RUWA DIBE – Produktübersicht

Flächige Bauteile wie Platten und Scheiben werden in der Stahlbetonbauweise häufig über Rahmenecken kraftschlüssig miteinander verbunden. Diese sind meist stark beansprucht, müssen sorgsam bemessen und aufgrund der beschränkten Platzverhältnisse sauber konstruktiv durchgebildet werden. Die Bewehrungsführung in den Rahmenecken wird in der Literatur kontrovers diskutiert und ist baupraktisch schwierig umsetzbar. Eine vollständige Übertragung des Tragwiderstands der angrenzenden Bauteile ist selten möglich.

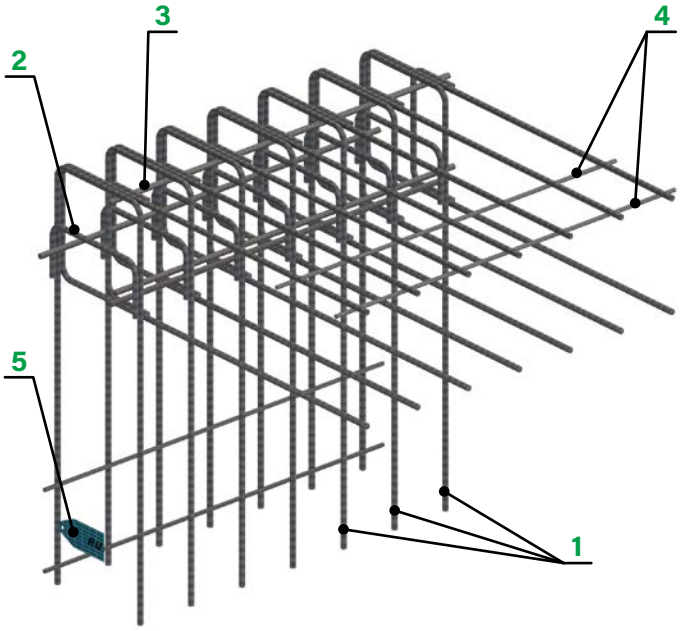
Die **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung (Rahmenknoten- und Plattenrandbewehrung)** zielt auf ein einfaches, effizientes Bewehrungslayout, welches eine vollständige Übertragung des Tragwiderstands der angrenzenden Bauteile über die Rahmenecken ermöglicht. Das Tragverhalten dieser Rahmenecken wurde mit Bauteilversuchen experimentell verifiziert und ein zugehöriges Bemessungskonzept erarbeitet. Für die Stahlbetonbauweise resultiert ein wirtschaftliches und praxistaugliches Bewehrungslayout für Rahmenecken, wobei sich dasselbe Bewehrungslayout für öffnende wie auch schliessende Biegebeanspruchung eignet. Es stehen drei Typen mit fünf verschiedenen Stahlquerschnitten zur Verfügung: **L-Typ, T-Typ** und **Typ D**.

Versuche an der Fachhochschule Luzern zum **L-Typ** und **T-Typ** haben aufgezeigt, dass der plastische Biegewiderstand erreicht werden kann, wenn in der Rahmenecke eine ausreichende Schubbewehrung vorgesehen wird. Diese Schubbewehrung garantiert somit die Einhaltung der Vorgaben. Der **D-Typ** für freie Plattenränder wurde an Drillplatten getestet. Diese Versuche zeigen ebenfalls, dass mit der am Rand konzentrierten Schubbewehrung die Randquerkraft vollumfänglich abgetragen werden kann.

Mit der **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung** können die Ziele der 100 % Momenten- bzw. Querkraftübertragung für die in der Stahlbetonbauweise wichtigen Diskontinuitäten des Rahmenecks und des freien Plattenrandes vollumfänglich erreicht und übertroffen werden.

Produktaufbau

	Komponenten	Material
1	**Bügel**	Betonstahl B500A / B500B
2	**Schubbewehrung**	Betonstahl B500A / B500B
3	**Längseisen («Dübeleisen»)**	Betonstahl B500A / B500B
4	**Quereisen konstruktiv**	Betonstahl B500A / B500B
5	**Etikett**	Kunststoff / Metall



Bügeldurchmesser und Stababstände

Bügel ø [mm]	Teilung s [mm] 100	150	Material
ø 10	×	✓	B500A
ø 12	×	✓	B500A
ø 14	×	✓	B500A
ø 16	✓	✓	B500B

Stabdurchmesser (ø) und Stababstände (s): Erhältlich (✓) und nicht erhältlich (×)

Anzahl der Bügel und Randabstände

L [mm]	s = 100 mm n [Stk]	e [mm]	s = 150 mm n [Stk]	e [mm]
1'000	**10**	50	**7**	50

Die Anzahl der Bügel (n) und die Randabstände (e) sind von der Elementlänge (L) und der Teilung (s) abhängig. Der Randabstand (e) gibt den Abstand des seitlichen Bügels bis zum Ende des Längsstabes an.

