

**Fachbericht 18**

# **Zusammenstellung von experimentellen Untersuchungen der P-Reihe zum Durchstanz - Bewehrungssystem mit L- Blechen**

**Untersuchungsparameter in Erweiterung der O-  
Reihe (FB 16):**

Veränderung der Blechanzahl  
Anordnung der Bleche als 6er und 8er Stern  
Körper mit maximal möglicher Blechanzahl  
Bereiche ohne Bleche  
Bügel auf untere Lage der oberen Bewehrung  
Bleche auf unter Mattenbewehrung abgelegt  
Vergrößerung des Bügeldurchmessers  
Stahlstützen

**Falko Koch (B.eng)**

## Zusammenstellung, Vergleich und Erweiterung der Versuchsreihe O mit der Versuchsreihe P

Körper	Bleche	statische Höhe d	runde Stütze c	f <sub>c,cube</sub>	f <sub>cm</sub> = f <sub>c,cube</sub> x 0,83	f <sub>ck</sub> = f <sub>cm</sub> -4	ρ <sub>i</sub>	λ	n <sup>Bleche</sup> je Rund-schnitt	Bruchlast V <sub>Test</sub>	V <sub>Rk,c</sub>	V <sub>Rk,c,u1</sub>	V <sub>Test</sub> / V <sub>Rk,c,u1</sub>	Mittel V <sub>Test</sub> / V <sub>Rk,c,u1</sub>	0,85 V <sub>Rk,c,u1</sub>	V <sub>Rk,s</sub>	V <sub>Test</sub> / V <sub>Rk,s</sub>	n <sub>erf</sub>	n <sub>vorh</sub>	Parameter
		[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[%]	[-]	[-]	[kN]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	[-]	[-]	
OR	L5/12-2 Ø6	145	300k	48,0	39,9	35,9	1,22	7,24	6/6/6	832	1,269	509	1,64	1,64	432	246	1,23	10	4	6er-Stern - 18er Decke 6 Bleche je Rundschnitt
OC	L5/12-2 Ø6	215	300k	32,9	27,4	23,4	0,82	4,33	6/6/6	1245	0,947	742	1,68	1,52	631	261	1,40	15	9	6er-Stern 6 Bleche je Rundschnitt
OCW	L5/12-2 Ø6	215	300k	42,2	35,1	31,1	0,82	4,33	6/6/6	1190	1,041	816	1,46		694	261	1,25	12	6	
OF	L5/12-2 Ø6	215	300k	53,4	44,4	40,4	1,17	4,88	6/6/6	1443	1,278	1001	1,44		851	261	1,30	14	8	6er-Stern - erhöhte Bew. 6 Bleche je Rundschnitt
PA	L5/12-2 Ø6	215	300k	45,4	37,7	33,7	0,82	4,88	6/6/6	1248	1,069	837	1,49		712	261	1,28	13	7	6er-Stern - 6 Bleche je Rundschnitt, Bügel untere Lage
OP	L5/12-2 Ø6	215	300k	41,2	34,2	30,2	0,82	4,88	8/8/8	1284	1,030	807	1,59	1,62	686	347	1,24	14	6	8er-Stern 8 Bleche je Rundschnitt
OPW	L5/12-2 Ø6	215	300k	41,2	34,2	30,2	0,82	4,88	8/8/8	1324	1,030	807	1,64		686	347	1,28	15	7	
OS	L5/12-2 Ø6	145	300k	48,0	39,9	35,9	1,22	7,24	12/12/12	998	1,269	509	1,96	1,96	432	491	1,08	14	2	6er-Stern doppelt - 18er Decke 12 Bleche je Rundschnitt
OD	L5/12-2 Ø6	215	300k	32,5	27,0	23,0	0,82	4,33	12/12/12	1280	0,942	738	1,73	1,66	627	521	1,11	16	4	6er-Stern doppelt 12 Bleche je Rundschnitt
ODW	L5/12-2 Ø6	215	300k	48,5	40,3	36,3	0,82	4,33	12/12/12	1436	1,096	859	1,67		730	521	1,15	17	5	
OG	L5/12-2 Ø6	215	300k	53,4	44,4	40,4	1,17	4,88	12/12/12	1578	1,278	1001	1,58		851	521	1,15	17	5	6er-Stern doppelt - erhöhte Bew. 12 Bleche je Rundschnitt
PB	L5/12-2 Ø6	215	300k	45,4	37,7	33,7	0,82	4,88	12/12/12	1374	1,069	837	1,64		712	521	1,11	16	4	6er-Stern doppelt - 12 Bleche je Rundschnitt, Bügel untere Lage
PK	L5/12-2 Ø6	145	300k	37,4	31,1	27,1	1,22	7,20	14/14/12	987	1,155	463	2,13	2,13	394	573	1,02	15	1	8er Stern mit 14 Blechen
OT	L5/12-2 Ø6	215	300k	37,8	31,4	27,4	0,82	4,88	16/16/16	1377	0,998	782	1,76	1,80	664	695	1,01	17	1	8er-Stern doppelt 16 Bleche je Rundschnitt
OTW	L5/12-2 Ø6	215	300k	37,8	31,4	27,4	0,82	4,88	16/16/16	1412	0,998	782	1,81		664	695	1,04	18	2	
PD	L5/12-2 Ø6	215	300k	33,8	28,1	24,1	0,82	4,88	16/16/16	1377	0,956	749	1,84		636	695	1,03	18	2	8er-Stern doppelt - 16 Bleche je Rundschnitt, Bügel untere Lage
PG	L5/12-2 Ø6	215	300k	47,4	39,4	35,4	0,82	4,88	16/16/16	1511	1,086	851	1,78		724	695	1,07	19	3	8er-Stern doppelt - 16 Bleche je Rundschnitt, Bügel untere Lage, Mattenbew. unten
OB	L5/12-2 Ø6	205	300k	50,6	42,0	38,0	0,86	4,54	24/24/24	1826	1,145	826	2,21	2,19	702	1033	1,05	27	3	gleichmäßige Verteilung der Bleche 24 Bleche je Rundschnitt
OBW	L5/12-2 Ø6	205	300k	44,2	36,7	32,7	0,86	4,54	24/24/24	1712	1,089	786	2,18		668	1033	1,01	25	1	
OI	L5/12-2 Ø6	205	300k	47,6	39,6	35,6	0,86	4,54	36/36/36	1901	1,120	808	2,35	2,41	687	1550	0,85	29	-7	gleichmäßige Verteilung der Bleche 36 Bleche je Rundschnitt
OA	L5/12-2 Ø6	205	300k	50,4	41,9	37,9	0,86	4,54	36/36/36	2034	1,144	825	2,46		701	1550	0,90	31	-5	
OAW	L5/12-2 Ø6	205	300k	44,2	36,7	32,7	0,86	4,54	36/36/36	1904	1,089	786	2,42		668	1550	0,86	29	-7	
OK	L5/12-2 Ø6	210	300k	49,8	41,4	37,4	0,84	4,43	24/24/24	1845	1,123	844	2,18	2,18	718	1038	1,05	27	3	zwei Bereiche ohne Bleche ca. 25% der Fläche innerhalb u1 auf einem Gurtstreifen 24 Bleche je Rundschnitt
OKW2	L5/12-2 Ø6	215	300k	43,5	36,2	32,2	0,82	4,33	24/24/24	1784	1,054	825	2,16		702	1042	1,02	25	1	
OKW3	L5/12-2 Ø6	215	300k	48,9	40,6	36,6	0,82	4,33	24/24/24	1904	1,099	861	2,21		732	1042	1,07	27	3	
OL	L5/12-2 Ø6	215	300k	49,1	40,8	36,8	0,82	4,33	24/24/24	1884	1,101	863	2,18	2,22	734	1042	1,06	27	3	vier Bereiche ohne Bleche ca. 50% der Fläche innerhalb u1 jeweils zwei auf den Gurtstreifen 24 Bleche je Rundschnitt
OLW	L5/12-2 Ø6	215	300k	48,7	40,5	36,5	0,82	4,33	24/24/24	1937	1,098	861	2,25		732	1042	1,09	28	4	
OM	L5/12-2 Ø6	215	300k	43,5	36,2	32,2	0,82	4,33	24/24/24	1715	1,054	825	2,08	2,13	702	1042	0,98	24	0	vier Bereiche ohne Bleche ca. 60% der Fläche innerhalb u1 zwischen den Gurtstreifen 24 Bleche je Rundschnitt
OMW	L5/12-2 Ø6	215	300k	49,7	41,3	37,3	0,82	4,33	24/24/24	1800	1,106	867	2,08		737	1042	1,01	25	1	
OMW2	L5/12-2 Ø6	215	300k	48,9	40,6	36,6	0,82	4,33	24/24/24	1932	1,099	861	2,24		732	1042	1,09	28	4	
ON	L5/12-2 Ø6	210	300k	55,7	46,3	42,3	0,84	4,43	24/24/24	1733	1,170	880	1,97	2,01	748	1038	0,97	23	-1	vier Bereiche ohne Bleche ca. 75% der Fläche innerhalb u1 Bleche auf Gurtstreifen konzentriert 24 Bleche je Rundschnitt
ONW	L5/12-2 Ø6	215	300k	45,0	37,4	33,4	0,82	4,33	24/24/24	1707	1,066	836	2,04		710	1042	0,97	23	-1	
PH	L5/12-1 Ø8	215	300k	41,9	34,8	30,8	0,82	4,88	8/8/8	1247	1,038	813	1,53	1,53	691	309	1,25	15	7	8er Stern - ein Bügel d <sub>s</sub> = 8mm
OE	L5/12-1 Ø8	205	300k	51,8	43,0	39,0	0,86	4,54	24/24/24	1700	1,155	833	2,04	2,04	708	919	1,04	26	2	gleichmäßige Verteilung der Bleche - ein Bügel d <sub>s</sub> = 8mm
OEW	L5/12-1 Ø8	205	300k	43,7	36,3	32,3	0,86	4,54	24/24/24	1599	1,085	782	2,04		665	919	1,01	25	1	
PI	L5/12-1 Ø8	215	300k	41,9	34,8	30,8	0,82	4,88	28/28/28	1635	1,038	813	2,01	-	691	1081	0,92	25	-3	Maximaltragfähigkeit nicht erreicht Versagen außerhalb Bereich mit Blechen
PJ	L5/12-1 Ø8	215	300k	37,4	31,1	27,1	0,82	4,88	28/28/28	1666	0,995	779	2,14	2,14	662	1081	0,96	26	-2	gleichmäßige Verteilung der Bleche - wie PJ zusätzliche 4. Reihe mit 28 Blechen

λ: Schubschlankheit a/d mit a = Abstand vom Stützenrand zum Belastungsradius

## Versuchskörper PA

$f_{cm,cube}$  : 45,4 [N/mm<sup>2</sup>]

$V_{Test}$  : 1248 [kN]

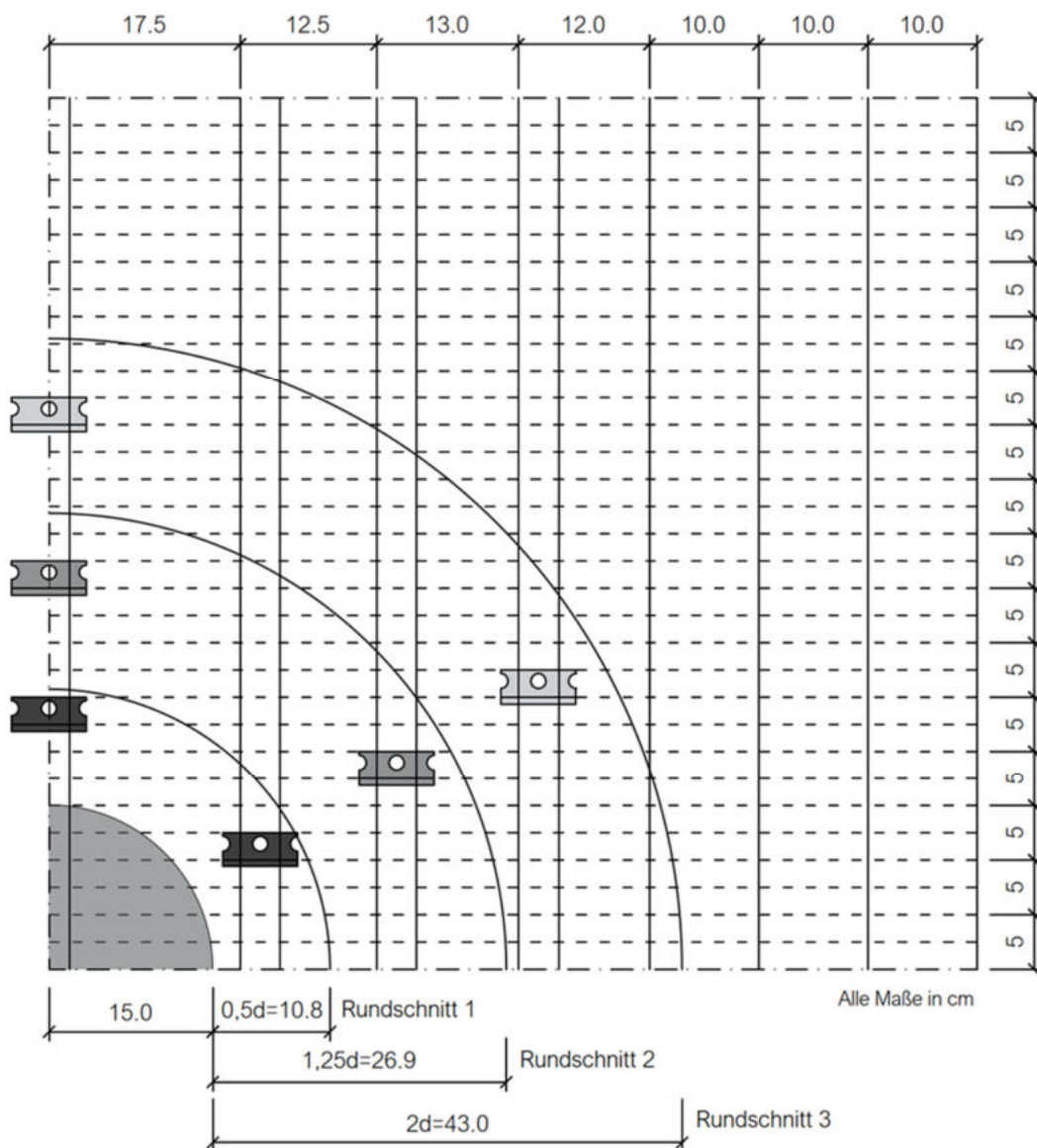
### Anordnung und Abmessung der L-Bleche

18 L-Bleche à 5 mm mit zwei Ø 6 mm Bügel

Mit senkrechter Anordnung der Bügelschenkel zur unteren Lage der oberen Bewehrung.

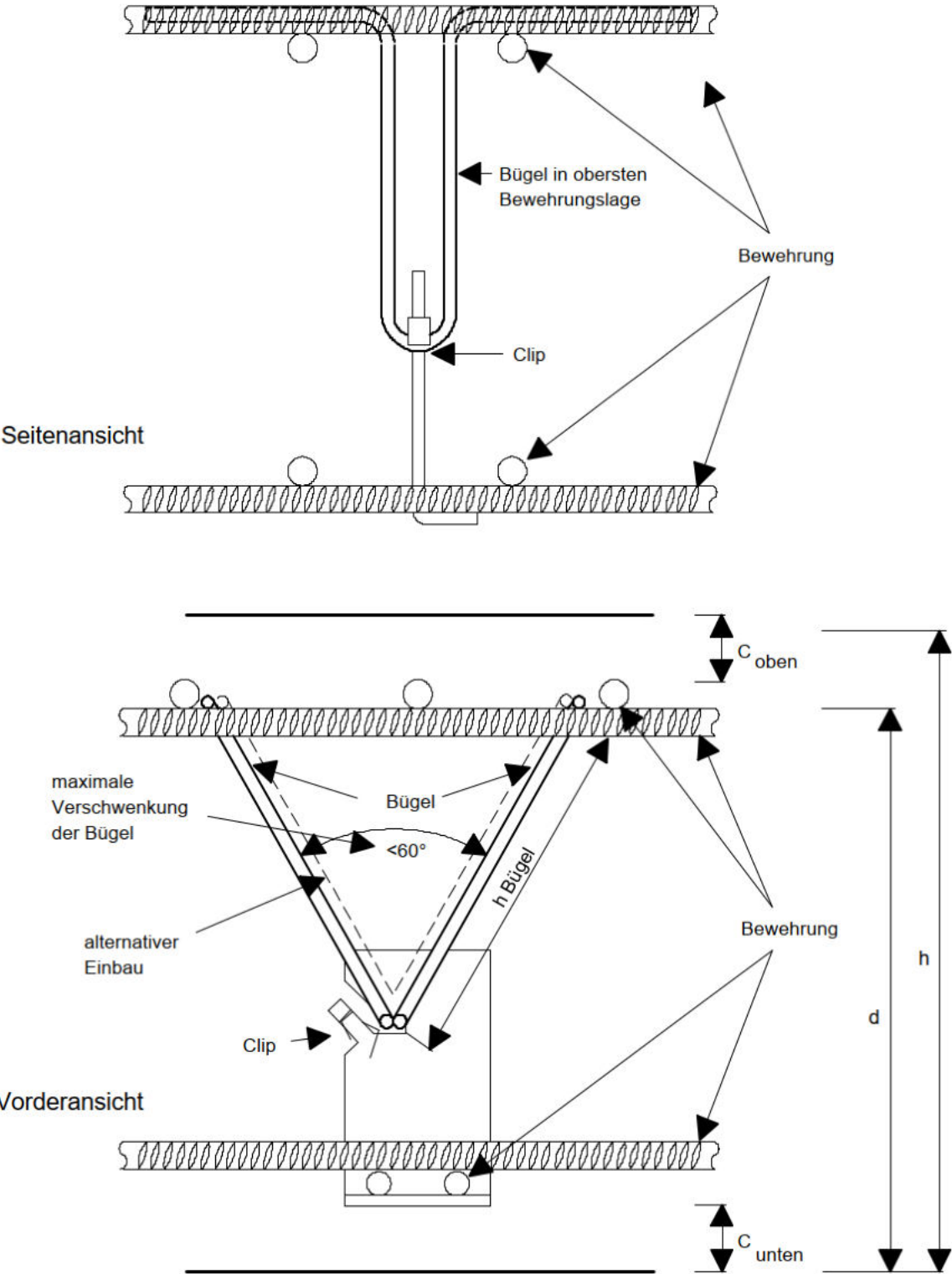
untere Bewehrung kreuzweise Ø 12 mm / 10 cm BST 500

obere Bewehrung kreuzweise Ø 15 mm / 10 cm St 900/1100



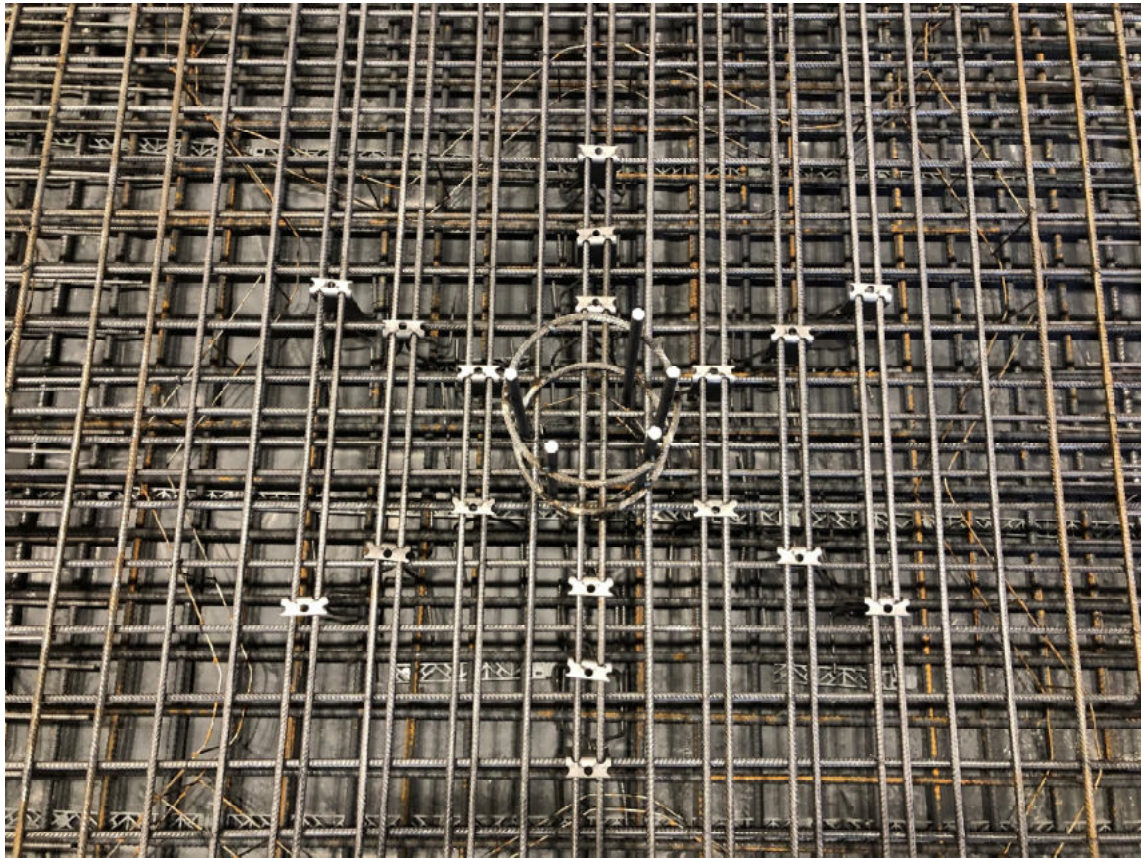
Anordnung der L-Bleche

Die Bügelschenkel werden in Höhe der obersten Bewehrungslage angeordnet.



Einbauprinzip der L-Bleche, mit zwei  $\varnothing 6$  mm Bügel

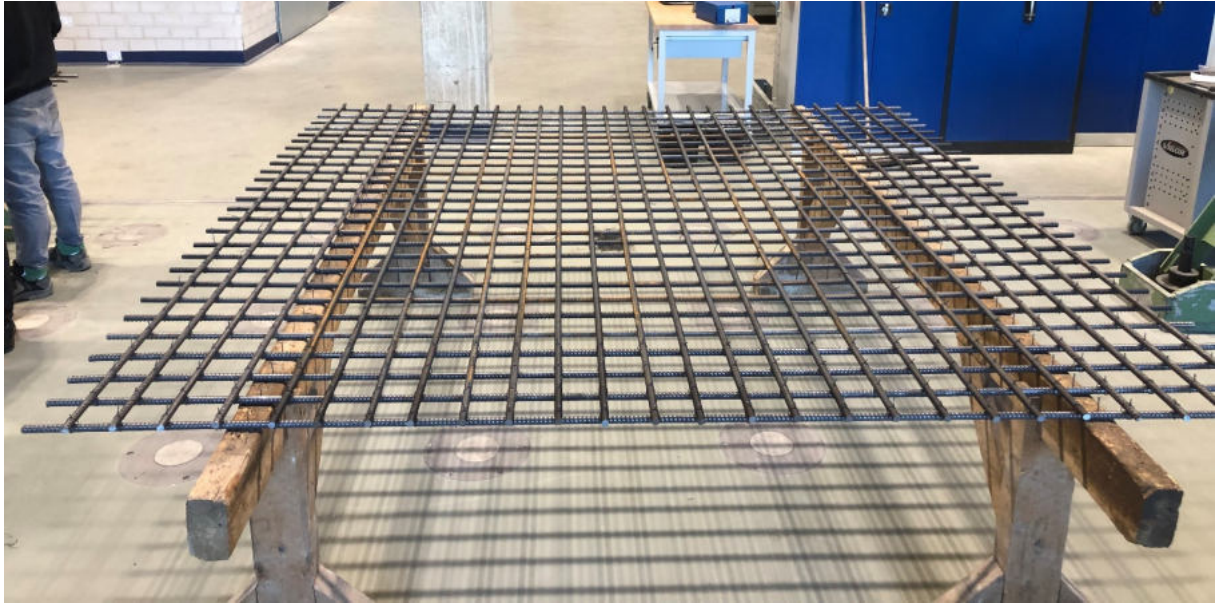
## Dokumentation Fangnetzbewehrung



*Anordnung L-Bleche PA*

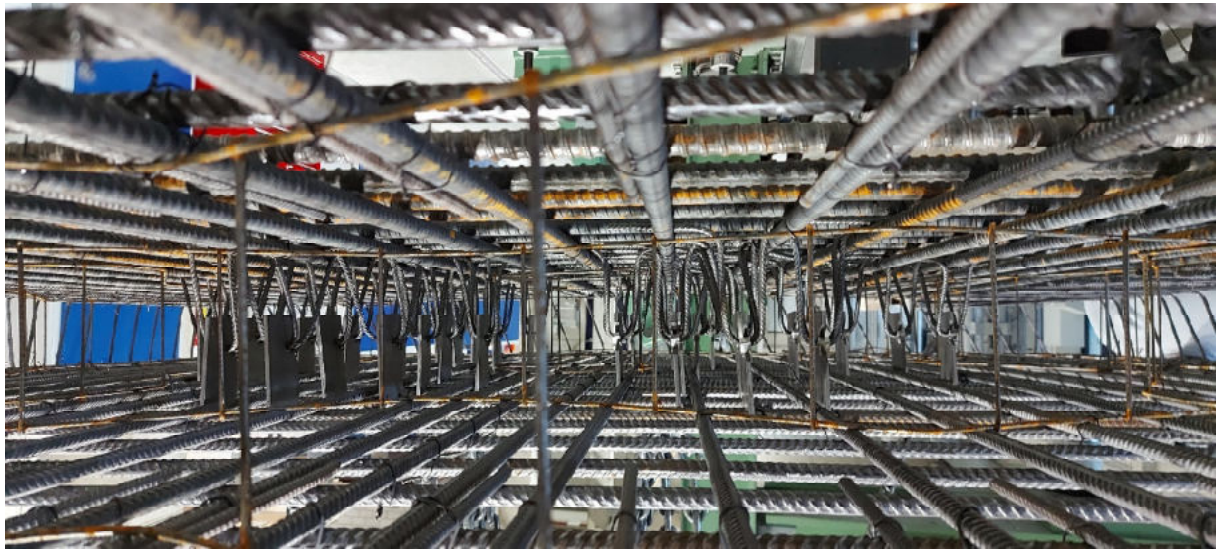
Fangnetzbewehrung 9  $\varnothing$  12 mm / 2 schnittig  $\rightarrow \sum A_s = 20,4\text{cm}^2$

Die statische Nutzhöhe d beträgt 21,5 cm.



*obere Lage: Biege-Bewehrung*

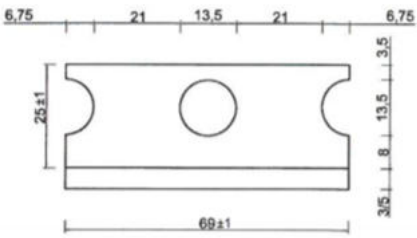
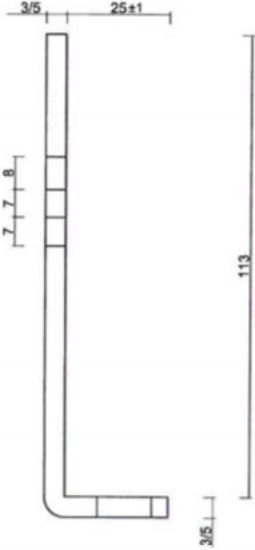
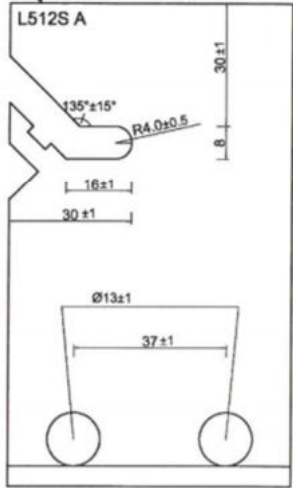
## Lage der Bügel



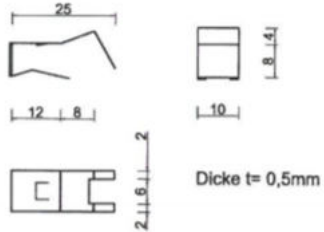
# Dokumentation L-Bleche

Abmessungen, maximale Tragfähigkeit, Clip

Kennzeichnung  
(Blechtyp-Blechedicke-Ø Bewehrung-Lochtyp-Kürzel Herstellerwerk)



Clip aus Stahl gemäß Datenblatt 1)



Abmessung der L-Bleche

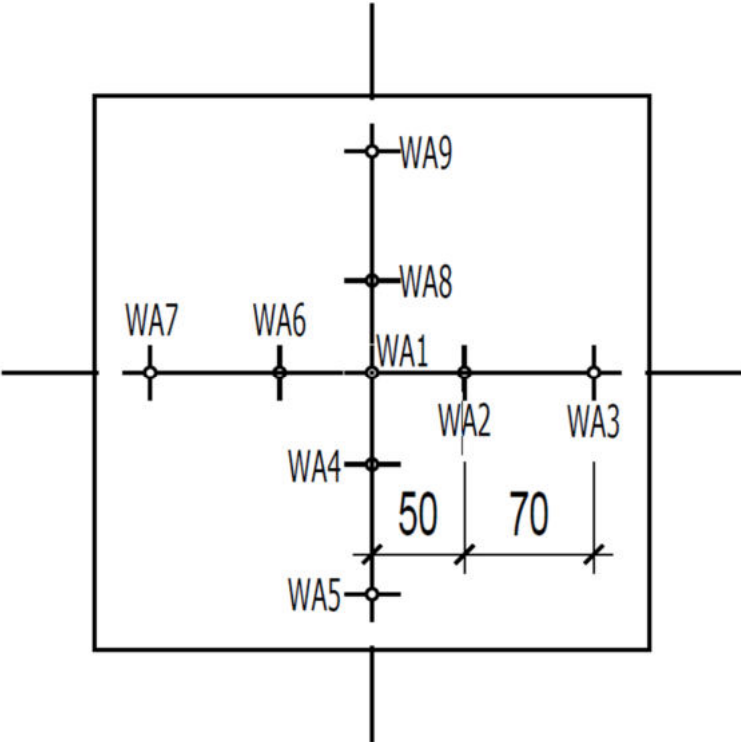


L-Blech





Dokumentation Wegaufnehmer



Lage der Wegaufnehmer

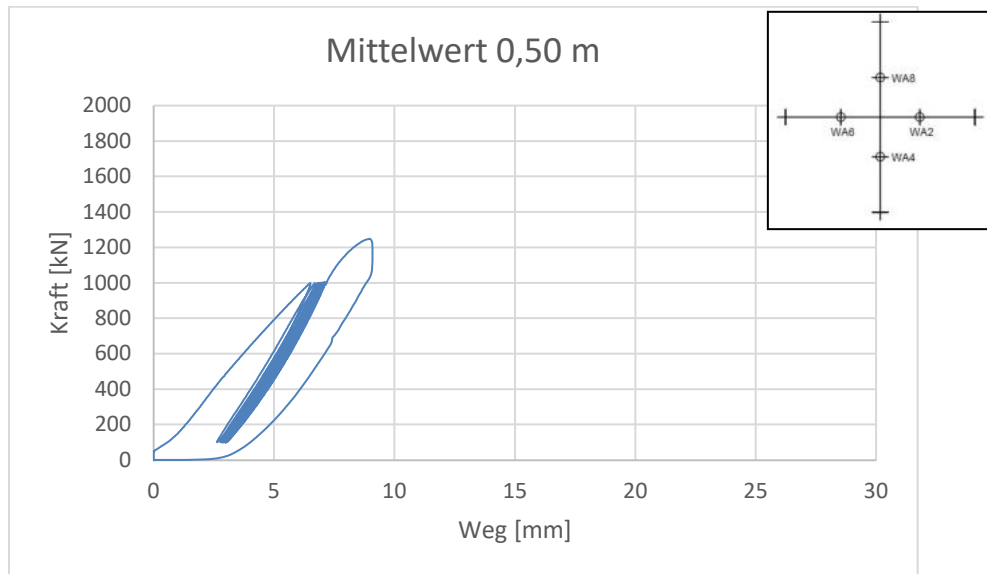


Wegaufnehmer im eingebauten Zustand

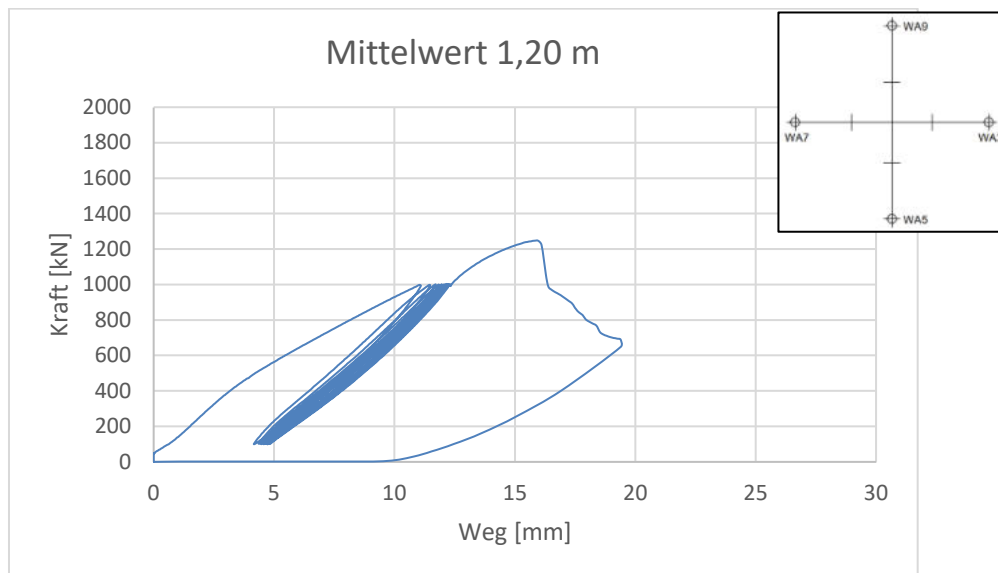
## Last-Verformungsverhalten

Die nachfolgenden Diagramme stellen das Last-Verformungsverhalten graphisch dar.

