

**Allgemeine
bauaufsichtliche
Zulassung/
Allgemeine
Bauartgenehmigung**

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam
getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

**Zulassungs- und Genehmigungsstelle
für Bauprodukte und Bauarten**

Datum: 15.12.2021 Geschäftszeichen: I 16-1.15.2-24/21

**Nummer:
Z-15.2-286**

Geltungsdauer
vom: **23. Dezember 2021**
bis: **23. Dezember 2026**

Antragsteller:
E. Knobel GmbH & Co. KG
Schotter- und Betonwerk
Konrad-Adenauer-Straße 45
72461 Albstadt-Tailfingen

Gegenstand dieses Bescheides:
Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich
zugelassen/ genehmigt.
Dieser Bescheid umfasst elf Seiten und 16 Anlagen.
Der Gegenstand ist erstmals am 04. Mai 2010 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand

Zulassungsgegenstand sind Schalungssteine "Knobel" zum Aufbau von und Verbleib in tragenden oder nichttragenden Mantelbetonwänden. Sie sind selbst nichttragenden Schalungssteine aus haufwerksporigem Leichtbeton, die auf der Baustelle mit Normal- bzw. Leichtbeton verfüllt werden (siehe z. B. Anlage 1).

1.2 Genehmigungsgegenstand und Anwendungsbereich

Genehmigungsgegenstand ist die Planung, Bemessung und Ausführung der Wände aus auf der Baustelle ausbetonierten Schalungssteinen. Diese Wandbauart darf für übliche Hochbauten entsprechend DIN EN 1992-1-1¹ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitt 1.5.2.5 bei statischen Einwirkungen gemäß DIN EN 1990³ in Verbindung mit DIN EN 1990/NA⁴, Abschnitt 1.5.3.11 angewendet werden.

Der Beton in den Schalungssteinen nach Betonage bildet die lastabtragende Tragstruktur, die durch die Querstege der Schalungssteine zum Teil durchbrochen wird.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt/die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Ausgangsstoffe der Schalungssteine

Die Leichtbeton-Schalungssteine bestehen aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge nach DIN EN 1520⁵, Abschnitt 4.1 und 4.2 in Verbindung mit DIN 4213⁶, Abschnitt 4.1 mit leichten Gesteinskörnungen nach DIN EN 13055-1⁷ ohne Quarzsandzusatz. Für alle anderen Ausgangsstoffe des Leichtbetons der Schalungssteine gilt DIN V 18151-100⁸, Abschnitt 4.2. Der Gehalt an organischen Bestandteilen darf höchstens 1 % in Masse- bzw. Volumenanteilen (der strengere Wert ist maßgebend) betragen.

Als Bindemittel ist Zement nach DIN EN 197-1⁹ zu verwenden.

1	DIN EN 1992-1-1:2011-01	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
	DIN EN 1992-1-1/A1:2015-03	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004/A1:2014
2	DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Änderung A1
3	DIN EN 1990: 2010-12	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010
4	DIN EN 1990/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
	DIN EN 1990/NA/A1:2012-08	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Änderung A1
5	DIN EN 1520:2011-06	Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus haufwerksporigem Leichtbeton und mit statisch anrechenbarer oder nicht anrechenbarer Bewehrung; Deutsche Fassung EN 1520:2011
6	DIN 4213:2015-10	Anwendung von vorgefertigten Bauteilen aus haufwerksporigem Leichtbeton mit statisch anrechenbarer oder nicht anrechenbarer Bewehrung in Bauwerken
7	DIN EN 13055-1:2002-08	Leichte Gesteinskörnungen - Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel; Deutsche Fassung EN 13055-1:2002 DIN EN 13055-1 Ber. 1:2004-12 Berichtigungen zu DIN EN 13055-1:2002-08
8	DIN V 18151-100:2005-10	Hohlblöcke aus Leichtbeton - Teil 100: Hohlblöcke mit besonderen Eigenschaften
9	DIN EN 197-1:2011-11	Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2011

2.1.2 Festigkeit

Die Schneidenlast muss bei Prüfung von je sechs Schalungssteinen nach Abschnitt 2.3.2, Punkt 2.) folgende Werte einhalten:

Kleinster Einzelwert der Schneidenlast: $\geq 1,8 \text{ kN}$

Mittelwert der Schneidenlast: $\geq 2,0 \text{ kN}$

2.1.3 Trockenrohddichte

Die Trockenrohddichte des haufwerksporigen Leichtbetons darf 1900 kg/m^3 bzw. 1380 kg/m^3 (siehe Anlage 15 bzw. Anlage 16) nicht überschreiten (Mittelwerte bei der laufenden Überwachung), siehe Abschnitt 2.3.2, Punkt 3.).

2.1.4 Abmessungen

Folgende Abweichungen von den Nennmaßen der Schalungssteine nach Anlage 1 sind zulässig:

Länge und Breite der Steine: $\pm 5 \text{ mm}$

Höhe der Steine: $\pm 2 \text{ mm}$

Hohlraummaße: $+ 5 \text{ mm}$ und $- 2 \text{ mm}$

Querkanal-Abmessungen: $+ 10 \text{ mm}$ und $- 0 \text{ mm}$

Die Bestimmung der Nennmaße erfolgt nach Abschnitt 2.3.2, Punkt 4.).

Die in Anlage 15 und Anlage 16 für die Querkanäle angegebene Riegelfläche A_R darf nicht unterschritten werden.

Beim stirnseitigen Aneinanderstellen zweier Schalungssteine darf keine durchgehende Fuge entstehen. In planmäßiger Lage des Steines darf die Neigung der Innenflächen gegen die Lotrechte höchstens um 3 mm abweichen, gemessen über die ganze Steinhöhe.

2.1.5 Brandverhalten

Die Schalungssteine müssen die Anforderungen an das Brandverhalten Klasse A1 nach DIN EN 13501-1¹⁰ erfüllen.

2.2 Kennzeichnung

Mindestens jeder 50. Schalungsstein ist mit einem Herstellerzeichen zu versehen.

Die Verpackung und der Lieferschein der Schalungssteine müssen vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Schalungssteine mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikats einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Schalungssteine eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

¹⁰ DIN EN 13501-1:2019-05 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1:2018

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen einschließen:

1.) Mindestens je Lieferung Überprüfung der Ausgangsstoffe

Die Ausgangsstoffe müssen den Anforderungen nach Abschnitt 2.1.1 entsprechen.

2.) Mindestens wöchentliche Bestimmung der Festigkeit

Die Festigkeit der Schalungssteine wird durch eine Prüfung der Belastbarkeit bei Biegung untersucht.

Bei der Prüfung werden die Schalungssteine mit der Seitenfläche mittig auf zwei Schneidenaufleger in der Ebene der Stege gelegt. Die Last wird als Schneidenlast über die Mitte zwischen den Auflagern gestellt. Die Belastung ist stetig so zu steigern, dass die Höchstlast etwa in 45 ± 15 Sekunden erreicht wird. Die Festigkeit muss den Anforderungen nach Abschnitt 2.1.2 entsprechen.

3.) Mindestens wöchentliche Bestimmung der Trockenrohdichte

Die Trockenrohdichte ist an möglichst großen Abschnitten der Längswandungen oder an ganzen Steinen zu ermitteln. Anforderungen siehe Abschnitt 2.1.3.

4.) Mindestens wöchentliche Bestimmung der Abmessungen und Riegelflächen

Die Abmessungen nach Abschnitt 2.1.4 sind, mit Ausnahme der Höhe und Hohlraummaße der Steine, jeweils in halber Steinhöhe zu ermitteln. Die Bestimmung der Steinhöhe muss an den Steinenden und in der Steinmitte sowohl an der Vorder- als auch an der Rückseite erfolgen.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Schalungssteins,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Schalungssteins,
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen,
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig, mindestens jedoch zweimal jährlich, zu überprüfen.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der Schalungssteine durchzuführen und sind Proben für Stichprobenprüfungen zu entnehmen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung

3.1.1 Allgemeines

Für die Planung der Wände gilt DIN EN 1992-1-1¹¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², insbesondere Abschnitte 6, 7 und 9.6. sowie Abschnitte 11.6, 11.7 und 11.9, soweit nachstehend nichts anderes bestimmt ist.

3.1.2 Baustoffe

3.1.2.1 Ortbeton

Es ist Normalbeton bzw. Leichtbeton nach DIN EN 206-1¹¹ in Verbindung mit DIN 1045-2¹² einzubauen. Die Zumischung von Stahlfasern ist nicht genehmigt.

Die Konsistenz des Ortbetons soll bei Verdichtung durch Rütteln im unteren Konsistenzbereich F3 und bei Verdichtung durch Stochern im oberen Konsistenzbereich F3 liegen. Das Größtkorn der Gesteinskörnung darf 8 mm nicht unterschreiten und 16 mm nicht überschreiten.

Der Ortbeton muss mindestens der Festigkeitsklasse C16/20 bzw. LC16/18 entsprechen, wenn nachfolgend nicht anders geregelt.

Beton der Festigkeitsklasse > C25/30 bzw. > LC25/28 darf nur mit den Bemessungswerten für Beton der Festigkeitsklasse C25/30 bzw. LC25/28 in Ansatz gebracht werden.

3.1.2.2 Betonstahl

Es ist Betonstahl nach DIN 488-1¹³ einzubauen.

3.1.3 Wanddicke

Für die Mindestwanddicke des Ortbetons d_k nach Anlage 15 und 16 gelten die Werte nach DIN EN 1992-1-1¹¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², 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), wenn nachfolgend nicht anders geregelt.

