



KLB- Schalungssteine

Bauen mit System: einfach,
sicher, wirtschaftlich.

Fachinformation Schalungssteine



natürlich
MASSIV



1. Der KLB-Baukasten – eine Erfolgsgeschichte	3	5.3. Mindestwanddicke und Wandhöhe	13
2. KLB-Schalungssteine: Maßstäbe für die Baupraxis	3	5.4. Anordnung der Gebäudewände	13
3. KLB-Schalungssteine	6	5.5. Decken	13
3.1. KLB-Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton	6	5.6. Bemessung statischer Nachweis	13
3.1.1. DIBt-Richtlinie	7	5.7. Aussteifende Wände	14
3.2. KLB-Schalungssteine aus Haufwerksporigem Leichtbeton	8	5.8. Kellerwände	15
3.2.1. KLB-Schalungssteine KLB1, KLB2, KLB3	9	5.9. Energieeffizienz und baulicher Wärmeschutz EnEV 2014/2016	15
3.2.2. KLB-Schalungssteine mit Vorsatzschale	9	5.10. Wärmedurchlasswiderstand – KLB-Schalungssteine KLB1, KLB2 und KLB3	15
4. Eigenschaften und Zusammensetzung der KLB-Schalungssteine	10	5.11. Brandschutz – KLB-Schalungssteine KLB1, KLB2 und KLB3	16
4.1. Leichtbeton	10	5.12. Brandschutz – KLB-Schalungssteine mit Vorsatzschale	16
4.2. Unterschiedliche Leichtbetonarten	10	5.13. Schallschutz	16
4.2.1. Haufwerksporiger KLB-Leichtbeton – Allgemeines	10	5.14. Bestimmung für die Ausführung	16
4.2.2. Haufwerksporiger Leichtbeton mit poriger Gesteinskörnung	11	6. Anwendungsbeispiele	18
4.5. Ortbeton	11	6.1. Freistehende Wände	18
5. Entwurf und Bemessung	12	6.2. Stützwände	19
5.1. Schalungssteintypen KLB1 bis 3	12	6.3. Pool	21
5.2. Bauordnungsrechtliche Grundlagen für die Bemessung von Schalungssteinen	13	6.4. Kelleraußenwand	22
		7. Das EnEV-gerechte massive Wohnhaus	23
		8. Anlagenverzeichnis	25

1. Der KLB-Baukasten – eine Erfolgsgeschichte

Die KLB KLIMALEICHTBLOCK GmbH bietet anspruchsvollen Bauherren eine Vielzahl unterschiedlicher Komponenten für den Rohbau an, die alle passgenau aufeinander abgestimmt sind und so den „KLB-Baukasten“ für alle Bauvorhaben kompatibel machen.

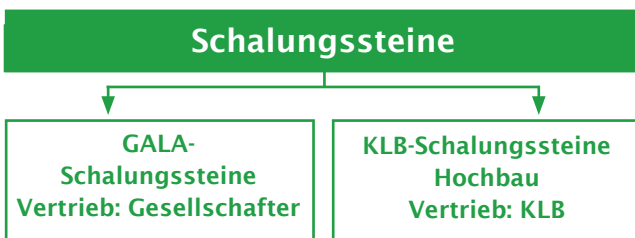
Mit den bewährten **KLB-Mauerwerkssystemen** werden – neben den hochwärmedämmenden KLB-Klimaleichtblöcken und den großformatigen KLB-Plansteinen – auch Ergänzungsprodukte, wie Stürze, Rollladenkästen oder Mörtelprodukte bereitgestellt.

Darüber hinaus sind auch die **KLB-Schornstein- und Abgassysteme** integraler Bestandteil des KLB-Baukastens. Diese Systeme sind vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zugelassen.

Eine dritte tragende Säule der KLB-Produktpalette stellen die **KLB-GALA-Systeme** dar. Die Marke **KLB GALA** umfasst Artikel für den Garten- und Landschaftsbau sowie darüber hinaus auch Schalungssteine.

Allgemeiner Hinweis zum Vertrieb von KLB-Schalungssteinen

Schalungssteine für den Einsatz im Garten- und Landschaftsbau werden, wie alle KLB-GALA-Produkte, von den Gesellschaftern in Eigenregie vertrieben.



Die KLB KLIMALEICHTBLOCK GmbH ist für die KLB-GALA-Produkte lediglich Dienstleister und unterstützt die Gesellschafter bei der Fakturierung dieser Systeme.

Schalungssteine für den Hochbau, die auf der Grundlage einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zum Einsatz gelangen, werden über die KLB-Vertriebsgesellschaft in den Markt eingeführt. Die Zulassungen regeln dabei die Anwendung der KLB-Schalungsstein-Bausätze in Bezug auf die Planung, statischen und bauphysikalischen Anforderungen sowie die Ausführung der Systeme.

2. KLB-Schalungssteine: Maßstäbe für die Baupraxis

In dieser Broschüre werden nunmehr nachfolgend die KLB-Schalungsstein-Systeme aus

- **Normal- und Leichtbeton** sowie aus
- **haufwerksporigem Leichtbeton** für die **Anwendung im Hochbau** beschrieben.

Auch für diese Schalungs-Systeme gilt der Anspruch der KLB, Maßstäbe in Form und Funktion zu setzen. KLB-Schalungssteine ergänzen den KLB-Baukasten und die KLB-Mauerwerkssysteme in idealer Weise. Z. B. überall dort, wo das Mauerwerk in Folge der statischen Auslastung an seine Grenzen gerät, stellen KLB-Schalungssteine eine alternative Lösung dar. Aufwendige Baustelleneinrichtungen für den Transport und die Montage von schweren Betonsandwich-Elementen oder Betonfertigteilen können entfallen bzw. müssen nicht über lange Zeiträume vorgehalten werden. Auch die Bereitstellung von Sonderfahrzeugen für den Transport der sperrigen Großelemente kann entfallen, was zu einer weiteren Reduzierung der Transport- und Montagekosten beiträgt.

Besonders hervorzuheben ist dabei die Tatsache, dass KLB-Schalungssteine z. B. für den **Einsatz als Kellermauerwerk** bauaufsichtlich zugelassen sind – bis zu einer Raumhöhe von max. 3,60 m!

Da sich KLB-Schalungssteine auf einfache Weise wie „Lego-Mauerwerk“ ohne Mörtelfuge „trocken“ versetzen lassen, stellen sie eine wirtschaftliche Alternative für Doppelwandelemente, Stahlbetonergänzungsbauteile und Holzschalungen aller Art dar.

Einsatz im do-it-yourself-Bereich

Im Einzelfall erschließen sich für den versierten Bauherren oder Hobby-Handwerker, ggf. in Abstimmung und unter Aufsicht der Bauleiter bzw. des Architekten, weitere Anwendungen durch Schalungsstein-bausätze. Dies wäre z. B. das Zusammenfügen der Schalungssteine für das

- Anlegen von Fundamenten
- Errichten von Abfangungen und Stützwände
- Aufmauern von Schwimmbecken oder Hochbeeten

Auch für anspruchsvolle Bauvorhaben ergibt sich somit – nach Einweisung durch die Bauleitung bzw. den Architekten – eine Möglichkeit zur deutlichen Steigerung der Eigenleistung bei der Erstellung des Rohbaus. Selbstredend muss das Verfüllen der Schalungssteine mit Beton, das Einbringen der Bewehrung und die Lagesicherung durch Bauprofis bzw. die Bauleitung überwacht und abgenommen werden.

Mit dieser KLB-Fachinformation möchten wir einige Einsatzbereiche der KLB-Schalungssteine näher erläutern sowie zusätzliche Hinweise für die Verwendung von KLB-Schalungssteinen (Konstruktion, Bemessung und Ausführung) geben:



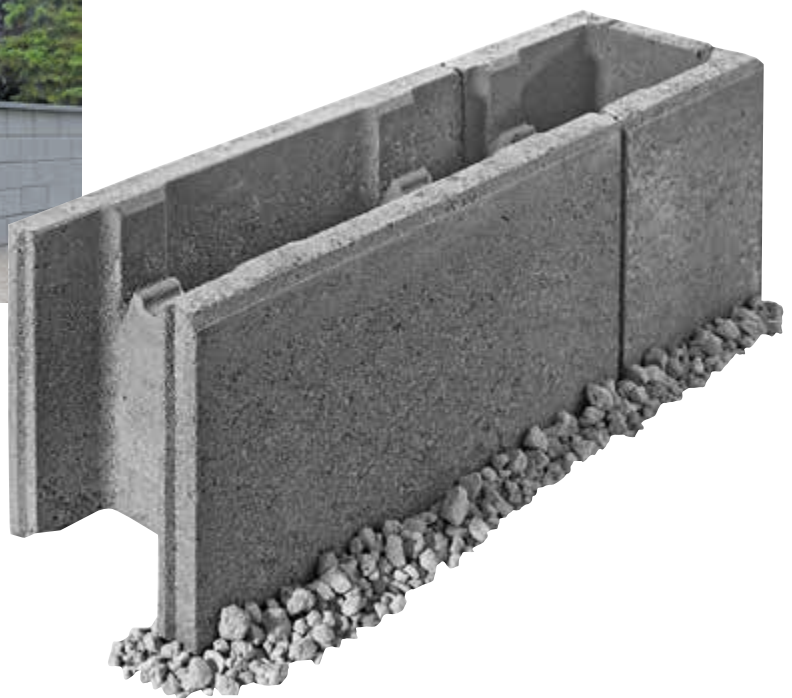
■ Einsatzbereich **Schwimmbadbau**



■ **Kelleraußenwand**



- Aufbau **freistehender Wände**
- Errichten einer Schalsteinwand als **Winkelstützwand** (hinterfüllte Mauer)



KLB-Schalungssteine – 9 Punkte für mehr Rentabilität

- 1 Mit KLB-Schalungssteinen lassen sich alle Anforderungen an den Wärme- und Klimaschutz sowie alle Anforderungen der EnEV 2016 und der „neuen“ KfW-Förderstandards (seit 01.04.2016) für das KfW 55, KfW 40 sowie KfW 40+ Haus realisieren.
- 2 Der KLB-Schalungsstein mit Vorsatzschale verfügt in der Wandstärke 42,5 cm zusammen mit der nachträglich einzufüllenden mineralischen Dämmung über eine hervorragende Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,09 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$.
- 3 KLB-Schalungssteine verfügen somit über Spitzenwerte der Wärmedämmung vereint mit hoher Wirtschaftlichkeit und sind hervorragend geeignet für die Realisierung von Einfamilien-, Doppel-, Reihen- und Mehrfamilienhäusern.
- 4 Sehr gute bauphysikalische Kennwerte.
- 5 Hohe statische Auslastung in den Wandstärken 24,0 cm sowie 42,5 cm für die Realisierung von mehrgeschossigen Wohnungsbauten.
- 6 Massive Formate für einfache Verarbeitung und einzigartige Bauteileigenschaften.
- 7 Einfache Handhabung: KLB-Schalungssteine lassen sich wie „Lego-Mauerwerk“ ohne Mörtelfuge trocken versetzen.
- 8 Analog zum konventionellen Mauerwerk führt dies zu geringen Kosten für die Baustelleneinrichtung. Transport und Montage der Schalungssteine sind deutlich einfacher als von Doppelwandelementen oder Ergänzungsteilen aus Stahlbeton.
- 9 „Do-it-yourself-Bereich“: Durch einfache Verarbeitung ideal geeignet für den Heimwerker. Realisierung von kleineren und größeren Bauvorhaben sowie Steigerung der Eigenleistung durch den versierten Bauherrn nach Maßgabe des verantwortlichen Bauunternehmens oder Hausanbieters (GU).

3. KLB-Schalungssteine

KLB-Schalungssteine – das vielseitig einsetzbare Mauerwerksystem

massiv – rationell – wirtschaftlich

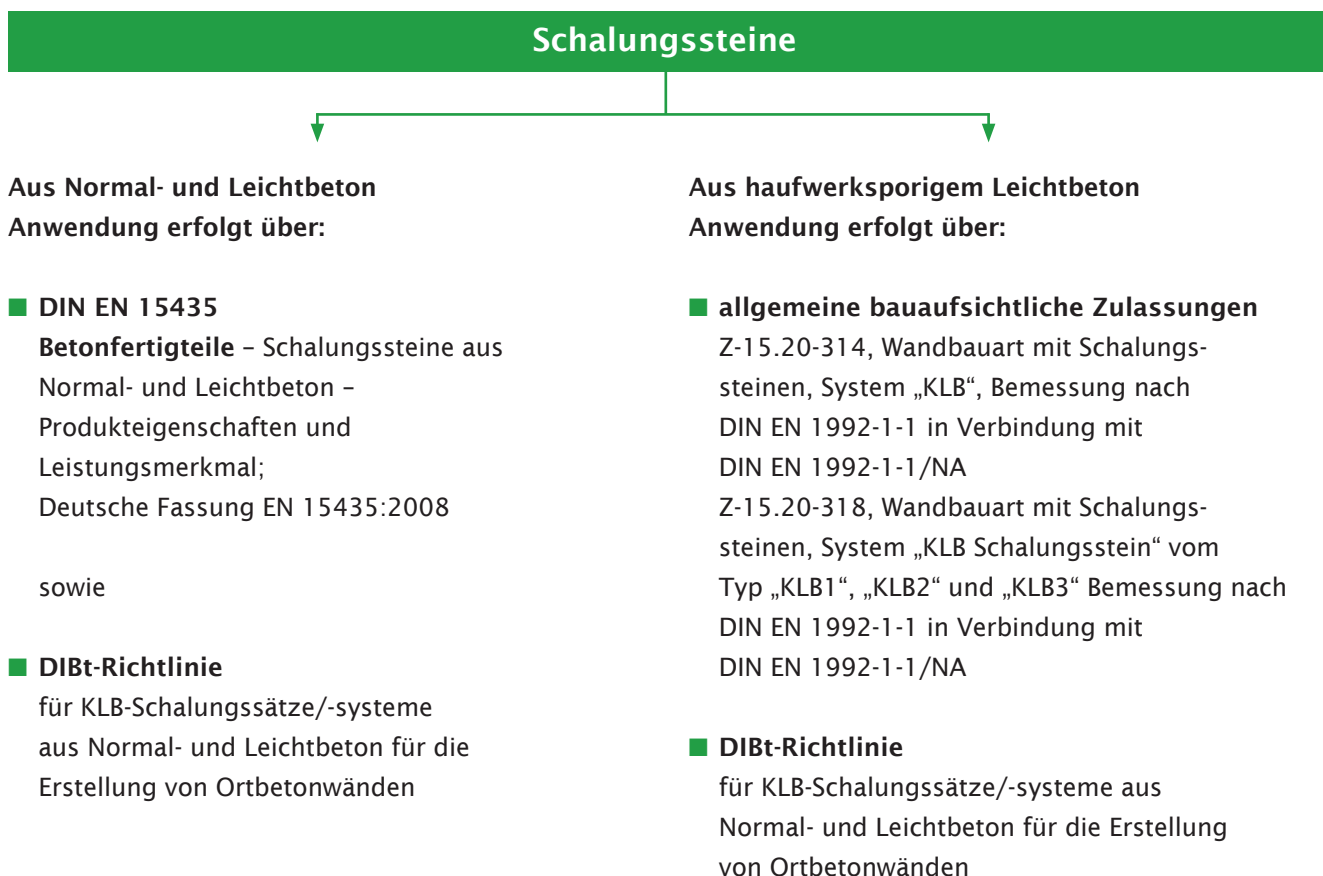
Grundsätzlich lassen sich Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton über europäische Normen sowie die nationale DIBt-Richtlinie für konkrete Baumaßnahmen des Hochbaus anwenden. Darüber hinaus verfügen die KLB-Schalungssteine für den Hochbau – im Gegensatz zu Schalungssteinen, die speziell für den Einsatz im Garten- und Landschaftsbau entwickelt wurden – über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen mit den notwendigen Festlegungen für Planung, Bemessung und Ausführung.