### Mittelwerte Wegaufnehmer

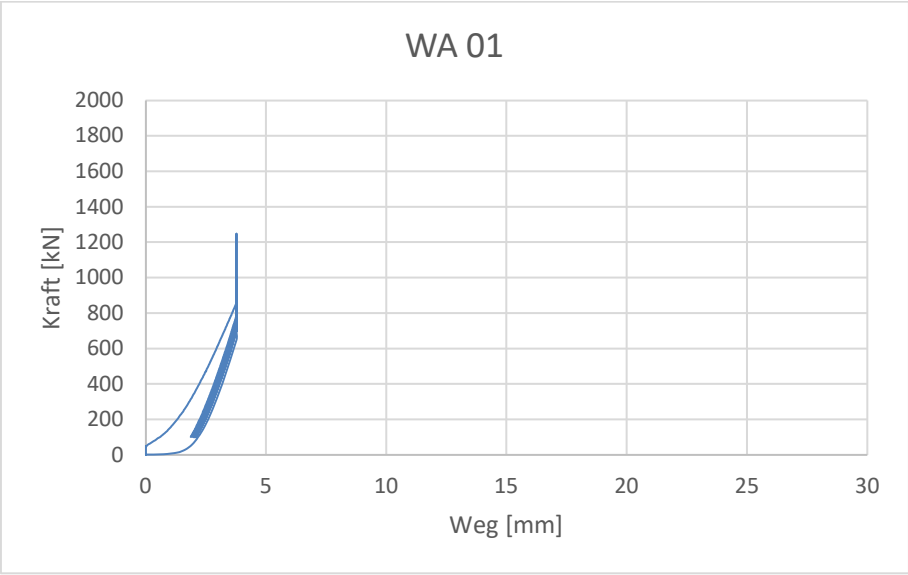


*Mittelwert der Messstellen im Abstand von 0,5 m zur Stützenmitte*

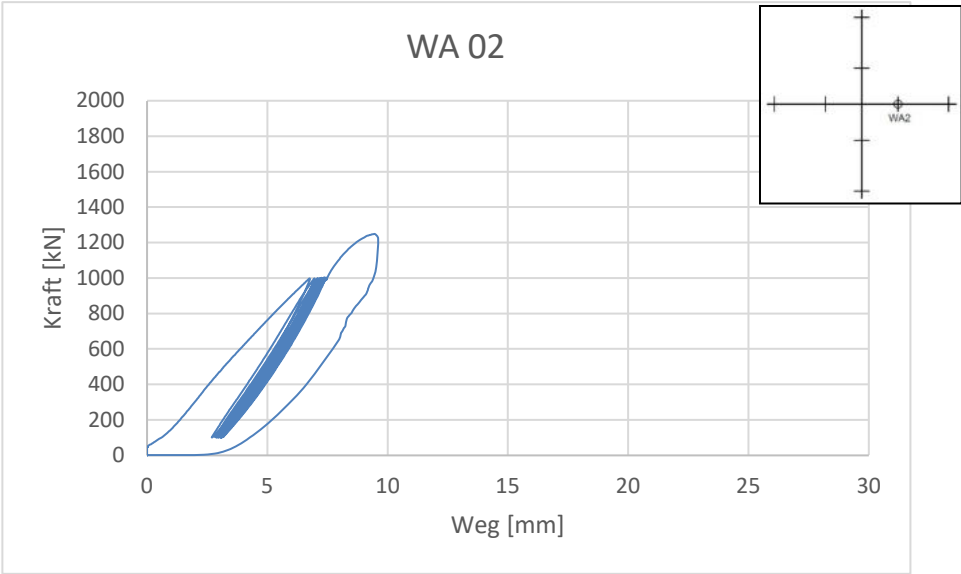


*Mittelwert der Messstellen im Abstand von 1,2 m zur Stützenmitte*

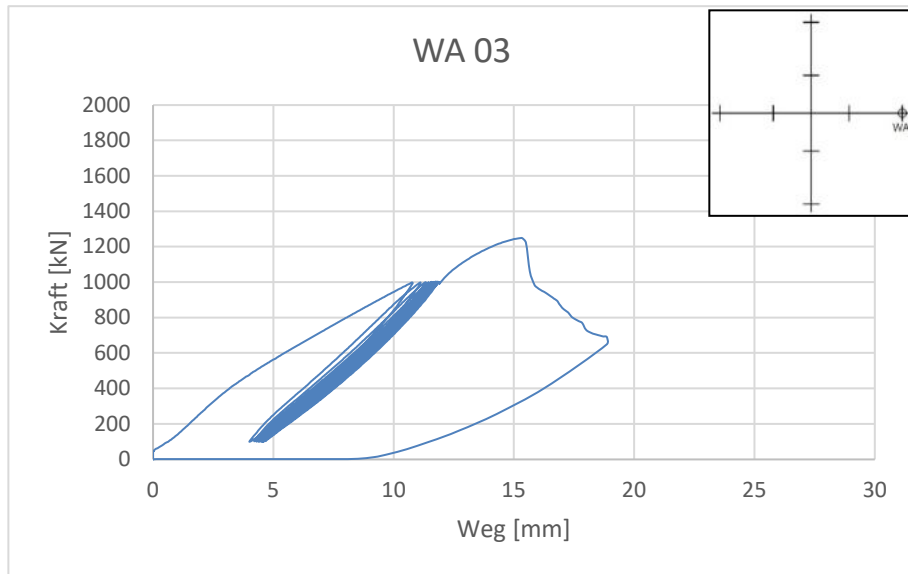
# Einzelwerte Wegaufnehmer



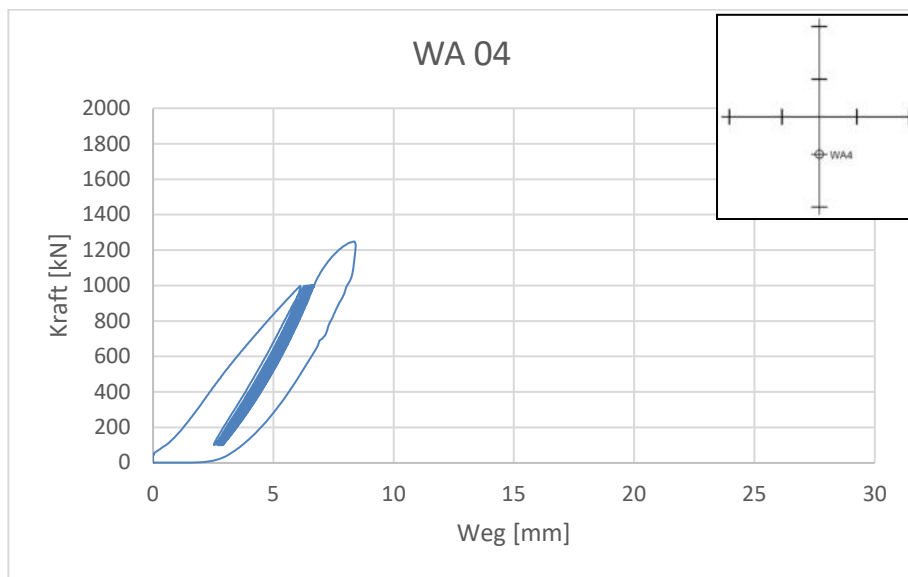
Wegaufnehmer 01



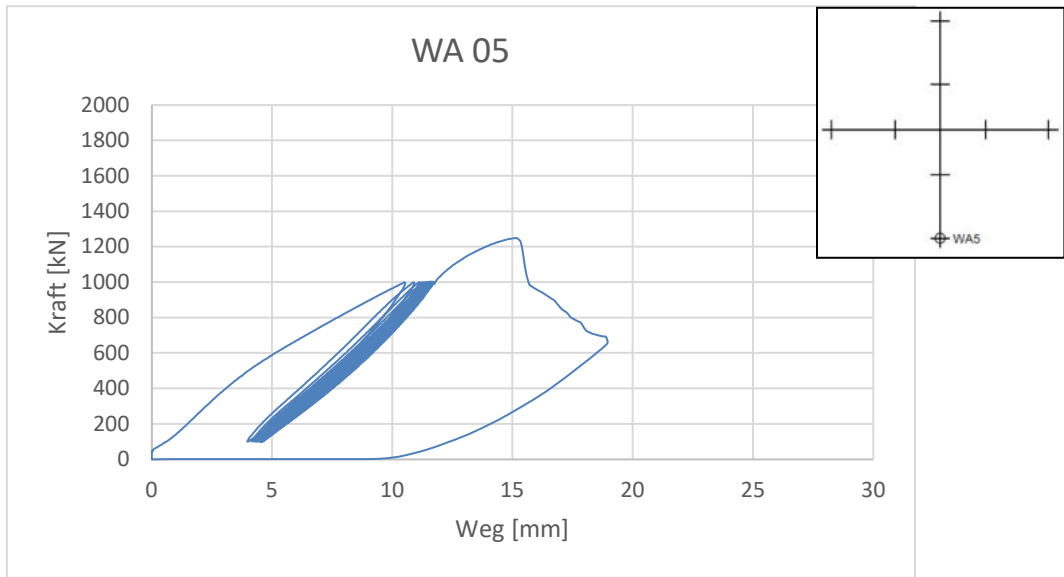
Wegaufnehmer 02



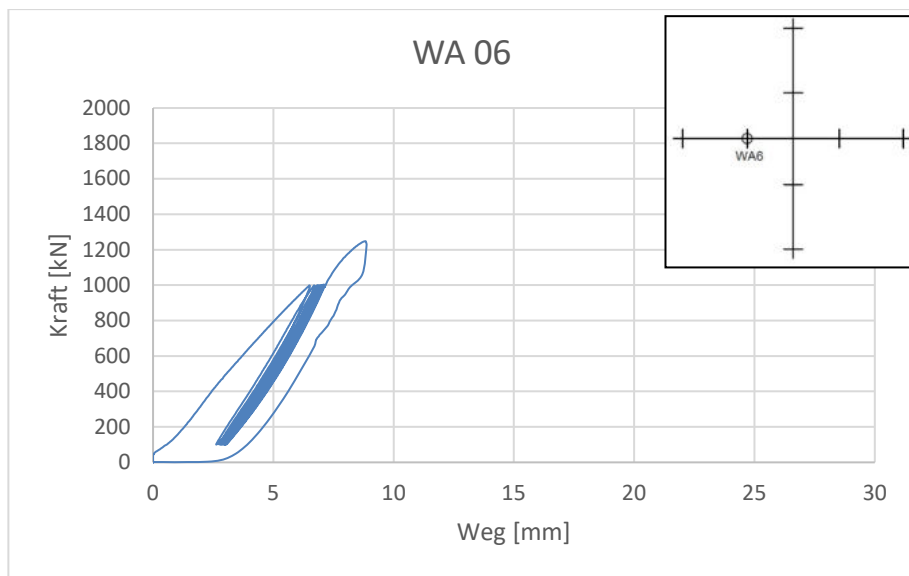
*Wegaufnehmer 03*



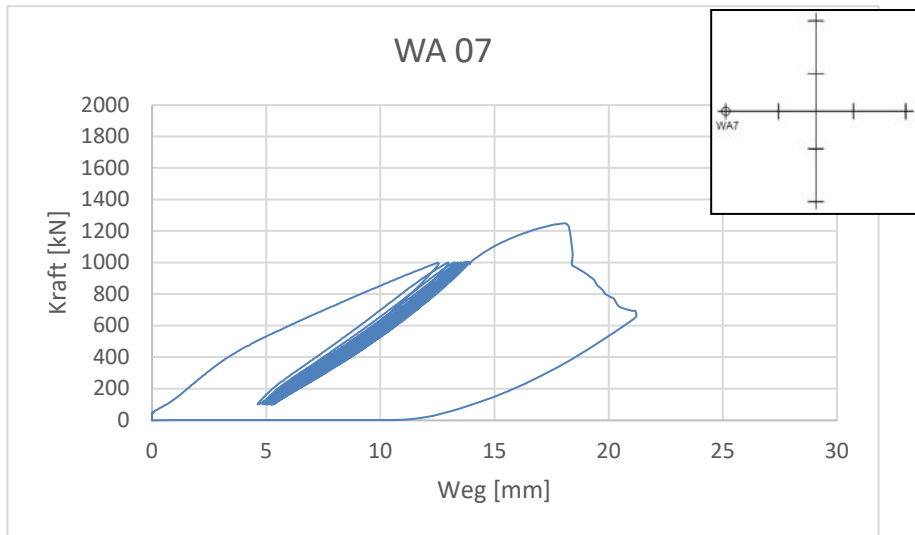
*Wegaufnehmer 04*



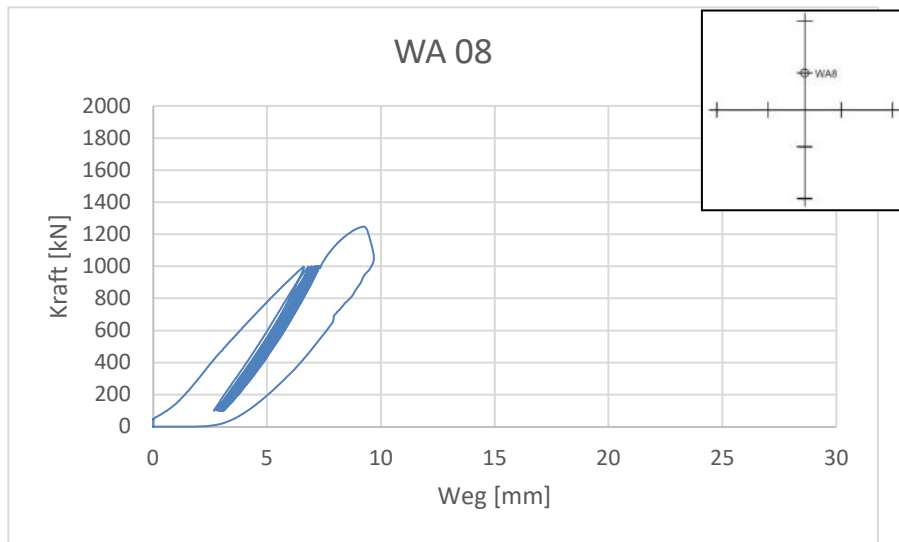
*Wegaufnehmer 05*



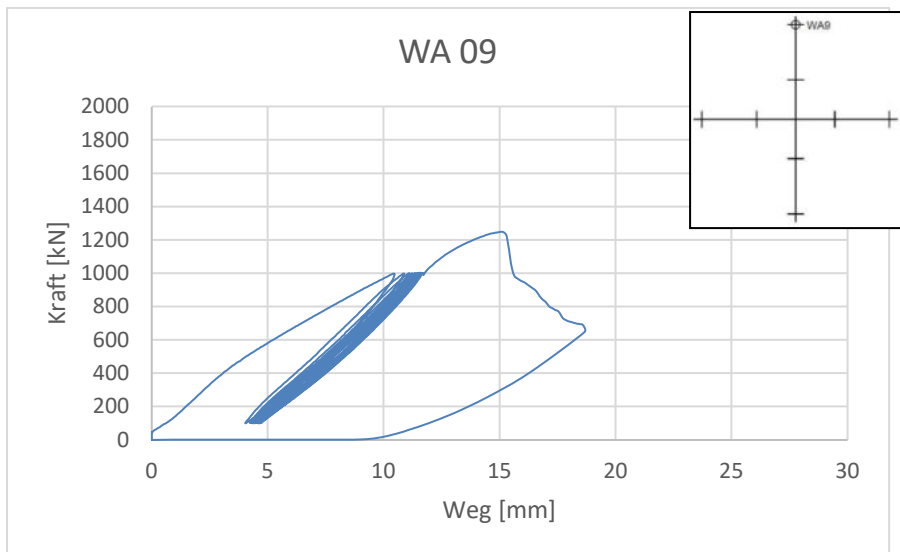
*Wegaufnehmer 06*



*Wegaufnehmer 07*

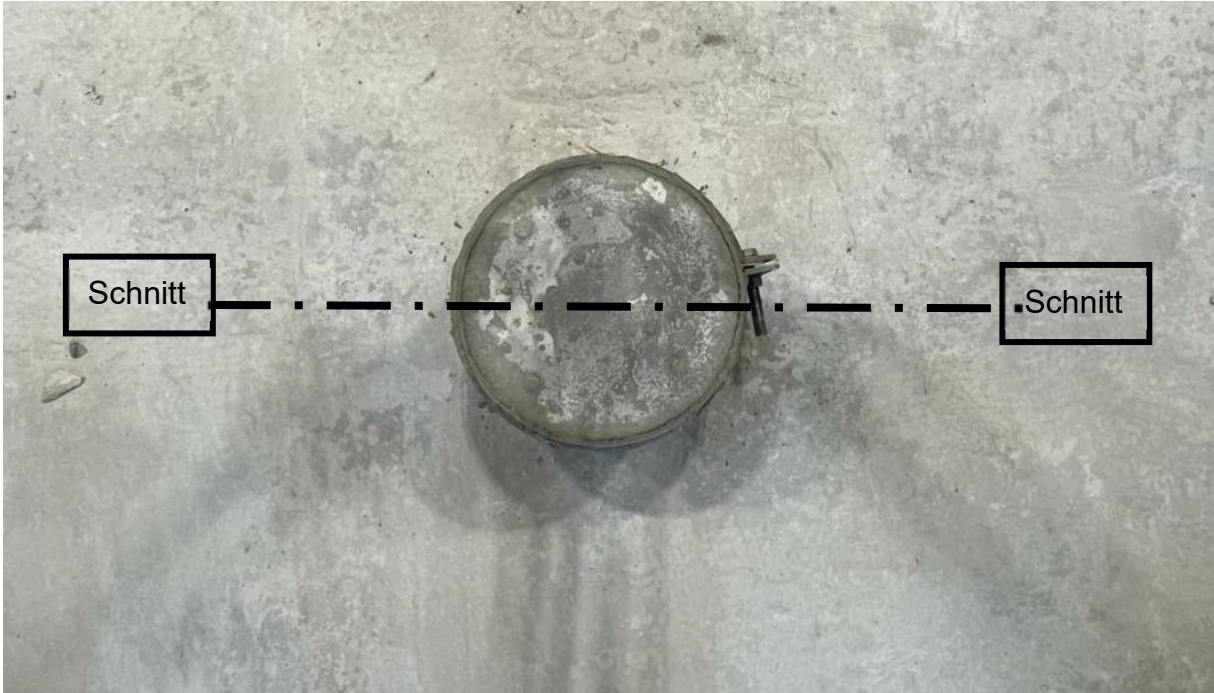


*Wegaufnehmer 08*

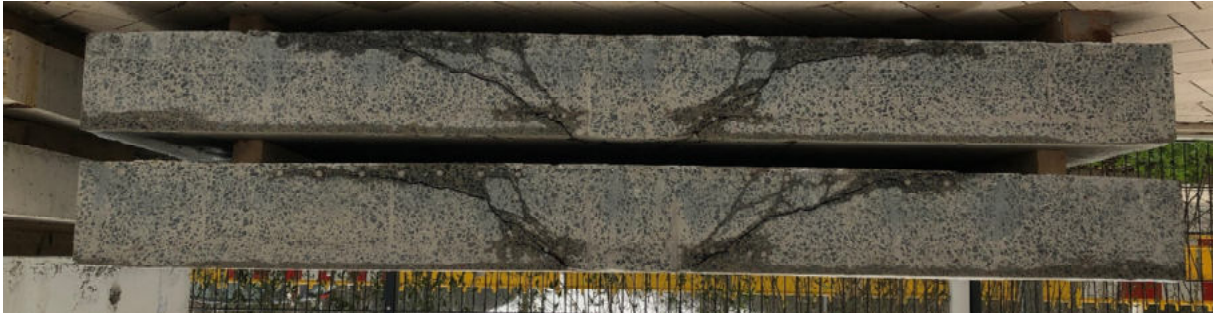


*Wegaufnehmer 09*

**Rissbild**



*Rissverlauf um Stütze*



*Rissverlauf im Schnitt*

## Versuchskörper PB

$f_{cm,cube}$  : 45,4 [N/mm<sup>2</sup>]

$V_{Test}$  : 1374 [kN]

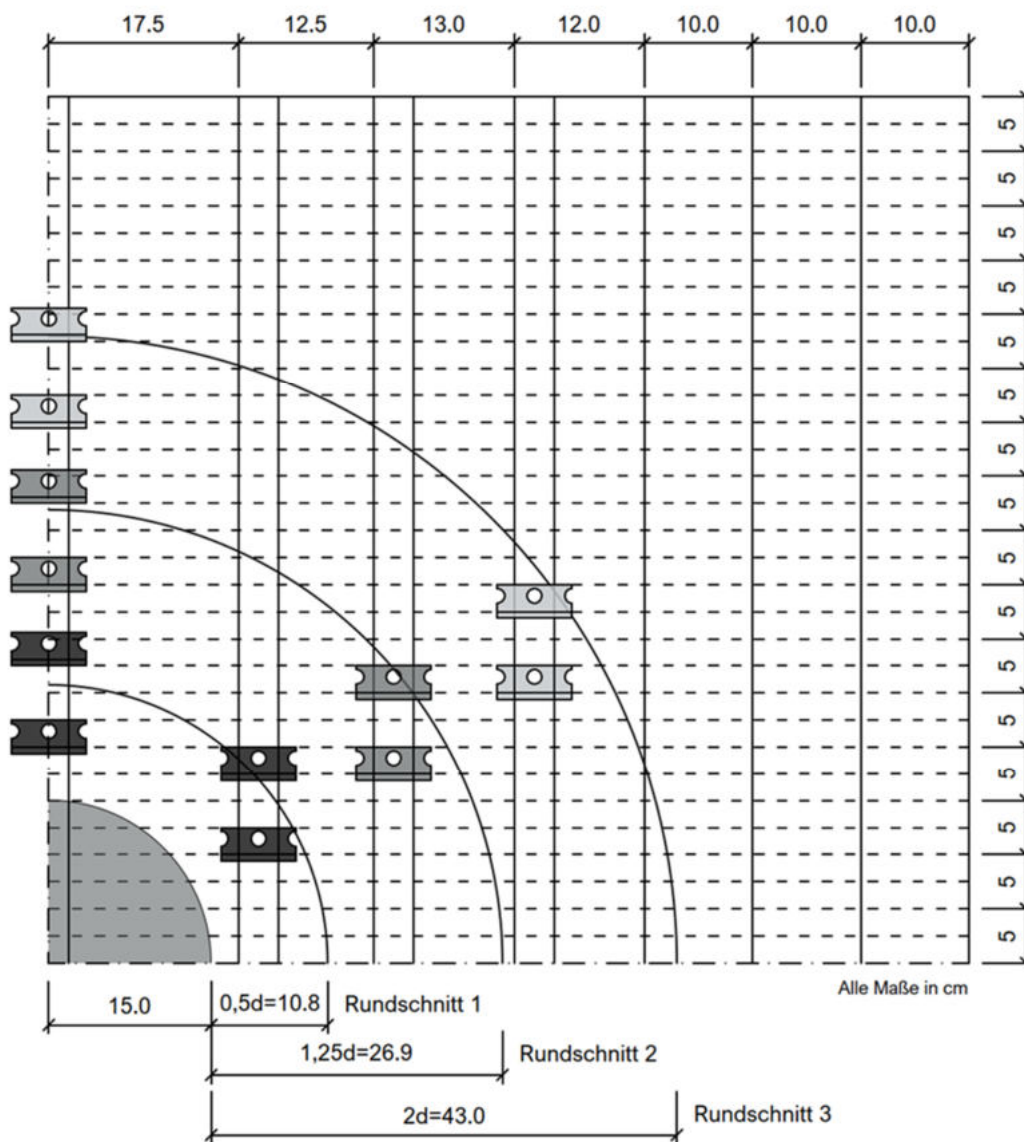
### Anordnung und Abmessung der L-Bleche

36 L-Bleche à 5 mm mit zwei Ø 6 mm Bügel

Mit senkrechter Anordnung der Bügelschenkel zur unteren Lage der oberen Bewehrung.

untere Bewehrung kreuzweise Ø 12 mm / 10 cm BST 500

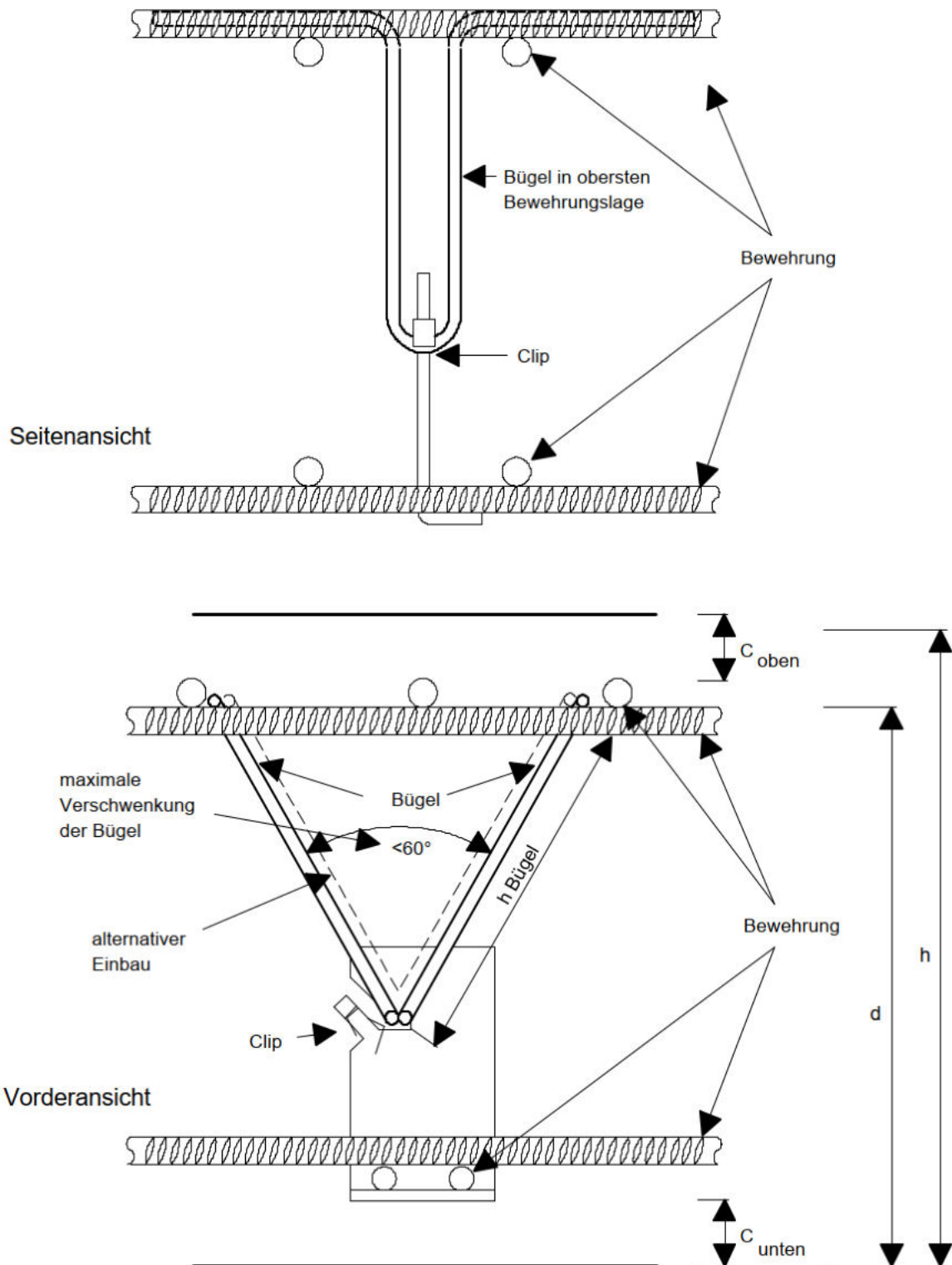
obere Bewehrung kreuzweise Ø 15 mm / 10 cm St 900/1100



Anordnung der L-Bleche

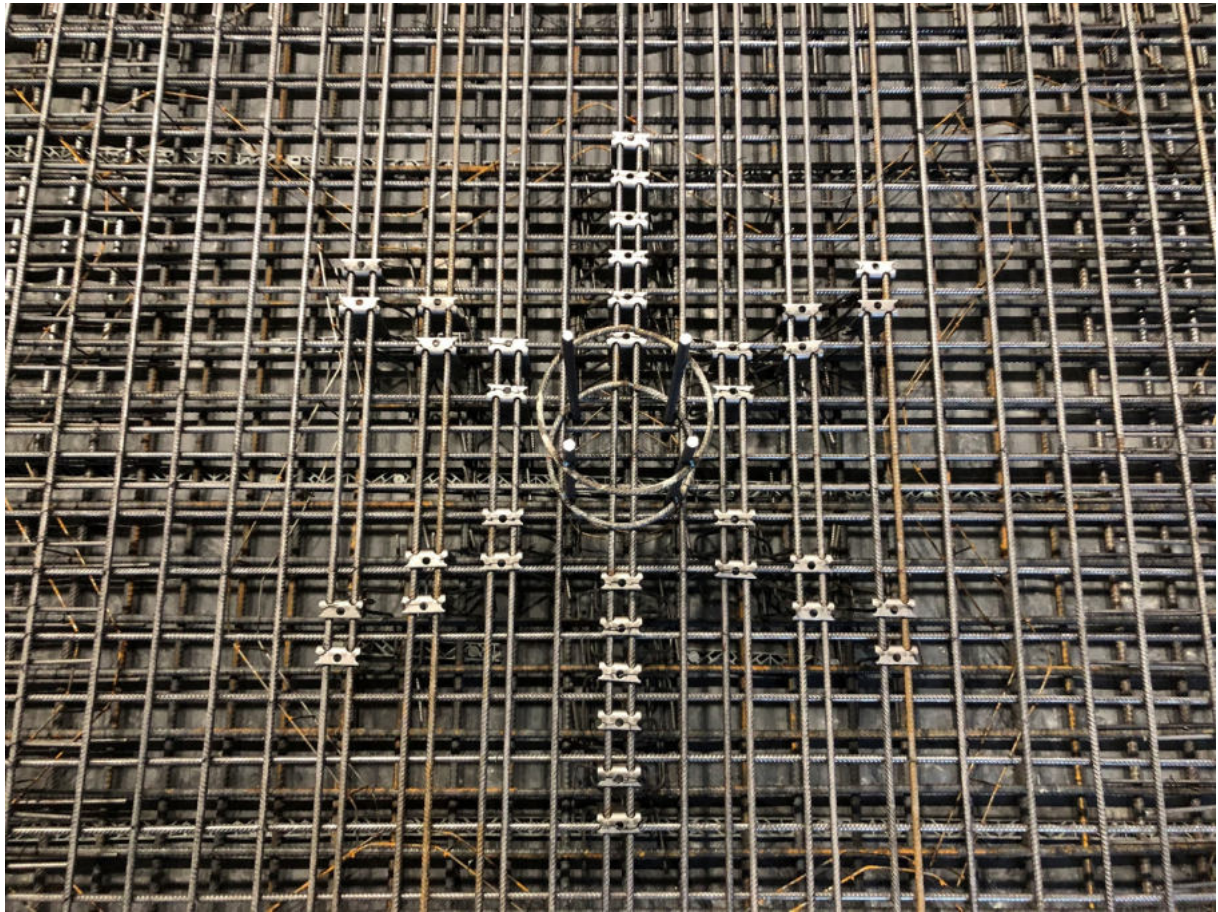


Die Bügelschenkel werden in Höhe der obersten Bewehrungslage angeordnet.



Einbauprinzip der L-Bleche, mit zwei  $\varnothing 6$  mm Bügel

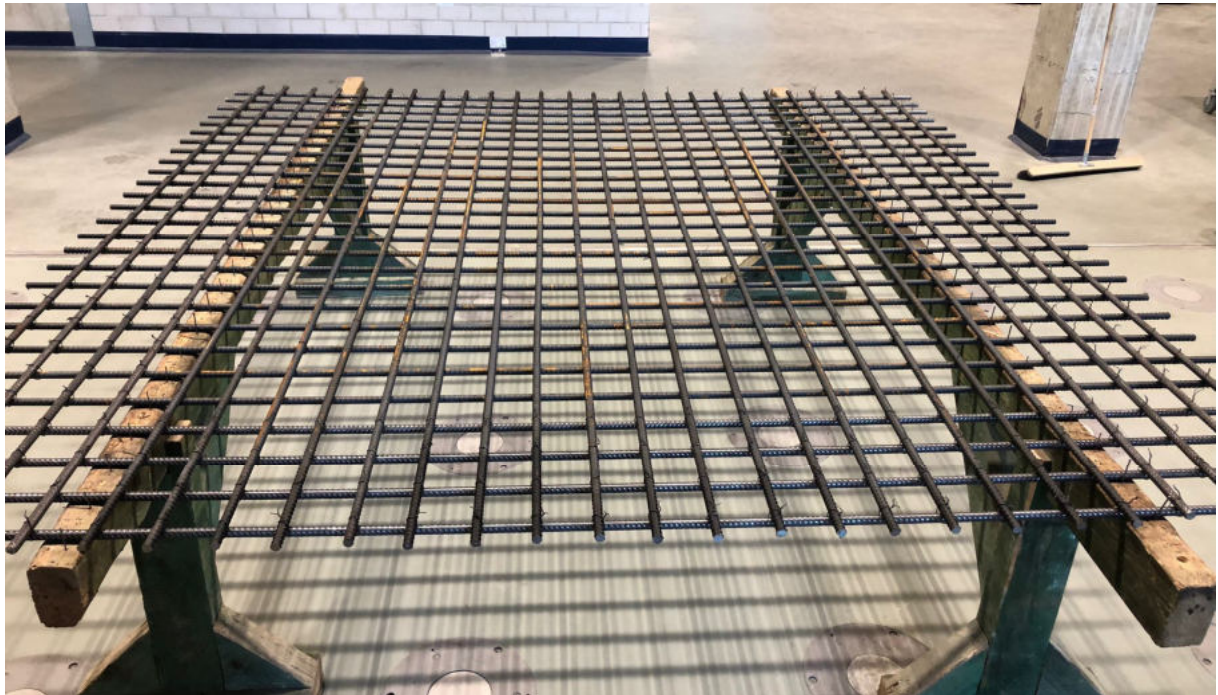
## Dokumentation Fangnetzbewehrung



*Anordnung L-Bleche PA*

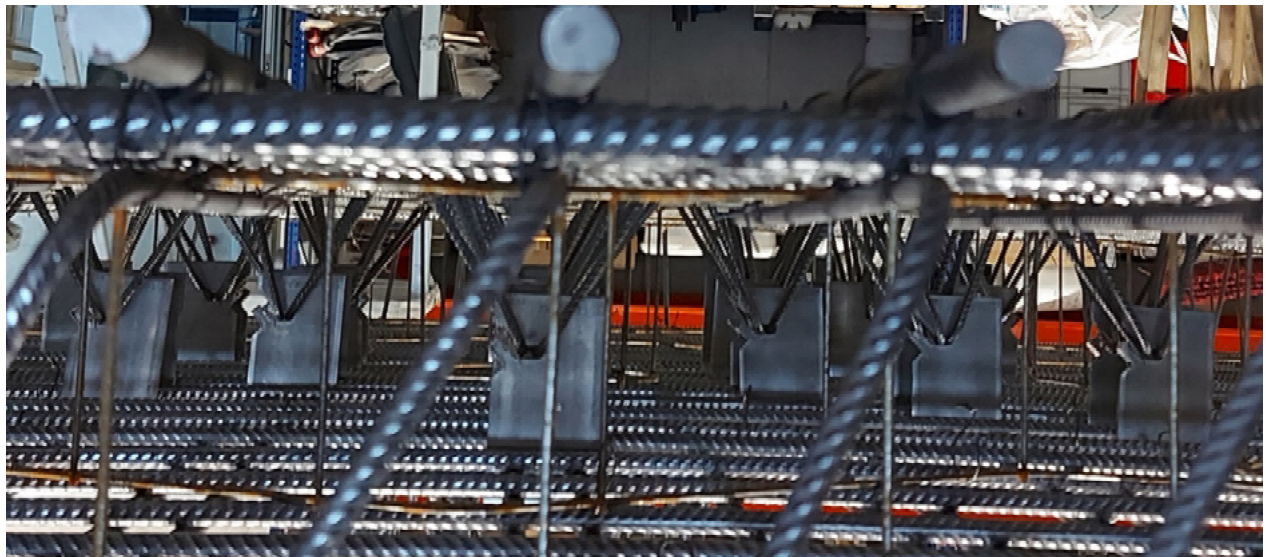
Fangnetzbewehrung 9  $\varnothing$  12 mm / 2 schnittig  $\rightarrow \sum A_s = 20,3 \text{ cm}^2$

Die statische Nutzhöhe d beträgt 21,5 cm.



*obere Lage: Biege-Bewehrung*

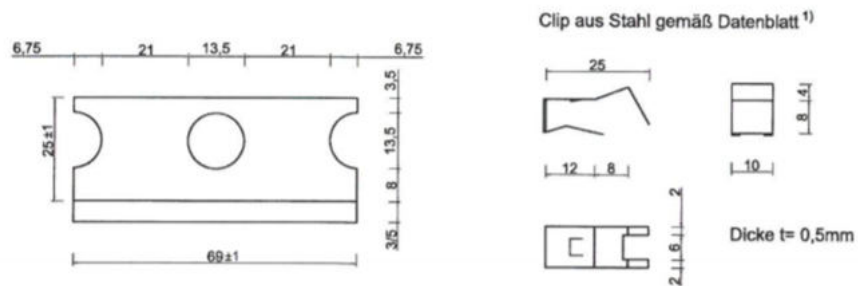
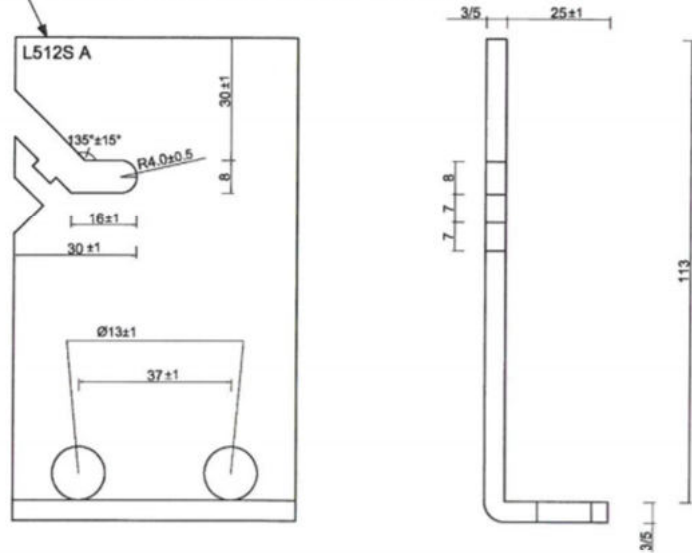
### Lage der Bügel



## Dokumentation L-Bleche

Abmessungen, maximale Tragfähigkeit, Clip

Kennzeichnung  
(Blechtyp-Blechedicke-Ø Bewehrung-Lochtyp-Kürzel Herstellerwerk)

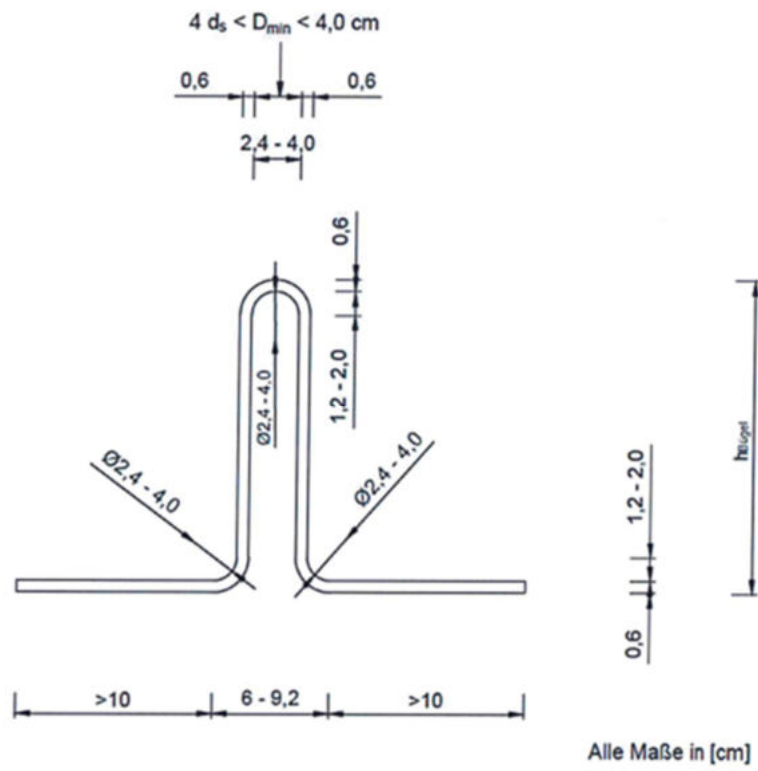


Abmessung der L-Bleche



L-Blech

## Dokumentation Bügel

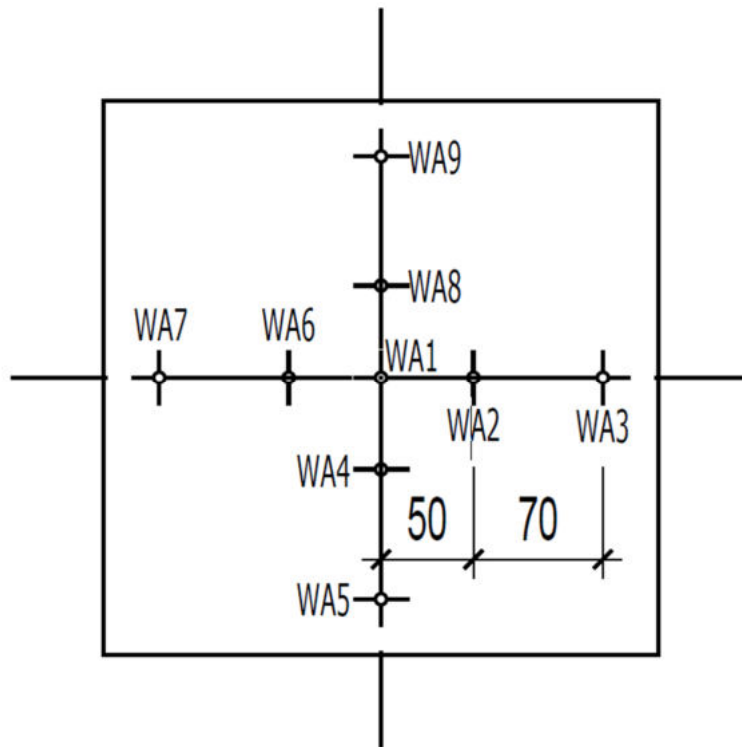


Abmessung der Bügel

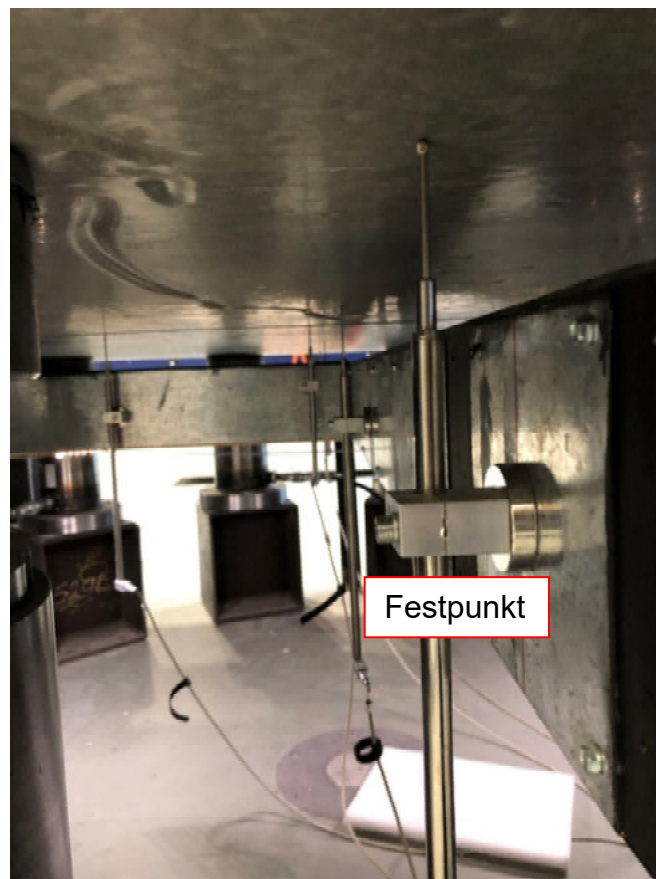


Bügel

## Dokumentation Wegaufnehmer



*Lage der Wegaufnehmer*

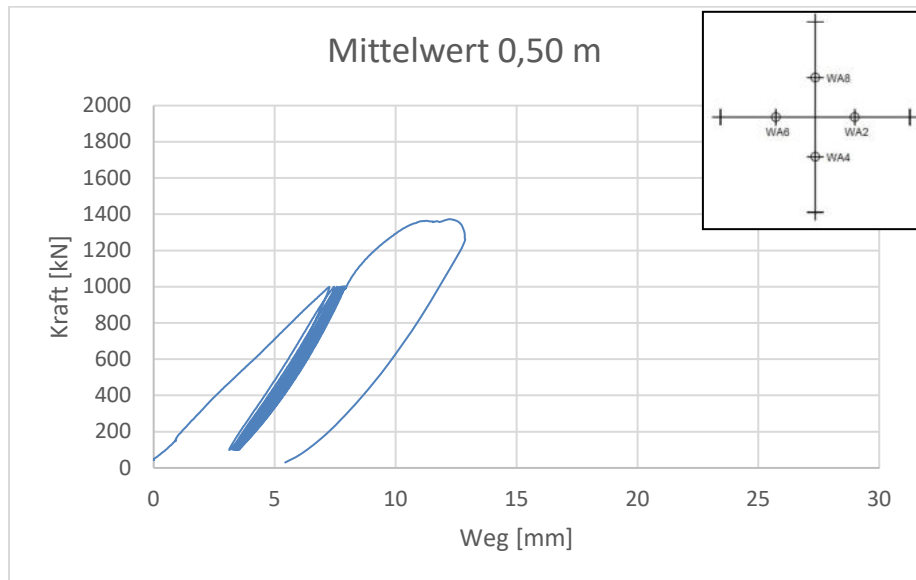


*Wegaufnehmer im eingebauten Zustand*

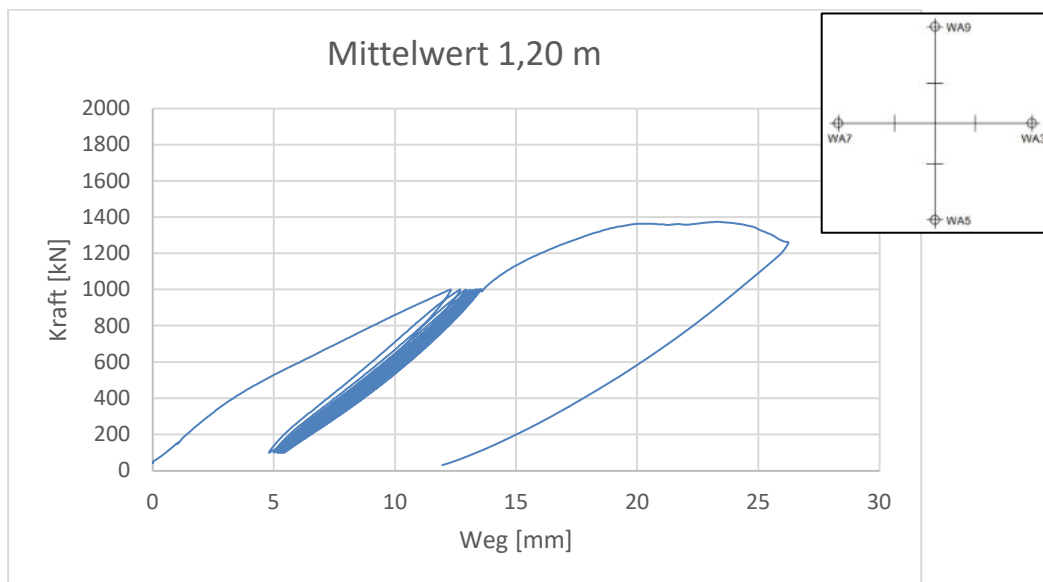
## Last-Verformungsverhalten

Die nachfolgenden Diagramme stellen das Last-Verformungsverhalten graphisch dar.

