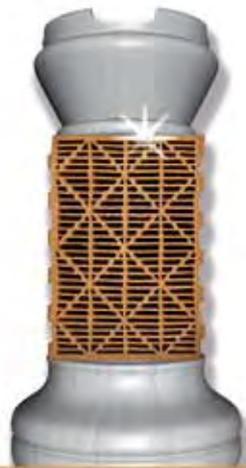
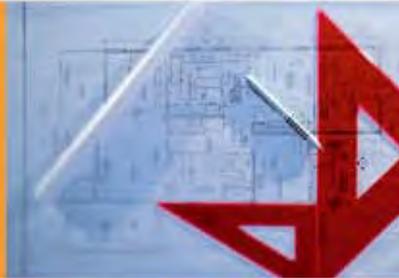


Ziegel-Keller.

Infobroschüre für Bau-Fachleute.



Planung und Ausführung.



Ziegel. Ein echtes Stück Zukunft.

**mein
ziegelhaus**®
... ein starker Verbund.

Zum Haus gehört ein Ziegelkeller

Hochwertig nutzbare Räume im Untergeschoss

Hochwertig nutzbare Nebenräume erweitern den Lebensraum. Zum eigenen Haus gehört deshalb unbedingt ein Keller. Nahezu 80 Prozent aller Bauherren entscheiden sich für ihn. Sie wissen, die deutlich höhere Lebensqualität in einem Eigenheim liegt nicht zuletzt an seinen reichlichen Nebenräumen.

Ziegelkeller aus den Naturstoffen Lehm und Ton sind warm, trocken und glänzen durch alle Voraussetzungen für eine behagliche Raumluft. Stimmen die Raumhöhe und die Belichtung, stehen dem Hausbesitzer im Ziegelkeller große und preisgünstige Flächen für Fitness, Wellness, Sauna, Hobbys, Arbeit und Gäste zur Verfügung. Kinder lieben großzügige Spiel- und Sporträume, wo sie an feuchtkalten Tagen laut toben oder Feste feiern können.

Ein Ziegelkeller steigert nicht nur die Lebensqualität. Er vergrößert auch überproportional den Wert des Hauses bei einem eventuellen Verkauf. Das beweisen nicht nur Maklerumfragen.

Damit der Keller immer trocken ist, muss allerdings die Abdichtung gegen Feuchte bzw. Wasser aus dem Erdreich- und der Tauwasserschutz stimmen. Hochwertig genutzte Keller müssen beheizbar sein. In diesem Fall muss der Wärmeschutz den Anforderungen der Energieeinsparverordnung genügen. Egal wie ein Keller genutzt wird, der Ziegelkeller ist eine kostengünstige und hochwertige Lösung.

Die Vorteile eines Ziegelkellers auf einen Blick:

- Mehr Platz für viele Aktivitäten
- Platz für die Haustechnik mit Wärmeerzeuger
- Warmwasserspeicher, Brennstofftanks usw. akustisch von den Wohngeschossen getrennt
- Frostsichere Abstellflächen
- Besserer Werterhalt der Immobilie
- Besserer Schallschutz zwischen Reihen- und Doppelhäusern

**mein
ziegelhaus**®
... ein starker Verbund.



Wärme- und Tauwasserschutz

Wie hoch der Wärmeschutz eines Kellers sein soll, richtet sich nach seiner Nutzung und dem Energiesparniveau des übrigen Hauses.

Tauwasserschutz im Nutzkeller

Ein großer Teil der Feuchtigkeitsprobleme im Keller beruht nicht auf fehlerhaften Abdichtungen, sondern auf unzureichendem Tauwasserschutz. Neben der Belüftung ist deshalb auf ausreichenden Wärmeschutz zu achten.

Als Mindestwärmeschutz im Untergeschoss sollte im Keller ein Wärmedurchlasswiderstand von $R = 0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$ vorhanden sein (vgl. DIN 4108-2, Ziffer 5.2.3). Weil Mauerwände aus Wärmedämmziegeln diese Anforderung automatisch einhalten, verlangt DIN 4108-3 „Klimabedingter Feuchteschutz“ bei Kelleraußenwänden aus einschaligem Mauerwerk mit außenliegender Perimeterdämmung (z.B. ein 3 cm dicker Anfüllschutz aus Hartschaumplatten) keinen rechnerischen Nachweis auf Tauwasserfreiheit.

Gemäß der in Kürze zu erwartenden Neufassung dieser Norm kann auf den Tauwassernachweis verzichtet werden, wenn im Untergeschoss Wohnraum ähnliche Temperaturen und relative Luftfeuchtigkeiten eingehalten werden.

Für Kelleraußenwände empfehlen wir:

Ziegelbezeichnung	Wärmeleitfähigkeit λ	U-Werte der Kellerwand in $\text{W/m}^2\text{K}$ (ohne zusätzliche Dämmung durch Schutzplatte) bei Wanddicke F			
Thermo Plan		30,0 cm	36,5 cm	42,5 cm	49,0 cm
T16	0,16	0,49	0,41	0,36	0,31
T14	0,14	0,44	0,36	0,31	0,27
T12	0,12	0,38	0,31	0,27	0,24
T11	0,11	0,35	0,29	0,25	0,22

Um Wärmebrücken vorzubeugen und damit eine Schimmelpilzbildung zu verhindern, empfehlen wir auch bei nicht beheizten Kellern ebenfalls Wärmedämmziegel einzusetzen.

Der beheizbare oder teilweise beheizbare Keller

Hochwertig nutzbare, und damit beheizbare Keller haben viele Vorteile. Sie sind kaum teurer als der unbeheizte Keller, aber

- erweitern den Lebensraum des Hausbesitzers
- verbessern die Energiebilanz
- steigern den Wert der Immobilie

Verbesserung der Energiebilanz

Weil das Erdreich wie eine Zusatzdämmung wirkt, sind die Wärmeverluste des Untergeschosses im Vergleich zu den an Außenluft grenzenden Bauteilen verhältnismäßig niedrig. Das verbessert die Energiebilanz des Gebäudes, denn der rechnerische Nachweis nach ENEC berücksichtigt, dass die Temperaturdifferenzen zwischen innen und außen geringer sind.

Zusätzlich sinkt die Anlagenaufwandszahl e_p , wenn die beheizbare Fläche größer wird und die Heizungsanlage im wärmegeprägten Bereich steht. Mit der Anlagenaufwandszahl sinkt auch der rechnerische Jahresprimärenergiebedarf des Gebäudes. Der beheizbare Keller erleichtert deshalb, die hohen Anforderungen an KfW-60- oder KfW-40-Häuser zu erfüllen.

Tauwasserschutz im Sommer

Außerhalb der Heizperiode können auch wärmegeprägte Kelleraußenwände so kühl werden, dass sich auf ihnen Tauwasser niederschlägt. Bauherren sollten daher darauf hingewiesen werden, dass sie an schwülwarmen Tagen das Untergeschoss nur morgens belüften. Die Außenluft enthält morgens nach der nächtlichen Taubildung nur wenig Wasserdampf.

Wie in den Wohngeschossen muss der Wasserdampf der Raumluft durch Querlüftung entfernt werden. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die Oberfläche von Ziegelmauerwerk auch bei der Erreichung des Taupunktes trocken bleibt. Ziegel nehmen aufgrund ihrer Kapillarität kurzfristig anfallendes Tauwasser auf.

