



# VSL Spannsysteme

Spannsysteme für das Vorspannen von Tragwerken mit internen Spanngliedern mit nachträglichem Verbund (Kap. 1) und Decken-Spannglieder mit und ohne nachträglichen Verbund (Kap. 2), bestehend aus 150 mm<sup>2</sup> Spannstahlilitzen

## Anhang 1: Technische Dokumentation

### VSL (Schweiz) AG

Dahlienweg 23  
4553 Subingen

Tel: +41 (0)58 456 30 30  
Fax: +41 (0)58 456 30 35

### VSL (Suisse) SA

Route Industrielle 2  
1806 Saint-Légier

Tel: +41 (0)58 456 30 00  
Fax: +41 (0)58 456 30 95

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	Spannglieder mit nachträglichem Verbund .....	4
1.1	VSL Spannglieder .....	4
1.1.1	Spannstahl .....	4
1.1.2	VSL Verankerungen .....	4
1.1.3	Spannkrafttabelle und Spanngliedeinheiten .....	5
1.1.4	Hüllrohre .....	6
1.1.4.1	Stahlhüllrohre .....	6
1.1.4.2	Kunststoffhüllrohr VSL PT-PLUS .....	6
1.1.5	Richtwerte für Spannglieder der Kategorie c (Kapazität C und Verlustfaktor D) .....	8
1.1.6	Füllgut und Spanngliedinjektion .....	8
1.1.7	Temporärer Korrosionsschutz .....	8
1.1.8	Betonstahl für Verankerungszonen .....	8
<b>1.2</b>	<b>VSL Verankerungen und Kupplungen .....</b>	<b>9</b>
1.2.1	Bewegliche Verankerung VSL Typ GC 25, GC 30 und GC 40 .....	9
1.2.2	Bewegliche Verankerung VSL Typ EC 25 und EC 30 .....	13
1.2.3	Bewegliche Verankerung VSL Typ E 25 und E 30 .....	15
1.2.4	Bewegliche Verankerung VSL Typ CS 2000-30 und CS 2000-40 .....	17
1.2.5	Feste Verankerung VSL Typ H 30 .....	20
1.2.6	Feste Verankerung VSL Typ P 30 .....	21
1.2.7	Feste Verankerung VSL Typ L 25 .....	22
1.2.8	Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ K .....	23
1.2.9	Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ K EIT (für Spannglieder Kat. c) .....	24
1.2.10	Gleitkupplung VSL Typ V .....	25
1.2.11	Zwischenverankerung VSL Typ Z .....	26
1.2.12	Bewegliche Verankerung VSL Typ S 6-4 / 20 .....	27
1.2.13	Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ SK 6-4 / 20 .....	29
<b>1.3</b>	<b>Angaben zur konstruktiven Durchbildung .....</b>	<b>30</b>
1.3.1	Spanngliedunterstützungen .....	30
1.3.1.1	Spanngliedunterstützungen für Kunststoffhüllrohre PT-PLUS .....	30
1.3.1.2	Spanngliedunterstützungen für Stahlhüllrohre .....	30
1.3.1.3	Konstruktion .....	31
1.3.2	Anordnung der Hüllrohre und Verankerungen .....	32
1.3.2.1	Minimalabstände der Hüllrohre .....	32
1.3.2.2	Anordnung der Verankerungen .....	32
1.3.3	Minimaler Krümmungsradius .....	33

<b>1.4 Reibungsbeiwerte und Verkeilungseinzug</b> .....	<b>34</b>
1.4.1 Reibungsbeiwerte .....	34
1.4.2 Verkeilungseinzug.....	34
<b>1.5 Systemteile und Werkstoffe</b> .....	<b>35</b>
1.5.1 Systemteile.....	35
1.5.2 Werkstoffe und Normenhinweise .....	36
<b>2. Deckenspannsysteme</b> .....	<b>37</b>
2.1 Deckenspannsystem ohne Verbund .....	37
2.1.1 VSL Spannglieder .....	37
2.1.2 VSL Verankerungen – Abmessungen, minimale Betonfestigkeit und Bewehrung der Verankerungszonen .....	38
2.1.3 Angaben zur konstruktiven Durchbildung.....	42
2.1.4 Reibungswerte und Verkeilungseinzug .....	42
2.1.5 Systemteile und Werkstoffe.....	42
2.2 Deckenspannsysteme mit Verbund.....	43
2.2.1 VSL Spannglieder .....	43
2.2.2 VSL Verankerungen und Kupplungen – Abmessungen, minimale Betonfestigkeit und Bewehrung der Verankerungszonen.....	44
2.2.3 Angaben zur konstruktiven Durchbildung.....	50
2.2.4 Reibungsbeiwerte und Verkeilungseinzug .....	50
2.2.5 Systemteile und Werkstoffe.....	50

# 1. Spannglieder mit nachträglichem Verbund

## 1.1 VSL Spannglieder

### 1.1.1 Spannstahl

VSL Spannglieder bestehen aus Litzen Y1860S7-15.7. Die nachfolgenden Tabellenwerte sind gemäss den Normen SIA 262 und 262/1:

Spannstahlspezifikation (Litze)		Einheit	Y1860
Zugfestigkeit	$f_{pk}$	N/mm <sup>2</sup>	1860
Nenn Durchmesser	$\emptyset$	mm	15.7
Nennquerschnitt	$A_p$	mm <sup>2</sup>	150
Bruchkraft	$P_{pk}$	kN	279
Fliessgrenze	$f_{p0,1k}$	N/mm <sup>2</sup>	1600
Dehnung bei Höchstlast (min.)	$\epsilon_{uk}$	%	3.5
E-Modul (Mittelwert)	$E_p$	kN/mm <sup>2</sup>	195
Ermüdungsfestigkeit ( $N_{fat} = 2 \cdot 10^6$ , $\sigma_O = 70\% f_{pk}$ )	$\Delta\sigma_{p,fat}$	N/mm <sup>2</sup>	190
Relaxation bei 1000 h, 20° C, 0.70 $f_p$		%	max. 2.5
Gewicht		kg/m	1.18

### 1.1.2 VSL Verankerungen

VSL Verankerungen sind hinsichtlich ihres Korrosionsschutzgrades wie folgt anwendbar:

Bewegliche Verankerungen				Feste Verankerungen				Kupplungen / Zwischenverankerungen						
Typ	Kategorie			Kap.	Typ	Kategorie			Kap.	Typ	Kategorie			Kap.
	a	b	c			a	b	c			a	b	c	
GC	*	*		1.2.1	GC	*	*		1.2.1	K	*	*	*	1.2.8/9
EC	*	*		1.2.2	EC	*	*		1.2.2	V	*	*		1.2.10
E	*	*		1.2.3	E	*	*		1.2.3	Z	*	*		1.2.11
CS 2000	*	*	*	1.2.4	CS 2000	*	*	*	1.2.4	SK	*	*		1.2.13
S	*	*		1.2.12	H	*	*		1.2.5					
					P	*	*		1.2.6					
					L	*			1.2.7					
					S	*	*		1.2.12					

Die Wahl des Korrosionsschutzgrades und die Definitionen der Kategorien a, b und c erfolgt gemäss jeweils gültiger Richtlinie ASTRA/SBB „Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten“, ASTRA 12 010. Dabei bedeuten:

- Kategorie a : Spannglied mit Stahlhüllrohr
- Kategorie b : Spannglied mit Kunststoffhüllrohr
- Kategorie c : Elektrisch isoliertes Spannglied mit Kunststoffhüllrohr

### 1.1.3 Spannkrafttabelle und SpannliederEinheiten

Litzen 0.6",  $A_p = 150 \text{ mm}^2$ ,  $f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$  ( $P_{pk} = 279 \text{ kN}$ )

**Y 1860 S7-15.7**

Bruchkraft	Über- spann- kraft	Initiale Spannkraft	Stahlhüllrohr		Kunststoffhüllrohr PT-PLUS		Gewicht der Litzen	Stahlquer- schnitt	Anzahl Litzen	Spannlieder- einheit
			$\varnothing/\varnothing_a$	Exzentrizität	$\varnothing/\varnothing_a$	Exzentrizität				
$P_{pk} =$ $A_p f_{pk}$ [kN]	$P_{\bar{u}} =$ $0.75 P_{pk}$ [kN]	$P_0 =$ $0.70 P_{pk}$ [kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m]	$A_p$ [mm <sup>2</sup> ]		
279	209	195	25/30	5	22/25	4	1.18	150	1	6-1
558	419	391	40/45 *	9	58/63 **	21	2.4	300	2	6-2
837	628	586	40/45 *	6	58/63 **	19	3.5	450	3	6-3
1116	837	781	45/50 *	7	58/63 **	15	4.7	600	4	6-4
1395	1046	977	50/57	8	58/63	13	5.9	750	5	6-7
1674	1256	1172	55/62	9	58/63	11	7.1	900	6	6-7
1953	1465	1367	55/62	7	58/63	9	8.2	1050	7	6-7
2232	1674	1562	65/72	11	76/81	18	9.4	1200	8	6-12
2511	1883	1758	65/72	9	76/81	16	10.6	1350	9	6-12
2790	2093	1953	70/77	11	76/81	15	11.8	1500	10	6-12
3069	2302	2148	70/77	9	76/81	13	13.0	1650	11	6-12
3348	2511	2344	75/82	11	76/81	12	14.1	1800	12	6-12
3627	2720	2539	80/87	13	100/106	25	15.3	1950	13	6-15
3906	2930	2734	80/87	11	100/106	24	16.5	2100	14	6-15
4185	3139	2930	80/87	10	100/106	23	17.7	2250	15	6-15
4464	3348	3125	85/92	12	100/106	22	18.8	2400	16	6-19
4743	3557	3320	85/92	11	100/106	20	20.0	2550	17	6-19
5022	3767	3515	90/97	13	100/106	19	21.2	2700	18	6-19
5301	3976	3711	90/97	12	100/106	18	22.4	2850	19	6-19
5580	4185	3906	100/107	17	100/106	17	23.6	3000	20	6-22
5859	4394	4101	100/107	16	100/106	16	24.7	3150	21	6-22
6138	4604	4297	100/107	15	100/106	15	25.9	3300	22	6-22
6417	4813	4492	100/107	14	115/121	22	27.1	3450	23	6-27
6696	5022	4687	100/107	13	115/121	22	28.3	3600	24	6-27
6975	5231	4883	110/117	18	115/121	21	29.4	3750	25	6-27
7254	5441	5078	110/117	17	115/121	21	30.6	3900	26	6-27
7533	5650	5273	110/117	16	115/121	20	31.8	4050	27	6-27
7812	5859	5468	110/117	15	130/136	27	33.0	4200	28	6-31
8091	6068	5664	120/127	21	130/136	27	34.1	4350	29	6-31
8370	6278	5859	120/127	20	130/136	26	35.3	4500	30	6-31
8649	6487	6054	120/127	19	130/136	25	36.5	4650	31	6-31
8928	6696	6250	120/127	18	130/136	24	37.7	4800	32	6-37
9207	6905	6445	120/127	17	130/136	23	38.9	4950	33	6-37
9486	7115	6640	120/127	16	130/136	22	40.0	5100	34	6-37
9765	7324	6836	130/137	22	130/136	22	41.2	5250	35	6-37
10044	7533	7031	130/137	21	130/136	21	42.4	5400	36	6-37
10323	7742	7226	130/137	20	130/136	20	43.6	5550	37	6-37
10602	7952	7421	140/147	25	150/157	31	44.8	5700	38	6-43
10881	8161	7617	140/147	24	150/157	30	46.0	5850	39	6-43
11160	8370	7812	140/147	23	150/157	29	47.2	6000	40	6-43
11439	8579	8007	140/147	23	150/157	29	48.3	6150	41	6-43
11718	8789	8203	140/147	22	150/157	28	49.5	6300	42	6-43
11997	8998	8398	140/147	21	150/157	27	50.7	6450	43	6-43

Fortsetzung siehe nächste Seite

Bruchkraft	Über- spann- kraft	Initiale Spannkraft	Stahlhüllrohr		Kunststoffhüllrohr PT-PLUS		Gewicht der Litzen	Stahlquer- schnitt	Anzahl Litzen	Spannglied- einheit
			$\varnothing/\varnothing_a$	Exzentrizität	$\varnothing/\varnothing_a$	Exzentrizität				
$P_{pk} =$ $A_p f_{pk}$ [kN]	$P_{\bar{u}} =$ $0.75 P_{pk}$ [kN]	$P_0 =$ $0.70 P_{pk}$ [kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m]	$A_p$ [mm <sup>2</sup> ]		
12276	9207	8593	150/157	27	150/157	27	51.9	6600	44	6-55
12555	9416	8789	150/157	27	150/157	27	53.1	6750	45	
12834	9626	8984	150/157	26	150/157	26	54.2	6900	46	
13113	9835	9179	150/157	25	150/157	25	55.4	7050	47	
13392	10044	9374	150/157	24	150/157	24	56.6	7200	48	
13671	10253	9570	150/157	23	150/157	23	57.8	7350	49	
13950	10463	9765	160/167	29	150/157	24	59.0	7500	50	
14229	10672	9960	160/167	28	150/157	23	60.1	7650	51	
14508	10881	10156	160/167	27	150/157	22	61.3	7800	52	
14787	11090	10351	160/167	27	150/157	22	62.5	7950	53	
15066	11300	10546	160/167	27	150/157	22	63.7	8100	54	
15345	11509	10742	160/167	26	150/157	21	64.9	8250	55	

\*) Bei flachem Stahlhüllrohr Aussenabmessungen 75/21 mm

\*\*) Flaches Kunststoffhüllrohr PT-PLUS mit Aussenabmessungen 76/25 mm (Wandstärke 2 mm; siehe Abschnitt 1.1.4)

## 1.1.4 Hüllrohre

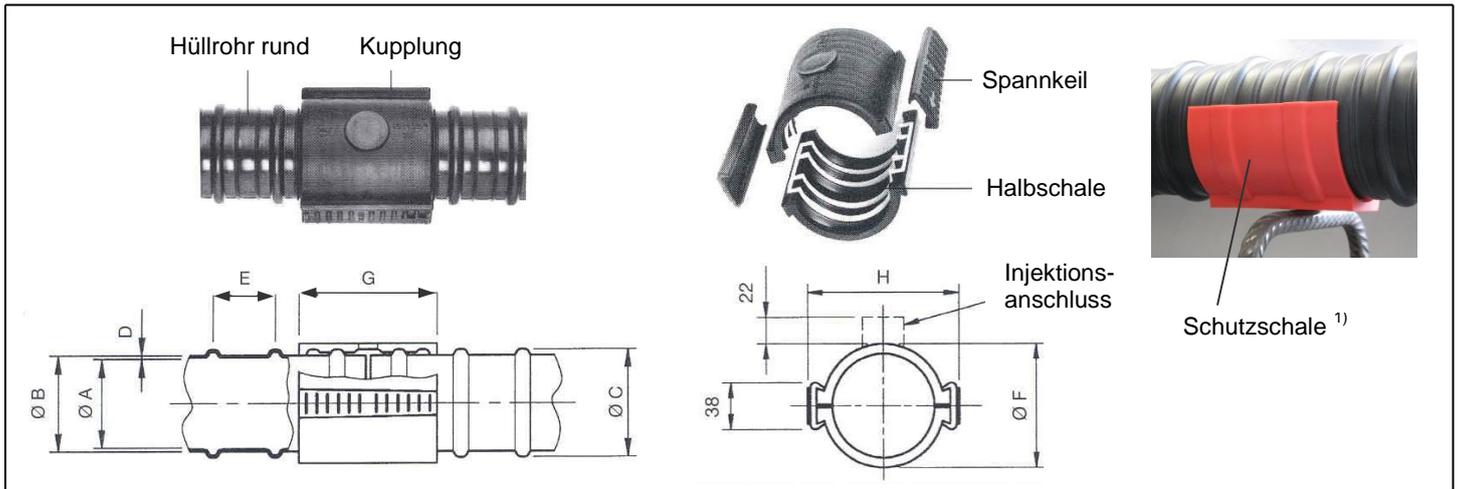
Die Wahl des Hüllrohrtyps erfolgt gemäss jeweils gültiger Richtlinie ASTRA/SBB „Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten“, siehe ASTRA 12 010.

### 1.1.4.1 Stahlhüllrohre

- Gewellte Hüllrohre aus Bandstahl, gemäss EN 523 / SIA 262
- Abmessungen gemäss 1.1.3.

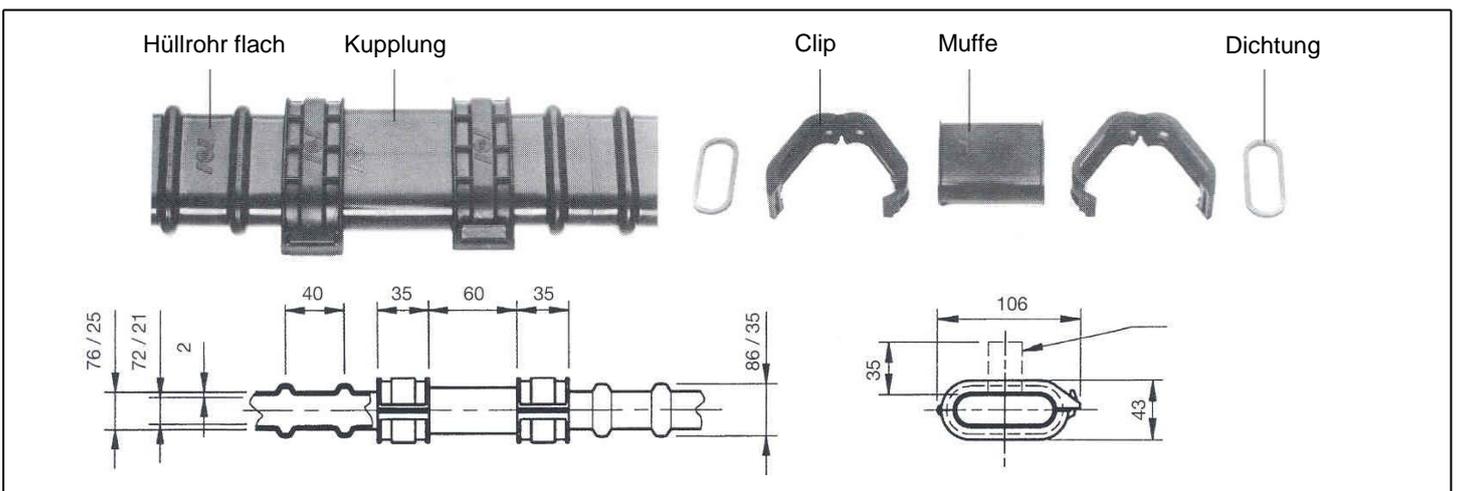
### 1.1.4.2 Kunststoffhüllrohr VSL PT-PLUS

- Gewellte Hüllrohre aus Polypropylen (PP).  
N.B.: Hüllrohre aus PE sind nicht zugelassen.



1) Zu jedem runden Kunststoffhüllrohr PT-PLUS passt eine darauf abgestimmte Schutzschale aus Kunststoff (Details siehe Abschnitt 1.3.1.1)

Typ	Spanngliedeinheit	Ø A [mm]	Ø B [mm]	Ø C [mm]	D [mm]	E [mm]	Ø F [mm]	G [mm]	H [mm]	Gewicht	
										Hüllrohr [kg/m]	Kupplung [kg/Stück]
22	6-1	22	25	31	1.5	55	27.5	80	-	0.100	0.007
59	6-7	58	63	73	2.5	42	82	108	106	0.480	0.200
76	6-12	76	81	91	2.5	52.5	100	116	124	0.620	0.250
100	6-15/19/22	100	106	116	3.0	60	123	126	147	0.980	0.270
115 <sup>2)</sup>	6-27	115	121	131	3.0	60	138	127	162	1.120	0.320
130 <sup>2)</sup>	6-31/37	130	136	146	3.0	52	153	134	176	1.200	0.380
150 <sup>2)</sup>	6-55	150	157	167	3.5	60	175	126	198	1.620	0.420
72/21	6-4	Dimensionen siehe Zeichnung unten								0.460	0.110



2) Die Kupplungen Typ 115, 130 und 150 sind nur im Bereich  $L_{min}$  (PT-PLUS Hüllrohr – Verankerung, gemäss Abschnitt 1.3.3) verwendbar. Im freien Kabelbereich, wenn die Kabel eine Krümmung aufweisen, ist nur die Spiegelschweissung erlaubt und die Kupplungen dienen als Entlüftung. Im Fall von geraden Spanngliedern sind Kupplungen und Spiegelschweissung zulässig.

### 1.1.5 Richtwerte für Spannglieder der Kategorie c (Kapazität C und Verlustfaktor D)

Aus Labor- und Feldmessungen sowie den baupraktischen Erfahrungen ergeben sich für das zugelassene Kunststoffhüllrohrsystem PT-PLUS mit den konstruktiv erforderlichen, korrekt ausgeführten Entlüftungen, Injektionsanschlüssen und Hüllrohrverbindungen folgende Richtwerte für die Kapazität C und den Verlustfaktor D:

PT-PLUS Typ	Richtwerte (28 Tage nach Injektion)	
	Kapazität C	Verlustfaktor D
59	$\leq 2.35$ nF/m	$\leq 0.2$
76	$\leq 3.05$ nF/m	$\leq 0.2$
100	$\leq 3.35$ nF/m	$\leq 0.2$
115	$\leq 3.80$ nF/m	$\leq 0.2$
130	$\leq 4.30$ nF/m	$\leq 0.2$

### 1.1.6 Füllgut und Spanngliedinjektion

In Bezug auf die Anforderung an das Füllgut und die Spanngliedinjektion gelten die Normen SIA 262, SN EN 445:2007, SN EN 446:2007 und SN EN 447:2007, sowie die zugehörigen Nationalen Vorwörter und Nationalen Anhänge (2008).

### 1.1.7 Temporärer Korrosionsschutz

Die Hinweise zum temporären Korrosionsschutz des Spannstahls finden sich in Anhang 2, Abschnitt 3.6.

### 1.1.8 Betonstahl für Verankerungszonen

Für die Bewehrungen in den Verankerungszonen wird Betonstahl B500B gemäss SIA 262 verwendet.