Werden nachträglich Querschnittsschwächungen im Ortbeton vorgenommen, so dürfen deren Abmessungen die in DIN EN 1992-1-1¹¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitt 12.9.1 (2) genannten Werte nicht überschreiten.

Die Schlankheit einer Wand, die mit Schalungssteinen System "Knobel" errichtet wird, darf den Wert $\lambda = 85$ nicht überschreiten (mit $\lambda = l_0/i$, wobei l_0 = Knicklänge und i = Trägheitsradius). Angaben zum Trägheitsradius i sind Anlage 15 und Anlage 16 zu entnehmen.

Darüber hinaus darf die Höhe einer Wand, die mit Schalungssteinen System "Knobel" errichtet und anschließend ausbetoniert wird, höchstens 3,60 m betragen.

3.1.4 Anordnung der Gebäude-Wände

Die Mittelebenen übereinanderstehender Wände müssen in einer Ebene liegen. 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 genauerer Nachweis geführt wird.

11	DIN EN 206-1:2001-07 DIN EN 206-1/A1:2004-10 DIN EN 206-1/A2:2005-09	Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A1:2004 Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A2:2005
12	DIN 1045-2:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
13	DIN 488-1:2009-08	Betonstahl - Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung

Ringanker sind gemäß DIN EN 1992-1-1¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitt 9.10.2.2 anzuordnen, zu bemessen und zu bewehren.

Für Wände, die zur Abtragung von waagerechten Kräften in der Wandebene herangezogen werden (siehe Abschnitt 3.3.1), muss in jedem Geschoss ein Ringanker mit mindestens 2 Ø 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 (siehe Anlage 13).

3.1.5 Decken

Die Decken müssen grundsätzlich als Scheibe wirken. Für Deckenscheiben aus Fertigteilen gilt DIN EN 1992-1-1¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitte 10.9.2 und 10.9.3. Die Deckenbewehrung muss dabei bis an die Außenkante des Betonkerns reichen.

3.1.6 Feuerstätten

Der nach den brandschutztechnischen Bestimmungen zu Feuerstätten erforderliche Abstand ist einzuhalten. Dementsprechend ist eine Ummantelung von Schornsteinen ausgeschlossen. Einseitig oder bei Raumecken zweiseitig an Schornsteinen angrenzende Wände gelten nicht als Ummantelung.

3.1.7 Gründung

Gebäude, die unter Anwendung dieser Bauart errichtet werden, sind so zu gründen, dass ungleichmäßige Setzungen zwischen den Gründungskörpern, die zu Rissen in den Gebäuden führen, vermieden werden.

3.2 Bemessung

3.2.1 Statischer Nachweis

Für die Bemessung der Wände gilt DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, insbesondere die Abschnitte 6, 7 und 9.6 sowie die Abschnitte 11.6, 11.7 und 11.9, soweit nachstehend nichts anderes bestimmt ist.

Bei der Bemessung der Wände sind die Schalungssteine als nicht tragend anzusetzen.

Beton der Festigkeitsklasse > C25/30 bzw. > LC25/28 darf nur mit den Bemessungswerten für Beton der Festigkeitsklasse C25/30 bzw. LC25/28 in Ansatz gebracht werden.

Die Standsicherheit der Gebäude ist in jedem Einzelfall durch eine statische Berechnung nachzuweisen. Für den Nachweis der Wandtragfähigkeit können auch typengeprüfte Bemessungstabellen angewendet werden. Für die Ermittlung des Berechnungsgewichtes der unverputzten Wand G_W muss das Kernbetonvolumen V_K nach Anlage 15 bzw. Anlage 16 sowie das Eigengewicht der Schalungssteine G_S nach Anlage 15 bzw. Anlage 16 zugrunde gelegt werden. Zum Nachweis der Standsicherheit muss die Kernbetondicke d_K und ggf. die Kernfläche A_K bzw. die Kernfläche A'_K der durchgehenden Stützen sowie die Werte für Z_R , J und i , nach Anlage 15 bzw. Anlage 16 zugrunde gelegt werden.

Die Ermittlung der Breite der Kernfläche b_K wird bestimmt, indem die relevante Kernfläche A_K bzw. die Kernfläche A'_K der durchgehenden Stützen durch d_K nach Anlage 15 bzw. Anlage 16 dividiert wird.

Es dürfen nur in einer Ebene liegende Wände in Ansatz gebracht werden (keine zusammengesetzten Querschnitte).

Die Wände sind im Allgemeinen für den Knicksicherheitsnachweis als zweiseitig gehalten anzunehmen. Der Berechnung sind die entsprechenden Querschnittswerte nach Anlage 15 und Anlage 16 zugrunde zu legen.

Aussparungen, Schlitze, Durchbrüche und Hohlräume sind bei der Bemessung der Wände entsprechend DIN EN 1992-1-1¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitt 12.9.1 (2) zu berücksichtigen.

Die Aufnahme von waagerechten Kräften, z. B. Windkräften oder Kräften aus Lotabweichung, ist nach DIN EN 1992-1-1¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitt 6.2 sowie Abschnitte 11.6.1 und 11.6.2, mit den Werten nach Anlage 15 bzw. Anlage 16 nachzuweisen.

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit einer Wand in Wandlängsrichtung ($H_{L,Rd}$), die mit Schalungssteinen System "Knobel" erstellt wurde, ist wie folgt zu bestimmen:

$$H_{L,Rd} = 4/3 \times \eta_1 \times (L \times Z_R \times f_{ctk;0,05}) / (h_s \times L_R \times \gamma_{ct}) \quad (1)$$

mit:

$H_{L,Rd}$ Tragfähigkeit einer Wand in Wandlängsrichtung [kN]

L Länge der betrachteten Wand [m]

Z_R Widerstandsmoment des Riegels [mm³], siehe Anlage 15 bzw. Anlage 16

$f_{ctk;0,05}$ 5% Quantil [MPa] der zentrischen Betonzugfestigkeit nach DIN EN 1992-1-1¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitt 3.1.3, Tabelle 3.1 und Abschnitt 11.3.4, Tabelle 11.3.1

η_1 Korrekturfaktor mit $\eta_1 = 1,0$ für Normalbeton

$\eta_1 = 0,40 + 0,6 \times \rho / 2200$ für Leichtbeton

mit

$\rho =$ Rechenwert der Trockenrohddichte des Leichtbetons in [kg/m³]

$h_s = 247$ [mm] Schalungssteinhöhe, siehe Anlage 1

L_R in [mm] mittlere Länge des Riegels, siehe Anlage 8 bzw. Anlage 9

$\gamma_{ct} = 1,5$ [-] Teilsicherheitsbeiwert

Der maßgebende Bemessungswert der einwirkenden Horizontalkraft in Wandlängsrichtung ($H_{L,Ed}$) darf nicht größer sein als der Bemessungswert der Tragfähigkeit einer Wand in Wandlängsrichtung ($H_{L,Rd}$) nach Gleichung (1).

Es gilt: $H_{L,Rd} \geq H_{L,Ed}$

3.2.2 Kellerwände

Kellerwände mit Normalbetonkern und einer Mindest-Wandlänge von 1,50 m dürfen zur Aufnahme der Beanspruchungen infolge Erddrucks entsprechend Anlage 14 bewehrt werden. Die in Anlage 14 dargestellte Zugbewehrung darf nach DIN EN 1992-1-1¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitt 6.1 ermittelt werden. Da die Zugbewehrung nicht von Bügeln umschlossen ist, muss nachgewiesen werden, dass der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft (V_{Ed}) kleiner gleich dem Bemessungswert der ohne Querkraftbewehrung aufnehmbaren Querkraft ($V_{Rd,ct}$) ist.

Beim Querkraftnachweis ist die durch die Stege der Schalungssteine verminderte Breite der Kernfläche b_K zu berücksichtigen, indem die relevante Kernfläche A_K durch die Kernbetondicke d_K nach Anlage 15 bzw. 16 dividiert wird.

Der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit senkrecht zur Wand-Ebene ist nach DIN EN 1992-1-1¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitt 6.2.2 sowie Abschnitt 11.6.1 zu bestimmen.

Der Berechnung sind die entsprechenden Querschnittswerte nach Anlage 15 bzw. 16 zugrunde zu legen.

3.2.3 Wärmeschutz

Für den rechnerischen Nachweis des Wärmedurchlasswiderstandes R der Schalungssteine System "Knobel" gilt DIN EN ISO 6946¹⁴. Die Ermittlung des Wärmedurchlasswiderstandes erfolgt wie für ein mehrschichtiges Bauteil. Als Dicken sind die Dicke des Kernbetons d_K und die Gesamtdicke der Schalungssteinwandungen $d - d_K$ (Wanddicke - Kernbetondicke) einzusetzen (siehe Anlage 15). Der Steg wird als Leichtbeton-Vollquerschnitt über die gesamte Schalungsstein-Höhe h_s (mit den Abmessungen $d_K \times L_R$) als konstant betrachtet.

¹⁴ DIN EN ISO 6946:2018-03 Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:2017); Deutsche Fassung EN ISO 6946:2017

Als Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit gelten für den Schalungssteinbeton aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge die Werte nach DIN 4108-4¹⁵, Tabelle 1, Zeile 2.4.2 in Abhängigkeit von der jeweiligen Rohdichte.

Für den Ortbeton gelten die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit nach DIN EN ISO 10456¹⁶, Tabelle 3 (Normalbeton) oder nach DIN 4108-4, Tabelle 1, Zeile 2.2 (Leichtbeton) in Abhängigkeit von der jeweiligen Rohdichte.