Typencode und Mattenlängen

Bügel ø [mm]	Teilung s [mm]	Typencode	Mattenlänge a [mm]
ø 10	150	L1 / T1 / D1	2'200
ø 12	150	L2 / T2 / D2	2'300
ø 14	150	L3 / T3 / D3	2'400
ø 16	150	L4 / T4 / D4	2'500
ø 16	100	L5 / T5 / D5	2'500

Die nebenstehende Tabelle gibt die **Typencodes** der verfügbaren Bügeldurchmesser und Teilungen an. Dieser Code ist dem jeweiligen Produktecode vorangestellt. T3 bedeutet **RUWA DIBE Typ T** mit ø 14/150.

Ebenfalls ist die **Mattenlänge a** der gebogenen Bügel sichtbar. Das a-Mass ist notwendig, um die effektive zur Verfügung stehende Verankerungslänge lbd, ist auszurechnen. Weitere Angaben dazu finden Sie auf der entsprechenden Typenseite.

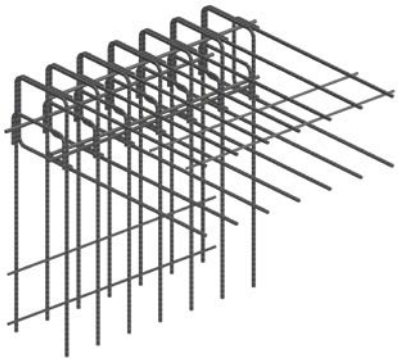
RUWA DIBE – Typenübersicht

DIBE L-Typ – Seite 217

Der **L-Typ** besteht aus zwei Bügelkörben (gebogene Matten) die mit einer im Rahmenknoten angeordneten Schubbewehrung ergänzt werden. Ebenfalls sind im Rahmenknoten vier Längseisen («Dübeleisen») angeordnet zur Verankerung der Schubbewehrung und Reduktion der Pressung auf den Beton. Die Einzelteile werden werkseitig zusammengeschweisst und als Gesamtelement geliefert. Die beiden Bügelkörbe können bezüglich ihrer Breite unabhängig voneinander definiert werden. Die Bügelkörbe, die Schubbewehrung und die Längseisen sind alle im gleichen Durchmesser ausgeführt.

Für den L-Typ sind folgende Einsatzgebiete denkbar:

- **Rahmenecken aus zwei flächigen Scheiben**
- **Anschluss Bodenplatte-Wand**
- **Anschluss Wand-Decke**
- **Anschluss Wand-Wand**
- **Anschluss Stützmauer an Fundament**
- **Deckenabsätze und Versprünge**

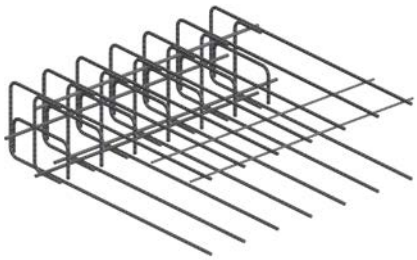


DIBE T-Typ – Seite 219

Der **T-Typ** entspricht dem L-Typ, wobei nur ein ein Bügelkorb vorhanden ist. Dies erweitert die möglichen Einsatzgebiete beziehungsweise erleichtert den Einbau überall dort, wo sich beim L-Typ mit der Schalung oder dem Arbeitsfortschritt eine Kollision ergibt. Im Falle einer Situation mit einem zweiten Bügel wird dieser bauseits mittels Eisenliste bestellt und eingebaut.

Für den T-Typ sind folgende Einsatzgebiete denkbar:

- **Einsatzgebiete gemäss L-Typ bei Schalungskollision**
- **Rahmenecken aus drei flächigen Scheiben**
- **Anschluss Decke an Wand**
- **Anschluss Podest an Wand**
- **Deckenabsätze und Versprünge**

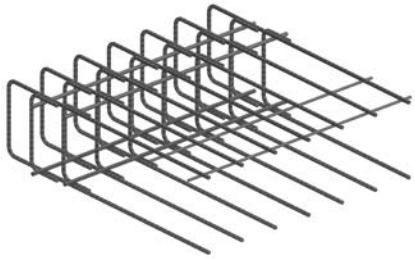


DIBE D-Typ – Seite 221

Der **D-Typ** besteht aus einem Bügelkorb (gebogene Matte), der mit einer zusätzlich angeordneten Schubbewehrung ergänzt wird. Ebenfalls sind im Randbereich vier Längseisen («Dübeleisen») angeordnet zur Verankerung der Schubbewehrung. Die Einzelteile sind stabil zusammengeschweisst. Der Bügelkorb, die Schubbewehrung und die Längseisen sind alle im gleichen Durchmesser ausgeführt.