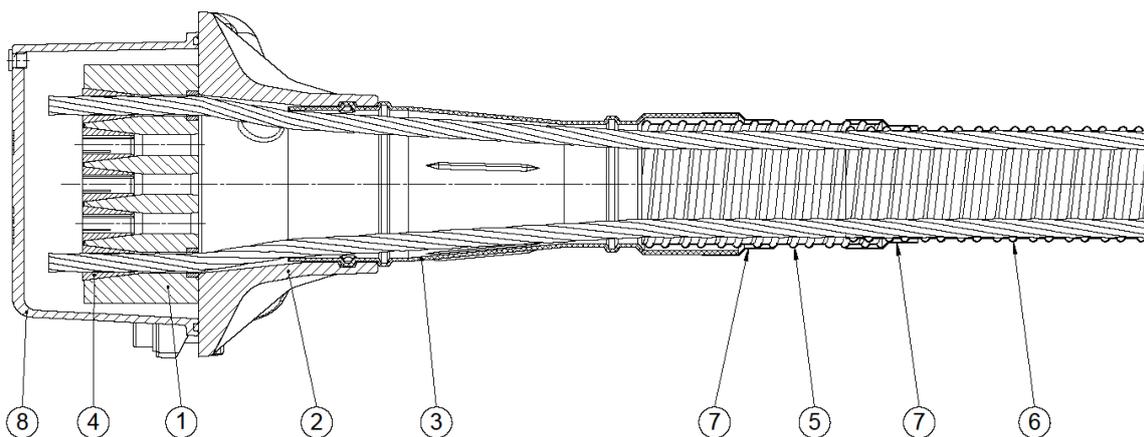
## 1.2 VSL Verankerungen und Kupplungen

### Abmessungen, minimale Betonfestigkeit und Bewehrung der Verankerungszonen

Die Ermüdungsfestigkeit von Verankerungen und Kupplungen wurde mit einer Oberlast von  $0.65 \cdot P_{pk}$  und einer Schwingbreite von  $80 \text{ N/mm}^2$  mit  $2 \cdot 10^6$  Lastwechseln geprüft.

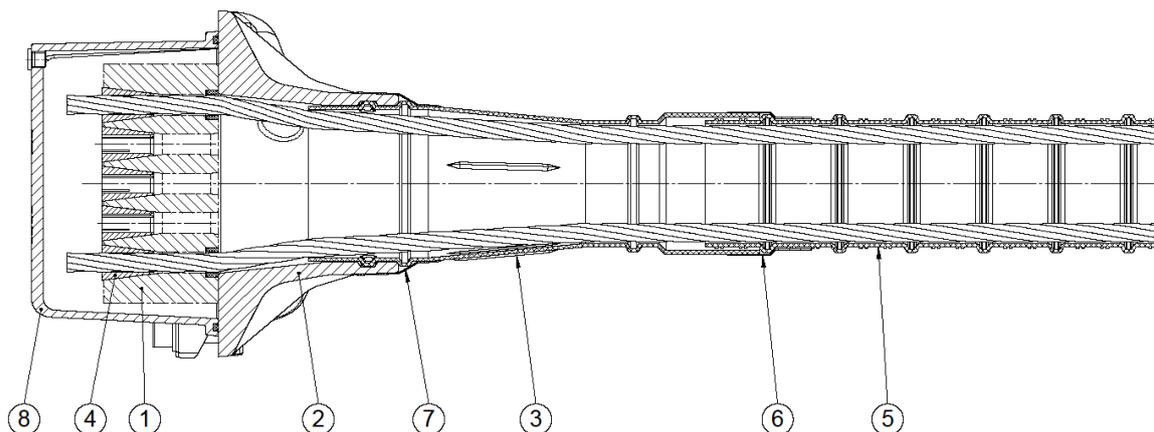
### 1.2.1 Bewegliche Verankerung VSL Typ GC 25, GC 30 und GC 40

#### Verankerung GC-Standard

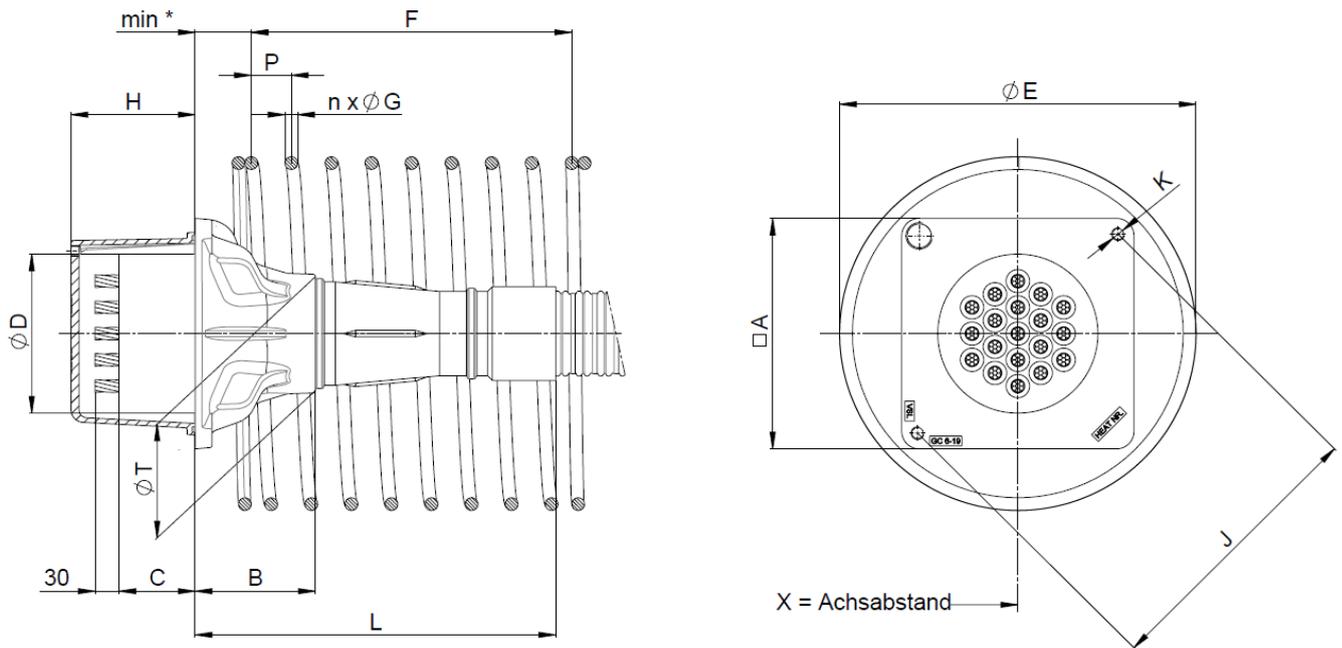


- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1) Ankerkopf                                  | 5) Stahlhüllrohr (Muffe) |
| 2) Casting                                    | 6) Stahlhüllrohr         |
| 3) Trompete (nur für Einheiten 6-19 bis 6-37) | 7) Abdichtband           |
| 4) Klemmen                                    | 8) Schutzhaube           |

#### Verankerung GC-PLUS



- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1) Ankerkopf                                  | 5) PT-PLUS Hüllrohr |
| 2) Casting                                    | 6) Schrumpfschlauch |
| 3) Trompete (nur für Einheiten 6-19 bis 6-37) | 7) Abdichtband      |
| 4) Klemmen                                    | 8) Schutzhaube      |



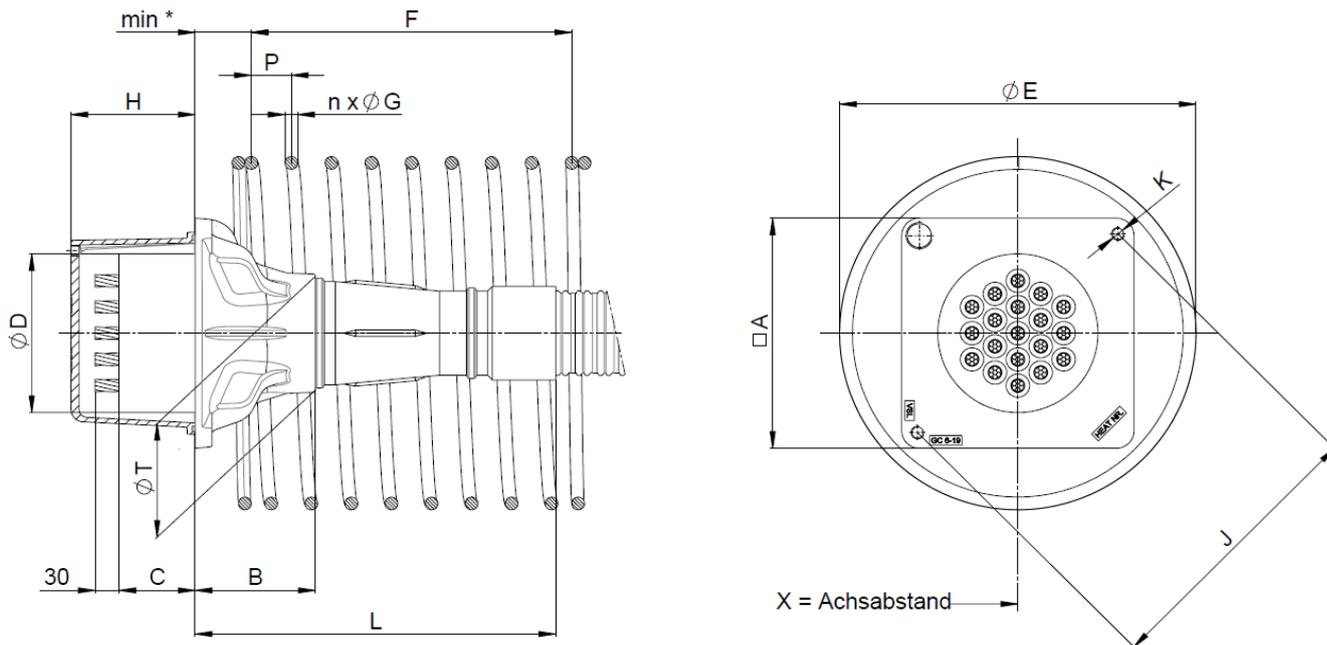
**GC 25, für Normal-Betonklasse C 25/30**

( $f_{c,min}(t) = 25 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-3	6-4	6-7	6-12	6-15	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37
□A	130	140	180	230	260	290	320	350	375	410
B	120	120	135	220	240	150	150	170	170	170
C	50	55	60	75	85	95	100	110	120	135
ØD	95	110	135	170	190	200	220	240	260	280
L	120 <sup>4)</sup>	120 <sup>4)</sup>	135 <sup>4)</sup>	220 <sup>4)</sup>	240 <sup>4)</sup>	450	640	620	580	770
ØT	50	60	76	92	113	131	153	164	173	196
ØE	190	220	300	395	445	505	545	605	650	710
ØG	12	14	16	18	18	20	20	20	22	22
P	60	65	70	65	60	65	60	55	65	60
n <sup>1)</sup>	5	6	6	8	9	9	11	12	12	13
F <sup>2)</sup>	180	260	280	390	420	455	540	550	650	660
J	140	154	210	264	316	354	400	430	470	524
K	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M16	M16	M16	M16
H	106	111	118	134	145	155	162	173	183	200
X <sup>3)</sup>	210	240	320	415	465	525	565	625	670	730

Alle Masse in mm

- 1) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 2) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 3) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2
- 4) Diese Einheiten haben keine Kunststofftrompete
- \*) Der Abstand zwischen Spirale und Betonoberfläche soll minimal gehalten werden (geometrisch bedingt durch Casting-Ecke oder durch Betonüberdeckung)



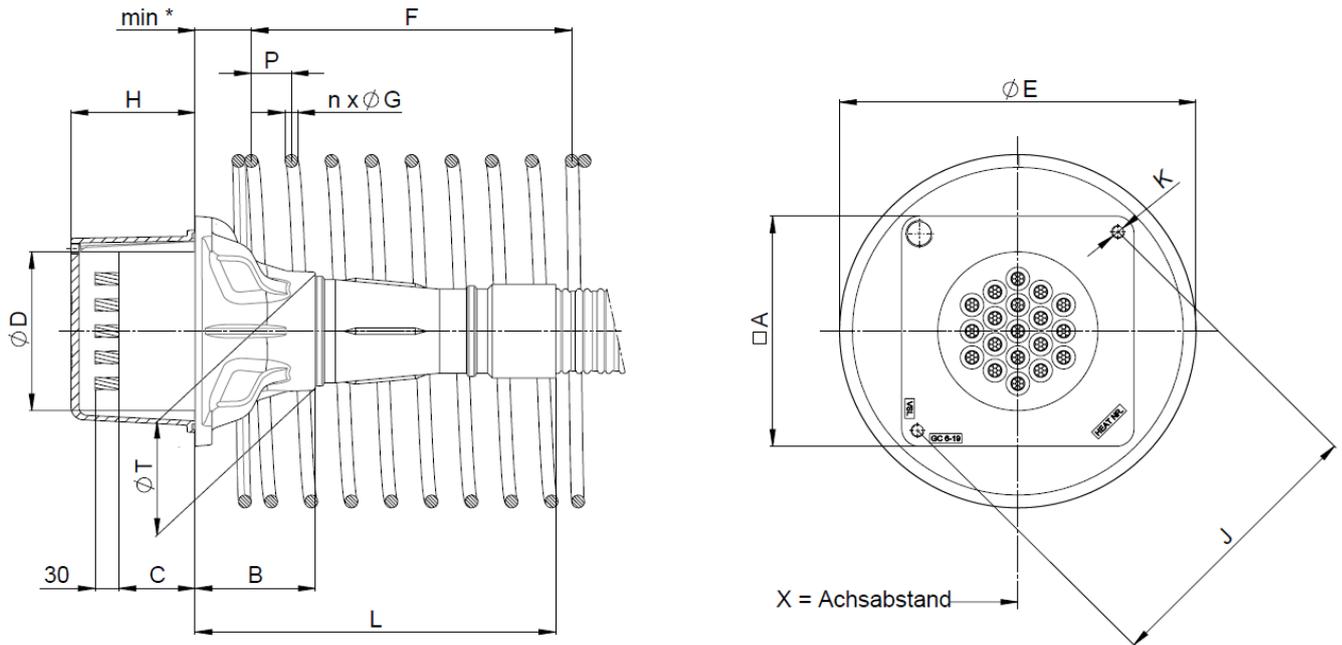
**GC 30, für Normal-Betonklasse C 30/37**

( $f_{c,min}(t) = 28 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-3	6-4	6-7	6-12	6-15	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37
□A	130	140	180	230	260	290	320	350	375	410
B	120	120	135	220	240	150	150	170	170	170
C	50	55	60	75	85	95	100	110	120	135
ØD	95	110	135	170	190	200	220	240	260	280
L	120 <sup>4)</sup>	120 <sup>4)</sup>	135 <sup>4)</sup>	220 <sup>4)</sup>	240 <sup>4)</sup>	450	640	620	580	770
ØT	50	60	76	92	113	131	153	164	173	196
ØE	165	195	260	350	390	440	475	530	570	635
ØG	12	14	16	18	18	20	20	22	22	22
P	55	65	65	65	55	60	55	60	55	55
n <sup>1)</sup>	5	5	6	7	9	9	10	10	12	13
F <sup>2)</sup>	165	195	260	325	385	420	440	480	550	605
J	140	154	210	264	316	354	400	430	470	524
K	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M16	M16	M16	M16
H	106	111	118	134	145	155	162	173	183	200
X <sup>3)</sup>	185	215	280	370	410	460	495	550	590	655

Alle Masse in mm

- 1) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 2) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 3) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2
- 4) Diese Einheiten haben keine Kunststofftrompete
- \*) Der Abstand zwischen Spirale und Betonoberfläche soll minimal gehalten werden (geometrisch bedingt durch Casting-Ecke oder durch Betonüberdeckung)



**GC 40, für Normal-Betonklasse C 40/50**

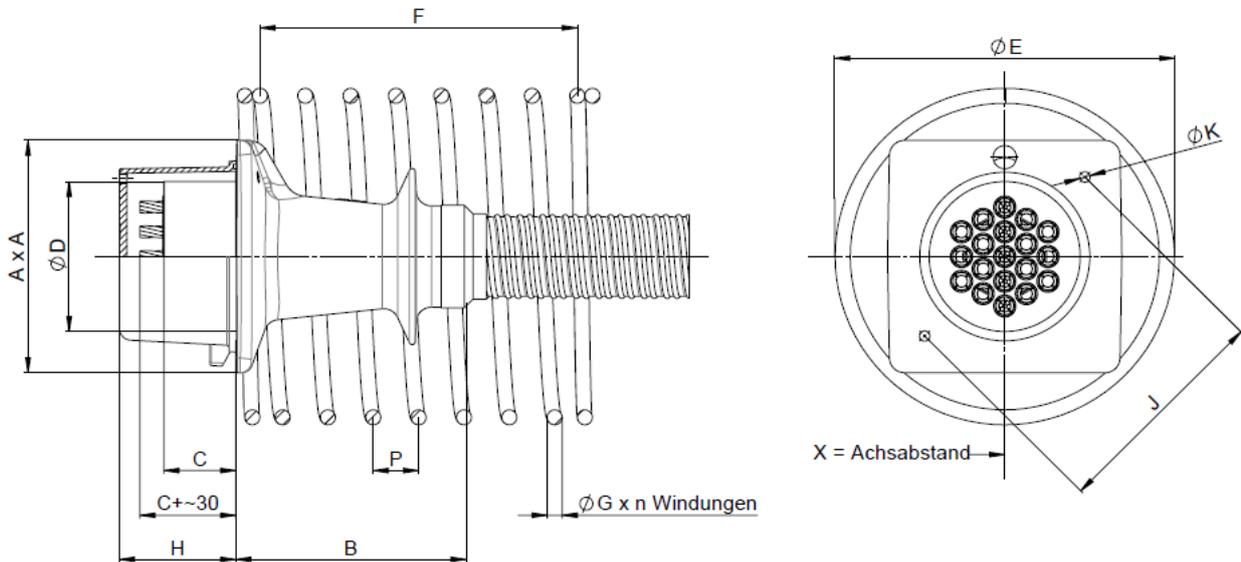
( $f_{c,min}(t) = 36 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-3	6-4	6-7	6-12	6-15	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37
□A	130	140	180	230	260	290	320	350	375	410
B	120	120	135	220	240	150	150	170	170	170
C	50	55	60	75	85	95	100	110	120	135
ØD	95	110	135	170	190	200	220	240	260	280
L	120 <sup>4)</sup>	120 <sup>4)</sup>	135 <sup>4)</sup>	220 <sup>4)</sup>	240 <sup>4)</sup>	450	640	620	580	770
ØT	50	60	76	92	113	131	153	164	173	196
ØE	145	170	230	305	345	390	420	465	500	570
ØG	12	14	16	18	18	20	20	22	22	22
P	55	60	65	60	55	60	55	60	55	55
n <sup>1)</sup>	5	5	6	7	8	8	9	9	11	12
F <sup>2)</sup>	165	180	260	300	330	360	385	420	495	550
J	140	154	210	264	316	354	400	430	470	524
K	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M16	M16	M16	M16
H	106	111	118	134	145	155	162	173	183	200
X <sup>3)</sup>	165	190	250	325	365	410	440	485	520	590

Alle Masse in mm

- 1) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 2) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 3) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2
- 4) Diese Einheiten haben keine Kunststofftrompete
- \*) Der Abstand zwischen Spirale und Betonoberfläche soll minimal gehalten werden (geometrisch bedingt durch Casting-Ecke oder durch Betonüberdeckung)

### 1.2.2 Bewegliche Verankerung VSL Typ EC 25 und EC 30



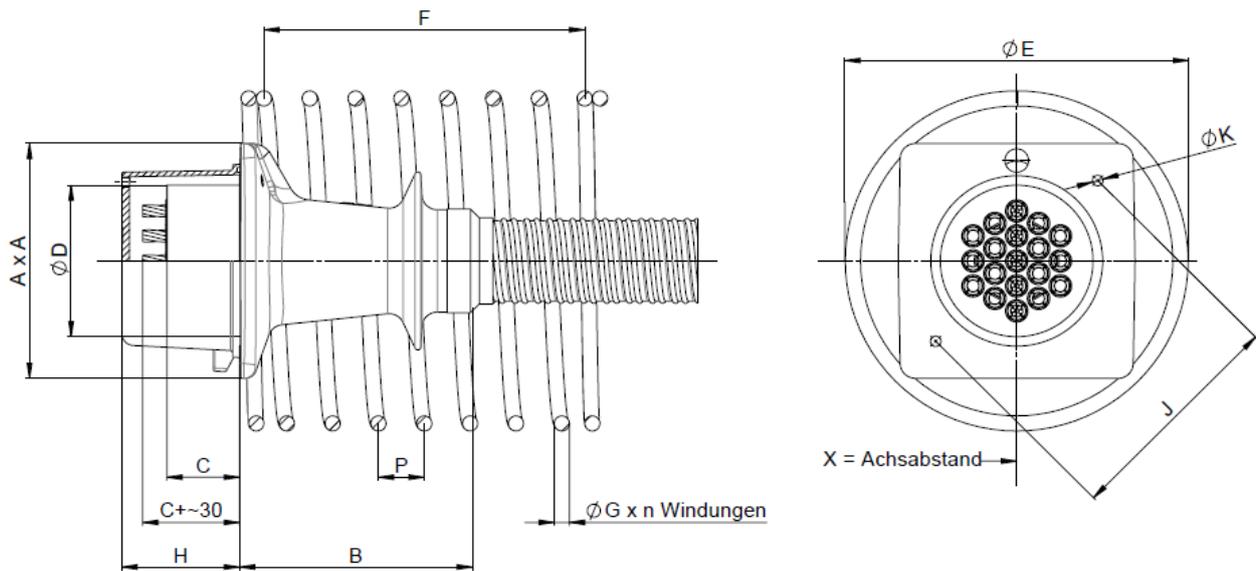
#### EC 25, für Normal-Betonklasse C 25/30

( $f_{c,min}(t) = 22 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\ddot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-3	6-4	6-7	6-12	6-19	6-22	6-31	6-37
A	135	150	190	250	310	340	390	430
B	125	155	170	245	305	365	350	450
C	50	55	60	75	95	100	120	135
ØD	95	110	135	170	200	220	260	280
ØE	190	220	300	400	505	545	650	710
ØG	12	14	16	18	20	20	22	22
P	60	65	65	70	70	65	65	60
n <sup>1)</sup>	6	6	7	8	10	11	12	14
F <sup>2)</sup>	240	260	325	420	560	585	650	720
J	125	150	190	250	300	340	410	420
K	M10	M10	M10	M16	M16	M16	M16	M16
H	110	115	120	135	155	160	180	195
X <sup>3)</sup>	210	240	320	420	525	565	670	730

Alle Masse in mm

- 1) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 2) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 3) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2