3.2.4 Brandschutz

Die Schalungssteine aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge und der Ortbeton sind nichtbrennbare Baustoffe (Klasse A1 nach DIN EN 13501-1¹⁰).

3.2.5 Schallschutz

Hinsichtlich der Anforderungen an die Luftschalldämmung gilt DIN 4109-1¹⁷.

Der rechnerische Nachweis des darf nach DIN 4109-2¹⁸ geführt werden.

Die flächenbezogene Masse m' der Wand ergibt sich dabei aus den Werten der flächenbezogene Masse m'_{Wand} der unverputzten Wand aus Schalungssteinen (siehe Anlagen 15 bzw. 16) zuzüglich der flächenbezogenen Masse der Putzschichten m'_{Putz} gemäß DIN 4109-32¹⁹, Abschnitt 4.1.4.1.5.

3.3 Ausführung

Die Schalungssteine werden trocken und in der Regel im Verband nach den Anlagen 3, 5, 7, 9, und 11 versetzt, so dass sich bündig durchgehende Füllkanäle mit den Querschnittsflächen A_k nach Anlage 15 und 16 bilden. Der Ortbeton wird in die Kammern der übereinanderstehenden Schalungssteine eingebracht und verdichtet.

Die Anweisungen des Herstellers zur Handhabung des Systems müssen dem Bauausführenden bekannt sein und eingehalten werden. Sind in den Anweisungen des Herstellers andere Regelungen enthalten als hier angegeben, gelten die Regelungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Beim Aufbau der Wände ist zunächst die erste Schicht genau nach Höhe und Flucht mit Normalmauermörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 18580²⁰ oder DIN EN 998-2²¹ in Verbindung mit DIN 20000-412²² anzulegen, so dass 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 übereinanderstehender Schalungssteine bündig durchgehende Füllkanäle bilden.

Das Verlegen der Schalungssteine im Verband muss so erfolgen, dass die auf eine Schicht folgende Schicht immer um 25 cm versetzt ist. Um diesen Verband zu erreichen, müssen die Eckverbände nach den Anlagen 3, 5, 7, 9 und 11 eingehalten werden.

Zur Ausbildung stabiler Wandecken ist es bei allen Wanddicken erforderlich, aus der inneren Seitenwand des Ecksteins ein Stück von der Breite der Kernbetondicke an der Stelle herauszutrennen, an der der rechtwinklig dazu stehende Normalstein anschließt (s. Anlagen 3, 5, 7, 9 und 11,).

15	DIN 4108-4:2017-03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchte-schutztechnische Bemessungswerte
16	DIN EN ISO 10456:2010 05	Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutz-technischen Nenn- und Bemessungswerte
17	DIN 4109-1:2018-01	Schallschutz im Hochbau - Teil 1: MindestschallschutzD
18	DIN 4109-2:2018-01	Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise zur Erfüllung der Anforderungen
19	DIN 4109-32:2016-07	Schallschutz im Hochbau - Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Massivbau
20	DIN 18580:2019-06	Baustellenmauermörtel
21	DIN EN 998-2:2017-02	Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau - Teil 2: Mauermörtel; Deutsche Fassung EN 998-2:2016
22	DIN 20000-412:2019-06	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 412: Regeln für die Verwendung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2:2017-02

Die Wände müssen spätestens dann mit Beton lagenweise verfüllt werden, wenn sie halbgoschoshoch aufgestellt sind, jedoch spätestens nach 1,80 m. Der kleinere Wert ist maßgebend. Die Mindestfestigkeit der Schalungssteine nach Abschnitt 2.1.2 erlaubt für alle Schalungssteine einen maximalen Betondruck von 31 kN/m² am unteren Schalungsstein der Wand.

Vor dem Betonieren ist zu überprüfen, ob der Betondruck nach DIN 18218²³, ermittelt unter Berücksichtigung der Frischbetoneigenschaften (Konsistenz, Rohdichte, Erstarrungszeit usw.) und der Betoniergeschwindigkeit, diesen Wert nicht überschreitet.

Waagerechte Arbeitsfugen dürfen grundsätzlich nur in Höhe der Geschossdecken angeordnet werden.

Sofern in Ausnahmefällen Arbeitsunterbrechungen nicht zu vermeiden sind, gilt DIN EN 13670²⁴, Abschnitte 8.2 und 8.4 in Verbindung mit DIN 1045-3²⁵, Abschnitte 8.4 und 8.5. 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 B500B Ø 8 mm (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 Abschnitt 2.1.2 verdichtet werden.

Für das Betonieren gilt DIN EN 13670²⁴, Abschnitt 8 in Verbindung mit DIN 1045-3²⁵, Abschnitt 2.8.

Die nach Statik ggf. erforderliche Bewehrung ist dabei in geeigneter Weise mit einzubauen. Dabei ist DIN EN 1992-1-1¹ und DIN EN 1992-1-1/NA², Abschnitte 8 und 9 sowie Abschnitte 11.8 und 11.9 zu beachten.

Wanddecken und Wandanschlüsse sowie der Verband im geraden Wandabschnitt sind entsprechend Anlage 3,5,7,9,11 und 12 auszubilden.

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

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

Förderung, Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons müssen nach DIN EN 13670²⁴, Abschnitt 8 in Verbindung mit DIN 1045-3²⁵, Abschnitt 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 der Beton durch Schüttrohre oder Betonierschläuche von 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 Schüttrohre oder Betonierschläuche vorsehen.

23	DIN 18218:2010-01	Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen
24	DIN EN 13670:2011-03	Ausführung von Tragwerken aus Beton
25	DIN 1045-3:2012-03	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung - Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
	DIN 1045-3 Ber. 1:2012-03	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung - Anwendungsregeln zu DIN EN 13670, Berichtigung zu DIN 1045-3:2012-03
	DIN 1045-3 Ber. 1:2013-07	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung - Anwendungsregeln zu DIN EN 13670, Berichtigung zu DIN 1045-3:2012-03

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 laufenden Meter Wandhöhe von der Lotrechten abweichen und müssen den Ebenheitstoleranzen der Wandoberfläche nach DIN 18202²⁶, Tabelle 3, Zeile 5 entsprechen.

Auf Wände, die mit Schalungssteinen System "Knobel" erstellt wurden, darf die Decke erst aufgelegt werden, wenn eine ausreichende Festigkeit des Füllbetons vorhanden ist.

Außenwände, die mit Schalungssteinen System "Knobel" erstellt wurden, sind zu verputzen.

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 18516-1²⁷. Die Ausführung des Putzes ist nach DIN 18550-1²⁸ bzw. DIN 18550-2²⁹ mit den nachstehenden Ergänzungen durchzuführen.

Es ist nicht möglich, mit dieser Bauart weiße Wannen auszubilden.

Bei der Anwendung der Bauart im Kellerbereich ist je nachdem, ob nichtdrückendes bzw. drückendes Wasser ansteht, eine Abdichtung nach DIN 18195³⁰ vorzusehen. Die Abdichtungen sind mit einer eindrückfesten Schutzschicht gegen mechanische Beschädigung zu schützen. Die Abdichtung kann auch aus kaltverarbeitbaren, kunststoffmodifizierten Beschichtungsstoffen auf der Basis von Bitumenemulsionen bestehen. Vor dem Aufbringen der Abdichtungen auf die Wand sind die Poren und Fugen der Schalungssteine mit einer Vorbeschichtung aus dem Material der Abdichtung abzugleichen. Die Trockenschichtdicke der Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit und nichtdrückendes Wasser (Abdichtung hinter einer dauerhaft funktionsfähigen Drainage nach DIN 4095³¹) muss mindestens 3 mm betragen.

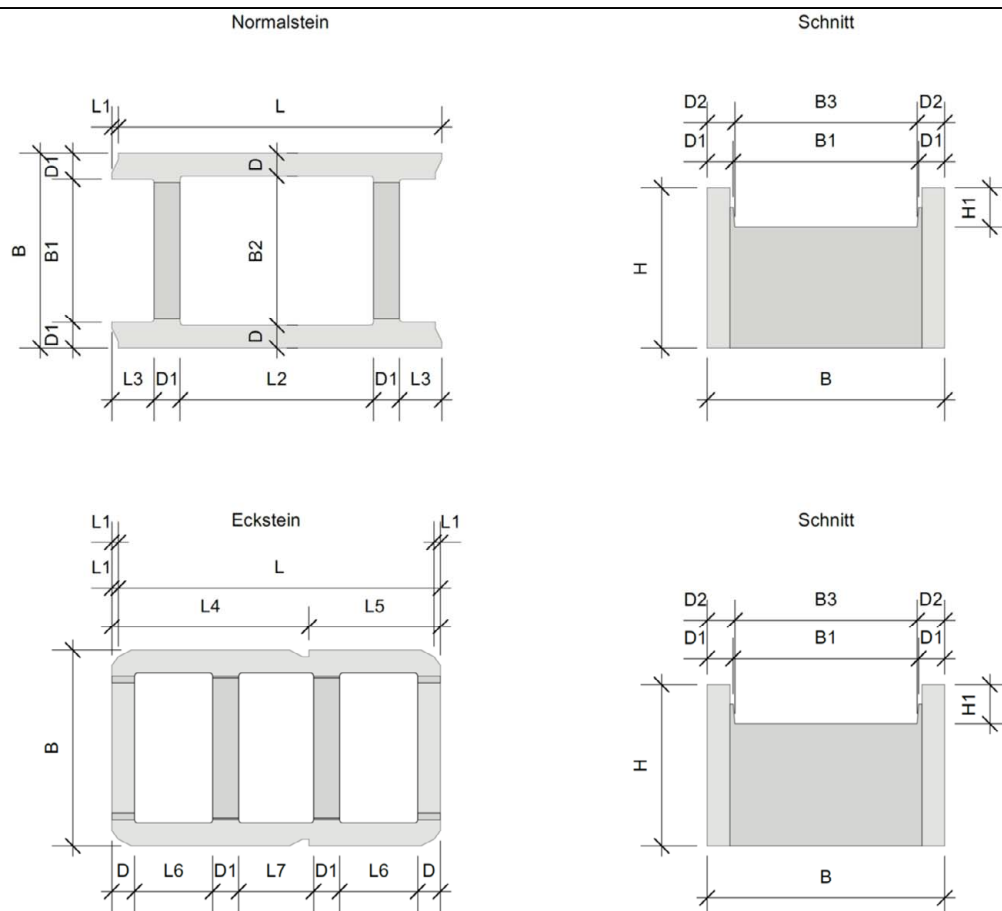
Treppenstufen dürfen nicht in die Wände der Wandbauart eingespannt werden.