### Mittelwerte Wegaufnehmer

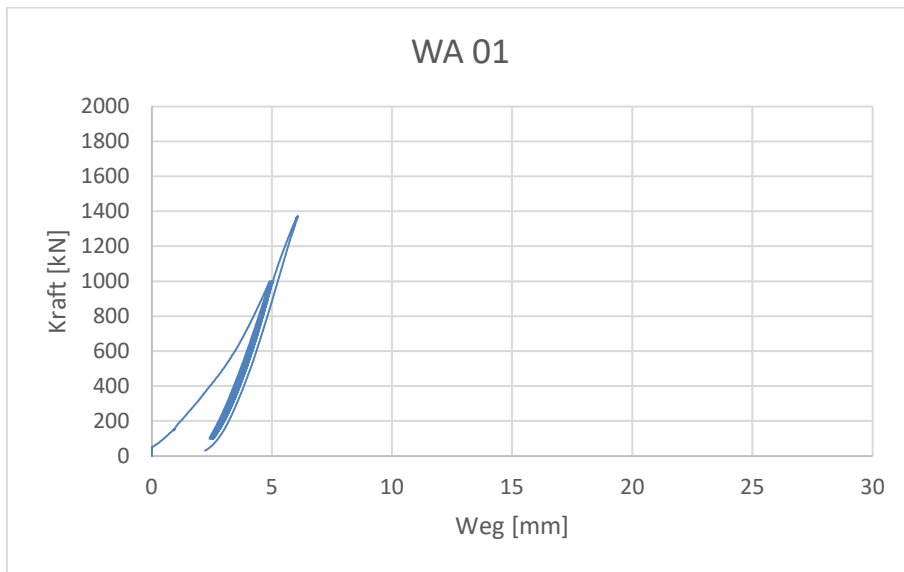


*Mittelwert der Messstellen im Abstand von 0,5 m zur Stützenmitte*



*Mittelwert der Messstellen im Abstand von 1,2 m zur Stützenmitte*

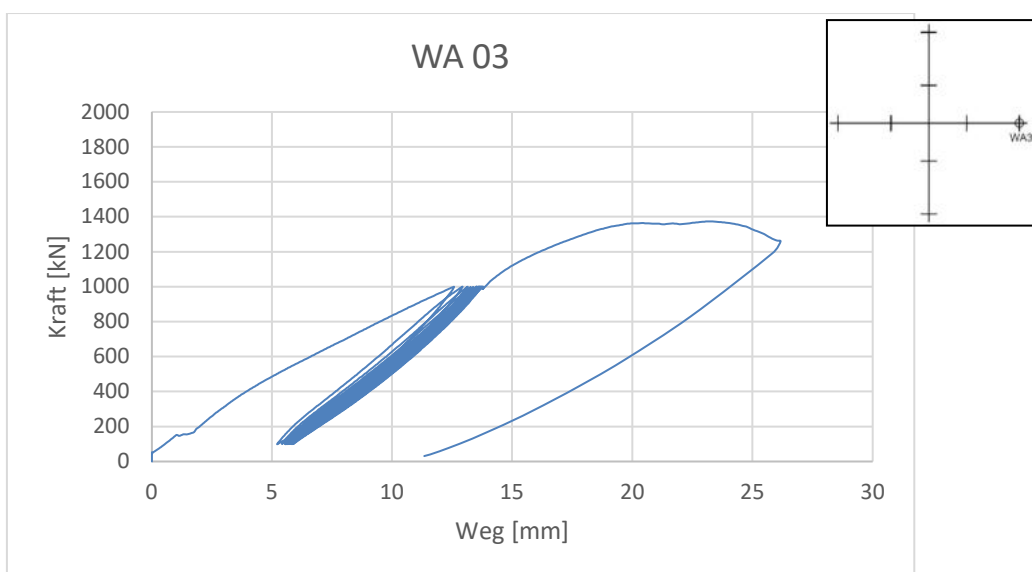
## Einzelwerte Wegaufnehmer



Wegaufnehmer 01

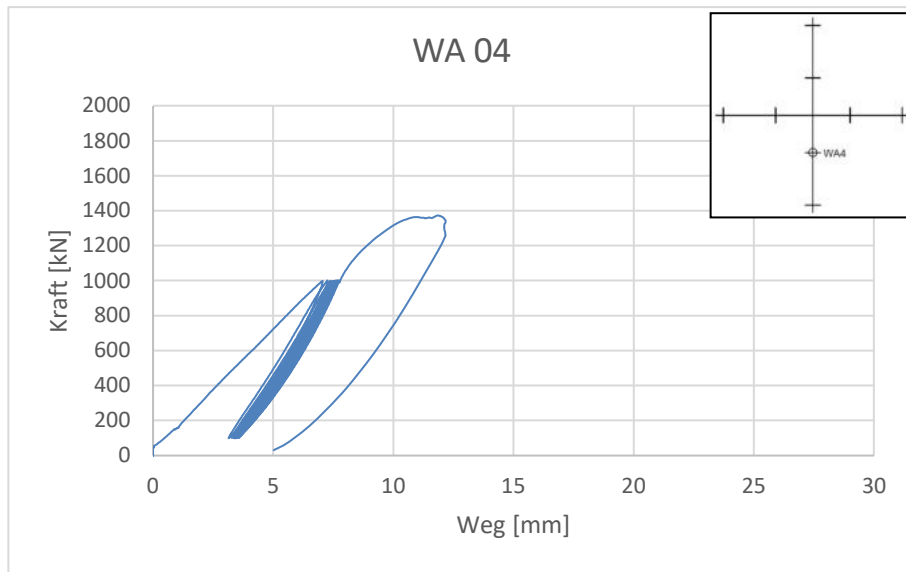
## Wegaufnehmer 02 fehlerhaft

Wegaufnehmer 02

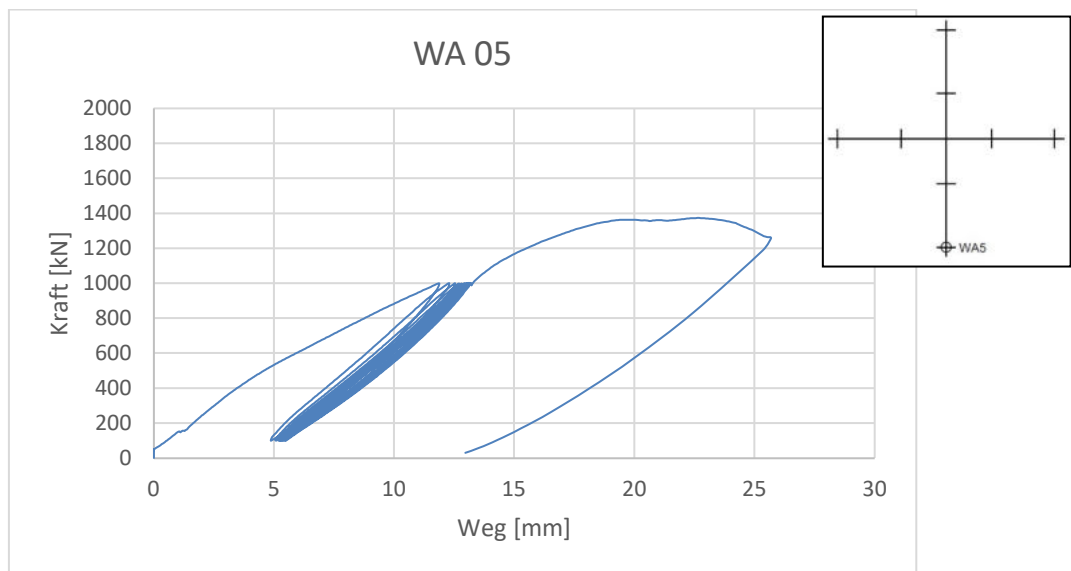


Wegaufnehmer 03

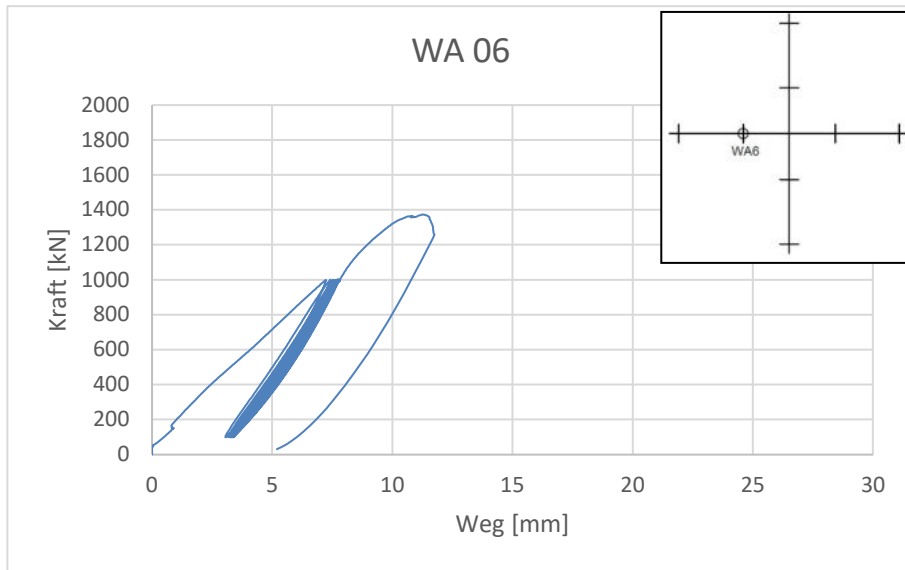




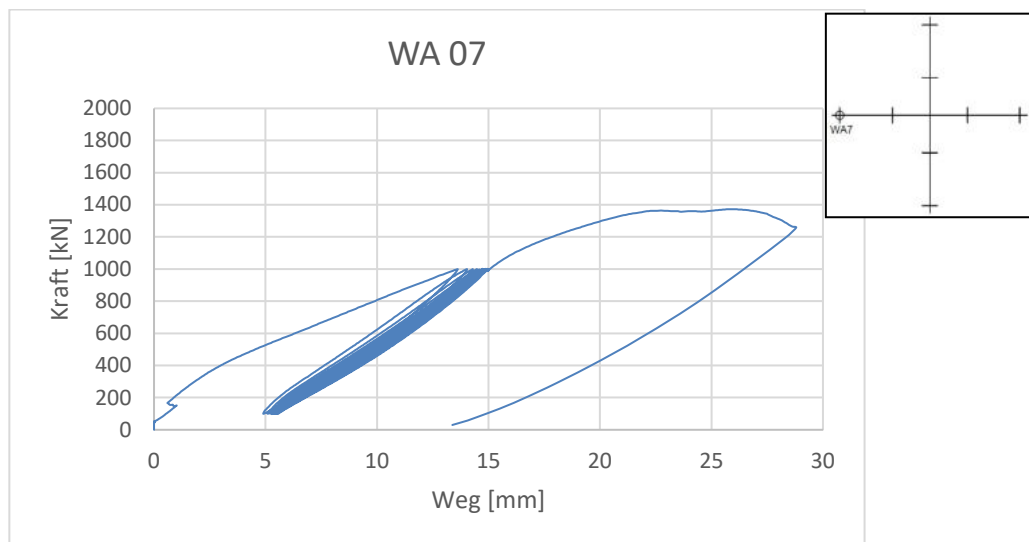
*Wegaufnehmer 04*



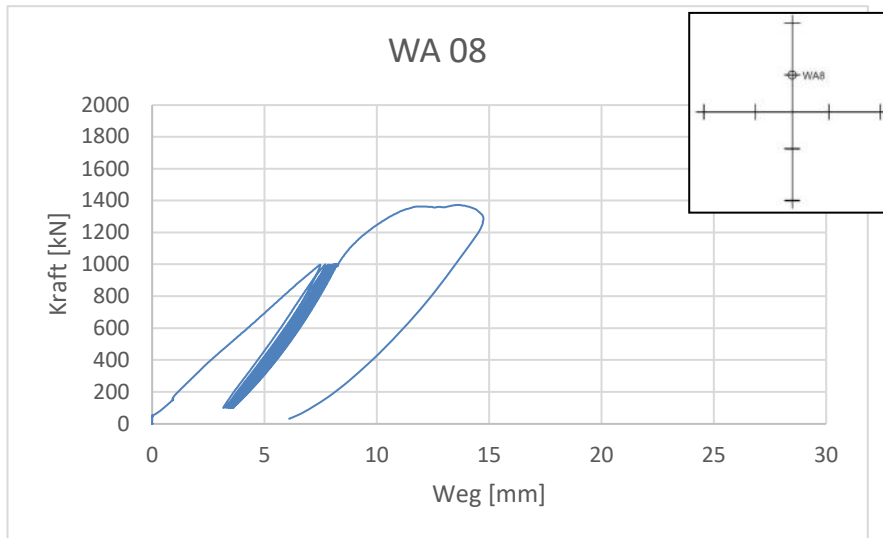
*Wegaufnehmer 05*



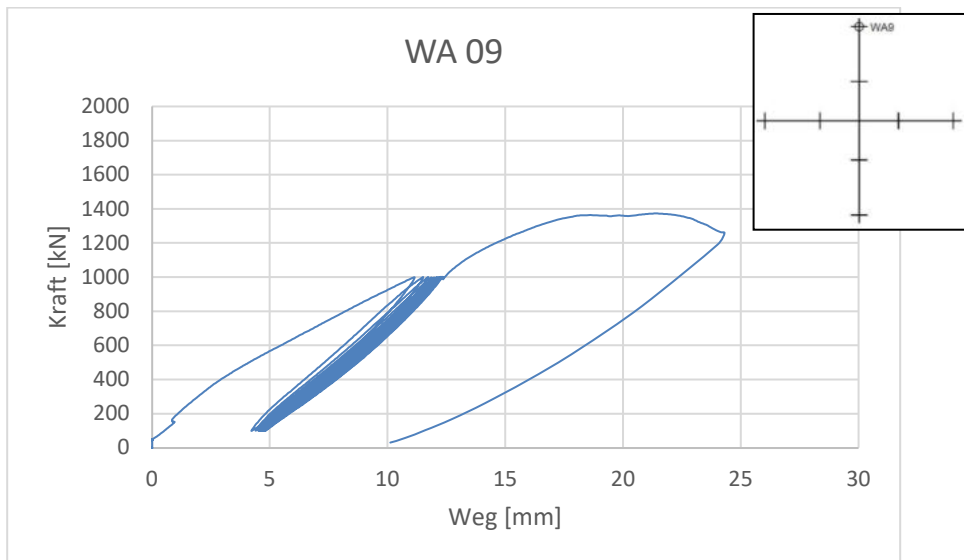
*Wegaufnehmer 06*



*Wegaufnehmer 07*

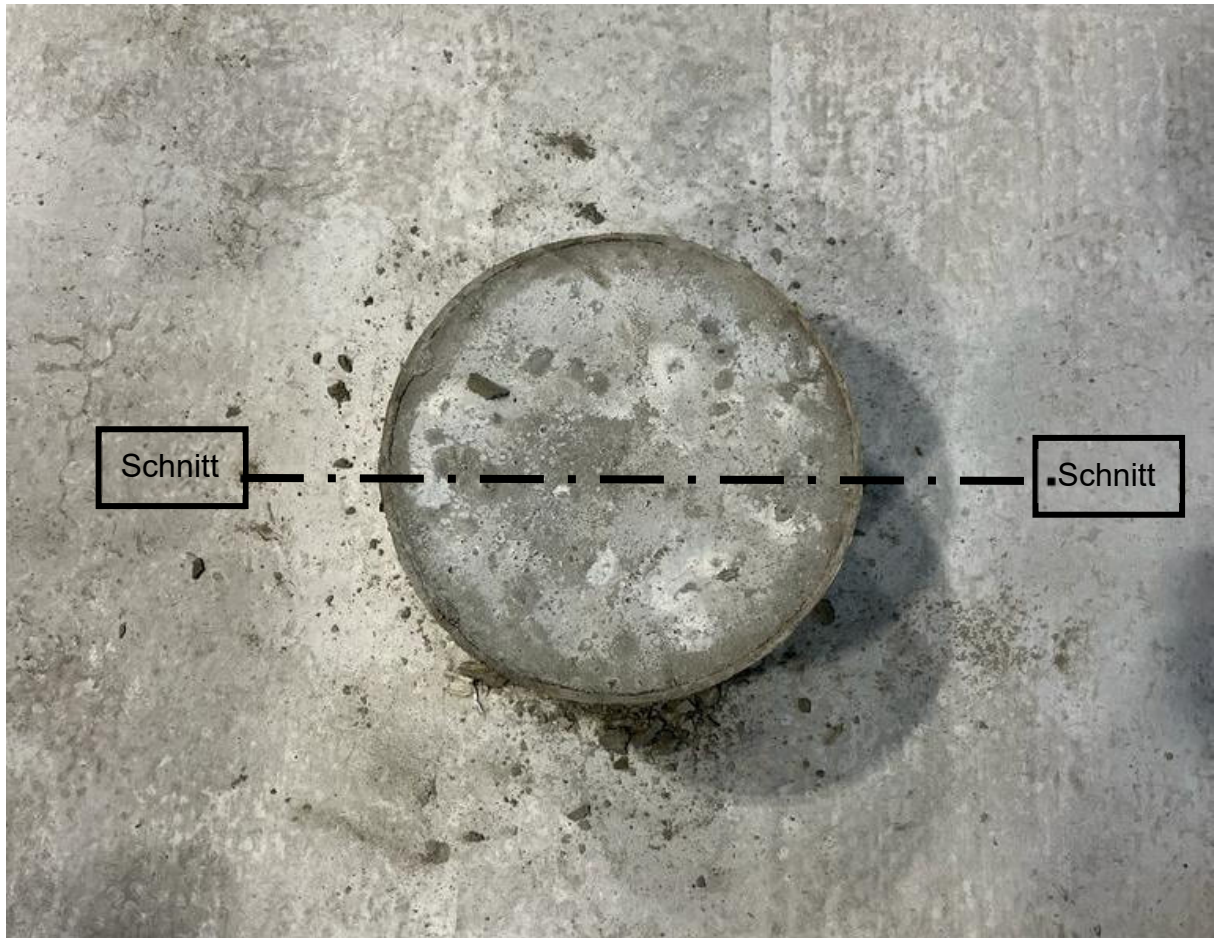


*Wegaufnehmer 08*



*Wegaufnehmer 09*

## Rissbild



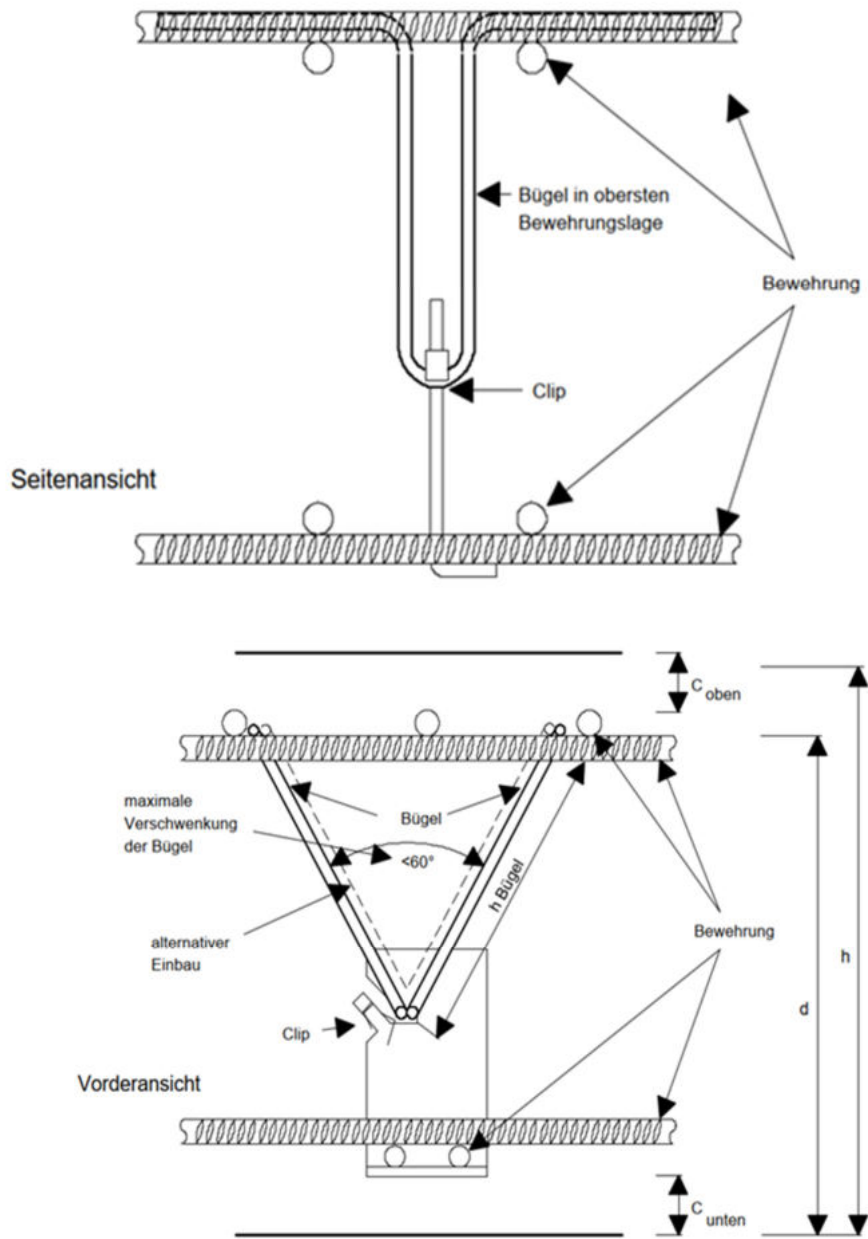
*Rissverlauf um Stütze*



*Rissverlauf im Schnitt*



Die Bügelschenkel werden in Höhe der obersten Bewehrungslage angeordnet.



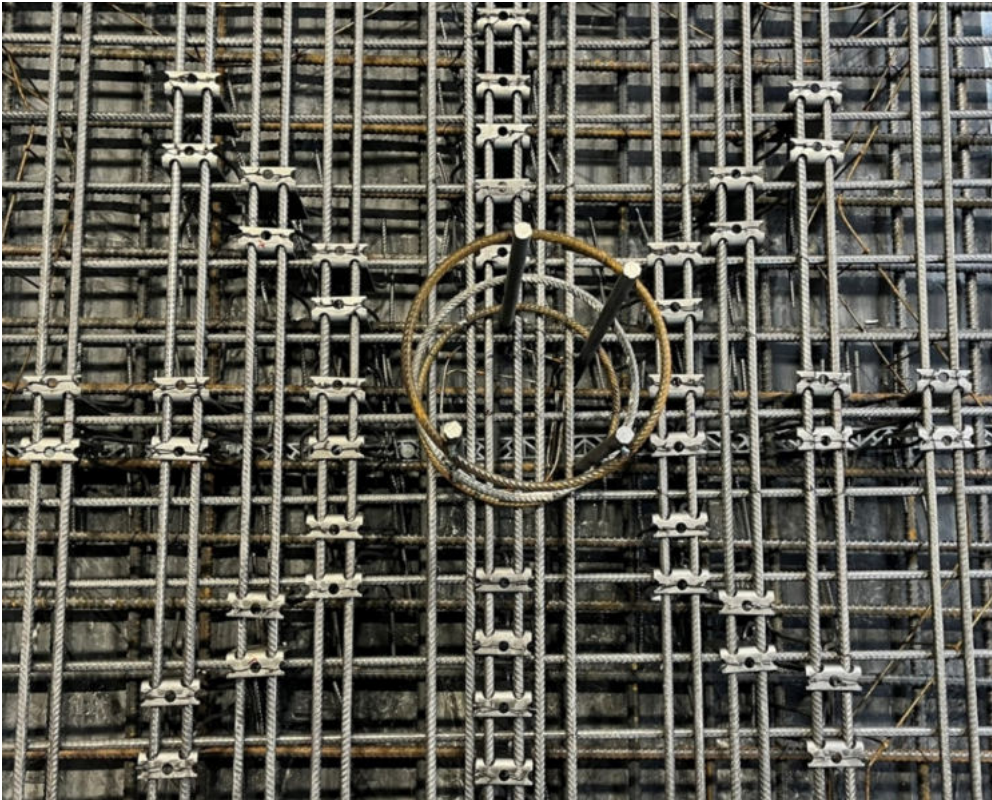
Montage der CLIXS Durchstanzbewehrung gemäß ETA

## Dokumentation Bügel



*Anordnung Bügel PD*

## Dokumentation Fangnetzbewehrung



*Anordnung L-Bleche PD*

Fangnetzbewehrung 8  $\emptyset$  12 mm / 2 schnittig  $\rightarrow \Sigma A_s = 18,1 \text{ cm}^2$

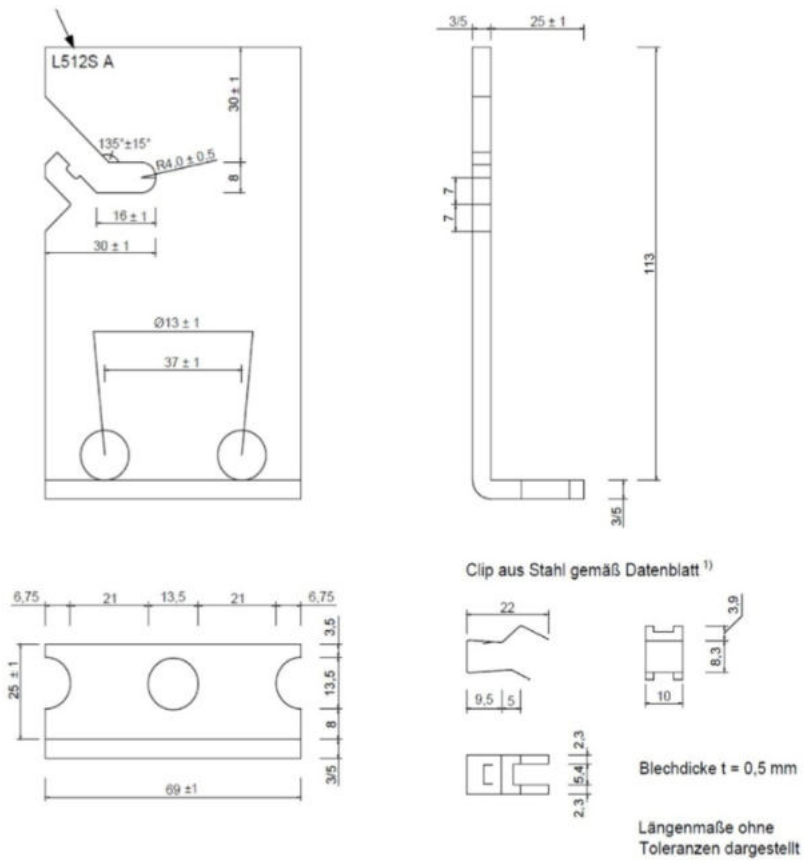
Die statische Nutzhöhe d beträgt 21,5 cm.



*Flächenbewehrung obere Lage*



# Dokumentation L-Bleche



Abmessungen der L-Bleche

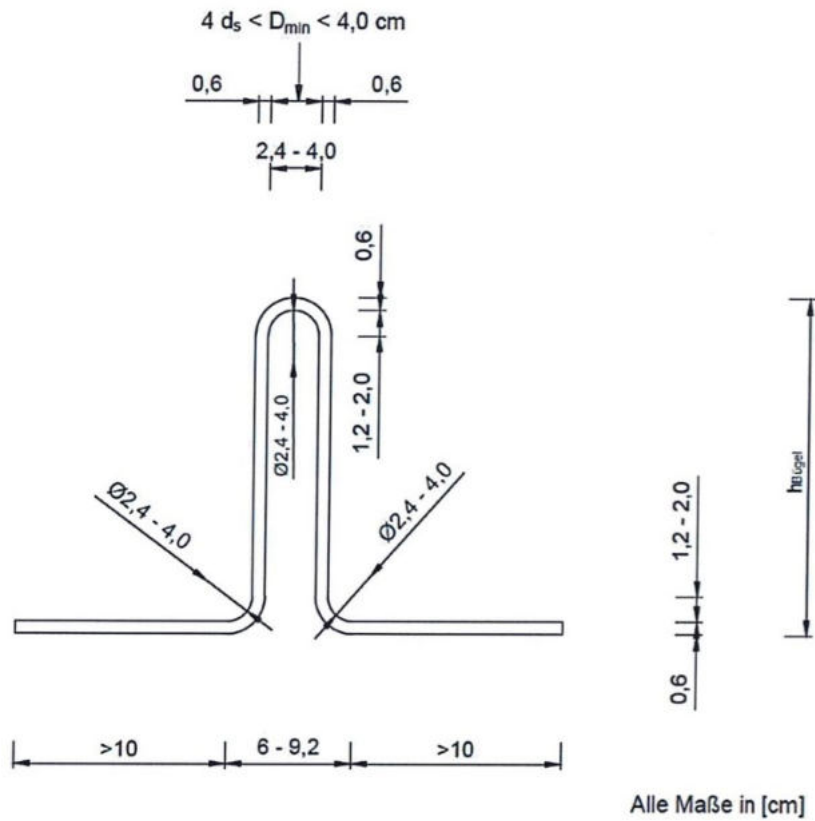


L-Blech mit Clip aus Federstahl

# Dokumentation Bügel

## BÜGEL Ø 6 mm OBEN OFFEN B500 A / B500 B / B500 A NR / B500 B NR

Abmessungen

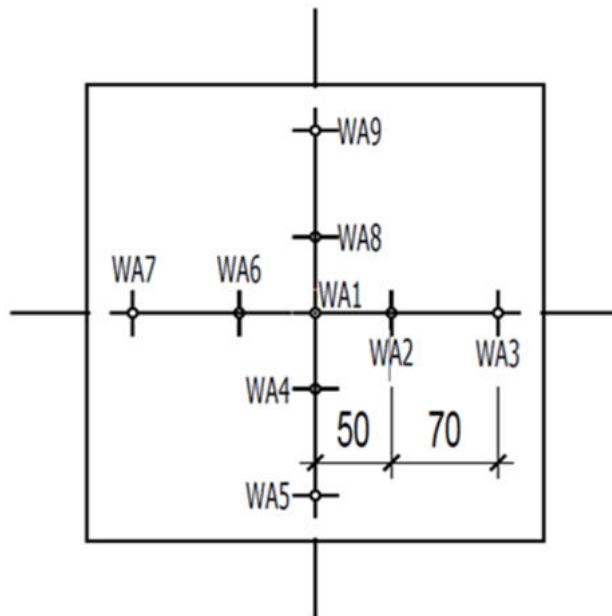


Abmessung der offenen Bügel

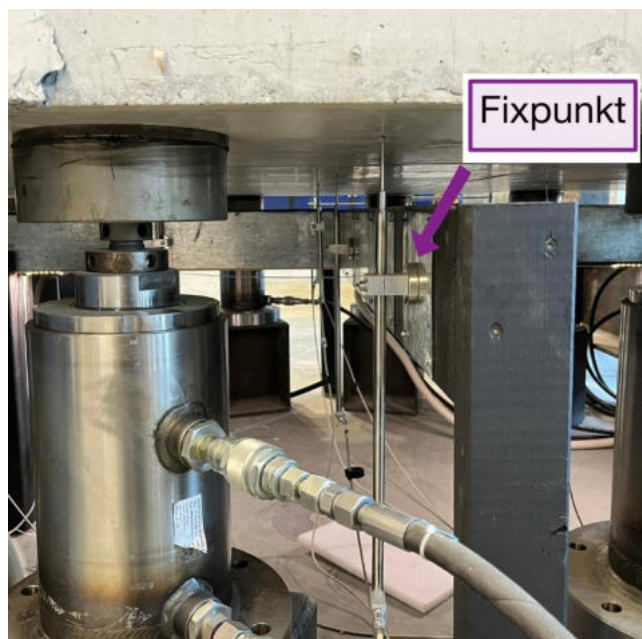


Offener Bügel Ø 6 mm

# Dokumentation Wegaufnehmer



Lage der Wegaufnehmer

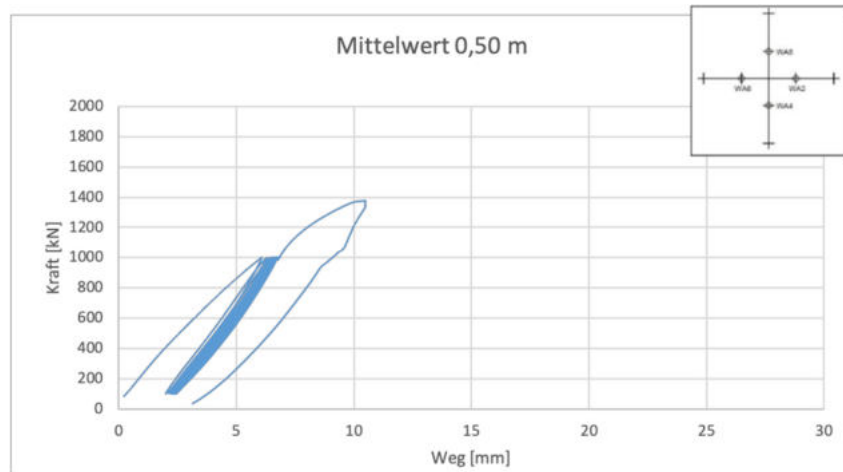


Wegaufnehmer im eingebauten Zustand

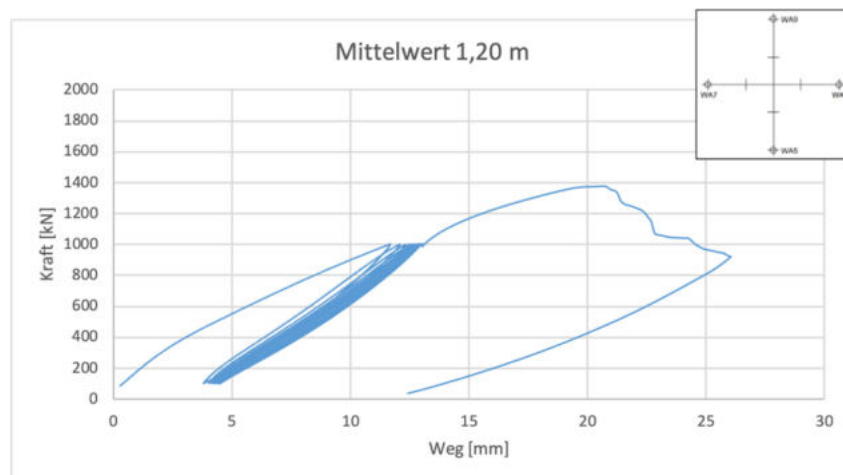
## Last-Verformungsverhalten

Die nachfolgenden Diagramme stellen das Last-Verformungsverhalten graphisch dar.

### Mittelwerte Wegaufnehmer

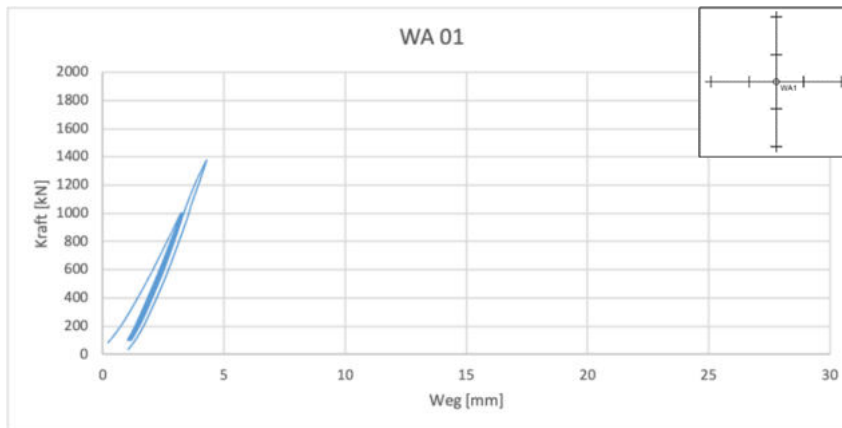


Mittelwert der Messstellen im Abstand von 0,5 m zur Stützenmitte

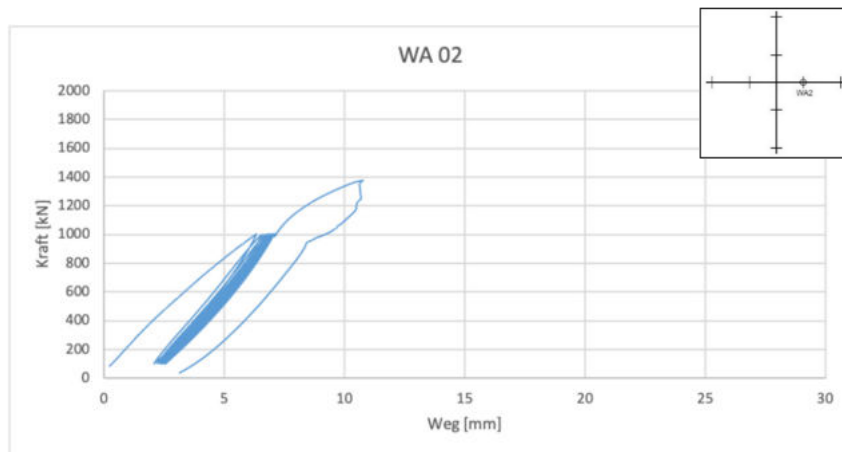


Mittelwert der Messstellen im Abstand von 1,20 m zur Stützenmitte

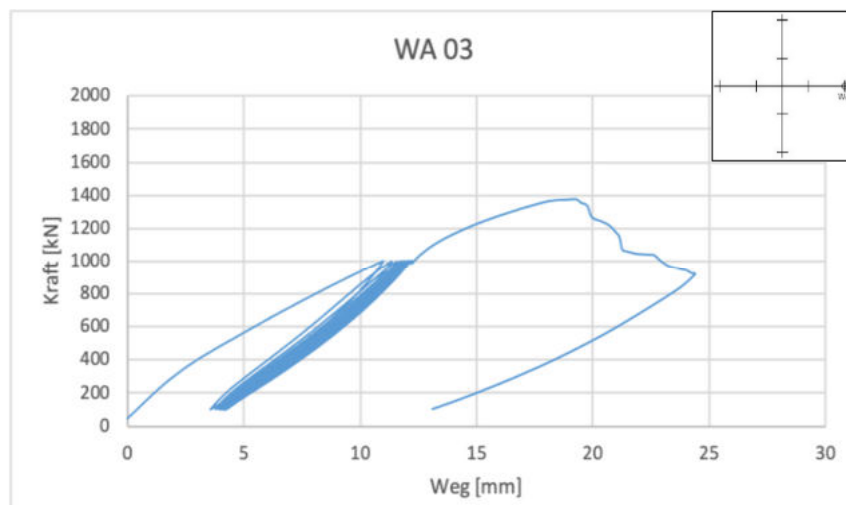
# Einzelwerte Wegaufnehmer



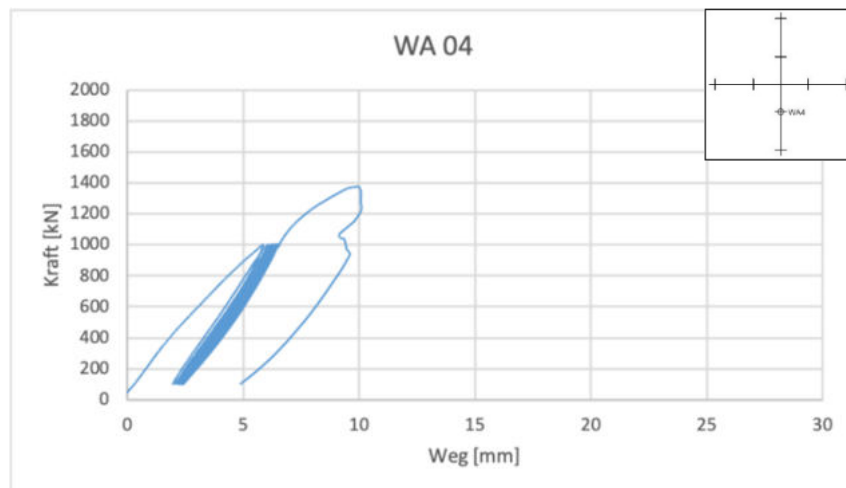
Wegaufnehmer 01



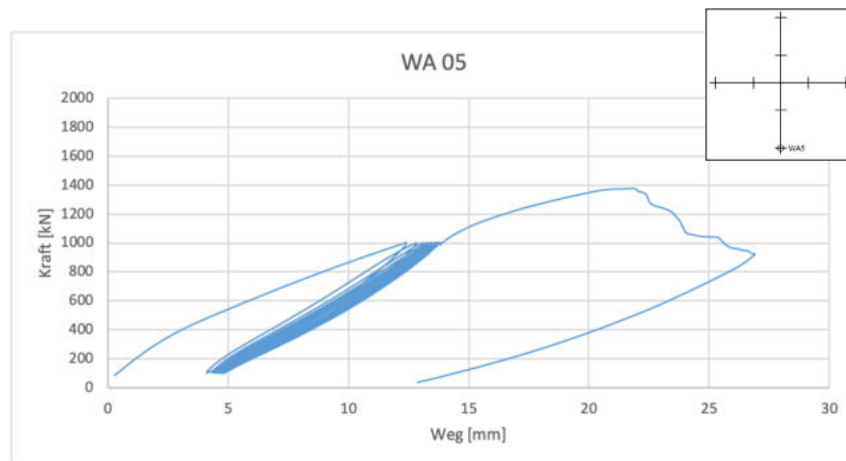
Wegaufnehmer 02



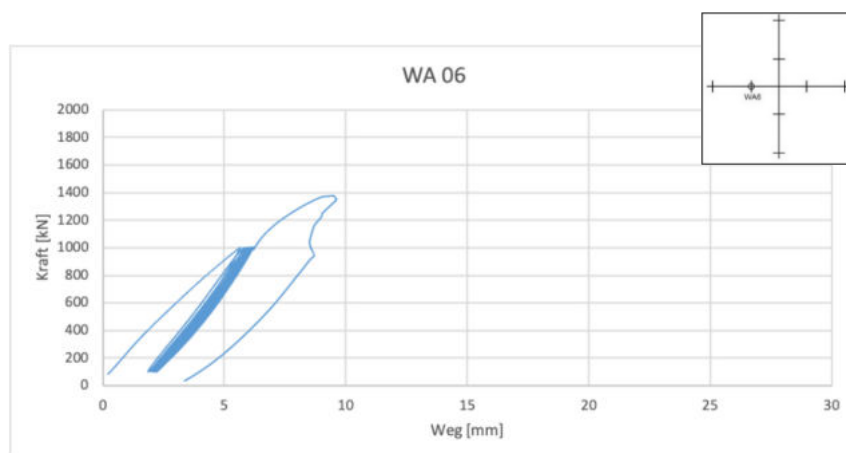
Wegaufnehmer 03



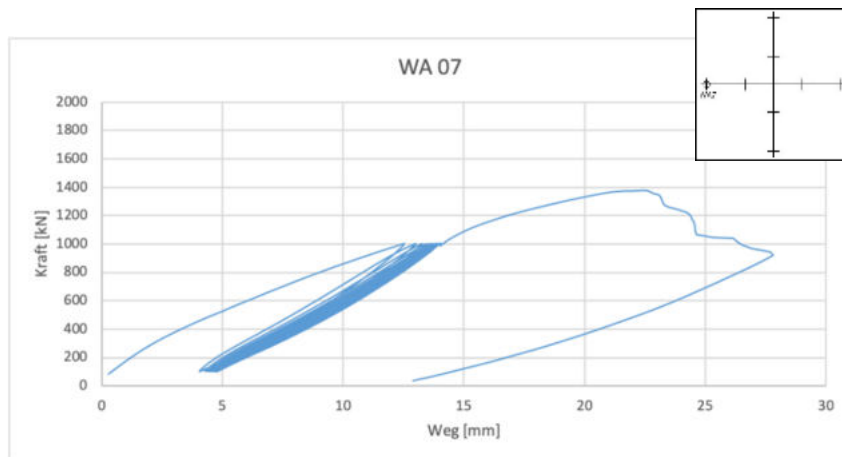
Wegaufnehmer 04



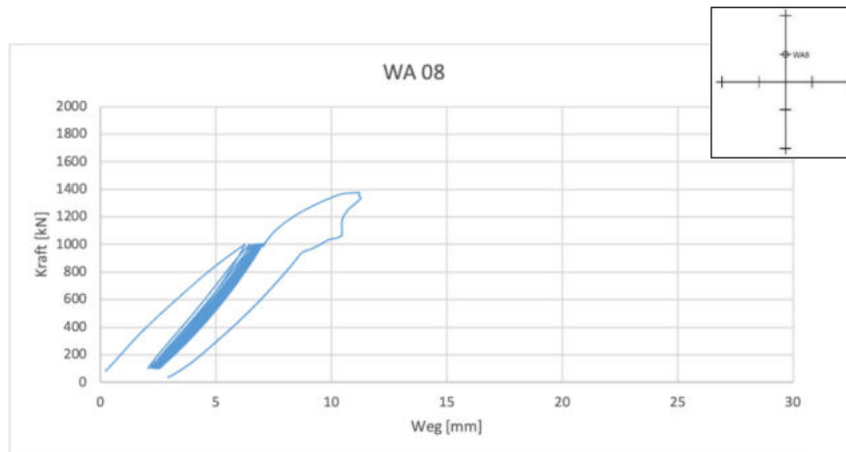
Wegaufnehmer 05



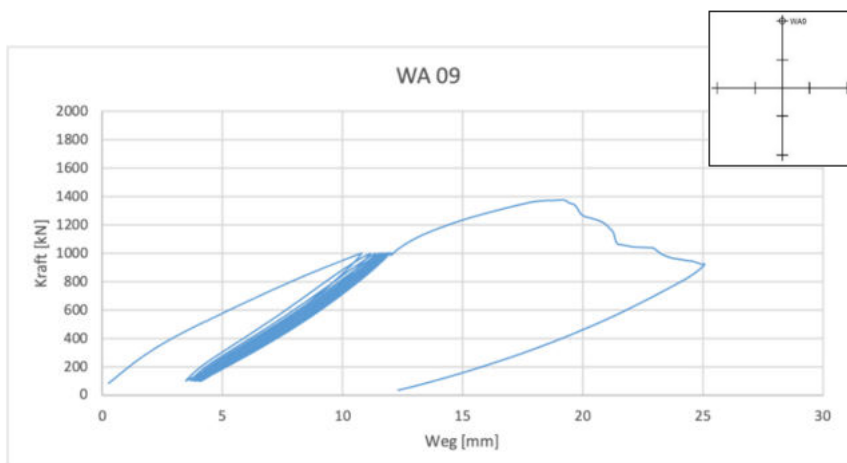
Wegaufnehmer 06



Wegaufnehmer 07

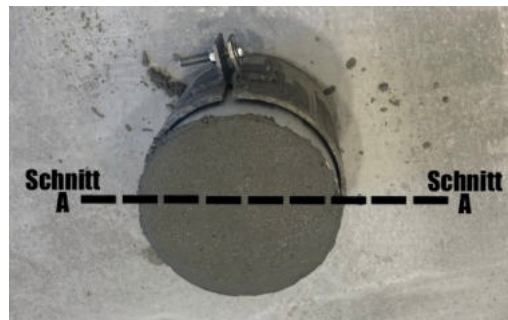


Wegaufnehmer 08

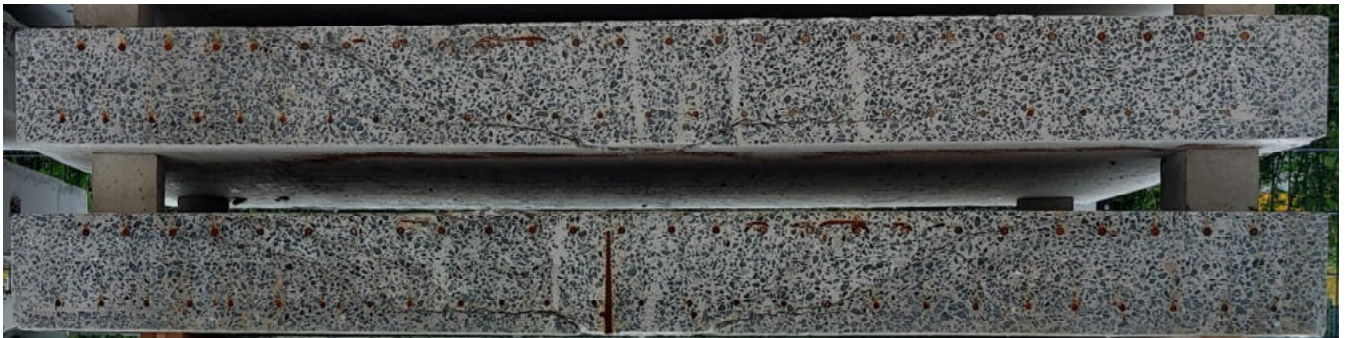


Wegaufnehmer 09

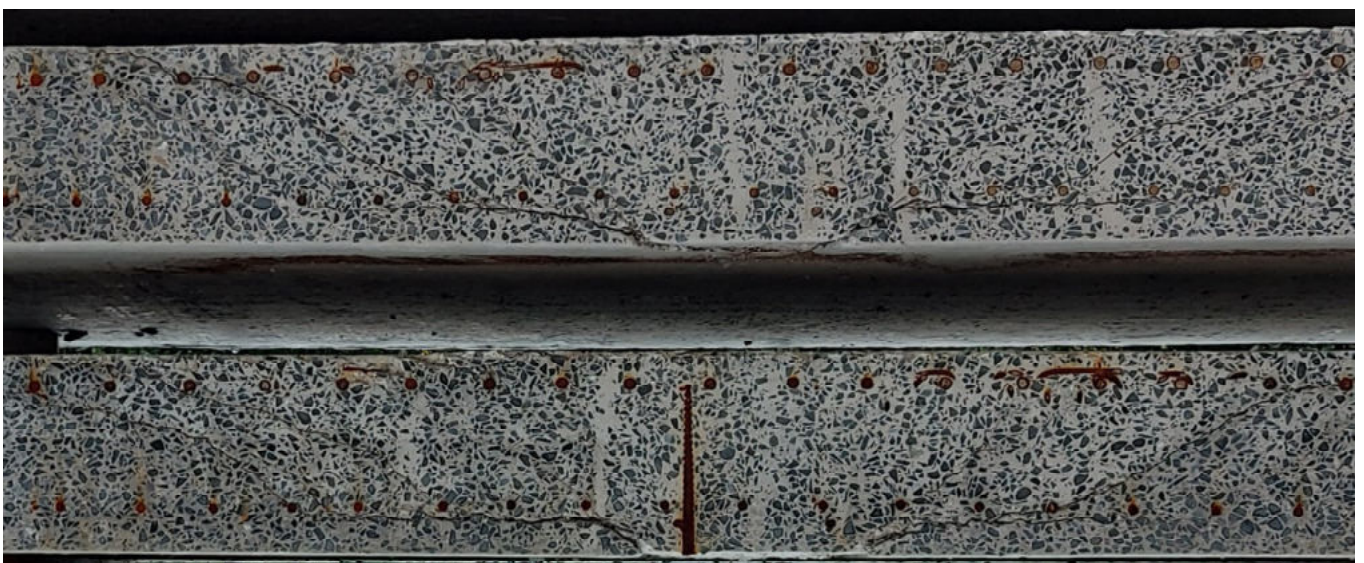
## Rissbild



*Schnittverlauf um Stütze*



*Rissbild der geschnittenen Platte*



*Durchstanzbereich vergrößert*



## Versuchskörper PG

$f_{c,cube}$  : 47,4 [N/mm<sup>2</sup>]

$V_{Test}$  : 1511 [kN]

### Anordnung und Abmessung der L-Bleche

48 Bleche à 5 mm mit zwei Ø 6 mm Bügel

Mit orthogonaler Anordnung der Bügelschenkel zur unteren Lage der oberen Bewehrung.

untere Bewehrung kreuzweise Ø 8 mm / 15 cm **Q335A**

obere Bewehrung in der Mitte kreuzweise Ø 15 mm / 10 cm St 900/1100,  
außen jeweils 4 Ø16mm/10cm BST 500

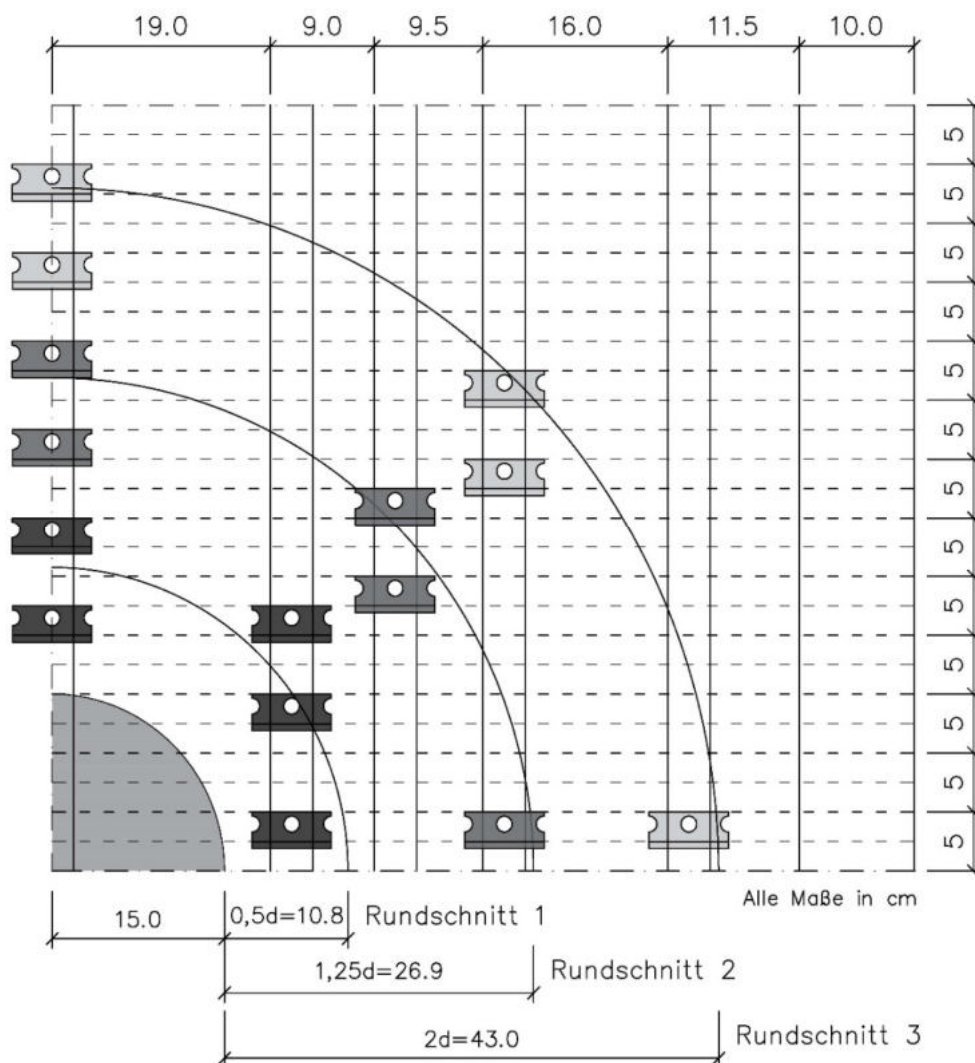


Abbildung 1: Anordnung der L-Bleche

Die Bügelschenkel werden in Höhe der obersten Bewehrungslage angeordnet.