**EC 30, für Normal-Betonklasse C 30/37**

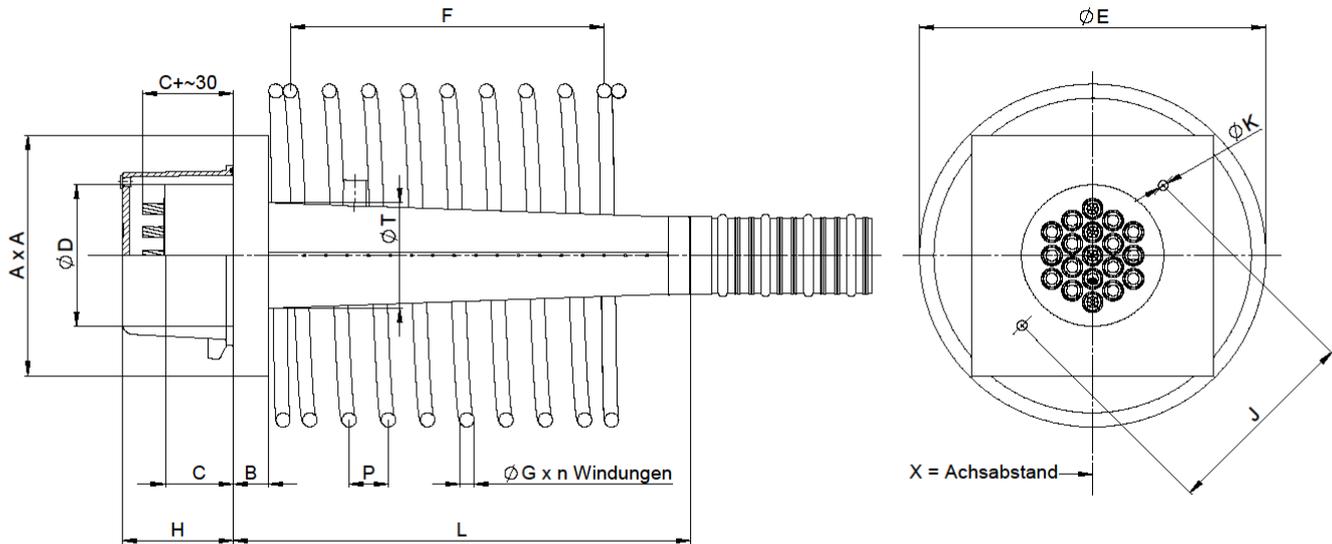
( $f_{c,min}(t) = 28 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-3	6-4	6-7	6-12	6-19	6-22	6-31	6-37
A	135	150	190	250	310	340	390	430
B	125	155	170	245	305	365	350	450
C	50	55	60	75	95	100	120	135
ØD	95	110	135	170	200	220	260	280
ØE	165	195	260	350	440	475	570	625
ØG	12	14	16	18	20	20	22	22
P	55	65	65	65	65	60	60	60
n <sup>1)</sup>	5	5	6	8	9	10	12	13
F <sup>2)</sup>	165	195	260	390	455	480	600	660
J	125	150	190	250	300	340	410	420
K	M10	M10	M10	M16	M16	M16	M16	M16
H	110	115	120	135	155	160	180	195
X <sup>3)</sup>	185	215	280	370	460	495	590	645

Alle Masse in mm

- 1) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 2) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 3) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

### 1.2.3 Bewegliche Verankerung VSL Typ E 25 und E 30



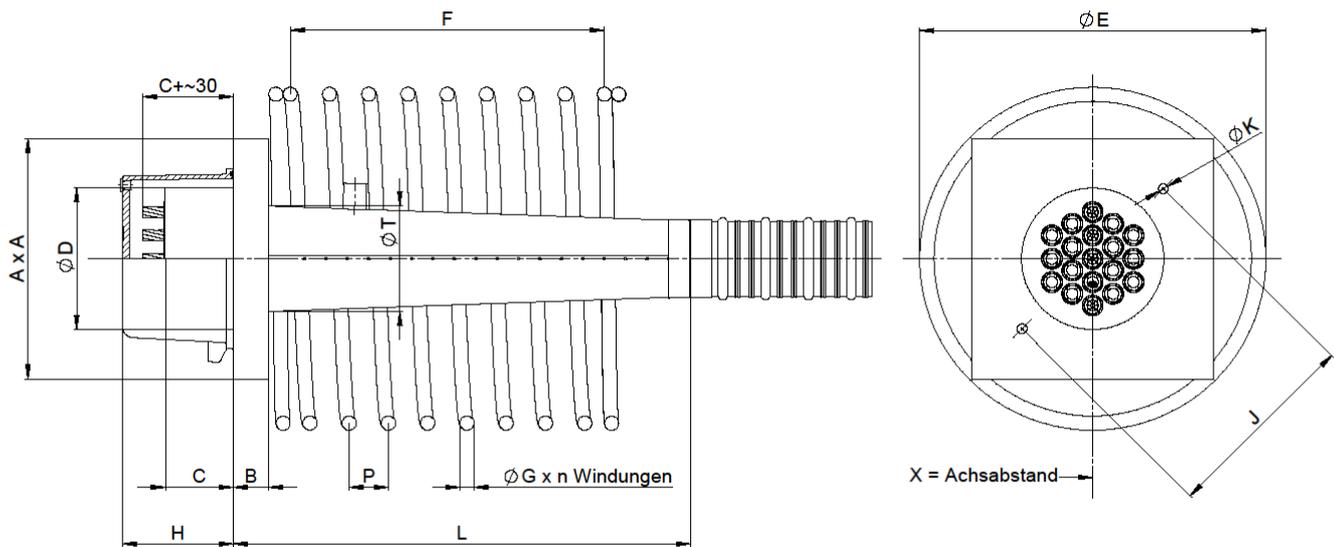
#### E 25, für Normal-Betonklasse C 25/30

( $f_{c,min}(t) = 22 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-1	6-2	6-3	6-4	6-7	6-12	6-15	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37	6-43	6-55
A	75	110	135	160	205	270	305	340	370	410	435	480	520	580
B	10	10	15	20	30	40	45	50	55	60	65	75	80	95
C	50	50	50	55	60	75	85	95	100	110	120	135	145	160
ØD	53	90	95	110	135	170	190	200	220	240	260	280	300	340
L	155	205	210	215	325	500	585	640	745	690	755	905	1030	1045
ØT	18	50	56	65	84	118	143	150	172	185	192	215	248	255
ØE	105	155	190	220	300	395	445	505	545	605	650	710	765	870
ØG	10	12	12	14	16	18	18	20	20	20	22	22	26	26
P	70	65	60	65	70	65	60	65	60	55	65	60	75	70
n <sup>1)</sup>	4	5	5	6	6	8	9	9	11	12	12	13	12	14
F <sup>2)</sup>	140	195	180	260	280	390	420	455	540	550	650	660	750	840
J	86	136	135	150	210	265	275	280	310	330	360	370	400	452
K	Ø5	Ø5	M12	M12	M12	M16	M20	M20						
H	110	110	110	115	120	135	145	155	160	170	180	195	210	225
X <sup>3)</sup>	125	175	210	240	320	415	465	525	565	625	670	730	785	890

Alle Masse in mm

- 1) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 2) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 3) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2



**E 30, für Normal-Betonklasse C 30/37**

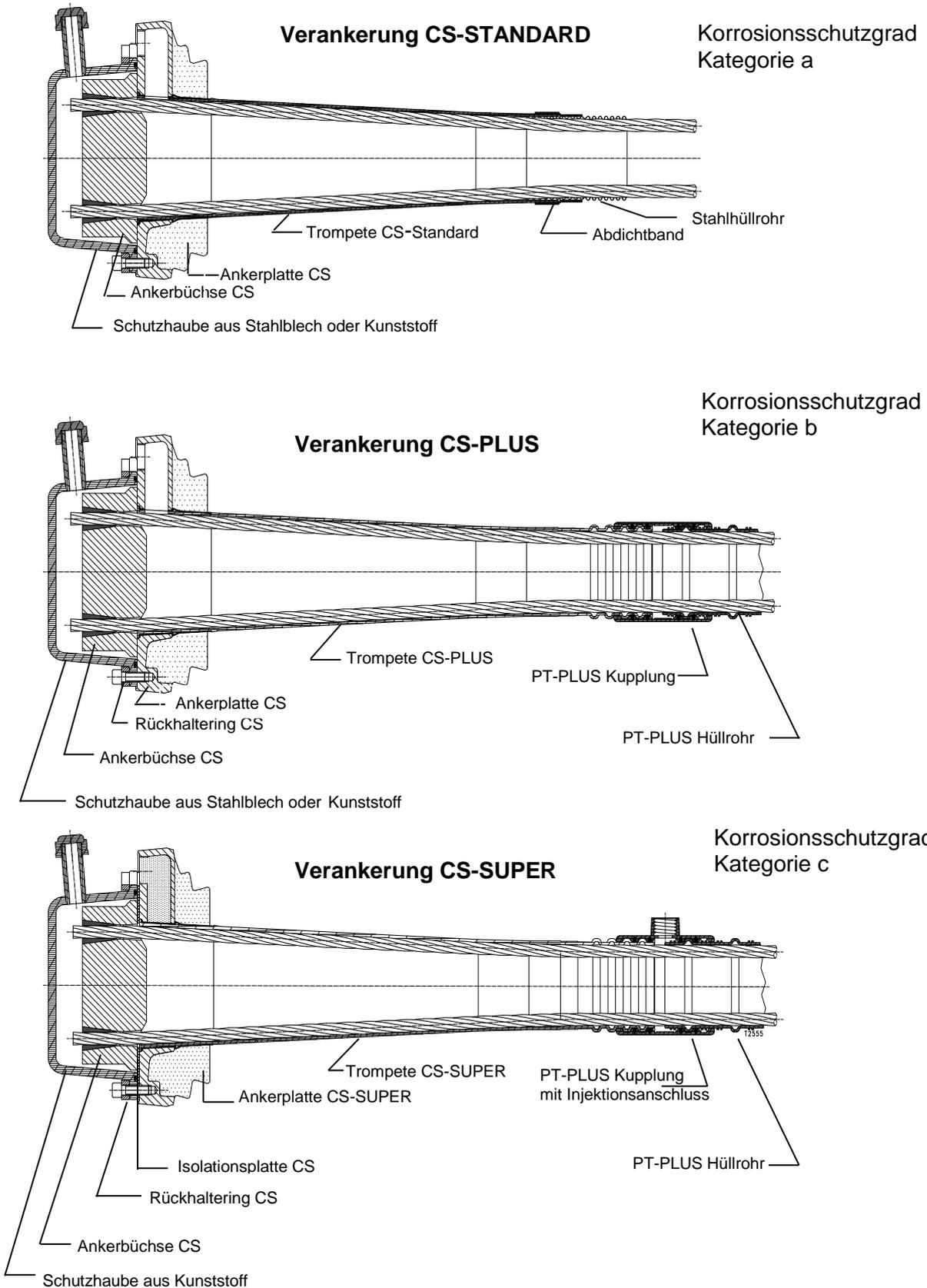
( $f_{c,min}(t) = 28 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

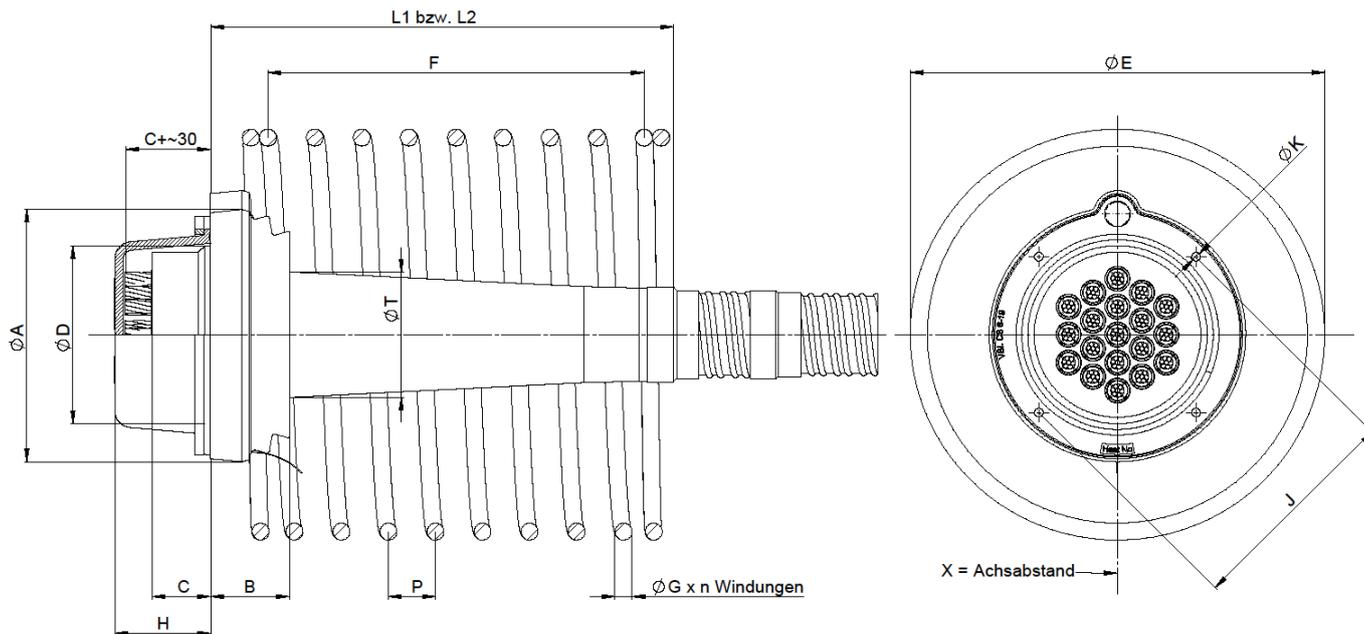
	6-1	6-2	6-3	6-4	6-7	6-12	6-15	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37	6-43	6-55
A	75	110	135	160	205	270	305	340	370	410	435	480	520	580
B	10	10	15	20	30	40	45	50	55	60	65	75	80	95
C	50	50	50	55	60	75	85	95	100	110	120	135	145	160
ØD	53	90	95	110	135	170	190	200	220	240	260	280	300	340
L	155	205	210	215	325	500	585	640	745	690	755	905	1030	1045
ØT	18	50	56	65	84	118	143	150	172	185	192	215	248	255
ØE	90	135	165	195	260	350	390	440	475	530	570	625	675	765
ØG	10	12	12	14	16	18	18	20	20	22	22	22	26	26
P	70	65	55	65	65	65	55	60	55	60	55	55	70	65
n <sup>1)</sup>	4	4	5	5	6	7	9	9	10	10	12	13	11	13
F <sup>2)</sup>	140	130	165	195	260	325	385	420	440	480	550	605	630	715
J	86	136	135	150	210	265	275	280	310	330	360	370	400	452
K	Ø5	Ø5	M12	M12	M12	M16	M20	M20						
H	110	110	110	115	120	135	145	155	160	170	180	195	210	225
X <sup>3)</sup>	110	155	185	215	280	370	410	460	495	550	590	645	695	785

Alle Masse in mm

- 1) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 2) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 3) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

1.2.4 Bewegliche Verankerung VSL Typ CS 2000-30 und CS 2000-40





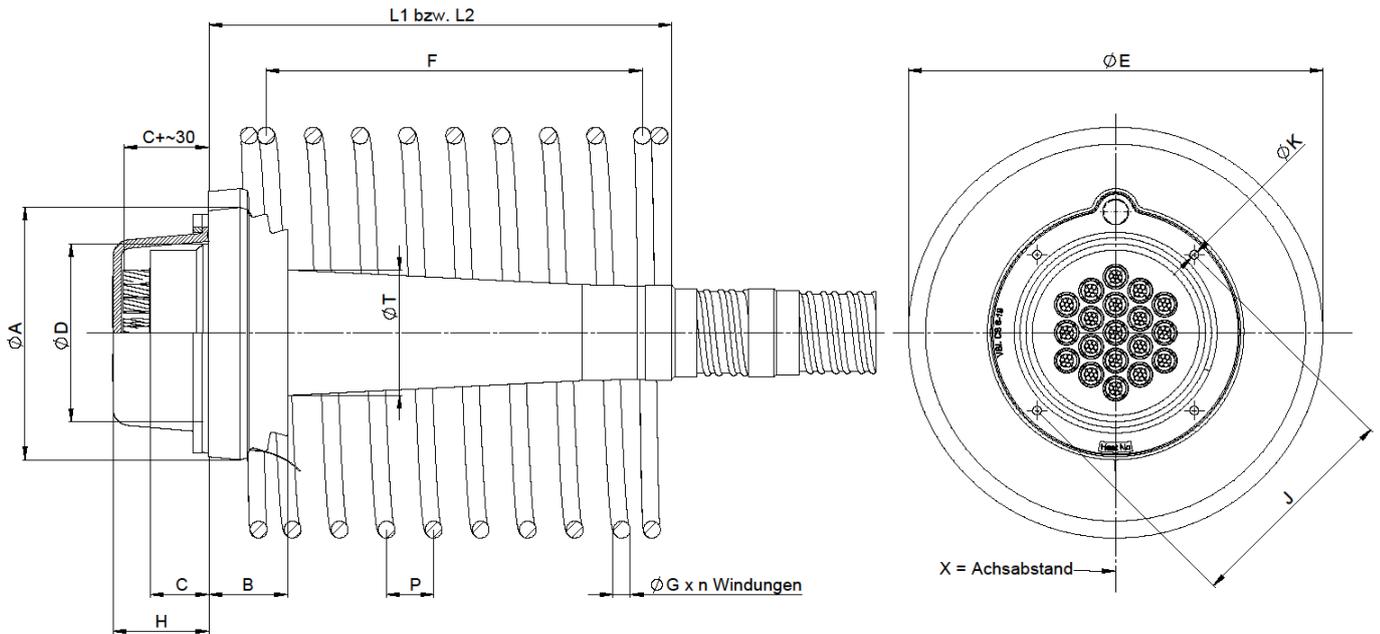
**CS 2000-30, für Normal-Betonklasse C 30/37**

( $f_{c,min}(t) = 28 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-7	6-12	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37
A	222	258	300	320	360	390	420
B	60	80	90	100	110	122	130
C	50	60	70	70	69	69	82
ØD	143	178	210	228	256	274	300
L <sub>1</sub> <sup>1)</sup>	225	392	540	570	660	620	805
L <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	360	530	660	740	810	740	925
ØT	85	117	148	165	181	188	211
ØE	290	390	495	530	590	635	695
ØG	16	18	20	22	22	22	26
P	65	60	55	60	55	55	65
n <sup>2)</sup>	6	8	11	10	12	13	12
F <sup>3)</sup>	260	360	495	480	550	605	650
J	188	220	260	274	310	330	357
K	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16
H	112	113	114	115	140	150	160
X <sup>4)</sup>	310	410	515	550	610	655	715

Alle Masse in mm

- 1) L<sub>1</sub> gilt für CS-STANDARD, L<sub>2</sub> für CS-PLUS und CS-SUPER
- 2) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 3) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 4) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2



**CS 2000-40, für Normal-Betonklasse C 40/50**

( $f_{c,min}(t) = 36 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

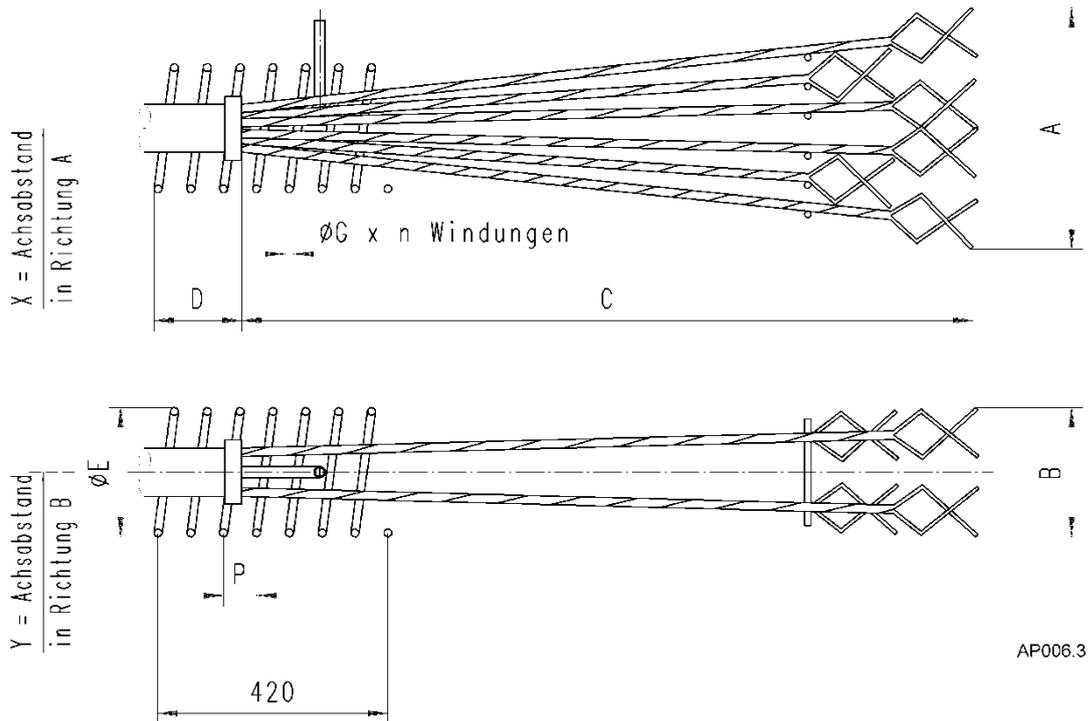
	6-7	6-12	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37
A	222	258	300	320	360	390	420
B	60	80	90	100	110	122	130
C	50	60	70	70	69	69	82
ØD	143	178	210	228	256	274	300
L <sub>1</sub> <sup>1)</sup>	225	392	540	570	660	620	805
L <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	360	530	660	740	810	740	925
ØT	85	117	148	165	181	188	211
ØE	270	355	455	490	545	590	645
ØG	16	18	20	22	22	22	26
P	65	55	55	60	55	55	65
n <sup>2)</sup>	6	8	10	10	11	12	11
F <sup>3)</sup>	260	330	440	480	495	550	585
J	188	220	260	274	310	330	357
K	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16
H	112	113	114	115	140	150	160
X <sup>4)</sup>	290	375	475	510	565	610	665

Alle

Masse in mm

- 1) L<sub>1</sub> gilt für CS-STANDARD, L<sub>2</sub> für CS-PLUS und CS-SUPER
- 2) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 3) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 4) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