Im nachfolgenden Diagramm sind die Anwendungsbereiche für Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton sowie für die KLB-Schalungssteine aus haufwerksporigem Leichtbeton dargestellt.

3.1 KLB-Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton

KLB-Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton verfügen über eine ganze Reihe von Vorteilen. Sie sind besonders einfach und schnell zu verarbeiten. Die einfache Handhabung macht die KLB-Schalungssteine auch für Heim- und Hobbyhandwerker sowie für versierte Bauherrn sehr interessant, daher erfreuen sie sich großer Beliebtheit im Do-it-yourself-Bereich. Dies ermöglicht einen erheblichen Anteil an Eigenleistung bei kleineren und größeren Bauvorhaben.

KLB-Schalungssteine folgen dem bekannten Prinzip von Nut und Feder, was die Lagesicherung sowie Verarbeitung enorm vereinfacht. Darüber hinaus werden sie trocken, d.h. ohne Mörtelfugen, versetzt.



KLB-Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton eignen sich – je nach Typ – dabei für folgende Anwendungsbereiche:

■ **Industrie- und Hochbau**

wie Hallenbau, Errichtung von Stützwänden, Kellermauerwerk, Fundamente, Hangbefestigungen

■ **Landwirtschaftliche Gebäude**

Verwendung als Fahrsilo, Rundsilos, Reithallen, Lager (z. B. Getreide etc.), Zisternen

■ **Garten- und Landschaftsbau**

Verwendung als Stützwände, Pflanzwände, Sichtschutzwände, Lärmschutzwände, Gestaltungselemente, Fundamente, Hangbefestigungen

KLB-Schalungssteine – die erste Wahl für Bauherren



Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton werden auf der Grundlage der europäischen Norm DIN EN 15435 „Betonfertigteile, Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton, Produkteigenschaften und Leistungsmerkmale; Deutsche Fassung DIN EN 15435: 2008“, hergestellt und in Verbindung mit der Richtlinie des Deutschen Instituts für Bautechnik „Anwendungsregeln für nicht lasttragende verlorene Schalungsbausätze/-systeme und Schalungssteine für die Erstellung von Ortbetonwänden“, angewendet.

Dabei eignen sich die KLB-Schalungssteine nicht nur für den ambitionierten Heim- und Hobbyhandwerker, sondern auch für Bauunternehmungen. Ihre leichte Verarbeitung und die ausgezeichneten Materialeigenschaften machen sie zur ersten Wahl für die Realisierung kleinerer und größerer Objekte, egal ob Gartenmauer oder Stützwand.

3.1.1 DIBt-Richtlinie

In Deutschland reglementiert die sogenannte DIBt-Richtlinie „Anwendungsregeln für nicht lasttragende verlorene Schalungsbausätze/-systeme und Schalungssteine für die Erstellung von Ortbeton-Wänden“, die Verwendung bzw. Anwendung von Bauprodukten bzw. Bausätzen, die in den folgenden technischen Spezifikationen geregelt sind:

1. Nicht lasttragende verlorene Schalungssteine nach ETA, erstellt auf der Grundlage von ETAG 009:2002
2. Nicht lasttragende verlorene Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton nach DIN EN 15435:2008-10
3. Nicht lasttragende verlorene Schalungssteine aus Holzspanbeton nach DIN EN 15498:2008-08
4. Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (soweit in Bezug genommen)

Allen voran genannten Bauprodukten bzw. Bausätzen ist gemeinsam, dass sie ein nicht lasttragendes verlorenes Schalungssystem ausbilden, das die Erstellung von Ortbetonwänden ermöglicht. Die o.g. Schalungssteine bzw. Bausätze/-systeme (1. bis 4.) – im weiteren Schalungsbausteine genannt – bleiben nach der Betonage des Kernbetons Bestandteil der Wand.

Die DIBt-Richtlinie unterscheidet dabei zwischen verschiedenen geometrischen Ausbildungen des tragenden Kernbetons. Durch die (nicht lasttragenden) Schalungsbausteine und deren Anordnung wird die geometrische Ausbildung des tragenden Kernbetons definiert. Der Betonquerschnitt (Ortbeton) kann dabei – gemäß statischer Vorgabe einseitig oder beidseitig – bewehrt sein. Die Verwendung einer statischen Bewehrung ist jedoch nicht zwingend.

Ein weiteres wichtiges Merkmal ist die sogenannte Kernbetondicke. Sie ist definiert als kleinste durchgehende Dicke der geometrischen Ausbildung des tragenden Kernbetons.

Der Füllbeton wird in die Kammern der übereinander stehenden Schalungssteine eingebracht und in geeigneter Weise verdichtet. Der Beton in den Schalungssteinen bildet die tragende Wand, die durch die Querstege der Schalungssteine planmäßig durchbrochen wird. Für die Schalungssteine KLB1, KLB2 und KLB3 gilt die Zulassung Z-15.20-318.

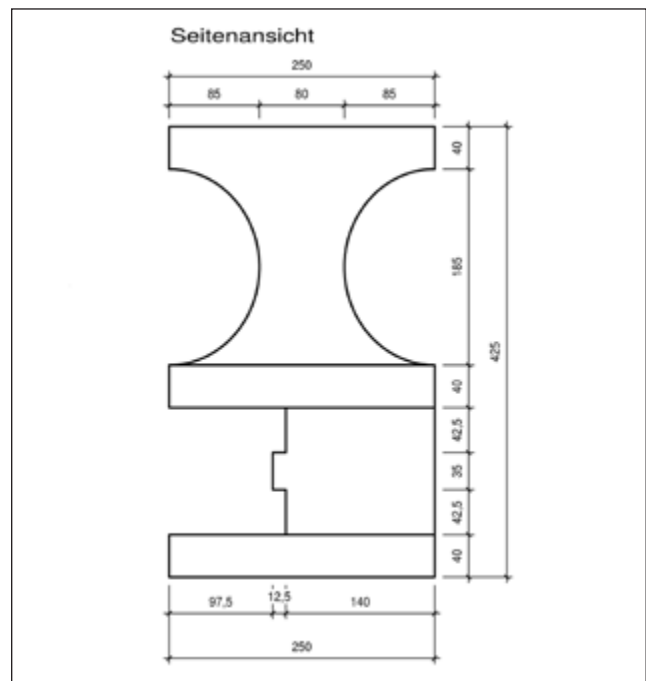
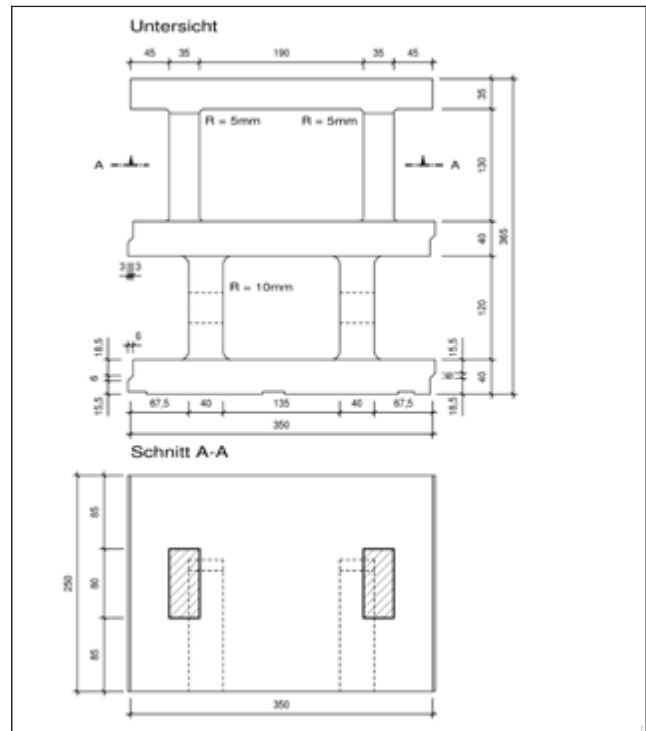
3.2.1 KLB-Schalungssteine KLB1, KLB2, KLB3

Der Typ KLB1 wurde für den Garten- und Landschaftsbau entwickelt, **kann aber auch im Hoch- und Tiefbau angewendet werden, wenn keine Horizontal-lasten in Richtung der Wandlänge wirken.** Der tragende Teil der Wand weist beim Typ KLB1 eine Säulenstruktur auf. Die Typen KLB2 und KLB3 werden wegen ihrer kräftigen Riegelausbildung vorzugsweise im Hoch- und Tiefbau verwendet, sie können aber auch im Garten- und Landschaftsbau eingesetzt werden. Bei den beiden Typen KLB2 und KLB3 weist der tragende Teil der Wand eine Gitterstruktur auf.

3.1.2 KLB-Schalungssteine mit Vorsatzschale

Für die KLB-Schalungssteine mit Vorsatzschale gilt die Zulassung Z-15.20-314. Sie sind für die Herstellung von wärmedämmenden Außenwänden besonders geeignet. Bei den KLB-Steinen mit Vorsatzschale weist der tragende Teil der Wand eine Gitterstruktur auf.

KLB-Schalungssteine mit Vorsatzschale verfügen somit über eine äußere zusätzliche Kammer, die zur Erhöhung der Wärmedämmung gemäß Zulassung mit einer Dämmschüttung verfüllt wird. Für die 42,5 cm Wand stellt sich somit ein λ -Wert von 0,09 W/(m²K) ein, der zu einem U-Wert von 0,20 W/(m²K) führt und somit die Anforderungen der Energieeinsparverordnung deutlich unterschreitet. Mit derartigen wärme-



dämmenden Außenwänden können ohne weiteres Niedrigstenergiehäuser (KfW-Energieeffizienzhäuser) errichtet werden.

Damit steht ein Außenwandssystem zur Verfügung, das insbesondere für den Geschosswohnungsbau mit hervorragenden Leistungsdaten in Bezug auf die technischen und bauphysikalischen Eigenschaften ausgestattet ist. Im Abschnitt 7 wurde beispielhaft ein Gebäude aus KLB-Schalungssteinen konfiguriert. Zu Grunde gelegt wurde dabei die Zulassung Z-15.20-314 (Schalungsstein mit Vorsatzschale).

U.a. sieht die KfW-Förderung seit dem 01.04.2016 einen alternativen Nachweis eines KfW-Effizienzhauses 55 nach Referenzwerten vor. Dieser Nachweis kann also ohne aufwendige Simulation bzw. Berechnung mit den entsprechenden Software-Lösungen erfolgen und zeichnet sich somit durch eine sehr einfache Handhabung aus.

4. Eigenschaften und Zusammensetzung der KLB-Schalungssteine

Leichtbeton-Schalungssteine bestehen aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge (nach DIN EN 1520 in Verbindung mit DIN 4213) und leichten Gesteinskörnungen (nach DIN EN 13055-1) ohne Quarzsandzusatz. Für alle anderen Ausgangsstoffe des Leichtbetons der Schalungssteine gilt DIN V 1815-100, Abschnitt 4.2. Der Gehalt an organischen Bestandteilen beträgt nach DIN EN 1520 in Verbindung mit DIN 4213 höchstens 1 % in Masse- bzw. Volumenanteilen (der strengere Wert ist maßgebend).

Als Bindemittel ist Zement nach DIN EN 197-1 zu verwenden. Die Rohdichte der Schalungssteine aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge beträgt 800 kg/m^3 bzw. 1000 kg/m^3 oder 1200 kg/m^3 .



4.1 Leichtbeton

Hauptcharakteristik des Leichtbetons ist sein im Vergleich zu Normalbeton geringes Gewicht infolge von meist porigen Leichtzuschlägen sowie Lufteinschlüssen. Dadurch bedingt weist er eine meist deutlich reduzierte Wärmeleitfähigkeit auf.

Die Geschichte des Leichtbetons beginnt schon vor 2.000 Jahren. Als die römischen Baumeister das Pantheon in Rom in Opus Caementitium ausführten. Dabei setzten sie römischen Beton mit nach oben abnehmender Rohdichte von 1.750 bis 1.350 kg/m^3 ein.

4.2 Unterschiedliche Leichtbetonarten

Heute unterscheiden wir verschiedene Leichtbetonarten. Verglichen mit einem gefügedichten Normalbeton aus dichten Gesteinskörnungen und dichtem Zementstein gibt es mehrere Lösungen für Leichtbeton.

- gefügedichter Leichtbeton mit Kornporosität
- Porenleichtbeton
- haufwerksporiger Leichtbeton mit dichter oder poröser Gesteinskörnung

4.2.1 Haufwerksporiger KLB-Leichtbeton – Allgemeines

KLB-Leichtbeton ist dadurch charakterisiert, dass er unter Verwendung von Naturbims produziert wird. Der Naturbims des Neuwieder Beckens ist vor etwa 11.000 Jahren bei einem riesigen Vulkanausbruch entstanden.

Er ist ein natürliches, poriges Granulat. Das einzelne Naturbimskorn besteht bis zu 85 % aus Luft in Form leicht verteilter Poren und hat deshalb ein geringes Gewicht.