Für den D-Typ sind folgende Einsatzgebiete denkbar:

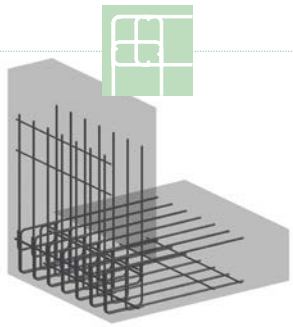
- **Randbewehrung für freie Plattenränder**
- **Randbewehrung für Drillplatten**



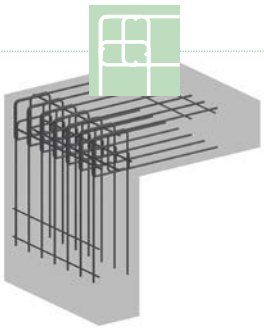
Allgemeines

Die Einsatzgebiete der **L-, T-** und **D-Typen** sind nicht auf die genannten Möglichkeiten beschränkt. Die **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung** kann überall dort eingesetzt werden, wo das vorliegende Bewehrungslayout sinnvoll ist. Bei Unklarheiten kontaktieren Sie unseren technischen Support. Unsere Ingenieure helfen Ihnen gerne bei einer Lösungsfindung.

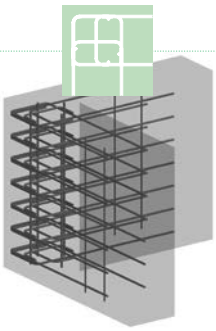
RUWA DIBE – Anwendungsbeispiele



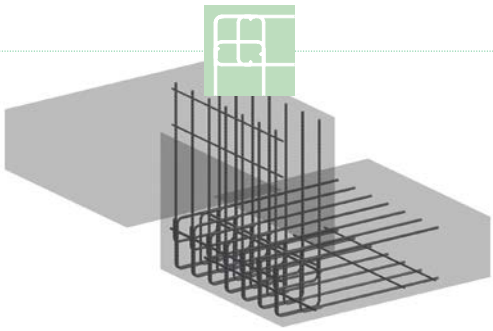
DIBE L-Typ: Bodenplatte oder Fundament-Wand



