

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamts

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



Europäische Technische Bewertung

ETA-19/0310
vom 21. Februar 2022

Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die
die Europäische Technische Bewertung
ausstellt

Handelsname des Bauprodukts

Produktfamilie,
zu der das Bauprodukt gehört

Hersteller

Herstellungsbetrieb

Diese Europäische Technische Bewertung
enthält

Diese Europäische Technische Bewertung
wird ausgestellt gemäß der Verordnung (EU)
Nr. 305/2011, auf der Grundlage von

Diese Fassung ersetzt

Deutsches Institut für Bautechnik

CLIXS® von BETOMAX®

Durchstanzbewehrung mit L- oder Z-förmigen
Metallblechen

BETOMAX systems GmbH & Co. KG
Dyckhofstraße 1
41460 Neuss
DEUTSCHLAND

Werk 1
Werk 2
Werk 3

30 Seiten, davon 26 Anhänge, die fester Bestandteil
dieser Bewertung sind.

EAD 160057-00-0301, Edition: 11/2020

ETA-19/0310 vom 28. Mai 2019

Die Europäische Technische Bewertung wird von der Technischen Bewertungsstelle in ihrer Amtssprache ausgestellt. Übersetzungen dieser Europäischen Technischen Bewertung in andere Sprachen müssen dem Original vollständig entsprechen und müssen als solche gekennzeichnet sein.

Diese Europäische Technische Bewertung darf, auch bei elektronischer Übermittlung, nur vollständig und ungekürzt wiedergegeben werden. Nur mit schriftlicher Zustimmung der ausstellenden Technischen Bewertungsstelle kann eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Jede teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen.

Die ausstellende Technische Bewertungsstelle kann diese Europäische Technische Bewertung widerrufen, insbesondere nach Unterrichtung durch die Kommission gemäß Artikel 25 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011.

Besonderer Teil

1 Technische Beschreibung des Produkts

Das Durchstanz-Bewehrungssystem mit Stahlblechen besteht aus geschnittenen, gestanzten und gebogenen Stahlblechen nach EN 10025-2:2004 mit oder ohne zusätzlichen Bügel aus Betonstahl B500A oder B500B.

Es wird unterschieden zwischen dem Durchstanz-Bewehrungssystem mit L-Blechen und dem Durchstanz-Bewehrungssystem mit Z-Blechen. Das Durchstanz-Bewehrungssystem mit L-Blechen ist zweiteilig und besteht aus Stahlblechen mit entweder einem oder zwei speziell gebogenen Bügeln aus Betonstahl, die in die Bleche eingehängt werden (zweiteiliges System). Die L-Bleche werden in den Ausführungen mit horizontalem Langloch (Buchstabe "H" in der Typ-Bezeichnung) und schrägem Langloch (Buchstabe "S" in der Typ-Bezeichnung) hergestellt. Das Durchstanz-Bewehrungssystem mit Z-Blechen besteht aus einteiligen Stahlblechen ohne Bügel aus Betonstahl (einteilige Bleche).

Die detaillierte Produktbeschreibung ist im Anhang A dargestellt.

2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß dem anwendbaren Europäischen Bewertungsdokument

Von den Leistungen im Abschnitt 3 kann nur ausgegangen werden, wenn das Produkt entsprechend den Angaben und unter den Randbedingungen nach Anhang B verwendet wird.

Die Prüf- und Bewertungsmethoden, die dieser ETA zu Grunde liegen, führen zur Annahme einer Nutzungsdauer des Produkts von mindestens 50 Jahren. Die Angaben zur Nutzungsdauer können nicht als Garantie des Herstellers ausgelegt werden, sondern sind lediglich ein Hilfsmittel zur Auswahl der richtigen Produkte im Hinblick auf die erwartete wirtschaftlich angemessene Nutzungsdauer des Bauwerks.

3 Leistung des Produkts und Angabe der Methoden ihrer Bewertung

3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)

Wesentliches Merkmal	Leistung
Erhöhungsfaktor für Durchstanzwiderstand	$K_{pu,sl} = 2,05$ für L-Bleche $K_{pu,sl} = 1,71$ für Z-Bleche $K_{pu,fo} = 1,40$
Erhöhungsfaktor für maximale Scherfestigkeit in Verbundplatten	$k_{max,i} = 0,5$

3.2 Brandschutz (BWR 2)

Wesentliches Merkmal	Leistung
Brandverhalten	Klasse A1

4 Angewandtes System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit mit der Angabe der Rechtsgrundlage

Gemäß dem Europäischen Bewertungsdokument EAD Nr. 160057-00-0301 gilt folgende Rechtsgrundlage: 97/597/EC.

Folgendes System ist anzuwenden: 1+

Zusätzlich gilt in Bezug auf das Brandverhalten für Produkte nach diesem Europäischen Bewertungsdokument folgende europäische Rechtsgrundlage: 2001/596/EC.

Folgendes System ist anzuwenden: 4

5 Für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit erforderlichen technische Einzelheiten gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

Technische Einzelheiten, die für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit notwendig sind, sind Bestandteil des Kontrollplans, der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt ist.

Referenzdokumente

- | | |
|------------------------------|--|
| - EN 10025-2: 2019-10 | Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen - Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle |
| - EN 206:2013 + A2:2021 | Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität |
| - EN 1992-1-1:2004 + AC:2010 | Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |

Dipl.-Ing. Beatrix Wittstock
Referatsleiterin

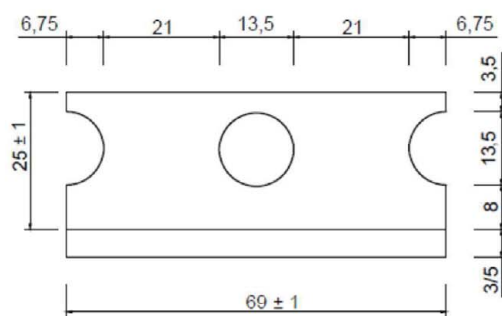
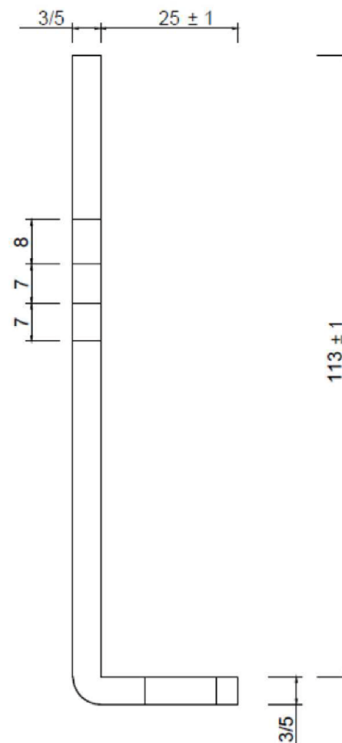
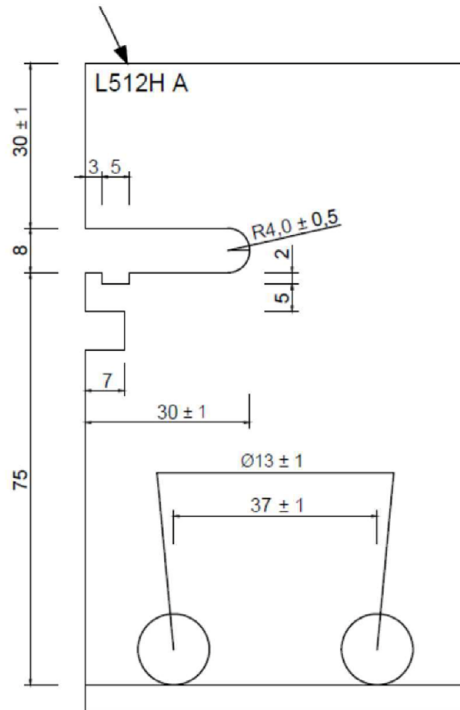
Beglaubigt
Schüler

L-BLECHE MIT HORIZONTALEM LANGLOCH AUS STAHL GEMÄSS DATENBLATT ¹⁾

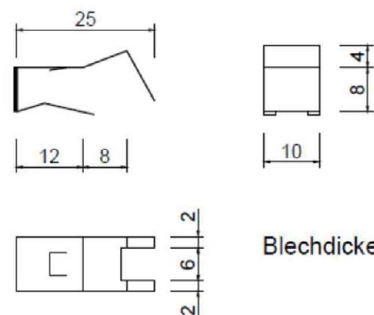
Abmessungen, Clip

Kennzeichnung:

(Blechtyp – Blechdicke – Ø Bewehrung – Lochtyp – Kürzel Herstellerwerk)



Clip aus Stahl gemäß Datenblatt ¹⁾



Blechdicke $t = 0,5 \text{ mm}$

Längenmaße ohne
Toleranzen dargestellt

1) Das Datenblatt ist beim Deutschen Institut für Bautechnik und den fremdüberwachenden Stellen hinterlegt.

BETOMAX Durchstanzbewehrung

L-Bleche mit horizontalem Langloch aus Stahl

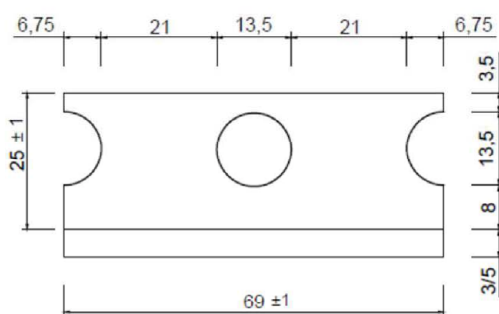
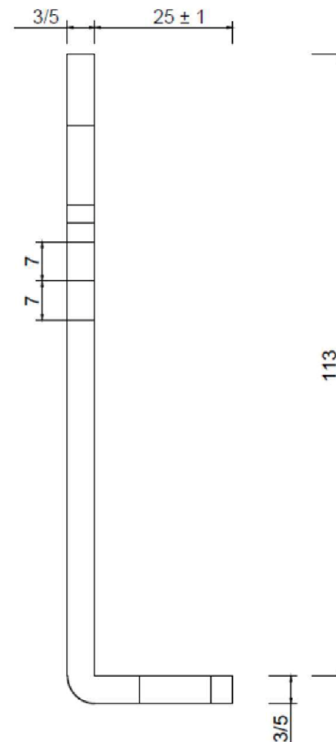
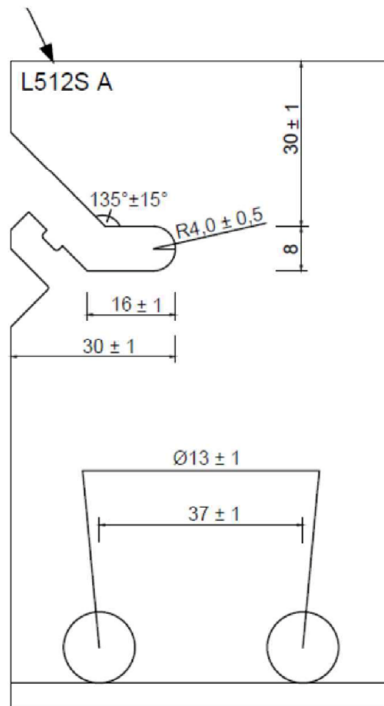
Anhang A1

L-BLECHE MIT SCHRÄGEM LANGLOCH AUS STAHL GEMÄSS DATENBLATT ¹⁾

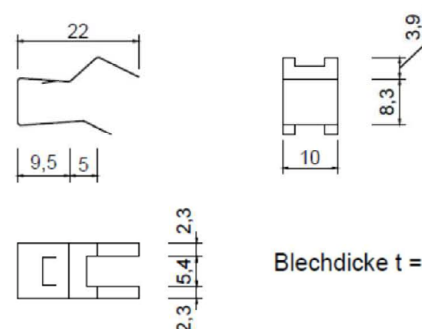
Abmessungen, Clip

Kennzeichnung:

(Blechartyp – Blechdicke – Ø Bewehrung – Lochtyp – Kürzel Herstellerwerk)



Clip aus Stahl gemäß Datenblatt ¹⁾



Blechdicke $t = 0,5 \text{ mm}$

Längenmaße ohne
Toleranzen dargestellt

1) Das Datenblatt ist beim Deutschen Institut für Bautechnik und den fremdüberwachenden Stellen hinterlegt.