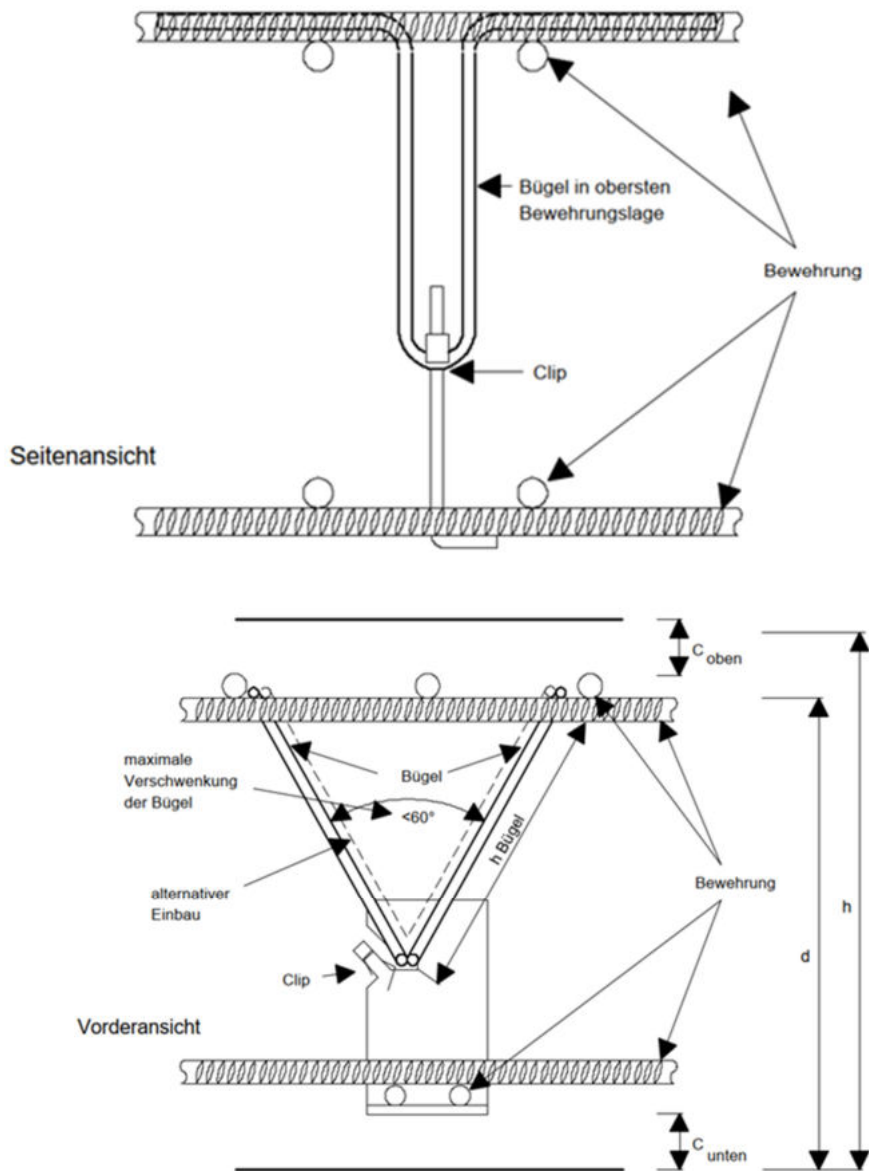
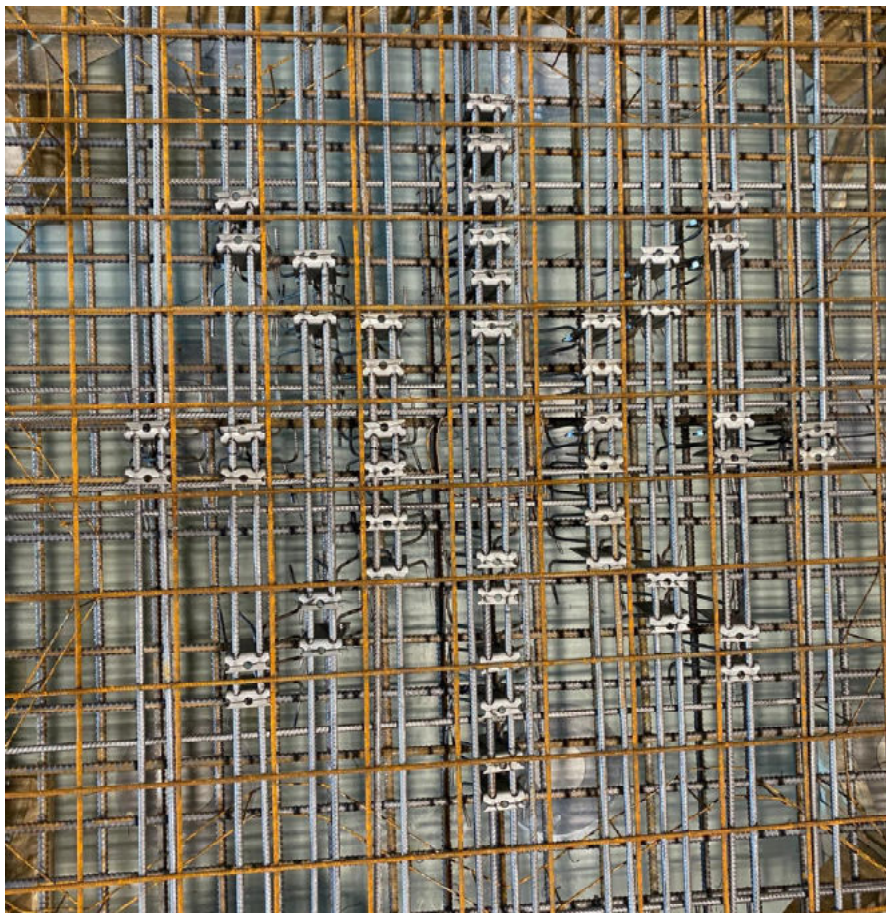


Abbildung 2: Montage der CLIXS Durchstanzbewehrung gemäß ETA

## Dokumentation Bügel



*Abbildung 3: Einbau der Bügel und Bleche*



*Abbildung 4: Anordnung der L-Bleche*

## Dokumentation Fangnetzbewehrung

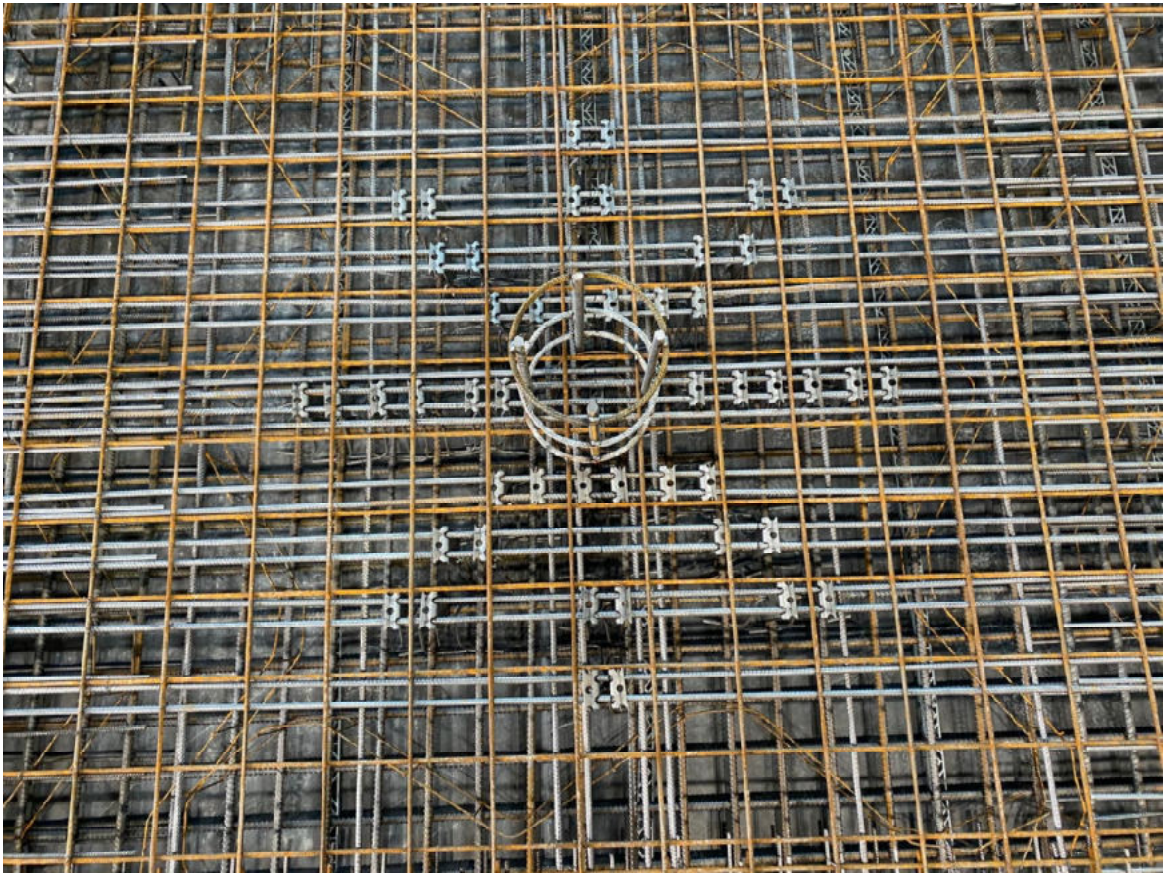


Abbildung 5: Übersicht Fangnetzbewehrung

Fangnetzbewehrung  $8 \varnothing 12 + 4 \varnothing 8$  zweischnittig mit  $\sum A_s = 22,12 \text{ cm}^2$

Die statische Nutzhöhe beträgt  $d = 21,5 \text{ cm}$ .

Dokumentation L-Bleche

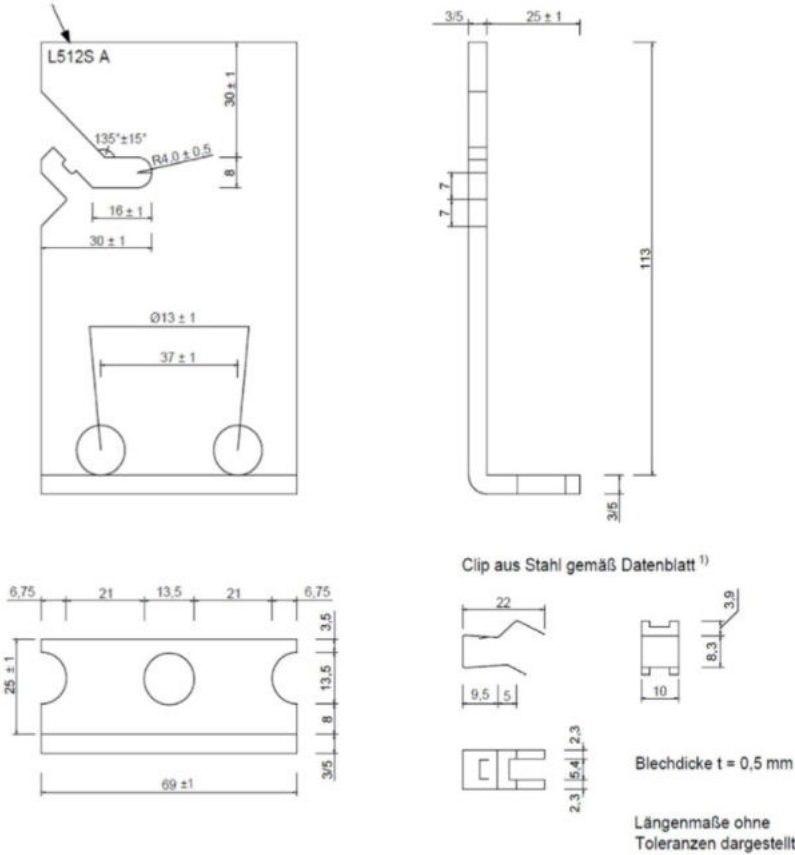


Abbildung 6: Abmessungen der L-Bleche



Abbildung 7: L-Blech mit Clip

## Dokumentation Bügel

**BÜGEL Ø 6 mm OBEN OFFEN**  
B500 A / B500 B / B500 A NR / B500 B NR

Abmessungen

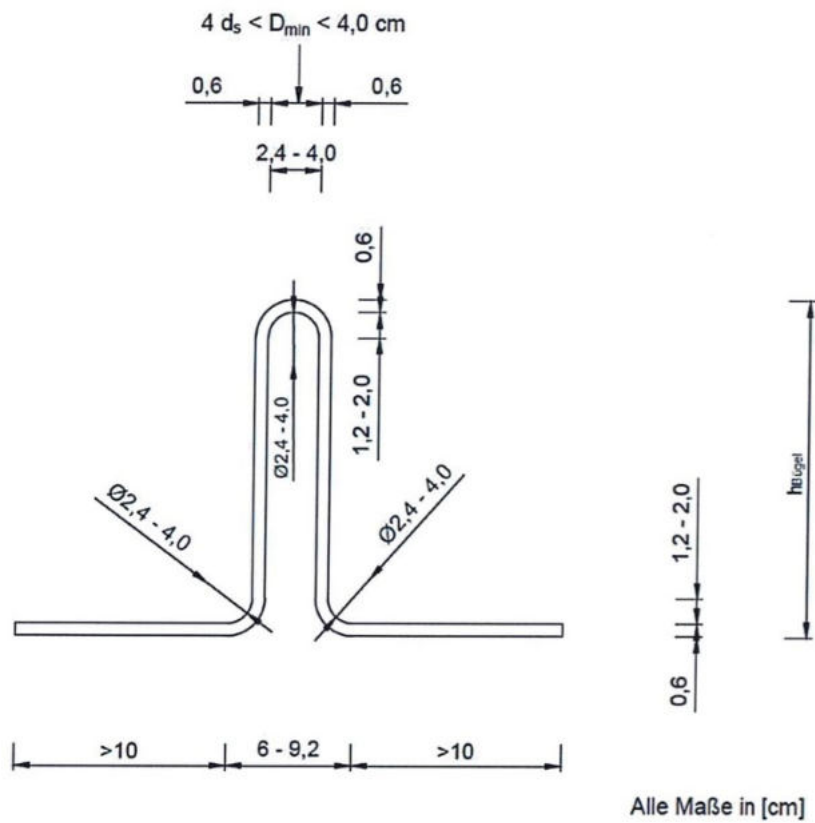


Abbildung 8: Abmessung der offenen Bügel



Abbildung 9: Offener Bügel Ø 6 mm

## Dokumentation Wegaufnehmer

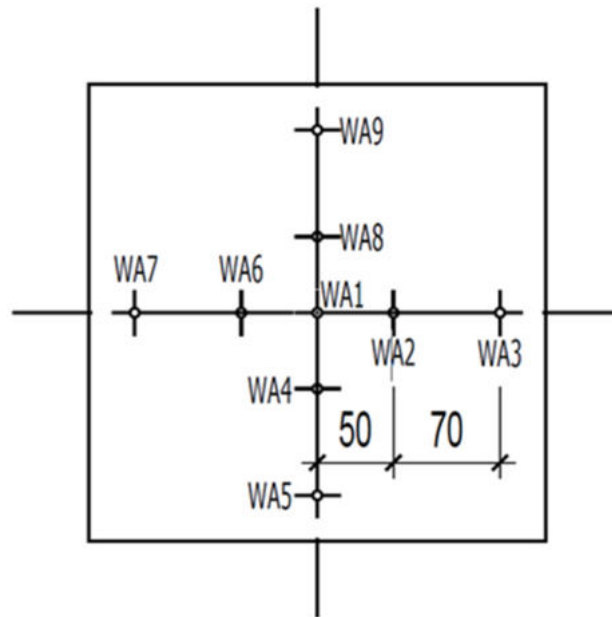


Abbildung 10: Lage der Wegaufnehmer



Abbildung 11: Wegaufnehmer im eingebauten Zustand

## Last-Verformungsverhalten

Die nachfolgenden Diagramme stellen das Last-Verformungsverhalten graphisch dar.

### Mittelwerte Wegaufnehmer

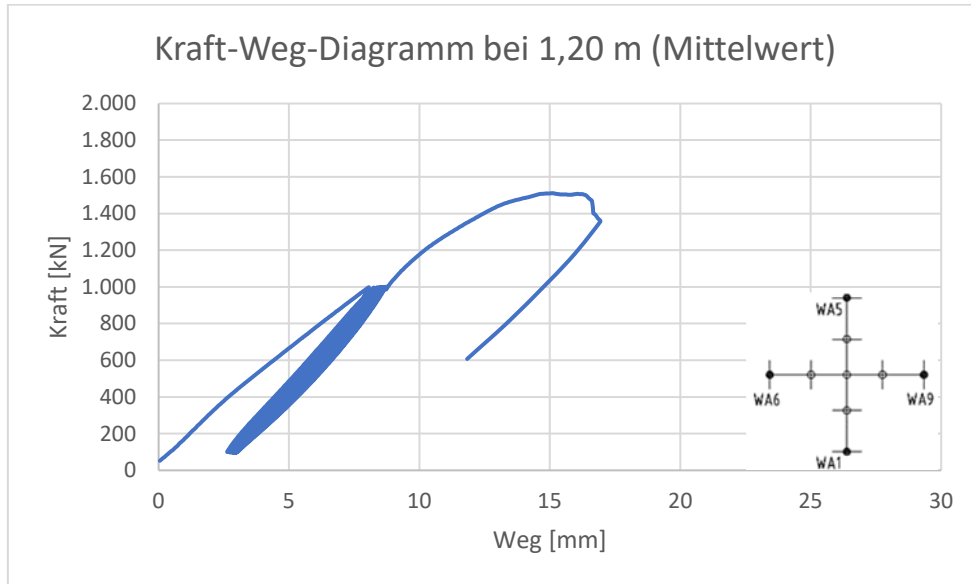


Abbildung 12: Mittelwert der Messstellen im Abstand von 1,20 m zur Stützenmitte



**Einzelwerte Wegaufnehmer**

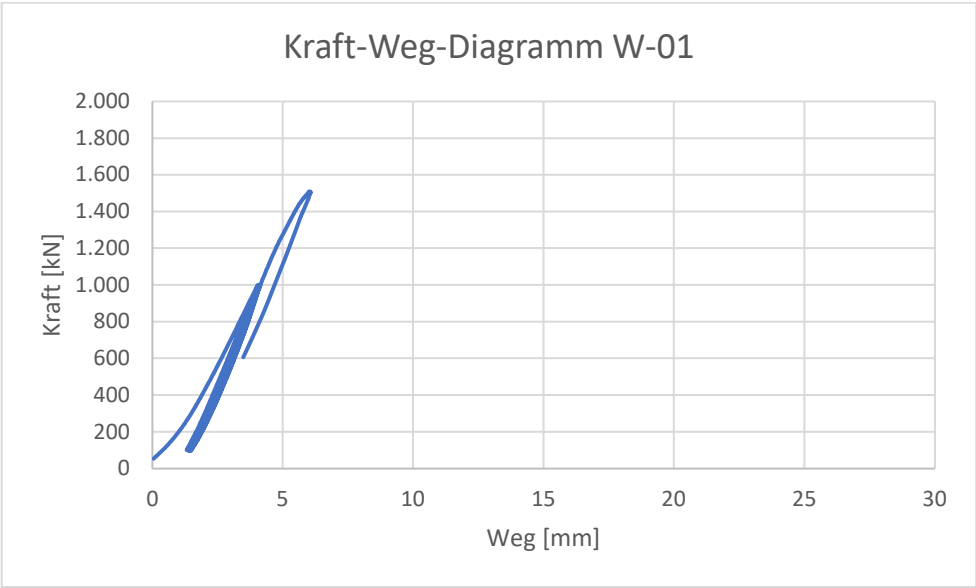


Abbildung 14: Wegaufnehmer 01

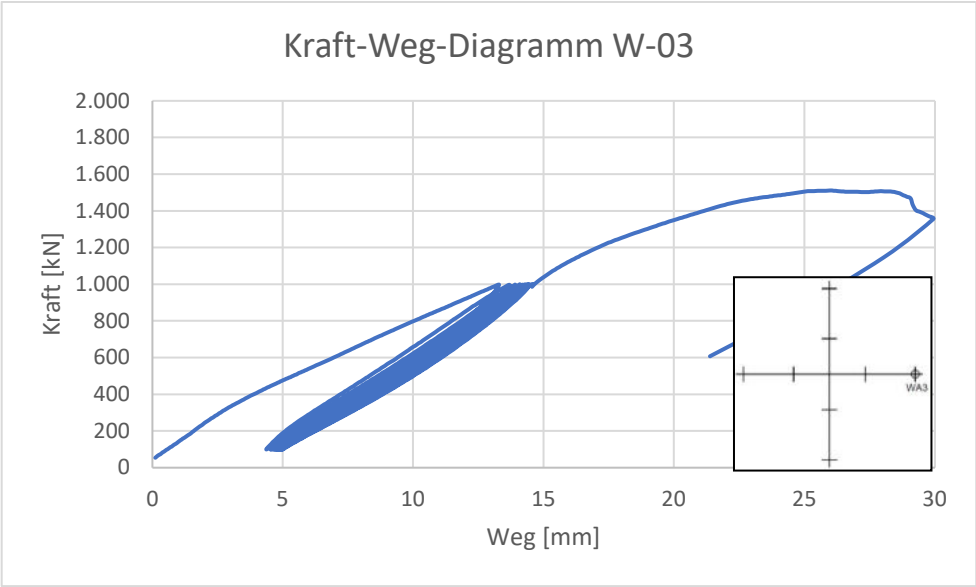


Abbildung 16: Wegaufnehmer 03

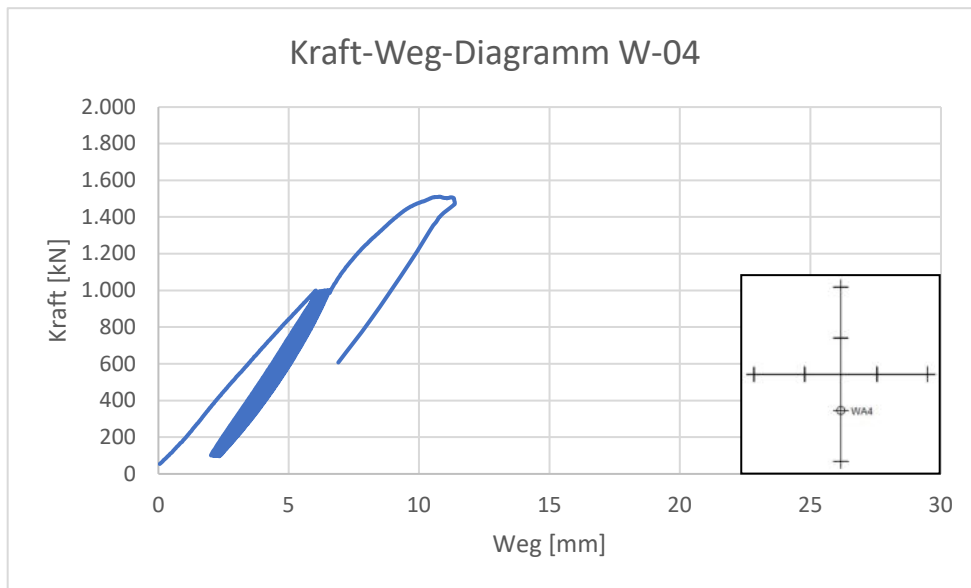


Abbildung 17: Wegaufnehmer 04

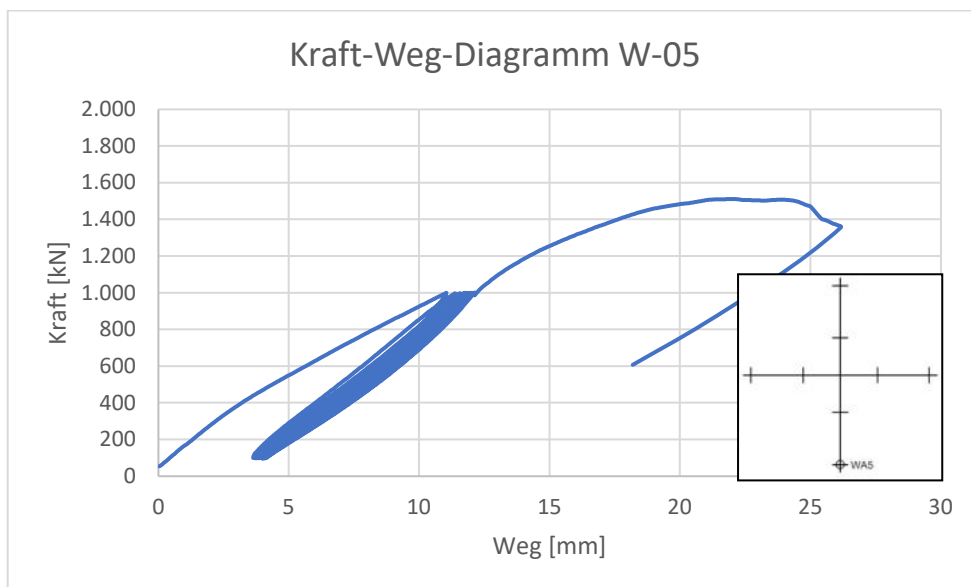


Abbildung 18: Wegaufnehmer 05

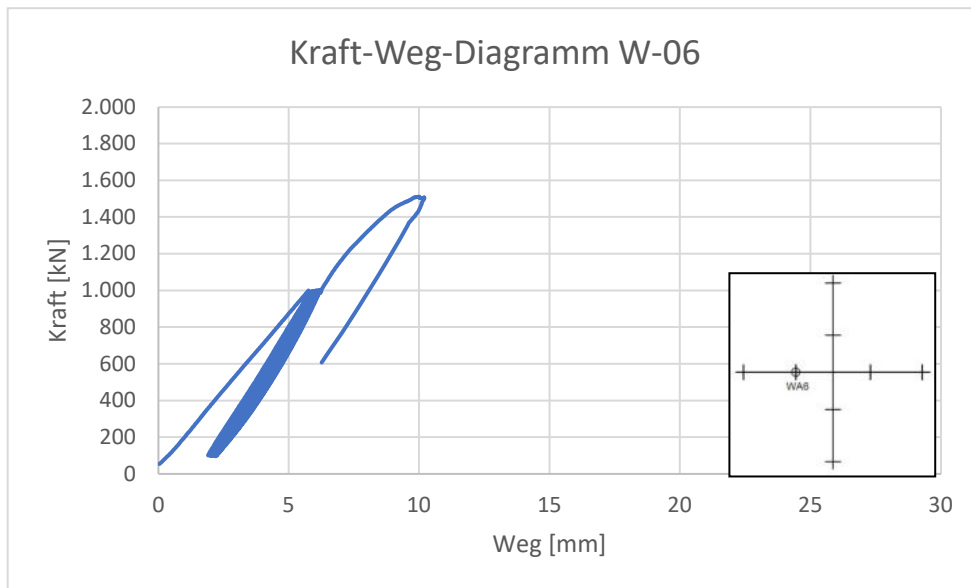


Abbildung 19: Wegaufnehmer 06

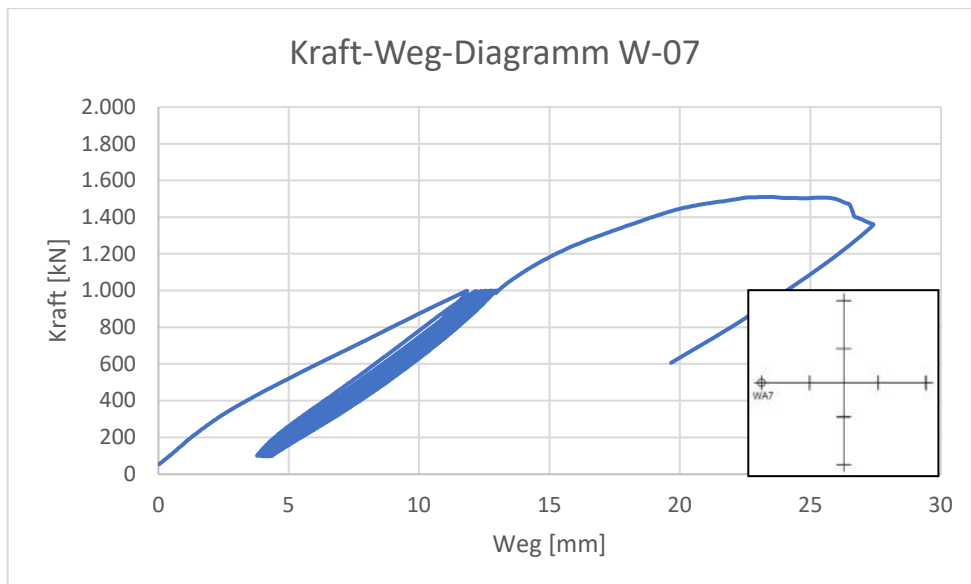


Abbildung 20: Wegaufnehmer 07

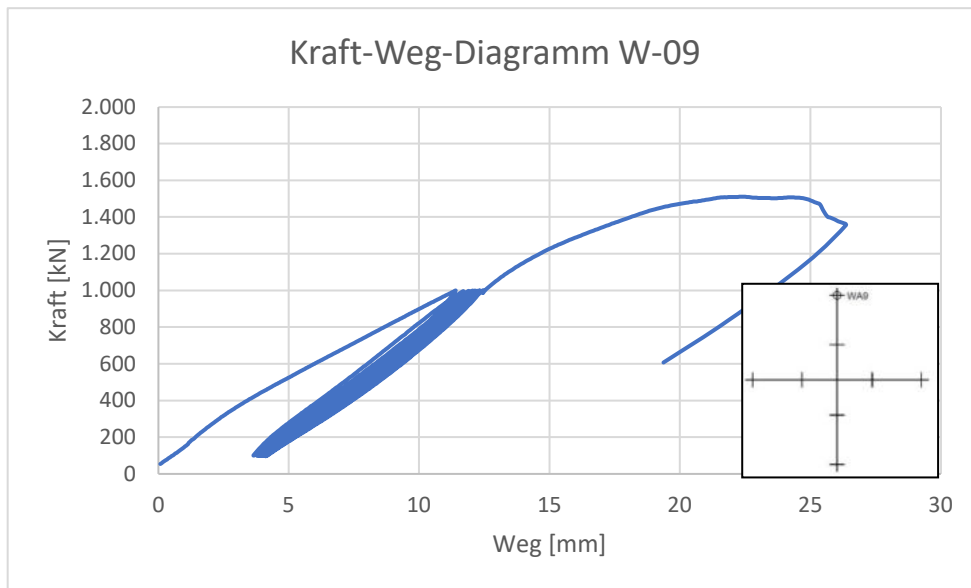
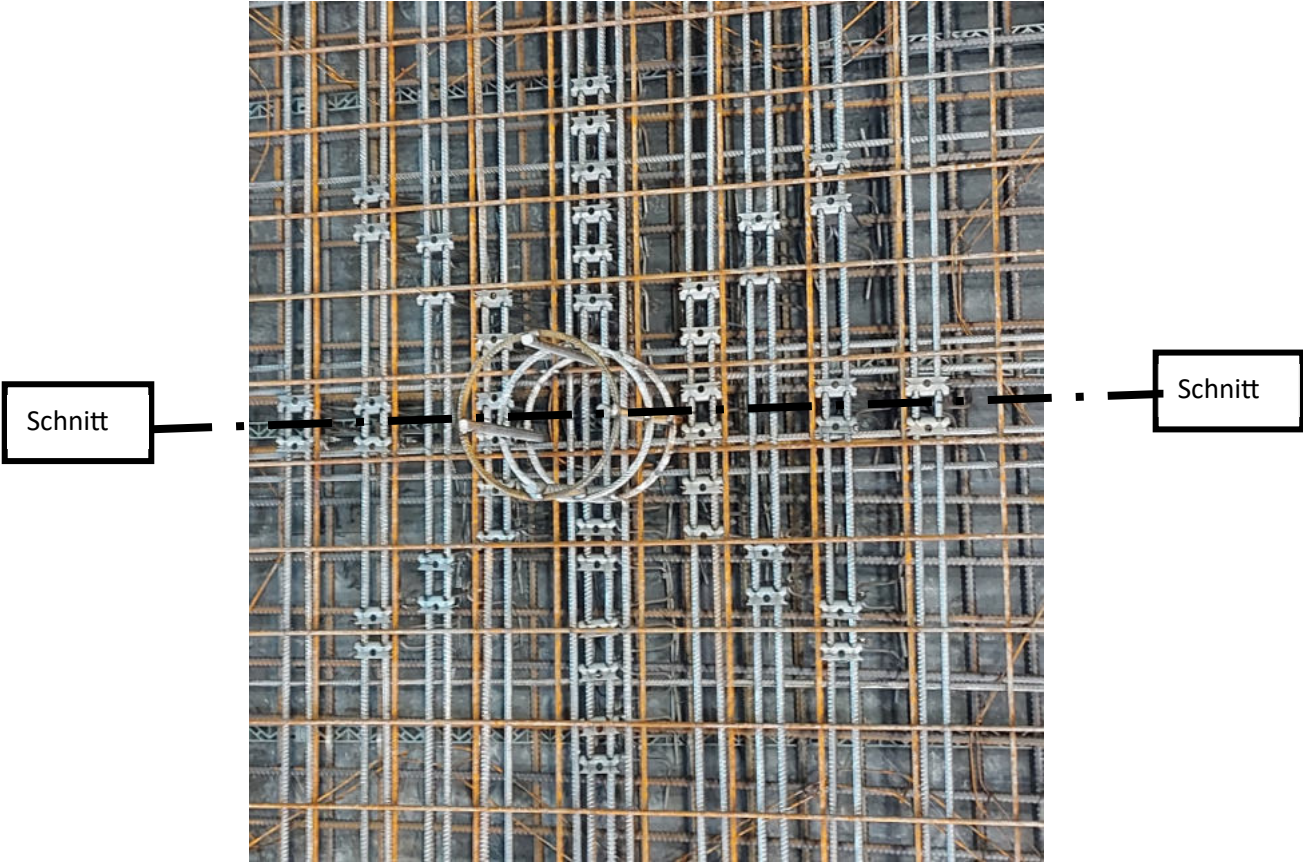


Abbildung 22: Wegaufnehmer 09

Rissbild:



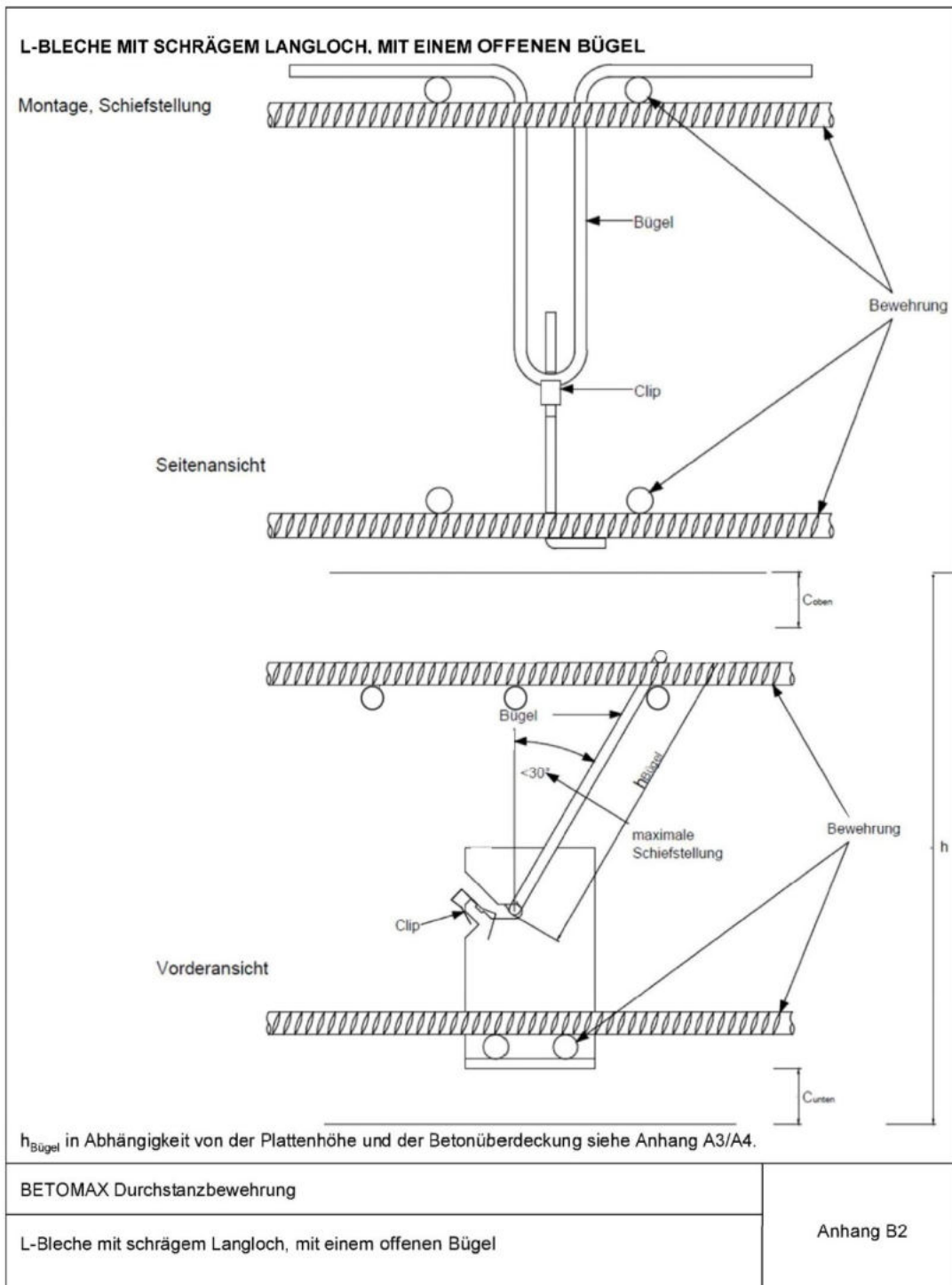
*Schnittverlauf*



*Rissverlauf im Schnitt*



Die Bügelschenkel werden senkrecht zur obersten Lage der oberen Bewehrung angeordnet.