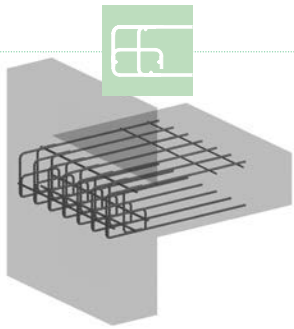
DIBE L-Typ: Wand-Decke



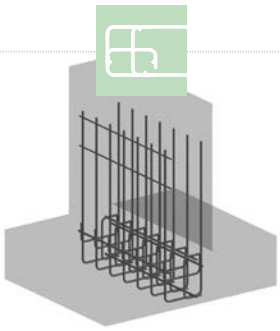
DIBE L-Typ: Wand-Wand



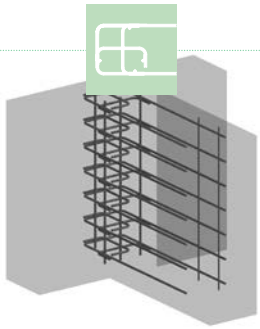
DIBE L-Typ: Deckenabsatz



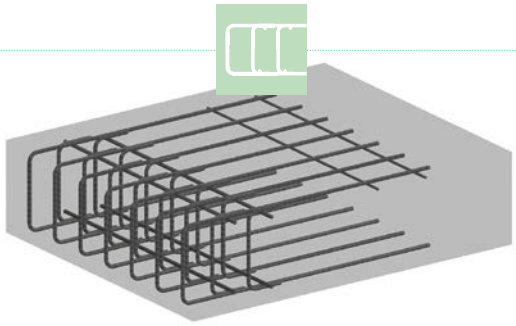
DIBE T-Typ: Wand-Decke / Podest



DIBE T-Typ: Decke-Wand



DIBE T-Typ: Wand-Wand



DIBE D-Typ: Randverbügelung

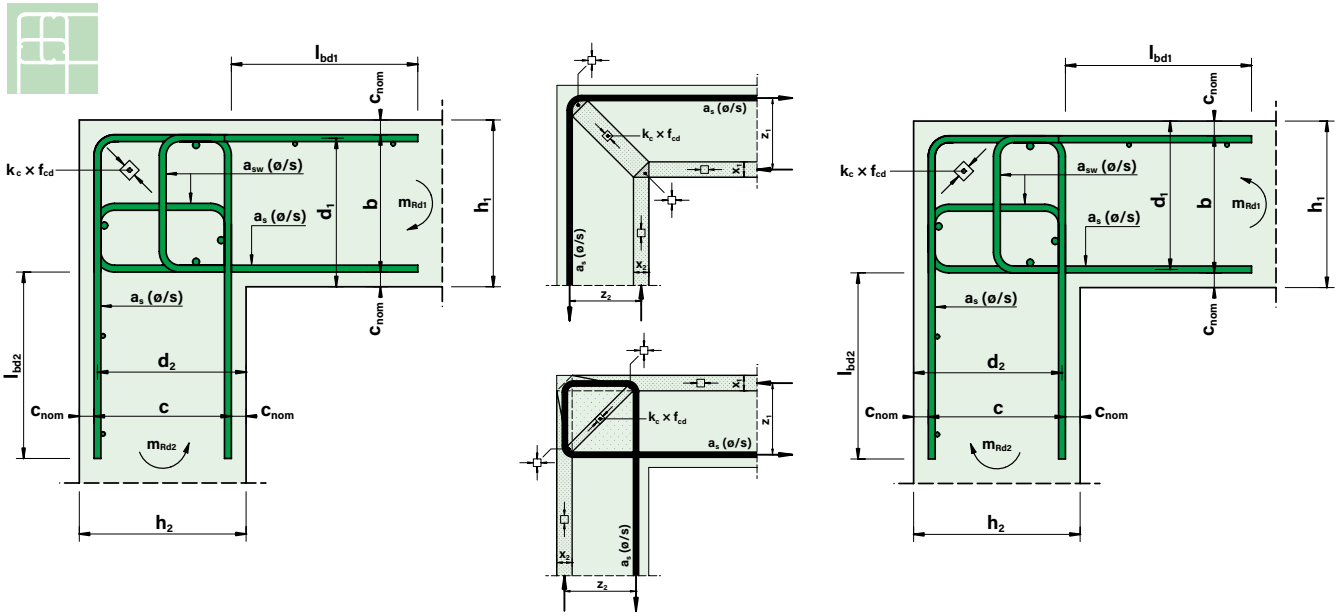
RUWA DIBE – Bemessungsgrundlagen

Versuche und Entwicklungsarbeiten haben aufgezeigt, dass mittels Anordnung einer Schubbewehrung im Knotenbereich der plastische Biegewiderstand bei Rahmenecken oder der volle Querkraftwiderstand bei einer Randbewehrung aktiviert werden kann. Eine Abminderung des Rahmeneckmoments, wie es bisher in der Literatur angedeutet wurde, ist somit nicht mehr erforderlich. Mit der Verwendung der **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung** kann eine effiziente Bewehrungsführung mit der **100 % Übertragung der Biege- und Querkraftwiderstände** vollumfänglich erreicht werden.

Die Bemessung der Rahmenecken und der freien Plattenränder mit einer ausreichenden Schubbewehrung entsprechen den Vorgaben der gültigen Norm SIA 262:2013. Grundsätzlich kann die Bemessung auch gemäss Eurocode 2 erfolgen. Voraussetzung für das Bemessungskonzept ist der Einsatz der **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung**. Die Bemessungskonzepte für die verschiedenen Typen können gemäss Norm SIA 262:2013 wie folgt formuliert werden:

L-Typ

Das Bemessungskonzept für den **L-Typ** gilt für schliessende wie auch öffnende Momentenbeanspruchungen:



Für den Biegewiderstand für schliessende wie auch öffnende Biegebeanspruchung gilt:

$a_{s,erf} = \frac{m_d}{0.9 \times f_{sd} \times d}$	$d = h - c_{nom} - \frac{ø}{2}$	$x = \frac{a_{s,eff} \times f_{sd}}{0.85 \times b \times f_{cd}}$
$l_{bd1,ist} \approx \frac{a - b - 2 \times c}{2}$	$l_{bd2,ist} \approx \frac{a - c - 2 \times b}{2}$	$l_{bd,soll} = \frac{ø \times f_{sd}}{4 \times f_{bd}} \geq 25ø$
$m_{Rd} = a_{s,eff} \times f_{sd} \times (d - 0.425 \times x) \times \min\left[1; \frac{l_{bd,ist}}{l_{bd,soll}}\right]$		
$m_{Rd} = \min[m_{Rd1}; m_{Rd2}]$		

Die Duktilitätsbedingung nach Norm SIA 262:2013 ist in beiden Richtungen einzuhalten:

$$\frac{x}{d} \leq 0.35 \times \frac{435}{f_{sd}}$$

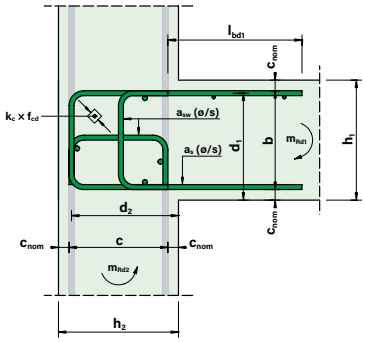
Die im Rahmenknoten angeordnete Schubbewehrung muss der maximalen Biegebewehrung entsprechen. Für die Schubbewehrung im Rahmenknoten müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