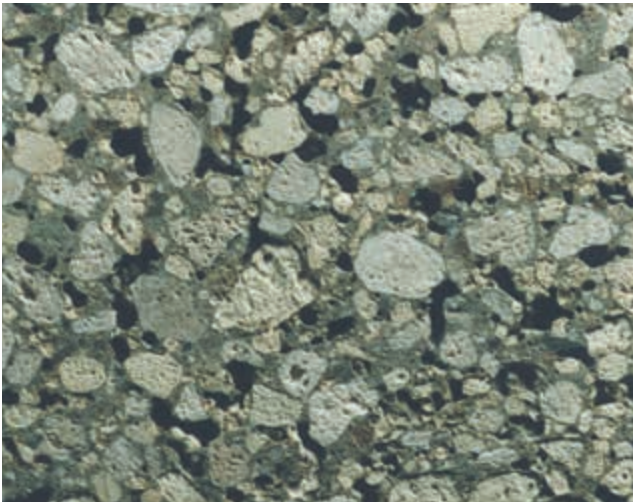




Bimskörner



Blähtonkugeln
(Einsatz bis max. 10 %)



Naturbims wird im Allgemeinen unmittelbar unter der Mutterbodenschicht gewonnen und umweltschonend abgebaut. Da der Blähprozess von der Natur im Zuge des Vulkanausbruchs verursacht worden ist, ist der Energiebedarf zur Produktion von Leichtbetonbaustoffen aus Naturbims äußerst gering.

Bei diesem Leichtbeton wird die Gesteinskörnung so ausgewählt, dass möglichst viel Hohlraum zwischen den Körnern entsteht. Die Zementleimmenge ist so dosiert, dass die Zuschläge nur umhüllt und punktweise verkittet werden. Es entsteht ein Beton mit Haufwerksporigkeit.

4.2.2 Haufwerksporiger Leichtbeton mit poriger Gesteinskörnung

Einkornbeton mit poriger Gesteinskörnung wird vor allem wegen seiner guten Wärmedämmeigenschaft eingesetzt. Die üblichen Verwendungsformen sind Fertigteile nach DIN EN 1520 und DIN 4213 sowie Mauersteine (DIN EN 771-3, DIN V 18151-100 und DIN V 18152-100 in Verbindung mit DIN V 20403).

Weitere Anwendungsgebiete sind Wandplatten für leichte Trennwände (DIN 18148 und 18162) und Stahlbetondielen für Dach- und Deckenplatten (DIN 1520 und DIN 4213).

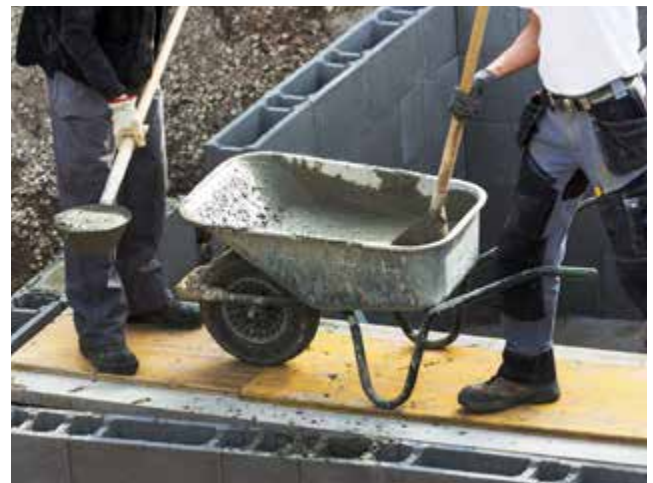
Die leichten Körnungen müssen der DIN EN 13055-1 entsprechen. Die KLB verwendet überwiegend Naturbims. Zumischungen von Gesteinskörnungen mit dichtem Gefüge sind durchaus zulässig und üblich.

4.5 Ortbeton

Es ist Normal- oder Leichtbeton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 zu verwenden. Dabei ist die Verwendung von Stahlfasern als Ausgangstoff gemäß DIN 1045-2, Abschnitt 5.1.7 nicht zulässig.

Die Konsistenz des Füllbetons soll bei Verdichtung durch Rütteln im unteren Konsistenzbereich F3 und bei Verdichtung durch Stochern im oberen Konsistenzbereich F3 liegen. Das Größtkorn des Zuschlags darf 16 mm nicht überschreiten. Der Ortbeton muss mindestens der Festigkeitsklasse C16/20 bzw. LC16/18 entsprechen, wenn nichts anderes geregelt ist.

Beton der Festigkeitsklassen >C30/37 bzw. >LC35/38 darf nur mit den Rechenwerten für Beton der Festigkeitsklasse C30/37 bzw. LC 35/38 in Ansatz gebracht werden.



Die Druckfestigkeitsklassen (Übersicht) für Leichtbeton sind der nachfolgenden Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Druckfestigkeitsklassen für Leichtbeton

Druckfestigkeitsklasse	$f_{ck, cyl}^{1)}$ [N/mm ²]	$f_{ck, cube}^{2)}$ [N/mm ²]	Betonart
LC8/9	8	9	Leichtbeton
LC12/13	12	13	"
LC16/18	16	18	"
LC20/22	20	22	"
LC25/28	25	28	"
LC30/33	30	33	"
LC35/38	35	38	"
LC40/44	40	44	"
LC45/50	45	50	"
LC50/55	50	55	"
LC55/60	55	60	"
LC60/66	60	66	Hochfester Leichtbeton
LC70/77 ³⁾	70	77	"
LC80/88 ³⁾	80	88	"

¹⁾ $f_{ck, cyl}$: charakteristische Festigkeit von Zylindern, \varnothing 150 mm, Länge 300 mm, Alter 28 Tage

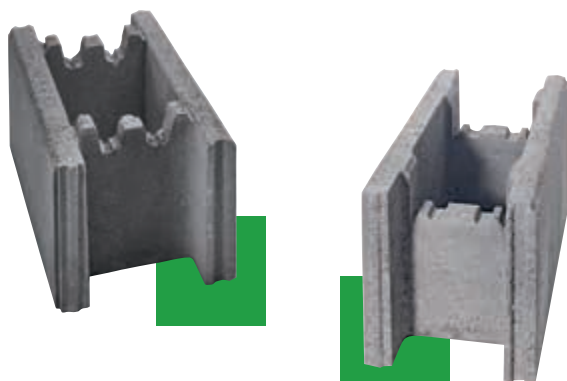
²⁾ $f_{ck, cube}$: charakteristische Festigkeit von Würfeln, Kantenlänge 150 mm, Alter 28 Tage

³⁾ Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall erforderlich

5. Entwurf und Bemessung

5.1 Schalungssteintypen KLB1 bis 3

Zunächst ist voranzustellen, dass die bestehenden **KLB-Schalungssteine KLB1 und KLB3** für die Anwendung im Bereich des Garten- und Landschaftsbaus optimiert wurden.



Für sie sind entsprechende End- und Ergänzungssteine erhältlich. Darüber hinaus verfügen sie über Fasen, die einen harmonischen Fugenverlauf abbilden (Schattenfugen).



Im Falle einer Bemessung sind die KLB-Schalungssteine KLB1 dem **Säulentyp** zuzuordnen, d.h. der tragende Kernbeton besteht aus regelmäßig angeordneten Betonstützen mit Beton-Riegeln, die aufgrund ihres Querschnittes keine rechnerisch tragende Verbindung zu den Betonstützen aufweisen. Dies ist bei der Bemessung selbstredend zu berücksichtigen.

Die **KLB-Schalungssteine KLB2 und KLB3** sind dem **Gittertyp** zuzuordnen, d.h. der tragende Kernbeton besteht aus Betonstützen, die durch horizontale Beton-Riegel verbunden sind. Die Stützen und Riegel entstehen durch das Ausbetonieren der Hohlräume der Schalungsbausteine.



Die Anlagen 1 und 2 enthalten die Kennwerte zu bemessungstechnischen Annahmen sowie der inneren Geometrie der Schalungssteine – in Abhängigkeit von der Wanddicke bei den Schalungssteinen KLB1, KLB2 und KLB3. Die entsprechenden Kennwerte für die KLB-Schalungssteine mit Vorsatzschale enthält Anlage 5.

5.2 Bauordnungsrechtliche Grundlagen für die Bemessung von Schalungssteinen

Grundsätzlich werden Schalungssteine aus **Normal- und Leichtbeton** z.B. durch die DIN EN 15435 erfasst und können in Verbindung mit der DIBt-Richtlinie einer Bemessung zugeführt werden.

KLB-Schalungssteine des Typs 1 bis 3, aus haufwerksporigen Leichtbeton sind dagegen nicht durch die europäische Norm beschrieben und werden daher durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-15.20-318 einer Bemessung zugeführt.

Der KLB-Schalungsstein mit Vorsatzschale ist durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-15.20-314 geregelt.

Die Bemessung der KLB-Schalungssteine, Typen 1 bis 3, muss entweder nach DIN 1045-1:2008-08 oder nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 und DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 erfolgen.

Die nachfolgenden Ausführungen enthalten eine Übersicht über wichtige Bestimmungen aus den entsprechenden Regelwerken (Zulassung sowie DIBt Richtlinie).

5.3 Mindestwanddicke und Wandhöhe

Die Kernbetondicke d_K (Mindestwanddicke des Ortbetons) muss dem Mindestwert der Wanddicke nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 9.6.1 (NA 2), Tabelle NA.9.3 und Abschnitt 12.9.1 (1), Tabelle NA.12.2 sowie Abschnitt 11.9 (NA. 3) entsprechen. Werden nachträglich Querschnittschwächungen im Ortbeton vorgenommen, so dürfen deren Abmessungen die Werte in DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 12.9.1 (2) genannten Wert nicht überschreiten.

Darüber hinaus darf die Schlankheit einer Wand, die mit KLB-Schalungssteinen errichtet wird, den Wert $\lambda = 85$ nicht überschreiten.

Unbenommen davon darf die Höhe einer Wand, die mit dem KLB-Schalungssteinsystem errichtet wird, höchstens 3,60 m betragen.

5.4 Anordnung der Gebäudewände

Das Gebäude ist so zu konstruieren, dass die Mittelebenen übereinander stehender Wände in einer Ebene liegen müssen. Wenn dies aus baulichen Gründen nicht möglich ist, z. B. bei Außenwänden verschiedener Dicke, müssen die Kernflächen mindestens auf einer Seite mit einer Genauigkeit von 5 mm bündig sein, soweit kein genauere rechnerischer Nachweis geführt wird.

Ringanker sind gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 9.10.2.2 anzuordnen, zu bemessen und zu bewehren. Für Wände, die zur Abtragung von waagerechten Kräften in der Wandebene herangezogen werden, muss in jedem Geschoss ein Ringanker mit mindestens 2 \emptyset 12 B500B angeordnet werden.

Bei mehr als fünf Vollgeschossen ist eine konstruktive Anschlussbewehrung der Wände für Eck- und T-Verband untereinander erforderlich, die statisch nicht in Rechnung gestellt werden darf. Exemplarisch ist für den Schalungsstein KLB2 mit der Wanddicke 24 cm die Bewehrung bei Wandstößen auf Anlage 3 dargestellt. Die Bewehrungsführung bei KLB-Schalungssteinen mit Vorsatzschale enthält Anlage 6.

5.5 Decken

Geschossdecken müssen grundsätzlich als Scheibe wirken. Für Deckenscheiben aus Fertigteilen gilt DIN EN 1991-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitte 10.9.2 und 10.9.3 Die Deckenbewehrung muss dabei bis an die Außenkante des Betonkerns reichen. Nur bei Gebäuden bis zu zwei Vollgeschossen dürfen Decken ohne Scheibenwirkung verwendet werden. Hierfür gelten besondere Bestimmungen. Aufgrund der sehr geringen Verbreitung dieser Bauweise wird diese hier nicht kommentiert.

5.6 Bemessung statischer Nachweis

Bei der Bemessung der Wände sind die Schalungssteine als nicht tragend anzusetzen. Es ist mindestens Beton der Festigkeitsklasse C16/20 bzw. LC16/18 zu verwenden.

Beton der Festigkeitsklasse >C30/37 bzw. >LC30/33 darf nur mit dem Rechenwert für Betonfestigkeitsklasse C30/37 bzw. LC 30/33 in Ansatz gebracht werden.

Die Standsicherheit der Gebäude ist, wie bei konventionellem Mauerwerk auch, in jedem Einzelfall durch eine statische Berechnung nachzuweisen. Zum Nachweis der Standsicherheit sind die Kernbetondicken d_k , die Kernfläche A_k , der Trägheitsradius des Kernbetons i_k , das Widerstandsmoment der Riegel W_R sowie das Flächengewicht der unverputzten Wand g_w den Anlagen 1 oder 2 bzw. 5 zu entnehmen.

Es dürfen nur in einer Ebene liegende Wände in Ansatz gebracht werden, d.h. keine zusammengesetzten Querschnitte.

Die Wände sind im Allgemeinen für den Knicksicherheitsnachweis als zweiseitig gehalten anzunehmen. Der Berechnung sind die entsprechenden Querschnittswerte in den Anlagen 1 oder 2 bzw. 5 zu Grunde zu legen.

Aussparungen, Schlitze, Durchbrüche und Hohlräume sind bei der Bemessung der Wände entsprechend der DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 12.9.1 zu berücksichtigen. Die Aufnahme von waagerechten Kräften, z. B. Windkräften oder Kräften aus Lotabweichung, ist nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 6.2 sowie Abschnitte 11.6.1 und 11.6.2, für den Betonkern mit den Werten nach den Anlagen 1 oder 2 bzw. 5 nachzuweisen.

Der maßgebende Bemessungswert der einwirkenden Horizontalkraft in Wandlängsrichtung darf nicht größer sein als der Bemessungswert der Tragfähigkeit einer Wand in Wandlängsrichtung nach Gleichung (1).

5.7 Aussteifende Wände

Der erforderliche Abstand aussteifender Wände ergibt sich aus Tabelle 2. Hierfür werden Schalungssteine mit nennenswerter Riegelfläche benötigt. Dies ist bei KLB2 und KLB3 der Fall.

Tabelle 2: Abstände für aussteifende Wände in Anlehnung an DIN 1053 (Hinweis: Diese Abstände sind nur bei zwei Geschossen mit Decken ohne Scheibenwirkung einzuhalten!)