Einbauprinzip der L-Bleche, mit einem  $\varnothing 8$  mm Bügel

**Dokumentation**



*Anordnung L-Bleche*



Fangnetzbewehrung 10 Ø 12 mm / 2 schnittig →  $\sum A_s = 22,60 \text{ cm}^2$

Die statische Nutzhöhe d beträgt 21,5 cm.

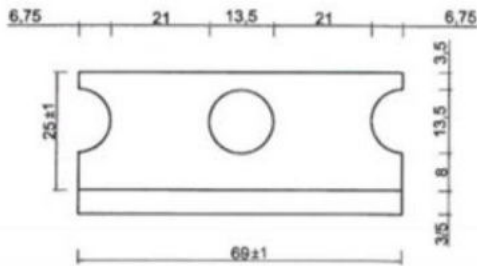
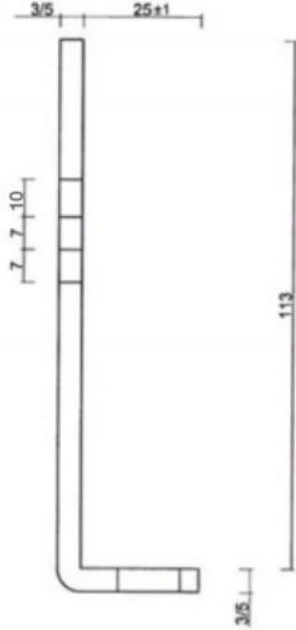
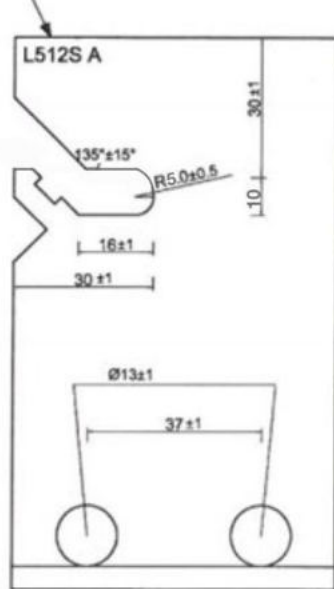


*Biege-Bewehrung*

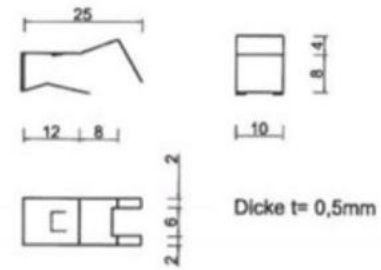
# Dokumentation

Abmessungen, maximale Tragfähigkeit, Clip

Kennzeichnung  
(Blechtyp-Blechedicke-Ø Bewehrung-Lochtyp-Kürzel Herstellerwerk)



Clip aus Stahl gemäß Datenblatt 1)



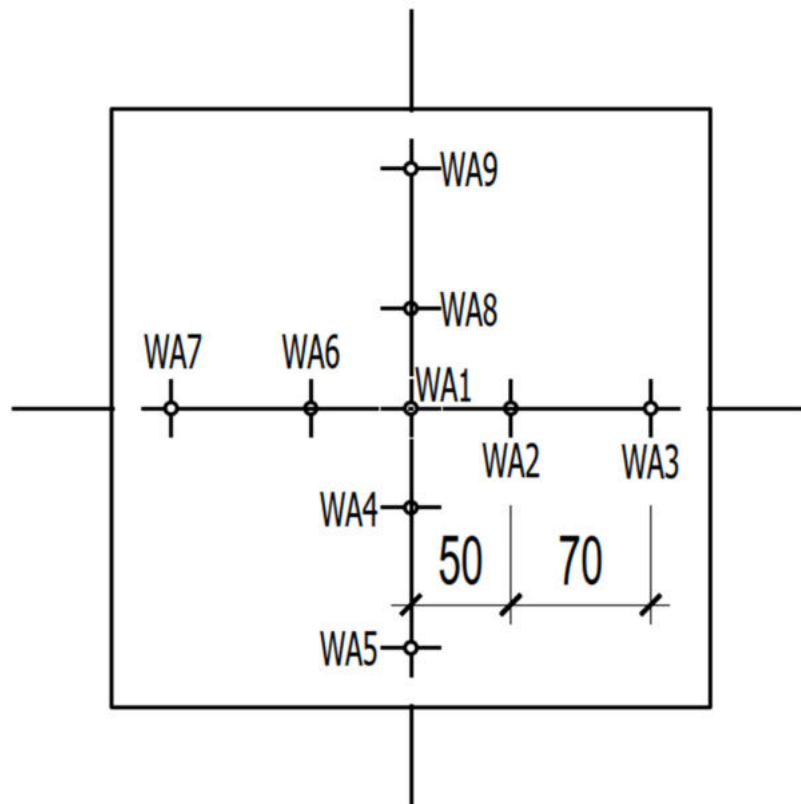
Abmessung der L-Bleche



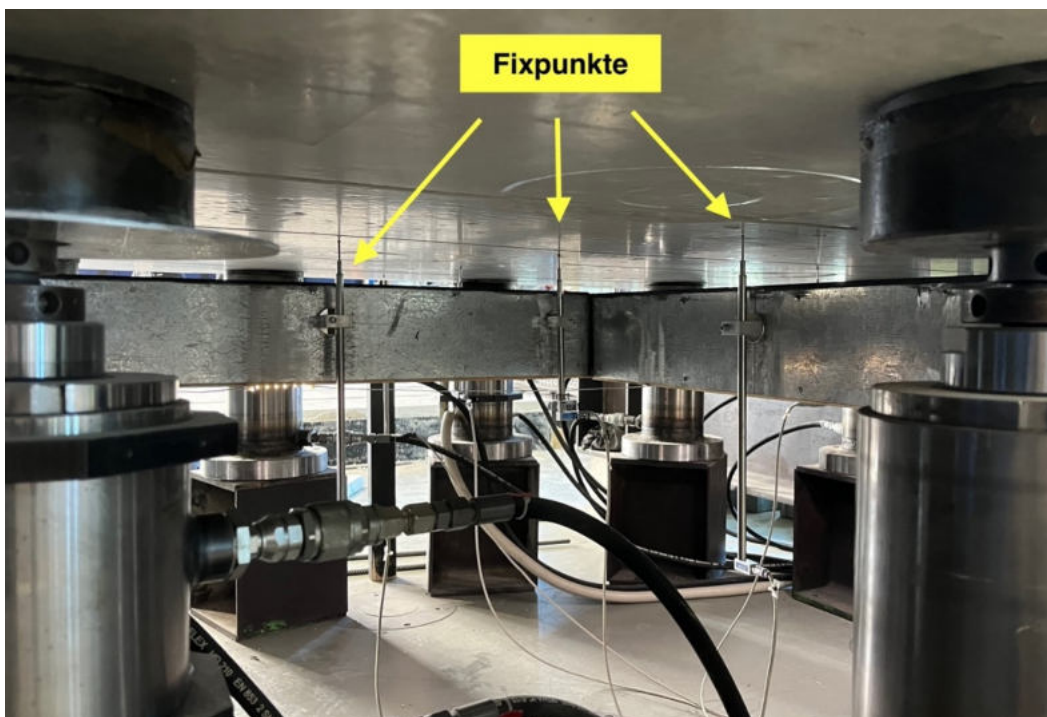
L-Blech mit Clip



## Wegaufnehmer



*Lage der Wegaufnehmer*

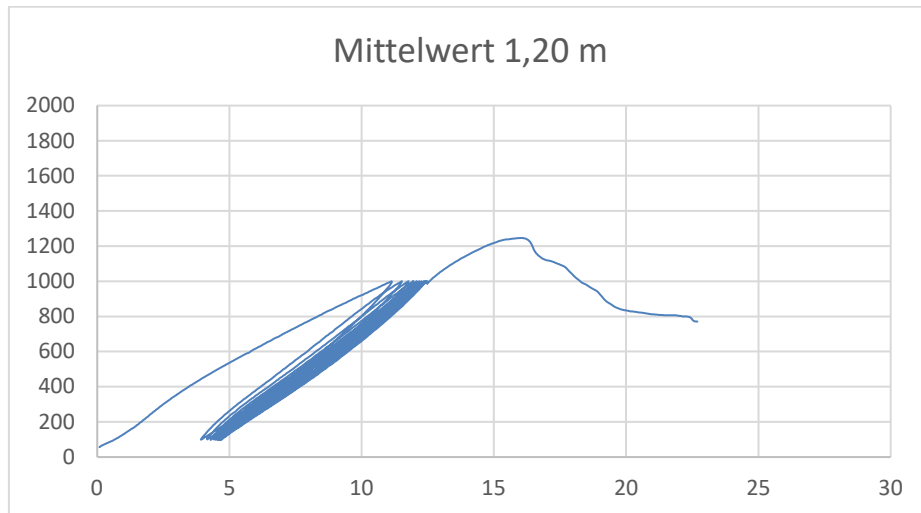


*Wegaufnehmer im eingebauten Zustand*

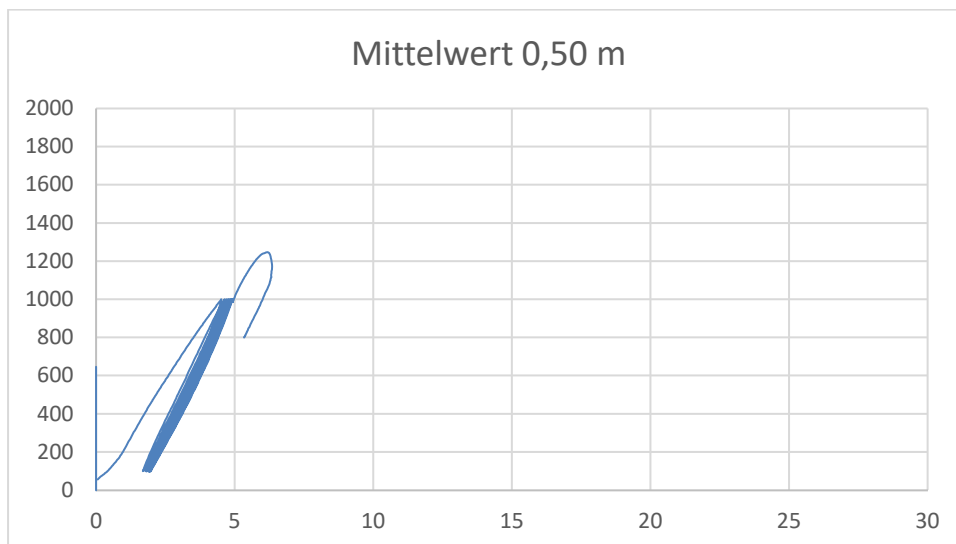
## Last-Verformungsverhalten

Die nachfolgenden Diagramme stellen das Last-Verformungsverhalten graphisch dar.

### Mittelwerte Wegaufnehmer

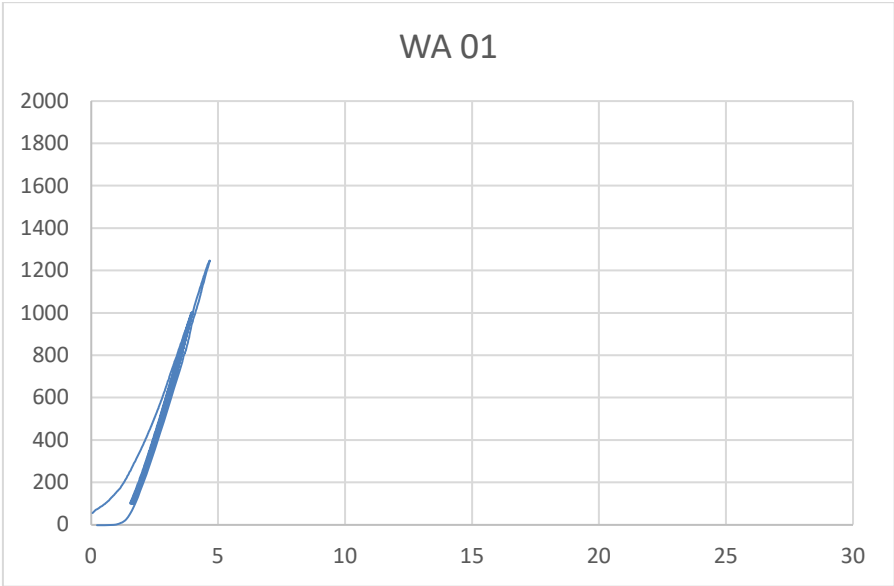


*Mittelwert der Messstellen im Abstand von 1,20 m zur Stützenmitte*

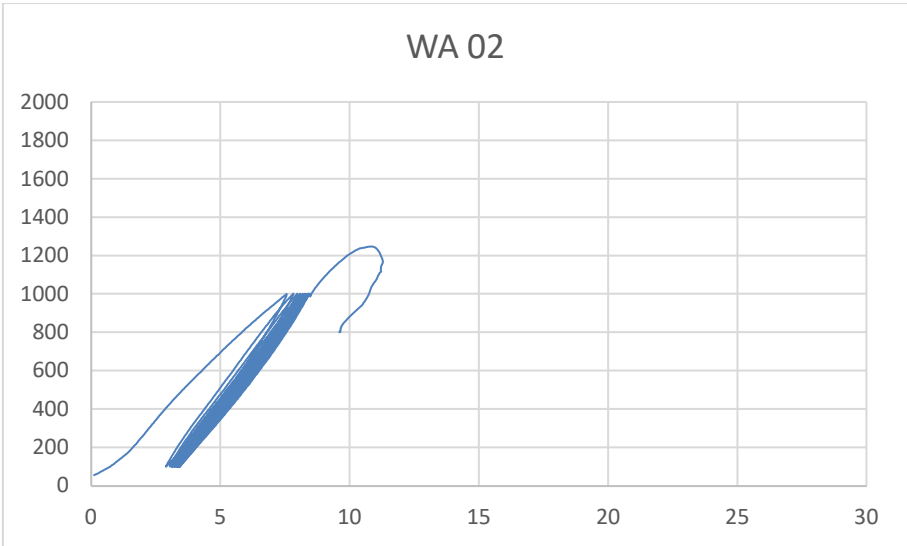


*Mittelwert der Messstellen im Abstand von 0,50 m zur Stützenmitte*

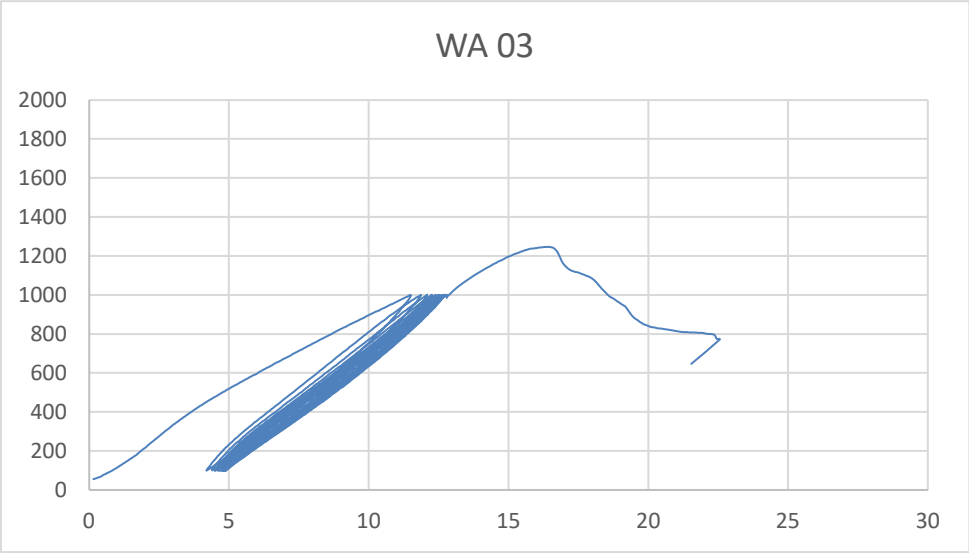
# Einzelwerte Wegaufnehmer



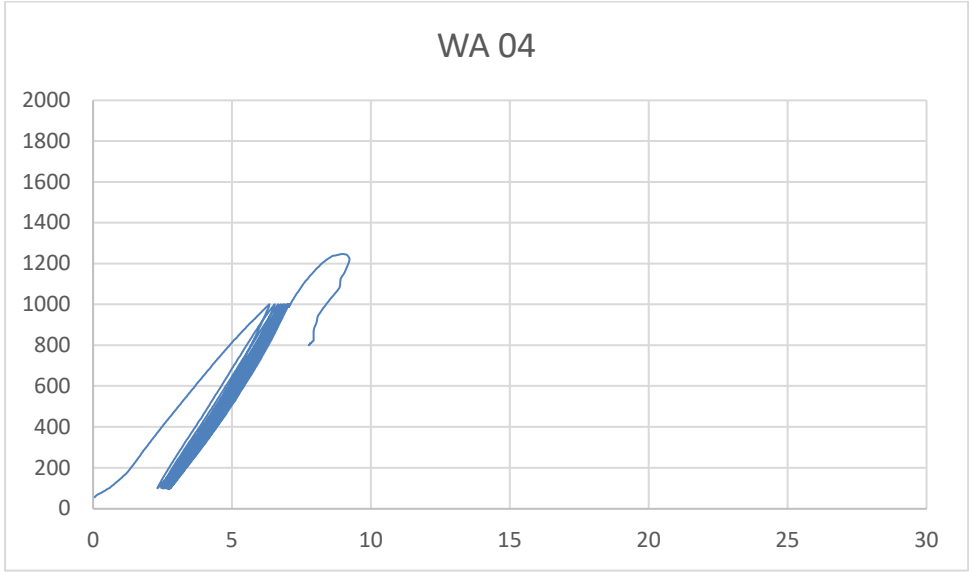
Wegaufnehmer 01



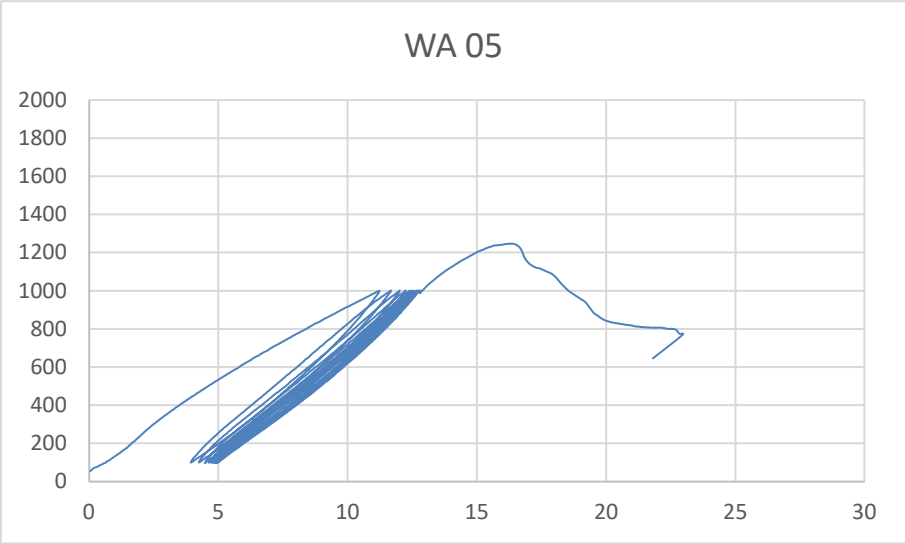
Wegaufnehmer 02



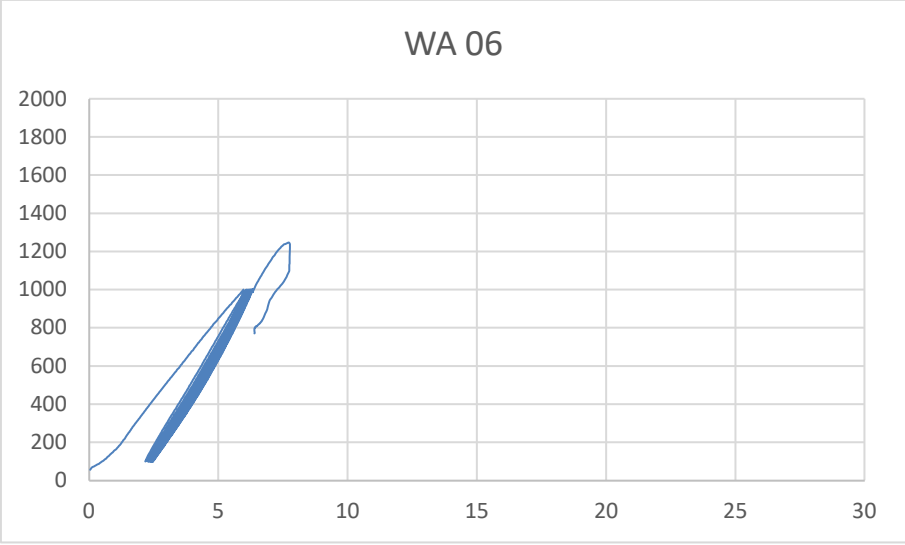
*Wegaufnehmer 03*



*Wegaufnehmer 04*

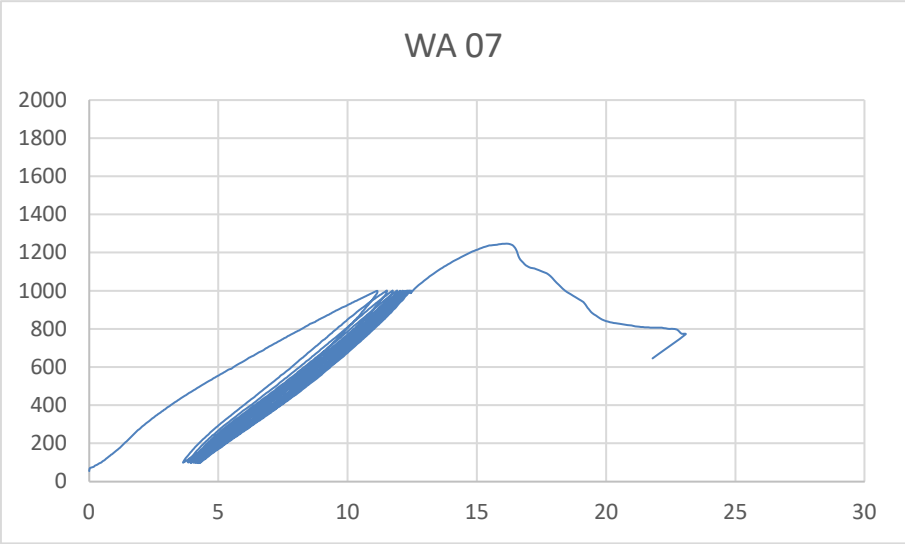


*Wegaufnehmer 05*

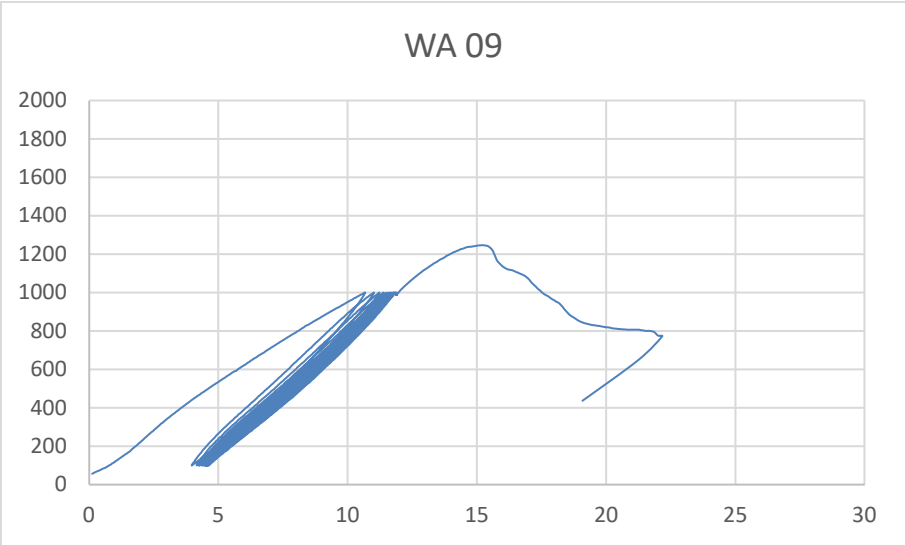


*Wegaufnehmer 06*



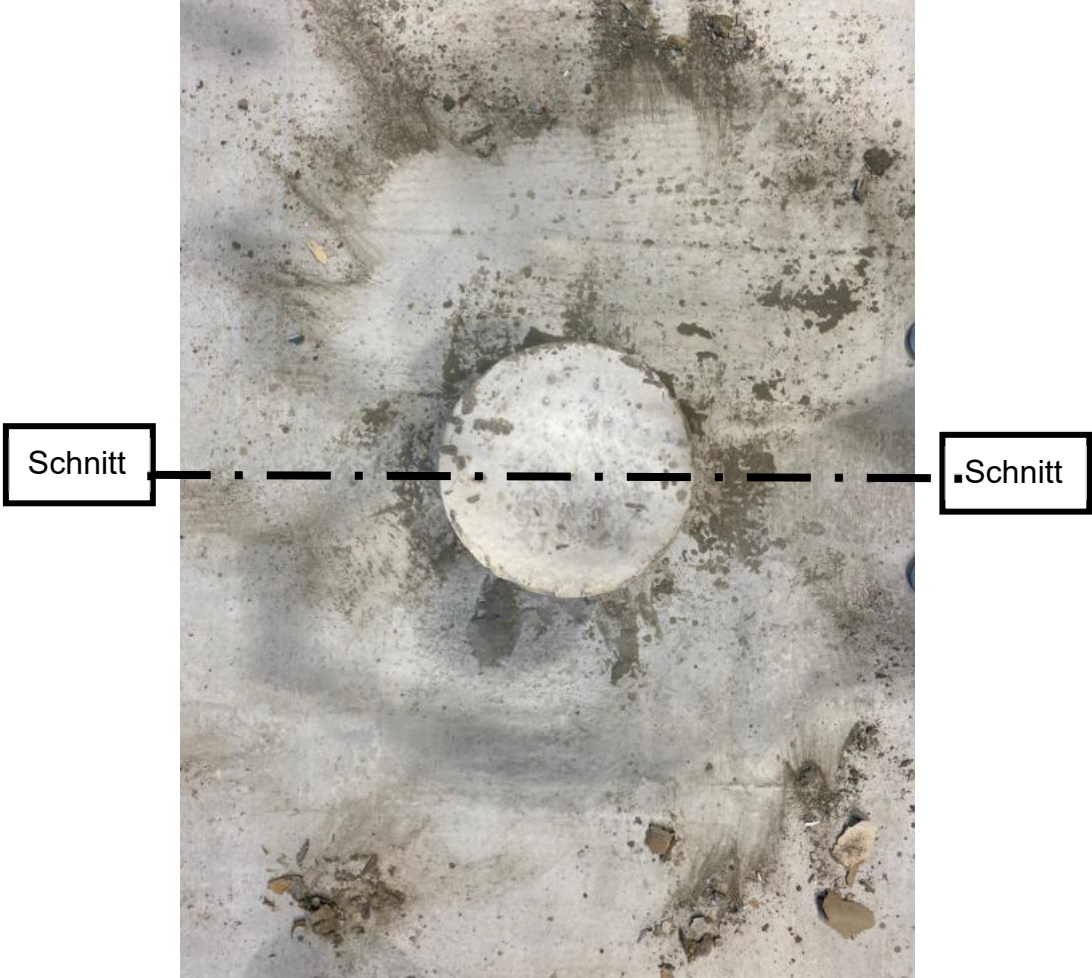


*Wegaufnehmer 07*

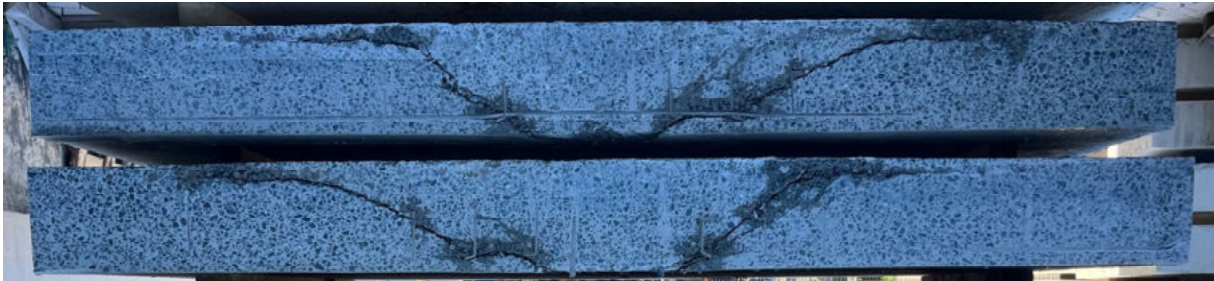


*Wegaufnehmer 09*

**Rissbild**



*Rissverlauf um Stütze*



*Rissverlauf im Schnitt*

## Versuchskörper PI

$f_{cm,cube}$  : 41,9 [N/mm<sup>2</sup>]

$V_{Test}$  : 1635 [kN]

### Anordnung und Abmessung der L-Bleche

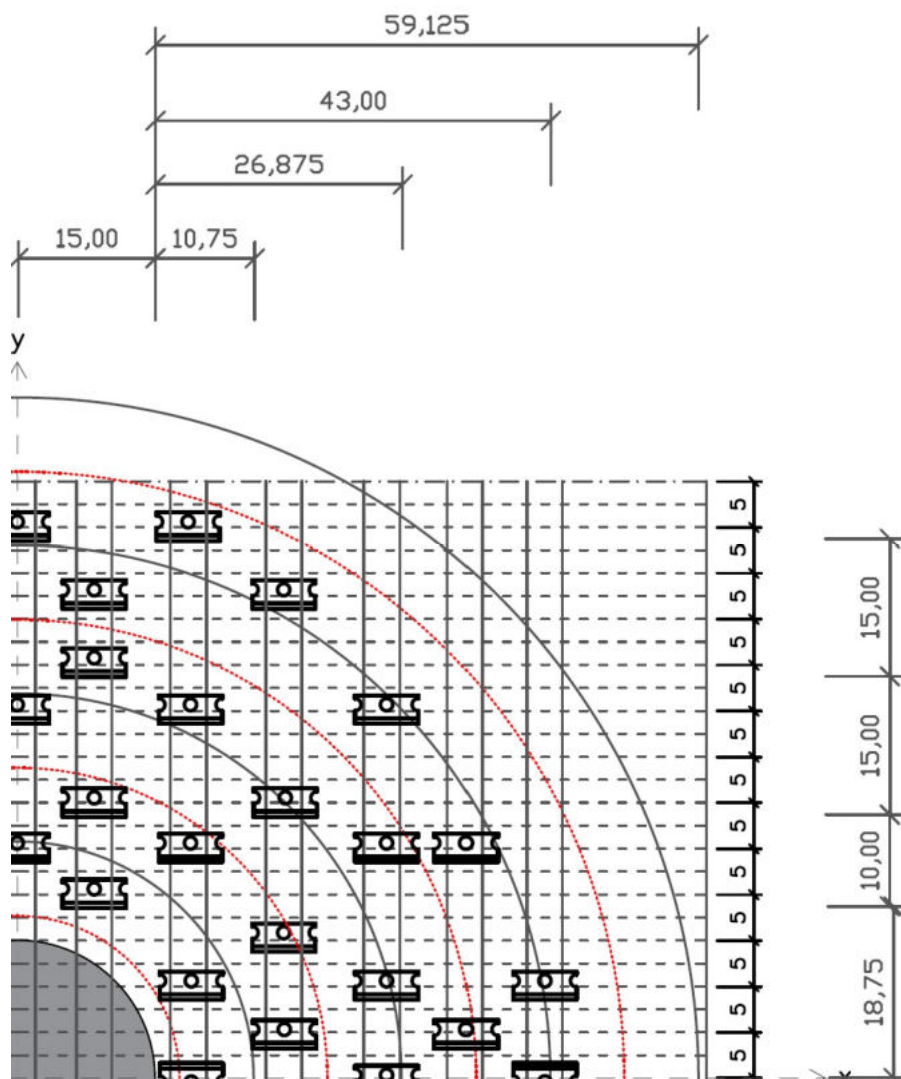
84 L-Bleche à 5 mm mit einem Bügel

Mit senkrechter Anordnung der Bügelschenkel zur obersten Lage der oberen Bewehrung.

untere Bewehrung kreuzweise Ø 12 mm / 10 cm BST 500

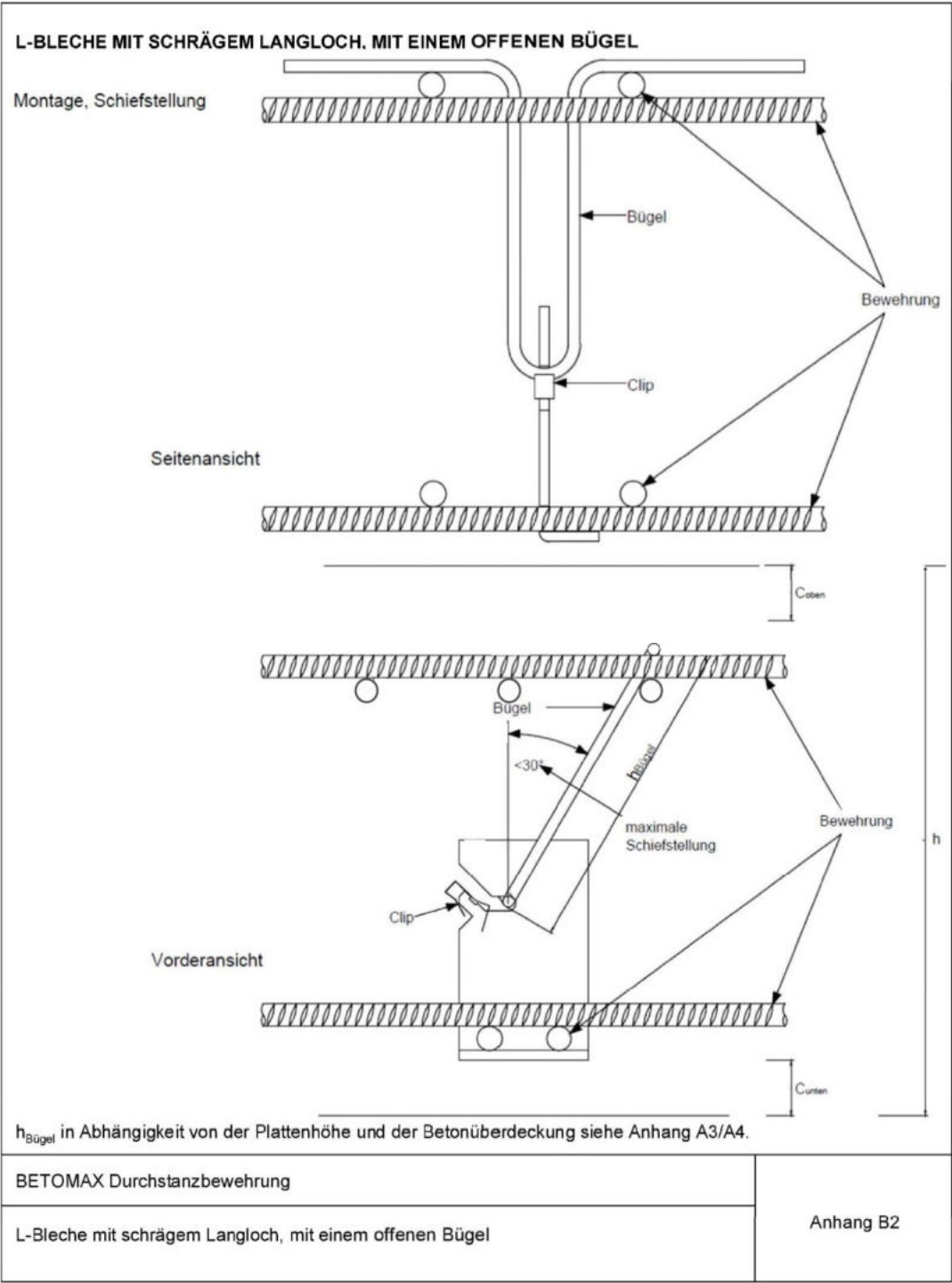
obere Bewehrung in der Mitte kreuzweise Ø 15 mm / 10 cm St 900/1100,

außen jeweils 4 Ø 16 mm / 10 cm BST 500



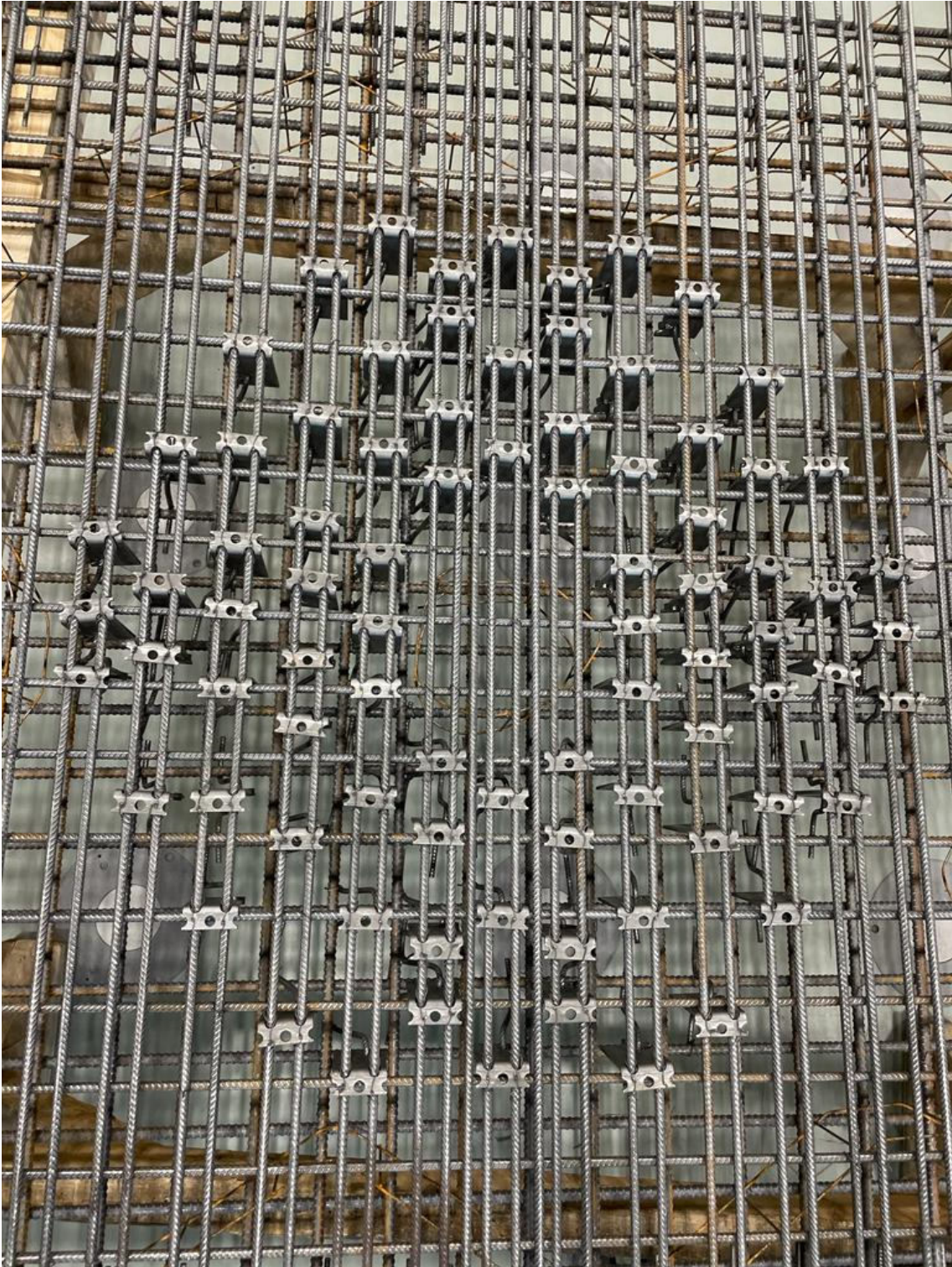
Anordnung der L-Bleche

Die Bügelschenkel werden senkrecht zur obersten Lage der oberen Bewehrung angeordnet.



Einbauprinzip der L-Bleche, mit einem  $\varnothing 8$  mm Bügel

Dokumentation



*Anordnung L-Bleche*

Fangnetzbewehrung 14 Ø 12 mm / 2 schnittig →  $\sum A_s = 31,6 \text{ cm}^2$

Die statische Nutzhöhe  $d$  beträgt 21,5 cm.

