicht bei Kellerabdichtungen © Z+B/Haubner



Grafik 8.2: Systemskizzen für die Anordnung der horizontalen Sperrschicht bei Kellerabdichtungen © Z+B/Haubner

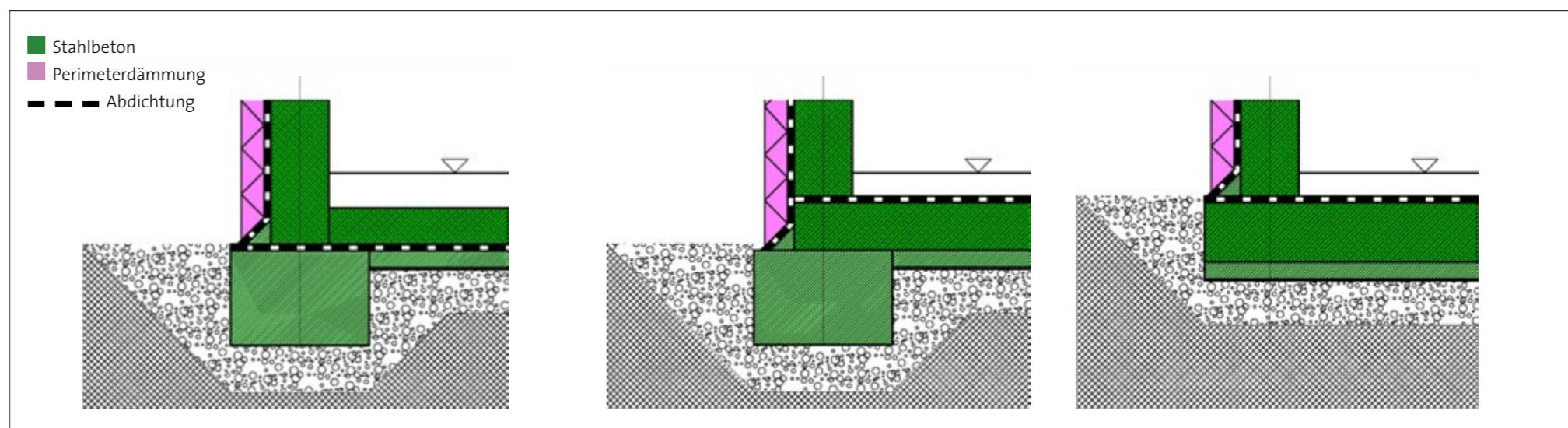


Bild 8.5: Vertikalabdichtung Kellerwand/Anstrich

© Z+B/Schönbichler



8.3.3 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 (Grafik 8.2).



8.6

8.4 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 und mit einer Außendämmung versehen werden.

8.5 Abdichtung gegen Bodenfeuchte

Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser können grundsätzlich nur bei gut wasserdurchlässigen, nichtbindigen, 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

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



8.7

◀ **Bild 8.6:** Anschluss Lichtschacht Kelleraußenwand

Bild 8.7: Wasserdichte Durchdringungen Kelleraußenwand

© Z+B/Schönbichler

8 Kellerabdichtung

8.7 Dränagen

Dränagen entwässern den an das Kellermauerwerk angrenzenden Boden und halten den Keller frei von nicht drückendem Wasser. Zusätzlich wird bei kurzzeitig auftretendem starken 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 (siehe Grafik 8.3):

- _ 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 zementgebundener Liaporschüttung). Die Dränschicht soll alle erdberührten Wandflächen erfassen und bis ca. 15 cm

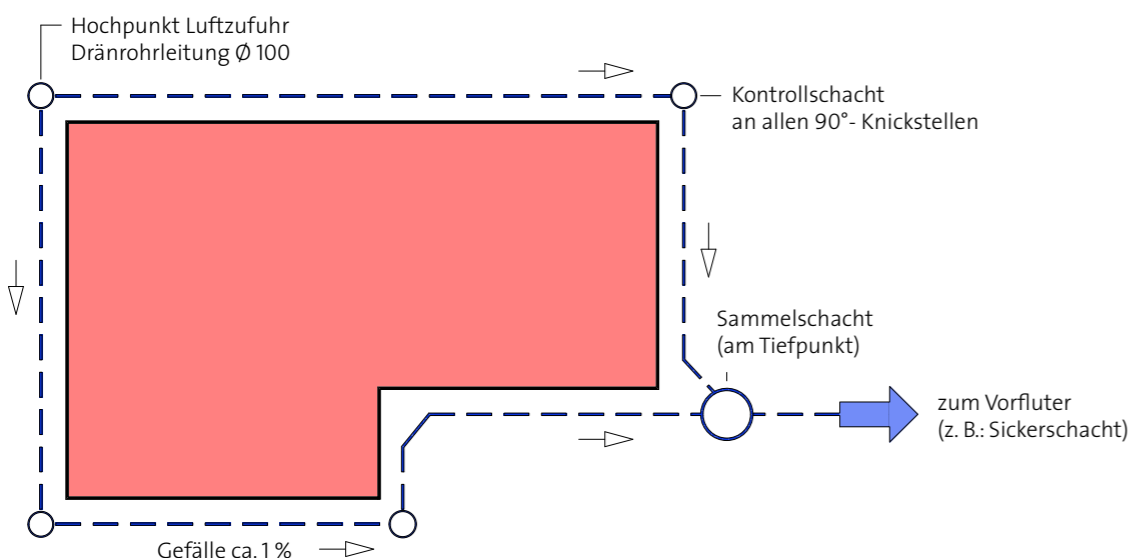
unter die Geländeoberfläche reichen, die Traufenausbildung ist einzubinden. Bei feinkörnigen Böden ist die Sickerschicht durch eine Filterschicht (z. B. Filtervlies) vor dem Zuschlämmen zu schützen. Bei Schüttungen mit „filterstabilem Kornaufbau“ ist dies nicht erforderlich. Die Dränrohrleitung (z. B. Betonfilterrohre 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 8.4). 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 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 ≥ 50 mm), die nach außen durch die Streifenfundamente geführt werden, an die Ringleitung abgegeben.



Bild 8.8: Verlegung Kanalschacht © Z+B/Schönbichler

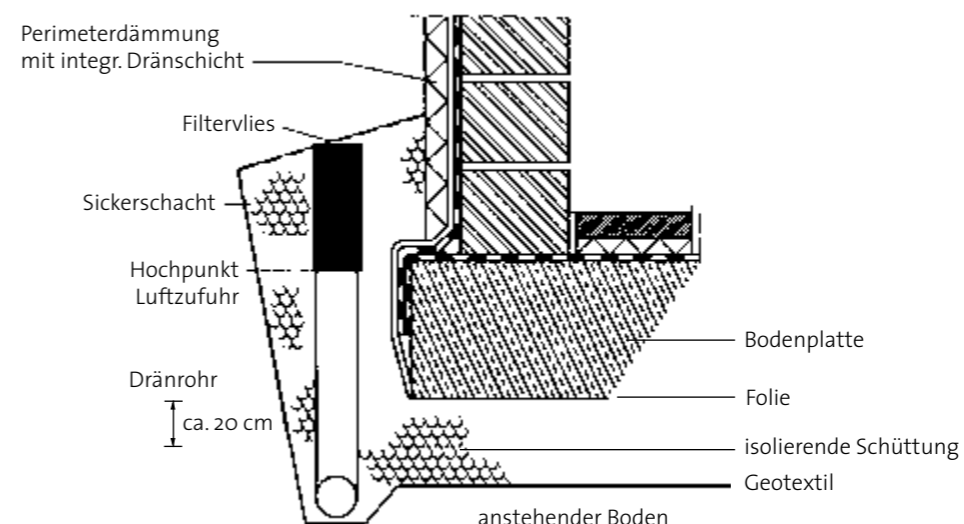
Grafik 8.3: Prinzip einer Ringdränage

© Z+B/Haubner



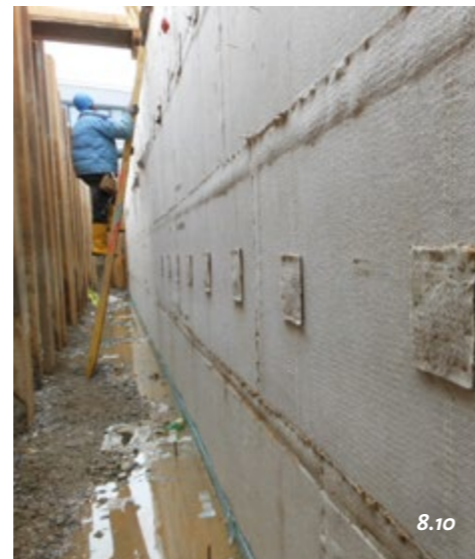
Grafik 8.4: Schemaschnitt durch eine Kelleraußenwand mit Dränageleitung