### 1.2.5 Feste Verankerung VSL Typ H 30



#### H 30, für Normal-Betonklasse C 30/37

( $f_{c,min}(t) = 28 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-1	6-2	6-3	6-4	6-7	6-12	6-15	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37
A	-	-	-	210	230	390	370	470	490	530	570	690
B	-	-	-	190	210	330	370	390	470	510	510	510
C	-	-	-	950	1300	1150	1300	1300	1300	1600	1700	2000
X <sup>1)</sup>	-	-	-	260	290	440	420	520	540	580	620	740
Y <sup>1)</sup>	-	-	-	240	280	380	420	440	520	560	560	560
A	90	190	290	390	450	430	450	570	690	690	810	1050
B	90	90	90	90	90	230	230	230	230	260	260	370
C	950	950	950	950	1300	1300	1300	1300	1600	1650	1900	2550
X <sup>1)</sup>	140	240	340	440	500	600	550	720	760	880	860	1100
Y <sup>1)</sup>	140	140	140	140	220	280	320	320	370	370	420	420
D	-	-	-	-	155	155	155	155	155	155	165	175
ØE	-	-	-	-	200	230	300	300	350	350	400	400
ØG	-	-	-	-	16	16	16	16	16	16	20	20
P	-	-	-	-	60	60	60	60	60	60	60	60
n	-	-	-	-	7	7	7	7	7	7	7	7

Typ H (q)  
(quadratisch)

Typ H (r)  
(rechteckig)

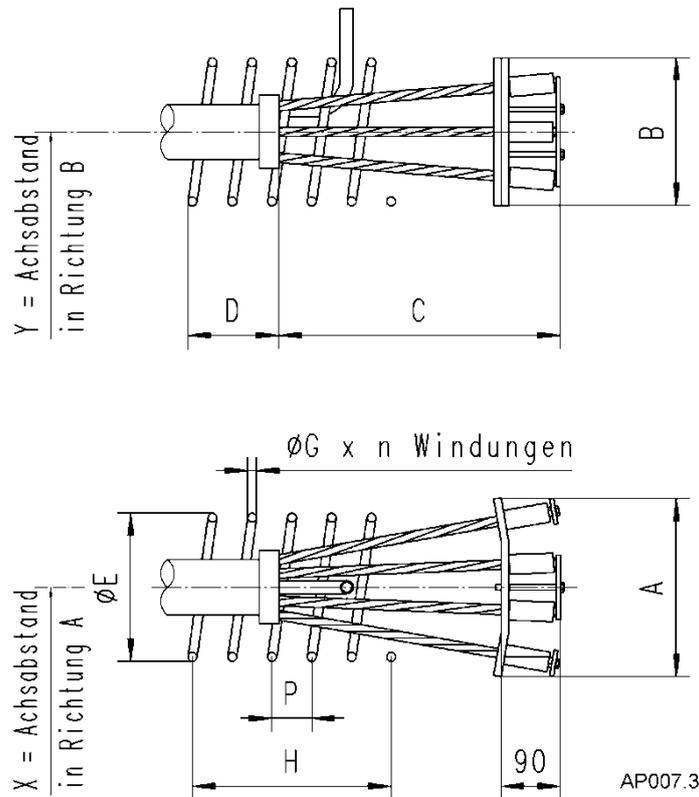
Alle Masse in mm

1) Minimale Achsabstände X, Y. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

Bemerkungen:

- Mit einem Korrosionsschutzmittel behandelte Litzen dürfen für die Verankerungen vom Typ H nicht verwendet werden.
- Für Spannglieder mit dem Flachhüllrohr wird die Verankerung H 6-4 (rechteckig) wie oben angegeben verwendet.

### 1.2.6 Feste Verankerung VSL Typ P 30



#### P 30, für Normal-Betonklasse C 30/37

( $f_{c,min}(t) = 28 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

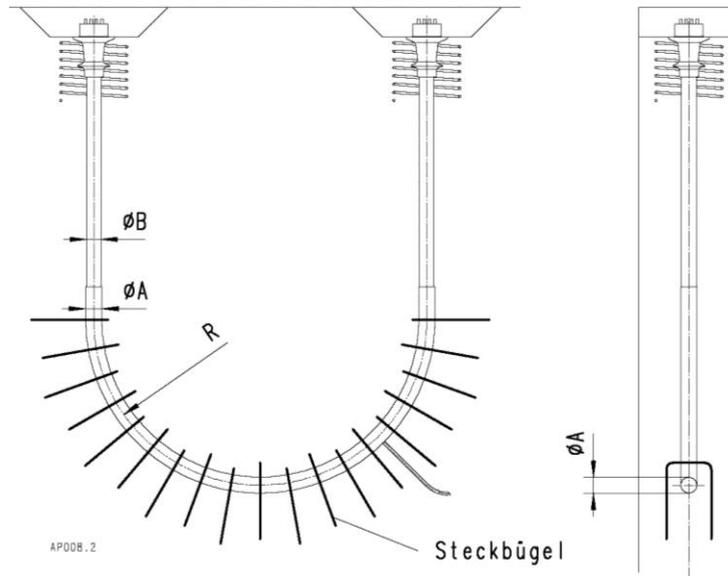
	6-2	6-3	6-4	6-7	6-12	6-19	6-22	6-31	6-37	
A	-	-	150	-	-	-	-	480	560	} Typ P (q) (quadratisch)
B	-	-	150	-	-	-	-	340	340	
C	-	-	380	-	-	-	-	780	980	
X <sup>1)</sup>	-	-	215	-	-	-	-	660	780	
Y <sup>1)</sup>	-	-	215	-	-	-	-	530	530	
A	180	230	260	270	280	370	420	600	720	} Typ P (r) (rechteckig)
B	60	70	90	140	230	270	270	270	270	
C	280	330	430	430	430	630	730	980	1180	
X <sup>1)</sup>	200	250	280	360	500	550	650	810	960	
Y <sup>1)</sup>	150	200	200	220	270	390	380	430	430	
H	-	-	-	300	300	300	300	360	360	
D	-	-	-	140	140	140	140	170	170	
ØE	-	-	-	200	230	300	350	400	400	
ØG	-	-	-	16	16	16	16	20	20	
P	-	-	-	60	60	60	60	60	60	
n	-	-	-	5	5	5	5	6	6	

Alle Masse in mm

1) Minimale Achsabstände X, Y. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

### 1.2.7 Feste Verankerung VSL Typ L 25

Vorwiegend ruhende Beanspruchung



#### L 25, für Normal-Betonklasse C 25/30

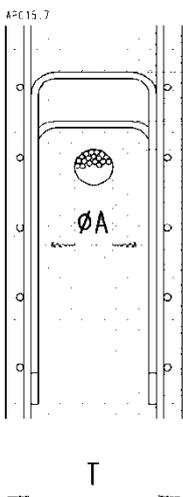
( $f_{c,min}(t) = 22 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-2	6-3	6-4	6-7	6-12	6-19	6-22
ØA	50/55	50/55	55/60	75/82	90/97	110/117	120/127
ØB	45/50	45/50	50/55	60/67	80/87	95/102	110/117
R <sub>min</sub>	600	600	650	850	1100	1400	1500

Alle Masse in mm

Die oben gezeigte konstruktive Ausbildung der Spreizkraftbewehrung mit Steckbügeln im Umlenkbereich kann auch durch eine entsprechende orthogonale Bewehrung ersetzt werden.

Erforderlicher Bewehrungsquerschnitt der oben gezeigten Spreizkraftbewehrung:



$$A_{s,tot} = \frac{0.25 P_d \pi}{f_{sd}} \left( 1 - \frac{0.87 \text{ØA}}{T} \right)$$

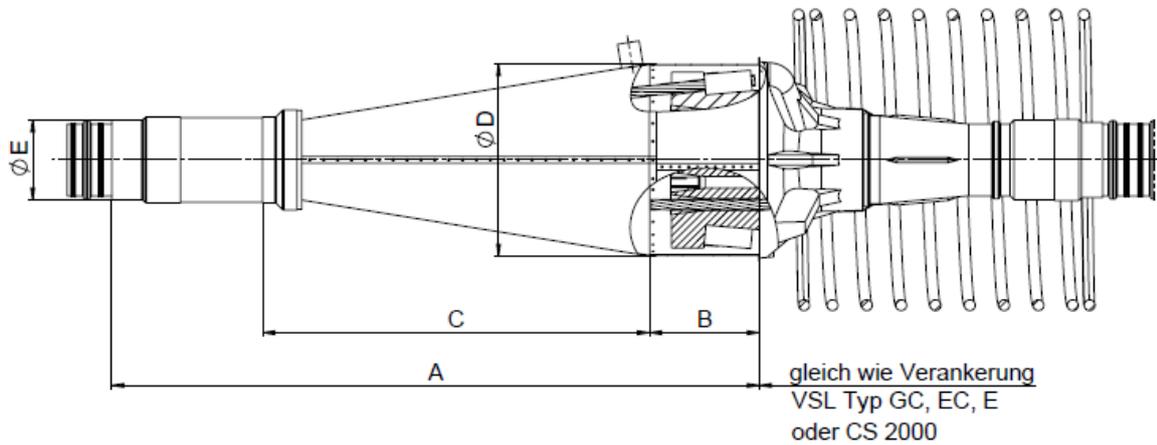
- $A_{s,tot}$  = Total erforderlicher Bewehrungsquerschnitt
- $f_{sd}$  = Bemessungswert der Fließgrenze des Betonstahls
- T = Plattendicke
- ØA = Aussendurchmesser Hüllrohr
- $P_d$  = Bemessungswert der Spannkraft ( $P_d = \gamma_P P_0 = 1.5 P_0$ )
- $L_{bd}$  = Verankerungslänge gemäss SIA 262

Für  $P_0 = 0.7 P_{pk}$ ,  $f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$  und  $T \approx 3 \text{ØA}$  vereinfacht sich die Formel zu:

$$A_{s,tot} = A_s [mm^2] \cdot n \approx P_0 [kN] \cdot 2$$

- $A_s$  = Querschnittfläche eines Bügels in  $mm^2 = \text{Ø}_s^2 \pi / 4$
- n = Anzahl Steckbügel

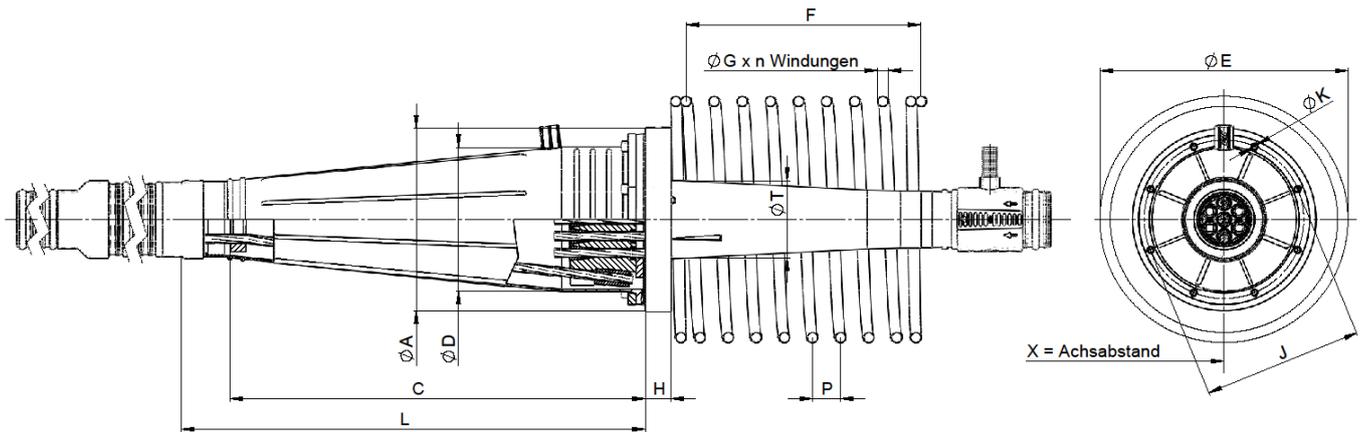
### 1.2.8 Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ K



	6-3	6-4	6-7	6-12	6-15	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37
A	430	440	560	660	770	770	910	980	970	1200
B	160	160	160	160	160	160	160	180	180	200
C	200	210	310	410	520	520	620	670	640	850
ØD	150	160	190	240	270	280	310	350	360	400
ØE	62	67	77	97	102	112	122	132	142	155

Alle Masse in mm

### 1.2.9 Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ K EIT (für Spannglieder Kat. c)



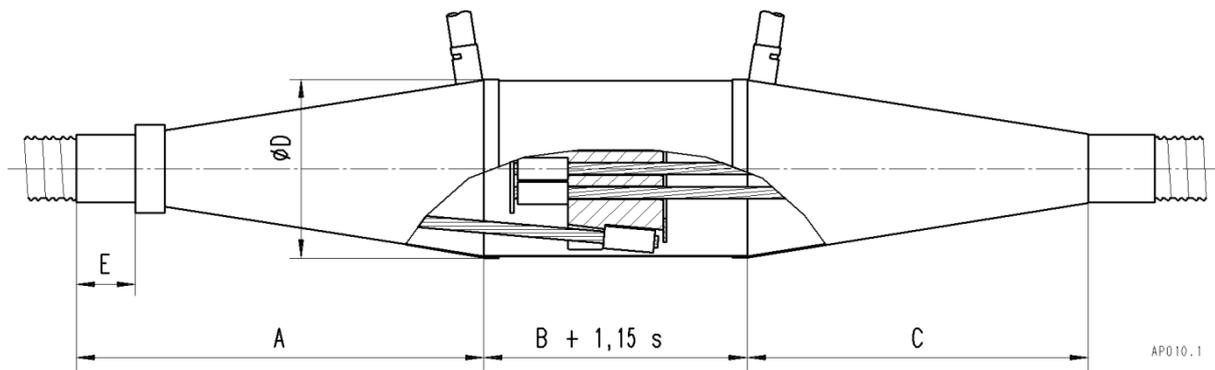
für Normal-Betonklasse C 30/37 und C40/50

( $f_{c,min}(t) = 28 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-7	6-12	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37
ØA	260	300	360	385	430	460	500
C	450	550	635	780	795	795	955
ØD	201	242	283	313	340	353	380
L	750	820	890	1040	1080	1140	1320
H	40	40	50	55	60	65	75
ØT	86	119	153	167	187	194	217
ØE	260	350	440	475	530	570	635
ØG	16	18	20	20	22	22	22
P	65	65	60	55	60	55	55
n <sup>1)</sup>	6	7	9	10	10	12	13
F <sup>2)</sup>	260	325	420	440	480	550	605
J	232	272	312	342	377	387	422
K	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12
X <sup>3)</sup>	280	370	460	495	550	590	655

- 1) n beinhaltet die erste und letzte Windung, die zur Verankerung der Wendel dienen
- 2) F deckt den erforderlichen Bereich der statisch wirksamen Umschnürung ab (Wendel)
- 3) Minimale Achsabstände X. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

### 1.2.10 Gleitkupplung VSL Typ V

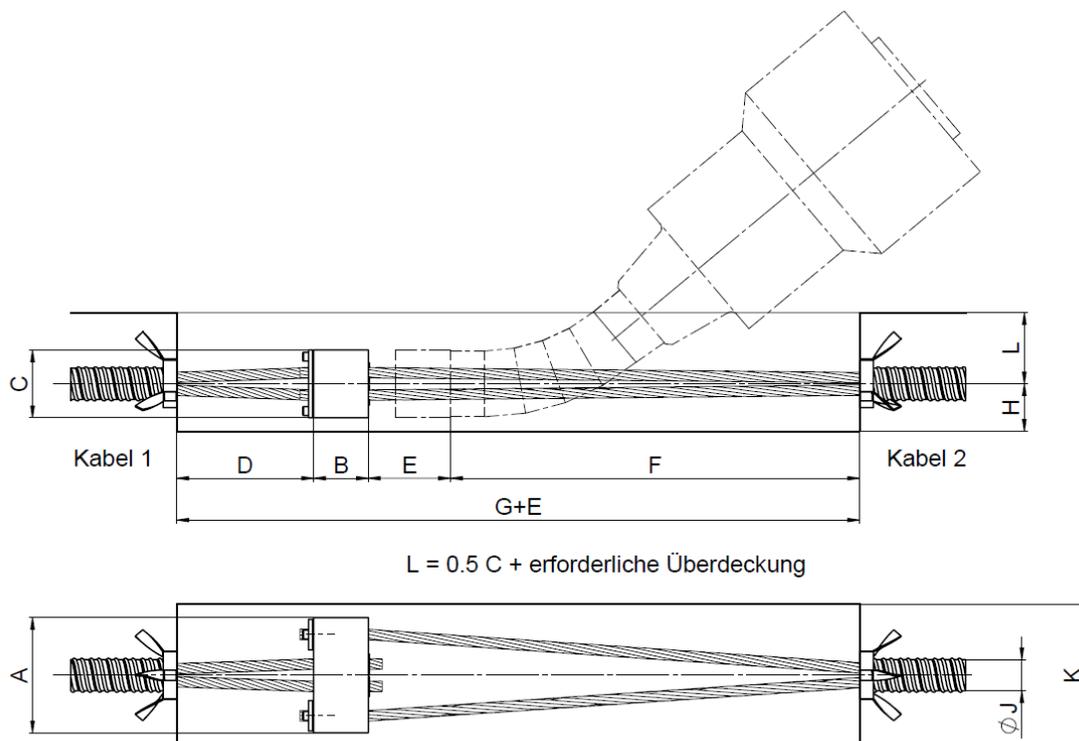


	6-3	6-4	6-7	6-12	6-19
A	330	360	470	570	700
B	205	205	205	205	205
C	250	280	370	460	570
ØD	150	160	190	240	280
E	60	60	75	80	95

Alle Masse in mm

s = Verschiebung an der Kupplungsstelle infolge Vorspannung

### 1.2.11 Zwischenverankerung VSL Typ Z



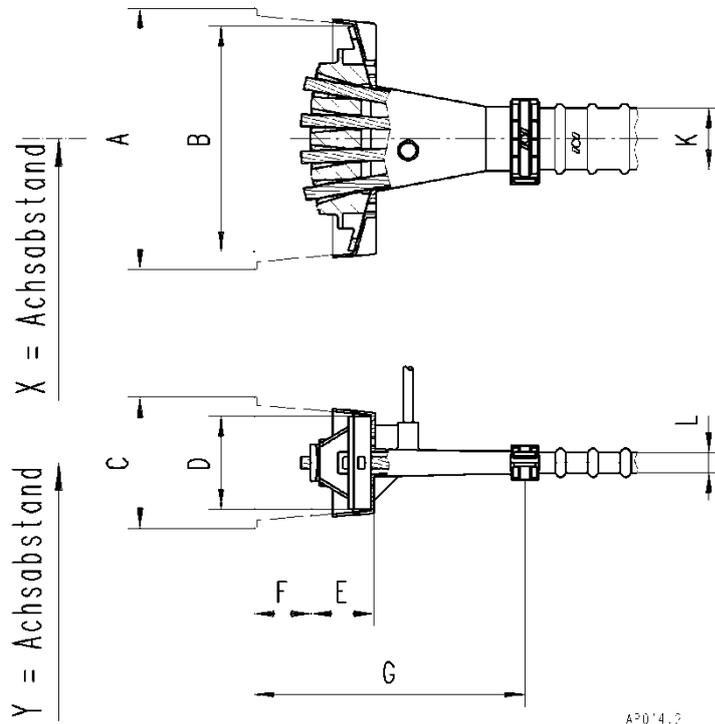
	6-2	6-4	6-6	6-8	6-10	6-12	6-18	6-22
A	140	170	210	210	260	300	380	400
B	70	80	100	125	140	160	180	180
C	90	100	140	160	160	160	200	250
D	100	200	300	400	450	450	650	700
E	Dehnweg des Spanngliedes 2							
F	450	900	1000	1100	1100	1350	1450	1500
G	620	1180	1400	1600	1690	1960	2280	2380
H	65	70	90	100	100	100	120	145
ØJ	40/45	50/57	55/62	65/72	70/77	80/87	90/97	100/107
K	180	210	250	250	300	340	420	440

Alle Masse in mm

Hinweise:

- Bei gekrümmter Betonoberfläche sind für G und H andere Werte zu verwenden. Angaben hierzu sind auf Anfrage erhältlich.
- Um die zulässigen Spannungen nicht zu überschreiten, ist für diese Verankerung in der Regel  $\sigma_0 \leq 0.65 f_{pk}$  zu wählen (bedingt durch Reibung in den Geräten; Details auf Anfrage).

### 1.2.12 Bewegliche Verankerung VSL Typ S 6-4 / 20



	6-4
A	330
B	280
C	168
D	115
E	75
F	52
G	300
K	76
L	25
X <sup>1)</sup>	400
Y <sup>1)</sup>	220

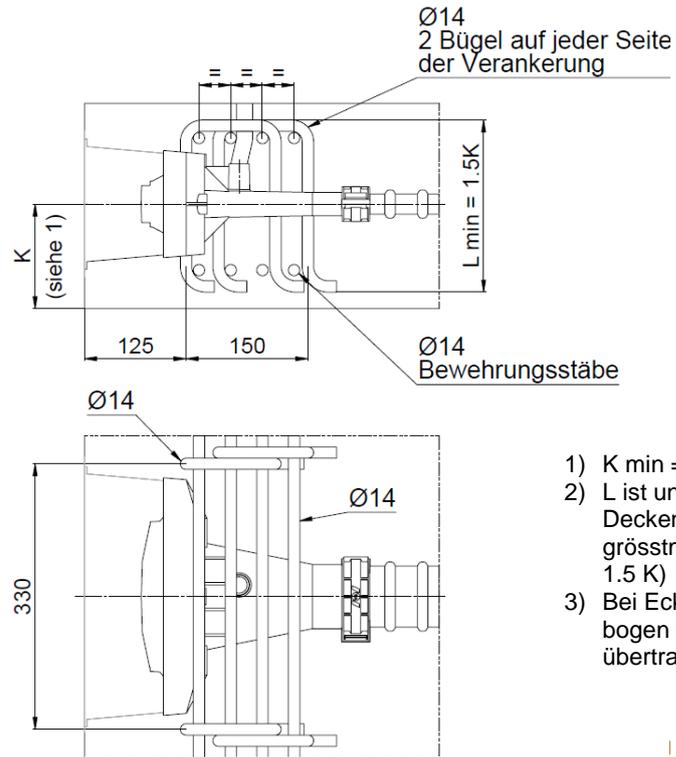
Alle Masse in mm

1) Minimale Achsabstände X, Y. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

#### S 6-4 / 20, für Normal-Betonklasse C 20/25

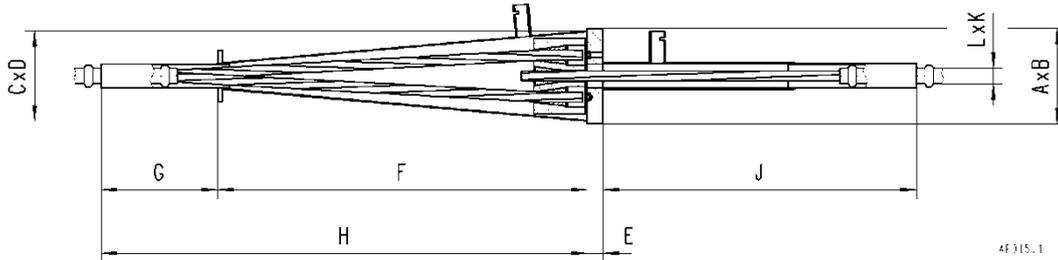
$f_{c,min}(t) = 16 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ ; in Kombination mit fester Verankerung Typ H oder P sind höhere Festigkeiten beim Spannen erforderlich.