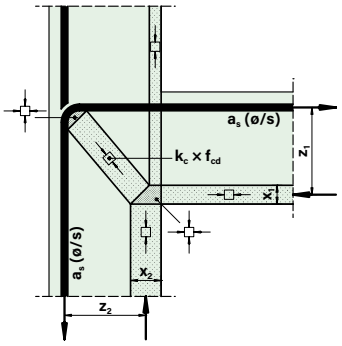
$a_{sw,erf} = \max[a_{s1,eff}; a_{s2,eff}]$		
$k_c \times f_{cd} \geq 2 \times \frac{a_{sw} \times f_{sd}}{z}$	$z = d - 0.425 \times x$	$kc = 0.55$

RUWA DIBE – Bemessungsgrundlagen

T-Typ

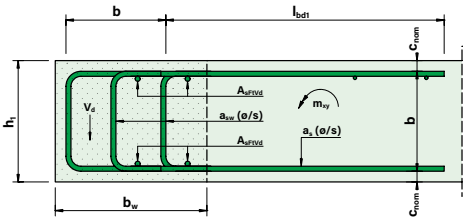
Das Bemessungskonzept für den **T-Typ** entspricht dem Konzept für den L-Typ und gilt ebenfalls für schliessende wie auch öffnende Momentenbeanspruchungen. Folgende Bezeichnungen gelten:





D-Typ

Das nachfolgende Bemessungskonzept gilt für eine Plattenquerkraft entlang eines Plattenrandes. Die Bemessungsgleichung entspricht der Plattenquerkraft entlang eines Plattenrandes infolge eines Drillmomentes. Das Drillmoment m_{xy} entspricht dabei einer linear elastischen FEM-Analyse:



$V_d = 2 \times m_{xy} \leq V_{Rd}$	$d_v = h - 2 \times c_{nom} - ø$
$b_w \approx 1.25 \times h$	$\sum A_{sw,erf} = \frac{V_d \times s}{f_{sd} \times d_v} \times \cot(\alpha)$
$V_{Rd,s} = \sum A_{sw} \times f_{sd} \times d_v \times \cot(\alpha)$	$V_{Rd,c} = b_w \times d_v \times k_c \times f_{cd} \times \sin(\alpha) \times \cos(\alpha)$
$30° \leq \alpha \leq 45°$	$V_{Rd} = \min[V_{Rd,s}; V_{Rd,c}]$

Im Bewehrungselement muss entlang der Diskontinuität/Plattenrand randparallel eine Bewehrung oben und unten eingelegt werden, die der nachfolgenden Bedingung entspricht. Weitere randparallele Bewehrungen zum Beispiel aus einer lokalen Lasteinleitung müssen zusätzlich eingerechnet werden:

$$Ft_{Vd} = \frac{V_d \times \cot(\alpha)}{2} \leq a_{s,FtVd} \times f_{sd}$$

Hinweise zum Bemessungskonzept

- Der Einsatz der **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung** ist Voraussetzung für die Anwendung des Bemessungskonzeptes.
- Die Bemessung der Bauteile beidseits der **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung** erfolgt durch den zuständigen Ingenieur und hat gemäss Norm SIA 262:2013 bzw. Eurocode-Normen zu erfolgen. Die Weiterleitung der Schnittkräfte in die angrenzende Stahlbetonplatte ist sicherzustellen (Moment, Querkraft etc.).
- Die Verankerungslängen zwischen der **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung** und der bauseitigen Bewehrung müssen geprüft werden. Gegebenenfalls muss der Tragwiderstand bei einer kleineren Verankerungslänge reduziert werden. Die Verankerung muss jeweils ausserhalb das Rahmenknotens erfolgen.
- Leitungen und Aussparungen im Bereich von Rahmenknoten führen zu einer Schwächung und sind nach Norm SIA 262:2013 entsprechend zu berücksichtigen.
- Bei Arbeitsfugen im Bereich der Rahmenknoten gelten die Anforderung gemäss Norm SIA 262:2013.
- Bei zusätzlichen Einwirkungen kann das Bemessungskonzept entsprechend erweitert werden.