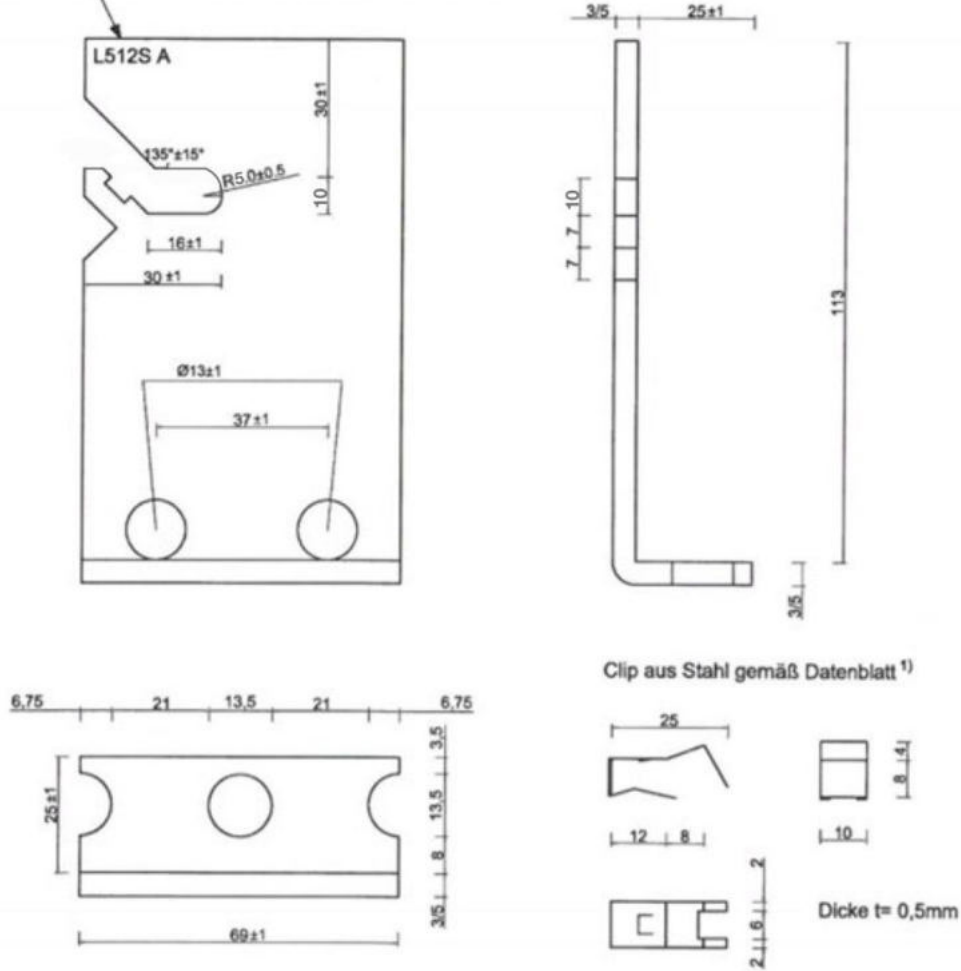


*Biege-Bewehrung*

# Dokumentation

Abmessungen, maximale Tragfähigkeit, Clip

Kennzeichnung  
(Blechtyp-Blechedicke-Ø Bewehrung-Lochtyp-Kürzel Herstellerwerk)

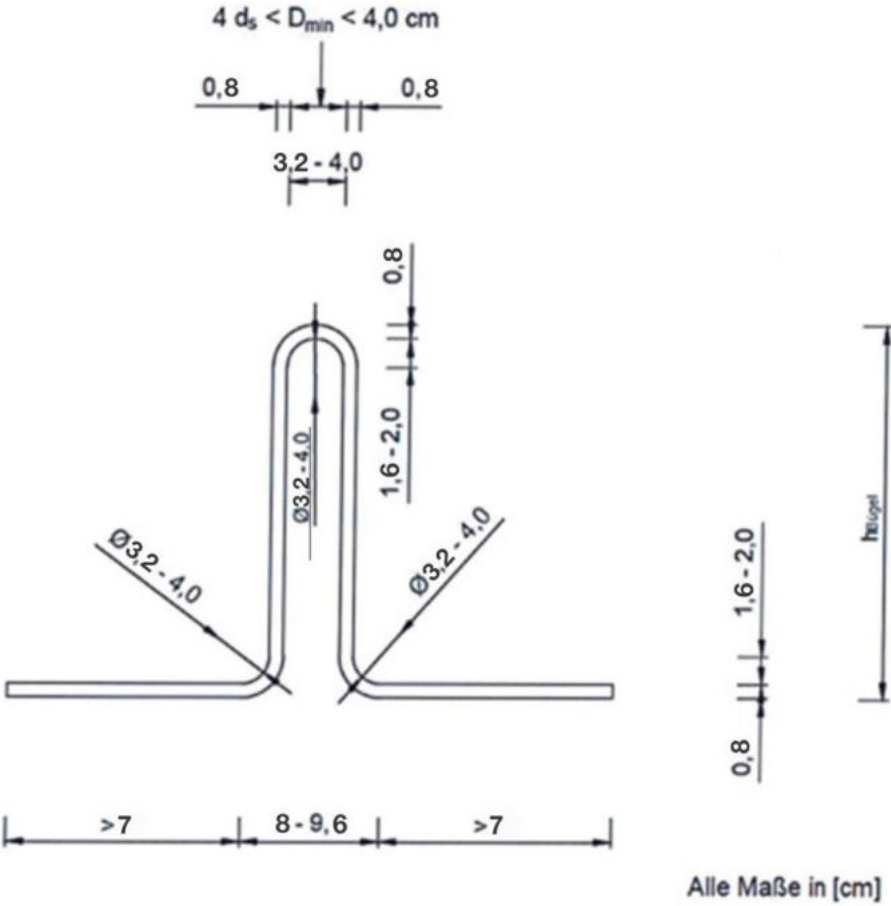


Abmessung der L-Bleche

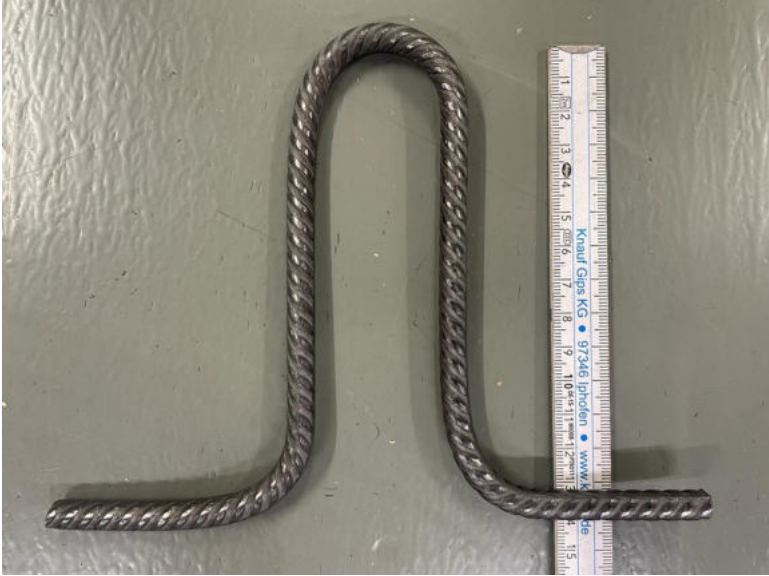


L-Blech mit Clip

Dokumentation



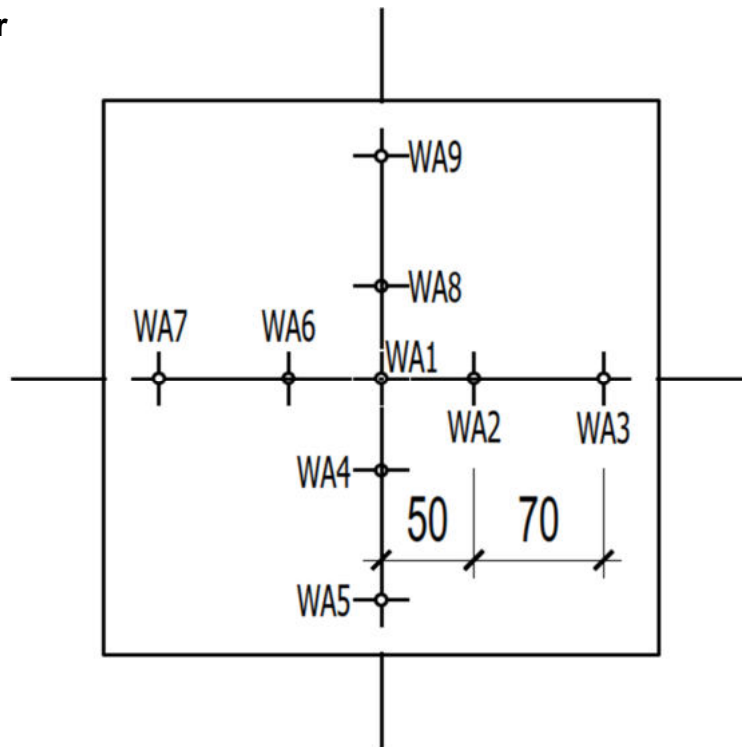
Abmessung der Bügel



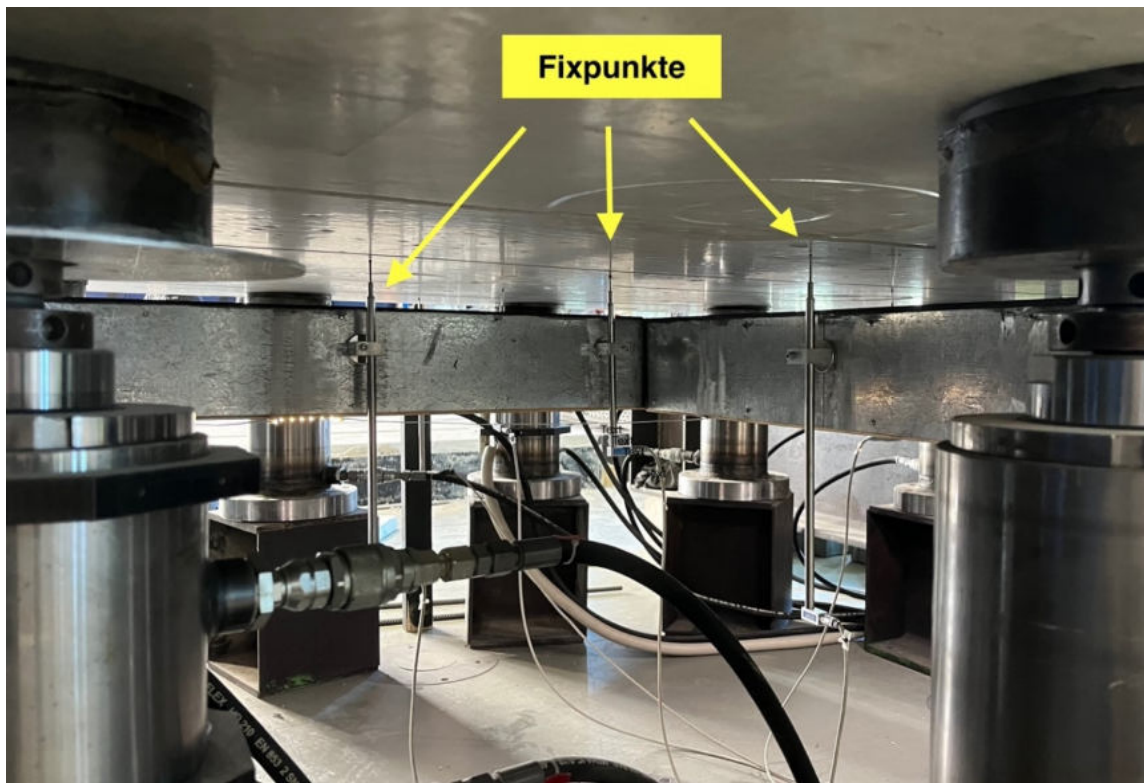
Bügel



## Wegaufnehmer



*Lage der Wegaufnehmer*

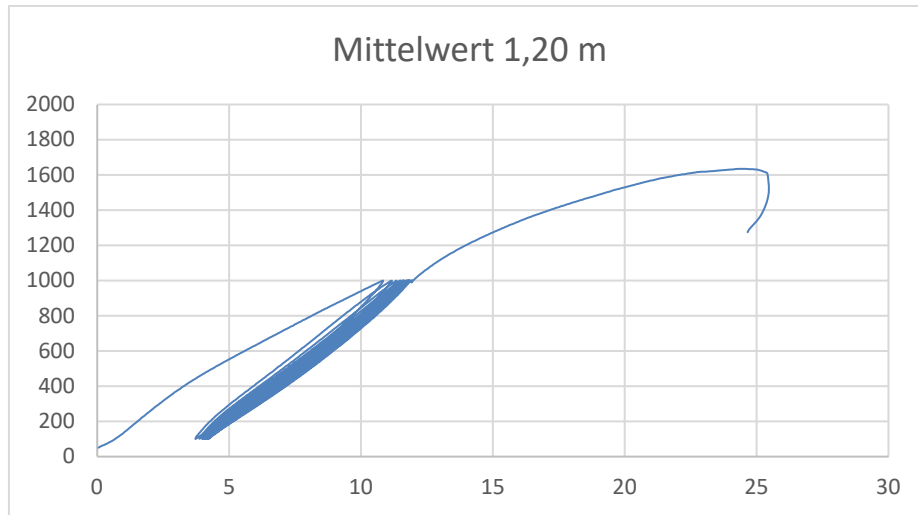


*Wegaufnehmer im eingebauten Zustand*

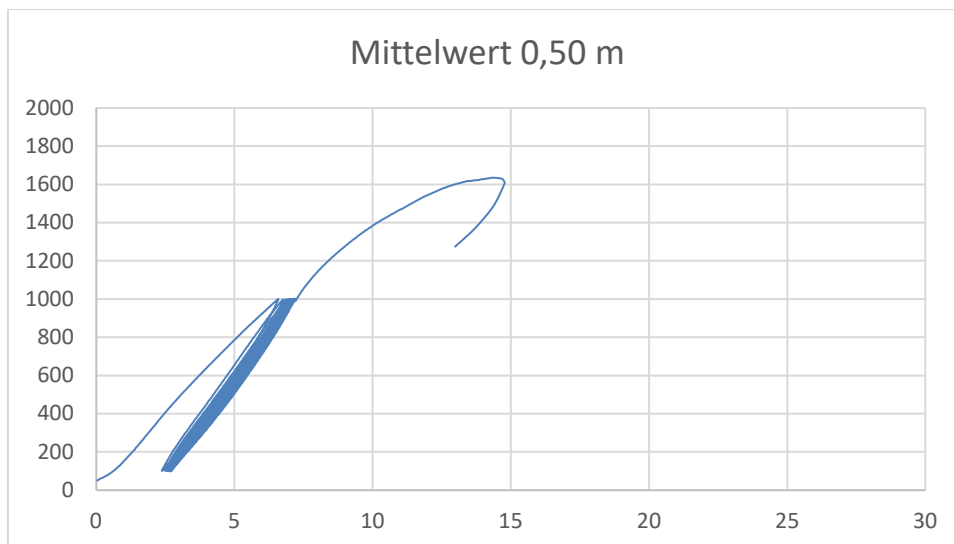
## Last-Verformungsverhalten

Die nachfolgenden Diagramme stellen das Last-Verformungsverhalten graphisch dar.

### Mittelwerte Wegaufnahme

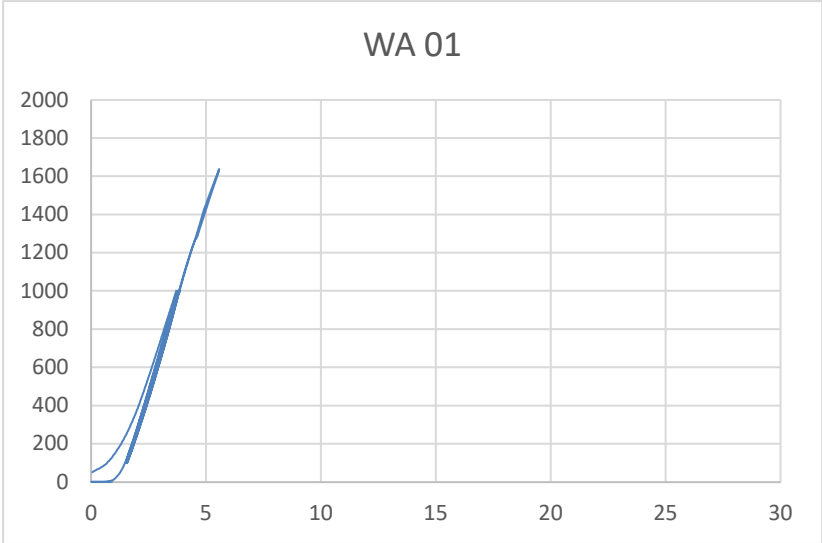


*Mittelwert der Messstellen im Abstand von 1,20 m zur Stützenmitte*



*Mittelwert der Messstellen im Abstand von 0,50 m zur Stützenmitte*

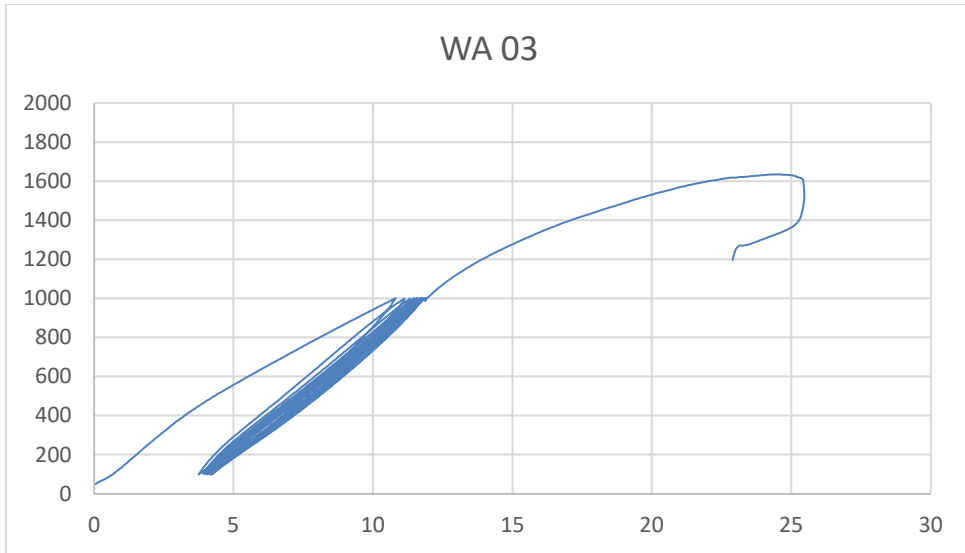
**Einzelwerte Wegaufnehmer**



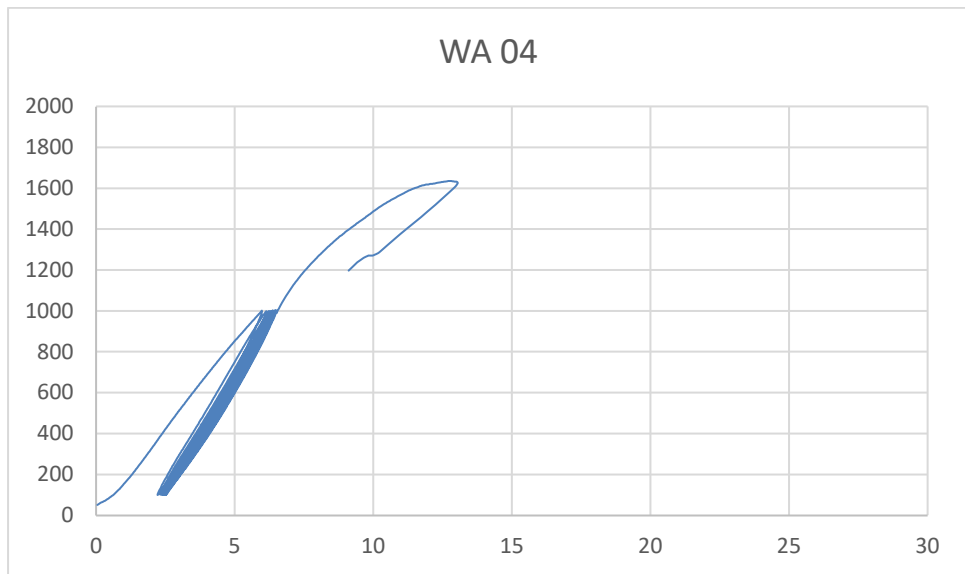
*Wegaufnehmer 01*



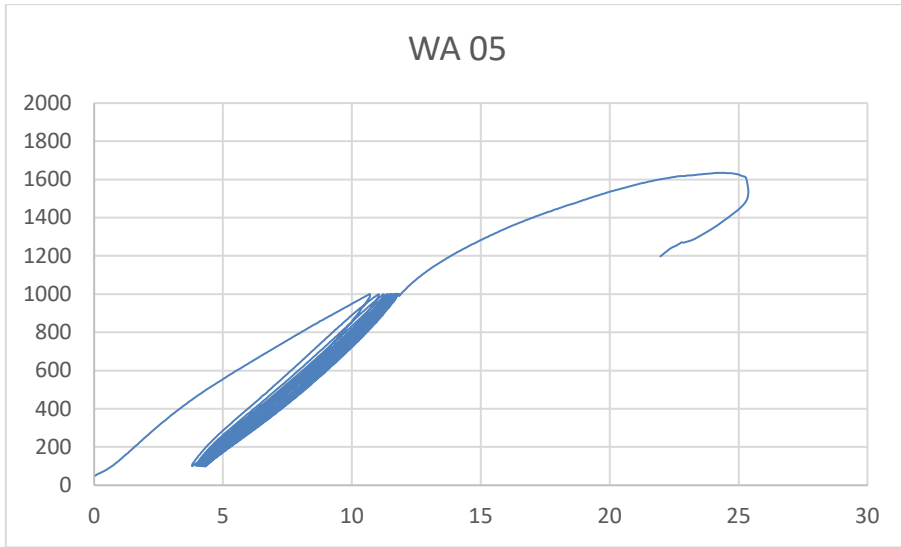
*Wegaufnehmer 02*



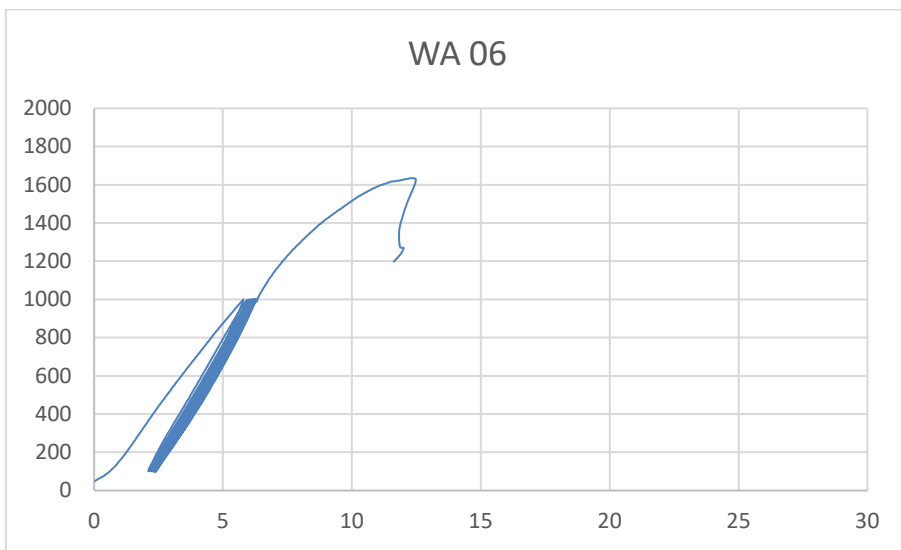
*Wegaufnehmer 03*



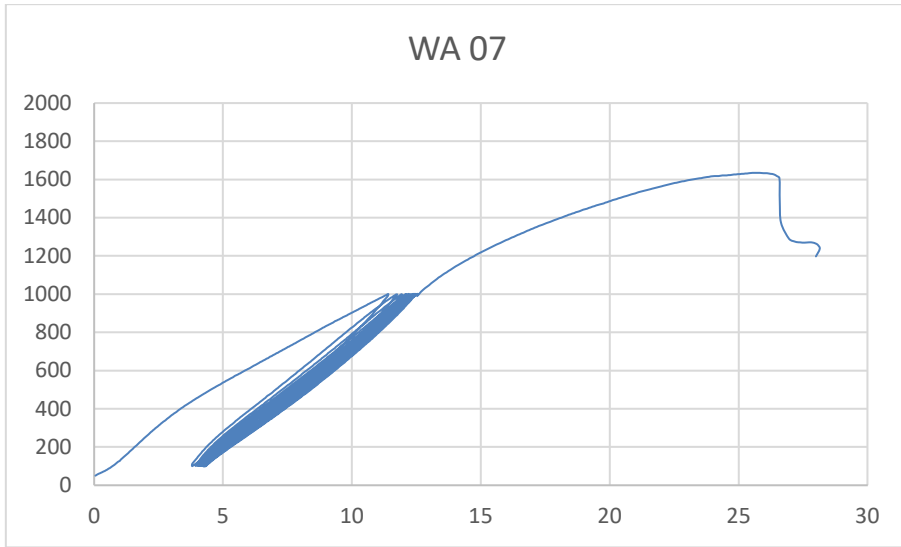
*Wegaufnehmer 04*



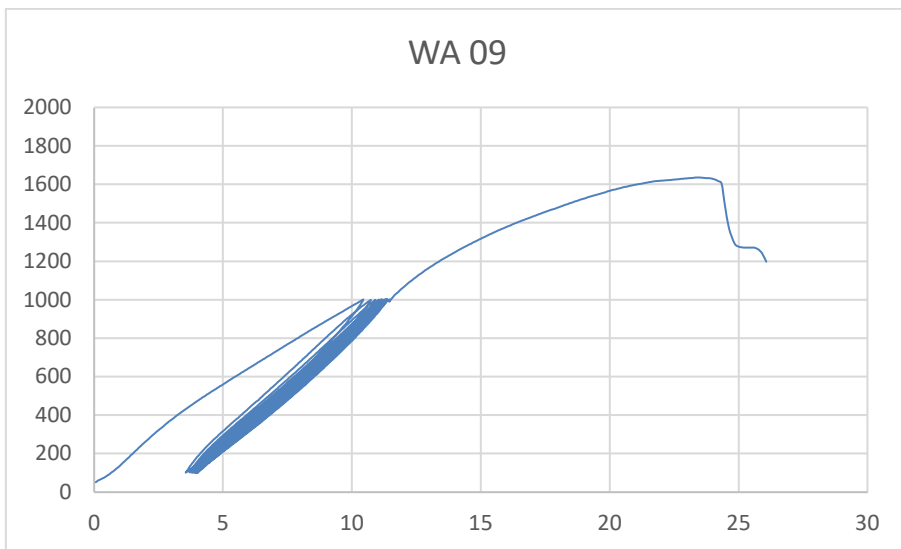
*Wegaufnehmer 05*



*Wegaufnehmer 06*

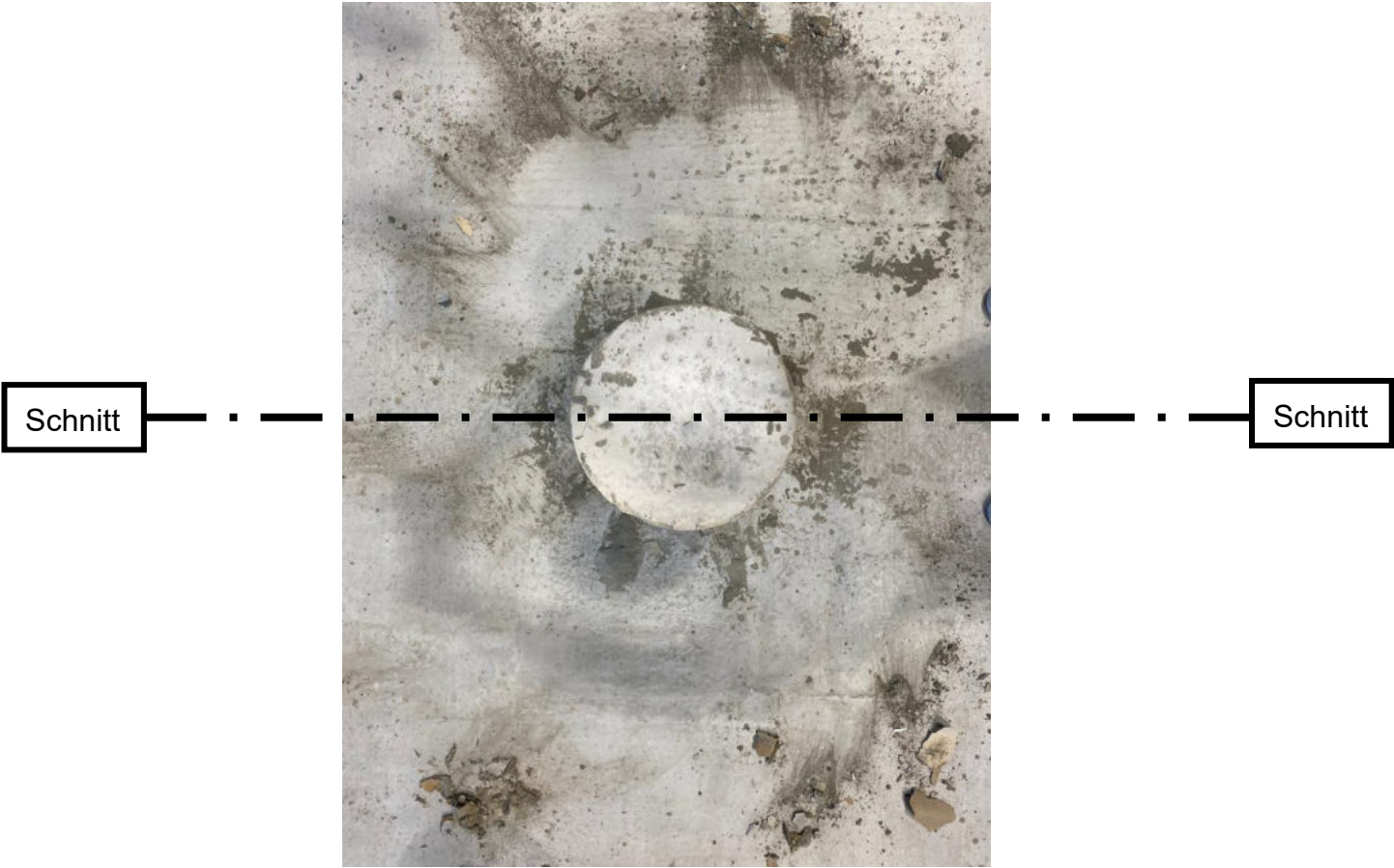


*Wegaufnehmer 07*

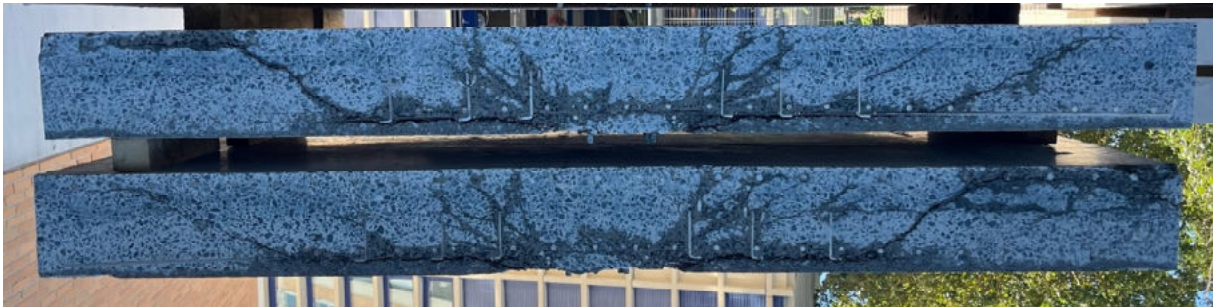


*Wegaufnehmer 09*

**Rissbild**



*Rissverlauf um Stütze*



*Rissverlauf im Schnitt*

## Versuchskörper PJ

$f_{cm,cube}$  : 37,4 [N/mm<sup>2</sup>]

$V_{Test}$  : 1666 [kN]

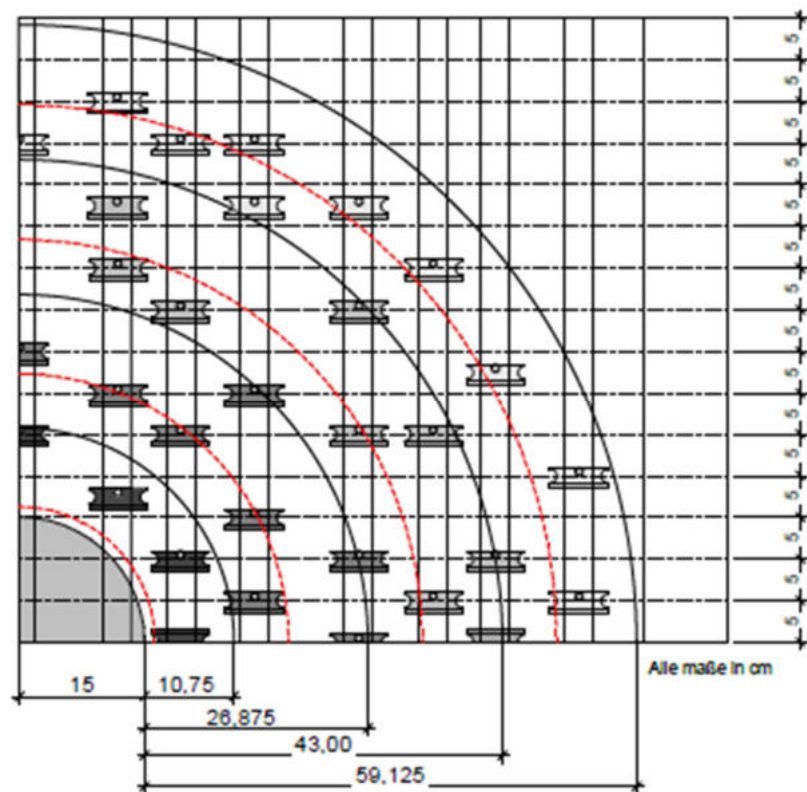
### Anordnung und Abmessung der L-Bleche

112 L-Bleche à 5 mm mit einem Bügel

Mit senkrechter Anordnung der Bügelschenkel zur obersten Lage der oberen Bewehrung.

untere Bewehrung kreuzweise  $\varnothing$  12 mm / 10 cm BST 500

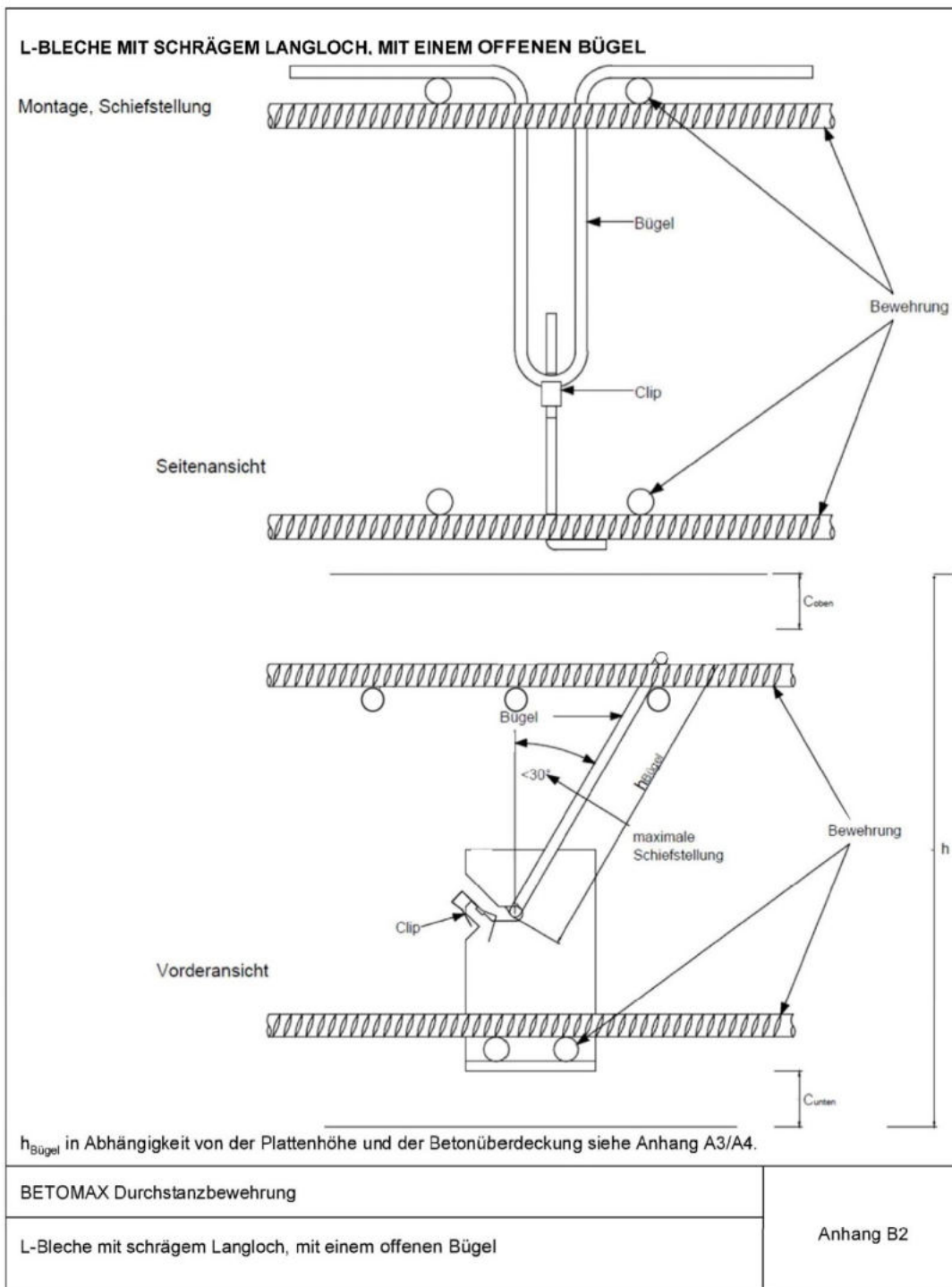
obere Bewehrung kreuzweise  $\varnothing$  15 mm St 900/1100 im mittleren Bereich und 4  $\varnothing$  16 mm / 10 cm BST 500 an den Rändern der Platte



Anordnung der L-Bleche



Die Bügelschenkel werden senkrecht zur obersten Lage der oberen Bewehrung angeordnet.



Einbauprinzip der L-Bleche, mit einem  $\varnothing 8$  mm Bügel

## Dokumentation



*Anordnung L-Bleche*

Fangnetzbewehrung 10 Ø 12 mm / 2 schnittig →  $\sum A_s = 22,61 \text{ cm}^2$  Die statische Nutzhöhe  $d$  beträgt 21,5 cm.

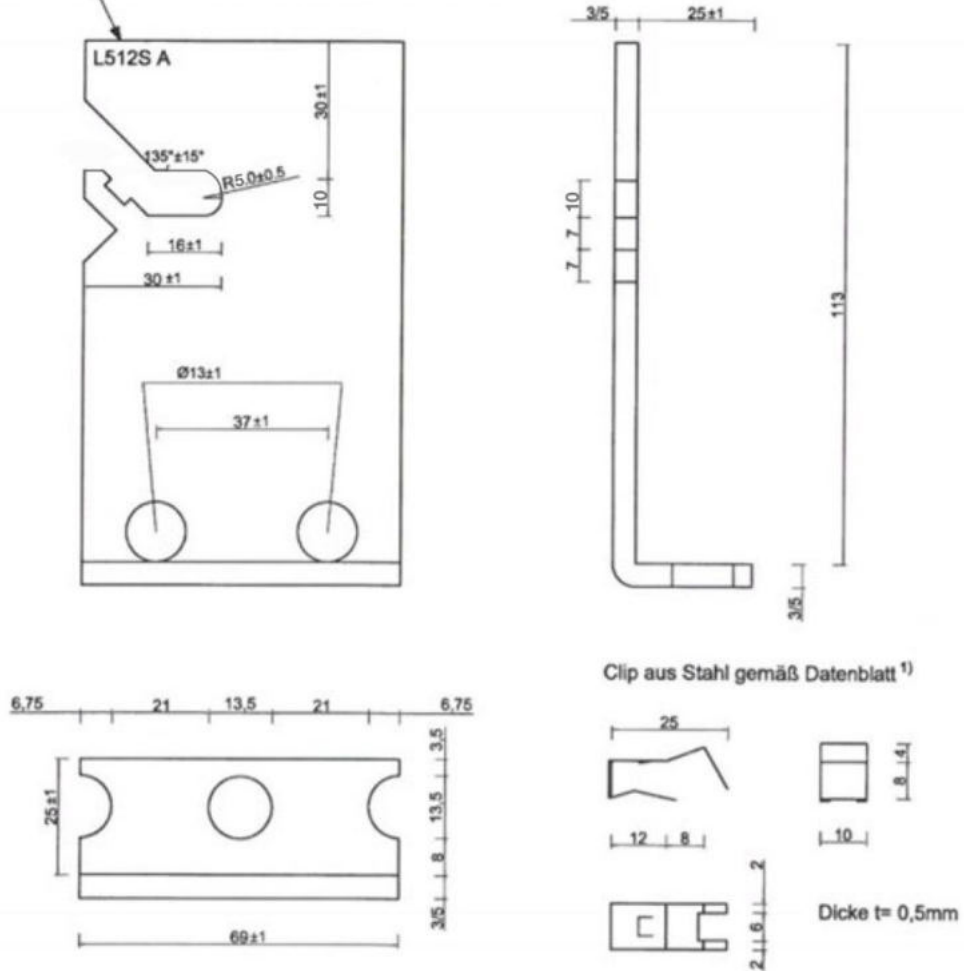


*Durchstanzbewehrung*

# Dokumentation

Abmessungen, maximale Tragfähigkeit, Clip

Kennzeichnung  
(Blechtyp-Blechedicke-Ø Bewehrung-Lochtyp-Kürzel Herstellerwerk)

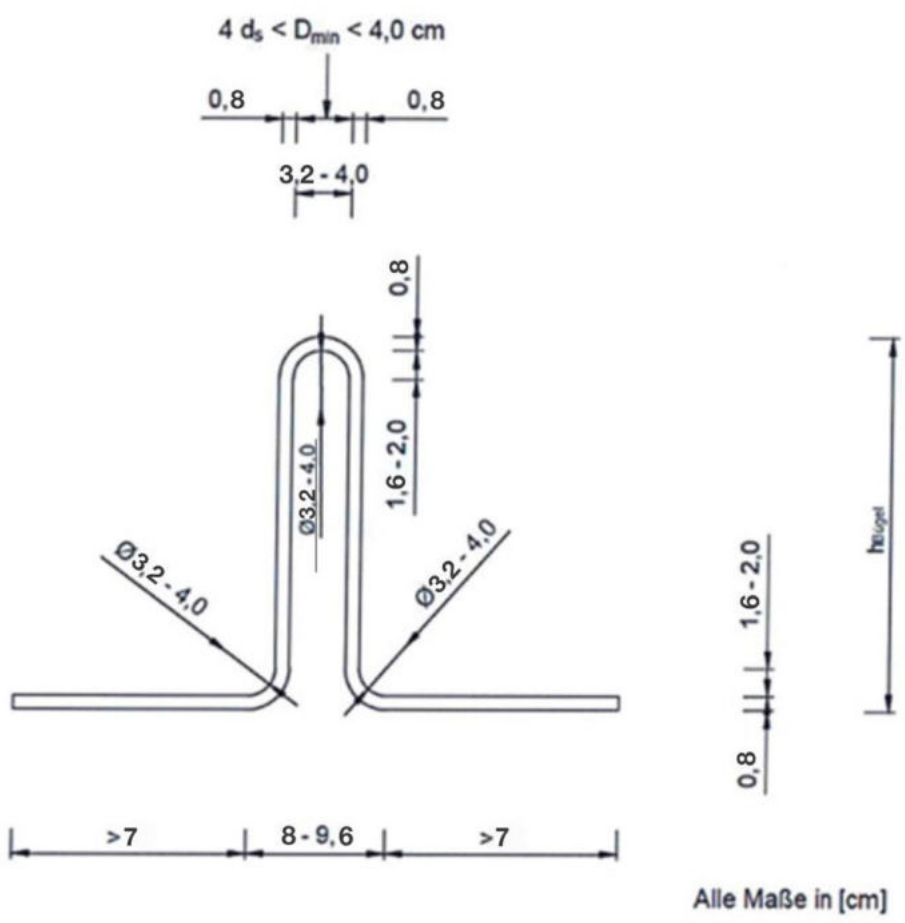


Abmessung der L-Bleche

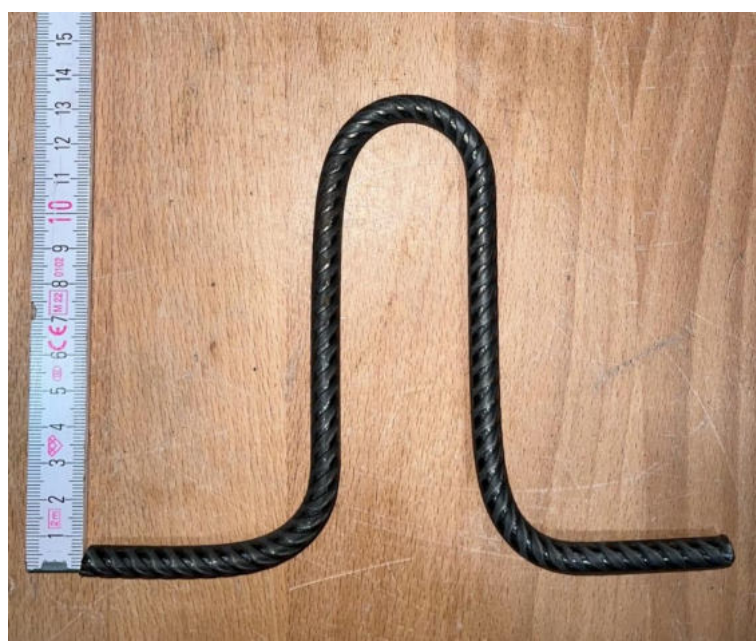


L-Blech L512S E

Dokumentation

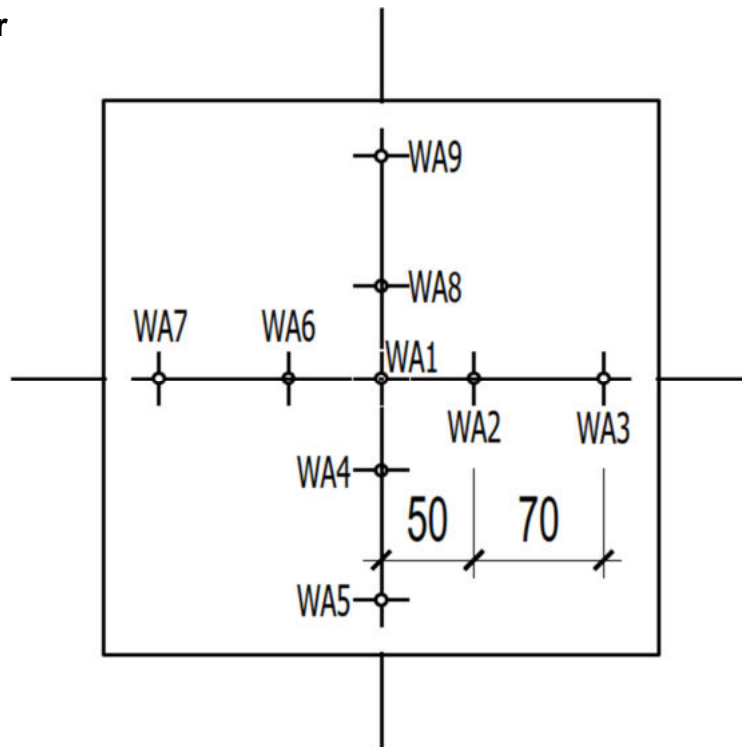


Abmessung der Bügel



Bügel

## Wegaufnehmer



*Lage der Wegaufnehmer*

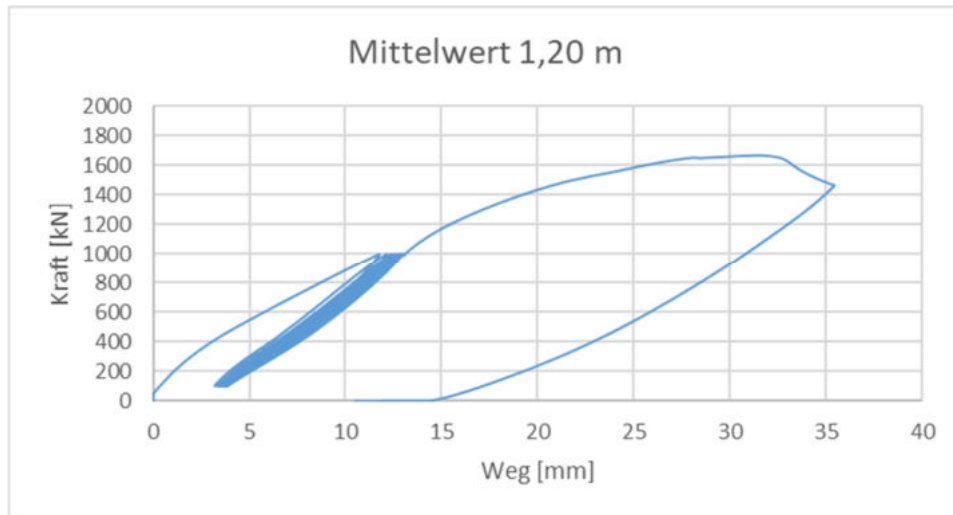


*Wegaufnehmer im eingebauten Zustand*

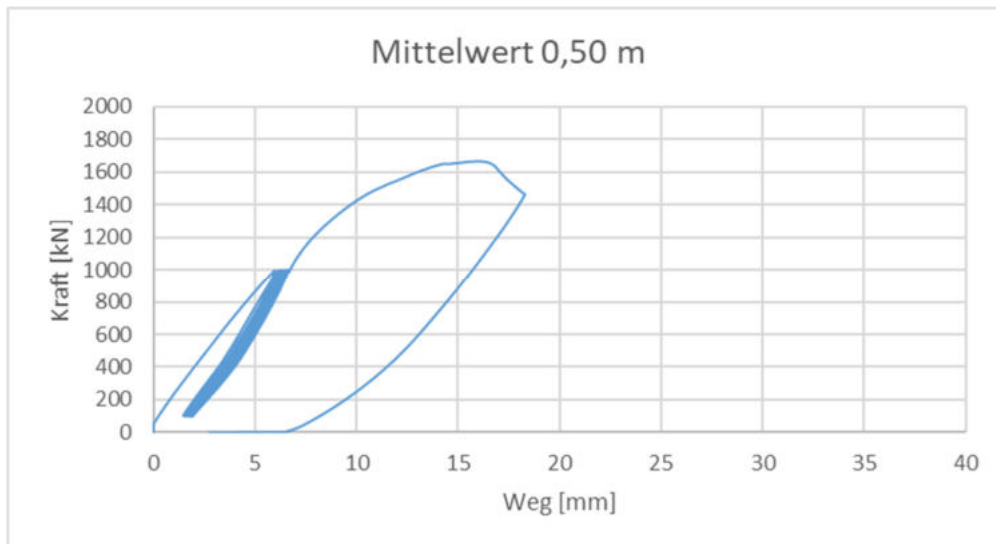
## Last-Verformungsverhalten

Die nachfolgenden Diagramme stellen das Last-Verformungsverhalten graphisch dar.