Die bauausführende Firma hat zur Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart mit der allgemeinen Bauartgenehmigung eine Übereinstimmungserklärung gemäß §§ 16 a Abs. 5, 21 Abs. 2 MBO abzugeben. Diese Bescheinigung ist dem Bauherrn zur ggf. erforderlichen Weiterleitung an die zuständige Bauaufsichtsbehörde auszuhändigen.

Dr.-Ing. Lars Eckfeldt
Referatsleiter

Beglaubigt

26	DIN 18202:2013-04	Toleranzen im Hochbau - Bauwerke
27	DIN 18516-1:2010-06	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet - Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze
28	DIN 18550-1:2014-12	Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen - Teil 1: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-1 für Außenputze
29	DIN 18550-2:2015-06	Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen - Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2 für Innenputze
30	DIN 18195:2017-07	Abdichtung von Bauwerken - Begriffe
31	DIN 4095:1990-06	Baugrund; Drainung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung



	Schalungssteine 17,5	Schalungssteine 20,0	Schalungssteine 24,0	Schalungssteine 30,0	Schalungssteine 36,5
L	497	497	497	497	497
B	175	200	240	300	365
B1	115	120	160	220	285
B2	120	130	170	230	295
D	27,5	35	35	35	35
D1	30	40	40	40	40
D2	37,5	42,5	42,5	42,5	42,5
H	247	247	247	247	247
H1	100	90	82	70	60
L1	10	10	10	10	10
L2	317	297	297	297	297
L3	65	65	65	65	65
L4	178	203	243	303	368 ¹⁾
L5	327	302	262	202	137 ¹⁾
L6	130	120	120	120	190 ¹⁾
L7	130	115	115	115	155 ¹⁾

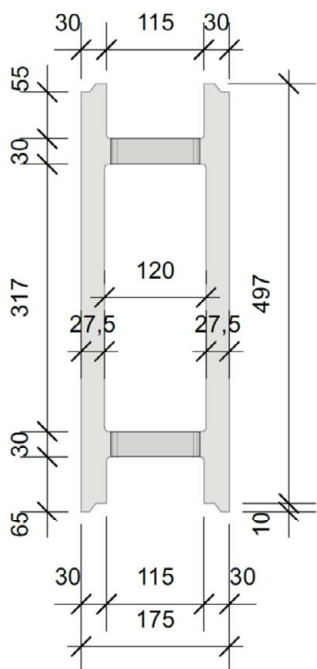
1) Geometrie des Ecksteines nach Anlage 10

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

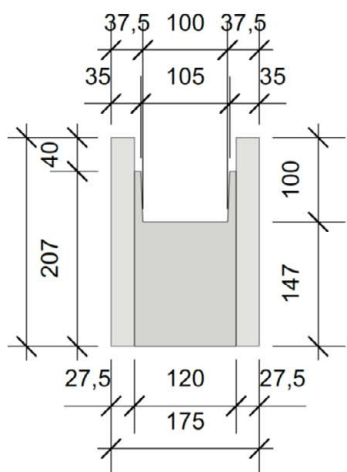
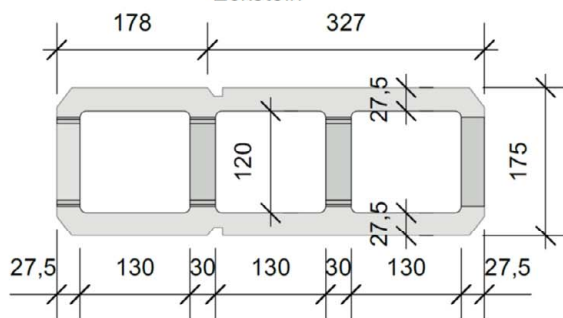
Maßtabelle für Schalungssteintypen

Anlage 1

Normalstein



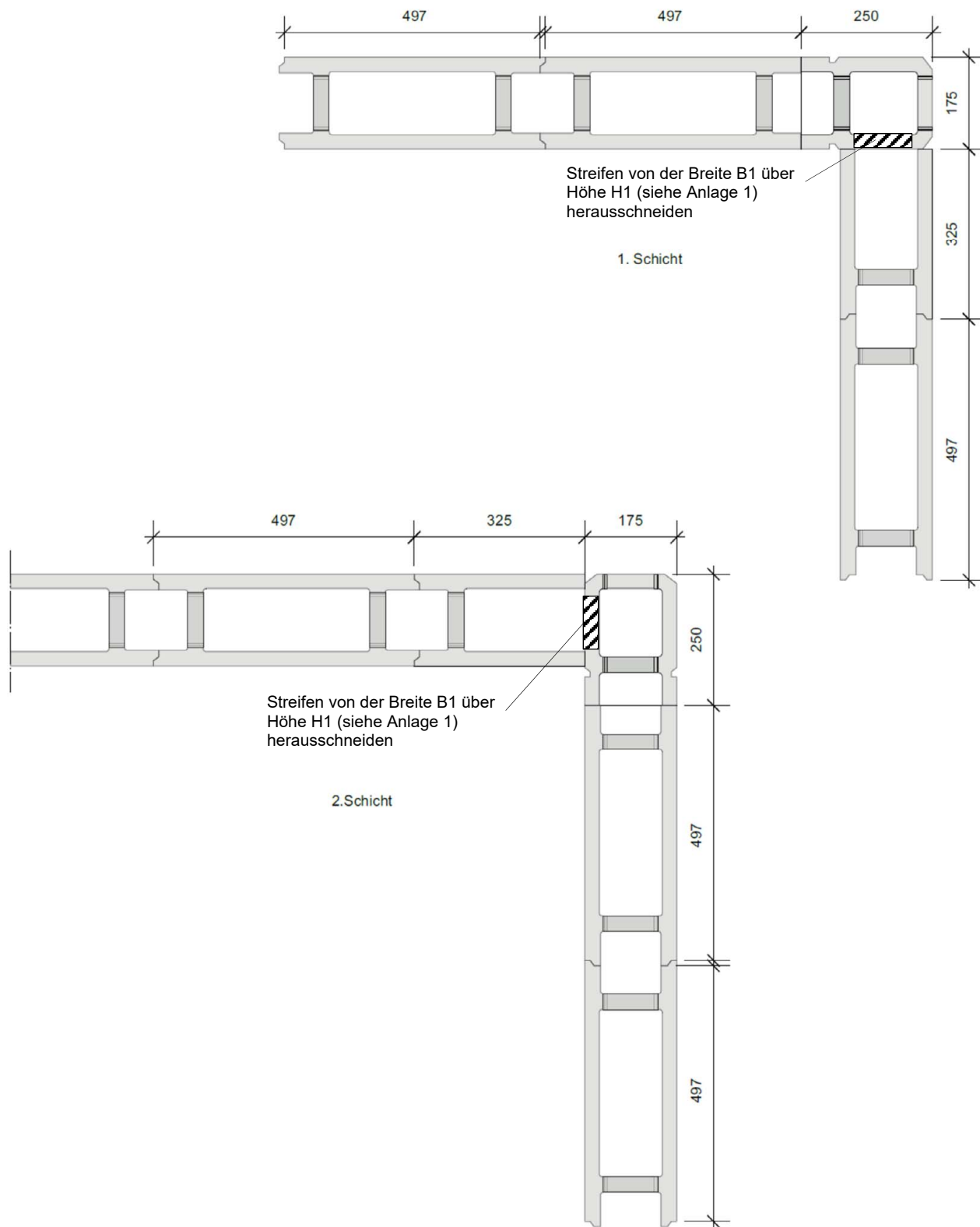
Eckstein



Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
 Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Schalungsstein Knobel 17,5 cm