Abdichtung des Ziegelkellers

Voraussetzung für die hochwertige Nutzung des Untergeschosses ist ein zuverlässiger Feuchteschutz. Feuchte im Keller hat zwei Ursachen: Unzureichender Tauwasserschutz bei zu geringer Wärmedämmung oder mangelhafte Bauwerksabdichtung. Bauwerksabdichtungen regelt DIN 18195.

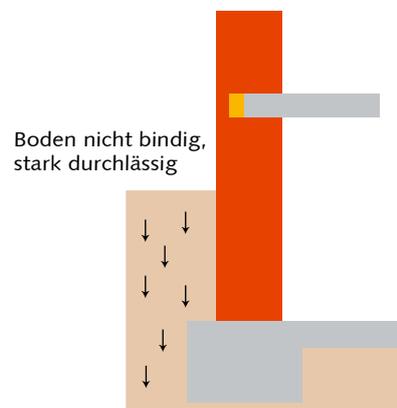
Lastfälle der Feuchtebeanspruchung

DIN 18195 unterscheidet Bodenfeuchtigkeit, nichtstauendes Sickerwasser, vorübergehend aufstauendes Sickerwasser und drückendes Wasser.

Lastfall A und B: Bodenfeuchtigkeit u. nichtstauendes Sickerwasser, (DIN 18195-4)

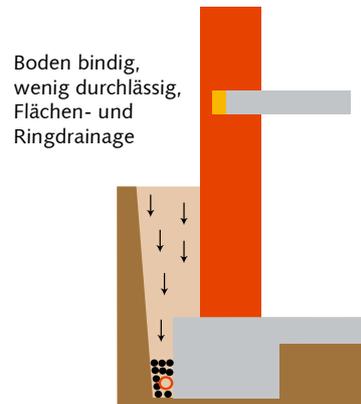
Das Baugelände besteht bis zu ausreichender Tiefe unter der Fundamentsohle und auch das Verfüllmaterial der Arbeitsräume aus nichtbindigen Böden (Sand, Kies, Splitt). Feuchtigkeit versickert ohne anzustauen. Bei bindigen Böden muss eine Drainage nach DIN 4095, deren Funktionsfähigkeit auf Dauer sichergestellt ist, das Schichten- und Hangwasser abführen.

Lastfall Bodenfeuchte DIN 18195-4



Bodenfeuchtigkeit und Sickerwasser

Lastfall nicht stauendes Sickerwasser DIN 18195-4



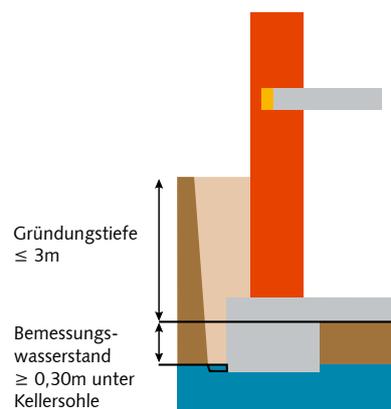
Eine Drainage gewährleistet auch bei bindigen Böden nichtstauendes Sickerwasser

Lastfall C: Stauendes Sickerwasser (DIN 18195-6):

Ohne funktionsfähige Drainage ist bei bindigen Böden von vorübergehend stauendem Sickerwasser auszugehen. Dieser Lastfall darf nur angesetzt werden bei

- Gründungstiefen bis 3,0 m unter Geländeoberkante
- Unterkante Kellersohle mindestens 0,3 m über dem höchsten Grundwasserstand/Hochwasserstand.

Lastfall aufstauendes Sickerwasser DIN 18195-6



Lastfall D: Von außen drückendes Wasser (DIN 18195-6):

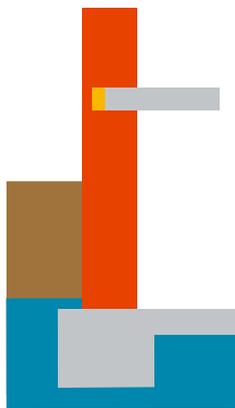
Von diesem Lastfall ist auszugehen bei

- Grundwasser
- Schichtenwasser
- stauendem Sickerwasser

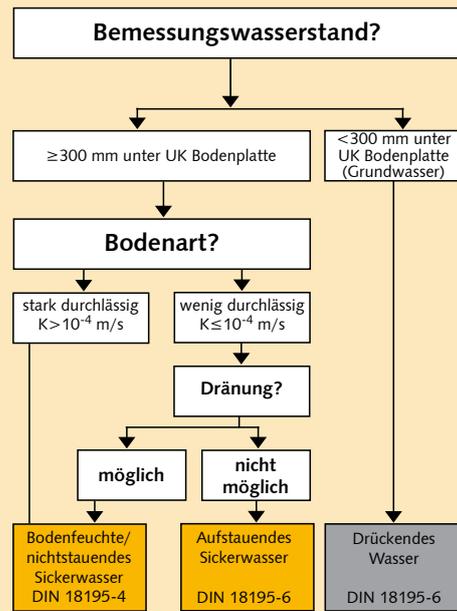
unabhängig von Gründungstiefe, Eintauchtiefe und Bodenart.

Lastfall drückendes Wasser DIN 18195-6

Bemessungswasserstand $\leq 30\text{cm}$ unter Kellersohle



Ermittlung des Lastfalles bei erdberührten Flächen (Wände/Bodenplatten) nach DIN 18195, Ausgabe 2000-08



■ Abdichtungen mit KMB u. KSK nach DIN 18195

■ Abdichtung mit heiß verklebten Bitumenbahnen, selbstklebenden EPDM-Dichtungsbahnen, deren Stöße verschweißt sind oder zugelassenen KSK-Systemen



Abdichtung des Ziegelkellers

Abdichtungssysteme

Für die Abdichtung gemauerter Keller eignen sich kunststoffmodifizierte Bitumen-Dickbeschichtungen (KMB), kalt selbstklebende Bitumenbahnen (KSK) und selbstklebende Bitumen/Kautschuk Dichtungsbahnen (EPDM).

Beim Lastfall „drückendes Wasser“ muss die Abdichtung des Ziegelkellers mit heiß verklebten Bitumenbahnen, selbstklebenden EPDM-Dichtungsbahnen, deren Stöße verschweißt sind, oder zugelassenen KSK-Systemen erfolgen. Wegen seiner einfachen und schnellen Ausführung empfehlen wir bei anstehendem Grundwasser das SECASEAL-Kellersystem mit selbstklebenden EPDM-Dichtungsbahnen oder das FUTHENE-Dichtungsbahn-System.

Kunststoffmodifizierte Bitumen-Dickbeschichtungen

Kunststoffmodifizierte Bitumen-Dickbeschichtungen bestehen aus spachtel- oder spritzbarem emulierten Bitumen. Nach dem Aushärten bilden sie eine geschlossene, viskoelastische Haut. Sie lassen sich leicht bei Temperaturen oberhalb 5°C verarbeiten.