Mindest-Kernbetondicke d_k der auszustreifenden Wand (cm)	Abstand b der aussteifenden Wände entsprechend DIN 1053-1 ¹⁹ , Abschnitt 6.7.2 (m)
12 bis 13	4,5 ^{*)}
14 bis 15	5,0 ^{*)}
16 bis 23	8,0

*) Bei Anordnung einer zusätzlichen Aussteifung mittels einer Stahlbetonstütze von $b/d = 20/20$ cm im mittleren Wandbereich darf der Abstand der aussteifenden Wände auf 6,9 m erhöht werden.

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit einer Wand in Wandlängsrichtung $H_{L,Rd}$ in kN ergibt sich aus: (Gleichung 1)

$$H_{L,Rd} = \frac{4 \cdot \eta_1 \cdot (L \cdot Z_R \cdot f_{ctk,0,05})}{3 \cdot (h_s \cdot L_R \cdot \gamma_{ct})}$$

η_1 Korrekturfaktor
 $\eta_1 = 1,0$ für Normalbeton
 $\eta_1 = 0,40 + 0,6 \cdot \rho / 2200$ für Leichtbeton
 ρ Rechenwert der Trockenrohddichte in kg/m^3

L Länge der aussteifenden Wand in m

Z_R Widerstandsmoment des Riegels in mm^3
 (158.215 mm^3 bei KLB2 und 168.289 mm^3 bei KLB3)

$f_{ctk,0,05}$ 5 % Quantil der zentrischen Betonzugfestigkeit in MPa
 (1,5 MPa bei C20/25 und 1,8 MPa bei C25/30)

h_s Schalungssteinhöhe in mm
 (200 mm bzw. 248 mm)

L_R mittlere Länge des Riegels in mm
 (jeweils 9 mm bei KLB2 und KLB3)

γ_{ct} Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{ct} = 1,5$

Aussteifende Wände sollten eine Länge von mindestens 1/5 der lichten Geschosshöhe haben. Für eine Wandlänge von 1,00 m sind die sich ergebenden Bemessungswerte der Tragfähigkeit in Wandlängsrichtung $H_{L,Rd}$ in Tabelle 3 zusammen gestellt. Die Werte sind proportional zur Wandlänge.

Tabelle 3: $H_{L,Rd}$ in kN für Wanddicke 24 cm

Steintyp	h_s mm	C20/25	C25/30
		$H_{L,Rd}$ kN	
KLB2	248	284	340
KLB3	200	374	449
	248	302	362

5.8 Kellerwände

Exemplarisch ist für den Schalungsstein KLB2 mit der Wanddicke 24 cm die Anordnung der Bewehrung auf Anlage 4 dargestellt. Bei den Schalungssteinen KLB1, KLB2 und KLB3 beträgt die Mindestwandlänge 1,50 m. Die Bewehrungsführung bei KLB-Schalungssteinen mit Vorsatzschale enthält Anlage 7. Die Mindestwandlänge beträgt hierbei 2,00 m. Die dargestellte Zugbewehrung darf nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 6.1 ermittelt werden. Da die Zugbewehrung nicht von Bügeln umschlossen ist, muss nachgewiesen werden, dass der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft dem Bemessungswert der ohne Querkraftbewehrung aufnehmbaren Querkraft entspricht. Beim Querkraftnachweis ist die durch die Stege der Schalungssteine verminderte Breite der Kernfläche zu berücksichtigen, indem die relevante Kernfläche durch die Kernbetondicke gemäß den Anlagen 1 oder 2 bzw. 5 dividiert wird.

Der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit senkrecht zur Wand-Ebene ist nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 6.2.2 sowie Abschnitt 11.6.1 zu bestimmen. Der Berechnung sind die entsprechenden Querschnittswerte den Anlagen 1 bzw. 2 zugrunde zu legen.

5.9 Energieeffizienz und baulicher Wärmeschutz EnEV 2014/2016

Die Energieeffizienz der Gebäudehülle ist in den vergangenen Jahren zunehmend in den Fokus gerückt. Da sie den größten Flächenanteil an einem Gebäude ausmacht, gilt es Energieverluste an der Außenwand möglichst gering zu halten. Dabei ist insbesondere der KLB-Schalungsstein mit Vorsatzschale und integrierter Dämmung schon heute zukunftsweisend.

So erreicht dieser Schalungsstein, in Verbindung mit geeigneten Putzsystemen, in der Wandstärke 42,5 cm die KfW-Anforderung gemäß dem alternativen Nachweis eines KfW-Effizienzhauses 55. Für die Außenwände wird dabei ein Referenzwert von $\leq 0,20$ W/(m²·K) zu Grunde gelegt (gültig seit 01.04.2016). Werden KLB-Schalungssteine im Außenwandbereich eingesetzt, so sind die **KLB-Schalungssteine KLB1, KLB2 und KLB3** mit einer Zusatzdämmung (WDVS) oder einer Kerndämmung mit Vorsatzschale zu versehen. Die bauphysikalischen Eigenschaften der Wand richten sich nach der Wahl des Dämmstoffes sowie der Dämmstoffdicke.

Somit lassen sich bei Anordnung einer außenliegenden WDVS-Fassade, analog zu konventionellem großformatigem Mauerwerk, alle energetischen Standards vom KfW-Effizienzhaus bis hin zum Plusenergiehaus realisieren. Der schlanke Wandaufbau garantiert zudem einen deutlichen Gewinn an Wohnraum.

Aus Gründen des Brandschutzes und des Werterhaltes empfiehlt die KLB grundsätzlich die Anwendung von mineralischen Wärmedämmverbundsystemen.

5.10 Wärmedurchlasswiderstand – KLB-Schalungssteine KLB1, KLB2 und KLB3

Für die Schalungssteine KLB1, KLB2 und KLB3 gilt DIN 4108-3, Anhang A.3. Die Ermittlung des Wärmedurchlasswiderstandes erfolgt wie für mehrschichtige Bauteile üblich. Als Dicken sind die des Kernbetons d_k und die Gesamtdicke der Schalungssteinwandungen $d-d_k$ (Wanddicke/Kernbetondicke) einzusetzen.

Als Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von Schalungssteinen aus Leichtbeton mit haufwerksporigen Gefüge und Rohdichten von 1.000, 1.200 bzw. 1.400 kg/m³ gelten die Werte nach DIN V 4108-4, Tabelle 1, Zeile 2.4.2.

Als Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit gilt für Schalungssteine aus Normalbeton mit einer Rohdichte von 2.000 kg/m^3 der Wert $\lambda = 1,35 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Für den Ortbeton gelten die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit nach DIN EN ISO 10456, Tabelle 3 (Normalbeton) oder nach DIN V 4108-4, Tabelle 1, Zeile 2.2 (Leichtbeton) in Abhängigkeit von der jeweiligen Rohdichte.

5.11 Brandschutz – KLB-Schalungssteine KLB1, KLB2 und KLB3

KLB-Schalungssteine und Ortbeton sind nicht brennbare Baustoffe, sie gehören mithin der Klasse A1 nach DIN EN 13501-1 an. Die Wände erfüllen bei einer Wanddicke von 240 mm die Anforderungen an Brandwände, wenn der Ortbeton mindestens der Festigkeitsklasse C16/20 entspricht. Dabei dürfen in diese Wände keine – auch keine nachträglichen – Querschnittschwächungen eingebracht werden und keine Einbauten, wie z.B. Rohre, in ihnen angeordnet sein.

Ansonsten ist der Brandschutz nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.8, zu beurteilen.

5.12 Brandschutz – KLB-Schalungssteine mit Vorsatzschale

Auch Schalungssteine aus Leichtbeton mit haufwerkporigem Gefüge sind nichtbrennbare Baustoffe (Klasse A1 nach DIN EN 13501-1).

Die in die äußeren Kammern der Leichtbeton-Schalungssteine eingefüllten Dämmstoffe müssen schwerentflammbar (Baustoffklasse B1 nach DIN 4102-1) bzw. normal entflammbar (Brandverhalten Klasse E nach DIN EN 13501-1) sein.

5.13 Schallschutz

Für den Nachweis des Schallschutzes nach DIN 4109 ist die flächenbezogene Masse der unverputzten Wand bei den Schalungssteinen Typ 1, Typ 2 und Typ 3 den Anlagen 1 bzw. 2 zu entnehmen. Bei den KLB-Schalungssteinen mit Vorsatzschale beträgt die flächenbezogene Masse 323 kg/m^2 bei einer Wanddicke von 365 mm und 327 kg/m^2 bei einer Wanddicke 425 mm. Hierbei ist der Putz noch nicht berücksichtigt und beim Kernbeton ist eine Rohdichte von 2.000 kg/m^3 zugrunde gelegt.

5.14 Bestimmung für die Ausführung

Beim Aufbau der Wände ist zunächst die erste Schicht genau nach Höhe und Flucht mit Normalmauermörtel der Mörtelgruppe III nach DIN V 18580 oder DIN EN 998-2 in Verbindung mit DIN V 20000-412 anzulegen, sodass Unebenheiten des Untergrunds und dadurch entstehende Undichtheiten des Übergangs zur Schalungswand vermieden werden. Sodann sind die übrigen Schichten der Schalungssteine ohne Fugenmörtel trocken im Verband so zu versetzen, dass die Innenwandungen der Kammern übereinander stehender Schalungssteine bündig durchgehende Füllkanäle bilden.

Die Wände müssen dann lagenweise mit Beton verfüllt werden, wenn sie halbgoschshoch aufgestellt sind, jedoch spätestens nach 1,80 m. Der kleinere Wert ist maßgebend.

Waagerechte Arbeitsfugen dürfen grundsätzlich nur in Höhe der Geschosdecken angeordnet werden. Sofern in Ausnahmefällen Arbeitsunterbrechungen nicht zu vermeiden sind, gilt DIN EN 13670, Abschnitte 8.2 und 8.4 in Verbindung mit DIN 1045-3, Abschnitte 2.8.2 und 2.8.4. Zudem sind vertikale Betonstabstähle (Steckeisen) in den Arbeitsfugen wie folgt anzuordnen:

- Die Steckeisen müssen zueinander versetzt sein und der Abstand voneinander darf nicht größer als 500 mm sein.
- Der Gesamtquerschnitt muss mindestens $1/2000$ der Querschnittsfläche des anzuschließenden Betonkerns betragen, jedoch sind je Meter Wandlänge mindestens zwei Betonstabstähle $\varnothing 8 \text{ mm B500B}$ (oder gleichwertig) anzuordnen.
- Die Steckeisen müssen jeweils mindestens 200 mm in die miteinander zu verbindenden Betonschichten reichen.

Vor dem Versetzen weiterer Steine sind die Lagerflächen der zuletzt versetzten Steine von anhaftenden Betonresten zu säubern.

Der Beton muss je nach Konsistenz entsprechend den Vorgaben der jeweiligen Zulassung verdichtet werden.

Für das Betonieren gilt DIN EN 13670, Abschnitt 8 in Verbindung mit DIN 1045-3, Abschnitt 2.8. Die nach Statik ggf. erforderliche Bewehrung ist dabei in geeigneter Weise mit einzubauen. Dabei ist DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitte 8 und 9 sowie Abschnitte 11.8 und 11.9 zu beachten.

Wanddecken und Wandanschlüsse sowie der Verband im geraden Wandabschnitt sind exemplarisch für Schalungssteine KLB2 mit der Wanddicke 24 cm auf Anlage 3 dargestellt. Bei KLB-Schalungssteinen mit Vorsatzschale kann die Bewehrungsführung Anlage 6 entnommen werden.

In den Wandkernen liegende horizontale Verrohrungen sind zu vermeiden. Wenn unbedingt erforderlich, sind diese in der Statik zu berücksichtigen.

Vertikale Rohre im Betonkern müssen statisch berücksichtigt werden, wenn deren Durchmesser 1/6 der Kernbetondicke überschreitet oder der Abstand der Rohre kleiner als 2,0 m ist.

Fördern, Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons müssen nach DIN EN 13670 Abschnitt 8 in Verbindung mit DIN 1045-3, Abschnitt 2,8, erfolgen und von Personen ausgeführt werden, die in die Betonierarbeiten und die richtige Handhabung des Schalungssystems eingewiesen wurden.

Der Beton darf frei nur bis zu einer Höhe von 2,0 m fallen. Darüber hinaus ist er durch Schüttröhre oder Betonierschläuche mit maximal 100 mm Durchmesser zusammenzuhalten und bis kurz vor die Einbaustelle zu führen.

Schüttkegel sind durch kurze Abstände der Einfüllstellen zu vermeiden.

Die Planung muss genügend Zwischenräume in der Bewehrung für Schüttröhre oder Betonierschläuche vorsehen.

Auf das DBV-Merkblatt „Betonierbarkeit von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton“ wird hingewiesen. Die Wände dürfen nach dem Betonieren nicht mehr als 5 mm pro laufendem Meter Wandhöhe von der Lotrechten abweichen und müssen den Ebenheitstoleranzen der Wandoberfläche nach DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 5 entsprechen.

Auf Wände, die mit KLB-Schalungssteinen erstellt werden, darf die Decke erst aufgelegt werden, wenn eine ausreichende Festigkeit des Ortbetons vorhanden ist.

Außenwände aus Schalungssteinen sind stets mit einem Witterungsschutz zu versehen. Die Schutzmaßnahmen gegen Feuchtebeanspruchung (z.B. bei Außenwänden mit Putz) sind so zu wählen, dass eine dauerhafte Überbrückung der Stoßbereiche gegeben ist.

Anstelle des Außenputzes können Bekleidungen oder Verblendungen angebracht werden. Die Verankerung großflächiger Fassadenbekleidungen bzw. deren Unterkonstruktion muss im Kernbeton vorgenommen werden. Für die konstruktive Durchbildung der Bekleidung selbst gilt DIN 18526-1. Die Ausführung des Putzes ist nach DIN V 18550 mit den nachstehenden Ergänzungen durchzuführen:

- Fertig- oder Spezialputze sind im Gesamtaufbau nach Angaben des Putzherstellers aufzubringen.
- Außen- und Innenputz müssen DIN 18550 entsprechen. Werden in DIN 18550 größere Werte für die Druckfestigkeit des Putzes bzw. Mörtels angegeben, so wird empfohlen, diese auf maximal 5 MPa zu begrenzen.

6. Anwendungsbeispiele

Vorbemerkung

Die vorgestellten Beispiele können naturgemäß nicht die örtlich vorhandenen Verhältnisse berücksichtigen. Desweiteren ist zu beachten, dass hier lediglich der Regelquerschnitt untersucht wird, eine Untersuchung von Details wie z. B. Wandecken oder auch Fundamenten würde vorliegend zu weit führen. Im Einzelfall ist daher eine statische Berechnung unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und baulichen Randbedingungen erforderlich.