RUWA DIBE – T-Typ

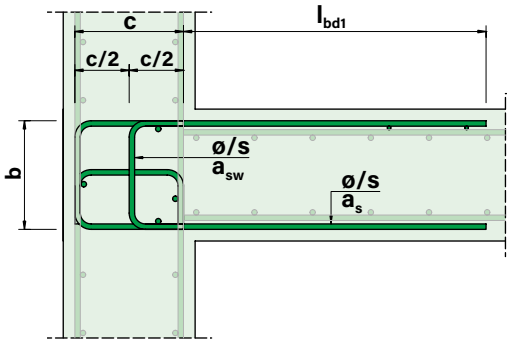
Bewehrungstechnik | RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung | T-Typ

Dimensionen

Typencode	Bügel ø / Längsstab ø / Schubbewehrung ø [mm]	Teilung s [mm]	a_s [mm²/m]	a_{sw} [mm²/m]	$b_{min} = c_{min}$ [mm]	$b_{max} = c_{max}$ [mm]	L [mm]	l_{bd1}* [mm]	Mattenlänge a [mm]
T1	ø 10	150	524	524	140	460	1'000	410 – 890	2'200
T2	ø 12	150	754	754	140	460	1'000	460 – 940	2'300
T3	ø 14	150	1'026	1'026	140	460	1'000	510 – 990	2'400
T4	ø 16	150	1'340	1'340	160	460	1'000	560 – 1'010	2'500
T5	ø 16	100	2'011	2'011	160	460	1'000	560 – 1'010	2'500

Verankerungslängen

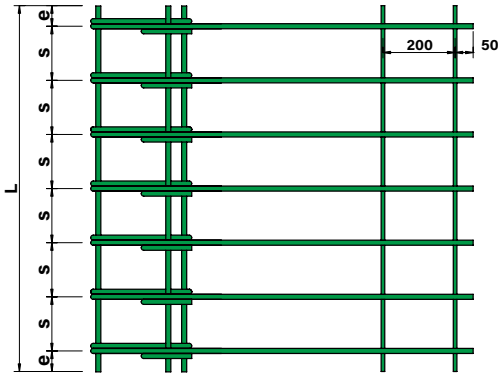
Typencode	ø [mm]	$l_{bd,soll}$ nach Norm SIA 262:2013 [mm]			$l_{bd,ist}$* [mm]
		C20/25	C25/30	C30/37	
T1	ø 10	530	448	402	$l_{bd1} \approx (a-b-2c)/2$
T2	ø 12	636	538	482	
T3	ø 14	741	627	563	
T4	ø 16	847	717	643	
T5	ø 16	847	717	643	



Die verfügbare Verankerungslänge kann gemäss der Formeln in der Tabelle «**Verankerungslängen**» ermittelt werden. *Die effektive Verankerungslänge ist durch die entsprechenden Biegeabzüge in der Regel im Element etwas grösser als der ermittelte Wert.

Sortiment / Produktecode

Der **T-Typ** ist in fünf verschiedenen Bewehrungsgehältern erhältlich (T1 / T2 / T3 / T4 / T5). Das b- und c-Mass ist in 10 mm Schritten frei wählbar zwischen 140 mm und 460 mm (ø 16 mm zwischen 160 mm und 460 mm). Das b- und c-Mass kann dabei unabhängig voneinander definiert werden. Die Elementlänge L beträgt fix 1'000 mm.



DIBE T*-b*-c*****

- c-Mass
- b-Mass
- Typencode
- **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung**

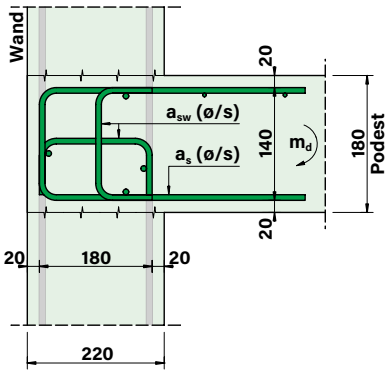
- Der **Typencode** zeigt an, welche Durchmesser die Bügel, Schubbewehrung und Längseisen und welche Teilung die Bügel aufweisen. Dazu siehe Tabelle «**Dimensionen**».
- Das **b-Mass** kann frei gewählt werden in 10 mm Abstufungen gemäss Tabelle «**Dimensionen**»: b_{min} = 140 mm (ø 16 mm – 160 mm) | b_{max} = 460 mm
- Das **c-Mass** kann frei gewählt werden in 10 mm Abstufungen gemäss Tabelle «**Dimensionen**»: c_{min} = 140 mm (ø 16 mm – 160 mm) | c_{max} = 460 mm

Produktangabe (Beispiel):

T2-b180-c210
ø 12 mm | s = 150 mm | $a_s = a_{sw}$ = 754 mm²/m
a-Mass = 2'300 mm | b-Mass = 180 mm | c-Mass = 210 mm
$l_{bd1,ist} \approx (2'300 - 180 - 2 \times 210)/2 = 850$ mm

RUWA DIBE – T-Typ

Im nachfolgenden Bemessungsbeispiel wird eine Rahmeneckenverbindung zwischen einer Wand und einem auskragenden Podest nachgewiesen. Die Verlegelänge beträgt 3.00 m:



Material und Einwirkungen

C25/30 | $f_{cd} = 16.5\,N/mm^2$ | $f_{bd} = 2.43\,N/mm^2$
B500A/B500B | $f_{sd} = 435\,N/mm^2$ | $\mathbf{m_d = 40.0\,kNm/m}$

Zu beachten: Weitere Einwirkungen auf die Wand werden für das Bemessungsbeispiel vernachlässigt.