Quelle: Broschüre Kellerbauen plus 2010 © Z+B





8.9



8.10



8.11

8.8 Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser

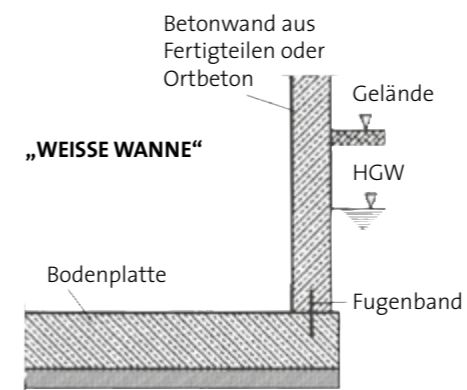
Liegen die erdberührten Umfassungsbauteile im Grundwasser oder im Bereich des örtlich höchsten Grundwasserspiegels, so müssen die dem Erd- und/oder Wasserdruck ausgesetzten Kellerbauteile (Kellerwand und Kellerbodenplatte) entsprechend bemessen und durch eine wasserdruckhaltende Abdichtung geschützt werden. Diese Abdichtung wird entweder alleine durch wasserundurchlässigen Beton („Weiße Wanne“) oder durch eine zusätzliche Abdichtungshaut („Schwarze oder Braune Wanne“) erreicht.

8.8.1 Weiße Wanne

Aus wirtschaftlichen Erwägungen wird in vielen Fällen eine „Weiße Wanne“ vorgesehen, wobei der den Keller umschließenden Betonkonstruktion, bestehend aus Bodenplatte und Wänden, sowohl die statische Funktion des „Tragens“ wie auch der Abdichtung zufällt. Detaillierte Regelungen betreffend der Ausführung derartiger Bauwerke finden sich in der Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen“, herausgegeben von der Österreichischen Bautechnik-Vereinigung (ÖBV).

www.bautechnik/pro/DE

Grafik 8.5: Weiße Wanne – Fundamentunterkanten sind möglichst eben auszuführen



Die genaue Beachtung folgender Parameter sind bei der Umsetzung eines Bauwerkes als Weiße Wanne von wesentlicher Bedeutung:

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 ÖBV werden vier Anforderungsklassen definiert, die in Abhängigkeit von Wasserdruck und Mindestbauteildicken 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.

Einwirkungen

Belastungen, Zwangsbeanspruchungen, Temperatur, Schwinden und Kriechen, Setzungen, Hebungen und Verdrehungen

Berechnung und Bemessung

Tragsicherheitsnachweis, Gebrauchstauglichkeitsnachweis, Rissbreitenbeschränkung, Vorspannung

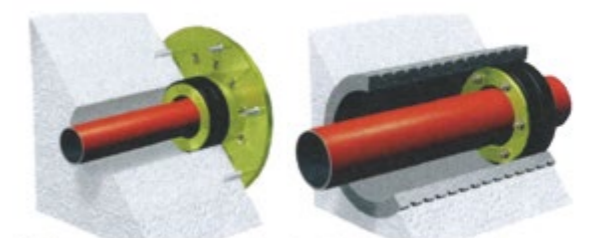
Konstruktive Ausführung

Betonqualität, Betonstandards

Bauwerksfugen

Arbeitsfugen, Scheinfugen, Bewegungsfugen

Bild 8.12 Weiße Wanne – Rohrdurchführung mit Klemmflansch (Bild links) und Rohrdurchführung mit Dichteinsatz (Bild rechts) © ÖBV



◀ **Bild 8.9:** Keller im Grundwasser/Weiße Wanne

© Z+B/Schönbichler

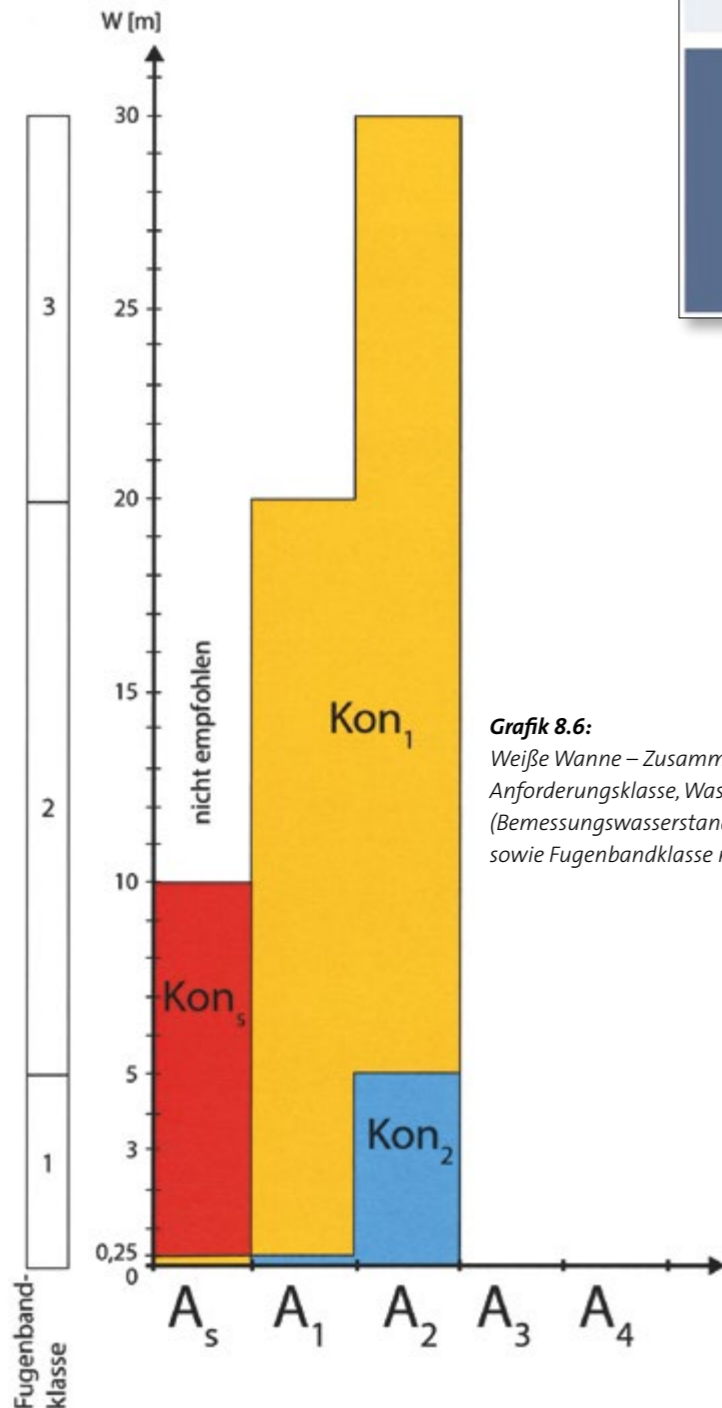
Bild 8.10: Braune Wanne © adicon®

Bild 8.11: Aufbringen Bitumenbahn/Schwarze Wanne

© Z+B/Schönbichler

8 Kellerabdichtung

Auf den folgenden drei Seiten findet sich ein Auszug aus der Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen“ (ÖBV).



Grafik 8.6:
Weiße Wanne – Zusammenhang zwischen Anforderungsklasse, Wassersäule WS [m] (Bemessungswasserstand) und Konstruktionsklasse sowie Fugenbandklasse nach ÖBV-Richtlinie (Quelle: ÖBV)

Tabelle 8.2: Anforderungsklassen für die Wasserundurchlässigkeit von Außenwänden, Bodenplatten und Decken
(Auszug der entsprechenden Tabelle der ÖBV-Richtlinie, Quelle: ÖBV)