BETOMAX Durchstanzbewehrung

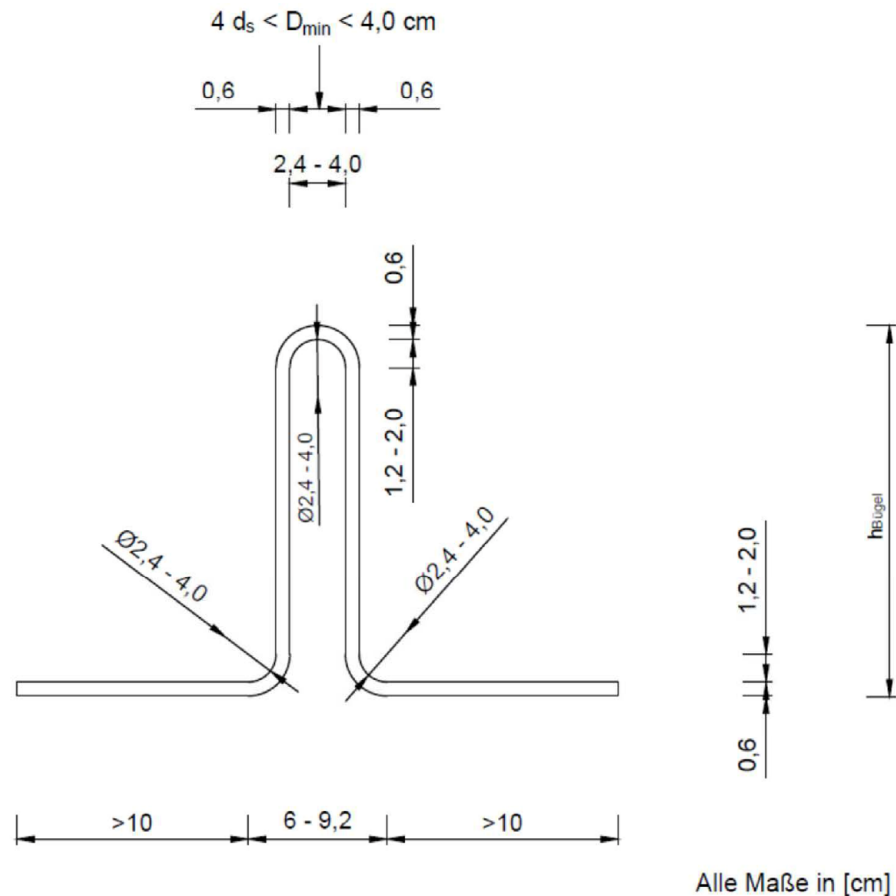
L-Bleche mit schrägem Langloch aus Stahl

Anhang A2

BÜGEL Ø 6 mm OBEN OFFEN

B500 A / B500 B / B500 A NR / B500 B NR

Abmessungen



$h_{Bügel}$ in Abhängigkeit von der Plattenhöhe h und der Betonüberdeckung des Blechs unten (c_{unten}) und der obersten Lage der Biegezugbewehrung oben (c_{oben}). Für c_{unten} und c_{oben} siehe auch Anhang B2, B3.

$$\text{Deckenhöhe } h < 24 \text{ cm: } h_{Bügel} = (h - c_{oben} - c_{unten} - 7,5) \cdot 1,06$$

$$\text{Deckenhöhe } h \geq 24 \text{ cm: } h_{Bügel} = h - c_{oben} - c_{unten} - 6,5$$

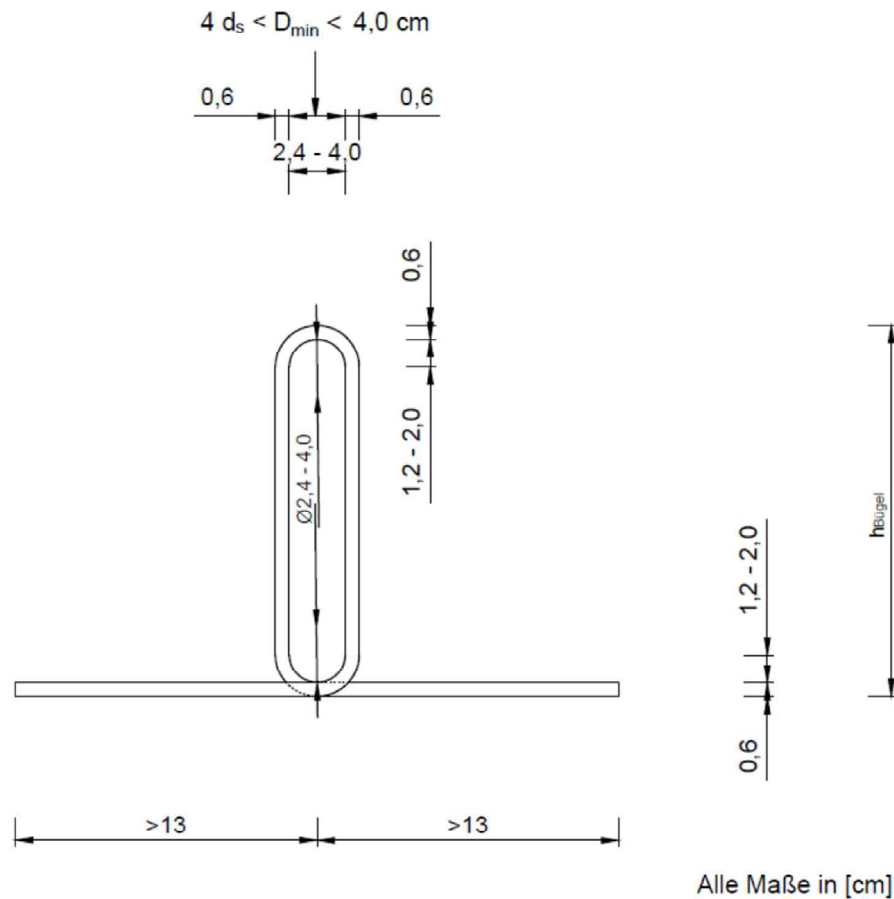
h und c in [cm]

BETOMAX Durchstanzbewehrung	Anhang A3
Bügel Ø 6 mm oben offen	

BÜGEL Ø 6 mm OBEN GESCHLOSSEN

B500 A / B500 B / B500 A NR / B500 B NR

Abmessungen



$h_{\text{Bügel}}$ in Abhängigkeit von der Plattenhöhe h und der Betonüberdeckung des Blechs unten (c_{unten}) und der obersten Lage der Biegezugbewehrung oben (c_{oben}). Für c_{unten} und c_{oben} siehe auch Anhang B2, B3.

$$\text{Deckenhöhe } h < 24 \text{ cm: } h_{\text{Bügel}} = (h - c_{\text{oben}} - c_{\text{unten}} - 7,5) \cdot 1,06$$

$$\text{Deckenhöhe } h \geq 24 \text{ cm: } h_{\text{Bügel}} = h - c_{\text{oben}} - c_{\text{unten}} - 6,5$$

h und c in [cm]

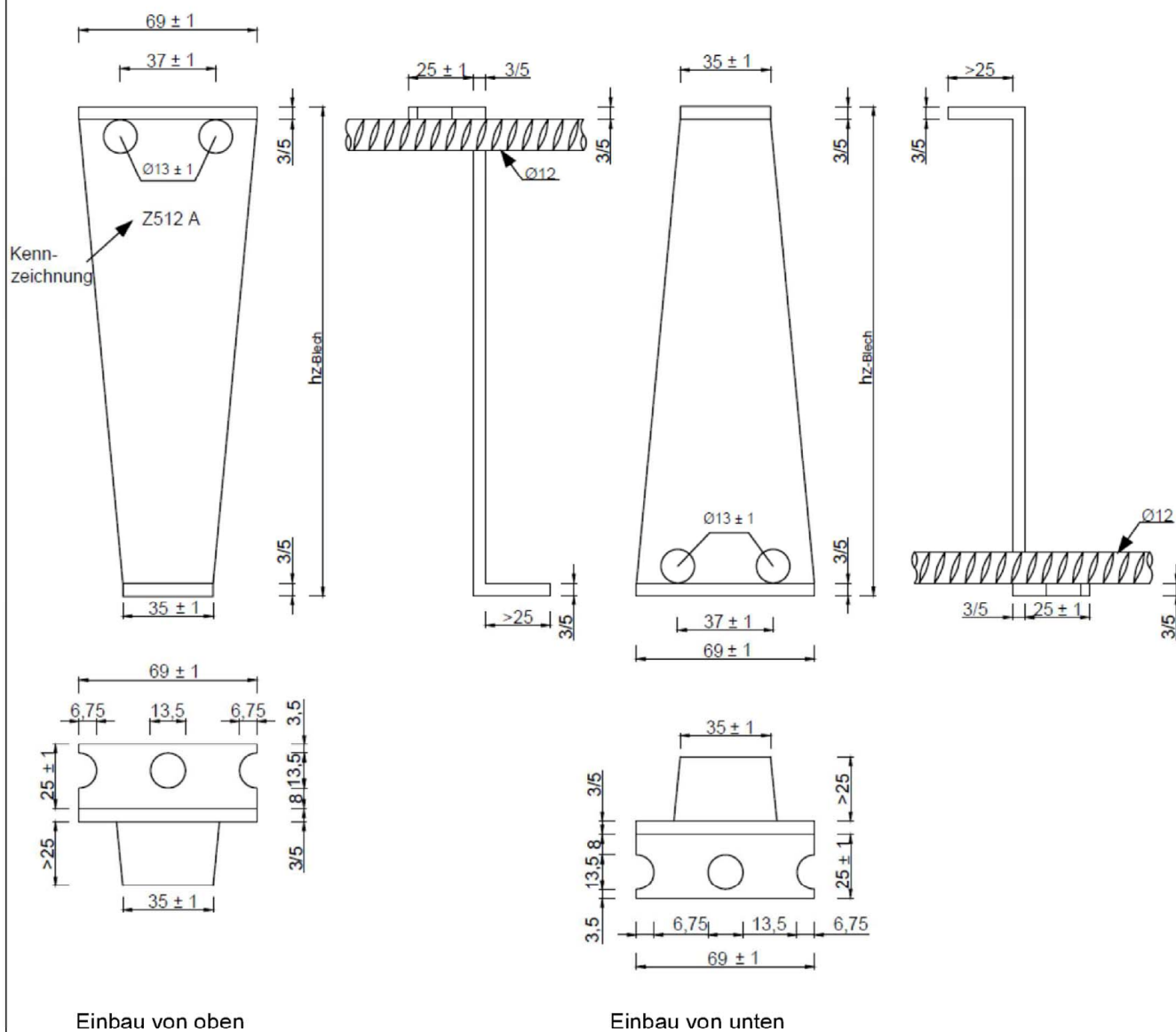
BETOMAX Durchstanzbewehrung

Bügel Ø 6 mm oben geschlossen

Anhang A4

Z-BLECHE AUS STAHL GEMÄSS DATENBLATT 1)

Abmessungen, Einbau



$h_{Z\text{-Blech}}$ in Abhängigkeit von der Plattenhöhe

1) Das Datenblatt ist beim Deutschen Institut für Bautechnik und den fremdüberwachenden Stellen hinterlegt.