6.1 Freistehende Wände

Frei stehende Wände werden auf einem frostfrei gegründeten Streifenfundament errichtet. Es sollte auf jeder Wandseite ca. 5,0 cm überstehen. Das Fundament muss eine Anschlussbewehrung aufweisen. Diese sollte nicht mehr als 30,0 cm über die Fundamentoberkante hinausragen. Anzahl und Durchmesser der Anschlussseisen entsprechen der Vertikalbewehrung.

Die Wandkrone erhält eine Abdichtung mittels Dichtschlämme oder Abdeckplatten. Freistehende Wände aus Schalungssteinen werden in der Regel verputzt.

Exemplarisch wurde eine freistehende, gerade Wand von 20 m Länge für den Standort Andernach (60 m üNN) in Windlastzone 2 (Binnenland) aus Schalungssteinen KLB1 mit der Wanddicke 24 cm untersucht. Sie ist ohne Bewehrung nur bis zu einer Wandhöhe von 0,5 m rechnerisch standsicher. Die Windbelastung ist symmetrisch zur halben Wandlänge und spiegelsymmetrisch zur halben Wanddicke zu berücksichtigen. Statt des Wandbereiches A mit der stärksten Windbeanspruchung aber nur einer Breite von 0,6 m wurde wegen der Lastverteilung durch die Bewehrung das Mittel der Beanspruchungen aus den Wandbereichen A und B zugrunde gelegt. Grundsätzlich ist eine abgestufte Bewehrung entsprechend den Wandbereichen A und B und den geringer belasteten Wandbereichen C und D möglich, was aber in der Praxis meist unterbleibt. Der Einfluss des Wandeigengewichtes wurde bei der Berechnung auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt. Die ermittelte erforderliche Bewehrung ist in nachfolgender Tabelle in Abhängigkeit von der Wandhöhe zusammen gestellt.

Die Schalungssteine Typ 2 und Typ 3 weisen die gleiche Kernbetondicke wie Typ 1 auf. Sie können daher ebenfalls für freistehende Wände verwendet werden.

System und Belastung

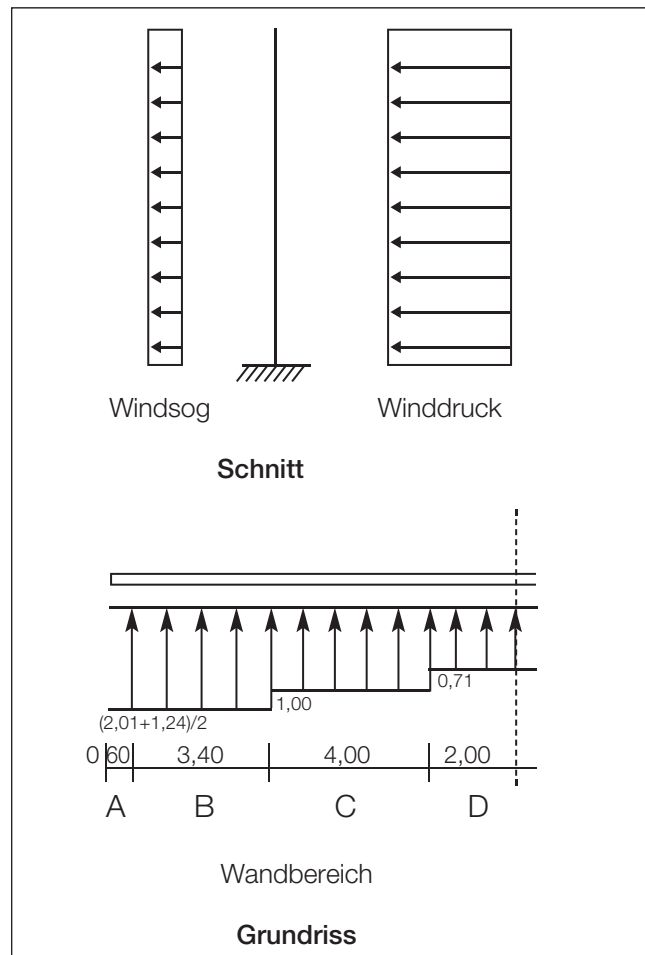
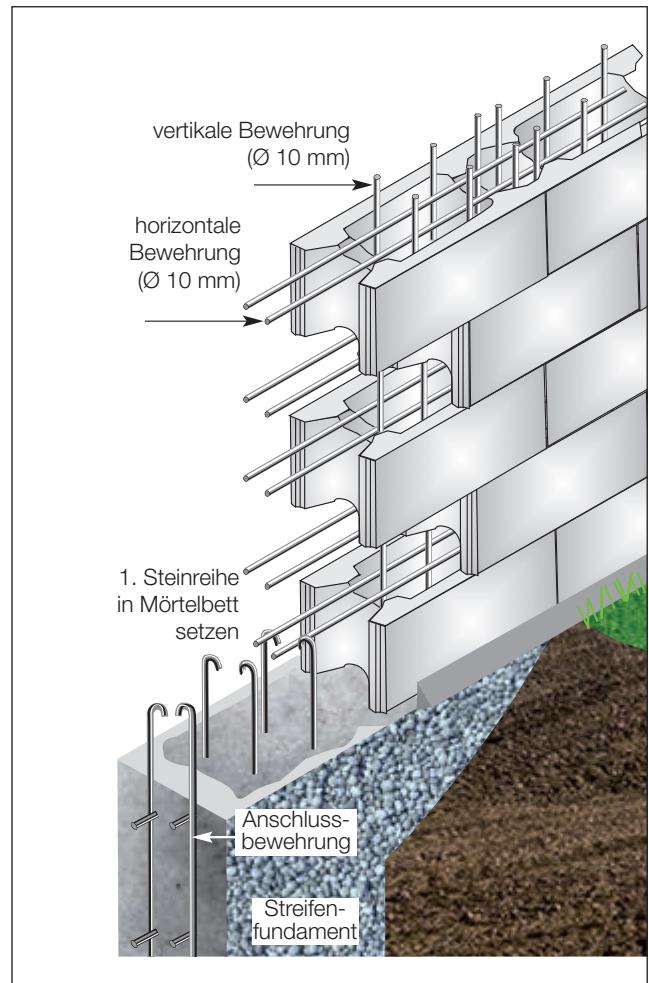
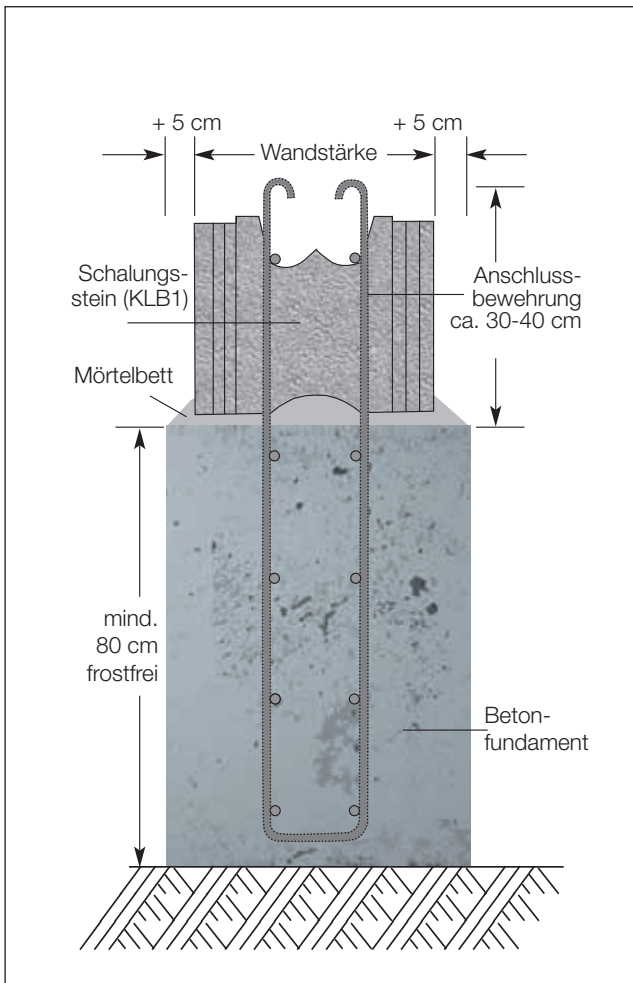


Tabelle 4: Bewehrungsanordnung

Bewehrung B500S, Beton C25/30		
Wandhöhe	Anschlussbewehrung u. Vertikalbewehrung je Wandseite je m Wandlänge	Horizontalbewehrung je Schicht
≤ 2,0	4 Ø 8	2 Ø 8
2,01 bis 3,0	4 Ø 10	2 Ø 8
3,01 bis 3,6	4 Ø 12	2 Ø 10



6.2 Stützwände

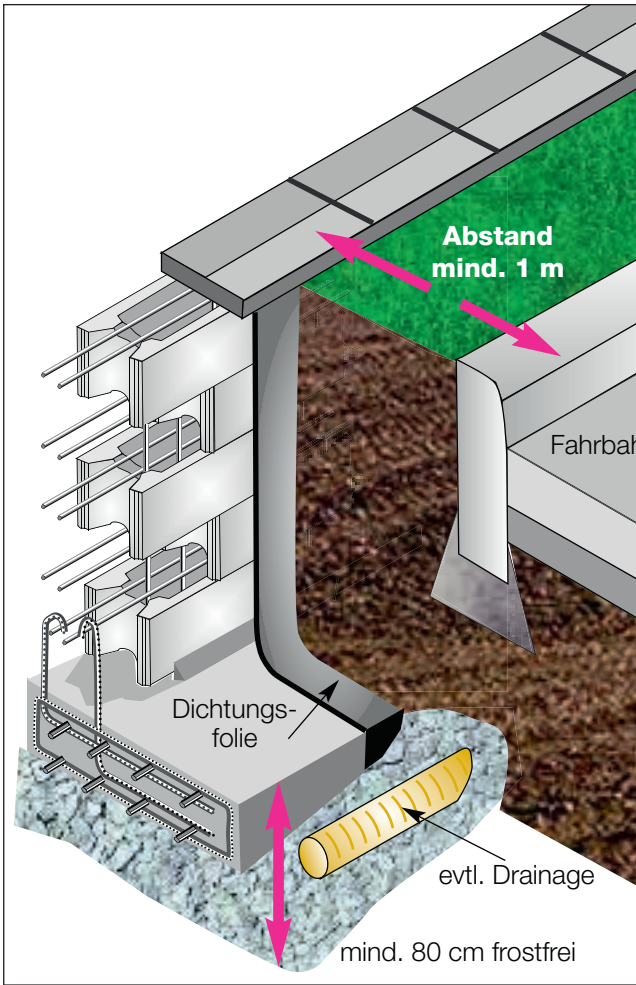
Die Breite des Fundamentes B sollte etwa $2/3$ der Wandhöhe H betragen. Zur Luftseite wird ein Fundamentüberstand zu $5,0$ cm gewählt. Das Fundament muss frostfrei gegründet sein. Die Durchmesser der Anschlussbewehrung entsprechen dem der Vertikalbewehrung. Um eine Winkelstützwand zu gewährleisten, wird die Anschlussbewehrung auf die Breite des Fundamentes abgebogen.

Erdseitig wird mindestens eine Dichtungsfolie angeordnet. Ggf. ist am Fundamentfuß eine Drainage anzulegen. Luftseitig wird die Wand üblicherweise verputzt. Der Wandkopf wird mit Abdeckplatten versehen.

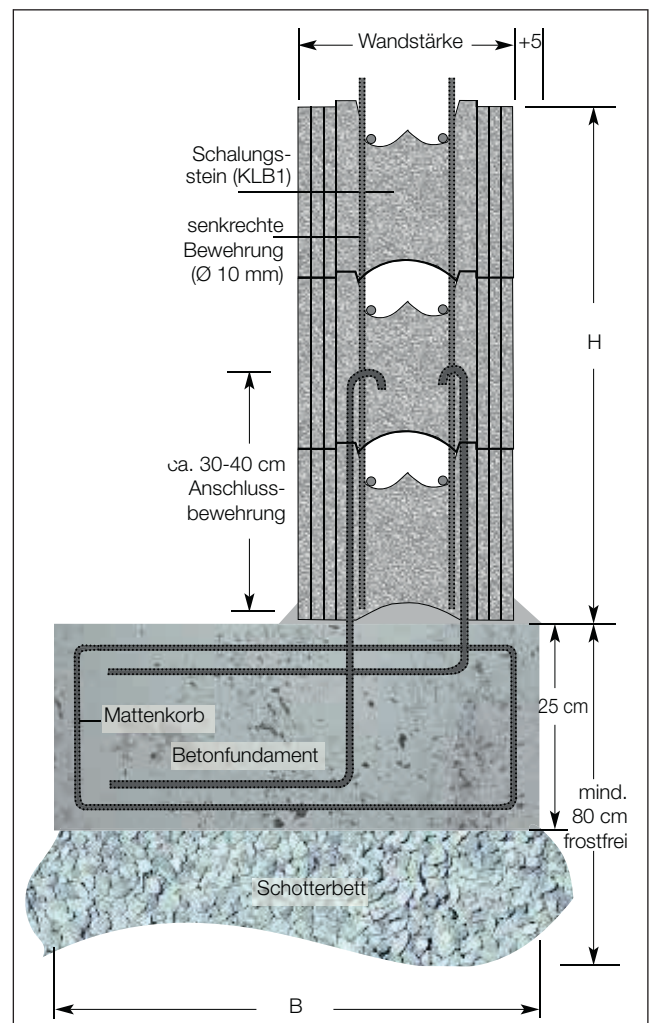
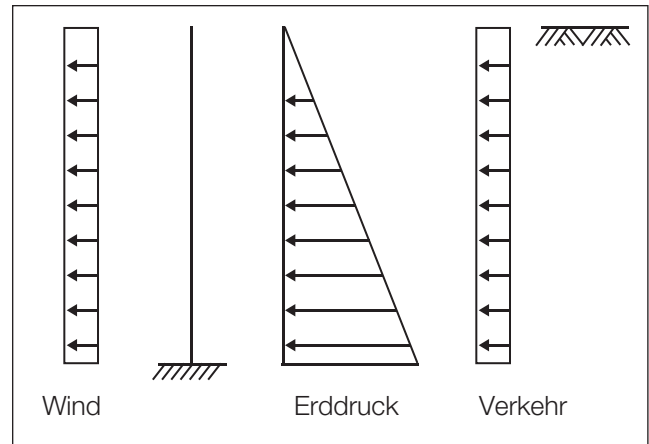
Tabelle 5: Bewehrungsanordnung

Bewehrung B500S, Beton C25/30		
Wandhöhe in m	Anschlussbewehrung u. Vertikalbewehrung je Wandseite /m Wandlänge	Horizontalbewehrung je Schicht
≤ 1,75	4 Ø 8	2 Ø 8
2,00	4 Ø 10	2 Ø 8
3,00	4 Ø 12	2 Ø 10

Exemplarische Berechnungen ergaben die in der Tabelle angegebenen erforderlichen Bewehrungen. Dabei wurde eine Verkehrslast $q_k = 3,5$ kN/m² auf dem Gelände berücksichtigt. Eine Fahrbahn sollte jedoch auf der sicheren Seite liegend im Abstand von mindestens $1,0$ m vor der Wand angeordnet werden.