Anford.-Klasse	Kurzbezeichnung	Beschreibung der Betonoberfläche	Beurteilung der Feuchtigkeitsstellen	Zulässige Fehlstellen (Feuchtigkeitsstellen, Risse, usw.) an der Betonoberfläche	Zusatzmaßnahmen	Anwendungsbeispiele	Bauweisen
A _s Sonderklasse	vollständig trocken	Keine visuell feststellbaren Feuchtigkeitsstellen (Dunkelfärbungen) erkennbar			Bauphysikalische Untersuchung und Konditionierung/Klimatisierung des Raumes unbedingt erforderlich.	Lager für besonders feuchtigkeitsempfindliche Güter	„WEISSE WANNE“ IM SINNE DIESER RICHTLINIE
A ₁	weitgehend trocken	Visuell einzelne feststellbare Feuchtigkeitsstellen (max. matte Dunkelfärbung)	Nach Berühren mit der trockenen Hand (flächenhaft) sind an der Hand keine Wasserspuren zu erkennen.	1‰ der Bauteiloberfläche als Feuchtigkeitsstellen zulässig. Wasserfahnen, die nach maximal 20 cm abtrocknen.	Es ist eine bauphysikalische Untersuchung erforderlich, der zufolge eine Konditionierung/Klimatisierung des Raumes erforderlich sein kann (z. B. bei langem Aufenthalt von Menschen).	Verkehrsbauwerke mit hohen Anforderungen. Aufenthaltsräume, Lager, Hauskeller (Einlagerungsräume), Haustechnikräume mit besonderen Anforderungen	
A ₂	leicht feucht	Visuell und manuell feststellbare, einzelne glänzende Feuchtigkeitsstellen an der Oberfläche	Keine Messung von ablaufendem Wasser möglich. Nach Berühren mit der Hand sind daran Wasserspuren erkennbar.	1‰ der Bauteiloberfläche als Feuchtigkeitsstelle zulässig. Einzelne Wasserfahnen, die an der Betonoberfläche des jeweiligen Bauteils abtrocknen.	In Sonderfällen kann eine Konditionierung/Klimatisierung notwendig sein.	Garagen, Haustechnikräume (z. B. Heizräume, Kollektoren), Verkehrsbauwerke	
A ₃	feucht	Tropfenweiser Wasseraustritt mit Bildung von Wasserschlieren	Das ablaufende Wasser kann in Auffanggefäßen mengenmäßig gemessen werden.	Die maximale Wassermenge pro Fehlstelle bzw. lfm Schlitzwandarbeitsfuge darf 0,2 l/h nicht überschreiten, wobei der Wasserdurchtritt pro m ² Wand im Mittel 0,01 l/h nicht überschreiten darf ¹⁾ .	Entwässerungsmaßnahmen vorgesehen.	Garagen (mit Zusatzmaßnahmen, z. B. Entwässerungsrinnen) etc.	
A ₄	nass	Einzel rinnende Wasseraustrittsstellen für Bodenplatten, Wände und Schlitzwände	Das ablaufende Wasser kann in Auffanggefäßen mengenmäßig gemessen werden.	Die maximale Wassermenge pro Fehlstelle darf 2 l/h nicht überschreiten, wobei der Wasserdurchtritt pro m ² Wand im Mittel 1 l/h nicht überschreiten darf ¹⁾ .	Entwässerungsmaßnahmen vorgesehen.	Außenschale der zweischaligen Bauweise	DICHTE SCHLITZWÄNDE GEMÄSS ÖBV-RICHTLINIE

¹⁾ Die Mittelbildung darf sich nur auf die von außen benetzte Wandfläche zwischen Bemessungswasserstand und Unterkante des betrachteten Bauteils beziehen.

Tabelle 8.3: Konstruktionsklassen in Abhängigkeit vom Wasserdruck in Verbindung mit Mindest-Bauteildicken und weiteren Parametern (Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wanne“, Quelle: ÖBV)

Konstruktionsklasse		Kon _S	Kon ₁	Kon ₂			
Mindest-Bauteildicken (m) ¹⁾ abhängig vom Wasserdruck							
Wasserdruckhöhe	0 – 0,25 m	≥ 0,25 m	≥ 0,25 m	≥ 0,25 m			
	0,25 – 3 m	≥ 0,45 m	≥ 0,25 m	≥ 0,25 m			
	3 – 5 m	≥ 0,50 m	≥ 0,30 m	≥ 0,30 m			
	5 – 10 m	≥ 0,60 m	≥ 0,35 m	-			
	10 – 30 m	-	≥ 0,60 m	-			
Maximal zulässige Frischbetontemperatur abhängig von Betonstandard und Bemessungsmodell							
		BS 1	BS 1 PLUS	BS 1	BS 1 PLUS	BS 1	BS 1 PLUS
Weiße Wanne klassisch		22 °C	25 °C	22 °C	25 °C	27 °C	27 °C
Weiße Wanne optimiert		-	22 °C	-	22 °C	-	22 °C
Maximal zulässige Bauteiltemperatur							
Allgemein		45 °C		45 °C		55 °C	
Bodenplatte mit Gleitschicht		50 °C		50 °C		55 °C	
Nachweis der Gebrauchstauglichkeit bei überwiegender Lastbeanspruchung							
Rissbreitenbegrenzung auf		≤ 0,15 mm		≤ 0,20 mm		< 0,25 mm	
Nachweis der Gebrauchstauglichkeit bei Zwang aus abfließender Hydratationswärme abhängig vom Bemessungsmodell							
Weiße Wanne klassisch		Abbildung 4-5 und Abbildung 4-6		Abbildung 4-7 und Abbildung 4-8		Abbildung 4-9 und Abbildung 4-10	
Weiße Wanne optimiert		Siehe Kapitel 4.5.2.2 sowie ANHANG 3					
Sonstige konstruktive Erfordernisse ⁴⁾		Maximale Abstände der Dehnfugen: ≤ 15 m. Einbau von Gleitfolien als Trennung von Außen- und Innenschale erforderlich, ev. doppelte Fugenbandführung, Vermeidung von Höhengsprüngen, Vermeidung von Bewegungsbehinderungen durch Kontakt mit der Umgebung.	Empfohlene Abstände der Dehnfugen: 15 bis 30 m ²⁾ . Bei Ausführung als Verbundsystem (enge Verzahnung mit einer Außenwand) Dehnfugenabstand ≤ 40,0 m ³⁾ Höhensprünge angerammt, Neigung ca. 30°. Einlage von Trennfolien empfohlen. Anordnung von Temperaturfeldern.	Empfohlene Abstände der Dehnfugen: 30 bis 60 m ²⁾ . Kontakt mit der Umgebung zugelassen, Blockteilung bei Querschnitts- bzw. Steifigkeitsänderungen, Höhengsprünge sind konstruktiv zu beachten (Anrampung, Neigung ca. 30°, Trennung etc.)			

¹⁾ Ohne Berücksichtigung der statischen, herstellungstechnischen und konstruktiven Erfordernisse.
²⁾ Bei besonderen Maßnahmen (z.B. gemeinsames Betonieren von Bodenplatten und Wänden) können auch größere Bauteillängen ausgeführt werden.
³⁾ Bei Verbundsystemen ist mit höheren Rissbreiten zu rechnen.
⁴⁾ Bei Anwendung des Bemessungsmodells „Weiße Wanne optimiert“ werden zusätzlich für Wände unabhängig von der Konstruktionsklasse Betonierabschnittslängen ≤ 15 m empfohlen.

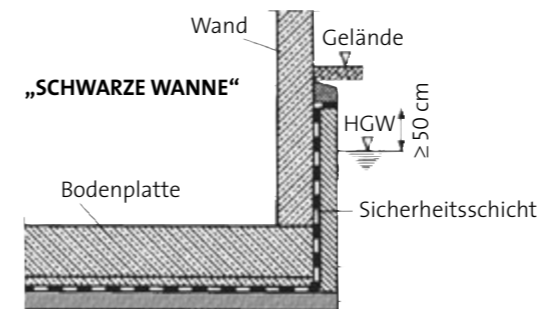
8.8.2 Schwarze Wanne

Als wasserdruckhaltende Abdichtungen werden folgende Materialien (mit wasserdruckhaltender Rücklage) verwendet:

- _ Kunststoffdichtungsbahnen (mit Trennlagen)
- _ bituminöse Dichtungsbahnen in mehrlagiger (min. 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 höchsten Grundwasserstand oder Staudruckspiegel zu ziehen. Besonderer Sorgfalt bedürfen die Ausbildung des Überganges von der Sohlenabdichtung zur Wandabdichtung sowie die Ausführung der Abdichtungsendung am oberen Rand.

Grafik 8.7: Bituminöse Abdichtung „Schwarze Wanne“



8.8.3 Braune Wanne

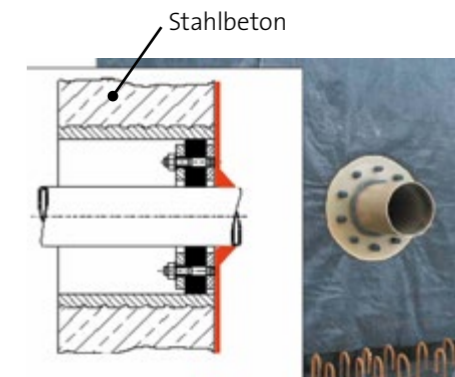
Bei der Braunen Wanne wird auf einer wasserundurchlässigen Tragkonstruktion aus Stahlbeton auf der wasserführenden Seite eine zusätzliche Dichtungsbahn aus Natriumbentonit, einem natürlichem Tonmineral, das als Granulat unverschieblich in ein geotextiles Traggewebe eingewebt ist, aufgebracht. Die Bentonitbahn wirkt auf der erdberührten Seite des Kellerbauteils abdichtend, ohne zusätzliche Dichtbahn aus Kunststoff. Durch Frischbetonverbund mit dem Stahlbetonbauteil entsteht eine enge Verbindung zwischen Bauteil und Abdichtungsbahn, was eine Hinterläufigkeit nach Aktivierung des Bentonits ausschließt. Die Aktivierung erfolgt erst bei Kontakt des Granulats mit Feuchtigkeit. Durch den dabei entstehenden Quelldruck im Material dichtet die Abdichtungsbahn bei gleichzeitigem Anpressdruck (z. B. durch Erdreich oder Auflast) zum Beton hin ab. Der Zustand der Hydratation der dann gelartigen Bentonitschicht hält auch bei Austrocknung der Umgebung an.