BETOMAX Durchstanzbewehrung	Anhang A5
Z-Bleche aus Stahl	

SPEZIFIZIERUNG DES VERWENDUNGSZWECKS

Allgemeines

- Verwendung zur Erhöhung des Durchstanzwiderstandes von Deckenplatten, Fundamenten und Bodenplatten bei statischen Einwirkungen und quasi statischen Einwirkungen
- Bemessung entsprechend EN 1992-1-1:2004/A1:2014, Abschnitt 6.4 und Anhänge C.1 und C.2
- Die über der Stütze für Biegung erforderliche Bewehrung muss EN 1992-1-1, 9.3.1 entsprechen.
- Freie Ränder sind nach EN 1992-1-1, 9.3.1.4 einzufassen.
- Deckenplatten oder Fundamente und Bodenplatten bestehend aus bewehrtem Normalbeton der Festigkeitsklassen C20/25 bis C50/60 gemäß EN 206:2013+A1:2016
- Deckenplatten oder Fundamente und Bodenplatten mit einer Dicke h von

L-förmige Bleche mit einem speziell gebogenen Bügel	$18 \text{ cm} \leq h \leq 40 \text{ cm}$
L-förmige Bleche mit zwei speziell gebogenen Bügeln	$18 \text{ cm} \leq h \leq 110 \text{ cm}$
Z-förmige Bleche	$18 \text{ cm} \leq h \leq 110 \text{ cm}$
- Zur Sicherstellung der Verankerung und zur Lagesicherung der Bleche während der Montage wird Betonstabstahl mit einem Durchmesser 12 mm und den folgenden Spezifikationen durch dafür in den Blechen vorgesehene Bohrungen geführt:

Streckgrenze:	$f_{yk} \geq 500 \text{ MPa}$
Verhältnis der Zugfestigkeit zur Streckgrenze:	$(f_t/f_y)_k \geq 1,05$
Dehnung:	$\epsilon_{uk} \geq 2,5 \%$
- Die Zulagebewehrung geht mindestens 20 cm über das Blech hinaus oder überdeckt die angrenzenden Bewehrungsstäbe der Biegezugbewehrung.
- Die Bewehrungselemente werden gleichmäßig (kreisförmig oder orthogonal) im Durchstanzbereich der Stütze oder der hochkonzentrierten Last angeordnet.
- Stahlbleche des gleichen Typs, gleicher Abmessungen und gleicher Bügelanzahl werden im Durchstanzbereich angeordnet – bei der Verwendung von Linienelementen in Fertigteilen werden im Abstand $> 2,0 d$ auch Bleche mit geringerer Dicke und einem Bügel verwendet
- Die Z-förmigen Bleche und die zweiteiligen L-förmigen Bleche mit eingehängten Bügeln umschließen oder reichen bis zu der äußersten oberen und der äußersten unteren Bewehrungslage
- Die Bewehrungselemente werden so positioniert, dass die Betondeckung den Bestimmungen der EN 1992-1-1 entspricht.
- Die Bewehrungselemente werden im Bereich der Stütze oder der hochkonzentrierten Last so positioniert, dass die minimalen und maximalen Abstände zwischen den Blechen den Bestimmungen von Anhang B5 entsprechen.

BETOMAX Durchstanzbewehrung	Anhang B1 Blatt 1/2
Spezifizierung des Verwendungszwecks – Allgemeines	

Anordnung und Abstände der Durchstanz-Bewehrungselemente

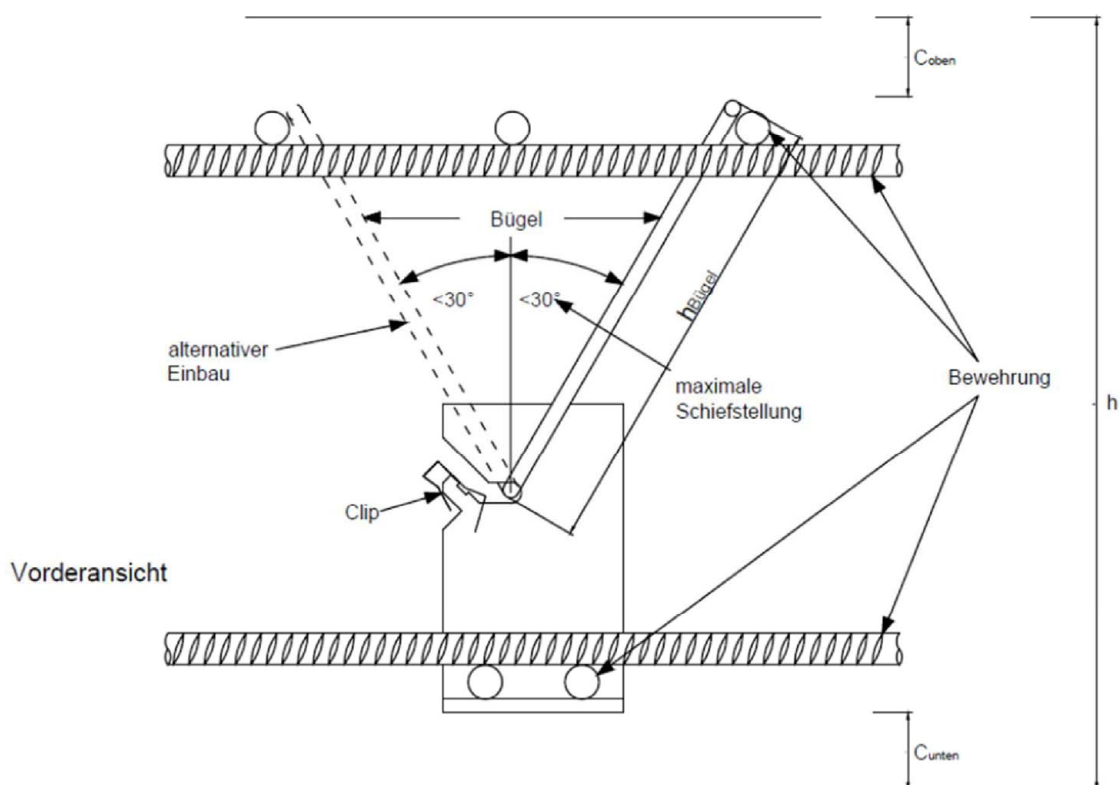
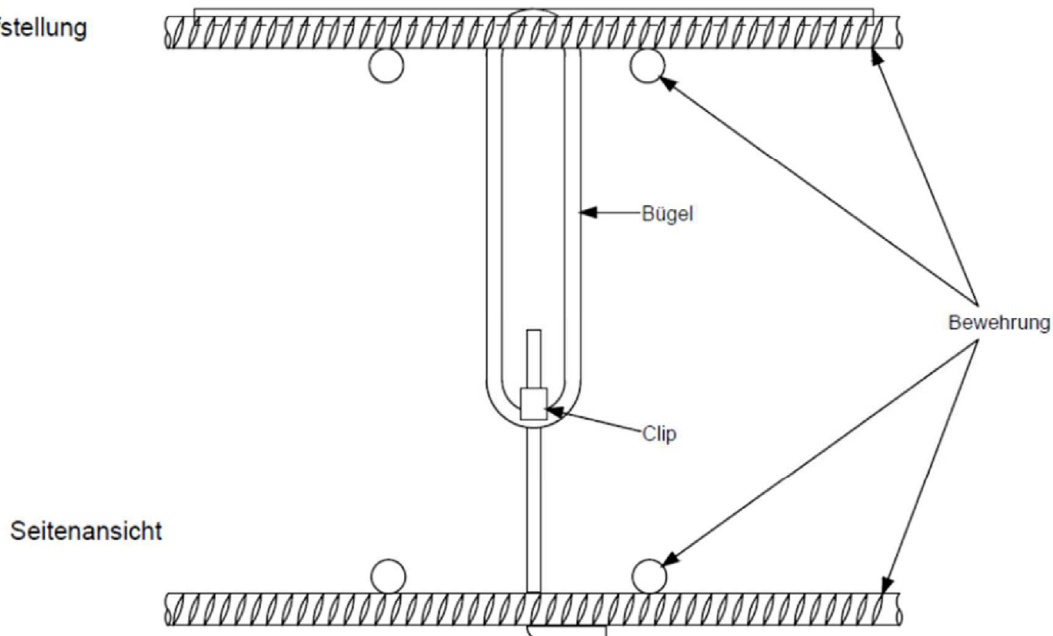
- Die Bewehrungselemente werden gleichmäßig (kreisförmig oder orthogonal) innerhalb des Durchstanzbereiches verteilt.
- Die Abstände der Elemente in Richtung von der belasteten Fläche (Stütze) ausgehenden Radien a (radiale Richtung) überschreiten nicht die folgenden Werte:
Der Abstand eines Bewehrungselements zum vorherigen oder nächsten Rundschnitt darf $0,75 d$ nicht überschreiten.
Der Abstand der ersten Reihe der Bewehrungselemente vom Stützenanschnitt soll etwa $0,375 d$ betragen und darf $0,5 d$ nicht überschreiten.
- Dem jeweiligen Rundschnitt können jeweils die Bewehrungselemente im Abstand $0,375 d$ nach innen und nach außen zugeordnet werden.
- Die Abstände a_t der Bewehrungselemente nebeneinander in Richtung des Verlaufs der Rundschnitte (tangentielle Richtung) dürfen folgende Werte nicht überschreiten:
 $a_t \leq \max(140 \text{ mm}; 0,6 \cdot d \cdot i); i = 1$
 $a_t \leq 0,6 \cdot d \cdot i; i \geq 2$
mit i = Nummer des Rundschnitts
Alternativ kann bis zu einer Maximaltragfähigkeit von $v_{Rd,max} = 1,46 \cdot v_{Rd,c}$ eine sternförmige Verteilung mit einem mittleren Winkel von 60° (6er Stern für Innenstützen) angeordnet werden.
- Sofern die erforderlichen Durchstanz-Bewehrungselemente nicht nebeneinander auf einem Rundschnitt angeordnet werden können, sind sie in gleichmäßigen Abständen innerhalb des Bereichs zwischen dem betrachteten Rundschnitt und dem nächsten zur Stütze liegenden Rundschnitt unter Berücksichtigung der Abstandsregeln einzubauen.