Foto: Remmers Bauchemie
Aufbringen einer Abdichtung mit Bitumen-Dickbeschichtung

Untergrund

Bitumen-Dickbeschichtungen erfordern einen geschlossenen Untergrund, weil das elasto-plastische Bitumen unter Druck in zu breite Fugen fließt und die Abdichtung ausdünn. Diese kann dadurch ihre vorgeschriebene

Schichtdicke verlieren. Größere Fehlstellen im Mauerwerk müssen deshalb mit Mörtel verstrichen sein. Besonders wichtig ist dies bei zeitweilig stauendem Sickerwasser. Bitumen-Dickbeschichtungen benötigen eine Grundierung, z.B. durch eine bituminöse Kratzspachtelung. Diese schließt kleinere Fehlstellen und gewährleistet eine gleichmäßige Schichtdicke.

Schichtdicke

Die Beschichtung sollte beim Lastfall „Bodenfeuchte“ nach dem Austrocknen mindestens 3 mm, beim Lastfall „vorübergehend stauendes Sickerwasser“ mindestens 4 mm dick sein. Um eine gleichmäßige Schichtdicke zu gewährleisten, ist sie in zwei Arbeitsgängen frisch in frisch aufzubringen. Nach dem ersten Arbeitsgang ist beim Lastfall „vorübergehend stauendes Sickerwasser“ eine Verstärkungslage einzubetten. Die zweite Schichtlage darf in diesem Fall erst aufgebracht werden, wenn die erste Lage so weit durchgetrocknet ist, dass sie nicht beschädigt werden kann.

Dass sich bituminöse Dickbeschichtungen sehr einfach auf die Kellerwand auftragen lassen, kann Handwerker zur Nachlässigkeit verführen. Sie sollten deshalb sorgfältig eingewiesen und geschult sein. Die Schichtdicken sind durch Messung der Nassschichtdicke zu prüfen. DIN 18195-3 fordert mindestens 20 Messungen je Ausführungsobjekt bzw. mindestens 20 Messungen je 100 m² Abdichtungsfläche. Zusätzlich ist die Durchtrocknung an Referenzproben zu überwachen. Dazu wird z.B. auf einem Ziegel die Dickbeschichtung zum gleichen Ausführungszeitpunkt wie die Wand beschichtet und unter gleichen Witterungsbedingungen in der Baugrube gelagert. Der Durchtrocknungszustand und somit der Zeitpunkt der Baugrubenverfüllung kann so überprüft werden.

Kaltselbstklebende Bitumenbahnen (KSK)

Bei den kaltselbstklebenden Dichtungsbahnen handelt es sich meistens um Bitumen-Dichtungsbahnen, die einseitig auf einer reissfesten HDPE-Trägerfolie aufgebracht sind. KSK-Bauwerksabdichtungen nach DIN 18195-2, Tabelle 10 dienen der Abdichtung von Bauwerken im Sinne der DIN 18195 Teil 4 Bodenfeuchtigkeit, - Teil 5 – 7.2 nicht-drückendes Wasser – mäßige Beanspruchung.

Für Abdichtungen im Sinne der DIN 18195 – Teile 4 und 5 muss die Abdichtung mindestens 1-lagig ausgeführt werden. KSK-Systeme mit allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis entsprechend der Landesbauordnungen sind einlagig zugelassen im Sinne der DIN 18195-5 – 7.3 hohe Beanspruchung und zeitweise aufstauendes Sickerwasser im Sinne der DIN 18195- 6. Gegen von aussen bzw. von innen drückendes Wasser im Sinne der DIN 18195 Teil 6 und Teil 7 muss die Abdichtung 2-lagig als Wannenkonstruktion ausgeführt werden. In allen Abdichtungsbereichen der DIN 18195 Teile 4 bis 7 eingesetzt werden kann beispielweise das FUTHENE-Dichtungsbahn-System.

Anwendung

KSK-Bahnen eignen sich für alle Lastfälle. Sie müssen allerdings für aufstauendes Sickerwasser und drückendes Sickerwasser sowie für drückendes Wasser zugelassen sein, bzw. über ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis ihre Eignung nachgewiesen haben. Sie lassen sich bis -5°C verarbeiten und sind ohne Wartezeit sofort wasser- und schlagregendicht. Die Baugrubenverfüllung kann direkt nach dem Aufbringen der Schutzschicht erfolgen.

Als mechanischer Schutz der Abdichtung sollte ein Schutzvlies (Vliese nach DIN 61210 bzw. Geotextilien aus Chemiefasern, mind. $300\text{g}/\text{m}^2$, mind. 2mm dick) oder entsprechende Wärmedämmplatten verwendet werden. Noppenbahnen sind für diesen Einsatzzweck ungeeignet, da Sie über die punktuelle Druckbelastung der Bauwerksabdichtung beim Befüllen der Baugrube eine Beschädigung der Bauwerksabdichtung auslösen können. Es ist darauf zu achten, dass ein Abschlussystem für OK-Keller bzw. Bodenplattenabschluss lt. DIN zum Einsatz kommt.

Untergrund

Der Untergrund muss tragfähig, weitgehend eben, frei von Fehlstellen, klaffenden Rissen und Graten und staubfrei sein. Die Flächen dürfen keine Reste von Öl, Fett oder Zementschlempe aufweisen. Kanten sind zu runden. Vor dem Aufbringen der Bahnen ist der Untergrund mit einem kaltflüssigen Voranstrich zu versehen.



Foto: btf-GmbH

Abdichtung mit kaltselbstklebenden Dichtungsbahnen

Ist der Voranstrich trocken, werden die Bahnen nach Abziehen des Trennpapiers oder der Trennfolie flächig auf die Wand geklebt und gleichmäßig angedrückt. An den Überlappungen muss das Andrücken mit einem Hartgummiroller erfolgen. Um das Ausrichten zu erleichtern, erfolgt das Abrollen zunächst zur Hälfte der Bahn.



Foto: btf-GmbH

Abdichtung mit kaltselbstklebenden Dichtungsbahnen

An senkrechten Flächen sollten die Bahnen nicht breiter als 1,1 m sein. Das Abdichten der Ecken, z.B. Übergang Wand/Fundament oder in der Wandfläche, muss durch Formstücke erfolgen. Ebenso große Sorgfalt erfordert das Eindichten von Hauseinführungen.

Abdichtung des Ziegelkellers

EPDM-Dichtungsbahnen

Bei EPDM-Dichtungsbahnen handelt es sich um, mit einem Glasgewebe verstärkte, Elastomer-Bahnen aus EPDM (Ethylen/Propylen/Dien-Kautschuk).

Sie sind gummielastisch und lassen sich thermisch nicht mehr verformen. Sie enthalten keine flüchtigen Weichmacher, sind insbesondere alterungs- und ozonbeständig und ausgesprochen resistent gegen Witterungs- und Umwelteinflüsse. EPDM-Bahnen schrumpfen nicht und weisen im Temperaturbereich von -30°C bis $+120^{\circ}\text{C}$ eine hohe Flexibilität auf. Die Bahnen entsprechen DIN 7864 - Teil 1 und DIN 4102 – Teile 1 und 7.

Als Abdichtungssystem im Sinne der DIN 18195 können EPDM-Bahnen für alle Lastfälle verwendet werden. Für zeitweise aufstauendes Sickerwasser und drückendes Wasser müssen die Bahnen heiß verschweißt werden. Baupraktisch bewährt hat sich der Systemanbieter SECA-SEAL®.