Die Ausführung von Rohr- und Kabeldurchführungen bei Braunen Wannen ist in Grafik 8.9 skizziert.

Grafik 8.8: Braune Wanne – Fundamentunterkanten sind möglichst eben auszuführen (Quelle: www.dichte-bauwerke.de)



Grafik 8.9: Rohrdurchführungen bei Braunen Wannen (Quelle: www.dichte-bauwerke.de)



8.8.4 Vergleich der Systeme

Obwohl mit einer Braunen Wanne auch relativ komplizierte Fundamentformen abgedichtet werden können (siehe Grafik 8.8), sollte darauf geachtet werden, dass (ähnlich wie bei den Weißen Wannen) die Fundamentsohlen möglichst eben ausgeführt werden.

In einer vergleichenden Gegenüberstellung (Tabelle 8.4) können die Vor- und Nachteile der drei Ausführungsarten von Kellerkonstruktionen bei (zeitweise) drückendem Grundwasser 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 sich nachträglich entstandene Risse in Braunen Wannen selbst wieder verschließen.

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.

Tabelle 8.4: Gegenüberstellung der Maßnahmen bei drückendem Grundwasser

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

© Z+B/Schönbichler, adicon®

8.8.5 Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Neben den Ausführungen der Richtlinie Weiße Wanne der Österreichischen Bautechnik Vereinigung betreffend Wasserundurchlässigen Bauwerken in Ortbeton können Keller unter bestimmten Voraussetzungen auch gemäß der VÖB Richtlinie Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise errichtet werden.

Nähere Details dazu finden Sie unter www.voeb.com.



Bild 8.13: Betonfertigteilkeller Weiße Wanne
© Z+B/Schönbichler

Tabelle 8.5: Ausschnitt aus der Richtlinie Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise – empfohlene Mindestdicken von Bauteilen (cm)

Bauteil	Beanspruchung durch	Ausführungsart		
		Ortbeton	Doppelwände (Gesamtwandstärke)	Fertigteile
Wände	Drückendes und nicht-drückendes Wasser	1)	25 ²⁾	20 ⁴⁾
	Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser	1)	25 ³⁾	10
Bodenplatte	Drückendes und nicht-drückendes Wasser	1)	-	20 ⁴⁾
	Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser	1)	-	10

¹⁾ Siehe hierzu die Bestimmungen der ÖVBB RL Weiße Wanne

²⁾ Die Mindestdicke gilt wenn sämtliche Fugen bauseits abgedichtet werden. Andernfalls beträgt die Mindestdicke 30 cm, wobei der Füllbeton jedenfalls eine Mindestdicke von 18 cm aufweisen muss und in den Fugen zumindest die Mindestbewehrung für Zwang aus dem Abfließen der Hydratationswärme gemäß Abschnitt 5.2.4 vorzusehen ist.

³⁾ Wenn nicht sämtliche Fugen bauseits abgedichtet werden, ist aber jedenfalls eine Mindestdicke des Füllbetons von 14 cm einzuhalten und in den Fugen zumindest die Mindestbewehrung für Zwang aus dem Abfließen der Hydratationswärme gemäß Abschnitt 5.2.4 vorzusehen.

⁴⁾ Wenn die Verhinderung des Wasserdurchtrittes durch den Bauteilbeton begründet nachgewiesen werden kann (z.B.: Gutachten), sind auch geringere Dicken zulässig (Betone mit sehr dichtem Gefüge)



8.9 Fugen

Je nach Konstruktion und ausführungstechnischen Erfordernissen werden im Stahlbetonbau verschiedene Fugen angeordnet. Unterschiede in der Funktion der Fugen liegen in der Ausbildung von Arbeits-, Schein- und Bewegungsfugen.

8.9.1 Grundlagen

Arbeitsfugen

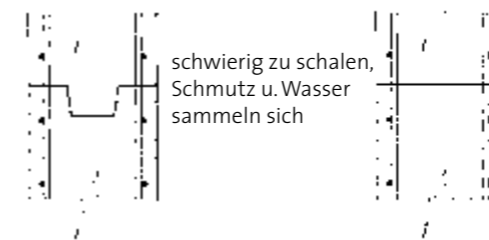
sind in folgenden Bereichen erforderlich:

- _ 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 8.10) möglichst vermieden werden. Der Schalungsansatz für die Arbeitsfuge in der Bodenplatte sollte etwa 10 cm angehoben werden (Grafik 8.11), um Kollisionen von Bewehrung und Fugenband zu vermeiden. Der Rand der Bodenplatte 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 8.12 zeigt die Abschaltung im Bereich eines Außenfugenbandes einer Bodenplatte, Grafik 8.13 die Abschaltung für ein Körperband (Innenfugenband) in einer vertikalen Wandfuge. Um das Fugenband nicht aus der vorgesehenen Lage zu drücken, ist auf eine beiderseits gleichmäßig satte Hinterfüllung zu achten, wobei besonders vorsichtig zu rütteln ist (Grafik 8.14).

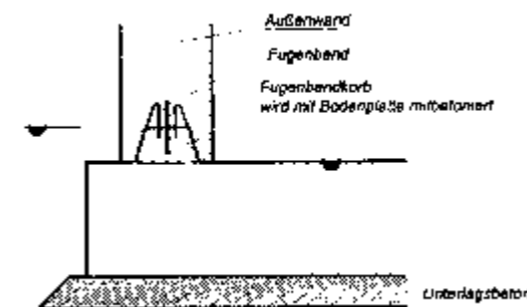
Grafik 8.10: Probleme bei Abwinkelungen in Arbeitsfugen ©*



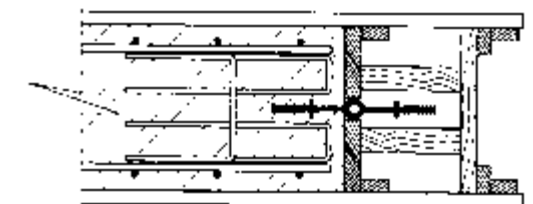
Grafik 8.12: Abschaltung bei einem Außenfugenband in der Bodenplatte ©*



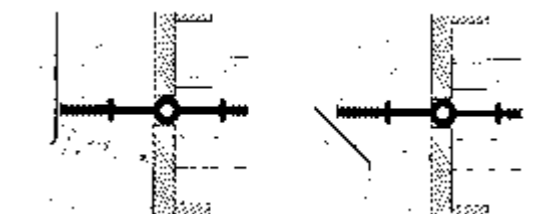
Grafik 8.11: Beispiel für die Fugenausbildung (Quelle: ÖBV)



Grafik 8.13: Abschaltung bei einem Innenfugenband in einer vertikalen Wandfuge ©*



Grafik 8.14: Rütteln im Fugenbandbereich (links:falsch) ©*



◀ **Bild 8.14:** Einbindung Fugenband in Bodenplatte
Bild 8.15: Verspachtelung Fuge

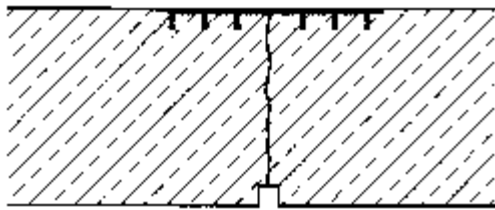
© Z+B/Schönbichler

* Kellerabdichtung

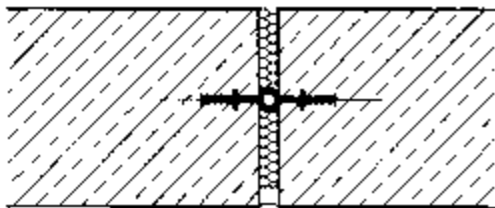
Scheinfugen

(Grafik 8.15) 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.