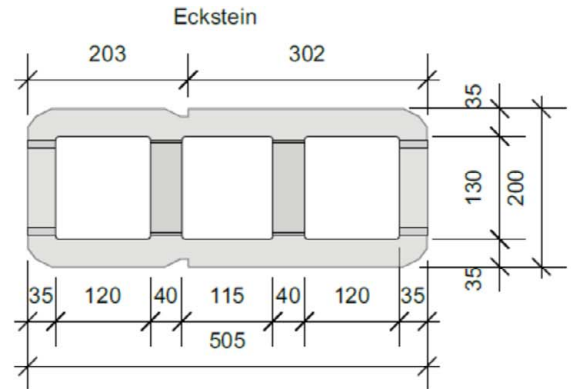
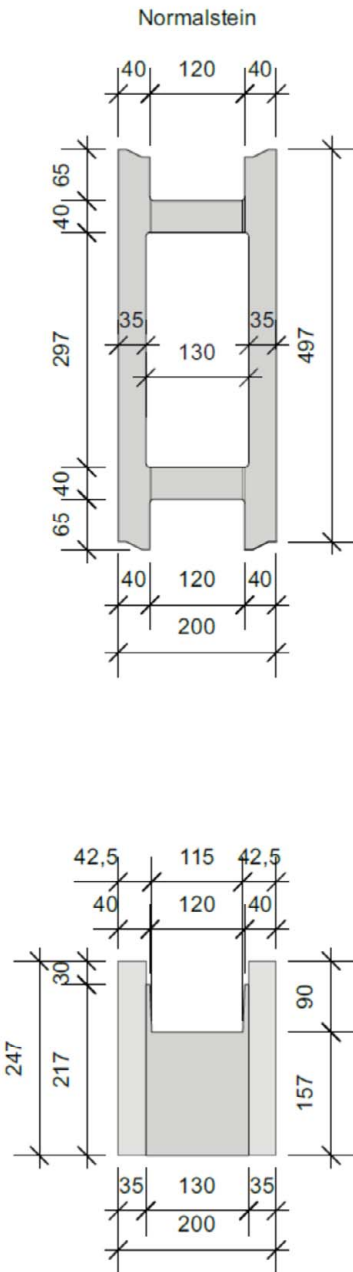
Anlage 2



Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
 Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Wanddeckverband für Schalungsstein 17,5 cm

Anlage 3

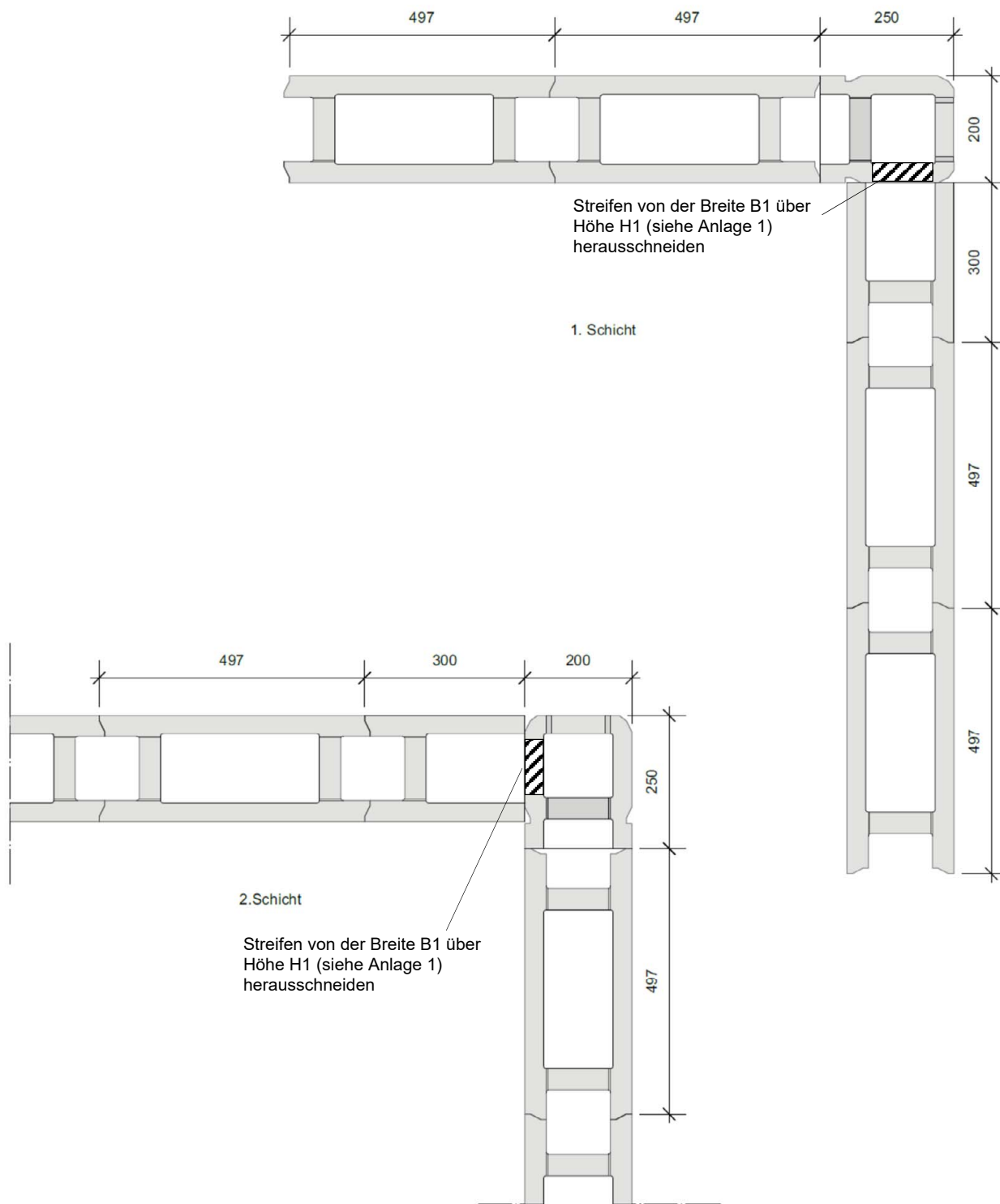


Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
 Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Schalungsstein Knobel 20 cm

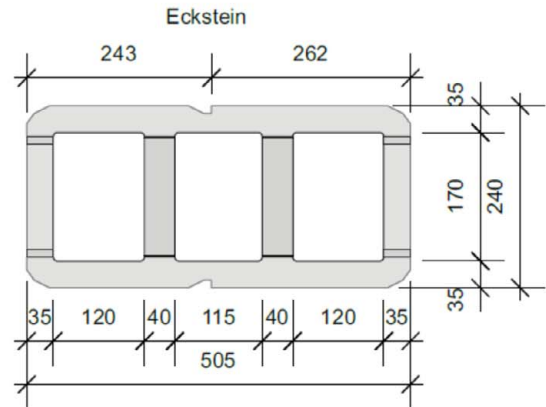
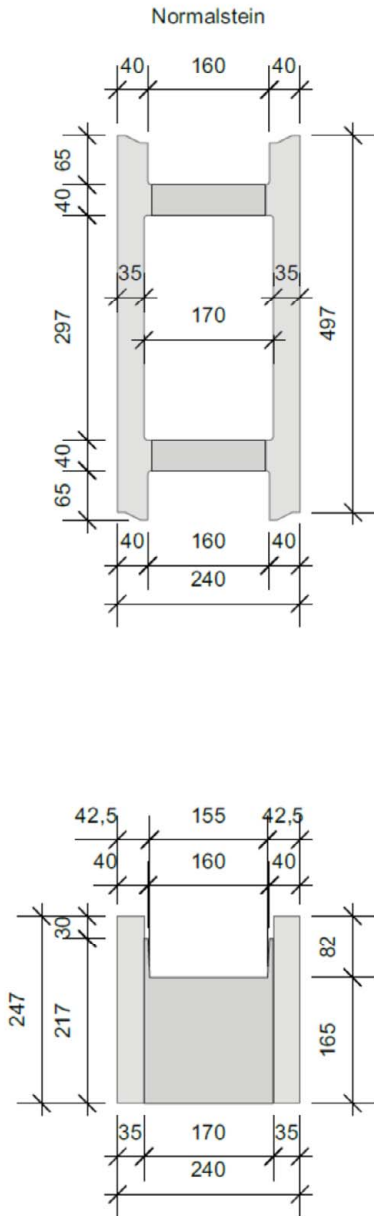
Anlage 4



Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
 Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

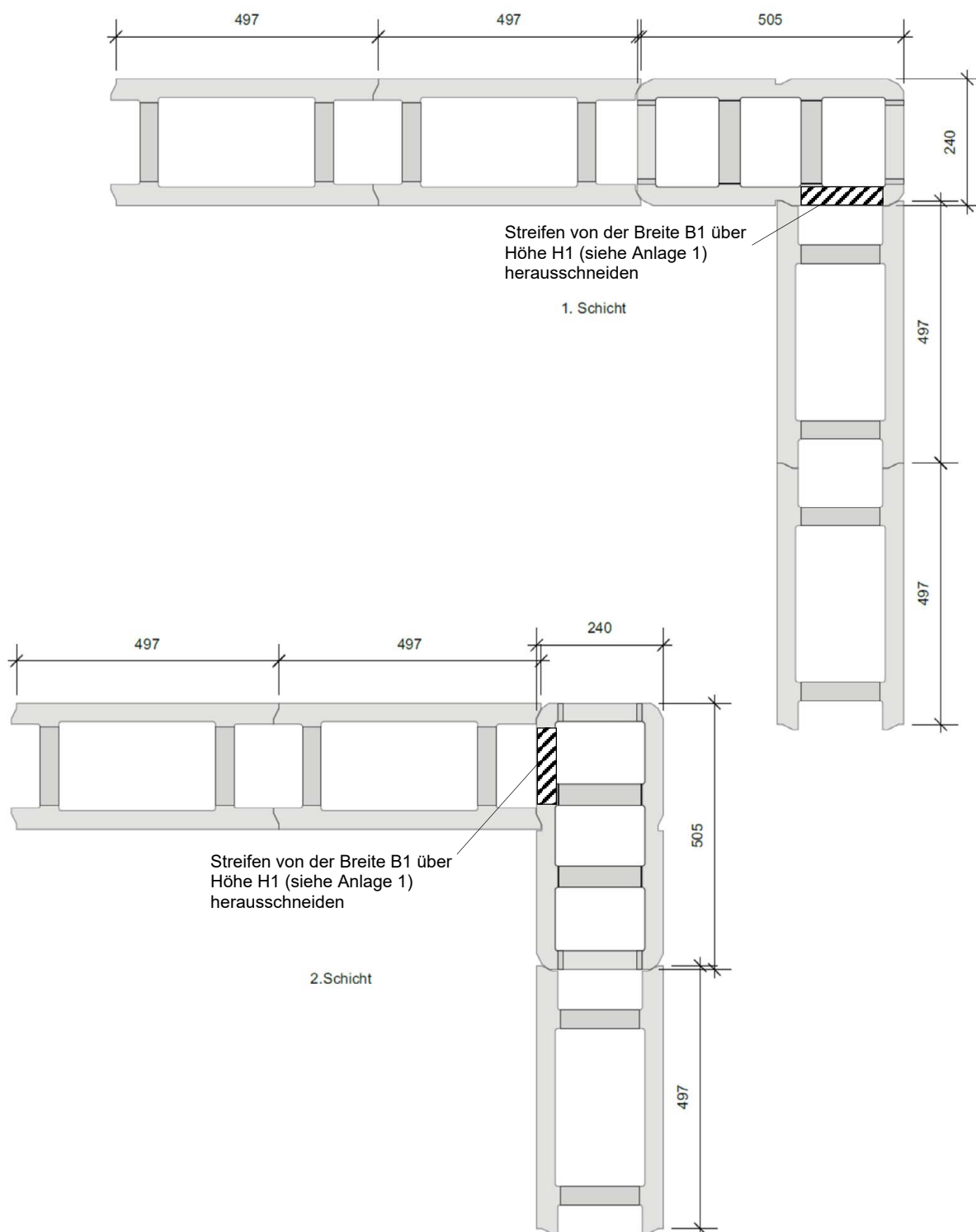
Wanddeckverband für Schalungssteine 20 cm