Abdichtung bei drückendem Wasser

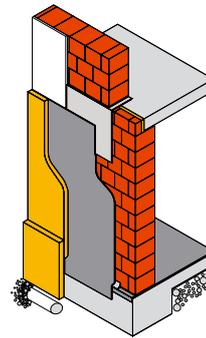
Für gemauerte Keller, die teilweise oder zeitweise im Grundwasser stehen, ist der SECASEAL®-System-Keller eine wirtschaftliche und zuverlässige Lösung. Bei diesem System wird der Ziegelkeller rundum mit EPDM-Dichtungsbahnen umhüllt. Die Dichtung unter der Bodenplatte übernehmen lose auf der Sauberkeitsschicht verlegte, untereinander verschweißte EPDM-Bahnen. Selbstklebende EPDM-Dichtungsbahnen dichten die Kellerwände. Die horizontalen und vertikalen Abdichtungen werden miteinander verschweißt. Alle Rohrdurchführungen sind systemgerecht in die Abdichtung eingebunden. Diese ausführungssichere Abdichtung hat sich auch bei den hohen Feuchtebeanspruchungen von drückendem Wasser zuverlässig bewährt.



Abdichtung mit selbstklebenden EPDM-Dichtungsbahnen

Schutz der Abdichtung

Jede Abdichtung ist gegen Beschädigungen zu schützen. Geeignet sind z.B. Kunststoff-Noppenbahnen, Dränplatten aus haufwerksporigem Polystyrol oder Wärmedämmplatten. Die Schutzschichten sind so anzubringen, dass die Abdichtung bei Setzen des Füllbodens nicht beschädigt wird. Einige Produkte sind deshalb mit Gleitschichten versehen.



Die Abdichtung ist gegen Beschädigungen zu schützen.

Besonders zu beachten

Außenecken, Innenecken, Hohlkehlen, Durchdringungen und Dehnungsfugen sind die Hauptschwachpunkte von Abdichtungen. Systembedingt sind Dickbeschichtungen an Außenecken, Innenecken und Hohlkehlen gegen Ausführungsfehler empfindlicher als in der Fläche. Eine bereichsweise eingelegte Gewebearmierung schafft z.B. an Gebäudeecken mehr Sicherheit.

Hauseinführungen sind nicht nur durch Feuchtigkeit, sondern auch durch Gebäudesetzungen und Bodenverdichtung belastet. Bei Fernwärmeversorgungsleitungen kommen Temperaturdehnungen hinzu. Entsprechend sorgfältig sind sie auszuführen. Vorgefertigte Durchführungssysteme mindern die Ausführungsempfindlichkeit. Sie sind vor allem bei hohen Feuchtebelastungen zu empfehlen.

Horizontalsperre

Unterhalb der Bodenplatte setzt der Systemgedanke bereits ein. Auf der glatt abgezogenen Sauberkeitsschicht wird die 3 mm dicke EPDM-Abdichtungsbahn verlegt und die Stöße der Bahnen im „Thermoschweißverfahren“ verbunden. Zum Schutz der EPDM-Abdichtungsbahn gegen Beschädigungen und zur Wärmedämmung der Bodenplatte, wird eine Lage Perimeterdämmplatten verlegt.

Im Fundamentbereich muss unter der ersten Steinlage eine Horizontalsperre gegen aufsteigende Feuchtigkeit schützen. Sie kann aus einer Bitumen-Dachbahn R 500 oder aus Dichtungsschlämme bestehen und ist sorgfältig an die vertikale und horizontale Abdichtung anzuschließen. Beide müssen mit der Wandabdichtung überlappen. Die Abdichtung mit einer Dichtungsschlämme ist nicht in DIN 18195 geregelt. Wir halten dies für eine handwerklich ausführungssichere Lösung, die aber unter den Vertragspartnern zu vereinbaren ist.

Vertikale Feuchtigkeitssperre

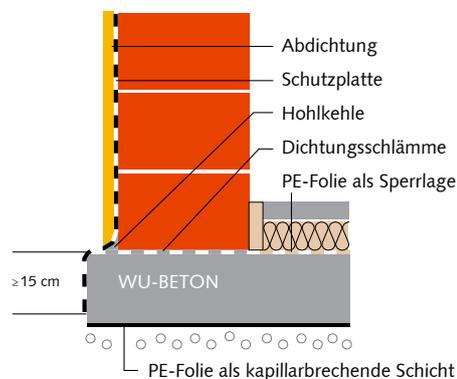
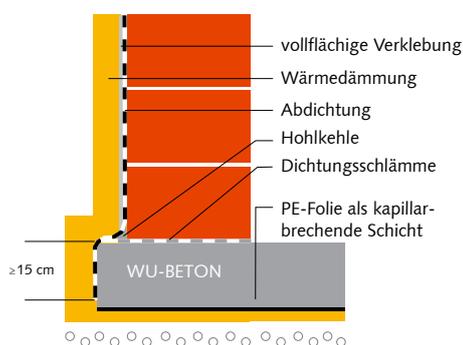
Mit einer für die vertikale Einbaulage optimierten 3 mm EPDM-Abdichtungsbahn, werden die Kelleraußenwände abgedichtet. Am Fußpunkt werden anschließend die vertikale und die horizontale EPDM-Abdichtungsbahn miteinander verschweißt. Dies geschieht wiederum im „Thermoschweißverfahren“.

Außen- / Innenwände

Die Außenwände des Kellers werden in wärmedämmenden Planziegeln erstellt. Hierdurch werden die Forderungen an Wärmeschutz und Statik optimal erfüllt. Für den Bereich der Innenwände werden sinnvollerweise Plan-Hochlochziegel verarbeitet. Durch die Kapillarität der Ziegel wird die rohbaubedingte Feuchte in kürzester Zeit herausgetrocknet.

Abdichtung der Kellersohle

Kellersohlen aus wasserundurchlässigem Beton benötigen keine weitere Abdichtung. Bei hochwertiger Kellernutzung ist es jedoch sinnvoll, auf dem WU-Beton eine Dampfbremse, z.B. eine PE-Folie, zu verlegen. Sie verhindert, dass überschüssiges Anmachwasser aus dem Beton in evtl. feuchteempfindliche Bodenbeläge eindiffundiert.



Abdichtung des Ziegelkellers

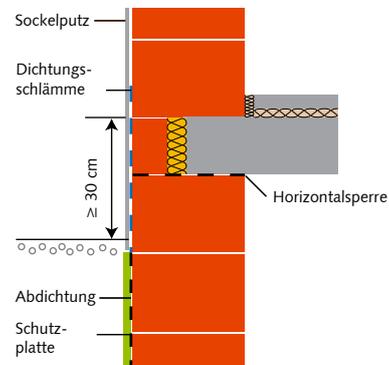


Foto: Doyma/Deitermann
Abdichten von Hauseinführungen

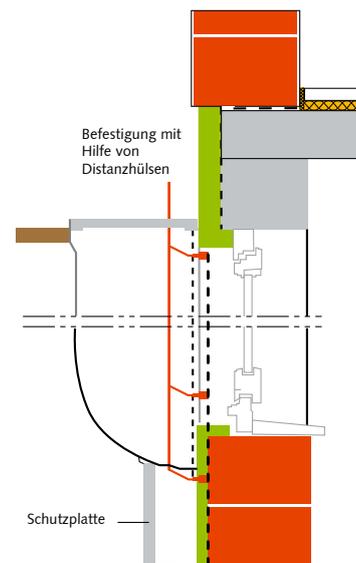
Kellersohlen aus „normalem“ Stahlbeton benötigen eine kapillarbrechende Schicht unter der Bodenplatte. Um die Diffusion von Wasserdampf aus dem Erdreich zu bremsen, sollte bei hochwertiger Kellernutzung auf der Bodenplatte eine Sperrlage, z.B. aus kaltselfstklebenden Bitumenbahnen, aufgebracht sein. Diese Ausführung ist nur bei geringen Feuchtebelastungen sinnvoll. Bei vorübergehend aufstauendem Sickerwasser muss auf der Betonsohle eine Abdichtungslage vorgesehen werden.