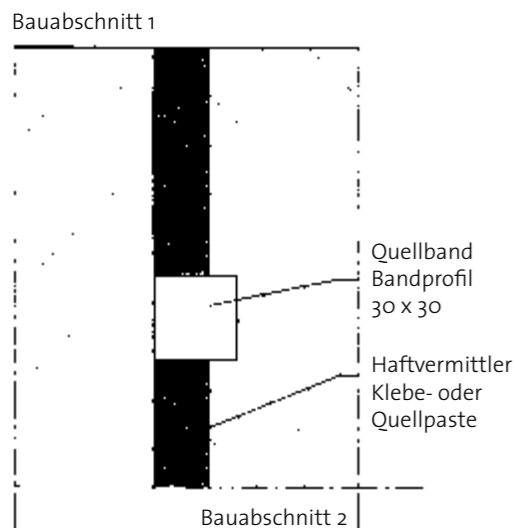
Grafik 8.15: Scheinfuge ©*



Grafik 8.16: Bewegungsfuge ©*



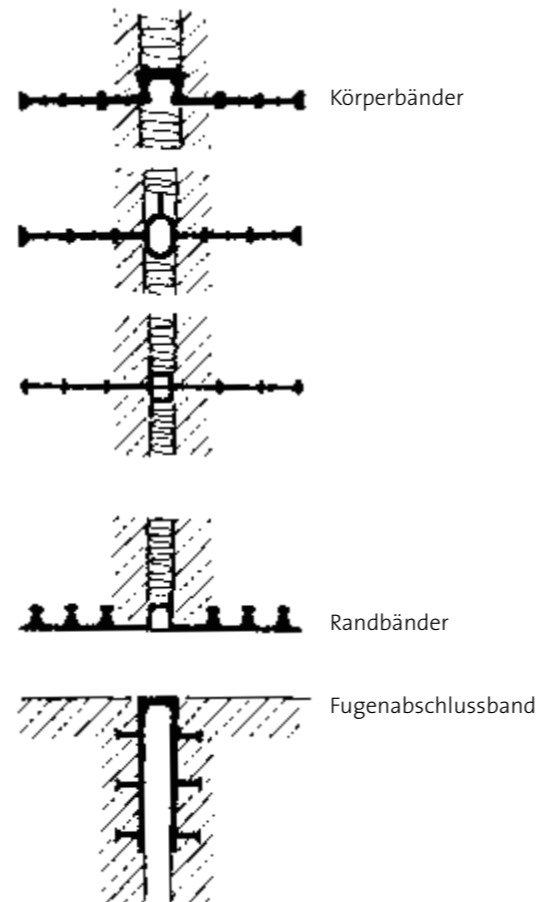
Grafik 8.18: Quellfugenband ©*



Bewegungsfugen

(Grafik 8.16) 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 8.17) oder Quellfugenbänder (Grafik 8.18).

Grafik 8.17: Fugenbänder für Bewegungsfugen ©*



8.9.2 Materialeigenschaften von Fugenbandmaterialien

Abhängig vom Abdichtungsprinzip werden unterschiedliche Fugenbandmaterialien eingesetzt. Allen Abdichtungsprinzipien liegt zugrunde, dass der Ummigrationsweg 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.

Fugenbänder aus PVC-P (P = Plastomer) sind thermisch verschweißbar. Natur- und Synthesekautschukbänder (Elastomere) sind nur durch Vulkanisieren (mit hohem technischen Aufwand) miteinander zu verbinden. Kombinationspolymerisate (PVC/NBR) gleichen hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften Elastomeren, können jedoch thermisch verschweißt werden. Fugenbleche müssen der Stahlgüte S235 entsprechen und eine Mindestdicke von 2 mm aufweisen. Quellbänder wirken durch Volumsvergrößerung (Einlagerung von Wasser in die Molekularstruktur) wasserdichtend (Quellfaktor des wirksamen Dichtmaterials min. 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 8.6 dargestellt.

Tabelle 8.6: Abdichtungsprinzip und Fugenbandmaterialien

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

8.9.3 Bauwerksfugen gemäß ÖBV RL Weiße Wanne

Überschreiten Bauwerke aus Stahlbeton die in den unterschiedlichen Konstruktionsklassen für geschaltete Stahlbetonbauteile angegebenen maximalen Bauteillängen, müssen sie durch Fugen in Einzelabschnitte unterteilt werden. Dabei unterscheidet man im Wesentlichen zwischen Arbeitsfugen und Fugen zur Aufnahme von Bewegungen (Bewegungsfugen).

Bei wasserundurchlässigen Betonbauwerken ist im Fugenbereich die Forderung nach gleicher Dichtigkeit wie im Bauteil gegeben. Alle erforderlichen Maßnahmen für die Abdichtung sind ein Bestandteil der Planung und der Ausführung und unterliegen einer hohen Qualitätsanforderung.

Zur Verringerung von Zwängungsspannungen zufolge abfließender Wasser empfiehlt es sich, Bodenplatten und Wände auf „Lücke“ herzustellen, wobei die Anzahl der Arbeitsfugen möglichst gering gehalten werden sollte.

Fugenarten

– Arbeitsfugen

Arbeitsfugen sind herstellungsbedingte Fugen, die in der Regel als Schubfugen gemäß ÖNORM EN 1992-1-1 hergestellt werden. Die Dichtfunktion wird durch Arbeitsfugenbänder, Injektionssysteme etc. sichergestellt, wobei innenliegende Fugenbänder zu verwenden sind. Arbeitsfugen sind hinsichtlich der Kraftübertragung nachzuweisen.

Die Fugenanordnung wird durch Arbeitstakte (Schalung, Bewehrung), Art sowie Beanspruchung des Bauteils bestimmt. Bewegungen zwischen den Bauwerksabschnitten sind nicht zulässig. Die Arbeitsfugen und die Fugenbänder sind vor dem weiteren Betonierbeginn zu reinigen und der Beton ist ausreichend vorzunässen. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass es zu keiner Umläufigkeit des Arbeitsfugenbandes kommt.

Die Verklebung von Quellfugenbändern erfolgt auf eine ebene Betonoberfläche, wobei allfällige Lunker geschlossen werden müssen. Es ist darauf zu achten, dass das Quellfugenband satt in den Klebstoff eingebunden ist und sich darunter keine Hohlstellen befinden.

Werden in Arbeitsfugen Fugenbleche oder Kombinationsarbeitsfugenbänder ohne Aufkantung eingebaut, ist – wegen der geringen Einbindetiefe in den Beton von 3 cm – auf eine sorgfältige Verdichtung und Nachbehandlung des Betons zu achten.

Kommen im Bereich der Arbeitsfugen Fugenbandkörbe zum Einsatz, sind diese auf die Wanddicke abzustimmen. Dabei muss sich der Beton zwi-

schen dem Fugenbandkorb und der Schalung bzw. Bewehrung beim Betonieren der Wand mit dem Rüttler fachgemäß verdichten lassen.

Bei schwer herzustellenden Arbeitsfugen (z. B. Anbetonieren von unten) empfehlen sich zusätzlich Injektionsmöglichkeiten in der Kontaktfläche.

– Scheinfugen

Scheinfugen sind Sollrissfugen. Das Abdichtungsprinzip hat mit dem der Arbeitsfugen identisch zu sein.

Der Korrosionsschutz der durchgehenden Bewehrung muss entsprechend den einschlägigen Normen sichergestellt werden.

– Bewegungsfugen

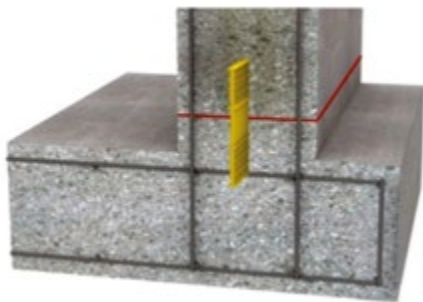
Überschreiten Bauwerke aus Stahlbeton die in Tab. 8.3 (Seite 98) empfohlenen maximalen Bauteillängen, sollen sie durch Fugen in Einzelabschnitte unterteilt werden. Die Fugen sind so anzuordnen, dass zwischen den einzelnen Bauabschnitten genügend Spielraum

für eine zwängungsfreie Eigenbewegung gewährleistet ist. Dafür sind in der Regel durchgehende Bewegungsfugen erforderlich. Die Dichtfunktion wird durch Dehnfugenbänder sichergestellt, wobei innen liegenden Fugenbändern der Vorzug gegeben wird.

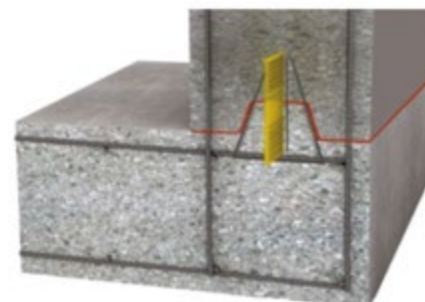
Dabei werden die Fugen mit einer oder ohne eine weiche Fugeneinlage ausgebildet. Bei schwer herzustellenden Bewegungsfugen empfehlen sich zusätzliche Injektionsmöglichkeiten im Bereich der einbetonierten Fugenbandschenkel.