BETOMAX Durchstanzbewehrung	Anhang B1 Blatt 2/2
Spezifizierung des Verwendungszwecks – Anordnung der Elemente	

L-BLECHE MIT SCHRÄGEM LANGLOCH, MIT EINEM GESCHLOSSENEN BÜGEL

mit paralleler Anordnung der Bügelschenkel zur obersten Lage der oberen Bewehrung

Montage, Schiefstellung



$h_{\text{Bügel}}$ in Abhängigkeit von der Plattenhöhe und der Betonüberdeckung siehe Anhang A3/A4.

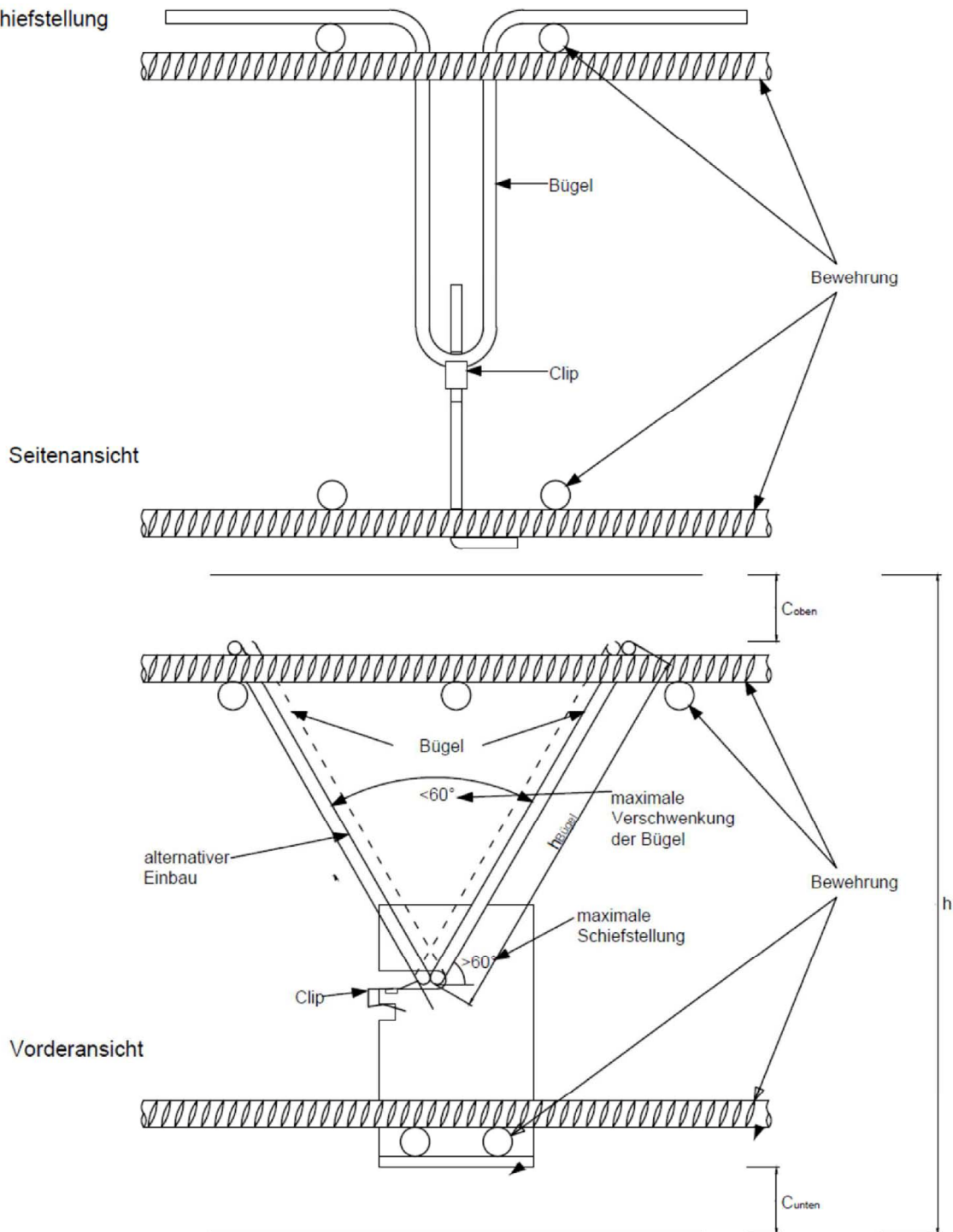
BETOMAX Durchstanzbewehrung

L-Bleche mit schrägem Langloch, mit einem geschlossenen Bügel

Anhang B2

L-BLECHE MIT HORIZONTALEM LANGLOCH, MIT ZWEI OBEN OFFENEN BÜGELN
mit senkrechter Anordnung der Bügelschenkel zur obersten Lage der oberen Bewehrung

Montage, Schiefstellung



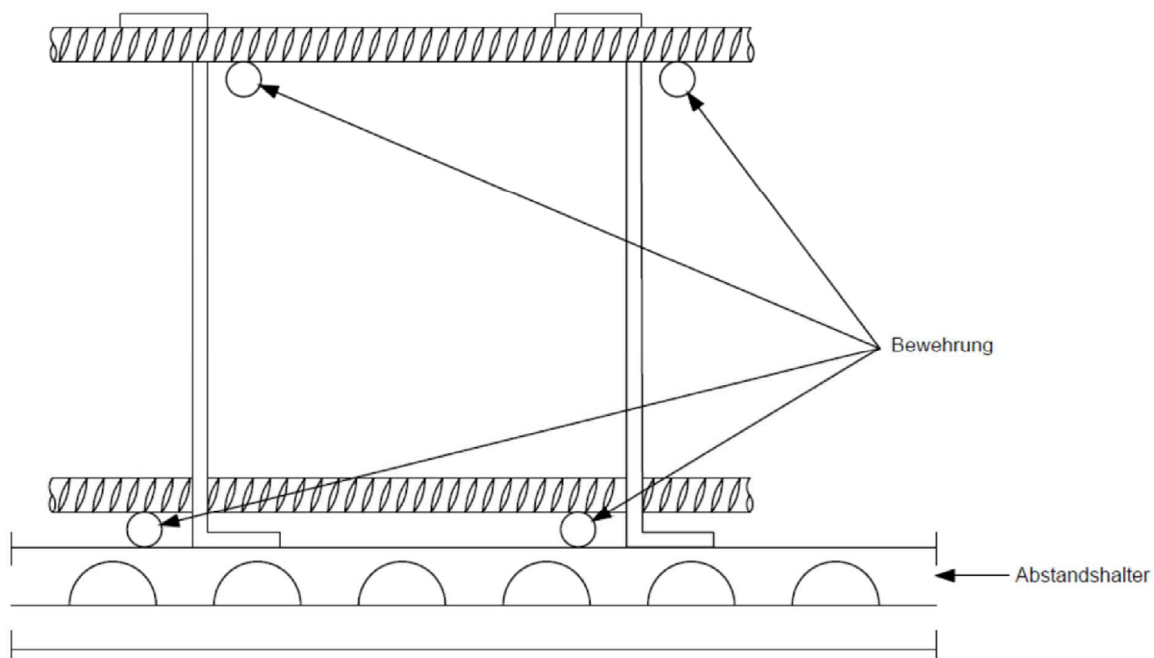
$h_{\text{Bügel}}$ in Abhängigkeit von der Plattenhöhe und der Betonüberdeckung siehe Anhang A3/A4.

BETOMAX Durchstanzbewehrung

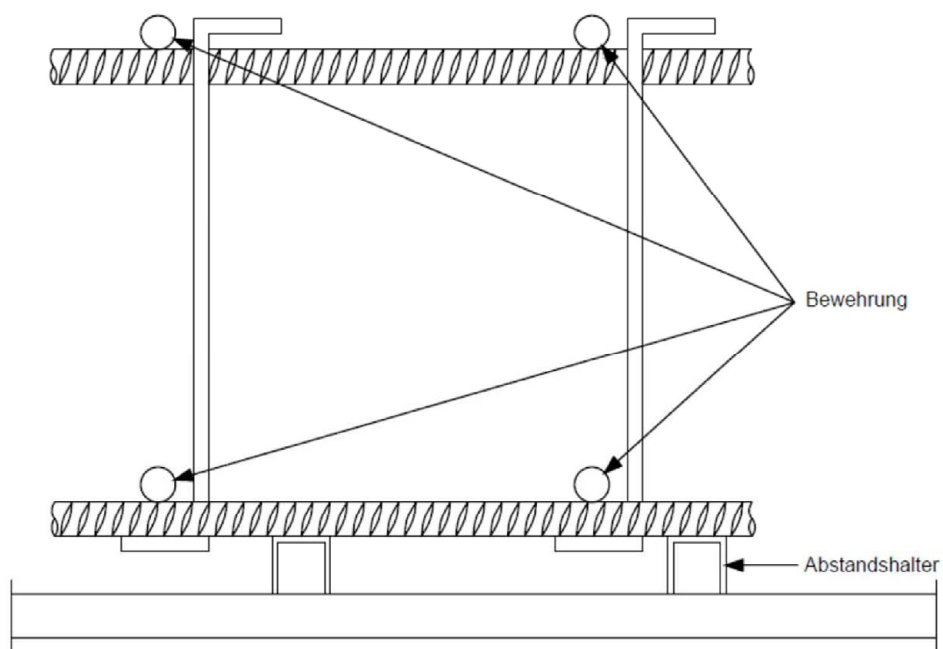
L-Bleche mit horizontalem Langloch, mit zwei oben offenen Bügeln