System und Belastung



Der Wandreibungswinkel wurde zu $\rho = 35^\circ$ und das Gewicht des Erdreichs zu 19 kN/m^3 angenommen. Auf der Luftseite kam der Windsog mit $w_k = 0,59 \text{ kN/m}^2$ in Ansatz. Das Wandeigengewicht wurde auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.

Auf der Luftseite könnten die Bewehrungsdurchmesser verringert werden, worauf hier verzichtet wurde. Die Berechnung erfolgte für den Schalungsstein KLB2 mit der Wanddicke 24,0 cm. Bei den Steintypen KLB1, KLB2 und KLB3 beträgt die Kernbetondicke jeweils 160 mm. Daher können alternativ auch die Schalungssteine KLB1 oder KLB3 zur Herstellung einer Stützwand verwendet werden.

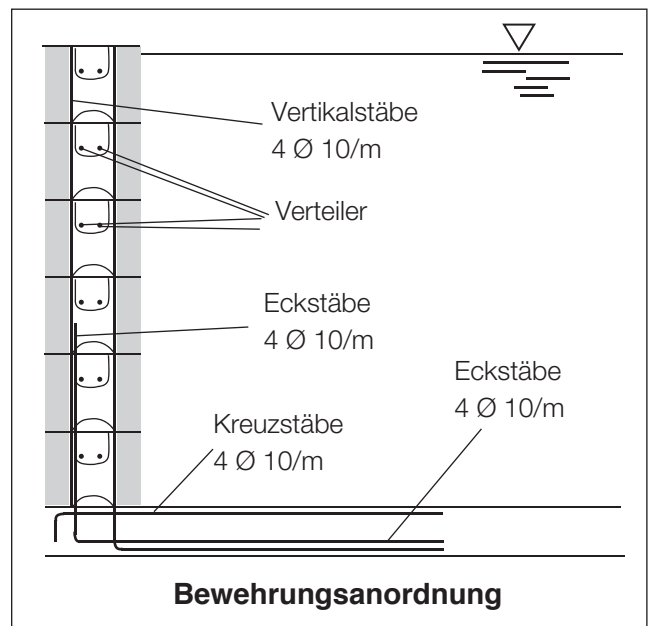


natürlich
MASSIV

6.3 Pool

Exemplarisch wurde ein Pool mit einer Wassertiefe von 1,5 m untersucht. Als Schalungssteintyp wurde KLB3 und die Wanddicke mit 24,0 cm angenommen. Das Eigengewicht der Wand kam bei der Berechnung auf der sicheren Seite liegend nicht in Ansatz. Für den Fall des entleerten Beckens wurde Erdanschüttung auf gesamter Wandhöhe berücksichtigt. Dabei wird erdseitig mindestens eine Bewehrung wie bei einer frei stehenden Wand erforderlich.

Die wasserseitige Anschlussbewehrung ist wie bei der Stützwand in die Bodenplatte abzuwinkeln. Die hohen in den Wandecken auftretenden Horizontalkräfte und die hierfür erforderliche Bewehrung wurden nicht untersucht.



System und Belastung

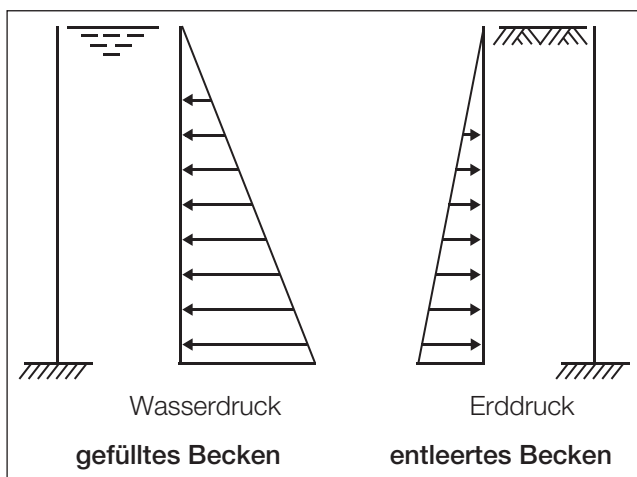
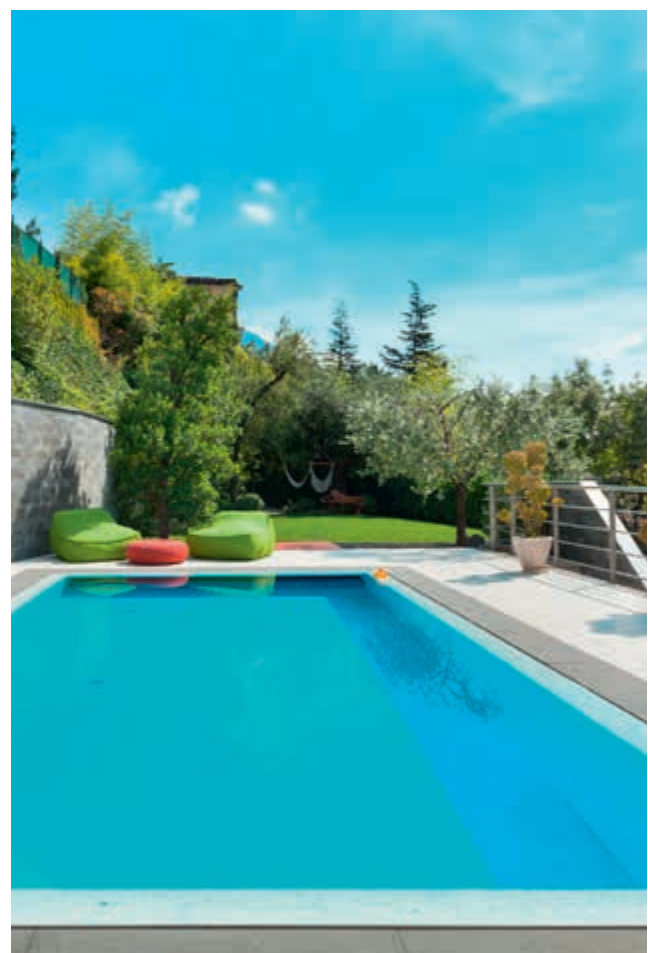


Tabelle 6: Bewehrungsanordnung

Bewehrung B500S, Beton C25/30			
Wandhöhe in m	Anschlussbewehrung u. Vertikalbewehrung je m Wandlänge		Horizontal- bewehrung je Schicht
	Wasserseite	Erdseite	
1,50	4 Ø 10	4 Ø 10	2 Ø 8

Die Riegelfläche bei den Steintypen KLB3 und KLB2 ist vergleichbar und die Kernbetondicke weist die gleiche Größe auf, sodass alternativ auch der Steintyp KLB2 hätte verwendet werden können.



6.4 Kelleraußenwand

Untersucht wurde eine Außenwand aus KLB-Schalungssteinen mit Vorsatzschale im Kellergeschoss mit einer Höhe von 2,75 m bei voller Erdanschüttung. Dabei wurde die Auflast am Wandkopf variiert. In Näherung wurde das Eigengewicht der Wand am Wandkopf angesetzt. Der Wandreibungswinkel wurde zu $\phi 35^\circ$ und das Gewicht der Erdanschüttung mit 19 kN/m^3 zugrunde gelegt. Die Verkehrslast auf dem Gelände wurde zu $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt.

Bei den Streckenlasten wurde das Verhältnis von Eigengewicht und Verkehrslast, wie etwa bei Büros, zu 75 % bzw. 25 % angenommen.

Der Durchmesser der Anschlussbewehrung entspricht dem der Vertikalbewehrung. Der Anschluss an Decke und Ringanker oder Ringbalken durch eine in diese Bauteile geführte Vertikalbewehrung. In der Zulassung ist die Bewehrung aus $\text{Ø } 6$ bei den Kellerwänden gezeichnet. Hier sind vier Vertikalstäbe je Schalungsstein, also auf 35,0 cm, eingetragen.

$$4/0,35 = \text{rd. } 11 \text{ Ø } 6/\text{m} \text{ ergibt } A_s = 3,12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Zum Vergleich wird bei fehlender Auflast und den hier untersuchten Randbedingungen $A_s = 4,30 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Von besonderem Vorteil ist, dass auch bei nur geringen vorhandenen Deckenlasten die Kellerwand selbst bei voller Erdanschüttung aus KLB-Schalungssteinen angewendet werden kann. Dies ist z.B. bei großen Öffnungen im Erdgeschoss der Fall.

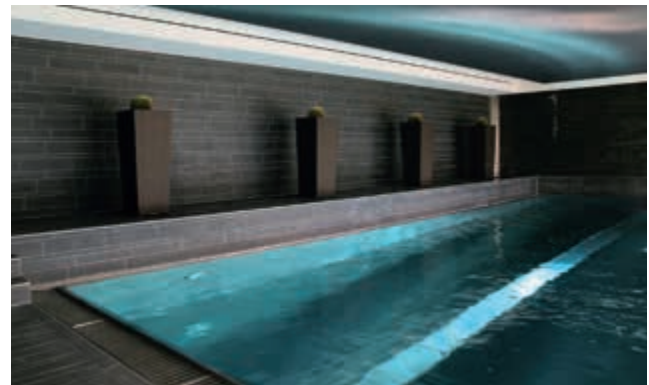
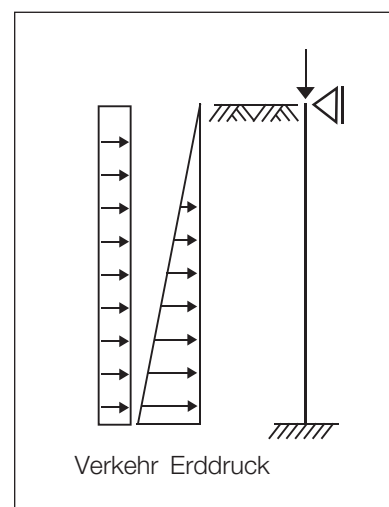


Tabelle 7: Bewehrungsanordnung

Bewehrung B500S, Beton C25/30		
Belastung am Wandkopf kN/m	Anschlussbewehrung u. Vertikalbewehrung je Wandseite je m Wandlänge	Horizontalbewehrung je Schicht
0	6 Ø 10	2 Ø 8
10	6 Ø 10	2 Ø 8
40	6 Ø 12	2 Ø 8
200	6 Ø 12	2 Ø 8

System und Belastung



7. Das EnEV-gerechte massive Wohnhaus

Alternativer Nachweis eines KfW-Effizienzhauses nach Referenzwerten: Die hier genannten Bedingungen der Bauteilcharakteristik entsprechen der Kategorie „KfW 55“ gemäß Anlage zum KfW-Merkblatt 153 „Energieeffizient Bauen“

<p>1. Betonplatte gegen Erdreich</p> <p>15,0 cm Betonplatte auf Kiesfilterschicht dazwischen Sperrbahn 1 Lage Schweißbahn</p> <p>8,0 cm Dämmung WLG 025</p> <p>2,0 cm Dämmung WLG 040</p> <p>6,0 cm Estrich/Bodenbelag</p>	<p>erreichter Wert</p> <p>U-Wert = 0,25 W/m²K</p>	<p>Anforderung/Referenzwert</p> <p>U ≤ 0,25 W/m²K</p>
<p>2. Betondecke zum unbeheizten Keller</p> <p>18,0 cm Betondecke</p> <p>10,0 cm Dämmung wie 1. (80+20)</p> <p>6,0 cm Estrich/Bodenbelag</p>	<p>erreichter Wert</p> <p>U-Wert = 0,24 W/m²K</p>	<p>Anforderung/Referenzwert</p> <p>U ≤ 0,25 W/m²K</p>
<p>3. Außenwände im beheizten UG</p> <p>1,5 cm Gips-Innenputz $\lambda_R=0,75$</p> <p>42,5 cm KLB-Schalungssteine mit Vorsatzschale $\lambda_R=0,09$</p> <p>2,5 cm Leichtputz $\lambda_R=0,56$</p>	<p>erreichter Wert</p> <p>U-Wert = 0,20 W/m²K</p>	<p>Anforderung/Referenzwert</p> <p>U ≤ 0,25 W/m²K</p>
<p>4. Außenwände im EG und OG</p> <p>1,5 cm Leichtgips-Innenputz $\lambda_R=0,35$</p> <p>42,5 cm KLB-Schalungssteine mit Vorsatzschale $\lambda_R=0,09$</p> <p>2,5 cm Faser-Leichputz $\lambda_R=0,31$</p>	<p>erreichter Wert</p> <p>U-Wert = 0,20 W/m²K</p>	<p>Anforderung/Referenzwert</p> <p>U ≤ 0,20 W/m²K</p>
<p>5. Dach, 2-lagig gedämmt</p> <p>1,2 cm Gipskartonplatten</p> <p>6,0 cm Untersparrendämmung WLG 035</p> <p>18,0 cm Vollsparrendämmung WLG 035 Unterspannbahn Dachziegel auf Konterlattung</p>	<p>erreichter Wert</p> <p>U-Wert = 0,14 W/m²K</p>	<p>Anforderung/Referenzwert</p> <p>U ≤ 0,14 W/m²K</p>
<p>6. Holz- bzw. Kunststoff-Fenster</p> <p>U-Werte nach DIN EN ISO 10077-1 <u>Rahmen und Scheiben werden getrennt berechnet!</u> <u>Angenommen:</u></p>	<p>erreichter Wert</p> <p>$U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>	<p>Anforderung/Referenzwert</p> <p>U ≤ 0,90 W/m²K</p>
<p>7. Haustür</p> <p>U-Wert für Keller- und Haustüren <u>Angenommen:</u></p>	<p>erreichter Wert</p> <p>$U_D = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>	<p>Anforderung/Referenzwert</p> <p>U_D ≤ 1,2 W/m²K</p>

8. Heizung (Gas) und Lüftung (Info: sechs Anlagenkonzepte stehen zur Auswahl)

Beispiel: **Gas-Brennwertgerät im beheizten UG**
Leitungen **im beheizten Bereich**
Solare Trinkwassererwärmung
Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

9. Schornstein

Direkt bei der Planung muss an die Abgasführung gedacht werden, etwa an eine KLB-Abgasanlage „Multi-W3G“ mit Zusatz-/Multifunktionsschacht:

- Schornstein für Kachel-/Kaminofen oder Pellets (LAS)
- Zusatz-/Multifunktionsschacht für Installation von Solarheizung

10. Wärmebrücken

Vermeidung von Wärmebrücken: $\Delta U_{WB} \leq 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$

11. Luftdichtigkeit

Luftdichtigkeit wird nachgewiesen durch den Blower-Door-Test sofort nach Fertigbau-Erstellung.