Wenn bei Bewegungsfugen ein Systemwechsel stattfindet (z. B. Übergang von Tieffundierung auf Flachfundierung, Übergang von einem geschlossenen Rahmen in eine Wanne, etc.), wird empfohlen, Dehnfugendübel zur Vermeidung von Verformungs-differenzen einzubauen. Bei Wannenbauwerken in offener Bauweise ist die Notwendigkeit einer Blockverdübelung in Abhängigkeit der Bodenverhältnisse zu prüfen.

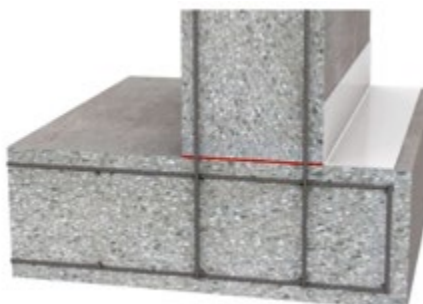
Grafik 8.19: Fugenband auf Bewehrung mit Aufkantung © ÖBV



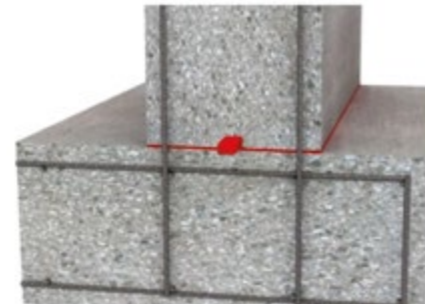
Grafik 8.20: Aufkantung mit Fugenkorb (ab 40 cm Wandbreite) © ÖBV



Grafik 8.21: Sanierung durch nachträglich aufgeklebte Fugenabdichtung, bis max. 5 m Wassersäule bei 1 mm Dicke, bis 10 m Wassersäule bei 2 mm © ÖBV



Grafik 8.22: Quellfugenband, bis max. 5 m Wassersäule © ÖBV



Fugenbandmaterialien und Prinzipien der Abdichtung

Je nach Anforderung (Technik, Chemikalienbeständigkeit etc.) ist beim jeweiligen Bauvorhaben zu entscheiden, welche Materialien gemäß Tab. 8.7 (Seite 108) zur Abdichtung von Arbeits- oder Bewegungsfugen zur Anwendung kommen sollen. Die Fugenbänder sind in dichtem Beton einzubetten bzw. aufzukleben.

Die Dichtwirkung der Fugenbänder funktioniert nach folgenden Prinzipien:

– Labyrinthprinzip

Beruhet auf der Verlängerung des Wasserumlaufweges mit häufiger Richtungsänderung.

– Einbettungsprinzip

Beruhet auf der satten Einbettung des Metallbandes und der zusätzlichen Haftung am Beton.

– Anpressprinzip

Beruhet auf der Anpressung des Quellprofils an die Fugenflanken.

Quellbänder wirken wasserdichtend über die Volumsvergrößerung, die über die chemische Einbindung von beaufschlagtem Wasser wirkt.

Quellbänder müssen aus Materialien bestehen, welche eine ausreichende Quellfähigkeit (Quellfaktor des wirksamen Dichtmaterials min. 200 %), entsprechende Quellzeit und genügend Stabilität aufweisen. Zum Einsatz kommen beschichtete Quellprofile, bei denen es zu keinem vorzeitigen Aufquellen während der Einbauphase und der Erhärtung des Betons kommt. Eine unnötige Vergrößerung der Fugenkammer und Gefügestörungen im Beton werden dadurch vermieden. Quellbänder sind mit einem Systemkleber auf dem Beton zu befestigen. Dabei ist auf einen Randabstand von mindestens 10 cm zu achten, um ein Abplatzen des Betons durch den Quelldruck zu vermeiden.

Bei Regen sind Quellfugenbänder nur eingeschränkt einsetzbar, da die Wirkung des Quellschutzlackes zeitlich begrenzt ist.

Der mit dem Wasser reagierende Bestandteil des Quellfugenbandes darf nicht ausgewaschen werden oder schädliche Stoffe an das Umgebungswasser abgeben. Das Quellverhalten muss reversibel und unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des Kontaktwassers sein. Vom Hersteller ist ein Nachweis für die dichtende Wirkung und die chemische Beständigkeit zu erbringen.



Bild 8.16: Verspachtelung Fuge © Z+B

– Verfüllprinzip

Das Verfüllprinzip beruht auf der nachträglichen Verfüllung von Arbeitsfugen, Rissen, Kiesnestern und Hohlräumen über Injektionssysteme. Injektionssysteme können je nach baulicher Situation bis zu 8 m Länge, in Sonderfällen bis 10 m, verlegt werden. Maßgebend sind jedoch die Einbau- und Verpressleitungen des Herstellers. Als Verpressgut werden je nach Anforderung Mikrozementsuspensionen oder wasserquellfähige Polymere (Polyurethane und Acrylate nur mit Nachweis, dass keine korrosionsfördernde Eigenschaft vorhanden ist) verwendet.

– Klebeprinzip

Für die Sanierung von Arbeits- und Bewegungsfugen können Folienabdichtungen z. B. auf TPO-, EPDM-Basis oder ein Systemkleber auf Epoxydharzbasis bis 10 m Wasserdruck eingesetzt werden. Die Dicke der Folie hat bei einem positiven Wasserdruck bis 5 m WS 1 mm und bei einem Wasserdruck bis 10 m WS 2 zu betragen. Die Breite muss bei mindestens 20 cm liegen.

Größere Wasserdrücke können von solchen Systemen sowohl bei Arbeits- als auch Dehnfugen aufgenommen werden. Die dazu erforderliche Detailausbildung ist auf die Erfordernisse abzustimmen.

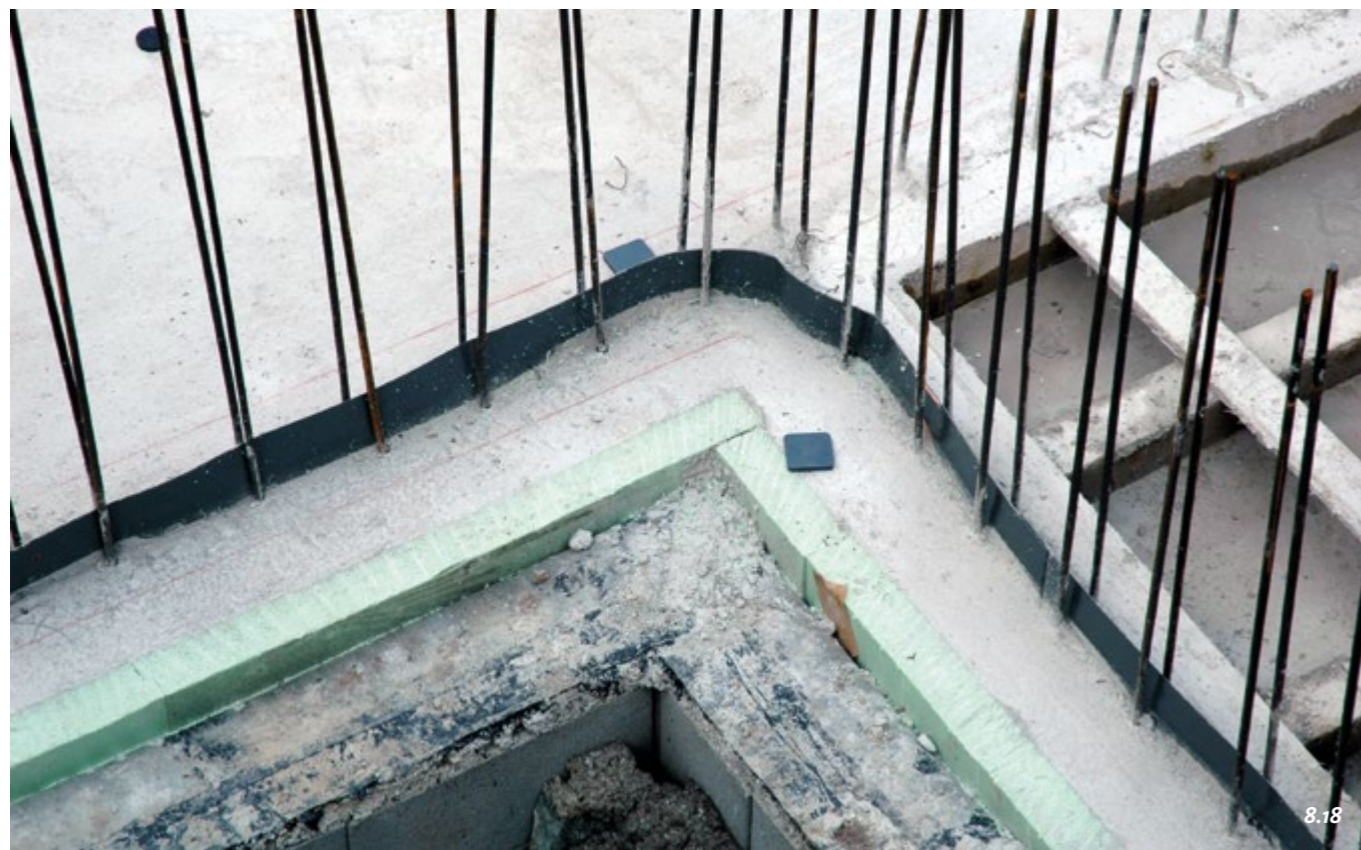
Tabelle 8.7: Fugenbandmaterialien und Abdichtungsprinzipien © ÖBV Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wanne“