Anhang B3

Z-BLECHE – EINBAU



Einbau von oben



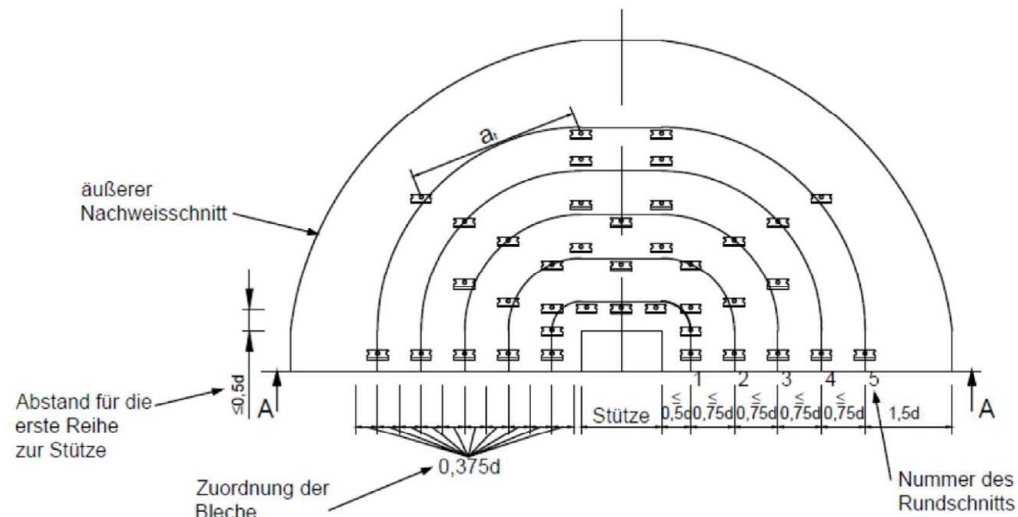
Einbau von unten

BETOMAX Durchstanzbewehrung

Z-Bleche – Einbau

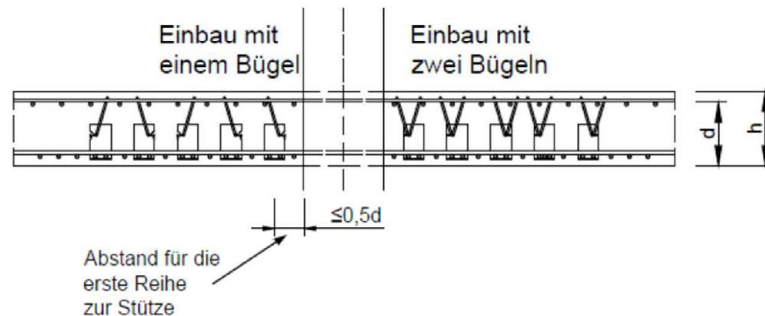
Anhang B4

PRINZIPANORDNUNG DER DURCHSTANZBEWEHRUNG MIT L- ODER Z-BLECHEN

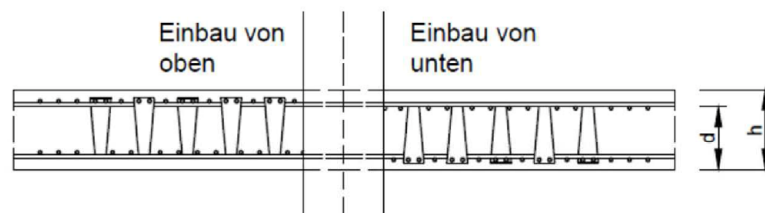


Schnitt A-A

L-Bleche



Z-Bleche



Tangentiale Abstände:

$$a_t \leq \max(140 \text{ mm}; 0,6 \cdot d \cdot i); i = 1$$

$$a_t \leq 0,6 \cdot d \cdot i; i \geq 2$$

i = Nummer des Rundschnitts

Alternativ kann bis zu einer Maximaltragfähigkeit von $v_{Rd,max} = 1,46 \cdot v_{Rd,c}$ eine sternförmige Verteilung mit einem mittleren Winkel von 60° (6er Stern für Innenstützen) angeordnet werden.

Zuordnung der Bleche:

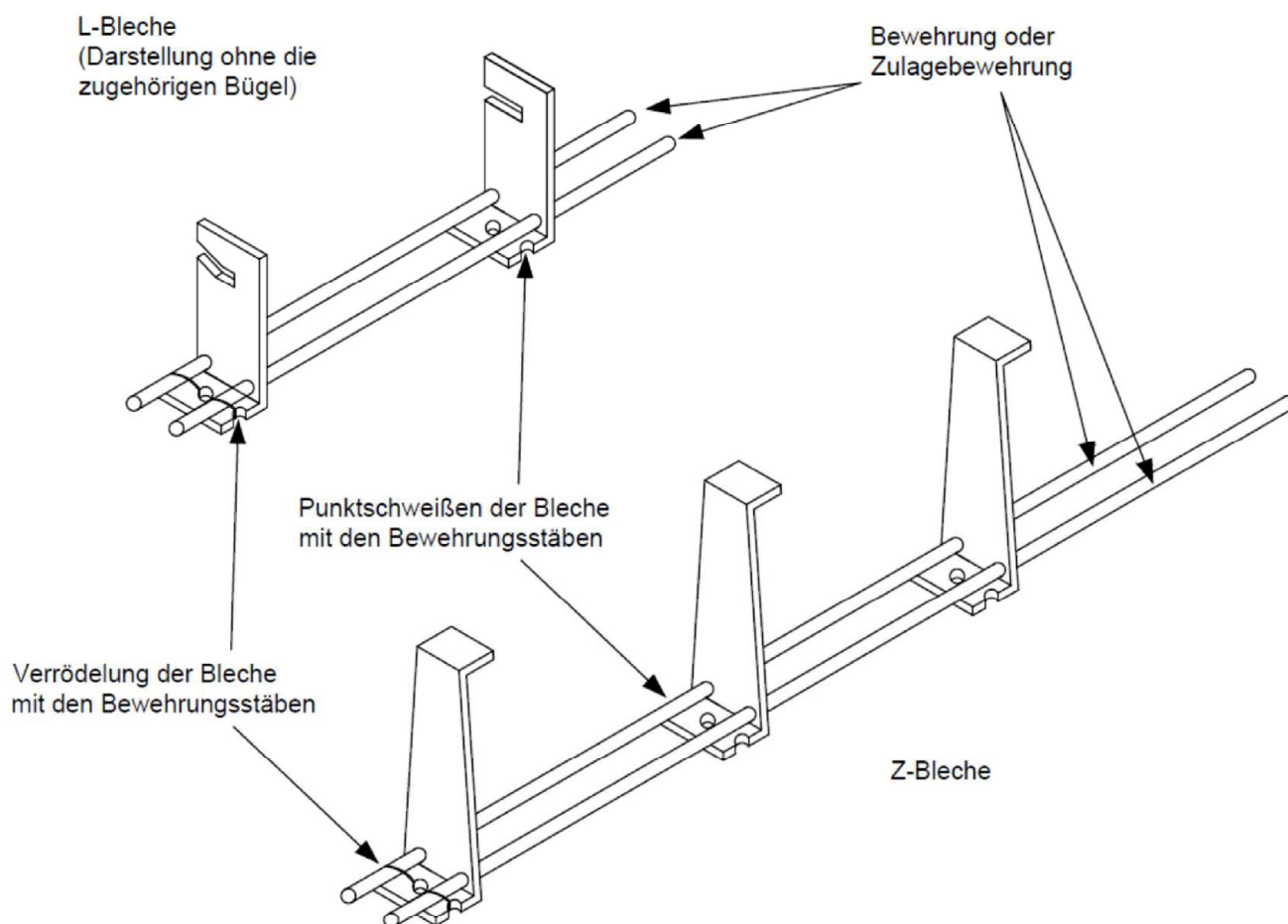
Dem jeweiligen Rundschnitt können jeweils die Bleche im Abstand $0,375 d$ nach innen und $0,375 d$ nach außen zugeordnet werden.

BETOMAX Durchstanzbewehrung

Prinzipanordnung der Durchstanzbewehrung mit L- oder Z-Blechen

Anhang B5

LINIENELEMENTE



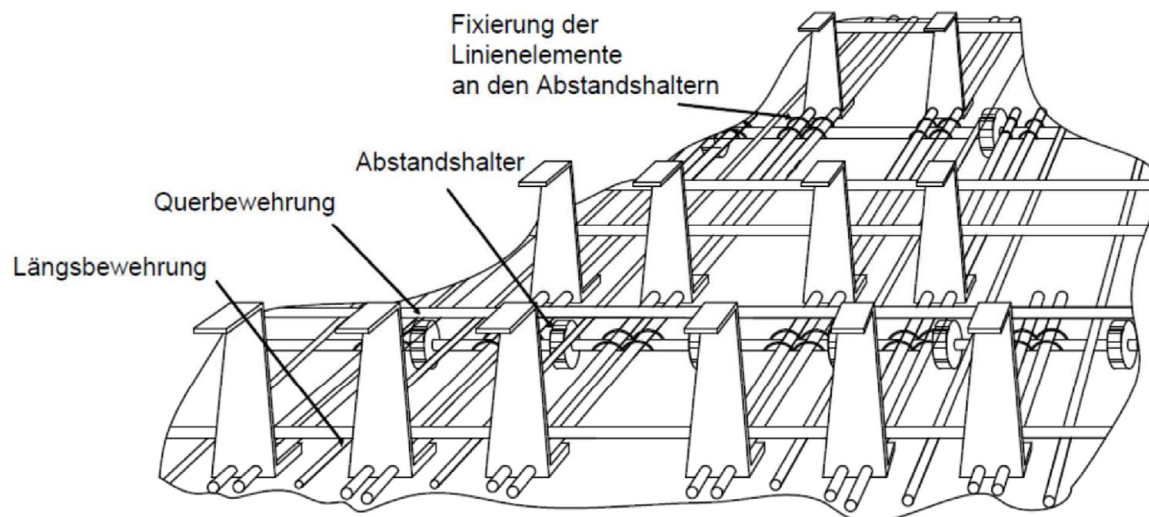
BETOMAX Durchstanzbewehrung

Linienelemente

Anhang B6

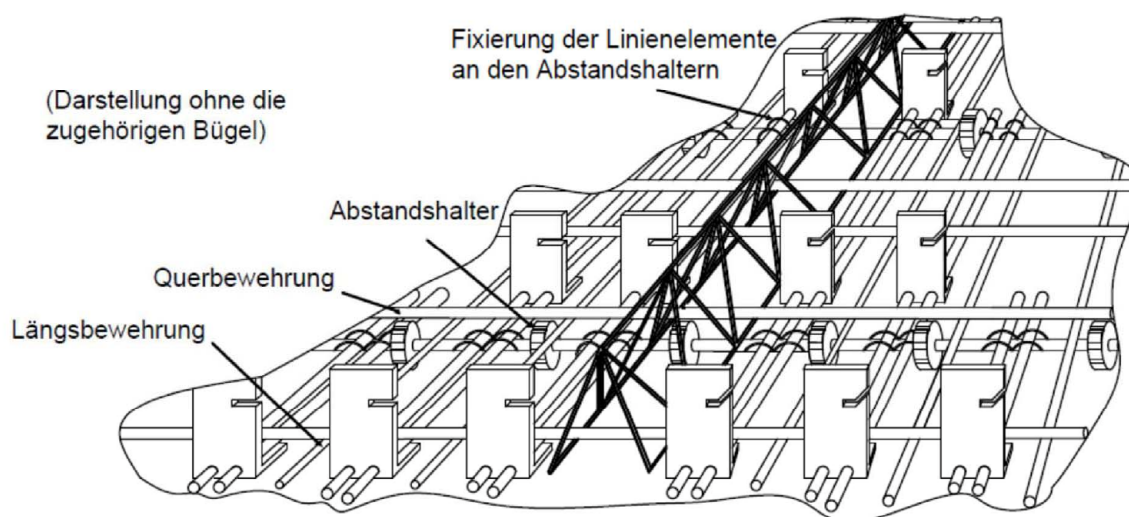
MONTAGE DER LINIENELEMENTE MIT Z-BLECHEN

Beispiel Ortbetondecke



MONTAGE DER LINIENELEMENTE MIT L-BLECHEN

Beispiel Fertigteildecke



BETOMAX Durchstanzbewehrung

Montage der Linienelemente

Anhang B7

MONTAGEANLEITUNG

Montage des Durchstanzbewehrungssystems bei Halbfertigteildecken

Die Z-förmigen Stahlbleche und die geteilten L-förmigen Stahlbleche mit eingehängten Bügeln können sowohl im Ortbeton als auch in Fertigteilen eingesetzt werden. Sie umschließen bzw. reichen bis zur äußersten oberen und äußersten unteren Bewehrungslage. Die Bügelschenkel können parallel oder senkrecht zur obersten Lage der oberen Bewehrung eingebaut werden.