Anlage 5



Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA	Anlage 6
Schalungsstein Knobel 24 cm	

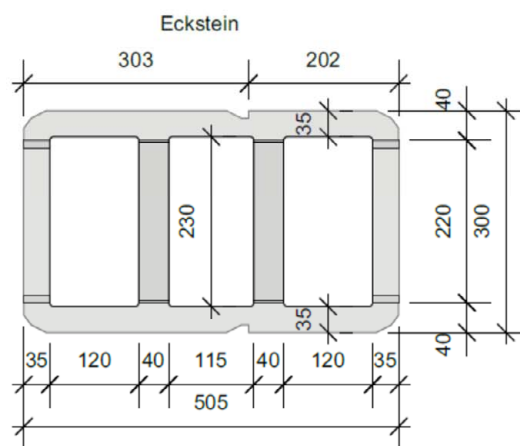
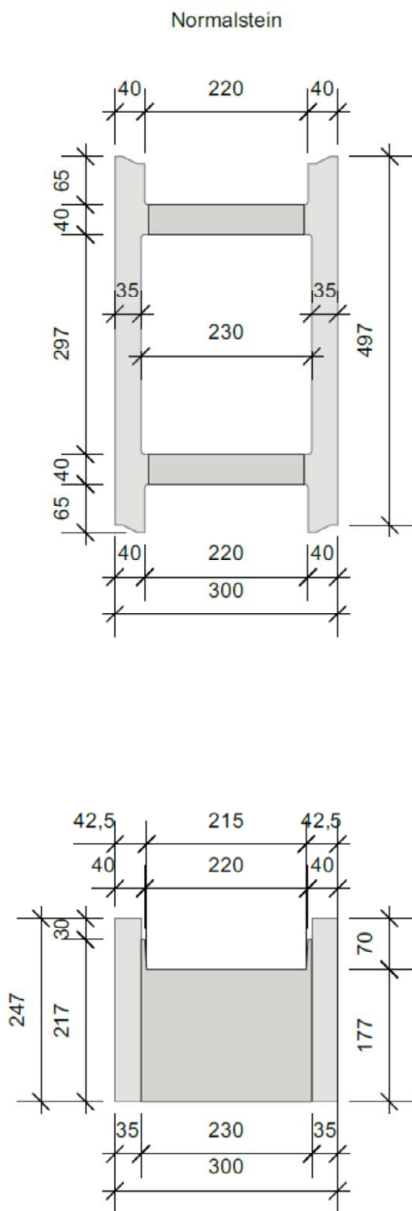


Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
 Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Wanddeckverband für Schalungsstein 24 cm

Anlage 7

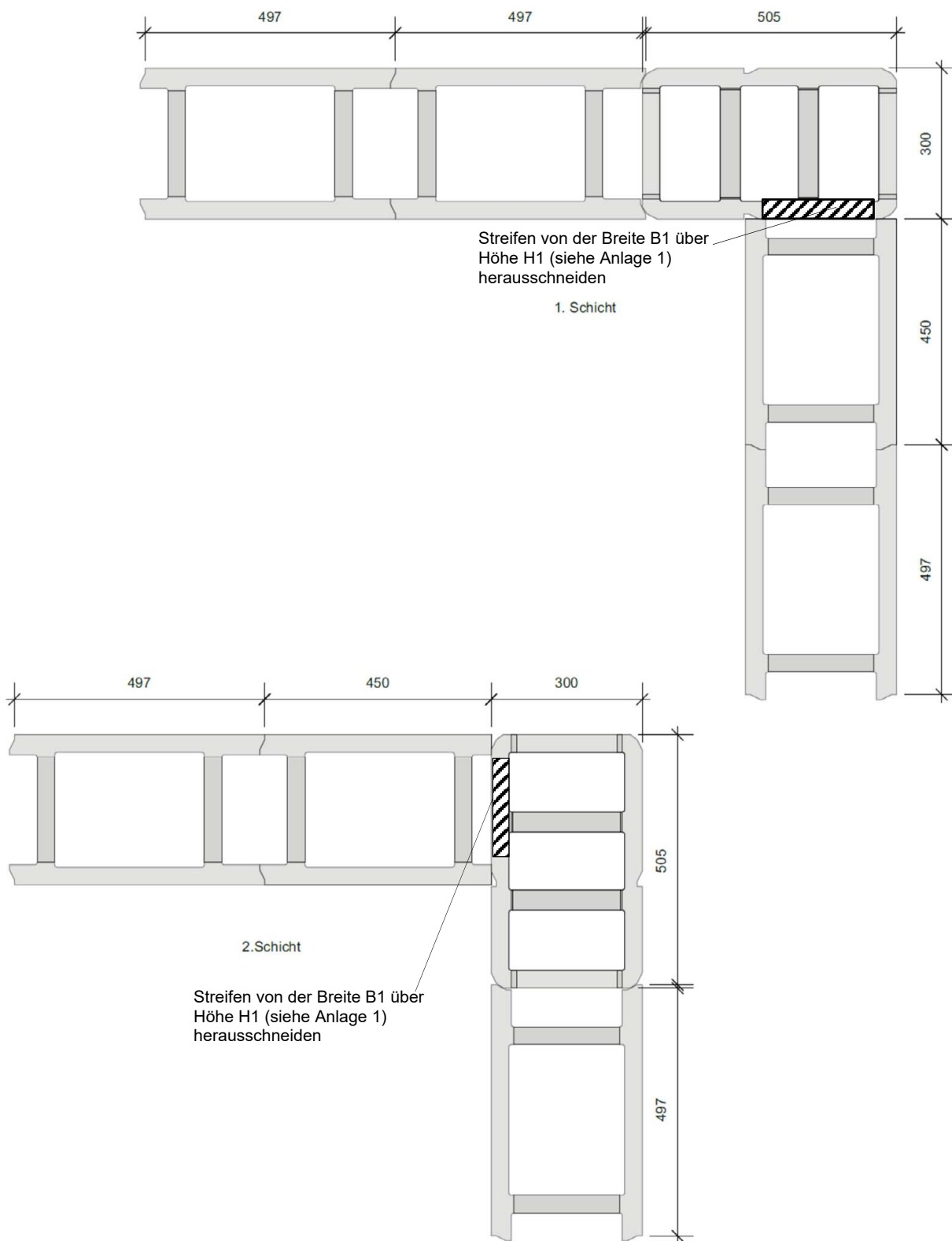


Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
 Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Schalungsstein Knobel 30 cm