Material	Abdichtungsprinzip	Verbindungs-möglichkeit	Eignung für Fugenart	Anforderungen
PVC-P Thermoplaste	Labyrinthprinzip	thermisch verschweißen	Dehnfuge, Arbeitsfuge	Zugfestigkeit gemäß ÖNORM EN ISO 527 Teil 1-3 > 10 N/mm ² (Arbeitsfugenbänder > 6 N/mm ²) Bruchdehnung gemäß ÖNORM EN ISO 527 Teil 1-3 > 300 % (Arbeitsfugenbänder > 200 %) Weiterreißfestigkeit gemäß ÖNORM ISO 34-1 > 8 N/mm ² Bruchdehnung (-20 °C) gemäß ÖNORM EN ISO 527 Teil 1-3 > 200 % Beständigkeit: dauernd gegen Wasser, Kommunalabwasser, Tausalzlösung und Alkalität des Betons, zeitweilig gegen verdünnte Säuren und anorganische Alkalien, Bitumen, Heizöle, Treibstoffe
PVC/NBR Kombinationspolymerisate	Labyrinthprinzip	thermisch verschweißen	Dehnfuge, Arbeitsfuge	Zugfestigkeit gemäß ÖNORM EN ISO 527 Teil 1-3 > 10 N/mm ² (Arbeitsfugenbänder > 8 N/mm ²) Bruchdehnung gemäß ÖNORM EN ISO 527 Teil 1-3 > 350 % (Arbeitsfugenbänder > 275 %) Weiterreißfestigkeit gemäß ÖNORM ISO 34-1 > 12 N/mm ² Bruchdehnung (-20 °C) gemäß ÖNORM EN ISO 527 Teil 1-3 > 200 % Beständigkeit: dauernd gegen Wasser, Kommunalabwasser, Tausalzlösung und Alkalität des Betons, zeitweilig gegen verdünnte Säuren und anorganische Alkalien, Bitumen, Heizöle, Treibstoffe Bei Notwendigkeit ist der Nachweis über die Erfüllung der objektbezogenen Anforderung zu erbringen.
Elastomere (Natur/Synthese-Kautschuk)	Labyrinthprinzip	vulkanisieren	Dehnfuge, Arbeitsfuge	Form und Materialeigenschaft nach DIN 7865-1 und 2: Zugfestigkeit > 10 N/mm ² Bruchdehnung > 380 % Weiterreißfestigkeit > 8 N/mm ²
Kombinationsarbeitsfugenband (KAB)	Labyrinthprinzip kombiniert mit Anpressprinzip	thermisch verschweißen	Arbeitsfuge	Verwendbarkeitsbereich maximal erreichter Prüfdruck abgemindert um Sicherheitsbeiwert von 2,5. (Prüfgrundsätze gemäß DIBt PG-FBB Teil 1)

Material	Abdichtungsprinzip	Verbindungs-möglichkeit	Eignung für Fugenart	Anforderungen
Fugenblech ohne Beschichtung	Einbettungsprinzip	schweißen, kleben	Arbeitsfuge	Stahlgüte S 235
Fugenblech mit Beschichtung	Einbettungsprinzip/Verbund	überlappen	Arbeitsfuge	Haftung der Beschichtung am Beton: kein Abfall der Werte nach Warmlagerung zum Anlieferungszustand. Dicht bei maximalem Prüfdruck von 5 bar über 4 Wochen. Verwendbarkeitsbereich maximal erreichter Prüfdruck abgemindert um Sicherheitsbeiwert von 2,5. (Prüfgrundsätze gemäß DIBt PG-FBB Teil 1)
Quellfugenband	Anpressprinzip	stumpf stoßen oder seitlich überlappen	Arbeitsfuge und Fuge zwischen Schlitzwand und Bodenplatte	Quellfähigkeit: min. 200 % Quellverhalten: reversibles Quellverhalten, Verzögerung des Erstquellens Materialeigenschaften: nicht auswaschbar, nicht verspröndend
Injektionssysteme	Verfüllprinzip	seitlich überlappen	Arbeitsfuge und Fuge zwischen Schlitzwand und Bodenplatte und zusätzlich für Dehnfugen in Kombination mit einem innenliegenden Fugenband	ÖBV-Richtlinie „Injektionstechnik – Teil 1: Bauten aus Beton und Stahlbeton“, mehrfach verpressbaren Injektionssystemen ist der Vorzug zu geben.
Geklebte Bänder	Klebeprinzip	schweißen	Dehnfuge, Arbeitsfuge	Abdichtungsband: Haftzugfestigkeit $\geq 1,5$ N/mm ² und Zusatzmaßnahmen gegen Ablösung bei negativem Wasserdruck Zugfestigkeit: > 4 N/mm ² Bruchdehnung: > 400 % Epoxidharzklebstoff: gerüft nach EN 1504-4 Beständigkeit: dauernd gegen Wasser, Kommunalabwasser, Tausalzlösung, Alkalität des Betons, verdünnte Säuren, anorganische Alkalien und Bitumen, zeitweilig (72h) gegen Heizöle, Treibstoffe, Äthanol, Methanol, Petrol Bei Notwendigkeit ist der Nachweis über die Erfüllung der objektbezogenen Anforderung zu erbringen.



8.17



8.18

Dimensionierung der Fugenbänder (Fugenbandklassen)

Die Mindestdicken und Mindestbreiten der Fugenbänder sind in Abhängigkeit von Wasserdruck und den zu erwartenden Bewegungen aus den Tabellen 8.8 bzw. 8.9 zu entnehmen.

Tabelle 8.8: Fugenbandklassen für Arbeitsfugenbänder © ÖBV Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wanne“

Wassersäule WS [m]	Fugenbandklasse	Material	Mindestbreite [cm]	Mindestdicke [mm]
0-5	1	PVC; PVC/NBR ¹⁾	24	3,5
		Elastomer	24	8
		Fugenblech ²⁾	30	2
		Quellprofil ³⁾	2	7
5-20	2	PVC; PVC/NBR	32	4,5
		Elastomer	32	8
		Fugenblech ²⁾	35	2
über 20	3	PVC; PVC/NBR	50	6
		Elastomer	50	10
		Fugenblech	50	2

¹⁾ Kombinationsarbeitsfugenbänder (KAB) mit einer Breite von 15 cm sind für Wasserdruck bis 5 m WS dann zulässig, wenn beim Einbau die Mindesteinbindungstiefe von 3 cm sichergestellt ist und sie ein integriertes Quellprofil aufweisen. Bei einer beidseitigen Einbindung > 7 cm können diese Fugenbänder auch bis 10 m WS eingesetzt werden, wenn sie beidseitig mit einem integrierten Quellprofil ausgestattet sind. Ein entsprechendes Prüfzeugnis einer akkreditierten Inspektionsstelle unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen lt. Tabelle 8.7 ist vorzulegen.

²⁾ Beidseitig, vollflächig beschichtete Fugenbleche (Breite ≥ 15 cm) sind für den Wasserdruck bis 5 m zulässig, wenn beim Einbau eine Mindesteinbindungstiefe von 3 cm sichergestellt ist. Bei einer beidseitigen Einbindung > 7 cm können die vollflächig beschichteten Fugenbleche auch bis 10 m WS eingesetzt werden. Ein entsprechendes Prüfzeugnis einer akkreditierten Inspektionsstelle unter Berücksichtigung der Anforderungen lt. Tabelle 8.7 ist vorzulegen.

³⁾ In Kombination mit Injektionssystemen dürfen Quellprofile für jeden Wasserdruck verwendet werden.