Die durch die Bemessung vorgegebene Elementanordnung wird in einzelne Positionen, sogenannte Linienelemente, parallel zur Bewehrungsrichtung eingeteilt. Durch Auffädeln der Bleche auf den zwei Bewehrungsstäben in den vorgegebenen Abständen werden die Linienelemente vor Ort hergestellt.

Beim Bewehren der Deckenplatten werden die Linienelemente wie Zulageträger in Richtung der Bewehrung auf die unteren Abstandhalter abgelegt.

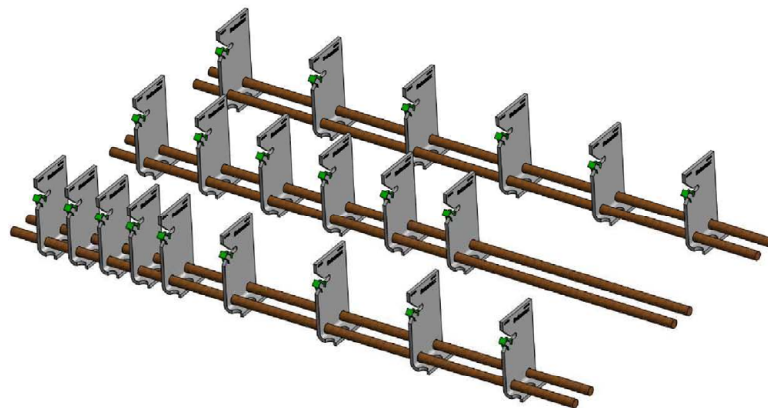
Das einbetonierte L-Blech ragt bei Halbfertigteildecken nicht über die Gitterträger hinaus und die Deckenplatten können ohne zusätzliche Abstandhalter verstapelt werden.

Nach dem Einbringen der oberen Bewehrungslage auf der Baustelle werden die Bügel von oben in das Langloch der L-Bleche eingeclipst und auf die obere Bewehrungslage umgelegt. Die Bügel müssen nicht angebunden werden und dürfen eine maximale Schrägstellung von 30° aufweisen.

1. Herstellung der Linienelemente

Die Anlieferung der Z- oder L-Bleche mit vormontiertem Clip erfolgt in Verpackungseinheiten.

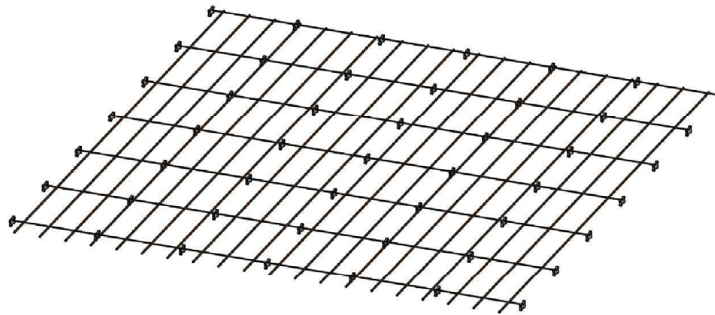
Die Herstellung der Linienelemente wird gemäß den Vorgaben aus der statischen Berechnung vorgenommen. Die Fixierung der beim Verbraucher angelieferten Bleche auf den Längseisen $d_s = 12$ mm erfolgt per Verrödelung oder Anheften.



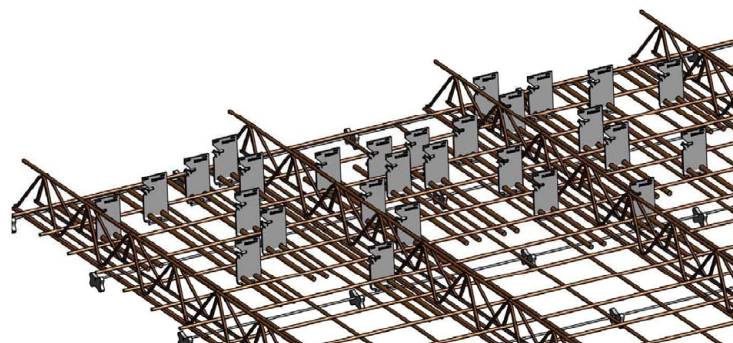
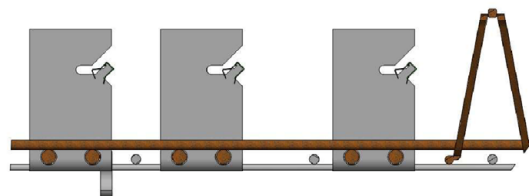
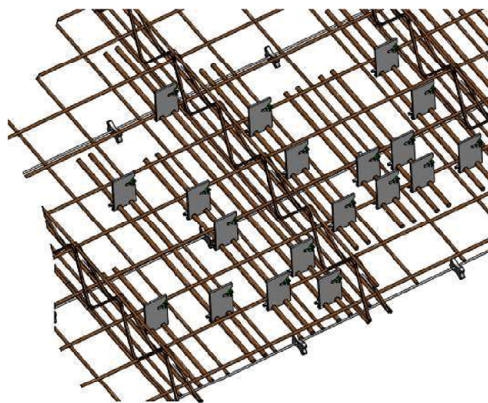
Optional können konfektionierte Linienelemente eingebaut werden.

BETOMAX Durchstanzbewehrung	Anhang B8 Blatt 1/5
Montageanleitung	

2. Verlegung der unteren Querbewehrung mit entsprechenden Abstandhaltern auf dem Schaltisch



3. Montage der Linienelemente durch einfaches Auflegen parallel zur Bewehrungsrichtung und den Gitterträgern



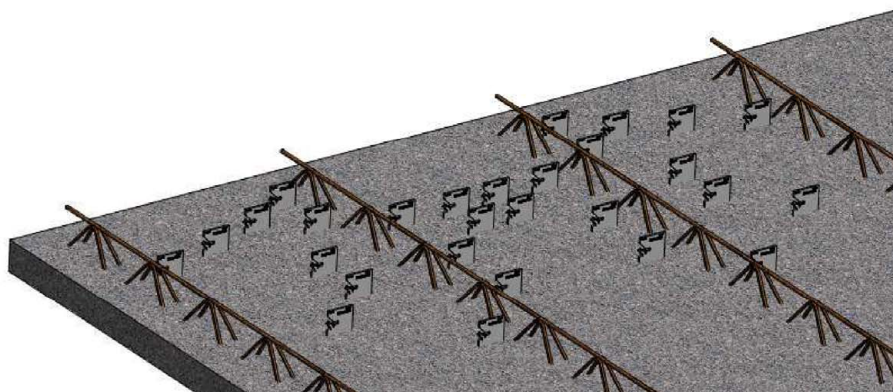
Die Lagesicherung kann durch Federklemmen oder Bindedraht erfolgen.

BETOMAX Durchstanzbewehrung

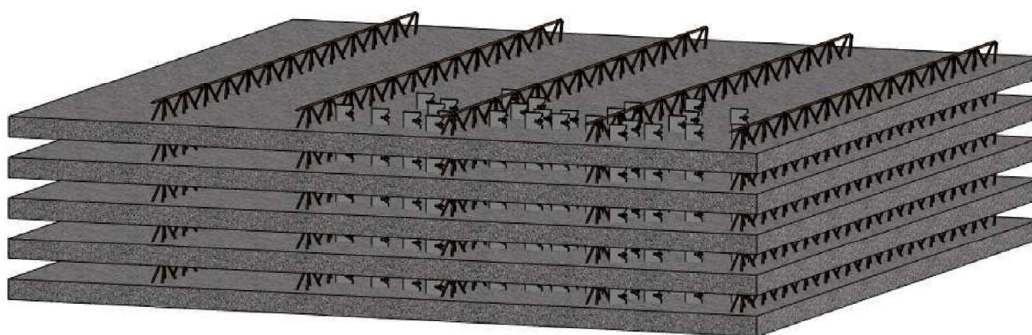
Montageanleitung

Anhang B8
Blatt 2/5

4. Betonage des jeweiligen Deckenelements



5. Abheben der Deckenelemente aus der Schalung und Verstapeln

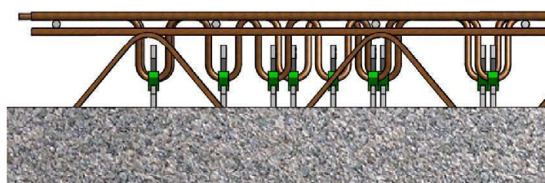
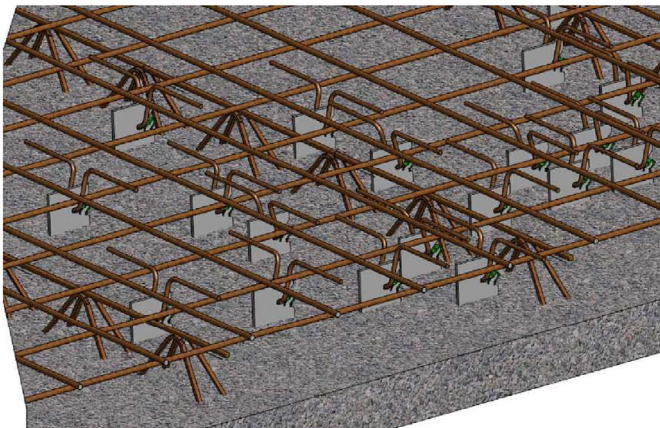


BETOMAX Durchstanzbewehrung

Montageanleitung

Anhang B8
Blatt 3/5

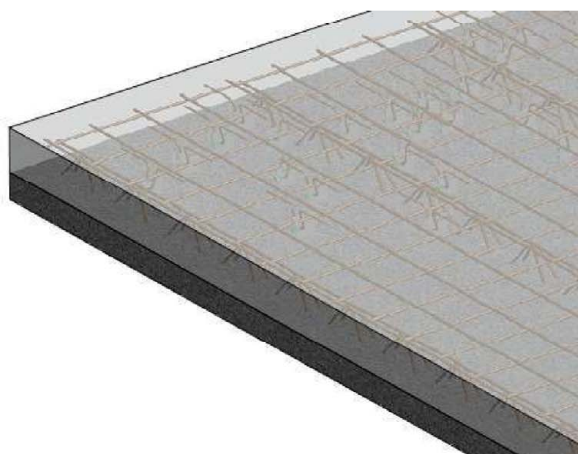
6. Komplettierung der Durchstanzelemente durch Einclipsen der zugehörigen Bügel



Die Bügel können entsprechend den Vorgaben aus den statischen Berechnungen vor Ort hergestellt oder vom Bewehrungsstahlhändler auf die Baustelle geliefert werden.