Luftdichtigkeit der Gebäudehülle: $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$

Die aufgeführten Daten zeigen natürlich nur eine Variante der zahlreichen Möglichkeiten und setzen voraus, dass die Planung auf ein konkretes Energieeffizienzhaus abgestimmt wird.

KfW Förderung seit dem 1. April 2016 weiter im Fokus:

- Förderstandard KfW-Effizienzhaus 70 ausgelaufen
- Förderstandards KfW-Effizienzhaus 55 und KfW-Effizienzhaus 40 bleiben weiterhin erhalten
- Vereinfachtes Nachweisverfahren für das KfW-Effizienzhaus 55
- Neuer Förderstandard KfW-Effizienzhaus 40 Plus
- Erhöhung des Förderkreditbetrages auf 100.000 €
- Erhöhung des Förderhöchstbetrages je Wohneinheit auf 100.000 €
- Einführung einer 20-jährigen Zinsbindungsvariante für 20- und 30-jährige Kreditlaufzeiten



natürlich
MASSIV

8. Anlagenverzeichnis

Anlage 1: KLB 1, 2, 3, Querschnittswerte t = 20 cm

Berechnungsgewicht der	Wand * (ohne Putz)	Gw			
	Schalungssteine	Gs			
	Steinrohdicke	Roh Stein	kg/m ³		
			kg/m ³	kN/m ²	kN/m ²
			800	3,13	3,13
			1000	3,33	3,33
			1200	3,53	3,53
			800	3,13	3,13
			1000	3,33	3,33
			1200	3,53	3,53
			800	3,61	3,61
			1000	3,41	3,41
			1200	3,60	3,60
			800	3,25	3,25
			1000	3,44	3,44
			1200	3,63	3,63
			800	3,22	3,22
			1000	3,41	3,41
			1200	3,61	3,61
Trägheitsradius		i	cm		
			3,464		
Widerstandsmoment des Riegels		Zr	mm ³		
			4583 **		
Riegellänge (Maximum)		Lr	cm		
			9,0		
Kernbetonvolumen je m ² Wand (mit Riegel)		Vk	m ³ /m ²		
			0,099		
			0,098		
			0,104		
Kernbetonfläche Wand je lfm (ohne Riegel)	Versatz je Schicht 25 cm	Ak	cm ² /m		
	direkt übereinander	Ak	cm ² /m		
			752		
			976		
			752		
			968		
Riegelfläche pro Riegel (ohne Berücksichtigung der Lagerfuge)		Ar	cm ²		
			11,7		
			11,7		
			103,5		
Kernbetondicke (Minimum)		dk	cm		
			12,0		
			12,0		
			12,0		
Wanddicke		d	cm		
			20,0		
			20,0		
			20,0		
Steinhöhe		hs	cm		
			20,0		
			24,8		
			24,8		
nach Anlage		Nr.			
			1		
			2		
			3		
Schalungssteintyp					
			KLB1		
			KLB2		
			KLB3		

* angenommene Rohdicke des Füllbetons = 2350 kg/m³

** näherungsweise ermittelt, noch abzustimmen mit DIBt

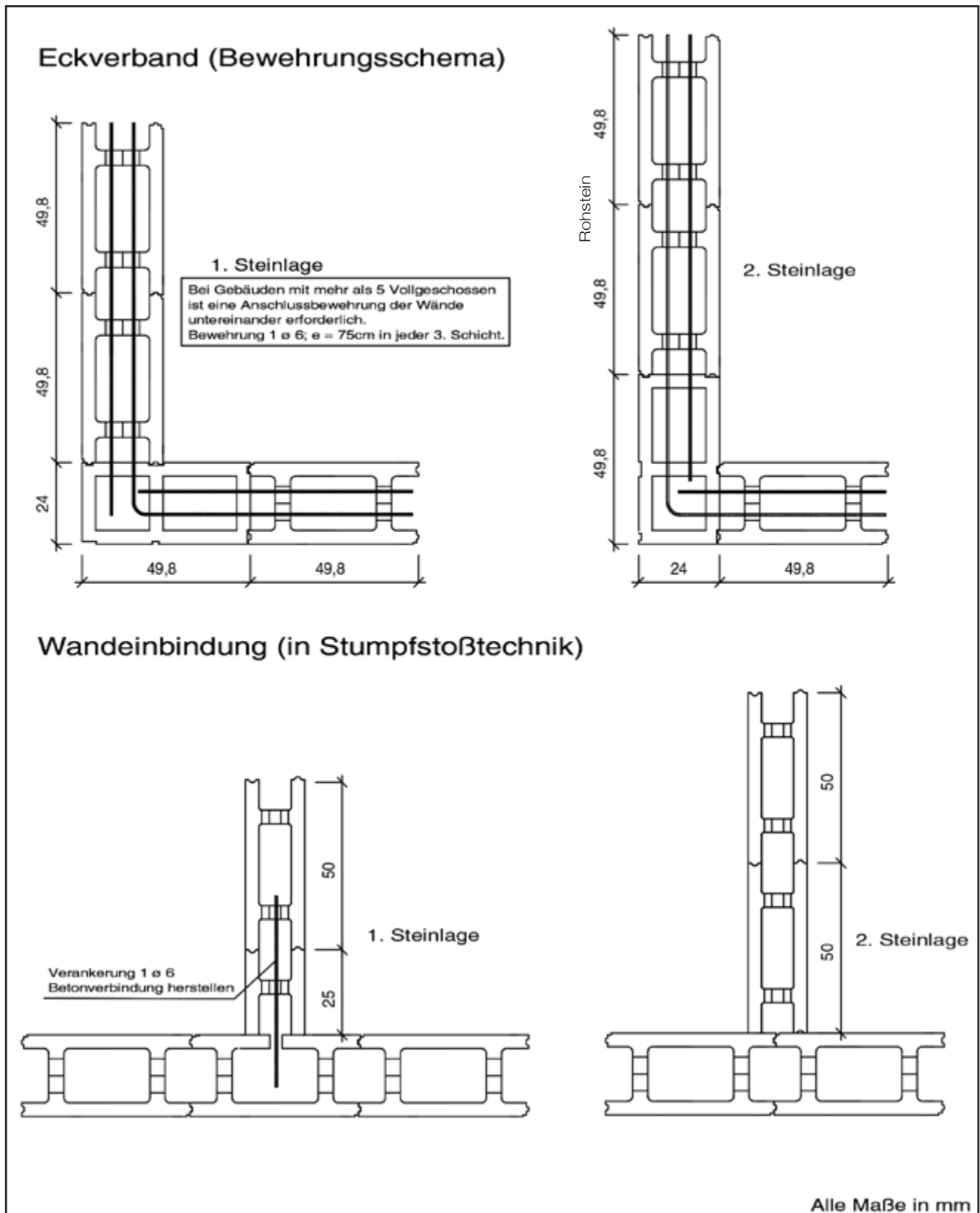
Anlage 2: KLB 1, 2, 3, Querschnittswerte t = 24 cm

Berechnungsgewicht der	Wand * (ohne Putz)	Gw	kN/m ²	3,96	4,07	4,09
	Schalungssteine	Gs	kN/m ²	0,87	0,81	0,80
	Steinrohddichte	Rohstein	kg/m ³	800	800	800
				1000	1000	1000
				1200	1200	1200
				800	800	800
				1000	1000	1000
				1200	1200	1200
Trägheitsradius	l	cm	4,619	4,619	4,619	4,619
Widerstandsmoment des Riegels	Zr	mm ³	6312 **	6312 **	158215 **	168289 **
Riegelänge (Maximum)	Lr	cm	9,0	9,0	9,0	9,0
Kernbetonvolumen je m ² Wand (mit Riegel)	Vk	m ³ /m ²	0,132	0,131	0,139	0,140
Kernbetonfläche Wand je lfm (ohne Riegel)	Versatz je Schicht 25 cm	Ak	cm ² /m	1007	1296	1006
	direkt übereinander	Ak	cm ² /m	1304	1296	1303
Riegefläche pro Riegel (ohne Berücksichtigung der Lagerfuge)	Ar	cm ²	15,2	15,2	104,1	105,4
Kernbetondicke (Minimum)	dk	cm	16,0	16,0	16,0	16,0
Wanddicke	d	cm	24,0	24,0	24,0	24,0
Steinhöhe	hs	cm	20,0	24,8	24,8	20,0
nach Anlage	Nr.		1	2	3	
Schalungssteintyp			KLB1	KLB2	KLB3	

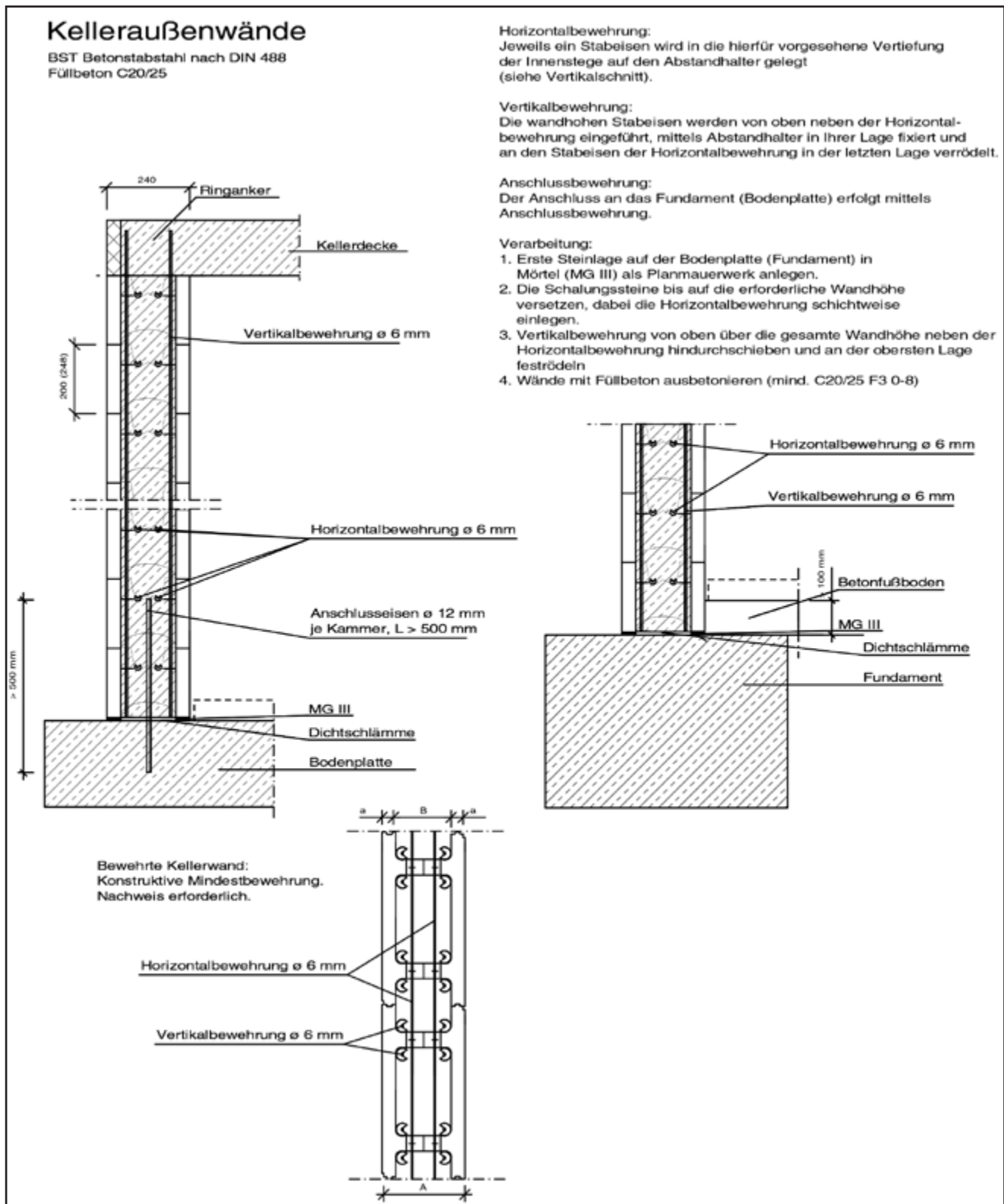
* angenommene Rohdichte des Füllbetons = 2350 kg/m³

** näherungsweise ermittelt, noch abzustimmen mit DIBt

Anlage 3: KLB 1, 2, 3, Ecke/Wandeinbindung exemplarisch t = 24 cm



Anlage 4: KLB 1, 2, 3 Keller exemplarisch t = 24 cm



Anlage 5: KLB Querschnittswerte; Massen und Gewichte sowie Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit

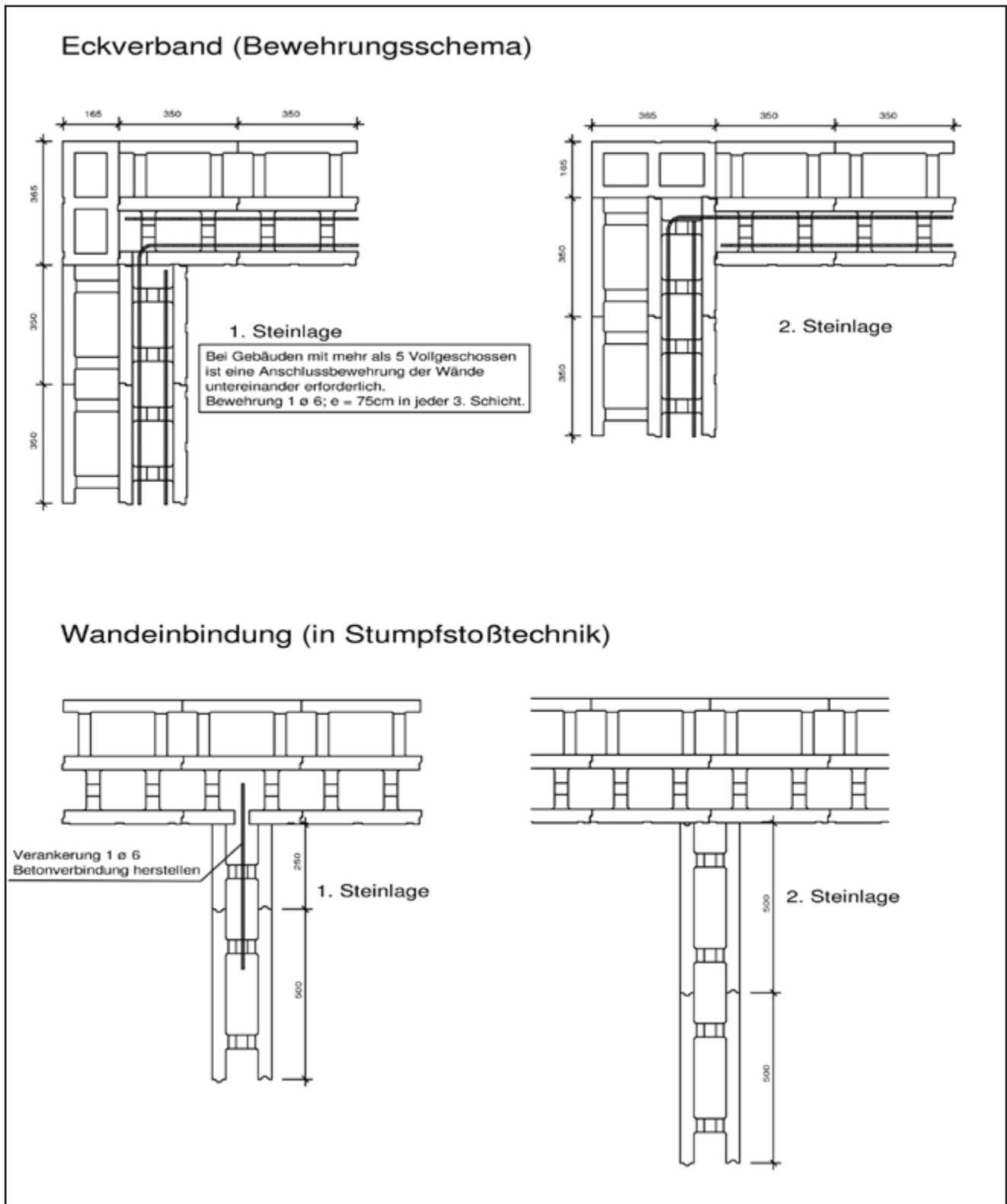
Schalungsstein	Schalungsstein nach Anlagen	Steinhöhe	Wanddicke	Dicke Schalungssteinwandung	Dicke Kernbetondicke (lichte Weite innere Kammer)	Dicke Schalungssteinwandung innere Kammer außen	Dicke Wärmedämmschüttung (lichte Weite äußere Kammer)	Dicke Schalungssteinwandung äußere Kammer	Riegelfläche pro Riegel (ohne Berücksichtigung der Lagerfuge)	Kernbetonfläche Wand je lfm ohne Riegel	Kernbetonvolumen je m ² Wand (mit Riegel)	Riegellänge	Widerstandsmoment des Riegels	Trägheitsradius	Trockenrohddichte		Flächengewichte	
															ohne Abminderung	Abminderung DIN 4109, Beipl. 1, Tab. 2	Schalungssteine	Wand (ohne Putz) ¹⁾
	Nr.	h _s	d	t _{li}	d _k	t _{la}	d _w	t _{sa}	A _R	a _K	V _{nK}	l _R	W _R	i _K	ρ _{tr}	ρ _{tr,red}	g _s	g _w
Normalsteine Rohdichte 800 kg/m ³ , Schalungssteinwandung λ _R =0,205 W/(mK), Wärmedämmschüttung in äußerer Kammer λ _R =0,035 W/(mK)																		
L350 B365 H250	1,2,7,8	25	36,5	4	12	4	13	3,5	127,63	920,8	0,104	4	198,07	19,12	800	750	1,15	3,64
L450 B425 H250	4,5,9,10	25	42,5	4	12	4	19	3,5	127,63	920,8	0,104	4	198,07	19,12	800	750	1,20	3,69
Endsteine Rohdichte 800 kg/m ³ , Schalungssteinwandung λ _R =0,205 W/(mK), Wärmedämmschüttung in äußerer Kammer λ _R =0,035 W/(mK)																		
L350 B365 H250	3,7,8	25	36,5			3,5	12	3,5							800	750	0,66	
L450 B425 H250	6,9,10	25	42,5			3,5	15,5	3,5							800	750	0,66	
Endsteine Rohdichte 550 kg/m ³ , Schalungssteinwandung λ _R =0,13 W/(mK), Wärmedämmschüttung in äußerer Kammer λ _R =0,032 W/(mK)																		
L350 B365 H250	3,7,8	25	36,5			3,5	12	3,5							550	500	0,46	
L450 B425 H250	6,9,10	25	42,5			3,5	15,5	3,5							550	500	0,46	
Endsteine Rohdichte 800 kg/m ³ , Schalungssteinwandung λ _R =0,205 W/(mK), Wärmedämmschüttung in äußerer Kammer λ _R =0,032 W/(mK)																		
L350 B365 H250	3,7,8	25	36,5			3,5	12	3,5							800	750	0,66	
L450 B425 H250	6,9,10	25	42,5			3,5	15,5	3,5							800	750	0,66	
Endsteine Rohdichte 550 kg/m ³ , Schalungssteinwandung λ _R =0,13 W/(mK), Wärmedämmschüttung in äußerer Kammer λ _R =0,028 W/(mK)																		
L350 B365 H250	3,7,8	25	36,5			3,5	12	3,5							550	500	0,46	
L450 B425 H250	6,9,10	25	42,5			3,5	15,5	3,5							550	500	0,46	
Endsteine Rohdichte 800 kg/m ³ , Schalungssteinwandung λ _R =0,205 W/(mK), Wärmedämmschüttung in äußerer Kammer λ _R =0,028 W/(mK)																		
L350 B365 H250	3,7,8	25	36,5			3,5	12	3,5							800	750	0,66	
L450 B425 H250	6,9,10	25	42,5			3,5	15,5	3,5							800	750	0,66	

¹⁾ angenommene Rohdichte des Kernbetons ρ_c=2400 kg/m³

natürlich
MASSIV



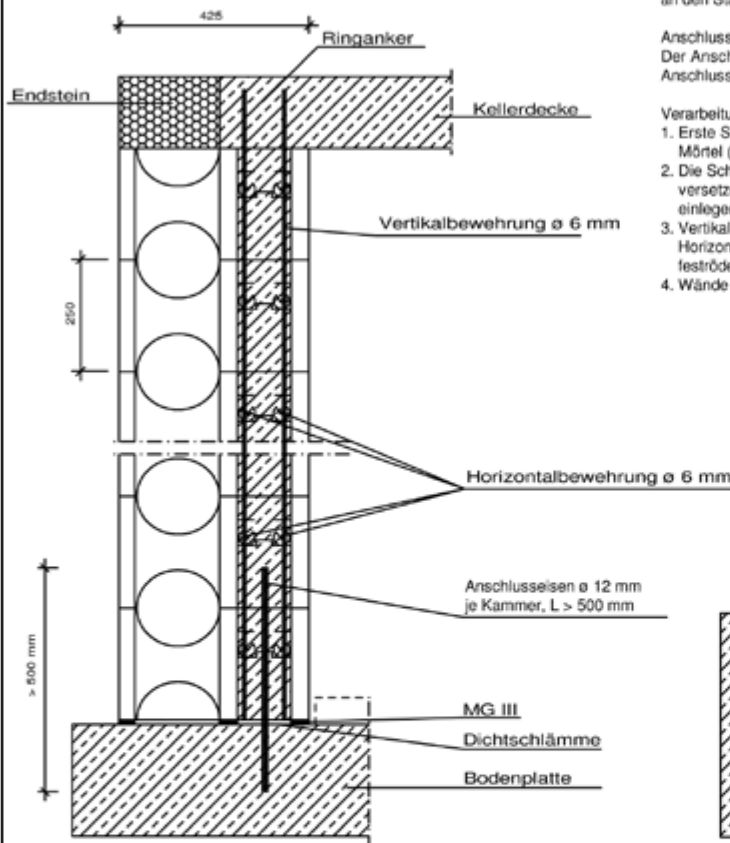
Anlage 6: Bewehrungsschema Eckverband und Wandeinbindung bei KLB-Schalungssteinen mit Vorsatzschale



Anlage 7: KLB Keller

Kelleraußenwände

BST Betonstabstahl nach DIN 488
Füllbeton C20/25



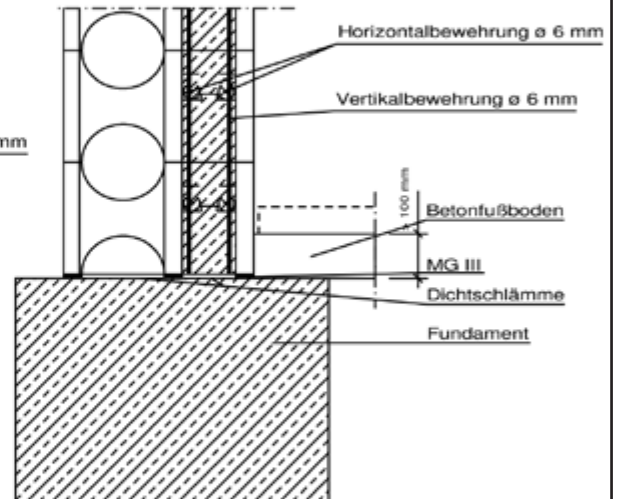
Horizontalbewehrung:
Jeweils ein Stabeisen wird in die hierfür vorgesehene Vertiefung der Innerstege der Außenschale auf den Abstandhalter gelegt (siehe Vertikalschnitt).

Vertikalbewehrung:
Die Wandhohen Stabeisen werden von oben neben der Horizontalbewehrung eingeführt, mittels Abstandhalter in ihrer Lage fixiert und an den Stabeisen der Horizontalbewehrung in der letzten Lage verrödelt.

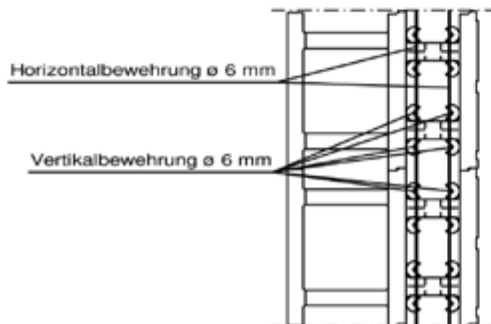
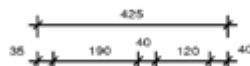
Anschlussbewehrung:
Der Anschluss an das Fundament (Bodenplatte) erfolgt mittels Anschlussbewehrung.

Verarbeitung:

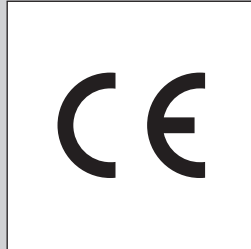
1. Erste Steinlage auf der Bodenplatte (Fundament) in Mörtel (MG III) als Planmauerwerk anlegen.
2. Die Schalungssteine bis auf die erforderliche Wandhöhe versetzen, dabei die Horizontalbewehrung schichtweise einlegen.
3. Vertikalbewehrung von oben über die gesamte Wandhöhe neben der Horizontalbewehrung hindurchschieben und an der obersten Lage feströdeln
4. Wände mit Füllbeton ausbetonieren (mind. C20/25 F3 0-8)



Bewehrte Kellerwand:
Konstruktive Mindestbewehrung,
Nachweis erforderlich.



Wir liefern über den
Baustoff-Fachhandel



KLB KLIMALEICHTBLOCK bietet Ihnen alles aus einer Hand

Die umfangreichen und vielseitigen KLB-Produkte bilden den KLB-Baukasten. Dieser bietet für jede Anforderung den richtigen Stein, das passende Fertigteil oder System. Alle Bauteile sind bauphysikalisch und bautechnisch aufeinander abgestimmt. Wärmedämmung, Schalldämmung, Tragfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Gesundheit sind gleichermaßen berücksichtigt.

Bei konsequentem Einsatz der leichten, hochwärmedämmenden KLB-Wandbaustoffe zur Erstellung von monolithischen Wänden werden die Anforderungen für Niedrigenergiehäuser nach EnEV 2016, und förderungswürdige Energieeffizienzhäuser KfW-70, KfW-55, KfW-40 sowie für Passivhäuser erfüllt. Hochwertige Rohstoffe und produktspezifisch optimierte Herstellungsverfahren garantieren behagliches Wohnen und Leben in gut klimatisierten Räumen zu jeder Jahreszeit. Bauschäden durch Mischbauweise sind ausgeschlossen.

KLB liefert den KLB-Baukasten ausschließlich über den Baustoff-Fachhandel. Qualitätsverständnis und Verantwortungsbewusstsein beweisen wir mit einer 10-jährigen Gewährleistungsgarantie nach HGB und über die Nutzungsdauer eines Gebäudes hinaus.

Die in dieser Information enthaltenen Produktbeschreibungen stellen allgemeine Hinweise aufgrund unserer Erfahrungen und Prüfungen dar. Sie berücksichtigen nicht den konkreten Anwendungsfall. Aus den Angaben können keine Ersatzansprüche abgeleitet werden. Bei Fragen wenden Sie sich bitte an unsere technische Abteilung. Für die Richtigkeit der Angaben und etwaige Fehler wird keine Haftung übernommen. Änderungen vorbehalten.

- KLB-Mauerwerksysteme
- KLB-Schornsteinsysteme



KLB KLIMALEICHTBLOCK GMBH

Postfach 1517 · 56605 Andernach | Lohmannstraße 31 · 56626 Andernach
Tel.: 02632 2577-0 · Fax: 02632 2577 770 · info@klb.de · www.klb-klimaleichtblock.de

natürlich
MASSIV