Sockelbereich

Für den Putz im Spritzwasserbereich sind bituminöse Abdichtungen als Putzgrund zu weich. Besser eignen sich zementgebundene Dichtungsschlämme, die bis mindestens 10 cm unter die erdberührte Bitumen-Dickbeschichtung reichen.



Bei der Befestigung von Lichtschächten sind für das Ziegelmauerwerk geeignete Dübel zu verwenden. Zu unterscheiden sind befahrbare und nicht befahrbare Lichtschächte.

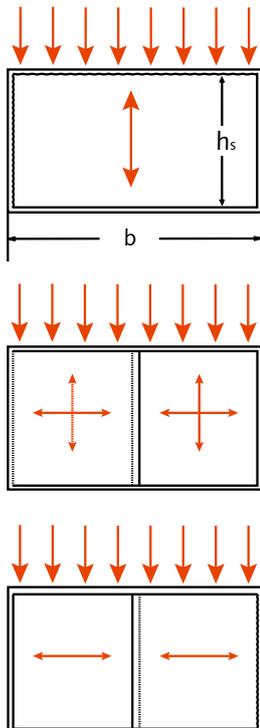


Standsicherheit

Für alle Kellerwände eignen sich genormte Ziegel nach DIN EN 771 - Teil 1 sowie bauaufsichtlich zugelassene Ziegel. Als Mauermörtel sind sowohl Normalmörtel, als auch Leicht- und Dünnbettmörtel zulässig. Die Stoßfugen dürfen bei unbewehrtem Mauerwerk entsprechend DIN 1053-1 verzahnt, vermörtelt oder teilvermörtelt sein.

Der Standsicherheitsnachweis ist nach DIN 1053-1 zu führen. Im Regelfall wird Mauerwerk nur als einachsig gespannt, in vertikaler Richtung abtragend nachgewiesen. Bei großen horizontalen Beanspruchungen, z.B. durch hohe Erdanschüttung oder Grundwasser, können aussteifende Querwände, Pfeilervorlagen oder Stützen die Tragfähigkeit der Außenwände vergrößern.

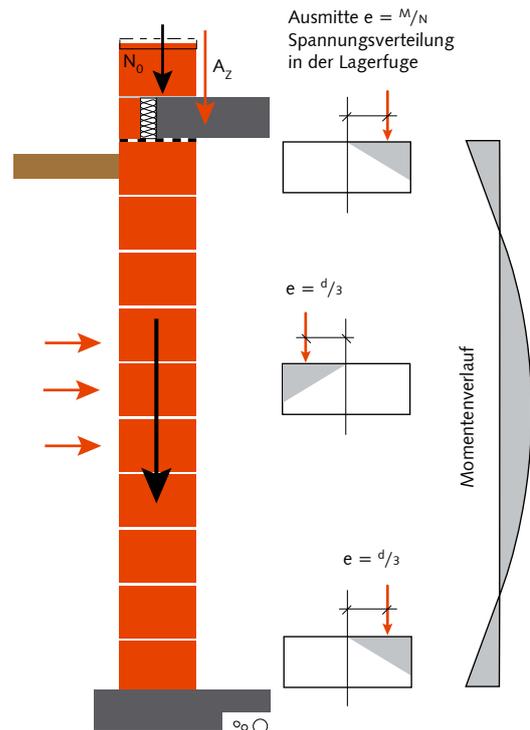
In 2007 wird die auf dem Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte beruhende DIN 1053-100 erscheinen. Die Anwendung von DIN 1053-1 und DIN 1053-100 wird für einige Jahre alternativ zulässig sein. Dieser Broschüre liegt die bewährte DIN 1053-1 zugrunde.



Spannrichtungen gemauerter Kellerwände, einachsig vertikal, zweiachsig, einachsig horizontal

Vertikale Lastabtragung

Horizontallasten, vor allem aus Erddruck, erzeugen im Mauerwerk Biegezugspannungen, die durch ausreichende vertikale Auflasten überdrückt werden müssen.



Auflasten erhöhen die Tragfähigkeit der gemauerten Kellerwand gegenüber Erddruck

mein ziegelhaus®
... ein starker Verbund.

Ziegel. Ein echtes Stück Zukunft.

Standsicherheit

Obwohl bei Ziegelmauerwerk der i.d.R. gute Haftverbund zwischen Ziegel und Mörtel die Aufnahme von Zugspannungen ermöglicht, dürfen beim Nachweis nach DIN 1053-1 senkrecht zur Lagerfuge keine Zugspannungen angesetzt werden. Die Größe der maximal zulässigen Horizontallasten ergibt sich aus der maximal zulässigen Exzentrizität von 1/3 der Wanddicke. Diese hängt wiederum von der Auflast der Wände ab.

Nachweisverfahren in DIN 1053-1

DIN 1053-1 bietet zwei vereinfachte Verfahren an, bei deren Anwendung der Nachweis auf Erddruck entfallen darf. Beide Verfahren müssen folgenden Randbedingungen genügen:

- Lichte Höhe der Kellerwand $h_s \leq 2,60$ m, Wanddicke $d \geq 240$ mm.
- Kellerdecke wirkt als Scheibe und kann die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen.
- Verkehrslast auf der Geländeoberfläche ≤ 5 kN/m², Geländeoberfläche steigt nicht an und die Anschütthöhe h_e ist nicht größer als die Wandhöhe h_s .
- Kein dauernd einwirkendes Grundwasser

Kellerwände werden in der Regel für aktiven Erddruck bemessen. Es ist im Einzelfall zu prüfen, ob diese Annahme berechtigt ist, z.B. bei bindigen Böden, Einsatz von starken Verdichtungsgeräten o.ä. Den vereinfachten Nachweisverfahren in DIN 1053-1 liegt der aktive Erddruck zu Grunde.

Hochkeller vermindern die Lasten aus Erddruck. Eine über dem Gelände liegende Kellerdecke vereinfacht zusätzlich die Belichtung des Untergeschosses.