Optional können die Bügel beim Blechlieferranten oder vom Fertigteilwerk in der erforderlichen Anzahl bezogen werden.

7. Betonage des erforderlichen Aufbetons auf der Baustelle



BETOMAX Durchstanzbewehrung

Montageanleitung

Anhang B8
Blatt 4/5

Weitere Bestimmungen für die Ausführung

Bei Verwendung von BETOMAX Durchstanz-Bewehrungssystemen mit Stahlblechen in Elementdecken sind im Durchstanzbereich - wenn Elementstöße nicht vermieden werden können - zur sicheren Übertragung der Druckkräfte die Stoßfugen mindestens 4 cm breit auszuführen und mit Ortbeton zu verfüllen. Der Abstand zwischen Elementplattenrand und Stützenanschnitt muss im Bereich von -1 cm bis +4 cm liegen, wobei vorausgesetzt wird, dass die Oberkante der Arbeitsfuge der Stütze unterhalb der Unterseite der Elementplatte liegt. Auf den Abstand zwischen Elementplatte und dem Rand des Auflagers darf bei linienartigen Elementplatten verzichtet werden, wenn der Elementplattenrand vollflächig aufgelagert wird.

Für den Fall einer zu hoch ausgeführten Stütze aus Stahlbeton oder entsprechend steifen Lasteinleitungsplatten aus Stahl bei Stahl- oder Verbundstützen, die in die Platte eindringen, sollte der Durchstanznachweis mit der über der Stütze gemessenen statischen Nutzhöhe $d_{red} \leq d - x$ (x ist das Maß für die Einrückung der Stütze in die Platte) neu nachgewiesen werden. Der maximale Abstand der ersten Reihe zur Stütze sollte ebenfalls mit der reduzierten statischen Nutzhöhe ausgeführt werden. Für die übrigen radialen und tangentialen Abstände ist die statische Nutzhöhe d maßgebend.

Für den Einbau auf der Baustelle ist Folgendes zu beachten:

- Der Verguss der Fuge in der Druckzone zwischen Elementplatte und Außenfläche der Stütze muss mit dafür geeignetem Vergussbeton der gleichen Festigkeit wie dem des Ortbetons ausgeführt werden.
- Werden die Elementplatten auf die Stütze aufgelegt, ist die Fuge zwischen Platte und Stütze vollflächig zu vermörteln, damit die Durchleitung von Lasten aus den oberen Geschossen durch den Knotenbereich sichergestellt ist.
- Das Betongefüge der Elementplatte darf nicht durch nachträgliche Stemmarbeiten (Anpassung an Bautoleranzen) beeinträchtigt werden.
- Der Beton ist im Bereich des Knotenpunktes gut zu verdichten.

BETOMAX Durchstanzbewehrung	Anhang B8 Blatt 5/5
Montageanleitung	

ERMITTLUNG DES DURCHSTANZWIDERSTANDES

Der Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist wie folgt zu führen:

Der Durchstanzwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist im kritischen Rundschnitt nachzuweisen. Die Platte ist so zu bemessen, dass ein Mindestmoment gemäß den nationalen Bestimmungen aufgenommen werden kann. Außerhalb des Rundschnittes ist der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung und Querkraft zu führen.

Zur Bestimmung des Durchstanzwiderstandes wird ein innerer kritischer Rundschnitt u_1 , im Abstand von $2,0 d$ vom Stützenrand (d = effektive statische Nutzhöhe), und ein äußerer Rundschnitt u_{out} , im Abstand von $1,5 d$ von der äußersten Bewehrungsreihe der Durchstanzbewehrung, umlaufend um die Stütze senkrecht zur Plattenebene angenommen. Für Fundamente muss der Abstand zum kritischen Rundschnitt iterativ ermittelt werden.

Für Rundstützen mit einem Umfang u_0 kleiner als $12 d$ und für Stützen, deren Verhältnis der langen Stützenseite zur kurzen Stützenseite $2,0$ nicht überschreitet, darf der kritische Rundschnitt wie oben beschrieben bestimmt werden. Werden diese Voraussetzungen nicht eingehalten, muss die Querkraft auf die Stützenecken konzentriert und der kritische Rundschnitt reduziert werden.

Für ungleichmäßig geformte Stützenquerschnitte ist für den Rundschnitt u_0 die kürzeste Länge um den Lasteinleitungsbereich anzunehmen. Der kritische Rundschnitt u_1 ist gemäß EN 1992-1-1, 6.4.2, zu bestimmen.

Zuerst ist der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft v_{Ed} entlang des kritischen Rundschnittes u_1 zu berechnen:

$$v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} \quad (A1)$$

v_{Ed}	einwirkende Querkraft je Flächeneinheit entlang des kritischen Rundschnittes
β	Koeffizient zur Berücksichtigung der Einflüsse von Lastexzentrizitäten
V_{Ed}	Bemessungswert der einwirkenden Querkraft
u_1	Umfang des kritischen Rundschnitts im Abstand $2,0 d$ von der Stützenoberfläche (Lasteinleitungsfläche)

Bei Tragwerken, deren Stabilität gegen seitliches Ausweichen von der Rahmenwirkung zwischen Platte und Stütze unabhängig ist und bei denen sich die Spannweiten der angrenzenden Felder um nicht mehr als 25 % unterscheiden, dürfen Näherungswerte für β verwendet werden:

Innenstütze	$\beta = 1,10$	(A2)
Randstütze	$\beta = 1,40$	
Eckstütze	$\beta = 1,50$	
Wanddecke	$\beta = 1,20$	
Wandende	$\beta = 1,35$	

Alternativ darf der Wert β nach dem genaueren Verfahren gemäß EN 1992-1-1 berechnet werden. Jedoch ist das Verfahren mit dem reduzierten kritischen Rundschnitt nicht zulässig.

BETOMAX Durchstanzbewehrung	Anhang C1 Blatt 1/3
Ermittlung des Durchstanzwiderstandes	

Durchstanzbewehrung in Platten ist erforderlich, wenn die einwirkende Querkraft je Flächeneinheit entlang des kritischen Rundschnittes größer ist als der Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes ohne Querkraftbewehrung gemäß Gleichung (A3):

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \quad (A3)$$

$C_{Rd,c}$ empirischer Faktor. Der empfohlene Wert ist $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_C$.

γ_C Teilsicherheitsbeiwert für Beton ($\gamma_C = 1,5$)

k Faktor zur Berücksichtigung des Maßstabeffekts, d in [mm]

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$$

ρ_l gemittelter Bewehrungsgrad in y- und z-Richtung

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq \begin{cases} 2,0 \\ 0,5 \cdot f_{cd} / f_{yd} \end{cases}$$

f_{cd} Bemessungswert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons

f_{yd} Bemessungswert der Streckgrenze des Bewehrungsstahls

k_1 empirischer Faktor, der empfohlene Wert beträgt $k_1 = 0,1$

σ_{cp} Betonnormalspannungen im kritischen Querschnitt (Druck positiv)

v_{min} $(0,0525/\gamma_C) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ für $d \leq 600$ mm

$(0,0375/\gamma_C) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ für $d > 800$ mm, Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden

Bei kleinen Verhältnissen von Stützenumfang zu statischer Nutzhöhe (u_0/d) ist der Durchstanzwiderstand für Innenstützen bei Flachdecken zu verringern.

$$u_0/d < 4,0 : \quad C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_C} \left(0,1 \frac{u_0}{d} + 0,6 \right) \geq \frac{0,15}{\gamma_C}$$

Wenn Durchstanzbewehrung erforderlich ist, muss eine ausreichende Menge an Durchstanzbewehrungselementen in der Platte eingebaut werden. Die Länge des Rundschnittes u_{out} , an dem keine Durchstanzbewehrung mehr erforderlich ist, ist gemäß der folgenden Gleichung zu bestimmen:

$$u_{out} = \frac{\beta_{red} \cdot V_{Ed}}{v_{Rd,c} \cdot d} \quad (A4)$$

β_{red} reduzierter Faktor zur Berücksichtigung der Einflüsse aus Exzentrizitäten entlang des Rundschnitts u_{out}

$v_{Rd,c}$ Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes ohne Durchstanzbewehrung gemäß Gleichung (A3),

$C_{Rd,c}$ darf wie für Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung angenommen werden

BETOMAX Durchstanzbewehrung

Ermittlung des Durchstanzwiderstandes

Anhang C1
Blatt 2/3

Zur Bestimmung des Durchstanzwiderstandes entlang des äußeren Rundschnittes u_{out} von Rand- und Eckstützen darf ein reduzierter Faktor β_{red} in Verbindung mit Gleichung (A4) verwendet werden:

$$\beta_{red} = \kappa_{\beta} \cdot \beta \geq 1,10 \quad (A5)$$

Randstützen $\kappa_{\beta} = \frac{1}{1,2 + \beta/20 \cdot l_s/d}$

Eckstützen $\kappa_{\beta} = \frac{1}{1,2 + \beta/15 \cdot l_s/d}$

Wanddecken $\kappa_{\beta} = 1,0$

Wandende $\kappa_{\beta} = 1,0$

l_s Abstand zwischen der Stützenoberfläche und dem äußersten Durchstanzbewehrungselement

Der Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes $v_{Rd,c}$ für Fundamente und Bodenplatten ist gemäß nachfolgender Gleichung zu bestimmen:

$$v_{Rd,c} = \frac{C_{Rk,c}}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot \frac{2 \cdot d}{a} \quad (A6)$$

BETOMAX Durchstanzbewehrung

Ermittlung des Durchstanzwiderstandes

Anhang C1
Blatt 3/3

BEMESSUNG FÜR DURCHSTANZEN UND VERBUND

Allgemeines

Der Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen der Platte erfolgt gemäß EN 1992-1-1, sofern im Folgenden nichts anderes bestimmt wird.

Die Erhöhung der Durchstanztragfähigkeit durch geneigte Spannglieder darf nach EN 1992-1-1 berücksichtigt werden. Im Durchstanznachweis darf die vertikale Komponente nur solcher Spannglieder berücksichtigt werden, die innerhalb eines Abstandes von 0,5 d von der Stütze verlaufen. Zur Bestimmung der maximalen Tragfähigkeit darf die günstig wirkende Normalspannung σ_{cp} nicht berücksichtigt werden.