Anlage 8

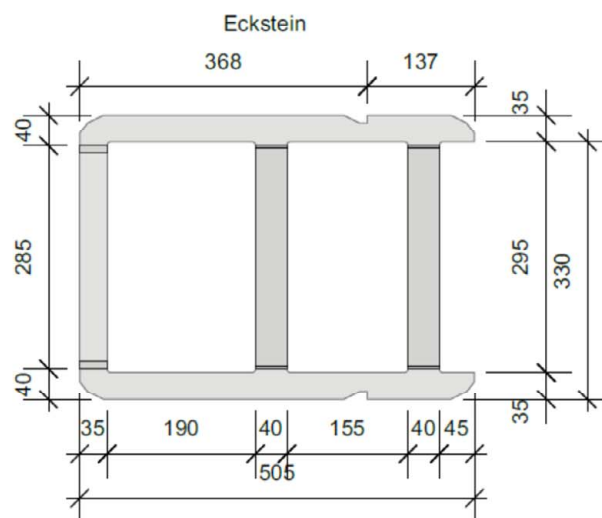
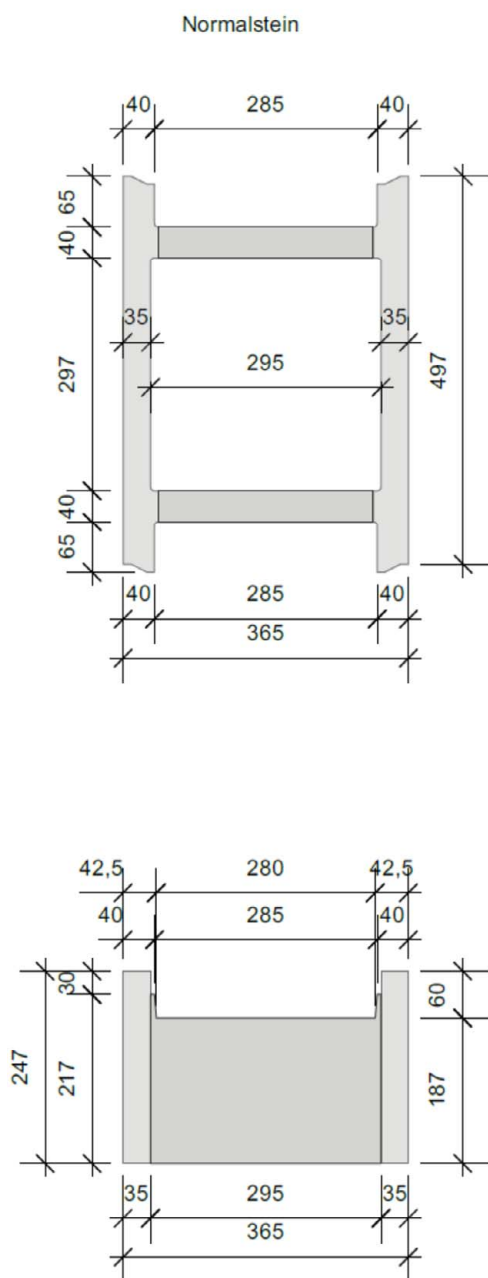


Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
 Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Wanddeckverband für Schalungsstein 30 cm

Anlage 9

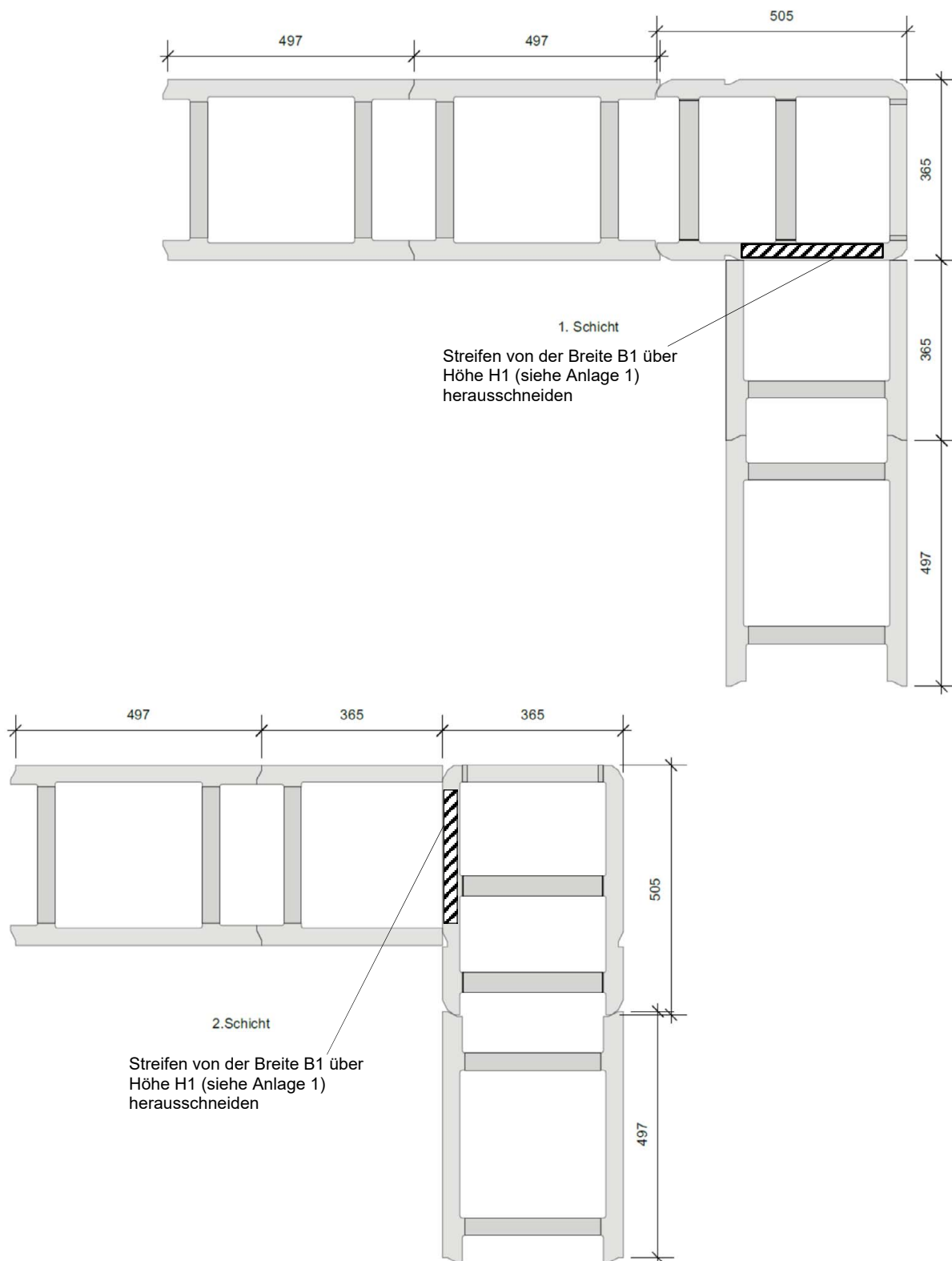


Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
 Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Schalungsstein Knobel 36,5 cm

Anlage 10

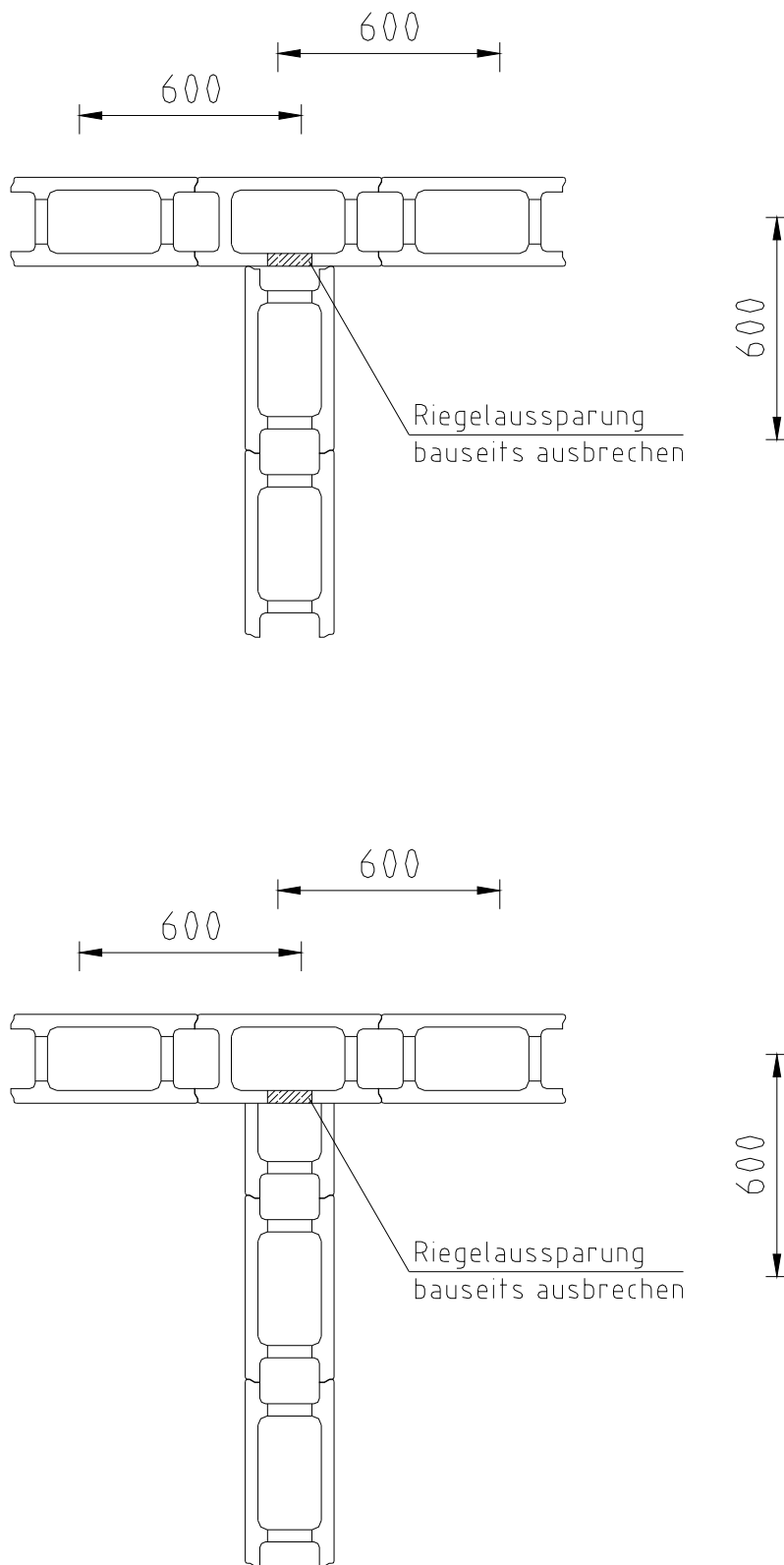


Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
 Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Wanddeckverband für Schalungsstein 36,5 cm