### Mittelwerte Wegaufnehmer

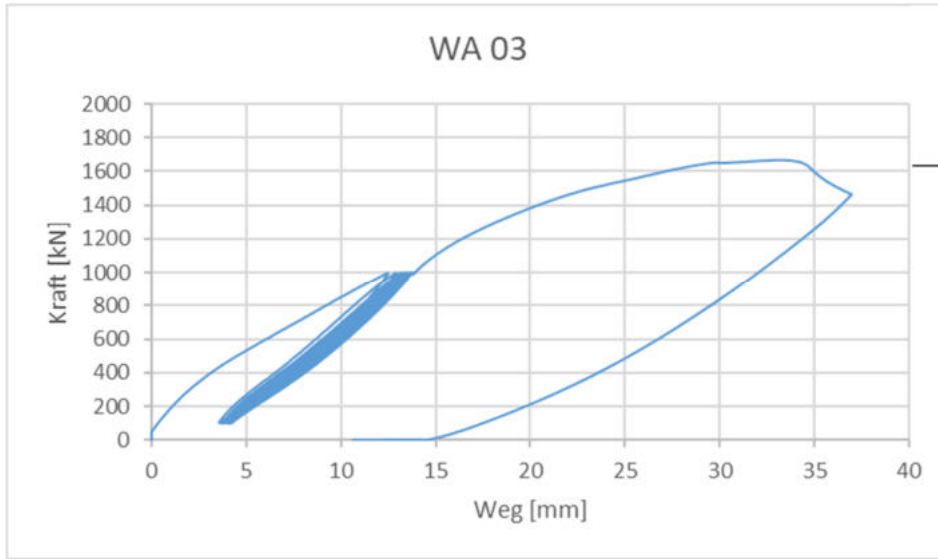


Mittelwert der Messstellen im Abstand von 1,20 m zur Stützenmitte

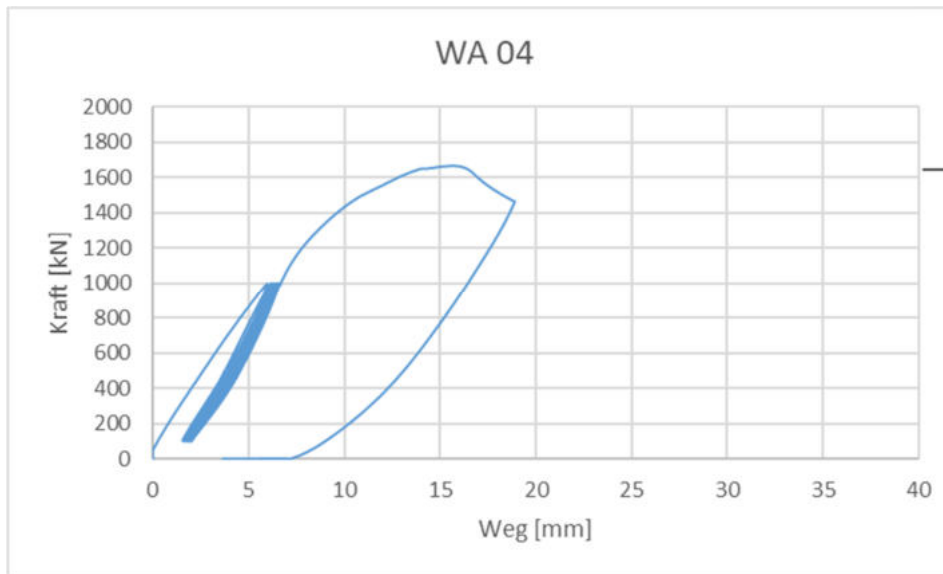


Mittelwert der Messstellen im Abstand von 0,50 m zur Stützenmitte

# Einzelwerte Wegaufnehmer

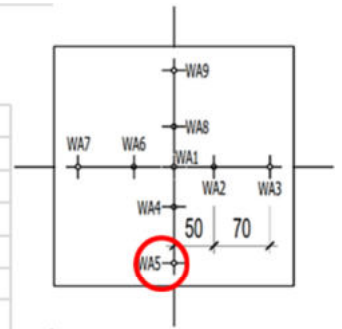
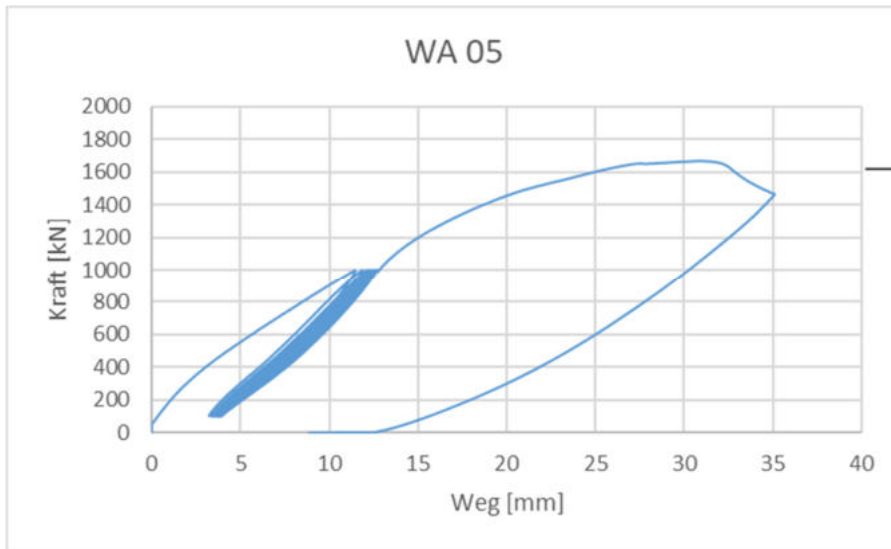


Wegaufnehmer 03

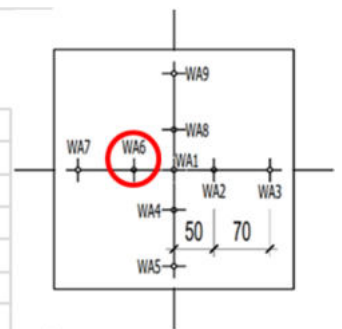
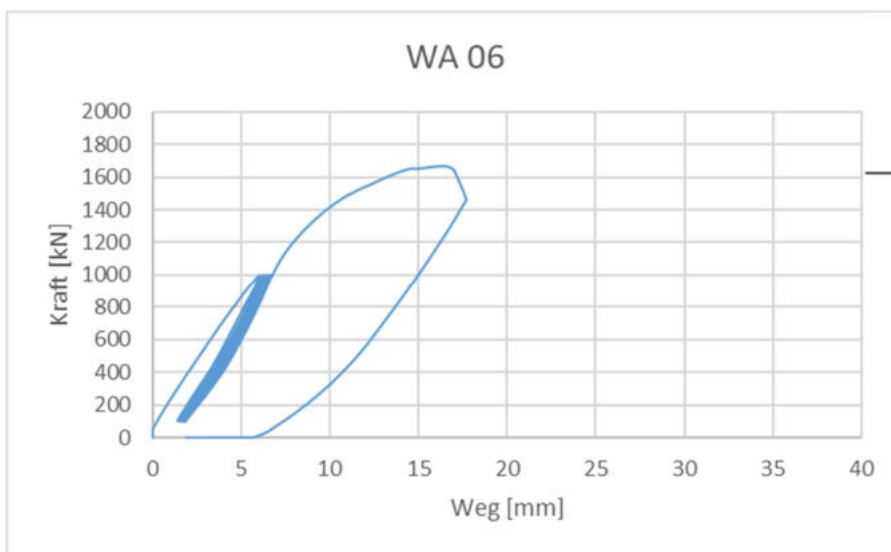


Wegaufnehmer 04

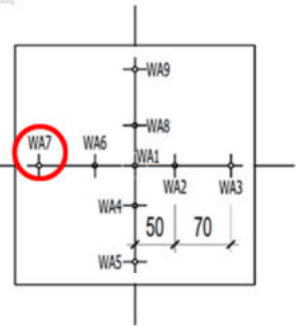
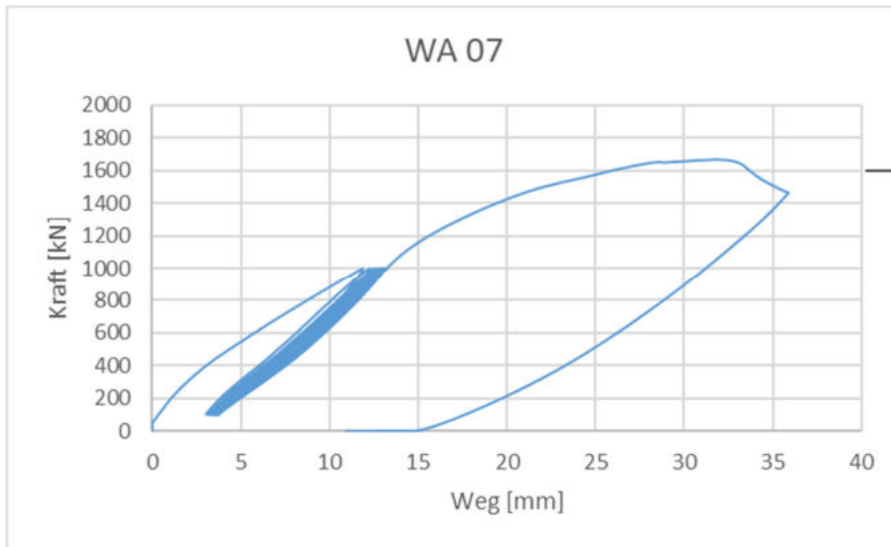




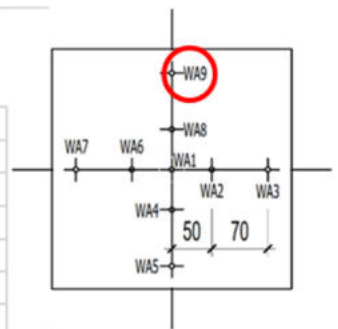
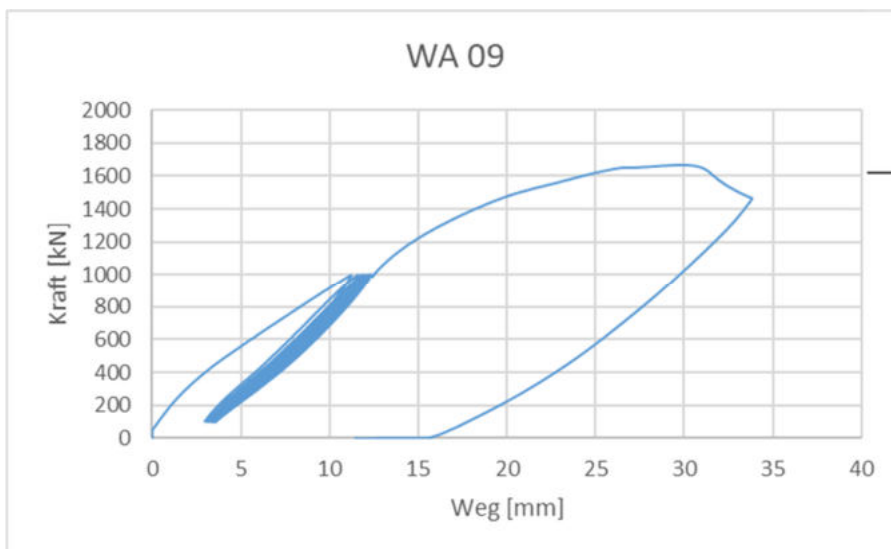
*Wegaufnehmer 05*



*Wegaufnehmer 06*



*Wegaufnehmer 07*



*Wegaufnehmer 09*

**Rissverlauf**



*Rissverlauf im Schnitt*

## Versuchskörper PK

$f_{cm,cube}$  : 37,40 [N/mm<sup>2</sup>]

$V_{Test}$  : 987,50 [kN]

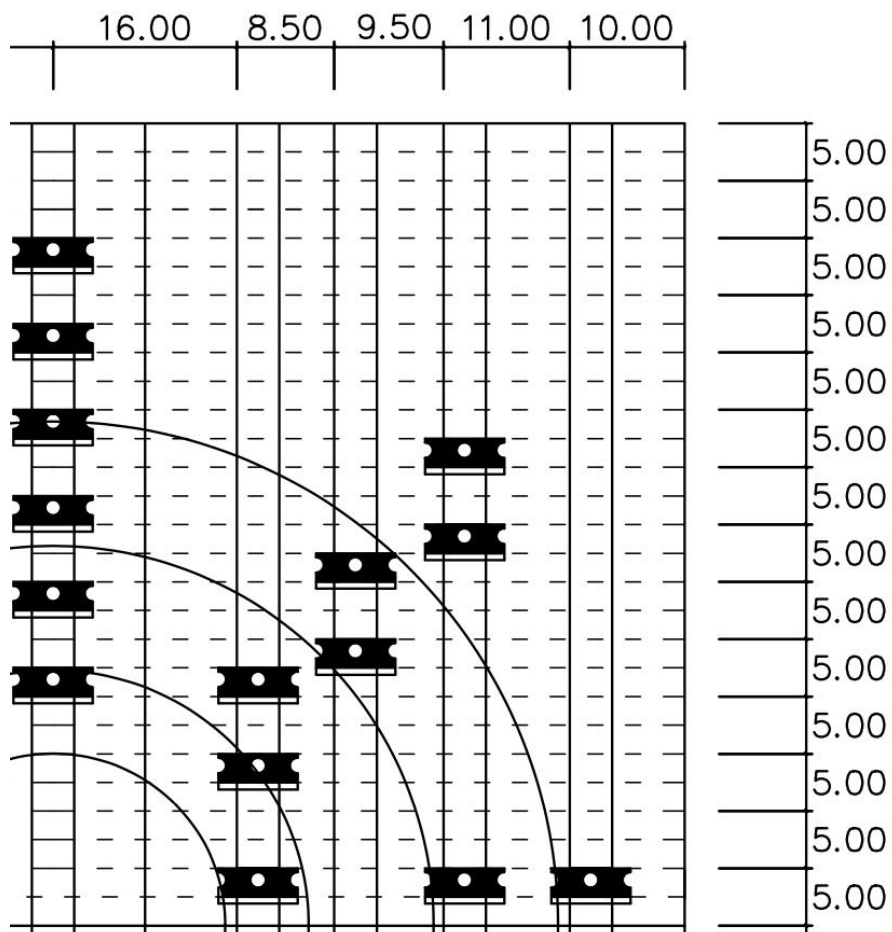
### Anordnung und Abmessung der L-Bleche

48 L-Bleche à 5 mm mit zwei Ø 6 mm Bügel

Mit senkrechter Anordnung der Bügelschenkel zur obersten Lage der oberen Bewehrung.

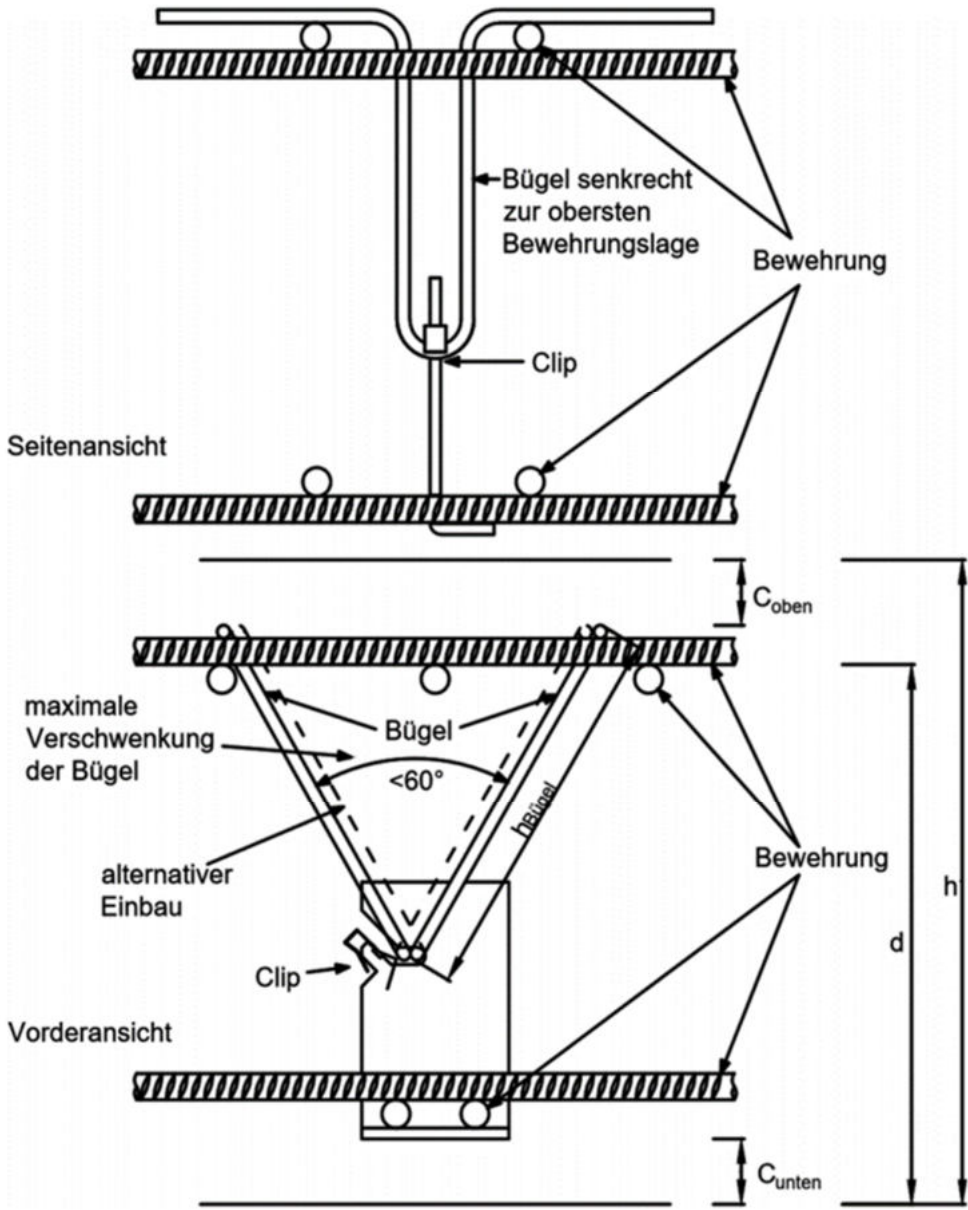
untere Bewehrung kreuzweise Ø 12 mm / 10 cm BST 500

obere Bewehrung kreuzweise Ø 15 mm / 10 cm St 900/1100



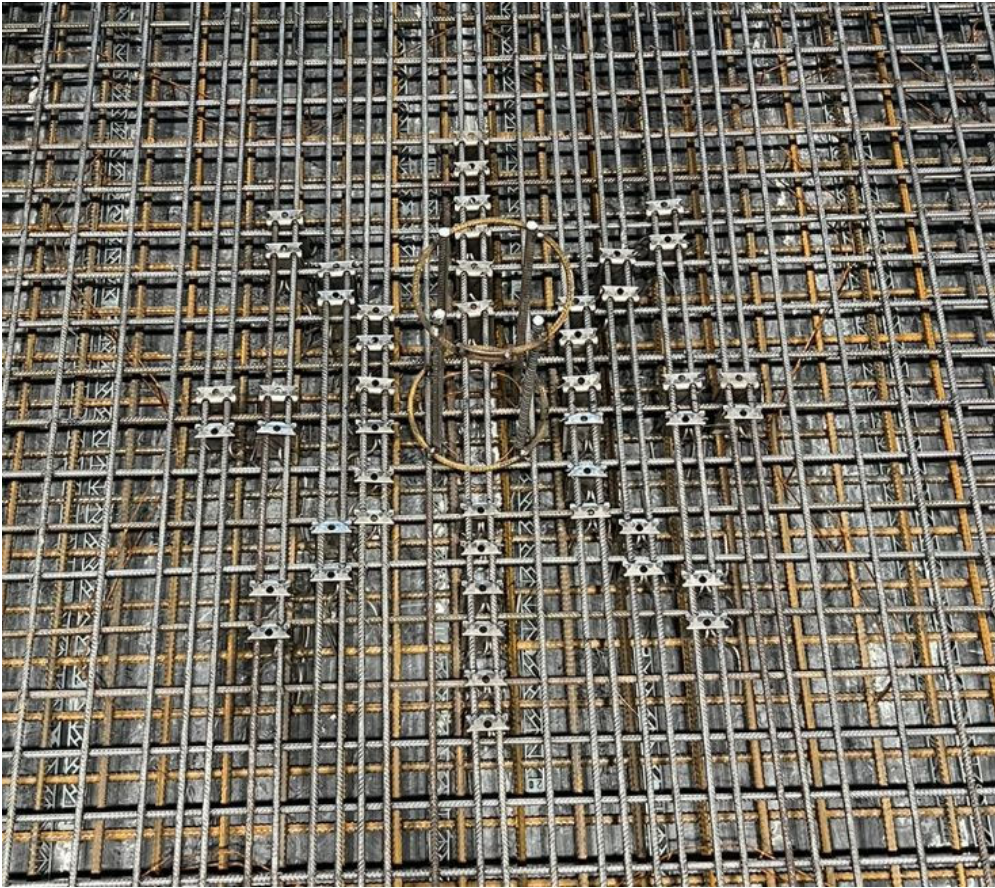
Anordnung der L-Bleche

Die Bügelschenkel werden senkrecht zur obersten Lage der oberen Bewehrung angeordnet.



Einbauprinzip der L-Bleche, mit zwei Ø 6

## Dokumentation



*Anordnung L-Bleche*

Fangnetzbewehrung 7 Ø 12 mm / 2 schnittig →  $\sum A_s = 15,80 \text{ cm}^2$

Die statische Nutzhöhe  $d$  beträgt 14,5 cm.

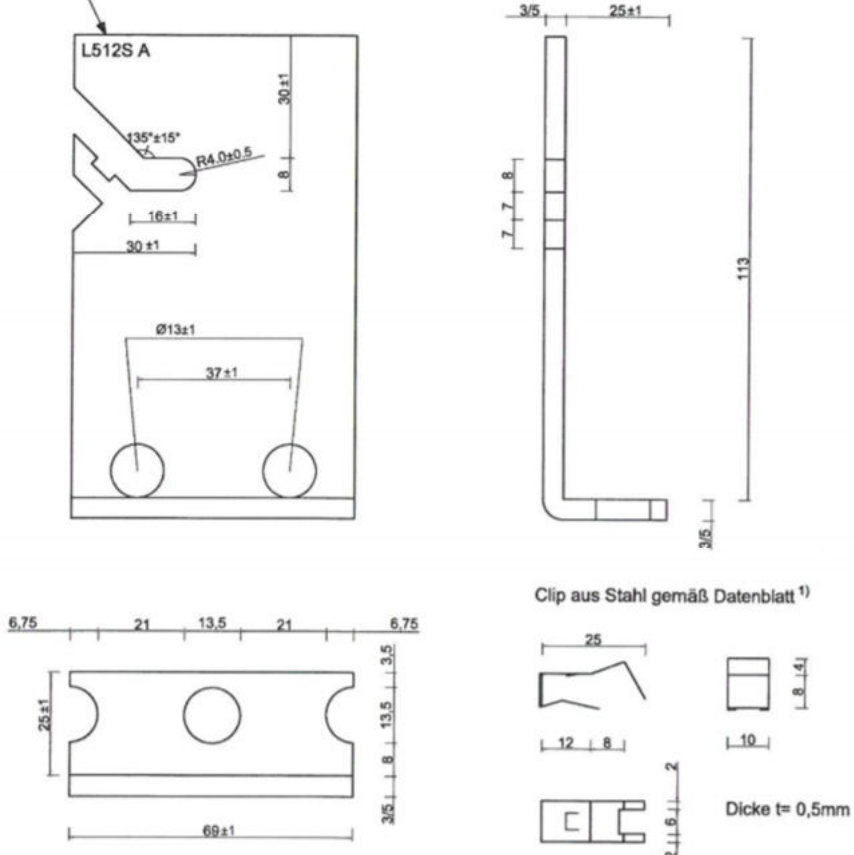


*Biege-Bewehrung*

# Dokumentation

Abmessungen, maximale Tragfähigkeit, Clip

Kennzeichnung  
(Blechtyp-Blechedicke-Ø Bewehrung-Lochtyp-Kürzel Herstellerwerk)

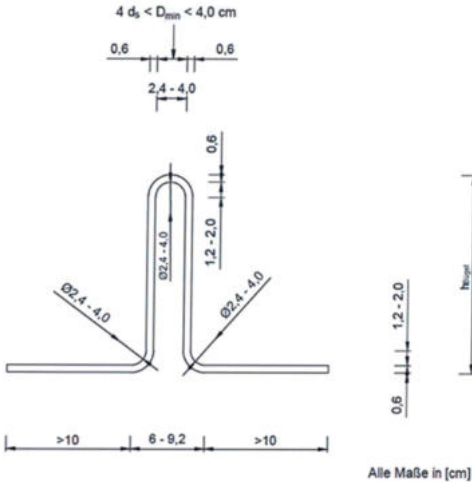


Abmessung der L-Bleche

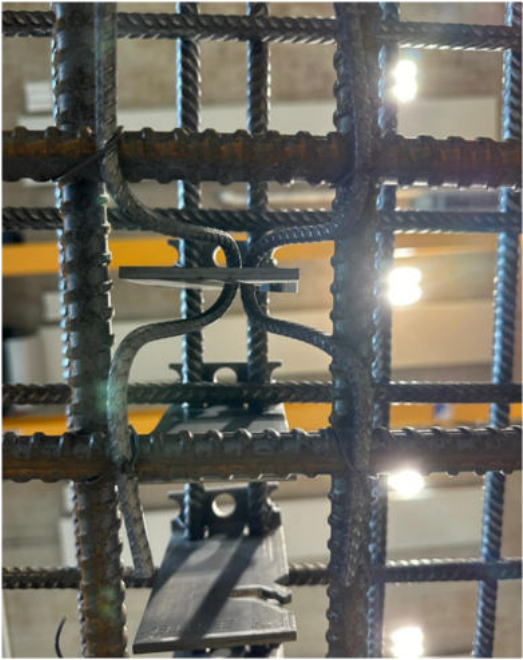


L-Blech

Dokumentation

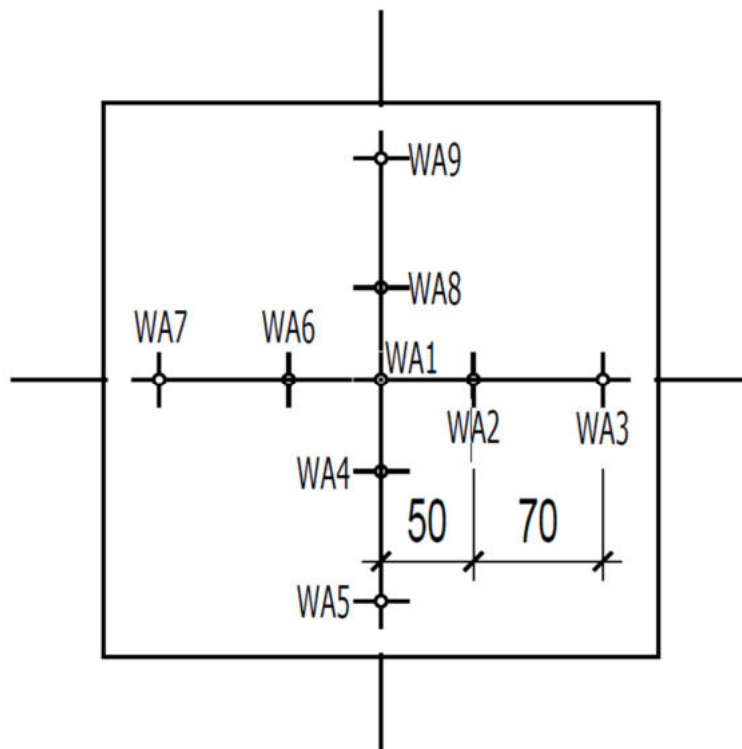


Abmessung der Bügel

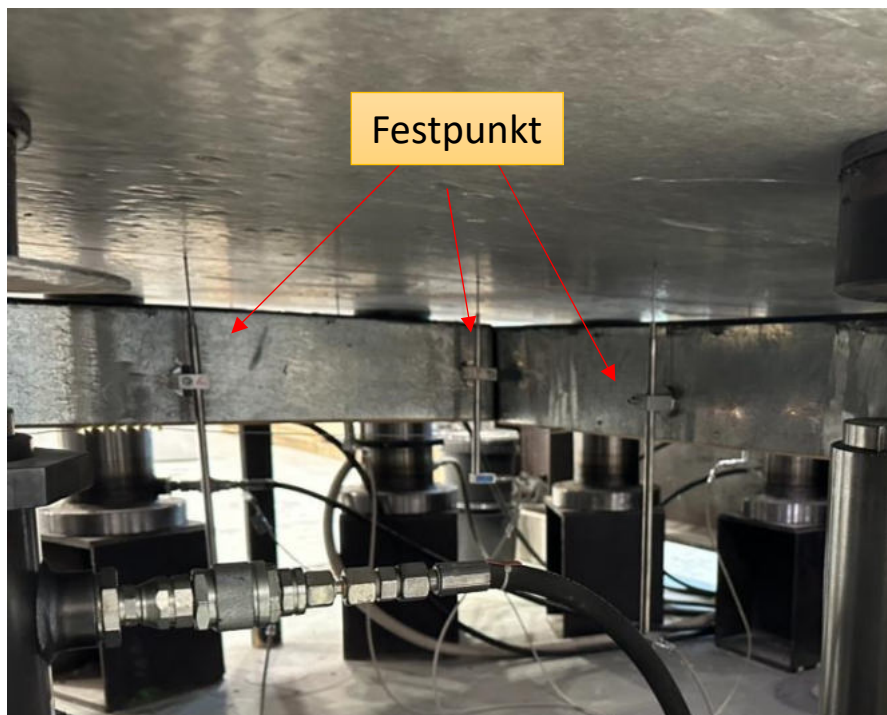




## Wegaufnehmer



*Lage der Wegaufnehmer*

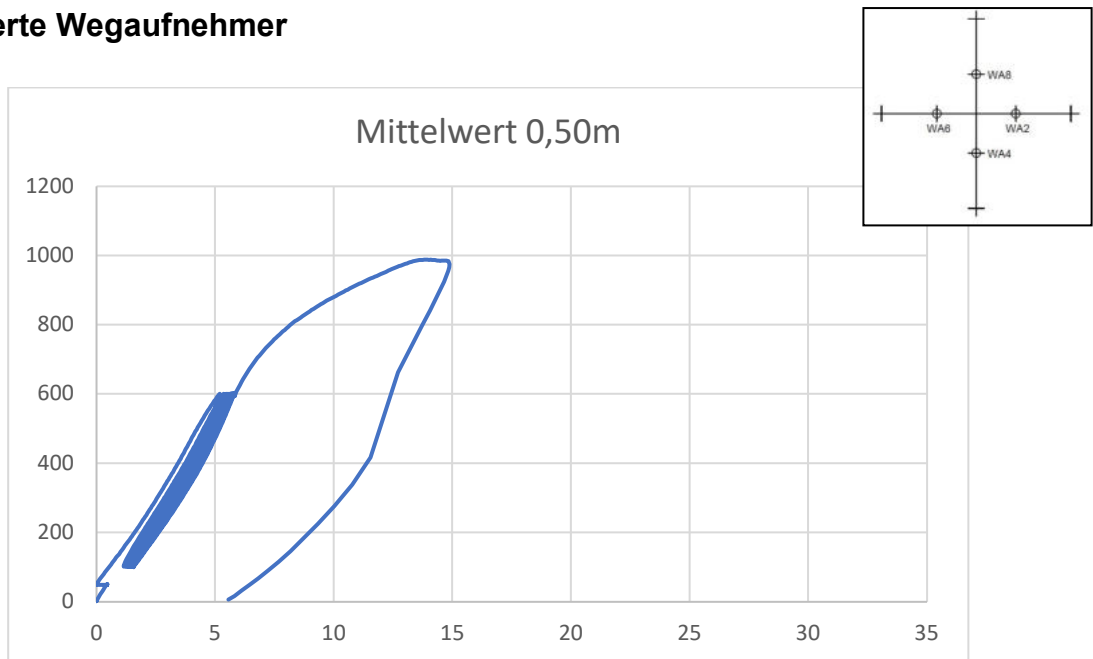


*Wegaufnehmer im eingebauten Zustand*

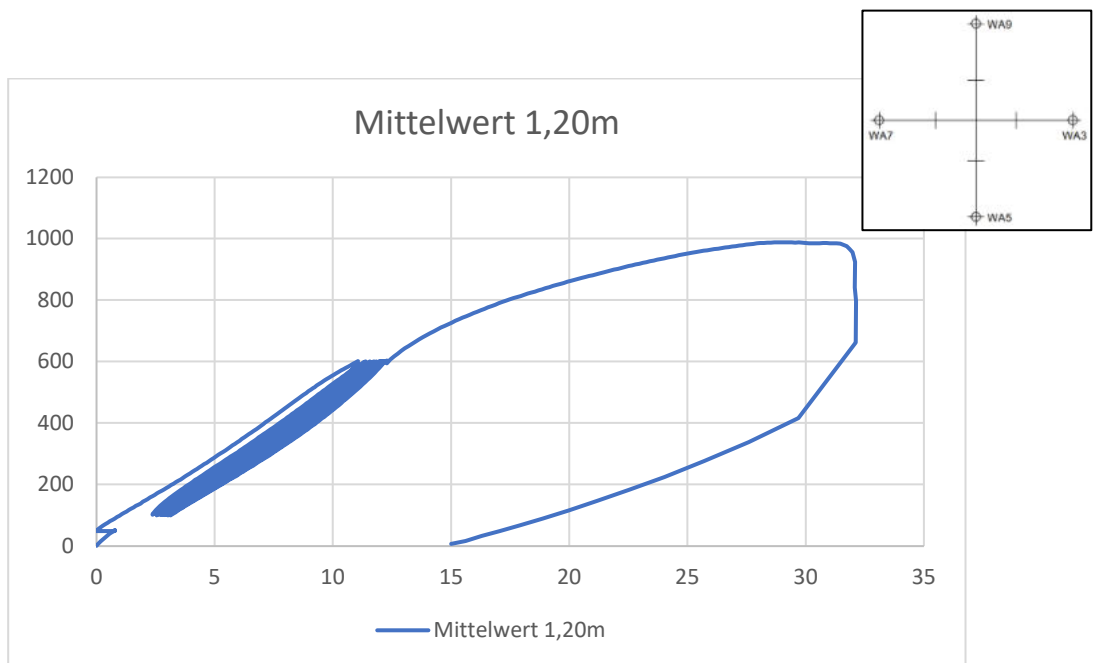
## Last-Verformungsverhalten

Die nachfolgenden Diagramme stellen das Last-Verformungsverhalten graphisch dar.