Konstruktive Ausbildung der erforderlichen Spreizkraftbewehrung beispielsweise wie folgt (mit genereller Plattenbewehrung zu überlagern):



- 1) K min = 110mm
- 2) L ist unter Berücksichtigung von Deckenstärken und Überdeckung grösstmöglichst zu wählen (L min = 1.5 K)
- 3) Bei Eckverankerungen Stäbe abgebogen oder anderswie für volle Kraftübertragung ausgebildet

### 1.2.13 Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ SK 6-4 / 20



**SK 6-4 / 20, für Normal-Betonklasse C 20/25**  
 ( $f_{c,min}(t) = 16 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	<b>6-4</b>
A	150
B	220
C	140
D	193
E	25
F	570
G	190
H	760
J	300
K	76
L	25
X <sup>1)</sup>	400
Y <sup>1)</sup>	220

Alle Masse in mm

1) Minimale Achsabstände X, Y. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

Die erforderliche Bewehrung in der Verankerungszone ist dieselbe wie bei der Verankerung S 6-4 / 20.

## 1.3 Angaben zur konstruktiven Durchbildung

### 1.3.1 Spanngliederunterstützungen

#### 1.3.1.1 Spanngliederunterstützungen für Kunststoffhüllrohre PT-PLUS

Die Abstände der Unterstützungen sollen sich in folgenden Bereichen befinden:

für Hüllrohr Typ 72/21 und 22: 0.6 – 1.0 m  
 für Hüllrohre Typ 59, 76, 100, 115, 130 und 150: 10 – 12 x Innendurchmesser

Typ	Abstand Unterstützungen	
59	0.60	0.70
76	0.75	0.90
100	1.00	1.20
115	1.15	1.40
130	1.30	1.55
150	1.50	1.80

Alle Masse in m

Knicke im Hüllrohr sind nicht zulässig.

Die Spanngliederunterstützungen müssen genügend steif sein (Hinweis: Tragstab–Durchmesser  $\geq 16 - 20$  mm).

Zwischen Spanngliederunterstützungen und runden PT-PLUS Hüllrohren sind bei kleinen Radien (im Bereich von  $R \leq 2 R_{\min}$ ,  $R_{\min}$  gemäss Abschnitt 1.4.3) auf der Krümmungsinneenseite Schutzschalen aus Kunststoff als Auflagesättel einzubauen. Diese Schutzschalen dienen dazu, lokale Eindellungen der Hüllrohre und somit Beschädigungen während des Spannvorganges (Durchreiben der Hüllrohre) zu vermeiden. Überall dort wo PT-PLUS Hüllrohre beim Schliessen der Schalung (z.B. innere Stegchalung bei Hohlkasten) durch nahegelegene Bewehrung gefährdet sein können, müssen die Schutzschalen ebenfalls montiert werden.

Bei der Festlegung der Knoten der Tragstäbe ist zusätzlich die Dicke der Schutzschalen von 8 mm zu berücksichtigen. Diese Dicke ist für alle Hüllrohrtypen PT-PLUS gleich.

#### 1.3.1.2 Spanngliederunterstützungen für Stahlhüllrohre

Der Abstand der Unterstützungen soll 10 bis 12 mal den Innendurchmesser betragen. Es sind keine Knicke im Hüllrohr zulässig.

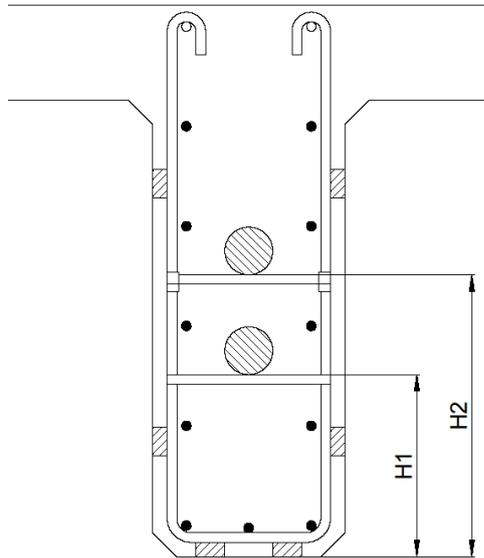
Die Spanngliederunterstützungen müssen genügend steif sein (Hinweis: Tragstab–Durchmesser  $\geq 16 - 20$  mm).

Zwischen Spanngliederunterstützungen und Stahlhüllrohren sind bei kleinen Radien Stütz- oder Schutzschalen erforderlich (analog Abschnitt 1.3.1.1).

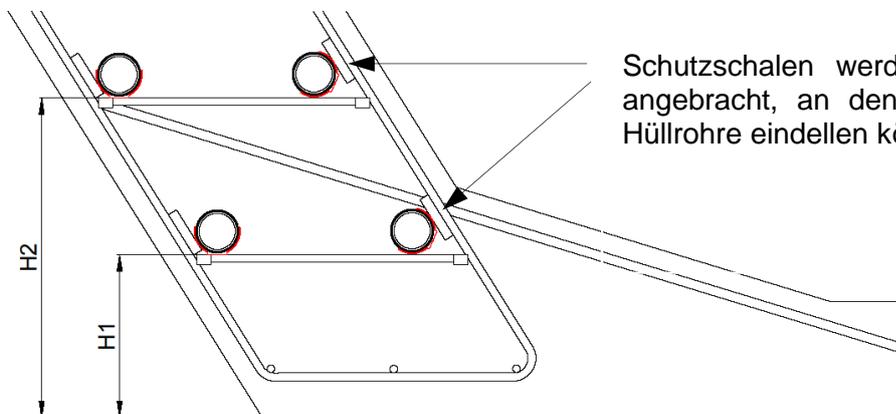
Bei der Festlegung der Knoten der Tragstäbe ist zusätzlich die Dicke von 8 mm der Schutzschalen zu berücksichtigen.

### 1.3.1.3 Konstruktion

Massangaben H beziehen sich immer auf die Distanz OK Schalung bis UK Hüllrohr.



Tragstäbe  $\varnothing$  16 – 20 mm

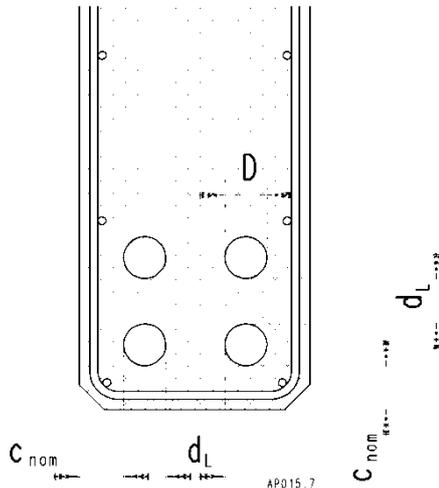


Schutzschalen werden auch an Stellen angebracht, an denen Bewehrungsstäbe Hüllrohre eindellen könnten

### 1.3.2 Anordnung der Hüllrohre und Verankerungen

#### 1.3.2.1 Minimalabstände der Hüllrohre

Die in der folgenden Darstellung angegebenen Masse sind als empfohlene Minimalwerte zu verstehen.



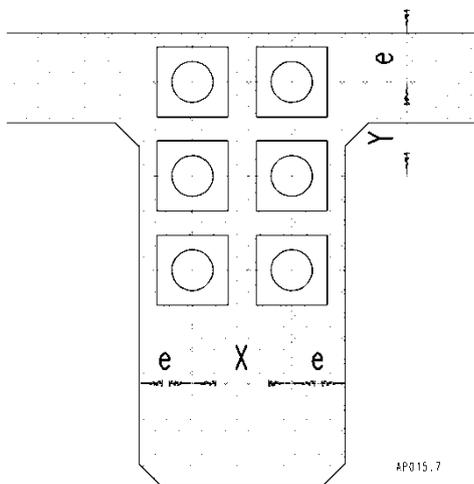
$$d_L \geq \varnothing D \text{ und } \geq \text{max. Korndurchmesser}$$

$$c_{nom} \geq \varnothing D/2 \text{ und } \geq \text{max. Korndurchmesser}$$

Zudem ist ein einwandfreies Einbringen und Verdichten des Betons zu gewährleisten. Es sind die Bestimmungen der Norm SIA 262 zu beachten, insbesondere die Abschnitte 5.2.2 Bewehrungsüberdeckung und 5.2.3 Mindestabstände.

#### 1.3.2.2 Anordnung der Verankerungen

Eine Verkleinerung des Achsabstandes der Verankerungen in einer Richtung (bis maximal 15%) ist möglich, dabei ist jedoch der Achsabstand in der anderen senkrecht dazu stehenden Richtung um den gleichen Prozentsatz zu vergrössern. Beim Verkleinern des Achsabstandes ist darauf zu achten, dass der verkleinerte Achsabstand den Wert des Wendel-Aussendurchmessers nicht unterschreiten darf. Desweiteren kann – falls für ein bestimmtes Projekt erforderlich – die Umschnürungsbewehrung im Kraffteinleitungsbereich (Wendel) angepasst werden. Der Randabstand  $e$  der Verankerungen ist gemäss den untenstehenden Angaben zu bestimmen:



- Die Achsabstände  $X$  bzw.  $Y$  sind in den Tabellen der verschiedenen Verankerungen angegeben, siehe 1.2.

- Randabstand  $e$ :

$$e = \frac{\text{Achsabstand}}{2} + \text{erforderliche Überdeckung} - 10$$

Bem.: Bei der Bestimmung von  $e$  dürfen noch 10 mm abgezogen werden (entsprechend der Überdeckung im Versuch).

Zum Zeitpunkt des Vorspannens auf  $0.75 f_{pk}$  sind die je Verankerung angegebenen minimalen Betonzyylinderdruckfestigkeiten erforderlich. Bei gegebener Betonklasse kann bei Bedarf der Zeitpunkt des Vorspannens früher angesetzt werden, falls die Verankerungen GC 25, E 25, EC 25 oder CS 2000-30 anstelle der Verankerungen GC 30, E 30, EC 30 oder CS 2000-40 verwendet werden.

Es gilt zu beachten, dass bei der Verwendung zweier verschiedener Verankerungen für ein Spannglied jene mit der höheren Betonklasse massgebend ist für die Wahl der Betonklasse beziehungsweise für den Zeitpunkt des Vorspannens.

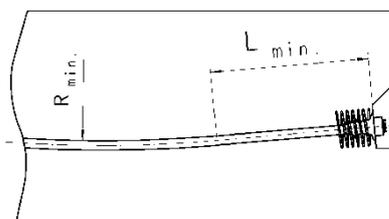
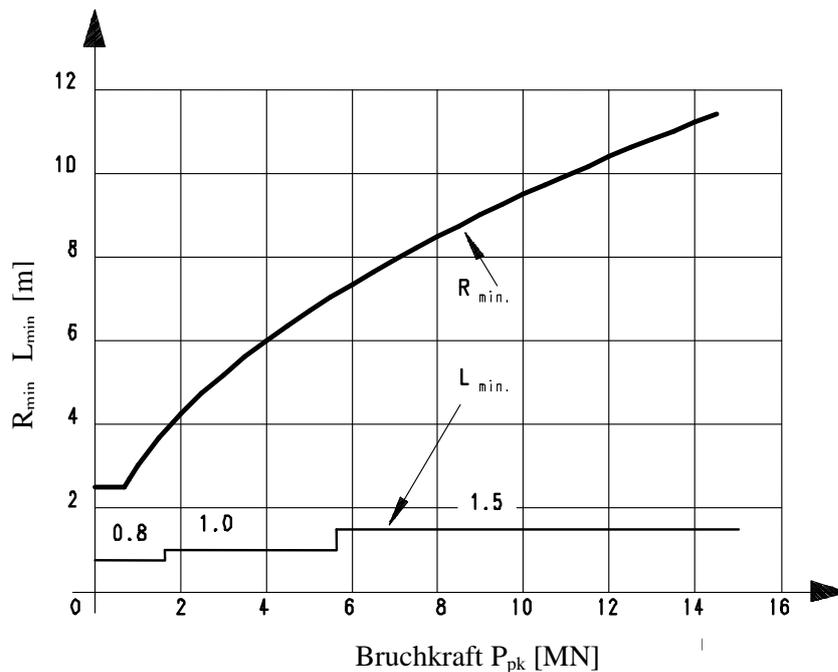
### 1.3.3 Minimaler Krümmungsradius

Die minimalen Radien  $R_{min}$  und die minimale gerade Länge  $L_{min}$  hinter der Verankerung dürfen die Werte gemäss nachstehendem Diagramm nicht unterschreiten. Die Werte  $R_{min}$  basieren auf einer Berechnung nach der Formel :

$$R_{min} = k \sqrt{P_{pk}} \geq 2.5 \text{ m}$$

wobei :  $P_{pk}$  = Bruchkraft des Spanngliedes [MN], siehe 1.1.3  
 $k = 3 \text{ m/MN}^{0.5}$  = Proportionalitätsfaktor (Erfahrungswert)

Die Werte gelten sowohl für das Stahlhüllrohr als auch für das Kunststoffhüllrohr PT-PLUS.



Beim System 6-4 mit Flachhüllrohren gelten  $R_{min} = 2.5 \text{ m}$  (um die schwache Hüllrohr-Achse) und  $R_{min} = 6.0 \text{ m}$  (um die starke Hüllrohr-Achse, Krümmungen nur in einer Richtung zulässig).

## 1.4 Reibungsbeiwerte und Verkeilungseinzug

### 1.4.1 Reibungsbeiwerte

Die durch Reibung im Hüllrohr bedingte Änderung der Spannkraft entlang der Spannlieder kann wie folgt abgeschätzt werden:

$$P(x) = P_{\max} e^{-\mu(\varphi_x + \Delta\varphi x)}$$

Hierbei weisen die Reibungskoeffizienten folgende Werte auf:

	Streubereich	Nominalwert
<b>Stahlhüllrohr</b>	$\mu = 0.16$ bis $0.22$ $\Delta\varphi = 0.004$ bis $0.008 \text{ m}^{-1}$	$\mu = 0.18$ $\Delta\varphi = 0.005 \text{ m}^{-1}$
<b>Kunststoffhüllrohr PT-PLUS</b>	$\mu = 0.10$ bis $0.14$ $\Delta\varphi = 0.004$ bis $0.010 \text{ m}^{-1}$	$\mu = 0.12$ $\Delta\varphi = 0.005 \text{ m}^{-1}$

- wobei  $P(x)$  = Vorspannkraft in der Entfernung  $x$  von der Spannstelle  
 $P_{\max}$  = Maximale Kraft im Spannstahl während des Spannens  
 $\mu$  = Reibungsbeiwert ( $\text{rad}^{-1}$ )  
 $\varphi_x$  = Summe der planmässigen Umlenkwinkel bis zur Stelle  $x$  (horizontal und vertikal) im Bogenmass (rad)  
 $\Delta\varphi$  = ungewollte Umlenkungen (im Bogenmass) pro Längeneinheit ( $\text{rad/m}$ )

Die Reibungsverluste in den Verankerungen, bedingt durch Reibung der umgelenkten Litzen auf die Verankerungskomponenten, hängen u.a. vom Verankerungstyp ab und werden – wie auch die Verluste in der Spannpresse – beim Spannvorgang seitens VSL berücksichtigt.

### 1.4.2 Verkeilungseinzug

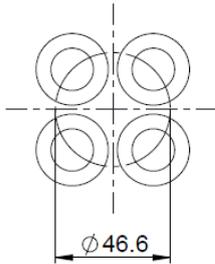
Beim Übertragen der Vorspannkraft von der Spannpresse auf die bewegliche Verankerung beträgt der Verkeilungseinzug rechnerisch 6 mm (Klemmeneinzug + relative Verschiebung der Litze). Bei Bedarf kann der Kraftverlust durch Unterlegen grösstenteils kompensiert werden.

## 1.5 Systemteile und Werkstoffe

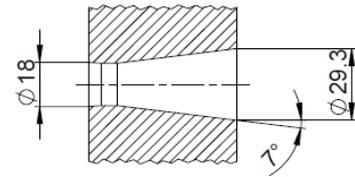
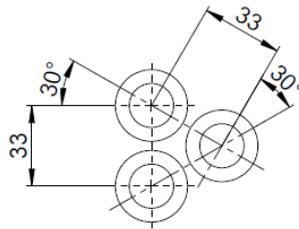
### 1.5.1 Systemteile

#### Ankerbüchse

Sonderfall 6-4

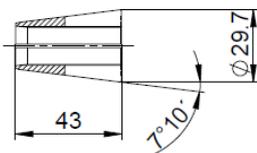


Normalfall

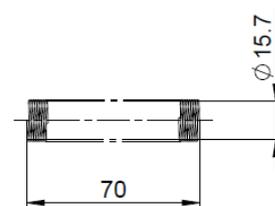
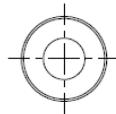
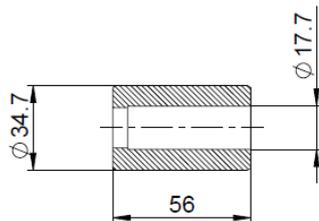


#### Klemme

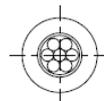
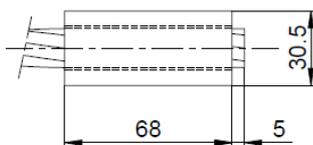
Typ W6S



#### Presshülse



aufgepresst



## 1.5.2 Werkstoffe und Normenhinweise

Systemteil	Werkstoff	Nummer	Norm
Ankerbüchse E <sup>1)</sup>	C45 oder C60	1.0503	EN 10083-2
Kupplungsbüchse K <sup>2)</sup> , V			
Zwischenanker Z <sup>2)</sup>		1.0601	
Kupplungskörper SK <sup>2)</sup>			
Ankerbüchse CS	42CrMoS4 oder 42CrMo4	1.7227  1.7225	EN 10083-1
Klemmen (Keile) <sup>3)</sup>	Einsatzstahl		EN 10084
Presshülse	C45 + N	1.0503	EN 10083-2
Casting GC, EC	EN-GJL-250	EN-JL1040	EN 1561
Ankerkörper S	EN-GJS-500-7	EN-JS1050	EN 1563
Ankerplatte CS			
Ankerplatten E	S235JR oder S235JRG2	1.0037  1.0038	EN 10025
Umlenkringe	S235JRH	1.0039	EN 10210-1
Stahlhüllrohre	Stahlblech		EN 523
Kunststoffhüllrohr PT-PLUS	PP <sup>3)</sup>		
Schutzhaube CS GC, E, EC	PP oder PA 6 EN-GJL-250	EN-JL1040	EN 1561
Trompete E	Stahlblech		
Trompete GC, CS	PP <sup>3)</sup>		
Isolationsplatte <sup>3)</sup>	Schichtpressstoff		
Schrumpfschlauch <sup>3)</sup>			
Betonstahl Wendel, Bügel	B500B		SIA 262

- 1) Ab Spanngliedeinheit 6-7 mit Kunststoffbuchsen  
 2) Für alle Spanngliedeinheiten mit Kunststoffbuchsen  
 3) Bei der Zulassungsstelle hinterlegt

## 2. Deckenspannsysteme

Die VSL Deckenspannsysteme bestehen aus einer oder mehreren Litzen aus Spannstahl. Das System wird in zwei Subsysteme unterteilt:

- **ohne Verbund**, mit einzeln gefetteten und mit Kunststoff ummantelten Monolitzen, welche direkt in den Beton gelegt werden. Der verbundlose Schutz der Litzen macht diese unabhängig von der Struktur. Nur gefettete, ummantelte Monolitzen sind hiernach erwähnt.

- **mit Verbund**. In diesem Fall sind die Litzen in einem zylindrischen oder flachen Hüllrohr eingebaut. Die Zwischenräume werden dann mit Injektionsgut gemäss SN EN 447 verfüllt, um einen Verbund mit dem Beton und Korrosionsschutz zu erzielen.

### 2.1 Deckenspannsystem ohne Verbund

#### 2.1.1 VSL Spannglieder

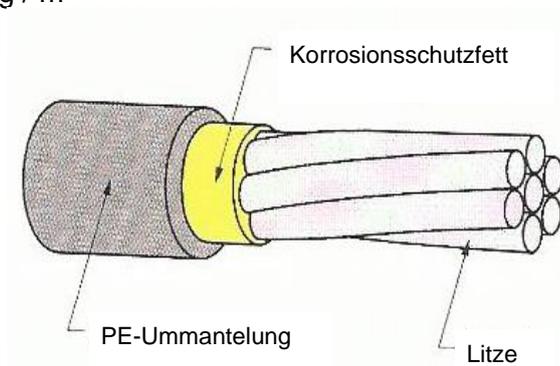
##### 2.1.1.1 Spannstahl, Korrosionsschutzfett und PE-Ummantelung

Die mechanischen Eigenschaften der Monolitzen sind identisch mit denjenigen der Mehrlitzen-spannsysteme. Die Beschreibung des Spannstahls findet sich in Kapitel 1 Abschnitt 1.1.1 Spannstahl. Das Korrosionsschutzfett und die PE-Ummantelung entsprechen den Anforderungen der Richtlinie ETAG 013, Anhang C.1 und C.4.1.