Eine planmäßige oder unplanmäßige Schiefstellung der Bügel bei Verwendung der L-Bleche darf bei der Bemessung nicht in Rechnung gestellt werden.

Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen bei Deckenplatten

Maximaltragfähigkeit

Die Maximaltragfähigkeit ist im kritischen Rundschnitt u_1 im Abstand von 2,0 d vom Stützenrand begrenzt auf:

$$V_{Rd,max} = k_{pu,sl} \cdot V_{Rd,c} \quad (A7)$$

$$\begin{aligned} k_{pu,sl} &= 2,05 && \text{für L-Bleche (siehe Abschnitt 3.1 der ETA)} \\ k_{pu,sl} &= 1,90 && \text{für L-Bleche mit einem Bügel Durchmesser 8 mm.} \\ &&& \text{(Ausführung: Bügel anlog der Anhänge A3 oder A4,} \\ &&& \text{Bleche anlog der Anhänge A1 oder A2 mit} \\ &&& \text{2 mm verbreitertem Langloch und einer Dicke von 5 mm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_{pu,sl} &= 1,71 && \text{für Z-Bleche (siehe Abschnitt 3.1 der ETA)} \\ V_{Rd,c} &&& \text{Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes gemäß Gleichung (A3)} \\ &&& \text{mit } C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c \end{aligned}$$

$$\text{Nachzuweisen ist:} \quad \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} \leq V_{Rd,max} \quad (A8)$$

BETOMAX Durchstanzbewehrung

Bemessung für Durchstanzen und Verbund

Anhang C2
Blatt 1/5

Bemessung der Durchstanzbewehrung mit L-Blechen

Zusätzlich zur Tragfähigkeit der L-Bleche wird ein Betontraganteil berücksichtigt. Der Betontraganteil wird im Rundschnitt u_1 im Abstand $2,0 d$ vom Rand der Stütze berechnet. Der erforderliche Bewehrungsquerschnitt ist in jeder der ersten drei Reihen bis zu einem Abstand von $2 d$ zur Stütze einzubauen.

Die Anzahl der Durchstanz-Bewehrungselemente ist so zu bestimmen, dass die nachfolgende Ungleichung für den Bemessungswert einschließlich des Faktors β erfüllt ist:

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,cs,L-Bleche}$$

β s. Anhang C1

$V_{Rd,cs,L-Bleche}$ Durchstanzwiderstand der L-Bleche

$$V_{Rd,cs,L-Bleche} = k_1 \cdot v_{Rd,c} \cdot u_1 \cdot d + k_{2,L} \cdot n_{Bügel} \cdot 2 A_{s,Bügel} \cdot f_{ywd,ef} \cdot n_{Bleche} \cdot 1,5 d/s_r \quad (A9)$$

$v_{Rd,c}$ entsprechend Gleichung (A3)

$k_1 = 0,85$

u_1 Rundschnitt im Abstand $2,0 d$ vom Stützenrand

$n_{Bügel}$ Anzahl der Bügel je L-Blech (1 oder 2)

$k_{2,L} = 0,55$ Wirkungsbeiwert für den Verbund

$A_{s,Bügel}$ Querschnittsfläche eines Bügelschenkels

$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25 d \leq f_{yd}$ effektiver Bemessungswert der Streckgrenze der Bügel, d [mm]

f_{yd} Bemessungswert der Streckgrenze des Betonstahls, $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$

n_{Bleche} Anzahl der L-Bleche im Rundschnitt

s_r radialer Abstand der Durchstanzbewehrung (s. Anhang B5)

BETOMAX Durchstanzbewehrung

Bemessung für Durchstanzen und Verbund

Anhang C2
Blatt 2/5

Bemessung der Durchstanzbewehrung mit Z-Blechen

Zusätzlich zur Tragfähigkeit der Z-Bleche wird ein Betontraganteil berücksichtigt. Der Betontraganteil wird im Rundschnitt u_1 im Abstand $2,0 d$ vom Rand der Stütze berechnet. Der erforderliche Bewehrungsquerschnitt ist in jeder der ersten drei Reihen bis zu einem Abstand von $2 d$ zur Stütze einzubauen.

Die Anzahl der Durchstanz-Bewehrungselemente ist so zu bestimmen, dass die nachfolgende Ungleichung für den Bemessungswert einschließlich des Faktors β erfüllt ist:

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,cs,Z-Bleche}$$

β s. Anhang C1

$V_{Rd,cs,Z-Bleche}$ Durchstanzwiderstand der Z-Bleche

$$V_{Rd,cs,Z-Bleche} = k_1 \cdot v_{Rd,c} \cdot u_1 \cdot d + (k_{2,Z} \cdot b_{Blech} \cdot t_{Blech} \cdot f_{y,d} \cdot n_{Bleche} \cdot 1,5 d/s_r) / k_3 \quad (A10)$$

$v_{Rd,c}$ entsprechend Gleichung (A3)

$k_1 = 0,85$

u_1 Rundschnitt im Abstand $2,0 d$ vom Stützenrand

$k_{2,Z} = 0,50$ Wirkungsbeiwert für den Verbund

n_{Bleche} Anzahl der Z-Bleche im Rundschnitt

b_{Blech} kleinste Breite des Steges des Z-Blechs

t_{Blech} Dicke des Z-Blechs

$f_{y,d} = 235 / \gamma_S$ Bemessungswert der Streckgrenze des Z-Blechs

s_r radialer Abstand der Durchstanzbewehrung (s. Anhang B5)

k_3 Faktor zur Anpassung der Tragfähigkeit bei größeren Bauteildicken ($h \geq 60 \text{ cm}$)

$$k_3 = 1 + 0,2 \cdot (h - 60) / 60 \geq 1,0 \quad h [\text{cm}]$$

Bemessung der Durchstanzbewehrung in den äußeren Reihen

Ab einem Abstand der Durchstanzbewehrung (L- oder Z-Bleche) von $2 d$ zum Stützenrand bzw. ab der vierten Bewehrungsreihe dürfen die Wirkungsbeiwerte für den Verbund auf $k_{2,L} = 1,0$ bzw. $k_{2,Z} = 1,0$ erhöht werden.

BETOMAX Durchstanzbewehrung

Bemessung für Durchstanzen und Verbund

Anhang C2
Blatt 3/5

Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen bei Fundamenten und Bodenplatten

Maximaltragfähigkeit

Der untere Grenzwert des maximalen Durchstanzwiderstandes $v_{Rd,max}$ im kritischen Rundschnitt ist festgelegt als ein Vielfaches des Durchstanzwiderstandes des Fundaments oder der Bodenplatte ohne Durchstanzbewehrung:

$$v_{Rd,max} = k_{pu,fo} \cdot v_{Rd,c} \quad (A11)$$

$$k_{pu,fo} = 1,4 \quad (\text{siehe Abschnitt 3.1 der ETA})$$

$$v_{Rd,c} \quad \text{Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes gemäß Gleichung (A6)}$$

Die erforderliche Anzahl der Durchstanzbewehrungen in Fundamenten und Bodenplatten ist nach folgender Gleichung zu bestimmen:

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{f_{yd} \cdot A_{sw,0,8d}}{1 - A_{crit} / A} \quad (A12)$$

$$f_{yd} \leq 435 \text{ N/mm}^2 \text{ für Bügel bei Verwendung von L-Blechen}$$

$$f_{yd} \leq 214 \text{ N/mm}^2 \text{ für den Bemessungswert der Streckgrenze bei Verwendung von Z-Blechen}$$

$$A_{sw,0,8d} \quad \text{Querschnittsfläche der Durchstanzbewehrung in den stützennahen Reihen (erste Reihe im Abstand 0,3 d vom Stützenrand, bis zum Abstand 0,8 d ist mindestens eine zweite Reihe vorzusehen)}$$

$$A_{crit} \quad \text{Fläche innerhalb des kritischen Rundschnitts im iterativ zu bestimmenden Abstand } a_{crit}$$

$$A \quad \text{Grundrissfläche des Einzelfundaments (bei Bodenplatten die Fläche innerhalb der Nulllinie der radialen Plattenbiegemomente)}$$

Bei Bodenplatten oder sehr großen und schlanken Einzelfundamenten können zur Einhaltung des Durchstanznachweises außerhalb 0,8 d zusätzliche Reihen Durchstanzbewehrung notwendig werden. Der in diesen zusätzlichen Reihen erforderliche Bewehrungsquerschnitt kann vereinfacht ermittelt werden, indem 33 % der einwirkenden Querkraft „hochgehängt“ werden. Die Bodenpressung innerhalb der betrachteten Bewehrungsreihe darf dabei vollständig von der einwirkenden Querkraft abgezogen werden.

BETOMAX Durchstanzbewehrung	Anhang C2 Blatt 4/5
Bemessung für Durchstanzen und Verbund	

Nachweis der Schubkraftübertragung in der Fuge

Der Nachweis der Schubkraftübertragung in der Fuge ist nach EN 1992-1-1 für jeden Rundschnitt zu führen.

Der Bemessungswert der aufnehmbaren Schubkraft setzt sich additiv aus den drei Traganteilen (Adhäsion, Reibung und Bewehrung) zusammen und darf nach folgender Gleichung bestimmt werden:

$$V_{Rdi} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (1,2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) \leq k_{max,i} \cdot v \cdot f_{cd} \quad (A13)$$

$$k_{max,i} = 0,5 \text{ (siehe Abschnitt 3.1 der ETA)}$$

Dabei sind c und μ Beiwerte, die von der Rauigkeit der Fuge abhängen, f_{ctd} der Bemessungswert der Betonzugfestigkeit, σ_n Druckspannungen (Zug negativ) rechtwinklig zur Fuge und ρ der Bewehrungsgrad der die Fuge kreuzenden Bewehrung.

Die von der Fugenrauigkeit abhängigen Werte können folgender Tabelle entnommen werden.

Oberflächenbeschaffenheit	c	μ	v
Verzahnt	0,50	0,90	0,75
Rau	0,40	0,70	0,50
Glatt	0,20	0,60	0,20
Sehr glatt	0,00	0,50	0,00

Die größere aus der Fugenbemessung und Durchstanzbemessung ermittelte Bewehrungsmenge ist anzuordnen. Dabei darf bei Verwendung der L-Bleche der Querschnitt der eingebauten Bügel und bei Verwendung der Z-Bleche der kleinste Blechquerschnitt des Z-Blechs als Verbundbewehrung angerechnet werden.

Die Bügel der Durchstanzbewehrung mit L-Blechen dürfen dabei mit einer Neigung von 90° zur Plattenebene angesetzt werden.

Der gleichzeitige Einsatz von Blechen und Gitterträgern ist möglich.

BETOMAX Durchstanzbewehrung

Bemessung für Durchstanzen und Verbund

Anhang C2
Blatt 5/5