Bestimmung der statischen Höhe und der notwendigen Bewehrungsquerschnitte

$$d_1 = 180 - 20 - \frac{12}{2} = 154\text{mm} \qquad d_2 = 220 - 20 - \frac{12}{2} = 194\text{mm}$$

$$a_{s1,erf} = \frac{40 \times 10^6}{0.9 \times 435 \times 154} = 663\text{mm}^2/\text{m} \qquad a_{s2,erf} = \frac{40 \times 10^6}{0.9 \times 435 \times 194} = 527\text{mm}^2/\text{m}$$

Wahl Durchmesser, Teilung und Geometrie

Gewählt Typ T2 ø12/150: $a_{s,eff} = 754\text{mm}^2/\text{m} > 663\text{mm}^2/\text{m} > 527\text{mm}^2/\text{m}$

$$a = 2'300\text{mm} \qquad b = 180 - 2 \times 20 = 140\text{mm} \qquad c = 220 - 2 \times 20 = 180\text{mm}$$

$$l_{bd1,ist} \approx \frac{2'300 - 140 - 2 \times 180}{2} = 900\text{mm} \qquad l_{bd,soll} = \frac{12 \times 435}{4 \times 2.43} = 538\text{mm} \geq 25ø = 300\text{mm}$$

$$x_1 = x_2 = \frac{754 \times 435}{0.85 \times 1'000 \times 16.5} = 23.4\text{mm}$$

Duktilitätsnachweise

$$\frac{23.4}{154} = 0.152 \leq 0.35 \times \frac{435}{435} \qquad \frac{23.4}{194} = 0.121 \leq 0.35 \times \frac{435}{435}$$

Berechnung der Biegewiderstände

$$\mathbf{m_{Rd2}} = 754 \times 435 \times (154 - 0.425 \times 23.4) \times \min\left[1; \frac{900}{538}\right] = \mathbf{47.2\,kNm/m}$$

$$\mathbf{m_{Rd2}} = 754 \times 435 \times (194 - 0.425 \times 23.4) = \mathbf{60.4\,kNm/m}$$

Nachweis des Biegewiderstand

$$\mathbf{m_{Rd} = \min[47.2; 60.4] = 47.2\,kNm/m > 40.0\,kNm/m}$$

Nachweis der Schubbewehrung im Rahmenknoten

$$a_{sw,erf} = 754\text{mm}^2/\text{m}$$

$$z_1 = 154 - 0.425 \times 23.4 = 144\text{mm} \qquad z_2 = 194 - 0.425 \times 23.4 = 184\text{mm}$$

$$0.55 \times 16.5 = 9.1\text{N/mm}^2 \geq 2 \times \frac{754 \times 435}{144} = 4.6\text{N/mm}^2 \qquad 0.55 \times 16.5 = 9.1\text{N/mm}^2 \geq 2 \times \frac{754 \times 435}{184} = 3.6\text{N/mm}^2$$

$$\mathbf{f_{cd,eff} = 4.6\,N/mm^2 < 9.1\,N/mm^2}$$

T-Typ – Bestellbeispiel (Bestellformular)

Aus dem Bemessungsbeispiel ergibt sich folgender Typ: Pflichtangabe | nicht wählbar

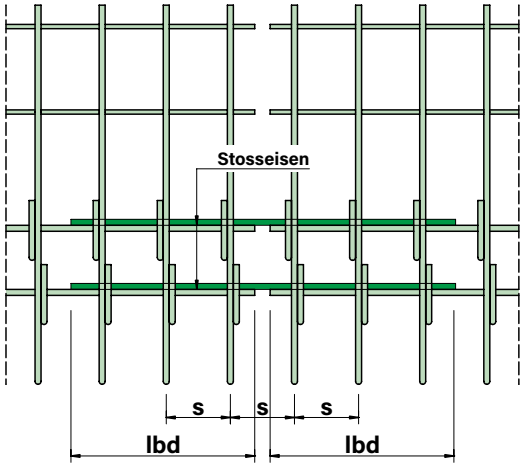
Pos.	Typ	Stahl ø / s [mm]	Abmessungen [mm] b	c	lbd1	lbd2	Korblänge L [mm]	Anz. [Stk]	Gewicht [kg/Stk]	Produktecode	Bauteil / Bemerkung
e2	T	12/150	140	180	≈900	–	1'000	3	*23.1*	*T2-b140-c180*	Anschluss Wand-Podest