Tabelle 8.9: Fugenbandklassen für Dehnfugenbänder © ÖBV Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wanne“

Wassersäule WS [m]	Fugenbandklasse	Material	Mindestbreite [cm]	Mindestdicke [mm]
0-5	1	PVC; PVC/NBR	24	4
		Elastomer	24	9
5-20	2	PVC; PVC/NBR	32	5
		Elastomer	32	12
über 20	3	Elastomer/Fugenblech	32	10/1
		PVC; PVC/NBR	50	6
		Elastomer	50	13
		Elastomer/Fugenblech	50	12/1

◀ **Bild 8.17 – 8.18:** Einbindung Fugenband in Bodenplatte

© Z+B/Schönbichler

® Kellerabdichtung

Fugenausbildung

Bei allen Fugenausbildungen in Betonkonstruktionen ist auf eine konsequente Durchbildung zu achten. Komplizierte Eckverbindungen und unvorteilhafte Krümmungen sind zu vermeiden. Eck-, Kreuz- und T-Verbindungen sind mittels vorgefertigter Formstücke herzustellen.

Nachstehende Kriterien für Fugenbänder, Quellbänder und nachinjizierbare Systeme werden empfohlen:

Fugenbänder

- Aus den Ausführungsplänen müssen Lage, Art und Führung der Fugen eindeutig ersichtlich sein. Das kann in komplizierten Fällen die Erstellung eigener Übersichtszeichnungen erfordern. Falls erforderlich, sind eigene Pläne für die Fugenbandführung zu erstellen.
- Transport, Lagerung und Einbau der Fugenbänder haben sach- und fachgemäß nach den Angaben des Herstellers zu erfolgen.

- Die Fugenbänder sind gemäß Richtlinien des Herstellers so einzubauen, dass sie beim Einbringen des Betons in ihrer Lage gesichert sind (Fugenbandhalterungen, Fugenbandkörbe etc.). Ein nachträgliches Eindrücken ist nicht zulässig.
- Kommen Fugeneinlagen (Schaumstoffplatten, Weichfaserplatten, Steinwolleplatten) zur Anwendung, so sind diese vollflächig ohne Zwischenräume zu verlegen. Die Verträglichkeit zwischen Fugeneinlage und Fugenbandmaterial ist sicherzustellen.
- Die Bewehrung ist so auszubilden, dass eine satte Umschließung des Fugenbandes mit Beton gewährleistet ist.
- Betoneinbau im Fugenbandbereich: Die Fugenbänder und die Fuge sind vor dem Betonieren zu reinigen und auf Beschädigungen zu kontrollieren.
- Die Arbeitsfuge ist vor dem Betonieren ausreichend vorzunässen.
- Zur Vermeidung von Fehlstellen und Kiesnestern ist eine Feinbetonvorlage zu verwenden.
- Beim Verdichten darf der Rüttler das Fugenband nicht berühren (Mindestabstand 10 cm).

Quellbänder

- Quellbänder sind nach den Angaben des Herstellers so einzubauen, dass sie im Frischbeton gegen Auftrieb gesichert sind.
- Die Fixierung der Quellbänder darf das Gefüge des Untergrundes nicht negativ beeinträchtigen (z. B. Gefügestörung durch mechanisches Befestigen).
- Das Korngerüst ist freizulegen, um eine Wasserunterwanderung der Betonschlempen hintanzuhalten. Die Fixierung auf dem Untergrund hat so zu erfolgen, dass auch im ungequollenen Zustand keine Umläufigkeit auftreten kann. Dies kann bei rauem Untergrund z. B. durch die Verwendung von Quellkitten, 1-komponentigen PU-Kitten oder 2-komponentigen Klebemörteln auf Epoxidharzbasis erfolgen.
- Das vorzeitige Quellen der Quellbänder vor dem Betonieren ist zu verhindern.
- Die Quellbänder sind in der Regel mittig im Betonquerschnitt anzuordnen. Ist dies nicht möglich, muss ein Mindestabstand von 10 cm zur Bauteiloberfläche eingehalten werden.

Bild 8.19: Einbindung Fugenband in Bewehrung

© Z+B/Schönbichler

8.19

® Kellerabdichtung



Bild 8.20: Beispiel für eine nachträgliche Injektion bei einer undichten Kellerwand © Lindner

Injektionssysteme

- Injektionssysteme sind als alleinige Abdichtungsmaßnahmen nicht zulässig.
- Wiederverpressbaren Injektionssystemen ist der Vorzug zu geben. Systemwahl und Verpressmaterial sind auf diese Anforderungen abzustimmen.
- Injektionssysteme sind nach Angaben des Herstellers einzubauen und zu verpressen.
- Das Injektionssystem muss gegen Auftrieb im Frischbeton sicher verankert werden.
- Die Positionierung des Injektionssystems, die Art der Befestigung und die Anzahl und Art der Injektionsanschlüsse sind zu planen und in der Ausführungsphase zu protokollieren.
- Die Injektionsarbeiten haben an zusammenhängenden Bauteilbereichen abschnittsweise, von einer Seite beginnend, zu erfolgen.
- Bei vertikal eingebauten Injektionssystemen erfolgt das Injizieren von unten nach oben.
- Zur Entlüftung ist das Injektionssystem von einer Seite aus mit Injektionsmaterial zu füllen, bis das Material am anderen Ende blasenfrei austritt. Nach dem Verschließen des Systemendes soll der Druck langsam und gleichmäßig gesteigert werden.
- Die Injektionsarbeiten sind sorgfältig zu dokumentieren.

® Kellerabdichtung

Geklebte Fugenbänder

- Der Untergrund muss rau, sauber und tragfähig sein. Dazu müssen Öl, Fett, lose Teile, Rückstände von Nachbehandlungsmitteln, alte Anstriche, die Zementhaut, Beschichtungen etc. entfernt werden. Die Vorbereitung des Untergrundes erfolgt je nach Art der Fläche, z. B. durch Schleifen, Sandstrahlen oder Ähnliches. Bei der Applikation muss der Untergrund trocken sein (max. 4 % der Masse). Die Abreißfestigkeit der Betonoberfläche hat mindestens 1,5 N/mm² zu betragen. Geklebte Fugenbänder sind dauerhaft vor Beschädigung zu schützen.
- Die Oberflächen- und Umgebungstemperatur müssen der Mindesttemperatur gemäß Verarbeitungsrichtlinie des Herstellers entsprechen, mindestens jedoch +5 °C betragen und mindestens 3 °C über der Taupunkttemperatur liegen.
- Geklebte Fugenbänder sind auf der Wasserseite der Baukonstruktion einzubauen. Falls die Wasserseite nicht zugänglich ist, können Fugenbänder auch auf der wasserabgewandten Seite angeordnet werden. In diesem Fall muss der auf die Fugenbänder wirkende Wasserdruck mit einer geeigneten Stützkonstruktion abgetragen werden.

beton Kellerbauen 113

Medieninhaber & Herausgeber

Verein Betonmarketing Österreich
c/o Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke (VÖB)
Gablenzgasse 3/5. OG, 1150 Wien
Tel.: +43 1 403 48 00 | E-Mail: office@voeb.co.at
www.betonmarketing.at

Hersteller

Zement + Beton Handels- u. Werbeges.m.b.H.
TU Wien Science Center, Franz-Grill-Straße 9, O 214, 1030 Wien
T: +43 1 714 66 85 - 0
www.zement.at

Herstellungs- und Verlagsort

Wien

Projektleitung

Reinhold Lindner, Technisches Büro für Bauphysik Lindner

Redaktion

Frank Huber, Zement + Beton
Reinhold Lindner, Technisches Büro für Bauphysik Lindner
Helmut Schöberl, Schöberl & Pöll

Autor

Reinhold Lindner, Technisches Büro für Bauphysik Lindner

Lektorat

Cathérine Stuzka, Zement + Beton

Grafisches Konzept und Ausarbeitung

Susanne Teschner, Zement + Beton

Druck

Samson Druck, 5581 St. Margarethen 171

1. Ausgabe, März 2018

Bühne frei für den Keller aus Beton.



Träume brauchen Räume.

Die schafft ein Keller für das ganze Haus: Neben Stauraum werden hier auch Träume von Musik- oder Partyraum wahr – Lärmschutz inklusive! Darüber hinaus sorgt das Raumwunder Keller in einem Gebäude aus Beton ganzjährig für ein gutes Raumklima.

www.betonmarketing.at



Ein Keller bietet nicht nur große, trockene Flächen für modernste Haustechnik oder zum Abstellen von Geräten und Werkzeugen, sondern macht auch Platz für neue Wohn(t)räume. Damit sich diese Wohnräume auch wirklich nachhaltig erfüllen, ist eine gründliche Planung des Kellers genauso wichtig wie die des ganzen Hauses.

Fachmännisch ausgeführt und gut gedämmt punktet ein unterkellertes Haus mit einem deutlich besseren Raumklima, weil die Masse des Kellers und seine große Berührungsfläche zum Erdreich als Wärmepuffer wirken. Zementgebundene Baustoffe eignen sich hervorragend zur Errichtung von Kelleraußenwänden.

Unser Buch „**Kellerbauen – Sorgfältig geplant | richtig ausgeführt**“ begleitet Schritt für Schritt durch alle wichtigen bautechnischen Bereiche des Kellerbaus.