### Mittelwerte Wegaufnahme

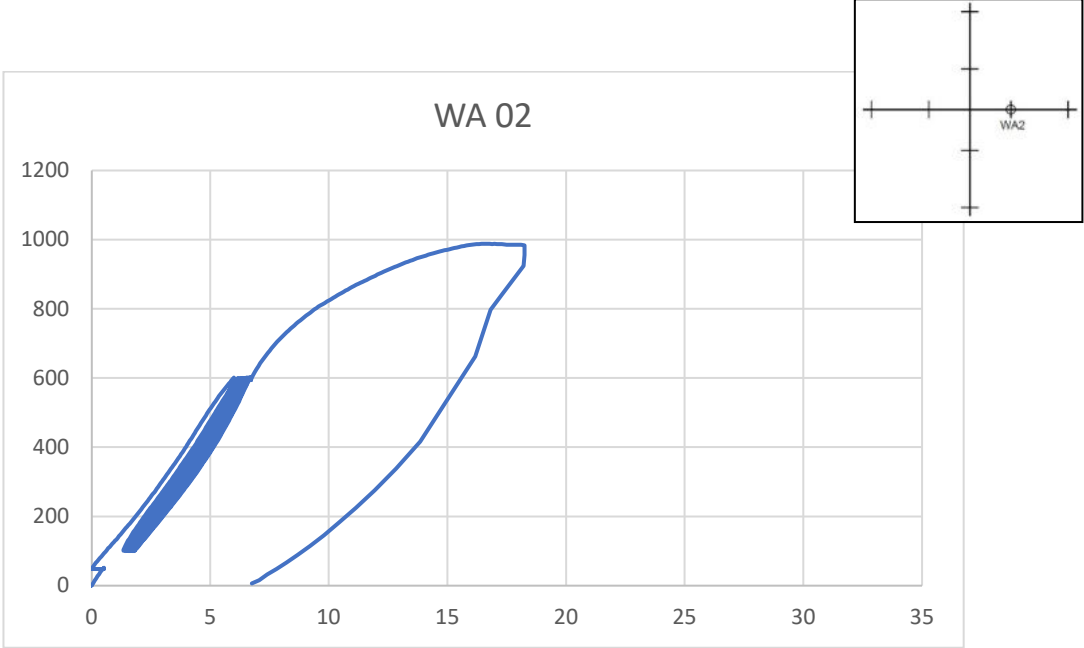


Mittelwert der Messstellen im Abstand von 0,50 m zur Stützenmitte

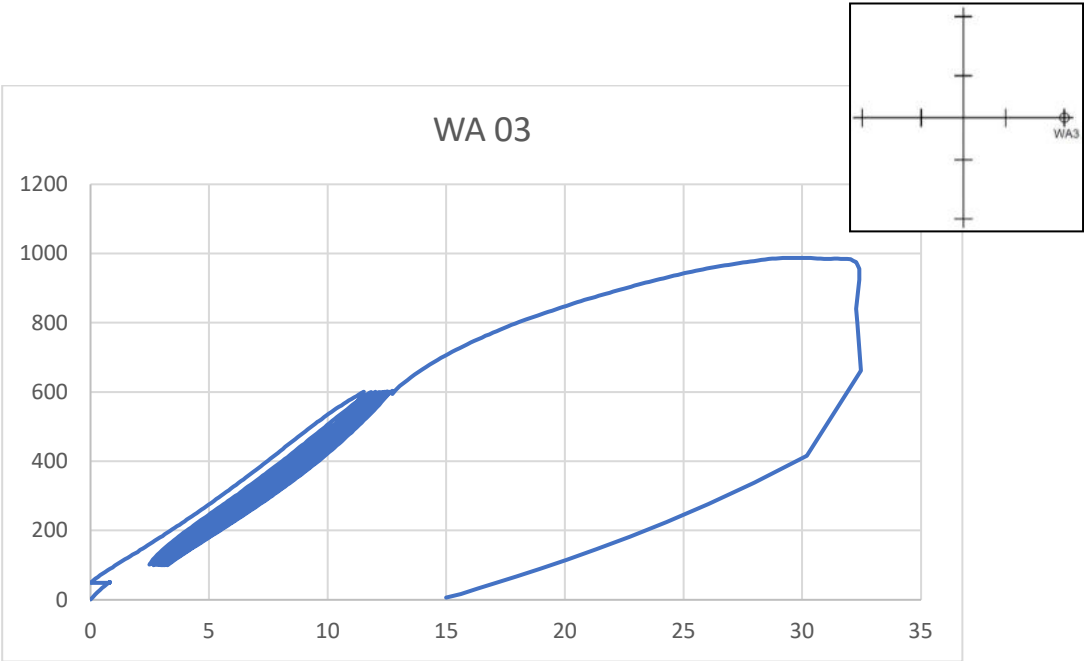


Mittelwert der Messstellen im Abstand von 1,20 m zur Stützenmitte

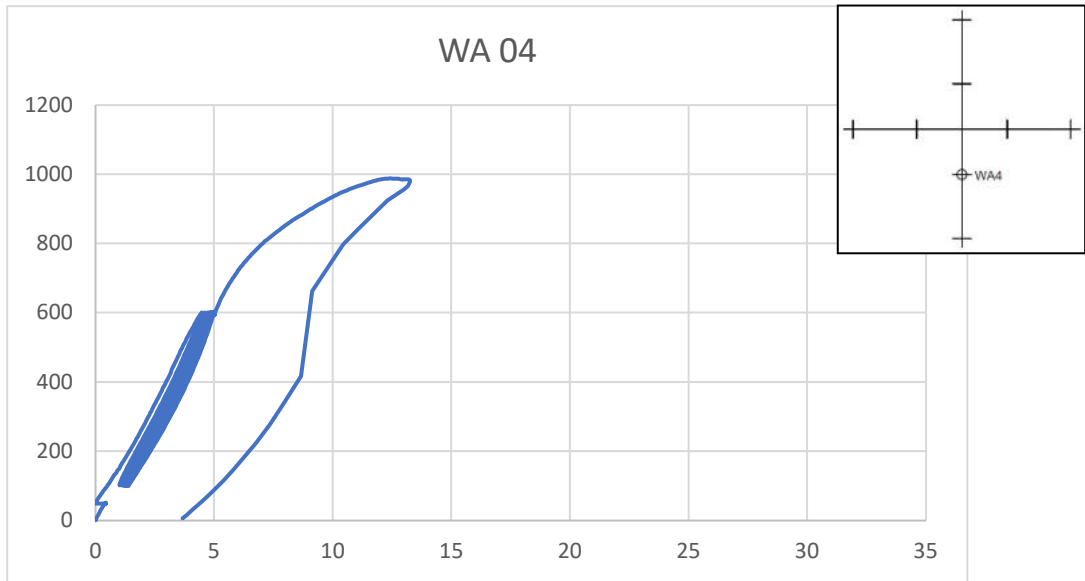
# Einzelwerte Wegaufnehmer



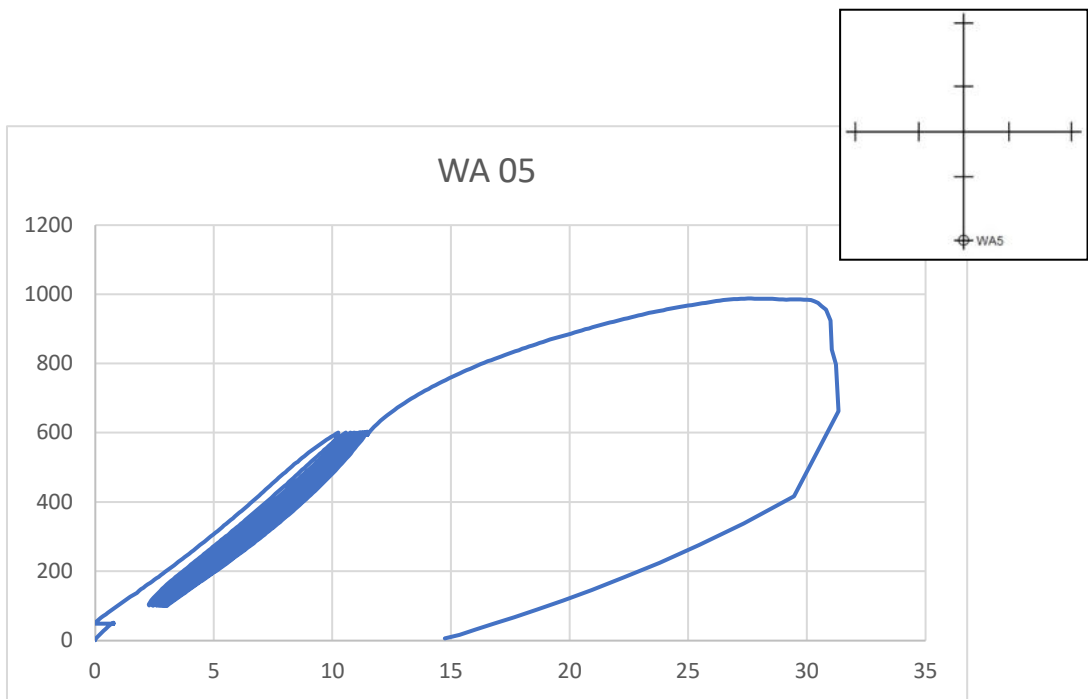
Wegaufnehmer 02



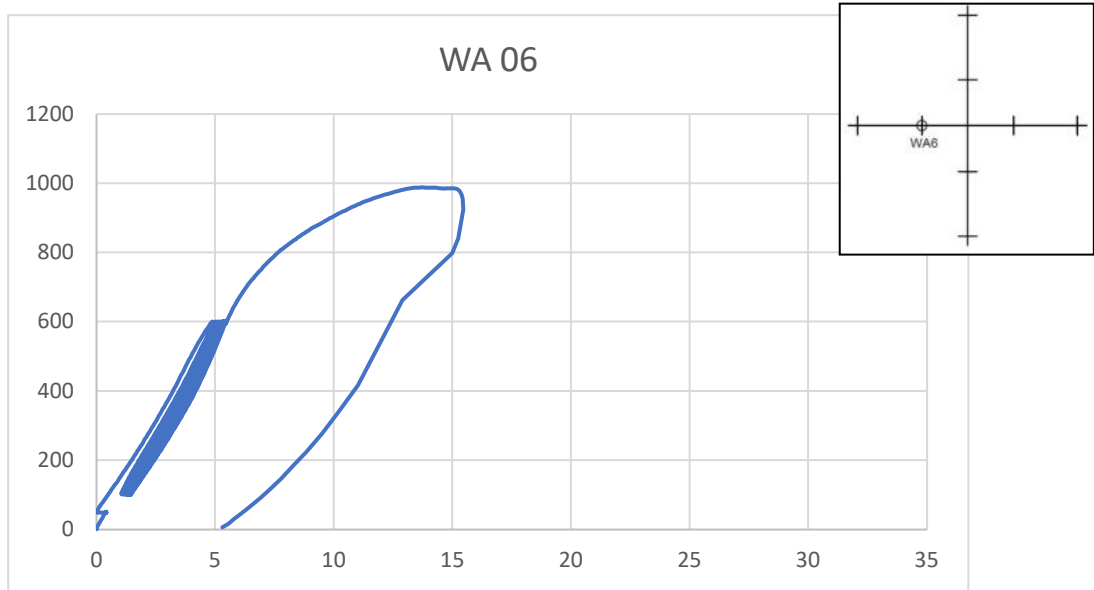
Wegaufnehmer 03



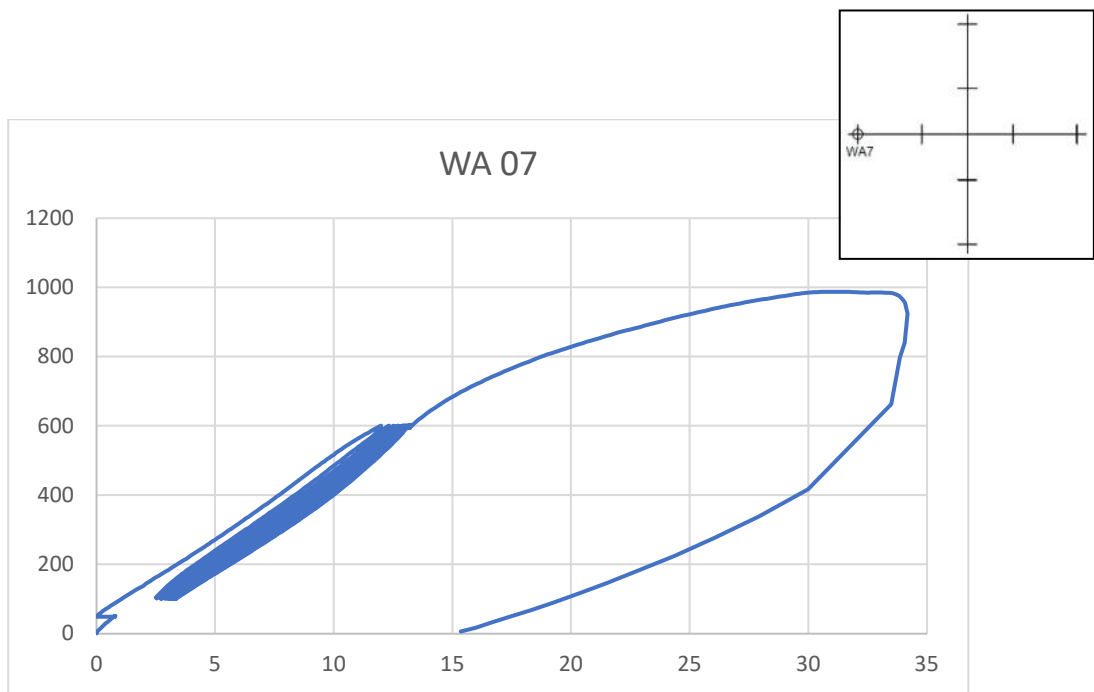
*Wegaufnehmer 04*



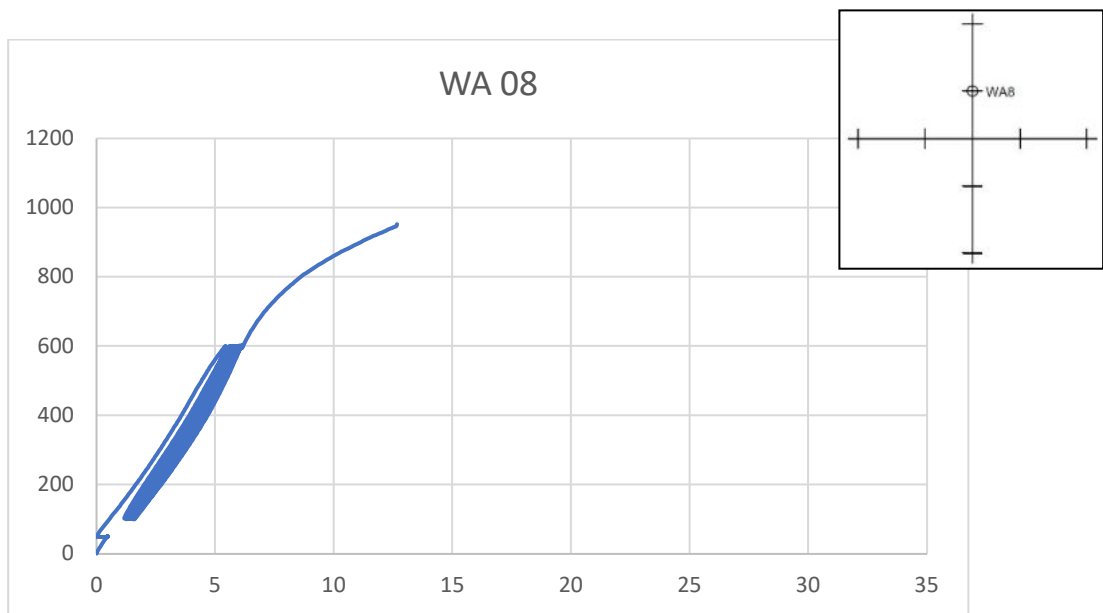
*Wegaufnehmer 05*



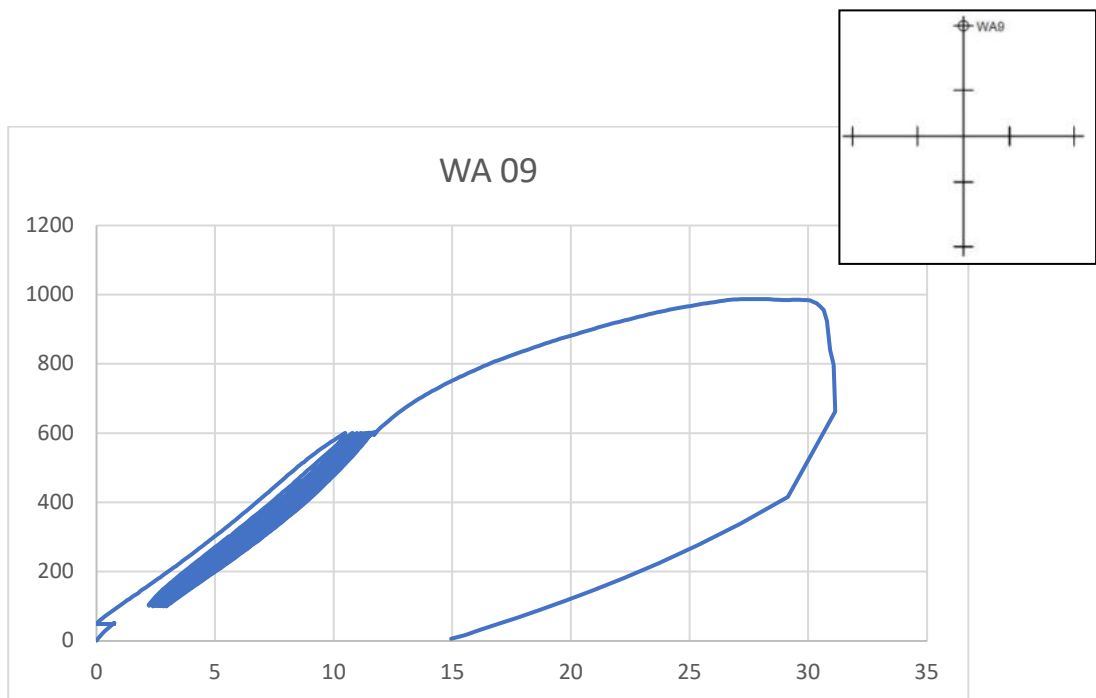
*Wegaufnehmer 06*



*Wegaufnehmer 07*



*Wegaufnehmer 08*



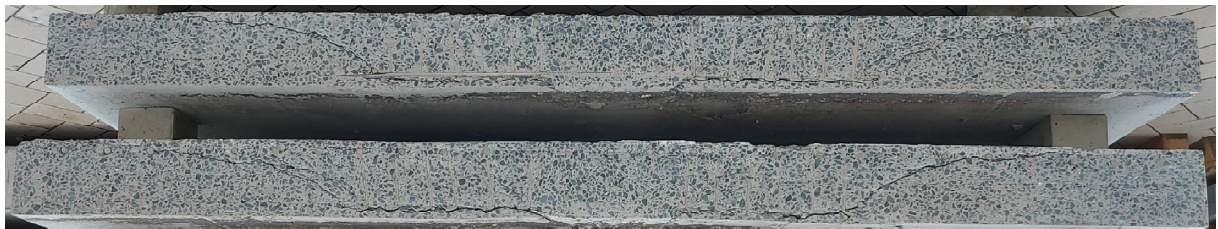
*Wegaufnehmer 09*

## Rissbild



*Rissverlauf um Stütze*

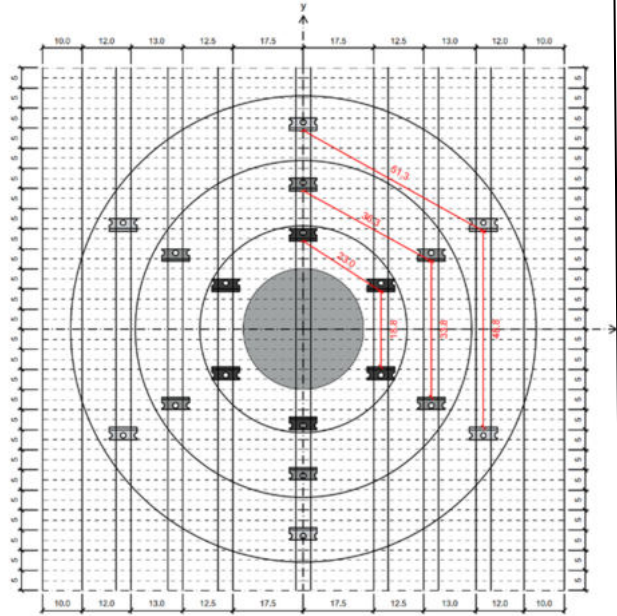
*Der Stahlring um die Stütze berührte während der Belastung nicht die Plattenoberfläche*



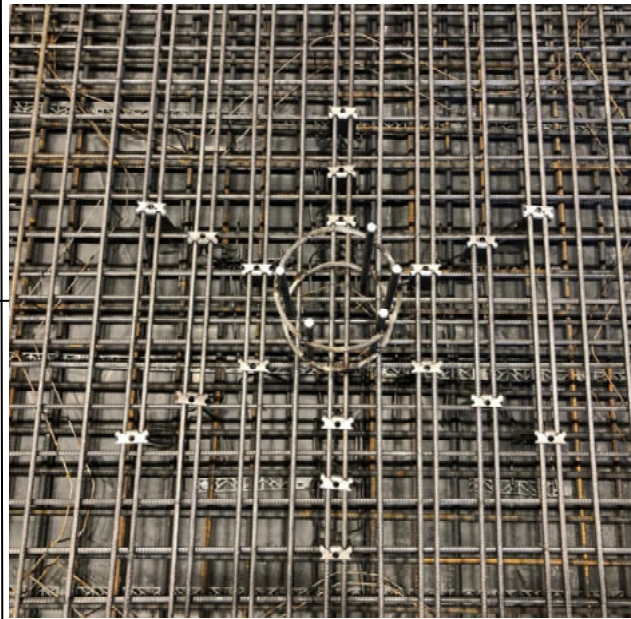
*Rissverlauf im Schnitt*

Datenblatt PA - Plattendraufsicht und Rissverlauf

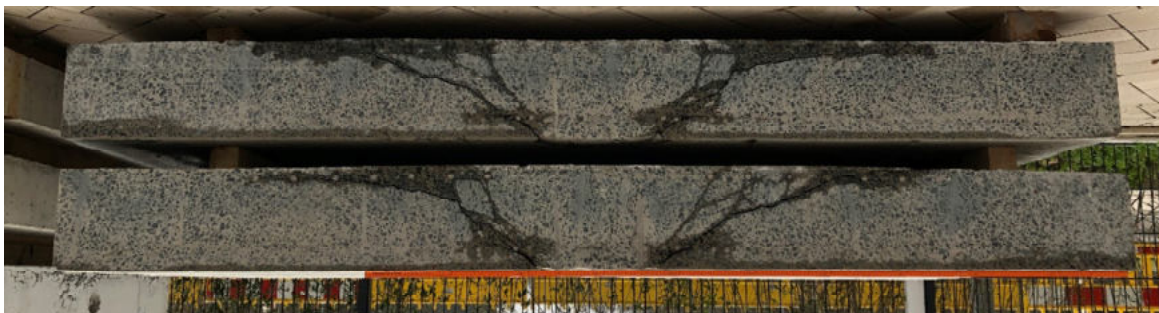
2Ø6 Bügel - 18 Bleche -  $f_{cm,cube} = 45,4 \text{ N/mm}^2$  -  $V_{Test} = 1248 \text{ kN}$



Schnitt



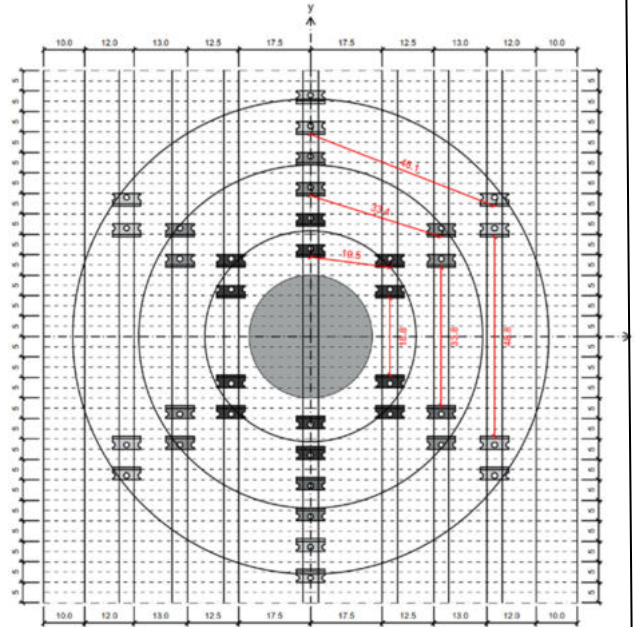
Schnitt



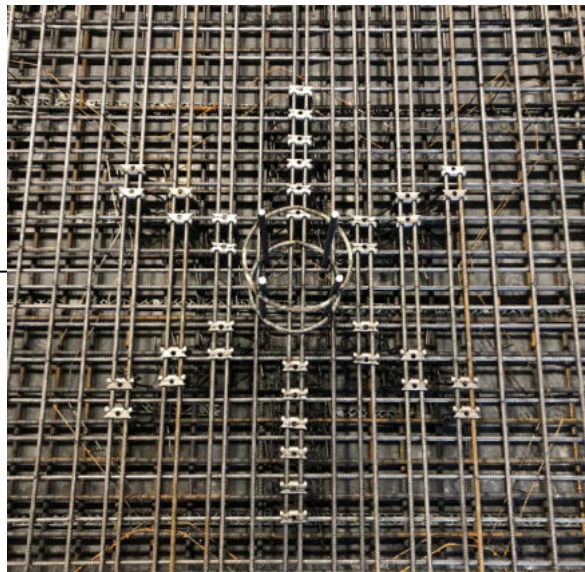


Datenblatt PB - Plattendraufsicht und Rissverlauf

2Ø6 Bügel - 36 Bleche -  $f_{cm,cube} = 45,4 \text{ N/mm}^2$  -  $V_{Test} = 1374 \text{ kN}$



Schnitt

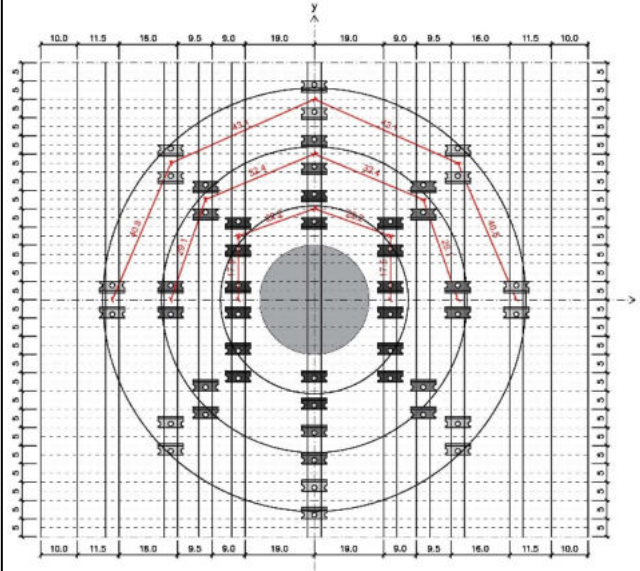


Schnitt



Datenblatt PD - Plattendraufsicht und Rissverlauf

2Ø6 Bügel - 48 Bleche -  $f_{cm,cube} = 33,8 \text{ N/mm}^2$  -  $V_{Test} = 1377 \text{ kN}$



Schnitt

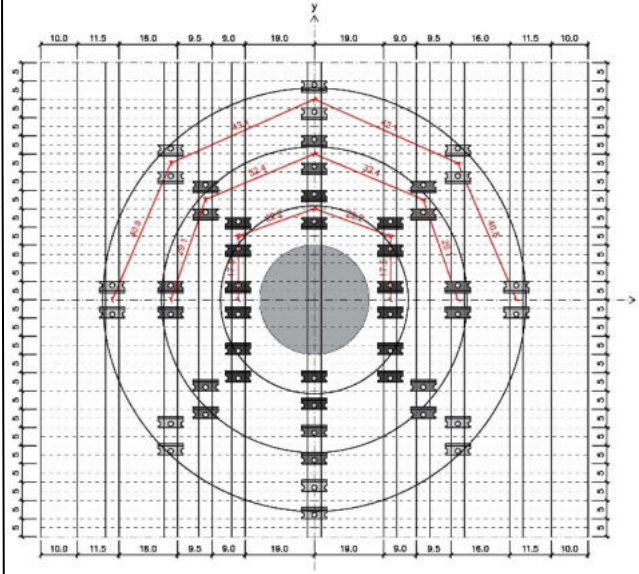


Schnitt



Datenblatt PG - Plattendraufsicht und Rissverlauf

2Ø6 Bügel - 48 Bleche -  $f_{cm,cube} = 47,4 \text{ N/mm}^2$  -  $V_{Test} = 1511 \text{ kN}$



Schnitt

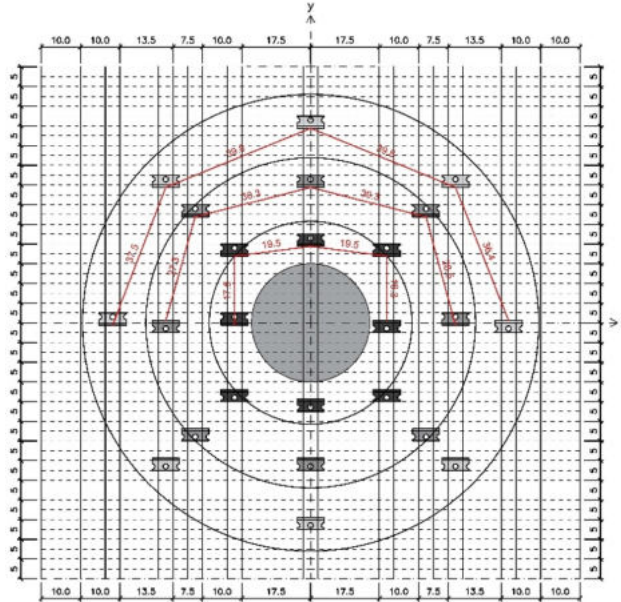


Schnitt



Datenblatt PH - Plattendraufsicht und Rissverlauf

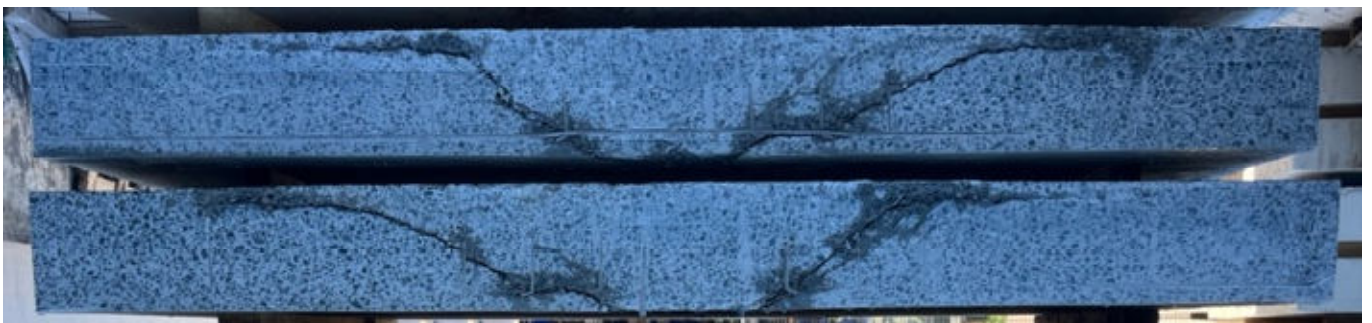
1Ø8 Bügel - 24 Bleche -  $f_{cm,cube} = 41,9 \text{ N/mm}^2$  -  $V_{Test} = 1247 \text{ kN}$



Schnitt

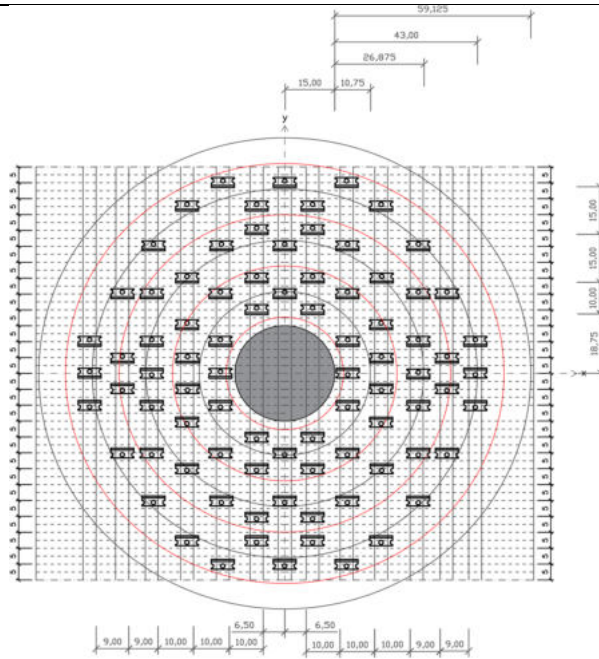


Schnitt

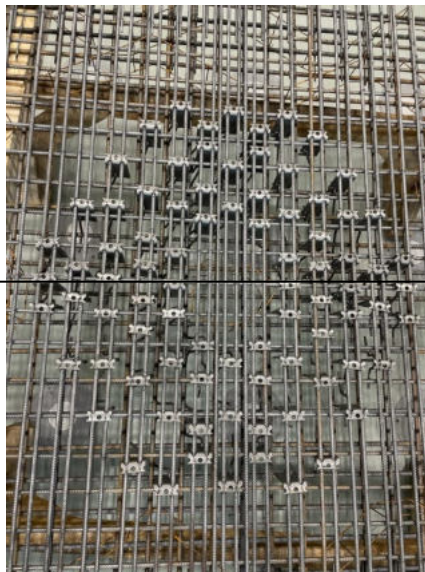


Datenblatt PI - Plattendraufsicht und Rissverlauf

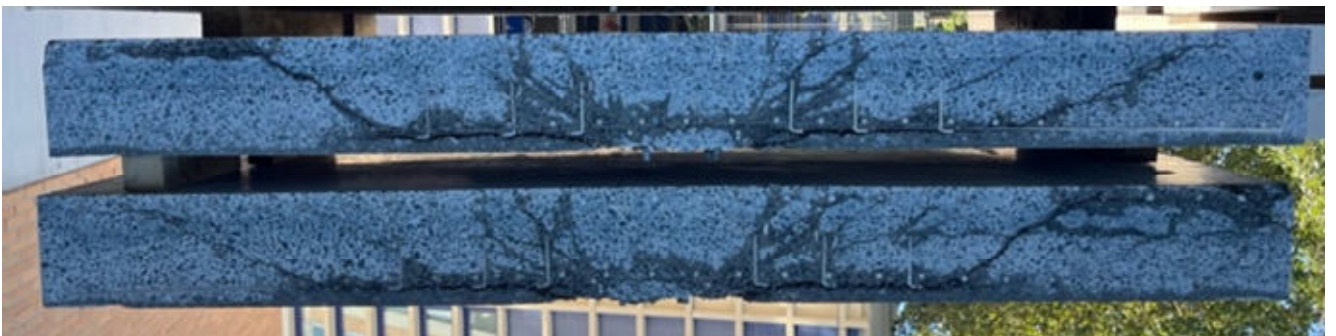
1Ø8 Bügel - 84 Bleche -  $f_{cm,cube} = 41,9 \text{ N/mm}^2$  -  $V_{Test} = 1635 \text{ kN}$



Schnitt

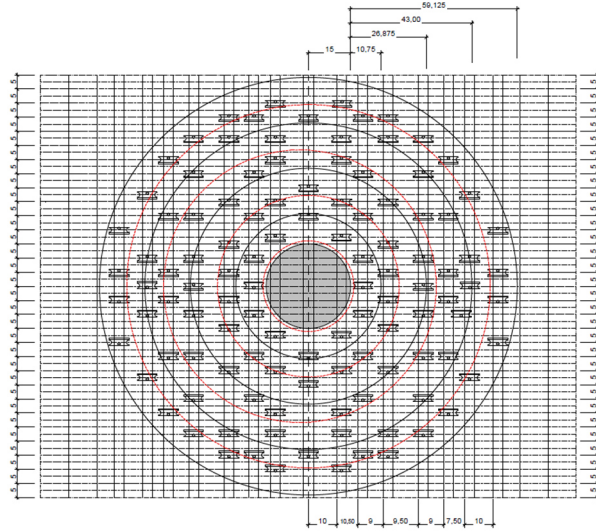


Schnitt

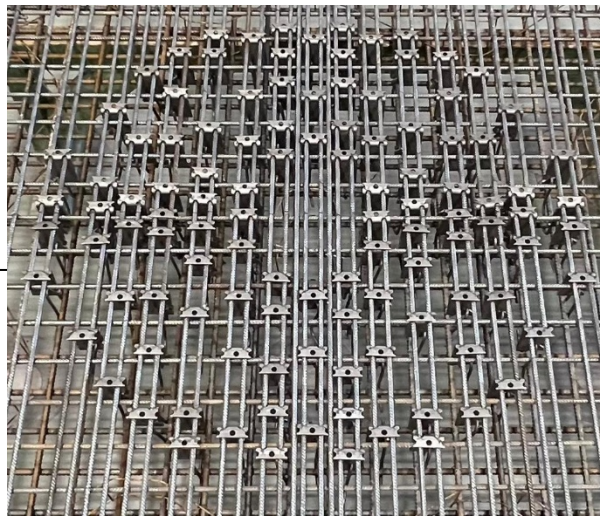


Datenblatt PJ - Plattendraufsicht und Rissverlauf

1Ø8 Bügel - 112 Bleche -  $f_{cm,cube} = 37,4 \text{ N/mm}^2$  -  $V_{Test} = 1666 \text{ kN}$



Schnitt

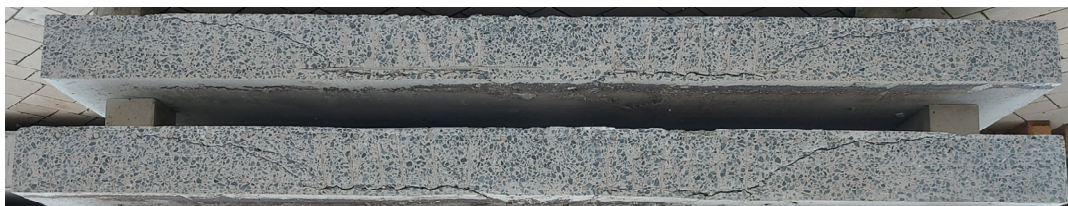
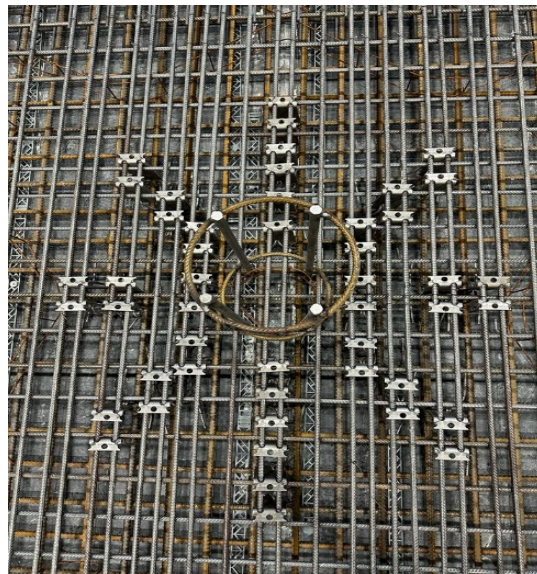
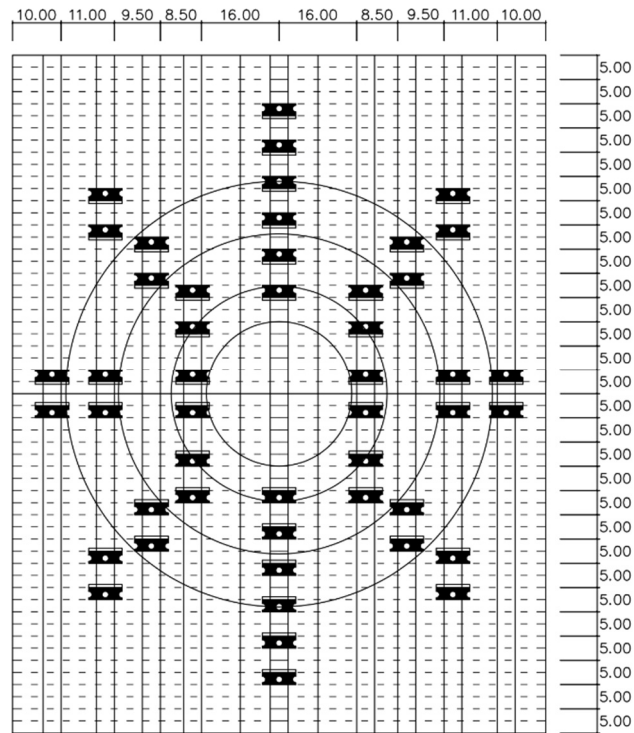


Schnitt



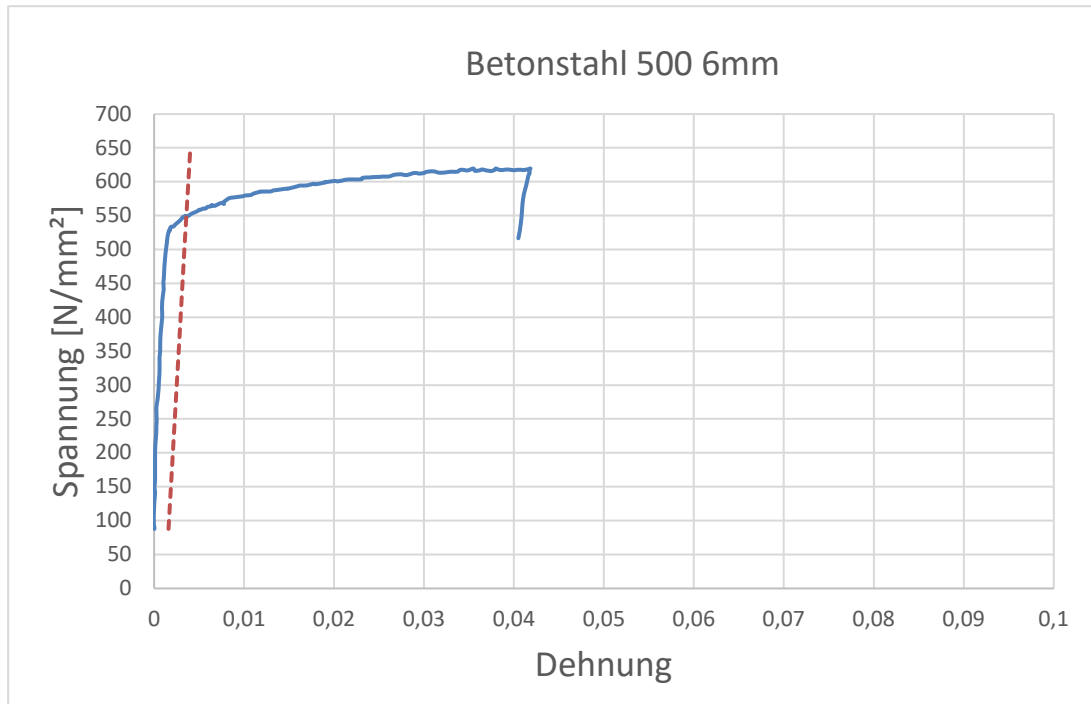
# Datenblatt PK - Plattendraufsicht und Rissverlauf

2Ø6 Bügel - 48 Bleche -  $d_m = 14,5 \text{ cm}$  -  $f_{cm,cube} = 37,4 \text{ N/mm}^2$  -  $V_{Test} = 987,5 \text{ kN}$



## Stahlkennwerte - Zugversuche

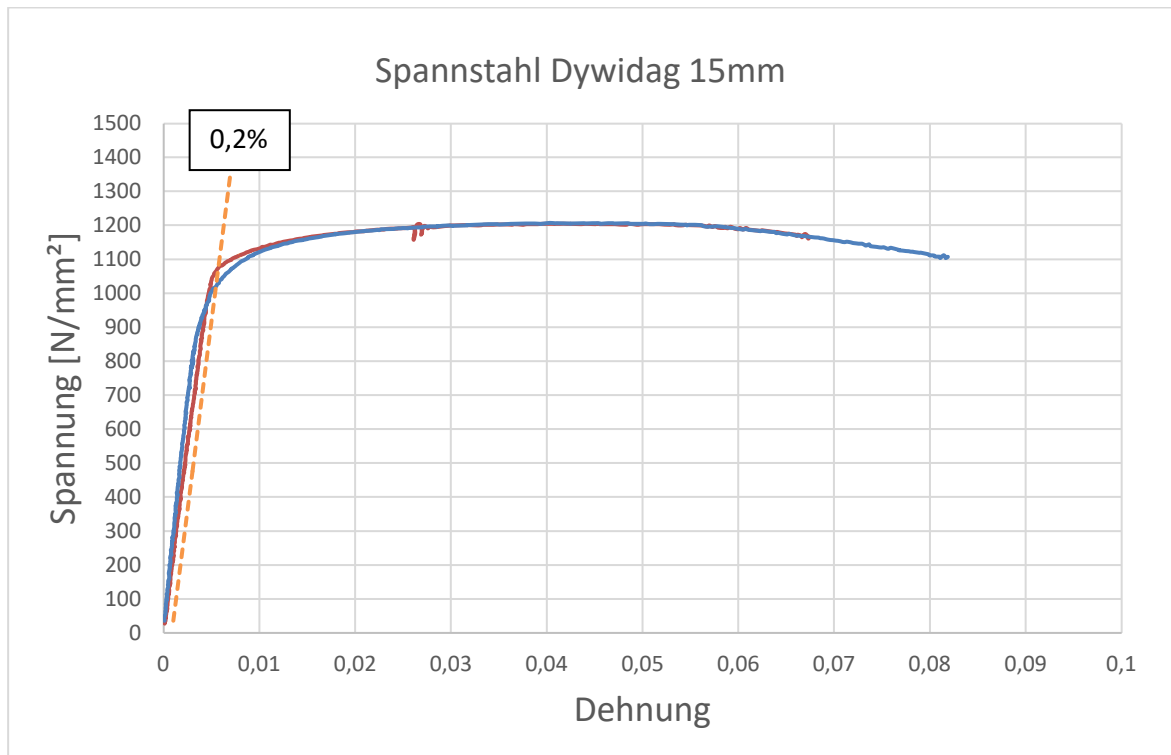
Betonstahl 500 mit Durchmesser 6mm



B500 Durchmesser = 6mm		
Versuchskörper	Zugfestigkeit $f_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Streckgrenze $f_{0,2k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Stab1	620	550
Stab2	619	520
Stab3	608	530
Mittelwert	615	533



## Spannstahl Dywidag ST900/1100 mit Durchmesser 15 mm



Dywidag ST900/1100 Durchmesser = 15 mm		
Versuchskörper	Zugfestigkeit $f_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Streckgrenze $f_{0,2k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Stab1	1206	1080
Stab2	1208	1010
Mittelwert	1207	1045