Verfahren 1

Die ständige Auflast N_0 (also ohne Verkehrslast) der Kellerwand unterhalb der Kellerdecke liegt innerhalb folgender Grenzen:

$$\max N_0 \geq N_0 \geq \min N_0$$

Damit werden unzulässige Exzentrizitäten vermieden,

Zuspannungen werden überdrückt. Die Einhaltung der zulässigen Druckspannungen im Mauerwerk wird überprüft mit dem Nachweis

$$\max N_0 = 0,45 \cdot d \cdot \sigma_0$$

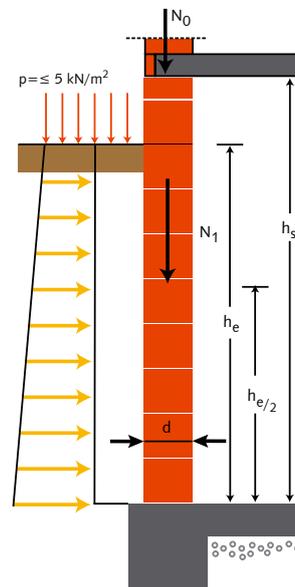
Es bedeuten:

h_s : lichte Höhe der Kellerwand

h_e : Höhe der Anschüttung

d : Wanddicke

σ_0 : Grundwert der zulässigen Druckspannung



Lastannahmen und Bezeichnungen

Die Mindestauflasten $\min N_0$ für das vereinfachte Nachweisverfahren nach DIN 1053-1 (Tabelle 1) gewährleisten die Einhaltung der zulässigen Exzentrizität in der Kellerwand. Der Nachweis, dass N_0 unter $\max N_0$ liegt, gewährleistet wiederum, dass die zulässigen Druckspannungen in der Wand nicht überschritten werden. Ein zusätzlicher Knicksicherheitsnachweis ist bei Einhaltung dieser Randbedingungen nicht erforderlich, die Schlankheit ist gering.

Tabelle 1: min N_0 für Kellerwände
(nach DIN 1053-1, Tabelle 8)

Wand- dicke d [mm]	min N_0 [kN/m] bei einer Höhe der Anschüttung h_s von			
	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m
240	6	20	45	75
300	3	15	30	50
365	0	10	25	40
490	0	5	15	30

Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren.

Zweiachsige Lastabtragung

Bei großen Anschütthöhen und geringen Auflasten lässt sich der Standsicherheitsnachweis unter der Annahme zweiachsiger Lastabtragung führen. Querwände, Pfeilervorlagen oder statisch nachgewiesene Bauteile, z.B. bewehrte und ausbetonierte Ziegel-U-Schalen, steifen im lichten Abstand b von maximal der doppelten lichten Höhe des Untergeschosses h_s die Außenwände aus.

Entsprechend DIN 1053-1 dürfen die erforderlichen Auflasten bei zweiachsiger Lastabtragung wie folgt reduziert werden, Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren:

für $b \leq h_s$

$$N_{1, \text{zweiachsig}} \geq 1/2 \times \min N_{0, \text{einachsig}}$$

$$N_{0, \text{zweiachsig}} \geq 1/2 \times \min N_{0, \text{einachsig}}$$

für $b \geq 2 h_s$

$$N_{1, \text{zweiachsig}} \geq \min N_{0, \text{einachsig}} \quad N_{0, \text{zweiachsig}} \geq \min N_{0, \text{einachsig}}$$

Verfahren 2

Mit dem „genaueren Berechnungsverfahren“ von DIN 1053-1 lassen sich die Wandeinspannungen in Fundament und Kellerdecke genauer ermitteln. Auf dieser Basis erarbeitete Dipl.- Ing. Hammes, Aachen, die folgenden Bemessungstabellen mit Variation der Verkehrslast p auf der Geländeoberfläche und den Böschungswinkeln.

Die Ergebnisse zeigen, dass Ziegelwände teilweise deutlich geringere Auflasten als nach dem Verfahren 1 erfordern.

Bemessungstabellen für Ziegelkeller

Mindestauflaste min N_0 für Kellerwände

Nachweis von einachsig gespannten gemauerten Kellerwänden.

Erforderliche Belastung min N_0 in kN/m am Wandkopf von Einstein-Kellermauerwerk mit unvermörtelten Stoßfugen unter aktivem Erddruck (kein hydrostatischer Druck).

Folgende Rechenwerte liegen den Tabellen zu Grunde:

Ziegelfestigkeitsklasse 6

Ziegelrohrichteklasse 0,8 Kg/dm³

Mörtelgruppe IIa

Wandreibungswinkel $\varphi = 0^\circ$

Bodenwichte 19,00 kN/m³



Standsicherheit

Erforderliche Auflast N_0 in kN/m am Wandkopf von
Kellermauerwerk unter Erddruck (kein hydrostatischer
Druck)

Lichte Kellerhöhe $h_s = 2,63$ m;
Verkehrslast $p = 1,5$ kN/m²

Anschütt- höhe h_0 (m)	Böschungswinkel $\beta = 0^\circ$ Wanddicken d in cm			Böschungswinkel $\beta = 15^\circ$ Wanddicken d in cm			Böschungswinkel $\beta = 30^\circ$ Wanddicken d in cm		
	30,0 ¹⁾	36,5 ²⁾	49,0 ³⁾	30,0 ¹⁾	36,5 ²⁾	49,0 ³⁾	30,0 ¹⁾	36,5 ²⁾	49,0 ³⁾
1,00	-	-	-	-	-	-	4,99	1,78	-
1,10	0,35	-	-	1,61	-	-	7,97	4,28	-
1,20	1,91	-	-	3,46	0,62	-	11,31	7,08	1,19
1,30	3,62	0,80	-	5,49	2,34	-	15,01	10,16	3,57
1,40	5,47	2,37	-	7,71	4,21	-	19,04	13,52	6,15
1,50	7,47	4,06	-	10,10	6,21	0,78	23,41	17,16	8,93
1,60	9,61	5,85	0,58	12,66	8,35	2,45	28,10	21,05	11,90
1,70	11,88	7,75	2,06	15,38	10,62	4,20	33,09	25,18	15,05
1,80	14,27	9,75	3,61	18,24	13,01	6,04	38,35	29,54	18,35
1,90	16,77	11,83	5,22	21,23	15,50	7,95	43,87	34,11	21,81
2,00	19,36	13,99	6,88	24,35	18,09	9,93	49,61	38,86	25,40
2,10	22,04	16,22	8,59	27,57	20,76	11,97	55,56	43,77	29,11
2,20	24,80	18,51	10,34	30,87	23,50	14,06	61,67	48,82	32,92
2,30	27,61	20,84	12,12	34,25	26,30	16,19	67,93	53,98	36,80
2,40	30,46	23,21	13,92	37,69	29,15	18,34	74,28	59,23	40,75
2,50	33,35	25,60	15,73	41,15	32,01	20,51	80,71	64,53	44,73
2,60	36,65	28,00	17,55	44,64	34,90	22,69	87,18	69,86	48,73
Erhöhung der erforderlichen Auflast für Ziegelrohdklasse 0,75 kg/dm ³ ¹⁾ 0,39 kN/m ²⁾ 0,48 kN/m ³⁾ 0,64 kN/m									
Erhöhung der erforderlichen Auflast für Ziegelrohdklasse 0,70 kg/dm ³ ¹⁾ 0,79 kN/m ²⁾ 0,96 kN/m ³⁾ 1,29 kN/m									



Erforderliche Auflast N_0 in kN/m am Wandkopf von
Kellermauerwerk unter Erddruck (kein hydrostatischer
Druck)