Anlage 11

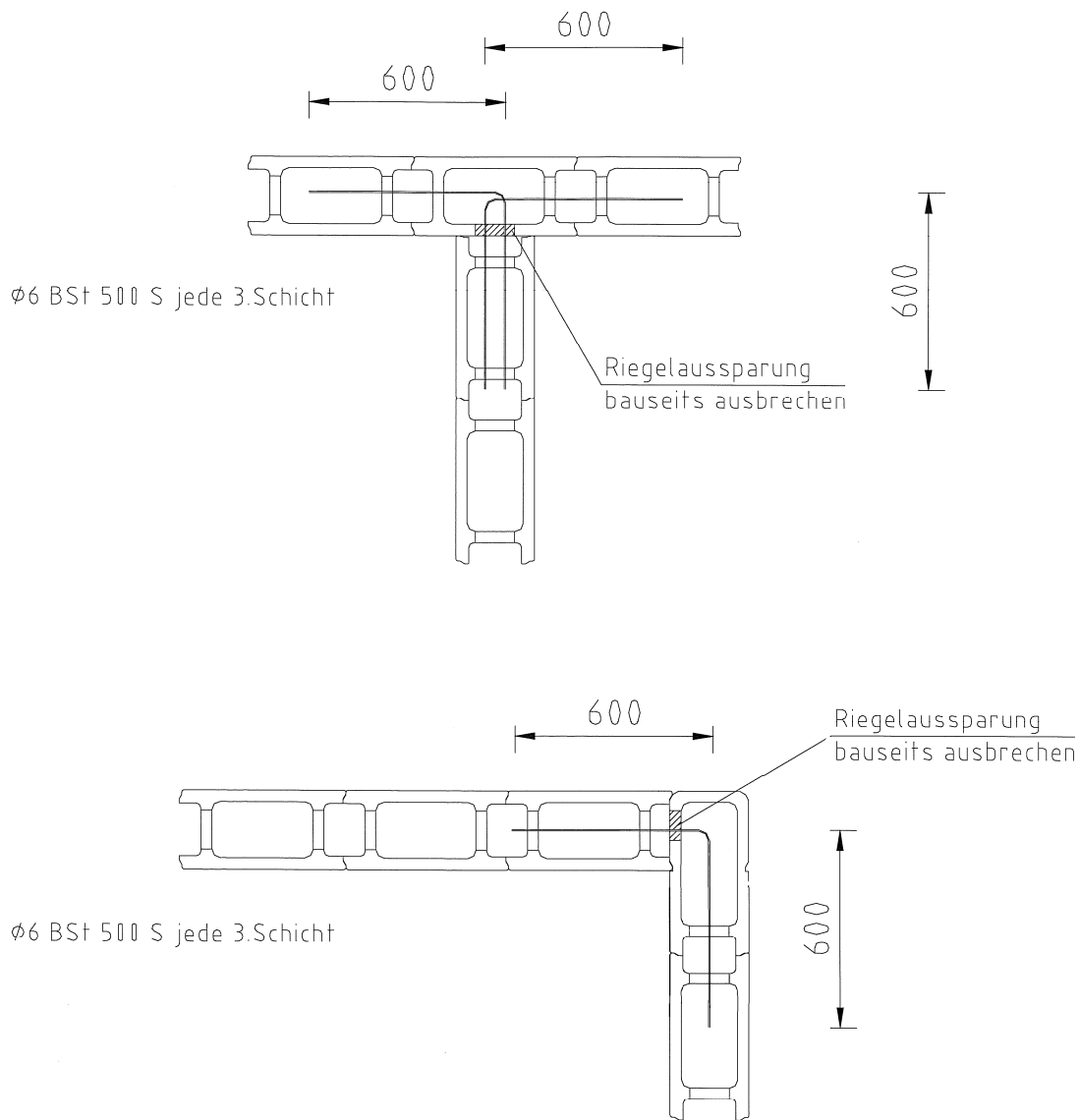


Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Wandanschluss

Anlage 12

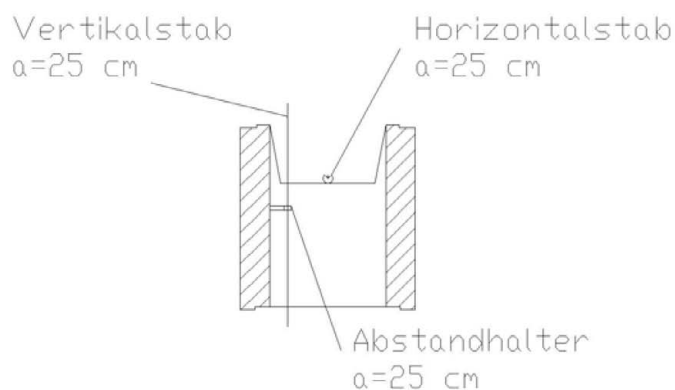
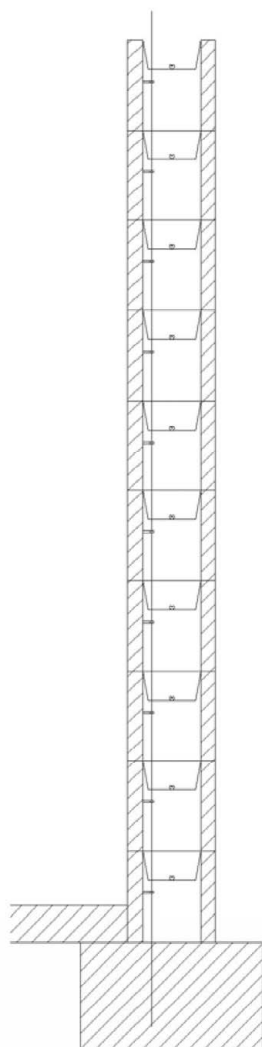
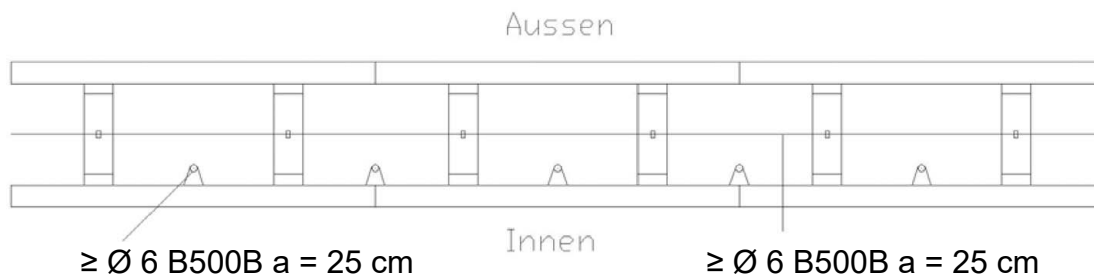


Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Wandanschluss und Wanddeckverband bei mehr als 5 Vollgeschossen

Anlage 13



- 1.) Aufstellen bis max. 1,80 m Höhe,
 Horizontalbewehrung lagenweise einbauen
- 2.) Vertikalbewehrung einbauen
- 3.) Ausbetonieren bis max. 1,80 m Höhe

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.2-286

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA	Anlage 14
Bewehrung Kellerwand	

flächenbezogene Masse der Wand (ohne Putz) ^{*)}		m'	kg/m ²	351	390	480	615	760
Berechnungsgewicht der	Wand (ohne Putz) = $G_s \times V_K \times \rho_{\text{Beton}}^*)$	G_w	kN/m ²	2,57	2,67	3,50	4,72	6,04
	Schalungssteine = $V_{\text{Stein}} \times \rho_{\text{Stein}}$	G_s	kN/m ²	0,94	1,22	1,30	1,42	1,57
	Steinrohddichte	ρ_{Stein}	kg/m ³	1380	1380	1380	1380	1380
Trägheitsradius		i	cm	3,25	3,33	4,48	6,21	8,09
Flächenträgheitsmoment		J	cm ⁴ /m	9429	9440	22524	58880	128451
Widerstandsmoment des Riegels		Z_R	mm ³	166.667	155.250	173.703	175.583	168.000
Riege llänge		L_R	mm	30	40	40	40	40
Schalungsstein-Wandungsvolumen je m ² Wand (mit Steg)		V_{Stein}	m ³ /m ²	0,068	0,089	0,094	0,103	0,114
Kernbetonvolumen je m ² Wand (mit Riegel)		V_K	m ³ /m ²	0,107	0,111	0,146	0,197	0,251
Kernbetonfläche der durchgehenden Stütze je lfm in Wandlängsrichtung (ohne Riegel)		A'_K	cm ² /m	893	852	1122	1526	1964
Kernbetonfläche Wand je lfm und je Lage in Wandlängsrichtung (ohne Riegel)		A_K	cm ² /m	1037	1060	1394	1894	2436
Riege lfäche pro Riegel (ohne Berücksichtigung der Lagerfuge)		A_R	cm ²	100,0	103,5	127,1	150,5	168,0
Kernbetondicke		dk	cm	11,5	12,0	16,0	22,0	28,5
Wanddicke		d	cm	17,5	20,0	24,0	30,0	36,5
Steinhöhe		h_s	cm	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7
Schalungsstein nach Anlage		Nr.		1	1	1	1	1

*) angenommene Rohwichte des Füllbetons mit $\rho_{\text{Beton}} = 2400 \text{ kg/m}^3$

Schalungssteine mit Wandbauart System Knobel
Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

Querschnittsflächen und Volumen
Schalungssteine aus haufwerksporigem Leichtbeton ($\rho = 1380 \text{ kg/m}^3$)

Anlage 16