Durchmesser der Monolitze: ca. 20 mm

Wandstärke der PE-Ummantelung: min. 1.0 mm

Gewicht der Monolitze: 1.3 kg / m



##### 2.1.1.2 VSL Verankerungen

Die Verwendung der VSL Deckenverankerung ohne Verbund ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Bewegliche Verankerung		Feste Verankerung	
Typ	Kap.	Typ	Kap.
S 6-1	2.1.2.1	S 6-1	2.1.2.1

### 2.1.1.3 Spannkrafttabelle

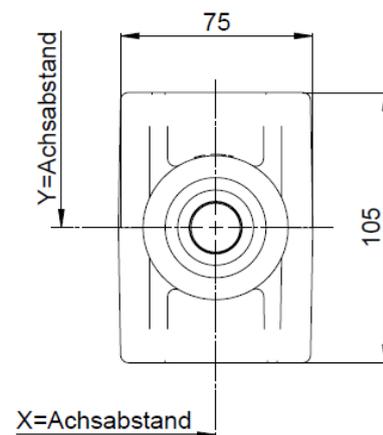
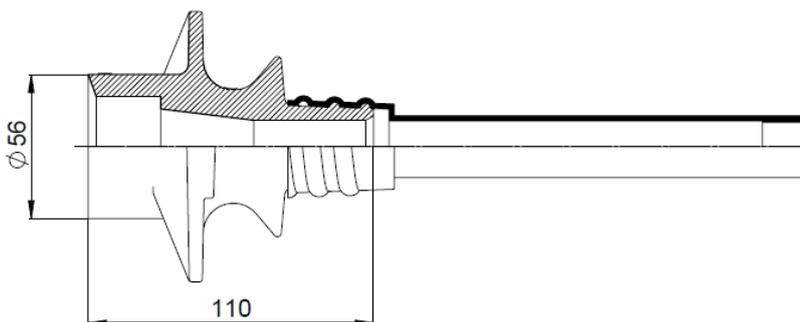
Es gilt die Spannkrafttabelle in Kapitel 1 Abschnitt 1.1.3. Die Bruchkraft der Monolithe beträgt 279 kN, die Überspannkraft 209 kN und die initiale Spannkraft 195 kN.

## 2.1.2 VSL Verankerungen – Abmessungen, minimale Betonfestigkeit und Bewehrung der Verankerungszonen

### 2.1.2.1 VSL Typ S 6-1

Als bewegliche Verankerung (mit Nische)  
 oder feste Verankerung (einbetoniert).  
 Auf der fertigen Verankerung wird eine Schutzkappe montiert.

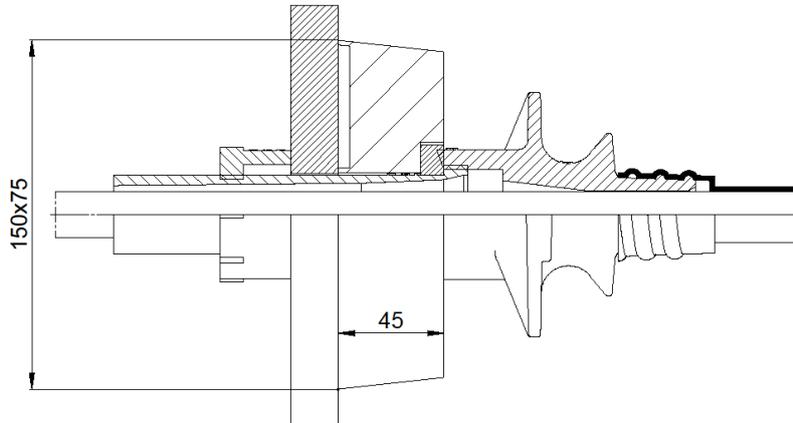
#### Verankerungskörper



	<b>6-1</b>
X <sup>1)</sup>	100
Y <sup>1)</sup>	180

1) Minimale Achsabstände X, Y. Für Randabstände, siehe 1.3.2.2; für Gruppenverankerung, siehe 2.1.2.3.

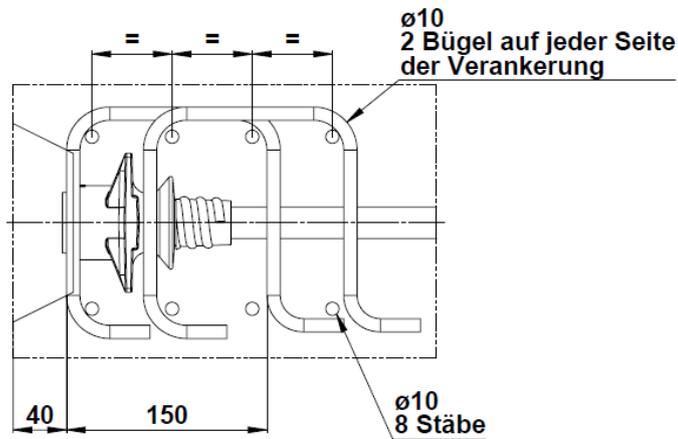
Zubehör für Installation (Nischenkörper)



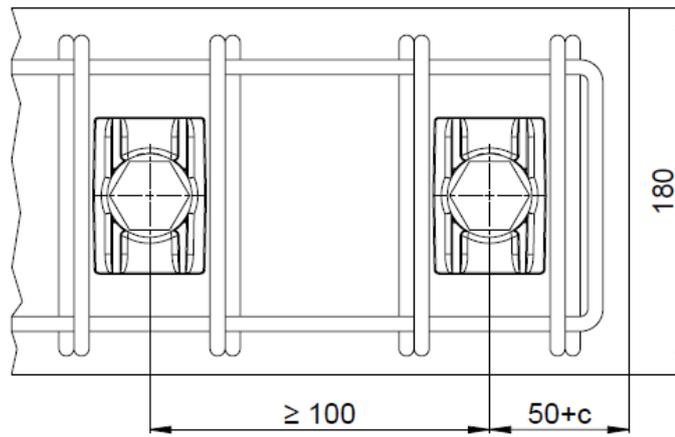
2.1.2.2 Bewehrung in Verankerungszone VSL Typ S 6-1

Für Normal-Betonklasse C 20/25

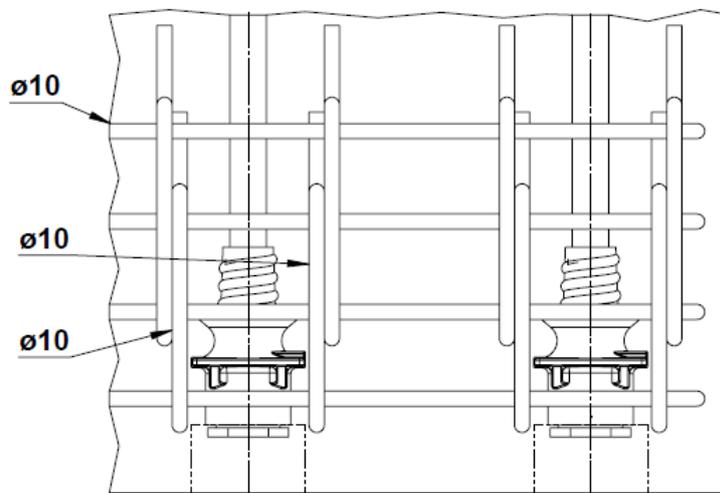
( $f_{c,min}(t) = 16 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )



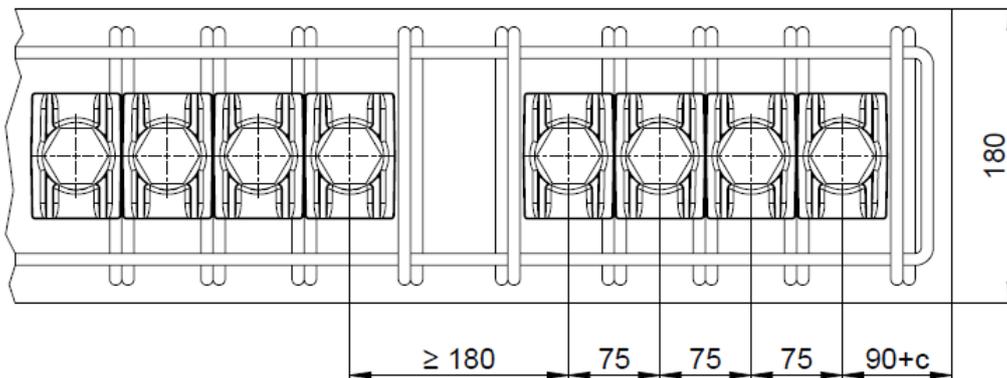
**Einzelverankerung**



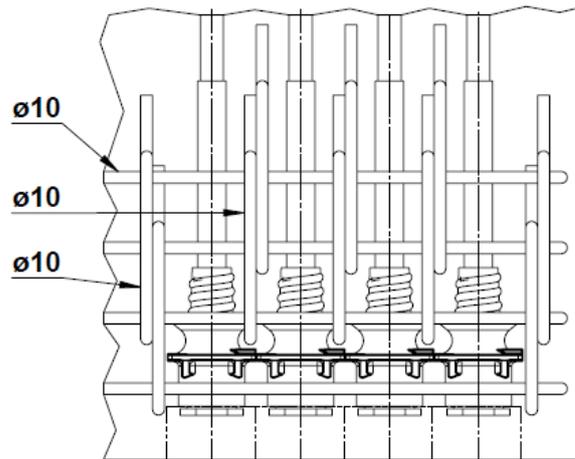
**Draufsicht**



**Gruppenverankerung (max. 4)**



Draufsicht



4-er Gruppenverankerung

c = erforderliche Betonüberdeckung

## 2.1.3 Angaben zur konstruktiven Durchbildung

### 2.1.3.1 Spanngliedunterstützung

Monolitzen sollten einen Stützbügelabstand von 0,6 bis 1,0 m aufweisen. Der untere Grenzwert kommt in den Hochpunkten von Flachdecken zur Anwendung.

Bei kreuzweise vorgespannten Flachdecken eignen sich handelsübliche Stützbügel oder kurze Stützkörbe sehr gut. Diese Stützbügelart bietet die Möglichkeit, die auf die untenliegenden Armierung ausgerollten Monolitzen nachträglich auf die geforderte Höhe zu bringen. Zur horizontalen Stabilisierung der Monolitzen vor und während des Betonierens empfehlen wir, eine kreuzweise Armierung ( $\varnothing$  8 mm, Maschenweite 1,20 m) direkt auf die Monolitzen zu binden.

### 2.1.3.2 Minimaler Krümmungsradius

Die Eigensteifigkeit der Monolitzen oder der Monolitzenbündel erlauben einen minimalen Krümmungsradius von  $R = 2,5\text{m}$ .

Dieser Radius kann ohne äusseren Zwang erreicht werden.

## 2.1.4 Reibungswerte und Verkeilungseinzug

### 2.1.4.1 Reibungsbeiwerte

Die durch Reibung bedingte Änderung der Spannkraft entlang der Spannglieder kann wie in Kapitel 1 Abschnitt 1.5.1 abgeschätzt werden. Dank der vollständigen Fettumhüllung des Spannstahls innerhalb des Polyethylenmantels ist der Reibungsbeiwert  $\mu$  im Vergleich zu injizierten Litzenkabeln stark reduziert.

Für die Spannkraftverlustberechnung gemäss der Formel

$$P(x) = P_{\max} e^{-\mu(\varphi_x + \Delta\varphi x)}$$

betragen die Beiwerte:

	Streubereich	Nominalwert
<b>Monolitze</b>	$\mu = 0.04$ bis $0.08$ $\Delta\varphi = 0.004$ bis $0.015 \text{ m}^{-1}$	$\mu = 0.06$ $\Delta\varphi = 0.008 \text{ m}^{-1}$

Zur Vereinfachung der Berechnung darf eine Kraftabnahme infolge Reibung von

2.5% pro 10 m Monolitzenlänge

berücksichtigt werden. Dieser Wert hat sich für parabolisch geführte Monolitzen in Flachdecken sehr gut bestätigt.

### 2.1.4.2 Verkeilungseinzug

Beim Übertragen der Vorspannkraft von der Spannpresse auf die bewegliche Verankerung beträgt der Verkeilungseinzug rechnerisch 6 mm (Klemmeneinzug + relative Verschiebung der Litze).

## 2.1.5 Systemteile und Werkstoffe

Die Beschreibung der Systemteile und Werkstoffe findet sich in Kapitel 1 Abschnitt 1.5.

## 2.2 Deckenspannsysteme mit Verbund

### 2.2.1 VSL Spannglieder

#### 2.2.1.1 Spann Stahl

Siehe Kapitel 1 Abschnitt 1.1.1 Spann Stahl.

#### 2.2.1.2 VSL Verankerungen

Die Verwendung der VSL Deckenverankerung mit Verbund ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Bewegliche Verankerung		Feste Verankerung		Kupplung	
Typ	Kap.	Typ	Kap.	Typ	Kap.
Si 6-1	2.2.2.1	Si 6-1	2.2.2.1		
S 6-4 / 20	2.2.2.3	S 6-4 / 20	2.2.2.3	SK 6-4 / 20	2.2.2.4
		H 6-(1-4)	1.2.5		
		P 6-(2-4)	1.2.6		

#### 2.2.1.3 Spannkrafttabelle und Spanngliedeinheiten

Die Spannkrafttabelle und Spanngliedeinheiten finden sich in Kapitel 1 Abschnitt 1.1.3.

#### 2.2.1.4 Kunststoffhüllrohr VSL PT-PLUS

Die Beschreibung des Kunststoffhüllrohre findet sich in Kapitel 1 Abschnitt 1.1.4.2.

#### 2.2.1.5 Füllgut und Spanngliedinjektion

In Bezug auf die Anforderung an das Füllgut und die Spanngliedinjektion gelten die Normen SN EN 445:2007, SN EN 446:2007 und SN EN 447:2007, sowie die zugehörigen Nationalen Vorwörter und Nationalen Anhänge (2008).

#### 2.2.1.6 Temporärer Korrosionsschutz

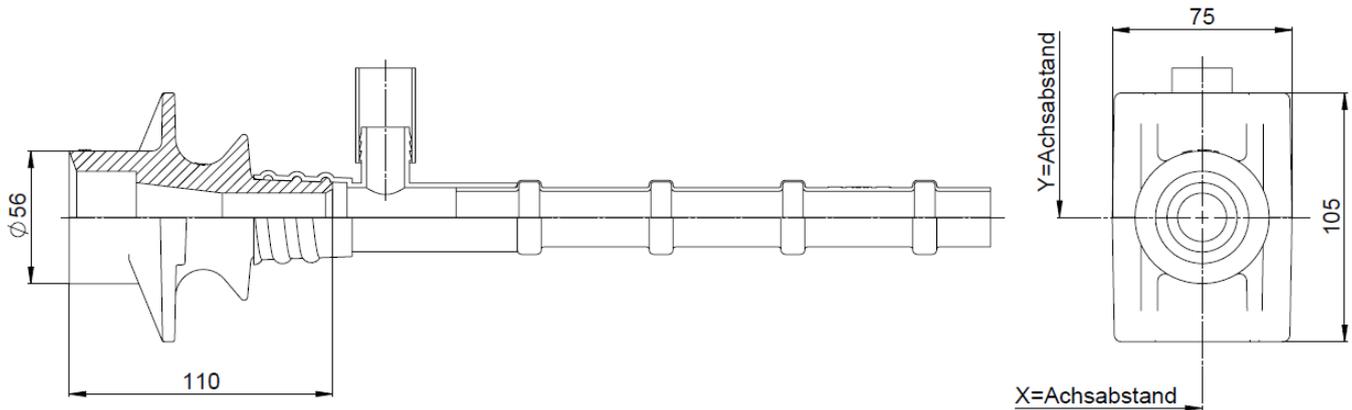
Die Hinweise zum temporären Korrosionsschutz des Spannstahls finden sich in Anhang 2, Abschnitt 3.6.

## 2.2.2 VSL Verankerungen und Kupplungen – Abmessungen, minimale Betonfestigkeit und Bewehrung der Verankerungszonen

### 2.2.2.1 VSL Typ Si 6-1

Als bewegliche Verankerung (mit Nische)  
 oder feste Verankerung (einbetoniert)

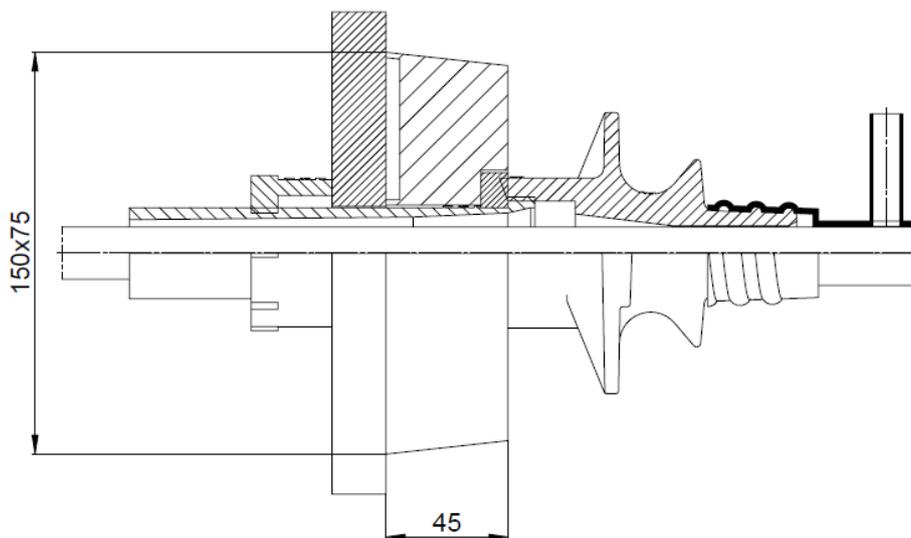
#### Verankerungskörper



	<b>6-1</b>
X <sup>1)</sup>	100
Y <sup>1)</sup>	180

1) Minimale Achsabstände X, Y. Für Randabstände, siehe 1.3.2.2; für Gruppenverankerung, siehe 2.1.2.3.

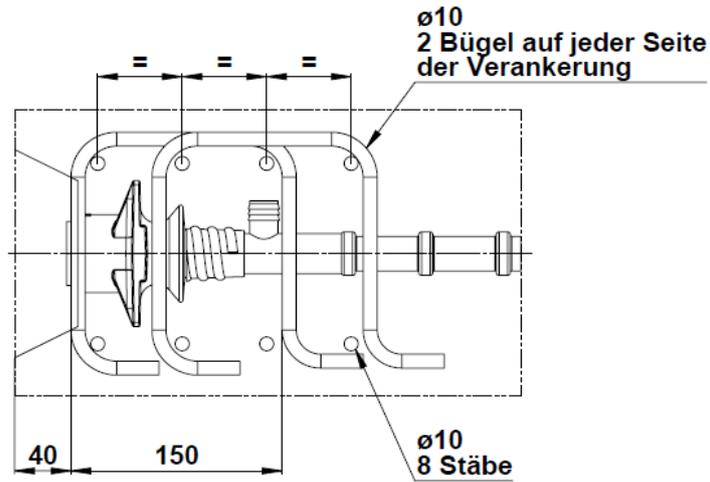
#### Zubehör für Installation (Nischenkörper)



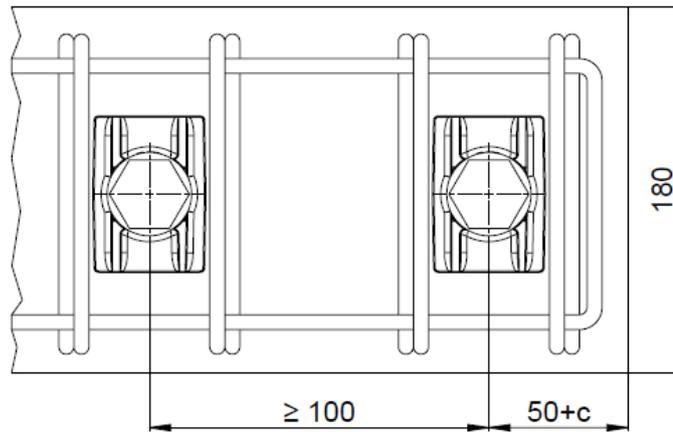
2.2.2.2 Bewehrung in der Verankerungszone VSL Typ Si 6-1

Für Normal-Betonklasse C 20/25

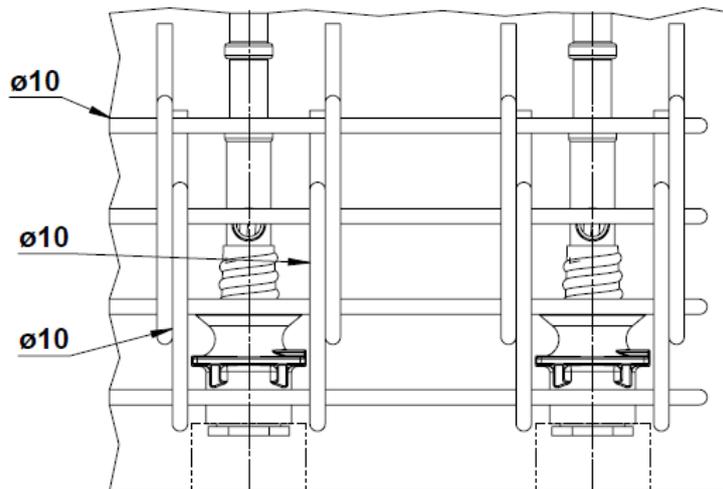
( $f_{c,min}(t) = 16 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )



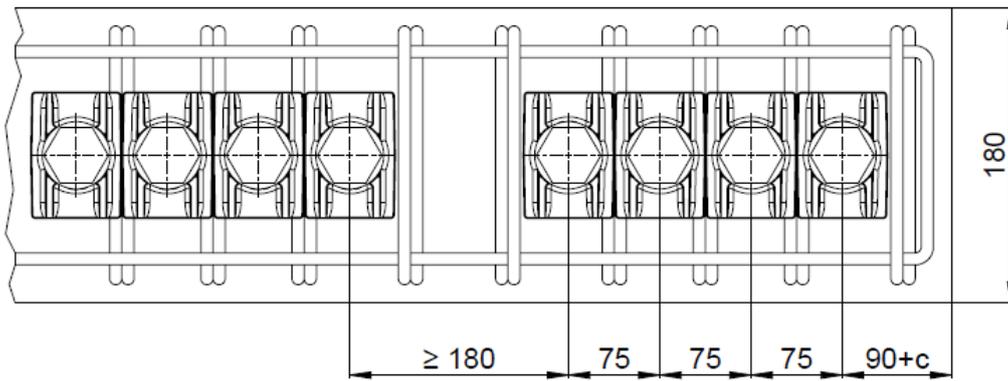
Einzelverankerung



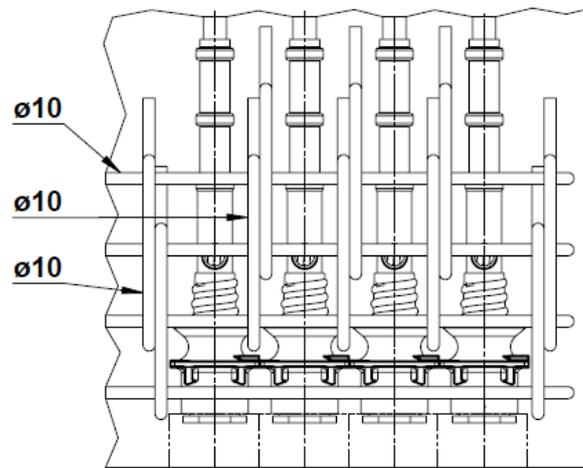
Draufsicht



Gruppenverankerung (max. 4)