Lichte Kellerhöhe $h_s = 2,25$ m;
Verkehrslast $p = 1,5$ kN/m²

Anschütt- höhe h_0 (m)	Böschungswinkel $\beta = 0^\circ$ Wanddicken d in cm			Böschungswinkel $\beta = 15^\circ$ Wanddicken d in cm			Böschungswinkel $\beta = 30^\circ$ Wanddicken d in cm		
	30,0 ¹⁾	36,5 ²⁾	49,0 ³⁾	30,0 ¹⁾	36,5 ²⁾	49,0 ³⁾	30,0 ¹⁾	36,5 ²⁾	49,0 ³⁾
1,00	-	-	-	0,63	-	-	5,37	2,50	-
1,10	0,97	-	-	2,14	-	-	8,09	4,78	0,12
1,20	2,37	0,13	-	3,81	1,31	-	11,10	7,30	2,08
1,30	3,89	1,42	-	5,62	2,84	-	14,39	10,04	4,20
1,40	5,53	2,80	-	7,57	4,48	0,12	17,95	13,01	6,47
1,50	7,27	4,26	0,02	9,65	6,22	1,49	21,75	16,17	8,89
1,60	9,10	5,80	1,23	11,85	8,06	2,91	25,78	19,51	11,44
1,70	11,02	7,41	2,48	14,15	9,98	4,40	30,01	23,01	14,10
1,80	13,02	9,08	3,77	16,54	11,97	5,93	34,40	26,65	16,86
1,90	15,07	10,79	5,09	19,00	14,02	7,50	38,94	30,41	19,70
2,00	17,17	12,53	6,43	21,52	16,11	9,09	43,59	34,25	22,61
2,10	19,29	14,30	7,78	24,08	18,23	10,71	48,31	38,15	25,55
2,20	21,44	16,08	9,13	26,75	20,36	12,33	53,08	42,08	28,51
2,30	23,58	17,85	10,48	29,62	22,49	13,94	57,85	46,02	31,46
Erhöhung der erforderlichen Auflast für Ziegelrohrichtekasse 0,75 kg/dm ³ ¹⁾ 0,34 kN/m ²⁾ 0,41 kN/m ³⁾ 0,55 kN/m									
Erhöhung der erforderlichen Auflast für Ziegelrohrichtekasse 0,70 kg/dm ³ ¹⁾ 0,68 kN/m ²⁾ 0,82 kN/m ³⁾ 1,10 kN/m									



Erforderliche Auflast N_0 in kN/m am Wandkopf von
Kellermauerwerk unter Erddruck (kein hydrostatischer
Druck)

Lichte Kellerhöhe $h_s = 2,63$ m;
Verkehrslast $p = 5$ kN/m²

Anschütt- höhe h_0 (m)	Böschungswinkel $\beta = 0^\circ$ Wanddicken d in cm			Böschungswinkel $\beta = 15^\circ$ Wanddicken d in cm			Böschungswinkel $\beta = 30^\circ$ Wanddicken d in cm		
	30,0	36,5	49,0	30,0	36,5	49,0	30,0	36,5	49,0
1,00	1,08	-	-	2,49	-	-	9,61	5,63	0,02
1,10	2,79	0,08	-	4,52	1,50	-	13,28	8,70	2,40
1,20	4,65	1,65	-	6,73	3,37	-	17,30	12,05	4,99
1,30	6,65	3,35	-	9,13	5,38	0,10	21,66	15,68	7,78
1,40	8,80	5,15	0,01	11,69	7,53	1,78	26,35	19,58	10,76
1,50	11,08	7,07	1,51	14,42	9,81	3,56	31,35	23,73	13,92
1,60	13,48	9,08	3,07	17,29	12,21	5,41	36,64	28,11	17,25
1,70	15,99	11,18	4,70	20,31	14,73	7,35	42,19	32,71	20,74
1,80	18,61	13,36	6,39	23,45	17,34	9,35	47,98	37,50	24,36
1,90	21,32	15,62	8,12	26,70	20,04	11,41	53,97	42,45	28,11
2,00	24,10	17,93	9,89	30,04	22,81	13,53	60,15	47,56	31,96
2,10	26,95	20,29	11,70	33,46	25,65	15,68	66,47	52,78	35,89
2,20	29,84	22,69	13,52	36,94	28,53	17,87	72,91	58,09	39,89
2,30	32,77	25,12	15,37	40,46	31,44	20,07	79,43	63,47	43,93
2,40	35,71	27,55	17,21	44,00	34,36	22,29	85,99	68,88	47,99
2,50	38,66	29,99	19,05	47,54	37,29	24,49	92,56	74,29	52,06
2,60	41,58	32,71	20,88	51,06	40,20	26,69	99,10	79,68	56,10
Erhöhung der erforderlichen Auflast für Ziegelrohdklasse 0,75 kg/dm ³ ¹⁾ 0,39 kN/m ²⁾ 0,48 kN/m ³⁾ 0,64 kN/m									
Erhöhung der erforderlichen Auflast für Ziegelrohdklasse 0,70 kg/dm ³ ¹⁾ 0,79 kN/m ²⁾ 0,96 kN/m ³⁾ 1,29 kN/m									

Erforderliche Auflast N_0 in kN/m am Wandkopf von Kellermauerwerk unter Erddruck (kein hydrostatischer Druck)

Lichte Kellerhöhe $h_s = 2,25$ m;
Verkehrslast $p = 5$ kN/m²

Anschütt- höhe h_0 (m)	Böschungswinkel $\beta = 0^\circ$ Wanddicken d in cm			Böschungswinkel $\beta = 15^\circ$ Wanddicken d in cm			Böschungswinkel $\beta = 30^\circ$ Wanddicken d in cm		
	30,0	36,5	49,0	30,0	36,5	49,0	30,0	36,5	49,0
1,00	1,66	-	-	2,98	0,58	-	9,64	6,06	1,08
1,10	3,20	0,18	-	4,80	2,13	-	12,93	8,81	3,22
1,20	4,85	2,21	-	6,77	3,79	-	16,51	11,79	5,52
1,30	6,60	3,69	-	8,87	5,55	0,94	20,34	14,98	7,96
1,40	8,46	5,26	0,79	11,09	7,41	2,39	24,40	18,36	10,54
1,50	10,41	6,89	2,06	13,42	9,36	3,90	28,67	21,90	13,25
1,60	12,43	8,58	3,38	15,84	11,38	5,46	33,13	25,59	16,05
1,70	14,52	10,32	4,72	18,34	13,47	7,06	37,74	29,41	18,94
1,80	16,65	12,10	6,09	20,91	15,60	8,69	42,46	33,31	21,89
1,90	18,82	13,90	7,47	23,51	17,76	10,34	47,27	37,29	24,89
2,00	21,01	15,72	8,86	26,14	19,94	12,00	52,13	41,30	27,92
2,10	23,20	17,54	10,24	28,77	22,12	13,65	57,01	45,32	30,94
2,20	25,37	19,34	11,61	31,39	24,28	15,29	61,86	49,32	33,95
2,30	27,52	21,11	12,95	33,97	26,41	16,90	66,65	53,27	36,91
Erhöhung der erforderlichen Auflast für Ziegelrohdklasse 0,75 kg/dm ³ ¹⁾ 0,34 kN/m ²⁾ 0,41 kN/m ³⁾ 0,55 kN/m									
Erhöhung der erforderlichen Auflast für Ziegelrohdklasse 0,70 kg/dm ³ ¹⁾ 0,68 kN/m ²⁾ 0,82 kN/m ³⁾ 1,10 kN/m									