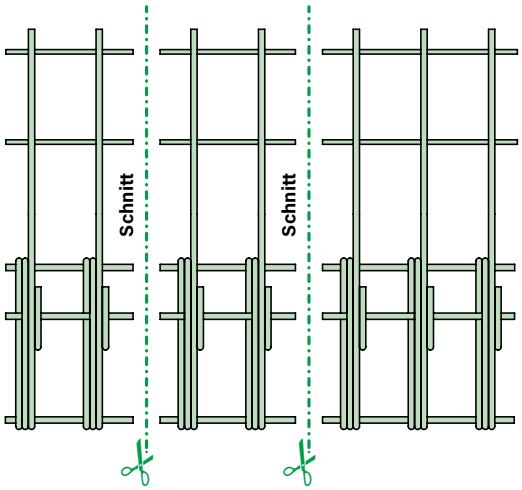
RUWA DIBE – Verlegung

Bauseitige Bewehrung

Die durch das Element übertragenen Zugkräfte sind mit einer entsprechenden Bewehrung in den anschliessenden Bauteilen aufzunehmen. Die Bewehrungsquerschnitte können aus der Momententragfähigkeit der **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung** bestimmt werden unter Berücksichtigung der vorhandenen Stosslängen ausserhalb des Knotens. Die Machbarkeit und Verlegefreundlichkeit der bauseitigen Bewehrung muss durch den Ingenieur geprüft und gegebenenfalls der Situation angepasst werden.

Die Anschlussbewehrung kann bei genügender Verankerungslänge mit geraden Stäben erfolgen. Bei ungenügenden Verankerungslängen ($l_{bd,ist}/l_{bd,soll} < 1.00$) ist die Anschlussbewehrung mit Winkelhaken oder Endhaken auszuführen. Beim Einsatz des **Typ T** als Ersatz für den **Typ L** ist in der Regel ein U-Bügel zu bevorzugen als Anschlussbewehrung. Die Bemessung der Bauteile beidseits der **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung** erfolgt durch den zuständigen Ingenieur und hat gemäss Norm SIA 262:2013 bzw. Eurocode-Normen zu erfolgen. Die Weiterleitung der Schnittkräfte in die Stahlbetonplatte ist nach Norm sicherzustellen (Moment, Querkraft etc.). Bei den **D-Typen** können die Längseisen für die Längszugkraft aus Querkraft angerechnet werden. In diesem Fall müssen die Elemente bauseits mit Zusatzeisen gestossen werden. Der Stoss aller Elemente kann auch über die verlegte Grundbewehrung erfolgen.





Verlegung

Die Elemente der **RUWA DIBE Diskontinuitätsbewehrung** sind sauber zu verlegen und die Überdeckungen sind zu gewährleisten. Bauseits dürfen die Elemente nicht geschnitten oder geändert werden, ausser für die Erstellung von Kurzelementen. Die Elemente sind zueinander mit der entsprechenden Teilung zu verlegen.

Kurzelemente

Die Elemente werden mit einer Länge von 1'000 mm produziert und ausgeliefert. Je nach Einbausituation ist ein kürzen der Elemente notwendig. Die erforderlichen Schnitte können dabei frei unterteilt werden. Die Längseisen sind aufzutrennen, dürfen jedoch nicht entfernt werden. Weitere Schneidearbeiten an den Elementen sind nicht zulässig.

Hinweise für die Baustelle

- Die Elemente müssen beim Ablad und der Lagerung auf der Baustelle vorsichtig behandelt werden. Beschädigte Elemente dürfen nicht eingebaut werden.
- Ohne eine vorherige Zustimmung der **RUWA** dürfen die Elemente weder geschnitten noch verkürzt und die angeschweissten Quer- und Längsstäbe nicht entfernt werden. Ausnahme: Kurzelemente.
- Die Hinweise zur bauseitigen Bewehrung sind zu beachten. Je nach gewähltem Typ und Anordnung der bauseitigen Bewehrung sind eventuell entstehende enge Platzverhältnisse zu berücksichtigen.
- Leitungen und Aussparungen führen zu einer Schwächung und sind nach Norm SIA 262:2013 zu berücksichtigen. Der Bauunternehmer hat in solchen Fällen mit dem Ingenieur entsprechend Kontakt zu suchen.
- Der korrekte Einbau der Elemente und die Lage und Positionierung gemäss Planung muss im Rahmen der Bewehrungsabnahme durch den zuständigen Ingenieur kontrolliert werden.