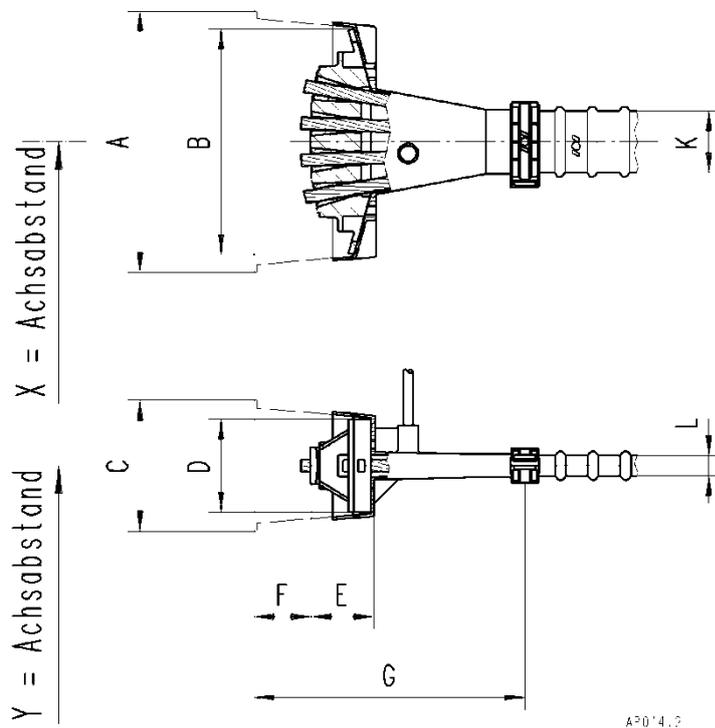
Draufsicht



4-er Gruppenverankerung

c = erforderliche Betonüberdeckung

2.2.2.3 VSL Typ S 6-4 / 20



	<b>6-4</b>
A	330
B	280
C	168
D	115
E	75
F	52
G	300
K	76
L	25
X <sup>1)</sup>	400
Y <sup>1)</sup>	220

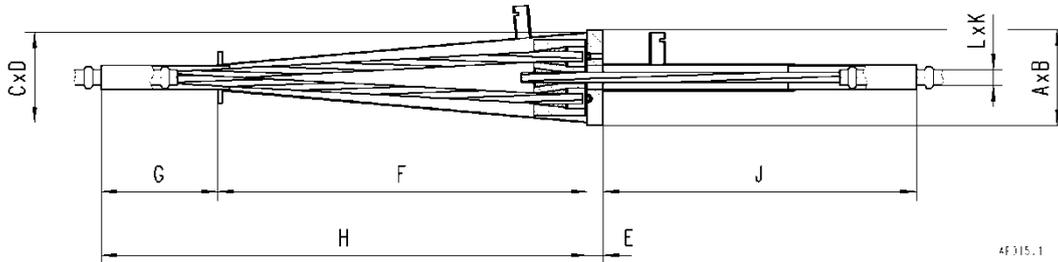
Alle Masse in mm

1) Minimale Achsabstände X, Y. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

**S 6-4 / 20, für Normal-Betonklasse C 20/25**

$f_{c,min}(t) = 16 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ ; in Kombination mit fester Verankerung Typ H oder P sind höhere Festigkeiten beim Spannen erforderlich.

### 2.2.2.4 Kupplung VSL Typ SK 6-4 / 20



#### SK 6-4 / 20, für Normal-Betonklasse C 20/25

( $f_{c,min}(t) = 16 \text{ N/mm}^2$  (Zylinder) beim Spannen auf  $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$ )

	6-4
A	150
B	220
C	140
D	193
E	25
F	570
G	190
H	760
J	300
K	76
L	25
X <sup>1)</sup>	400
Y <sup>1)</sup>	220

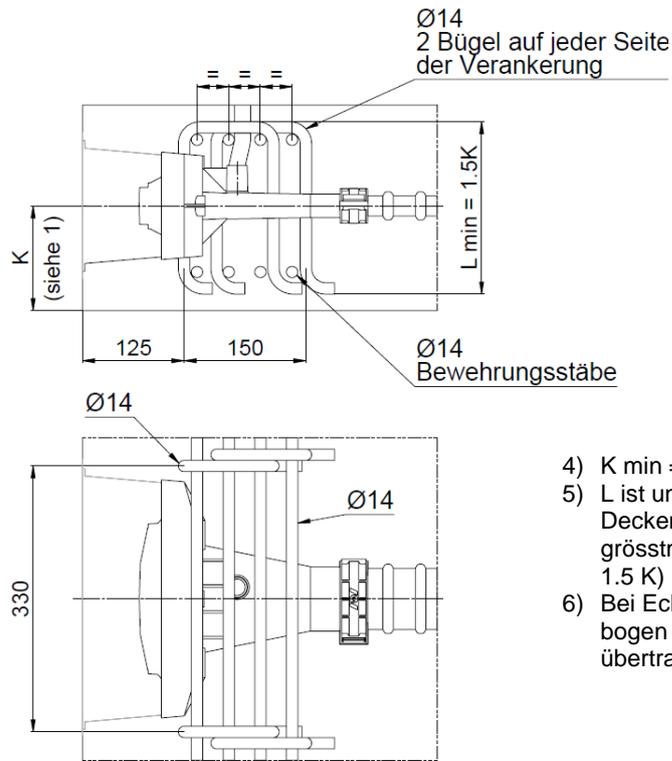
Alle Masse in mm

1) Minimale Achsabstände X, Y. Für Randabstände siehe Abschnitt 1.3.2.2

Die erforderliche Bewehrung in der Verankerungszone ist dieselbe wie bei der Verankerung S 6-4 / 20.

### 2.2.2.5 Bewehrung in der Verankerungszone VSL Typ S 6-4 / 20

Konstruktive Ausbildung der erforderlichen Spreizkraftbewehrung beispielsweise wie folgt (mit genereller Plattenbewehrung zu überlagern):



- 4) K min = 110mm
- 5) L ist unter Berücksichtigung von Deckenstärken und Überdeckung grösstmöglichst zu wählen (L min = 1.5 K)
- 6) Bei Eckverankerungen Stäbe abgebogen oder anderswie für volle Kraftübertragung ausgebildet

## 2.2.3 Angaben zur konstruktiven Durchbildung

### 2.2.3.1 Spanngliedunterstützung

Die Spannglieder sollten einen Stützbügelabstand von 0,6 bis 1,0 m aufweisen. Der untere Grenzwert kommt in den Hochpunkten von Flachdecken zur Anwendung.

Bei kreuzweise vorgespannten Flachdecken eignen sich handelsübliche Stützbügel oder kurze Stützkörbe sehr gut. Diese Stützbügelart bietet die Möglichkeit, die auf die untenliegenden Armierung ausgerollten Kabel nachträglich auf die geforderte Höhe zu bringen. Zur horizontalen Stabilisierung der Kabel vor und während des Betonierens empfehlen wir, eine kreuzweise Armierung ( $\varnothing$  8 mm, Maschenweite 1,20 m) direkt auf die Monolitzen zu binden.

### 2.2.3.2 Minimaler Krümmungsradius

Die Eigensteifigkeit der Kabel erlauben einen minimalen Krümmungsradius von  $R = 2,5\text{m}$ . Beim System 6-4 mit Flachhüllrohren (VSL Typ S 6-4 / 20) gelten  $R_{\min} = 2,5\text{m}$  (um die schwache Hüllrohr-Achse) und  $R_{\min} = 6,0\text{m}$  (um die starke Hüllrohr-Achse). Krümmungen um die starke Hüllrohr-Achse sind nur in einer Richtung zulässig. Dieser Radius von  $R = 2,5\text{m}$  kann ohne äusseren Zwang erreicht werden.

Details siehe Kapitel 1 Abschnitt 1.3.3.

## 2.2.4 Reibungsbeiwerte und Verkeilungseinzug

### 2.2.4.1 Reibungsbeiwerte

Die durch Reibung bedingte Änderung der Spannkraft entlang der Spannglieder kann wie in Kapitel 1 Abschnitt 1.4.1 abgeschätzt werden.

### 2.2.4.2 Verkeilungseinzug

Beim Übertragen der Vorspannkraft von der Spannpresse auf die bewegliche Verankerung beträgt der Verkeilungseinzug rechnerisch 6 mm ( Klemmeinzug + relative Verschiebung der Litze).

## 2.2.5 Systemteile und Werkstoffe

Die Beschreibung der Systemteile und Werkstoffe findet sich in Kapitel 1 Abschnitt 1.5.

# VSL Spannsysteme

Spannsysteme für das Vorspannen von Tragwerken mit internen Spanngliedern mit nachträglichem Verbund und Decken-Spannglieder mit und ohne nachträglichen Verbund, bestehend aus 150 mm<sup>2</sup> Spannstahlilitzen

## Anhang 2: Angaben zur Ausführung

### VSL (Schweiz) AG

Dahlienweg 23  
4553 Subingen

Tel: +41 (0)58 456 30 30  
Fax: +41 (0)58 456 30 35

### VSL (Suisse) SA

Route Industrielle 2  
1806 Saint-Légier

Tel: +41 (0)58 456 30 00  
Fax: +41 (0)58 456 30 95

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Transport und Lagerung .....</b>	<b>4</b>
2.1 Transport.....	4
2.2 Lagerung.....	5
2.2.1 Spannstahl .....	5
2.2.2 Hüllrohre .....	5
2.2.3 Schutz gegen Witterungseinflüsse .....	5
2.2.4 Verankerungsmaterial und Geräte.....	6
<b>3. Einbau der Spannglieder .....</b>	<b>7</b>
3.1 Grundsätzliche Möglichkeiten des Einbaus .....	7
3.2 Montage der Verankerungen und der Hüllrohre .....	7
3.3 Aussparung für bewegliche Verankerungen.....	9
3.4 Freiraum für die Spannpressen .....	11
3.5 Installation der Spannglieder .....	12
3.6 Temporärer Korrosionsschutz .....	13
<b>4. Spannvorgang .....</b>	<b>14</b>
<b>5. Füllgut und Injektionsvorgang .....</b>	<b>16</b>
<b>6. Abschlussarbeiten .....</b>	<b>17</b>

## 1. Allgemeines

Für die Ausführung gelten allgemein die entsprechenden Bestimmungen der folgenden Normen und Richtlinien:

- Norm SIA 262:2013 „Betonbau“
- ASTRA 12 010, Richtlinie „Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten“, ASTRA 12 010, Bundesamt für Strassen und SBB AG, 2007 insbesondere auch in Bezug auf Spannglieder der Kategorie c
- SN EN 13670 sowie das zugehörige Nationale Vorwort und der zugehörige Nationale Anhang
- SN EN 445:2007, 446:2007, 447:2007 sowie die zugehörigen Nationalen Vorwörter und Nationalen Anhänge (2008)

Falls nicht speziell erwähnt, gelten die folgenden Angaben sowohl für Spannglieder mit nachträglichem Verbund als auch für Spannglieder ohne Verbund.

## 2. Transport und Lagerung

Spannstahl, Hüllrohre, Verankerungen, Kupplungen und übrige Spannsystemkomponenten (auch in Form von werksgefertigten Spanngliedern) sind so zu transportieren und zu lagern, dass ihre dauerhafte Funktion weder durch Korrosion noch durch mechanische Beschädigung beeinträchtigt wird.

### 2.1 Transport

Bei Werkherstellung werden die Spannglieder in Transportgestellen (sog. Zwingen) aufgewickelt oder körperlos gerollt und so auf die Baustelle transportiert. Dort werden sie bei Bedarf abgewickelt und direkt auf die Spanngliederunterstützungen abgelegt.

Bei Baustellenherstellung werden die Komponenten lose auf die Baustelle transportiert und dort bis zum Gebrauch gelagert. Der Spannstahl wird in Rollen mit einem Gewicht zwischen 1.5 und max. 4 Tonnen, die Hüllrohre meist gebündelt und die restlichen Komponenten in geeigneten Behältnissen (Paletten) geliefert.

Bei baustellengefertigten Spanngliedern ist es wichtig:

- dass die Spannstahlrollen so abgeladen und gelagert werden, dass sie nicht verformt oder mechanisch beschädigt werden,
- dass die Hüllrohre von Hand oder mittels Anhängetraverse so abgeladen und gelagert werden, dass sie nicht zerquetscht oder geknickt werden.

In beiden Fällen muss sowohl das Laden bzw. Abladen, als auch der Transport so erfolgen, dass die Spannglieder und Verankerungsteile keinen Schaden erleiden.

Sollen Spannglieder in PT-PLUS Rohren zum Transport aufgewickelt und bei tiefen Temperaturen abgerollt und verlegt werden, ist zu beachten, dass sich bei tiefen Temperaturen die Biegefähigkeit und Schlagzähigkeit der Rohre aus Polypropylen PP verschlechtert. Beim Abwickeln sind Rohrbrüche nicht auszuschliessen. Es gilt daher:

Für aufgewickelte Spannglieder in PT-PLUS Kunststoffhüllrohren, welche bei Temperaturen unter 0°C abgerollt und verlegt werden sollen, müssen die Kunststoffhüllrohre vor dem Abrollen auf ca. +10°C erwärmt werden. Der Aufwickeldurchmesser darf 1.80 m nicht unterschreiten. Dies gilt für die Rohrdurchmesser 100 mm und kleiner. Hüllrohre mit grösserem Durchmesser dürfen nicht aufgewickelt werden.

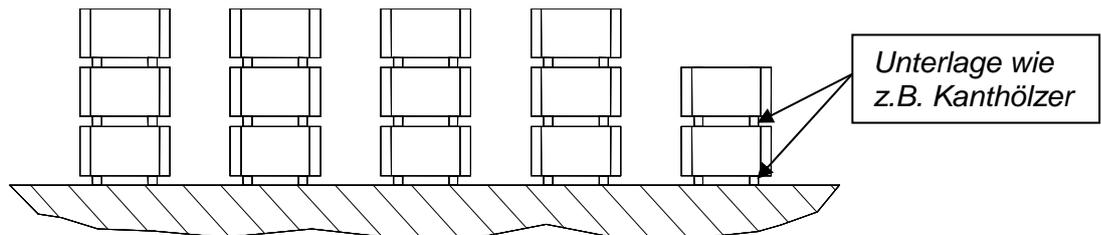
Die PT-PLUS aus Polypropylen PP sind schwarz. PT-PLUS Hüllrohre aus PE sind nicht zugelassen.

## 2.2. Lagerung

Sämtliches Material wird durch VSL verpackt und gegen Witterungseinflüsse geschützt an den Bestimmungsort geliefert.

### 2.2.1 Spannstahl

Spannstahlrollen müssen auf Unterlagen wie z.B. auf Kanthölzern entweder liegend oder stehend gelagert werden.



Figur 2.1: Lagerung von Spannstahlrollen liegend

### 2.2.2 Hüllrohre

Hüllrohre sollen nach Durchmesser geordnet auf Kanthölzern o.ä. gelagert werden.

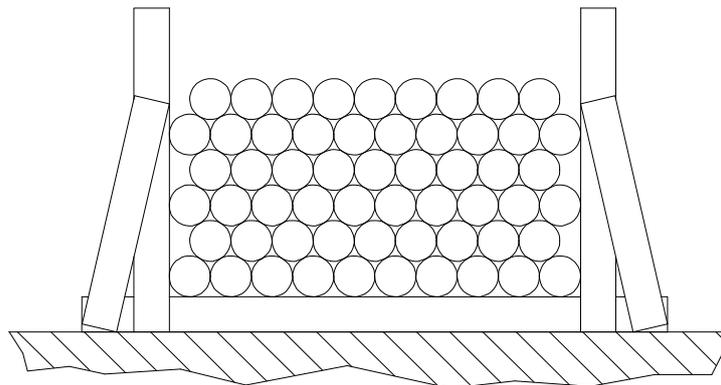


Fig. 2.2: Lagerung von Hüllrohren

### 2.2.3 Schutz gegen Witterungseinflüsse

Die Litzenrollen und die Stahlhüllrohre müssen gegen Witterungseinflüsse geschützt in einem geschlossenen Raum oder im Freien gedeckt gelagert werden. In beiden Fällen ist für eine genügende Luftzirkulation zu sorgen. Sämtliches Material darf nur mit Unterlagen auf dem Boden gelagert werden. Dies gilt auch für mit Korrosionsschutzmittel behandelte Spannstaallitzen.

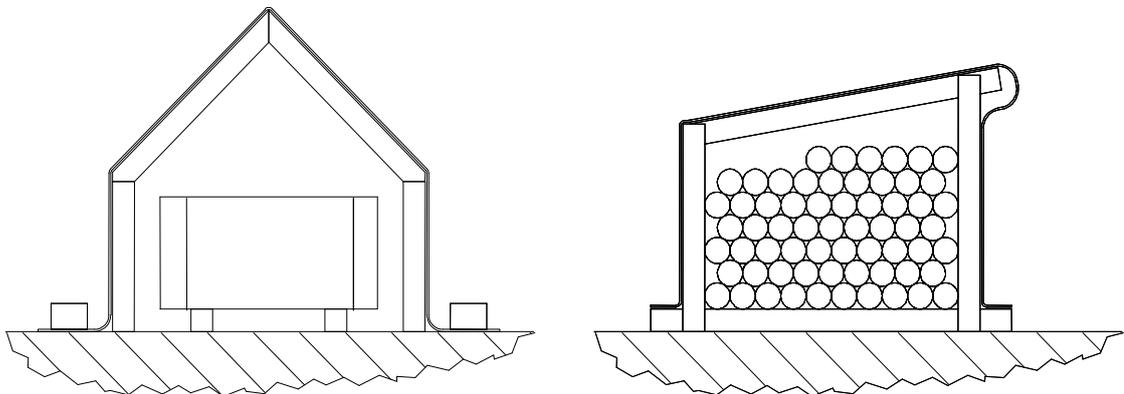
Die PT-PLUS Kunststoffhüllrohre benötigen keine speziellen Schutzmassnahmen. Sie sind ausreichend witterungs- und UV-beständig.

- Lagerung im geschlossenen Raum

Der Lagerraum muss gut belüftet und trocken sein. Bei wechselhaften Temperaturen und hohen Luftfeuchtigkeiten ist eine Klimaanlage/Heizung mit Ventilator zu installieren, damit am gelagerten Material kein Kondenswasser entstehen kann.

- Lagerung im Freien

Im Freien gelagertes Material muss entweder durch ein Dach geschützt sein oder mit Plastikfolien abgedeckt werden. Zur Vermeidung von Kondenswasser ist eine gute Luftzirkulation zu gewährleisten. Die Plastikfolien dürfen nicht direkt auf das gelagerte Material gelegt werden. Es sind entsprechende Schutzgestelle, welche mit Plastikfolien überdeckt sind, zu erstellen. Diese müssen gegen Windeinwirkung genügend befestigt werden.



Figur 2.3: Lagerung von Litzenrollen und Stahlhüllrohre

#### 2.2.4 Verankerungsmaterial und Geräte

Verankerungsmaterial und Geräte werden – je nach Anlieferungsweg (Strassentransport oder öffentlicher Transport) – in Containern, Holzkisten oder Paletten geliefert. Dieses Material ist sorgfältig abzuladen und umgehend in einem abschliessbaren und gut belüfteten Raum zu lagern.

### 3. Einbau der Spannglieder

Grundsätzlich gilt ein sorgfältiger Umgang beim Einbau von werkgefertigten Spanngliedern oder bei deren Zusammenbau aus Komponenten.

Für Spannglieder der Kategorie c sind die notwendigen Messinstallationen gemäss Anhang I der ASTRA/SBB-Richtlinie einzubauen (ASTRA 12 010).

Das Schweißen und Brennen mit Schneidbrenner ist in der Nähe von Verankerungen und Hüllrohren, insbesondere von solchen aus Kunststoff, ohne adäquate Schutzmassnahmen strengstens untersagt (ASTRA 12 010).

#### 3.1 Grundsätzliche Möglichkeiten des Einbaus

Der Aufbau des VSL Spannsystems ermöglicht die Herstellung der Spannglieder auf der Baustelle oder in einer festen VSL Werkanlage. Objektspezifische Bedingungen wie Bauvorgang und Etappierung entscheiden über den Ort der Herstellung.

Bei Werkherstellung werden die Spannglieder verrohrt und verlegebereit fabriziert.

Beim Spannsystem ohne Verbund werden die Monolitzen im Werk abgelängt und verlegebereit auf die Baustelle geliefert. Dabei können die Monolitzen einzeln oder als Bündel mit 2 – 4 Litzen fabriziert werden. Im Fall von Bündeln sind die einzelnen Litzen in regelmässigen Abständen gegenseitig fixiert. Die festen Verankerungen werden im Werk einbaufertig auf die Monolitzen aufgesetzt und die Klemmen gesichert.

Bei Baustellenfabrikation werden in der Regel die Spannglieder bis zu einer Länge von ca. 250 m in die vorgängig verlegten, leeren Hüllrohre einzellitzenweise eingestossen. Dies ist vor oder nach dem Betonieren möglich.

Flache Hüllrohre und PT-PLUS Typ 22 müssen vor dem Betonieren ausgesteift werden. Daher ist es zwingend, die Litzen vor dem Betonieren einzustossen.

Bei Spanngliedern mit einer Länge über ca. 250 m werden die Litzenbündel im Werk oder auf der Baustelle vorfabriziert, aufgewickelt und anschliessend in die vorgängig verlegten Hüllrohre eingezogen.