**mein
ziegelhaus**®
... ein starker Verbund.



Standsicherheit

Horizontale Lastabtragung

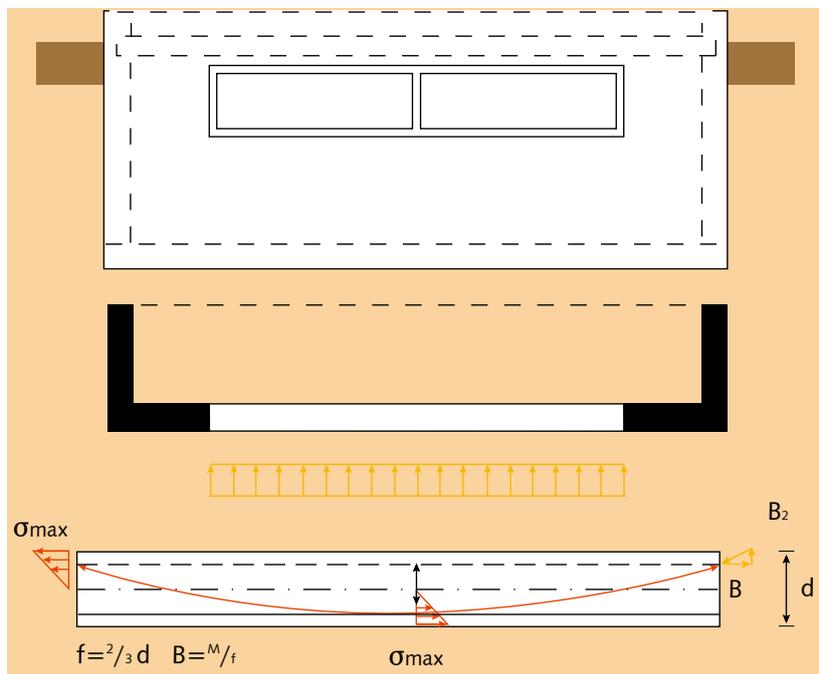
Sind Kellerwandabschnitte weder oben gehalten, noch haben sie Auflasten, z.B. Brüstungen unter großen Kellerfenstern, kann das Mauerwerk als „Druckbogen“ nachgewiesen werden, wenn die Aufnahme der Komponenten A_1 und A_2 bzw. B_1 und B_2 in den Auflagerpunkten A und B nachgewiesen ist.

Die Höhe des Bogenstiches f ergibt sich aus der Randbedingung, dass rechnerisch die Fuge nur bis zur Mitte aufreißen darf. Dem Nachweis liegt die gleiche Überlegung wie beim Nachweis 2 bei vertikaler Lastabtragung zu Grunde.

Als zulässige Spannung in horizontaler Richtung der Wandachse kann man, wenn keine genaueren Werte vorliegen, bei Ziegeln mit in Richtung der Wandachse horizontal durchgehenden Stegen 20 % der zulässigen vertikalen Druckspannung ansetzen. Die Aufnahme der „Auflagerlasten“ des Bogens ist entsprechend dem vorliegenden Einzelfall nachzuweisen.

Bauausführung

Die Baugrube darf erst verfüllt werden, wenn ausreichend hohe Auflasten auf der Kellerwand vorhanden sind. Ebenso ist zu überprüfen, ob bei der Verdichtung der Anschüttung die auftretenden Lasten sicher aufgenommen werden können.



Horizontaler Druckbogen im Mauerwerk

Ziegelkeller sind wirtschaftlich

Kostenvergleich

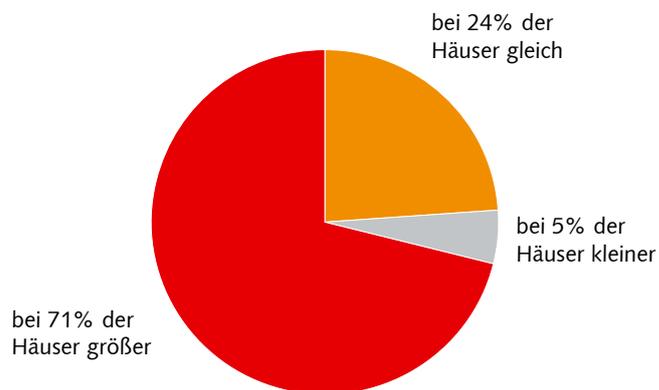
Bei der Frage, aus Kostengründen ohne Keller zu bauen, geben Sie zu bedenken: Zu den Kosten für die Bodenplatte kommen beim Keller nur noch der etwas größere Erdaushub, die Kellerdecke, die Treppe, die Fenster und die Kellerwände. Andererseits spart man das Geld für Abstellräume und die Flächen für frostempfindliche Vorräte, Waschmaschine, Trockner, Heizung im Wohngeschoss. Berechnungen belegen, dass dafür mehr als die Hälfte der Kellerkosten angesetzt werden (s. Vergleichsrechnungen der Initiative PRO KELLER e.V., www.prokeller.de). Gleichzeitig ist die Wartung der Heizungs- und Wasserleitungen sowie der Stromversorgung wesentlich einfacher, wenn sich die Anschlüsse im Keller befinden.

Wertentwicklung

Spätestens beim Verkauf zeigt sich der Nachteil eines nicht unterkellerten Hauses. Gutachten und Maklerumfragen zeigen, dass sich nicht unterkellerte Immobilien wesentlich schwerer und nur zu einem deutlich niedrigeren Preis verkaufen lassen. Experten warnen deshalb davor, auf den Keller zu verzichten.



Die Wertentwicklung eines Hauses mit Keller gegenüber einem nicht unterkellerten Haus ist



Quelle: DIA Consulting, Freiburg



LÜCKING
ZIEGELWERK
BETONWERKE



● Kassel

Bonn ●

**mein
ziegelhaus**
... ein starker Verbund.

Frankfurt a. Main ●



**ZELLER
POROTON**

JUWÖ
POROTON



● Heidelberg



Saarbrücken



Karlsruhe



Stuttgart

STENGEL ZIEGEL

**mein
ziegelhaus**
... ein starker Verbund.

www.meinziegelhaus.de

**SÜDWEST
ZIEGEL GMBH**

**ZIEGELWERK
BELLENBERG**

München ●

● Freiburg



**Ziegelwerk
Klosterbeuren**

Ziegelwerk Bellenberg, 89287 Bellenberg

0 73 06 - 96 50 - 0

info@ziegelwerk-bellenberg.de

www.ziegelwerk-bellenberg.de

JUWÖ Poroton Werke, 55597 Wöllstein

0 67 03 - 910 - 0

info@juwoe.de

www.juwoe.de

Ziegelwerk Klosterbeuren, 87727 Babenhausen

0 83 33 - 92 22 - 0

info@zwk.de

www.zwk.de

August Lücking GmbH & Co. KG, 33102 Paderborn

0 52 51 - 13 40 - 0

info@luecking.de

www.luecking.de

Ziegelwerk Stengel, 86609 Donauwörth-Berg

0 906 - 70 61 8 - 0

info@stengel-ziegel.de

www.stengel-ziegel.de

Südwest Ziegel GmbH, 87700 Memmingen

0 83 31 - 96 40 - 0

info@sw-ziegel.de

www.sw-ziegel.de

Zeller-Poroton, 63755 Alzenau

0 60 23 - 97 76 - 0

info@zellerporoton.de

www.zellerporoton.de

www.meinziegelhaus.de