#### 3.2 Montage der Verankerungen und der Hüllrohre

Die Ankerkörper (Ankerplatte mit Trompete oder Gussankerplatte) mit im Normalfall angeschweisster Wendel werden an der Schalung befestigt. Sie sind senkrecht zur Spanngliedachse gemäss Verlegeplan einzubauen. Falls erst auf der Baustelle angebracht (bei Deckenspannsystemen), ist die Bewehrung der Verankerungszonen zentrisch und stabil zu verlegen.

Beim Herstellen der Spannglieder auf der Baustelle werden die leeren Hüllrohre zusammengekuppelt, auf den vorgängig verlegten Unterstützungen befestigt und an die Ankerkörper angeschlossen. Es ist darauf zu achten, dass die Hüllrohre keine Knicke aufweisen. Beschädigungen sind zu beseitigen. Mögliche Wassereintritte ins Hüllrohr bei Verankerungen oder Entlüftungen sind zu verhindern.

Beim Kuppeln von PT-PLUS Kunststoffhüllrohren ist darauf zu achten, dass die eingelegten Dichtungen in den Halbschalen stets je eine Rippe beider Hüllrohrenden umfassen. Die Halbschalen werden mittels zwei Spannkeilen zusammengespannt. Die Spannkeile sind mit einem leichten Hammer einzuschlagen.

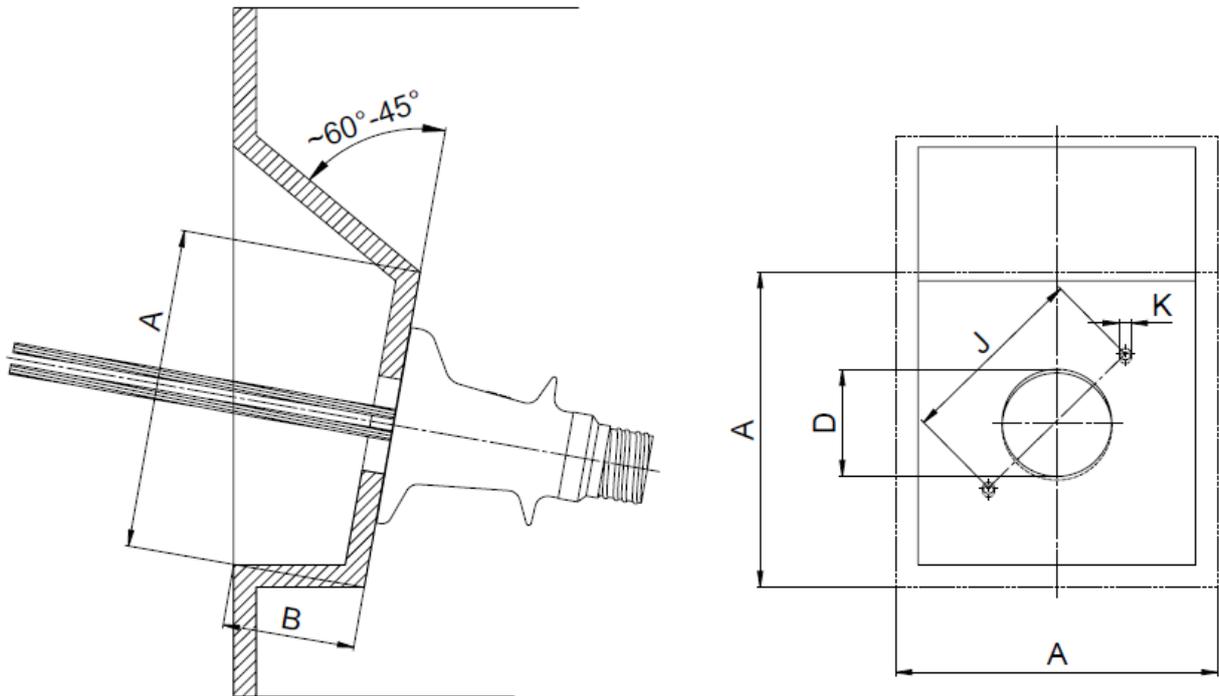
Die Verbindung der PT-PLUS Hüllrohre kann auch auf der Baustelle mittels Spiegelschweissung erfolgen.

Das Kuppeln von PT-PLUS Rohren für im Werk vorgefertigte Spannglieder ist nicht erlaubt. Die Rohre müssen mittels Spiegelschweissung zusammengesetzt sein. Eine Ausnahme bildet das Hüllrohr PT-PLUS 22 (für Spannglieder Typ 6-1), welches mit einer Überschiebemuffe verbunden wird. Diese ist zusätzlich mit Isolierband umwickelt.

Die minimalen Krümmungsradien und Abstände der Unterstützungen sind gemäss Verlegeplan und Anhang 1 Abschnitte 1.3, 2.1.3 und 2.2.3 einzuhalten. Die Hüllrohre werden stabil auf den Unterstützungen befestigt und vor dem Betonieren kontrolliert.

Bei der Kategorie b und c sind Schutzschalen sowie Binder aus Kunststoff zu verwenden.

### 3.3 Aussparung für bewegliche Verankerungen



Einheiten	Abmessung	GC	EC	E	CS	S
6-1	A	/	/	200	/	75x150
	B			140		45
	D			20		35
	J			86		
	K			5		
6-2	A	/	/	170	/	/
	B			140		
	D			50		
	J			136		
	K			5		
6-3	A	195	195	195	/	/
	B	140	140	140		
	D	55	55	55		
	J	140	125	135		
	K	M12	M10	M12		
6-4	A	220	220	220	/	165x330
	B	145	145	145		130
	D	65	65	65		30x90
	J	154	150	150		170
	K	M12	M10	M12		M10
6-7	A	305	305	305	305	/
	B	150	150	150	150	
	D	85	85	85	70	
	J	210	190	210	188	
	K	M12	M10	M12	M12	
6-12	A	370	370	370	370	/
	B	155	155	155	155	
	D	120	120	120	105	
	J	264	250	265	220	
	K	M16	M16	M16	M12	

Fortsetzung siehe nächste Seite

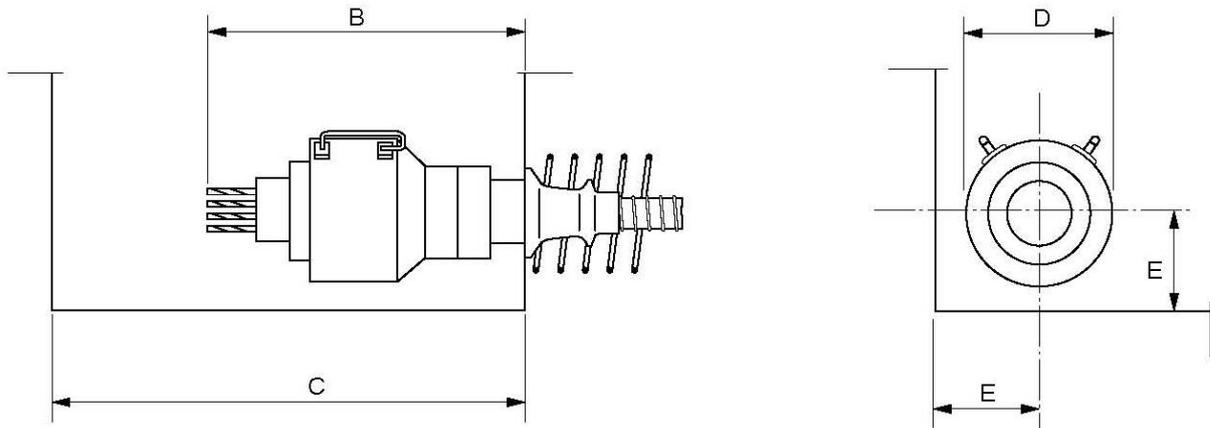
Einheiten	Abmessung	GC	EC	E	CS	S
6-15	A	460		460		
	B	175		175		
	D	145		145		
	J	316		275		
	K	M16		M16		
6-19	A	460	460	460	460	
	B	185	185	185	185	
	D	150	150	150	135	
	J	354	300	280	260	
	K	M16	M16	M16	M12	
6-22	A	460	460	460	460	
	B	175	175	175	175	
	D	170	170	170	150	
	J	400	340	310	274	
	K	M16	M16	M16	M12	
6-27	A	595		595	595	
	B	200		200	200	
	D	180		185	165	
	J	430		330	310	
	K	M16		M16	M16	
6-31	A	595	595	595	595	
	B	210	210	210	210	
	D	190	190	190	175	
	J	470	410	360	330	
	K	M16	M16	M16	M16	
6-37	A	640	640	640	640	
	B	225	225	225	225	
	D	215	215	215	195	
	J	524	420	370	357	
	K	M16	M16	M16	M16	
6-43	A			680		
	B			235		
	D			250		
	J			400		
	K			M20		
6-55	A			760		
	B			250		
	D			255		
	J			452		
	K			M20		

Alle Masse in mm

Für die Deckenspannsysteme mit den Verankerungen S 6-4 / 20 und S 6-1 bzw. Si 6-1 liefert die VSL Nischenkörper aus Kunststoff, welche wiederverwendbar sind (Abmessungen in Kolonne S in vorstehender Tabelle).

### 3.4 Freiraum für die Spannpressen

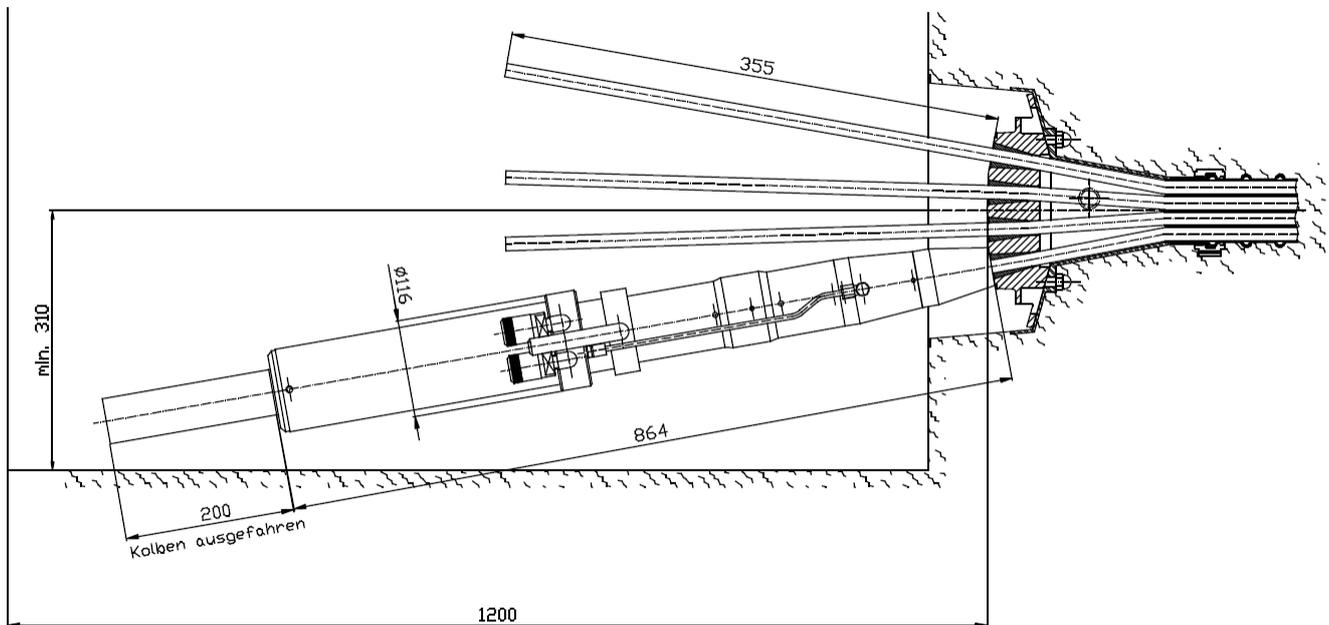
Der benötigte Freiraum für die Spannpressen hat folgende Abmessungen:



Einheiten	B	C	D	E	Gewicht Presse [kg]
6-1	600	1200	140	100	28
6-2	650	1100	180	140	74
6-3	650	1100	180	140	74
6-4	700	1200	280	200	140
6-7	670	1300	310	200	151
6-12	850	1500	390	250	294
6-15	850	1600	450	270	385
6-19	850	1600	450	270	385
6-22	700	1500	485	300	435
6-27	1400	2300	520	365	1100
6-31	1400	2300	520	365	1100
6-37	1350	2250	620	375	1745
6-43	1350	2250	620	375	1745
6-55	1350	2250	620	375	1745

Alle Masse in mm

Spezialfall Verankerung VSL Typ S 6-4 / 20:



Alle Masse in mm

### 3.5 Installation der Spannglieder

Für das Einbauen der Litzen bei Baustellenfabrikation sind zwei Methoden möglich:

- Einstossen der einzelnen Litzen ins Hüllrohr vor oder nach dem Betonieren des Bauwerkes, mit einem speziell dafür konzipierten Einstossgerät.
- Einziehen des vorbereiteten Litzenbündels mit einer Seilwinde nach dem Betonieren des Bauwerkes.

Beide Methoden eignen sich bei Spanngliedern, die beidseitig eine bewegliche Verankerung VSL Typ GC, EC, E, CS oder Z aufweisen. Beim Einstossen vor dem Betonieren kann jedoch auch auf der Baustelle eine feste Verankerung (Typ H oder P) hergestellt werden.

Im Werk vorgefertigte Spannglieder (Litzenkabel in Hüllrohren oder verbundlose Monolitzen einzeln oder in Bündeln) werden auf die Unterstüztungen verlegt und stabil auf diesen befestigt. Die PT-PLUS Kunststoffhüllrohre sind mittels Spiegelschweissung zu verbinden, das Verbinden solcher Hüllrohre mit PT-PLUS Kupplungen ist nicht erlaubt (Ausnahme: PT-PLUS 22).

Für Baustellenfabrikation und im Werk vorgefertigte Spannglieder sind die minimalen Krümmungsradien und Abstände der Unterstüztungen gemäss Verlegeplan und Anhang 1 Abschnitte 1.3, 2.1.3 und 2.2.3 einzuhalten. Die Hüllrohre dürfen keine Knicke aufweisen und eventuelle Beschädigungen sind zu beseitigen.

Sämtliche Öffnungen wie z.B. Entlüftungen sind vor Eindringen von Zementmilch und Wasser während des Betonierens zu schützen. Litzenabschnitte von Spanngliedern ohne Verbund mit entfernter PE-Ummantelung sind gegen das Eindringen von Wasser zu schützen.

Bei der Kategorie b und c sind Schutzschalen sowie Binder aus Kunststoff zu verwenden.

### 3.6 Temporärer Korrosionsschutz

Die Bestimmungen der SIA 262, Ziffer 6.3, sind zu beachten.

Ein allfällig erforderlicher temporärer Korrosionsschutz der Litzenbündel wird in der Regel durch die werkseitige Applikation eines zugelassenen Korrosionsschutzmittels auf die Spannstahlitzen gewährleistet. Es ist nicht notwendig, diese Korrosionsschutz-Emulsion vor dem Injizieren der Spannglieder zu entfernen. Bei Verankerungen Typ VSL H ist ein temporärer Korrosionsschutz mittels Emulsionen nicht zulässig.

Die von der EMPA geprüften und zulässigen Korrosionsschutzmittel sind:

- Rostschutz 310
- NOX-RUST X-703-D
- ARC FLUID TK

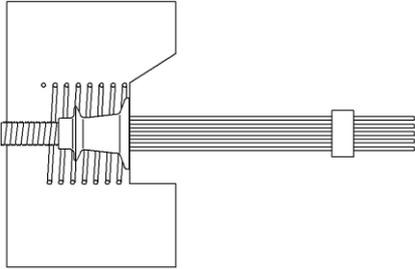
Die baustellenseitigen Ausführungsarbeiten, insbesondere Lagerung, Einbau, Spann- und Injektionsvorgang, sind für temporär korrosionsgeschützte Spannglieder dieselben wie für ungeschützte Spannglieder.

In Hüllrohren eingebauter, ungeschützter Spannstahl kann temporär auch mit konstant ins Hüllrohr eingeblasener, entfeuchteter Luft geschützt werden.

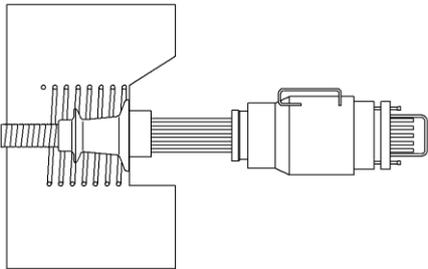
Die Verankerungen und Litzenüberstände können durch Umwickeln mit Plastik geschützt werden. Bei Monolitzen können die Litzenenden mit Isolierband abgeklebt werden.

## 4. Spannvorgang

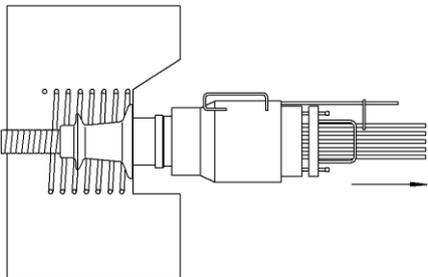
Der Spannvorgang (Spannkraft und Dehnweg) ist zu protokollieren. Die rechnerischen Spannstufen und Dehnwege sind dem Spannprogramm, welches auf der Baustelle vorliegen muss, zu entnehmen.



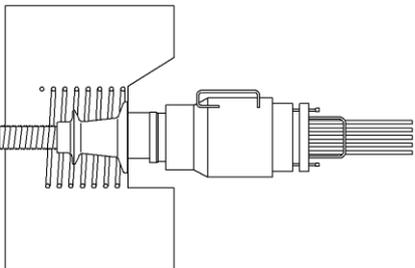
Setzen der Ankerbüchse und der Klemmen



Ansetzen der Spannpresse



Spannen



Verkeilen

### 1 Vorbereitungen

- Spannstelle und Nische ausschalen.
- Setzen der Ankerbüchse und der Klemmen. Die Monolitzen-Verankerung S 6-1 hat keine Ankerbüchse.

### 2 Montage der Spanngeräte

Ansetzen des Spannautomaten mit Stuhl und Zugbüchse. Die Monolitzen-Spannpresse hat keinen Stuhl.

### 3 Spannen

Die doppelt wirkende Zentrumslochpresse wird von einer elektrischen Hochdruckpumpe gespiesen. Die Litzen sind während des Spannvorganges in der Zugbüchse verankert. Pressendruck und Spannweg werden genau gemessen und protokolliert (Spannprotokoll).

Die erforderlichen Betondruckfestigkeiten gemäss Anhang 1 sind einzuhalten. Beim Entspannen oder Nachspannen von Kabeln muss ein Keilversatz von mindestens 15 mm eingehalten werden.

### 4 Verankern

- Ist der Pressenhub erschöpft oder die gewünschte Spannkraft erreicht, wird der Pressendruck auf Null abgelassen. Dabei verankern sich die Litzen gleichmässig in der Ankerbüchse bzw. Verankerung S 6-1 und S 6-4. Der Verkeilungseinzug beträgt hierbei etwa 6 mm.
- Kolben der Spannpresse einfahren.
- Ist die erforderliche Spannkraft noch nicht erreicht, wird der beschriebene Spannvorgang wiederholt.

### 5 Kompensation des Verkeilungseinzugs

Der Verkeilungseinzug kann durch Überspannen um 6 mm oder durch Unterlegen von Stahlscheiben kompensiert werden. Das Unterlegen von Stahlscheiben ist bei den Verankerungen S 6-1 und S 6-4 nicht möglich.

Bei den Arbeiten vor, während und nach dem Spannvorgang sind die Massnahmen zum Personenschutz einzuhalten.

Bei Spanngliedern der Kategorie c ist nach dem Spannen eine elektrische Widerstandsmessung durchzuführen und zu protokollieren.

Der Spannvorgang ist bei Spanngliedern ohne Verbund (Monolitzen) analog, wobei das Setzen der Ankerbüchse entfällt.

## 5. Füllgut und Injektionsvorgang

Nach der letzten Spannetappe werden die Spannglieder im Verbund injiziert, um einen nachträglichen Verbund zwischen den gespannten Litzen, dem Hüllrohr und damit dem Beton zu erreichen. Zudem ist dadurch der Spannstahl vor Korrosion geschützt.

Bezüglich Durchführung der Injektionsarbeiten gelten u.a. Ziffer 6.3.2 (maximale Fristen) und 6.5.2 (Injektion von Spanngliedern mit Verbund) der Norm SIA 262.

In Bezug auf die Anforderung an das Füllgut und die Spanngliedinjektion gelten die Normen SN EN 445:2007, SN EN 446:2007 und SN EN 447:2007, sowie die zugehörigen Nationalen Vorwörter und Nationalen Anhänge (2008).

Auf der Baustelle sind die erforderlichen Prüfungen gemäss NA.1 SN EN 446 durchzuführen. Dabei wird zwischen normalen, erhöhten und hohen Anforderungen unterschieden.

Für alle Injektionsarbeiten werden VSL Mischer verwendet.

Das gemischte Injektionsgut wird während des Arbeitsablaufs periodisch geprüft. Am Ende des Injektionsprozesses wird ein Druck von maximal 5 bar durch mehrmaliges Nachpressen aufgebaut. Danach werden sämtliche Hochpunkte kontrolliert und wenn nötig nachgefüllt. Es ist ein Protokoll des Injektionsvorgangs zu erstellen.

Die Bestimmungen zum Personenschutz sind zu befolgen.

## 6. Abschlussarbeiten

### 6.1 Spannglieder mit nachträglichem Verbund

Zum Abschluss sind folgende Arbeiten auszuführen:

- Nach dem Injizieren werden sämtliche Ein- und Austrittsöffnungen und Entlüftungen verschlossen
- Abschneiden der überstehenden Litzen nach Genehmigung des Spannprotokolls
- Bei beweglichen Verankerungen sind die Schutzhauben zu installieren und zu verfüllen
- Schliessen der Verankerungsnischen mit qualitativ geeignetem Beton bzw. Mörtel.

Bei Spanngliedern der Kategorie c ist das Messsystem zu komplettieren. Die erforderlichen Messungen werden durchgeführt, protokolliert und ausgewertet.

### 6.2 Spannglieder ohne Verbund

Zum Abschluss sind folgende Arbeiten auszuführen:

- Abschneiden der überstehenden Litzen nach Genehmigung des Spannprotokolls
- Bewegliche Verankerungen mit Fett verpressen und Schutzkappe versetzen.
- Schliessen der Verankerungsnischen mit qualitativ geeignetem Beton bzw. Mörtel.