

VSL Spannsystem mit Verbund

Spannglieder mit nachträglichem Verbund bestehend
aus 150 mm² Spannstahllitzen

Anhang 1: Technische Dokumentation des VSL Spannsystems

VSL (Schweiz) AG

Industriestrasse 14
4553 Subingen

Tel: +41 (0)58 456 30 30

Fax: +41 (0)58 456 30 15

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. VSL Spannglieder	3
1.1 Spannstahl.....	3
1.2 VSL Verankerungen.....	3
1.3 Spannkrafttabelle und Spanngliedeinheiten.....	4
1.4 Kunststoffhüllrohr VSL PT-PLUS.....	6
1.5 Richtwerte für Spannglieder der Kategorie c (Kapazität C und Verlustfaktor D).....	7
1.6 Füllgut und Spanngliedinjektion.....	7
1.7 Temporärer Korrosionsschutz.....	7
2. VSL Verankerungen und Kupplungen	8
2.1 Bewegliche Verankerung VSL Typ EC 30 und EC 25.....	8
2.2 Bewegliche Verankerung VSL Typ E 30 und E 25.....	10
2.3 Bewegliche Verankerung VSL Typ CS 2000-30 und CS 2000-40.....	12
2.4 Feste Verankerung VSL Typ H 30.....	15
2.5 Feste Verankerung VSL Typ P 30.....	16
2.6 Feste Verankerung VSL Typ L 25.....	17
2.7 Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ K.....	18
2.8 Gleitkupplung VSL Typ V.....	19
2.9 Zwischenverankerung VSL Typ Z.....	20
2.10 Bewegliche Verankerung VSL Typ S 20.....	21
2.11 Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ SK 20.....	22
3. Anordnung und konstruktive Durchbildung der Spanngliedunterstützung	23
3.1 Spanngliedunterstützungen für Kunststoffhüllrohre PT-PLUS.....	23
3.2 Spanngliedunterstützungen für Stahlhüllrohre.....	23
3.3 Konstruktion.....	24
4. Konstruktive Angaben	25
4.1 Minimalabstände der Hüllrohre.....	25
4.2 Anordnung der Verankerungen.....	25
4.3 Spanngliedverlauf.....	26
5. Reibungsbeiwerte und Verankerungsschlupf	27
5.1 Reibungsbeiwerte.....	27
5.2 Verankerungsschlupf.....	27
6. Systemteile und Werkstoffe	28
6.1 Systemteile.....	28
6.2 Werkstoffe und Normenhinweise.....	29

1. VSL Spannglieder

1.1 Spannstahl

VSL Spannglieder bestehen aus Litzen Y1770S7-15.7 oder Y1860S7-15.7. Die nachfolgenden Tabellenwerte sind gemäss den Normen SIA 262 und 262/1:

Spannstahlspezifikation (Litze)		Einheit	Y1770	Y1860
Zugfestigkeit	f_{pk}	N/mm ²	1770	1860
Nenn Durchmesser	\varnothing	mm	15.7	15.7
Nennquerschnitt	A_p	mm ²	150	150
Bruchkraft	P_{pk}	kN	265.5	279
Fließgrenze	$f_{p0,1k}$	N/mm ²	1520	1600
Dehnung bei Höchstlast (min.)	ϵ_{uk}	%	3.5	3.5
E-Modul (Mittelwert)	E_p	kN/mm ²	195	195
Ermüdungsfestigkeit ($N_{fat} = 2 \cdot 10^6$, $\sigma_0 = 70\% f_{pk}$)	$\Delta\sigma_{p,fat}$	N/mm ²	190	190
Relaxation bei 1000 h, 20° C, 0.70 f_{pk}		%	max. 2.5	max. 2.5
Gewicht		kg/m	1.18	1.18

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	
EC	*	*		2.1	EC	*	*		2.1	K	*	*		2.7
E	*	*		2.2	E	*	*		2.2	V	*	*		2.8
CS 2000	*	*	*	2.3	CS 2000	*	*	*	2.3	Z	*	*		2.9
S	*	*		2.10	H	*	*		2.4	SK	*	*		2.11
					P	*	*		2.5					
					L	*			2.6					

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“. Dabei bedeuten:

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

1.3 Spannkrafttabelle und Spanngliedereinheiten

Y 1770 S7-15.7

Litzen 0.6", $A_p = 150 \text{ mm}^2$, $f_{pk} = 1770 \text{ N/mm}^2$ ($P_{pk} = 265.5 \text{ kN}$)

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				
$P_{pk} =$ $A_p f_{pk}$	$P_u =$ $0.75 P_{pk}$	$P_0 =$ $0.70 P_{pk}$	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m]	A_p [mm ²]		
265.5	199	186	25/30	5	23/25	4	1.18	150	1	6-1
531	398	372	40/45	9	X	X	2.4	300	2	6-2
797	597	558	40/45	6			3.5	450	3	6-3
1062	797	743	45/50 *)	7			**)	4.7	600	4
1328	996	929	50/57	8	58/63	13	5.9	750	5	6-7
1593	1195	1115	55/62	9	58/63	11	7.1	900	6	
1859	1394	1301	55/62	7	58/63	9	8.2	1050	7	6-7
2124	1593	1487	65/72	11	76/81	18	9.4	1200	8	6-12
2390	1792	1673	65/72	9	76/81	16	10.6	1350	9	
2655	1991	1859	70/77	11	76/81	15	11.8	1500	10	
2921	2190	2044	70/77	9	76/81	13	13.0	1650	11	
3186	2390	2230	75/82	11	76/81	12	14.1	1800	12	6-12
3452	2589	2416	80/87	13	100/106	25	15.3	1950	13	6-15
3717	2788	2602	80/87	11	100/106	24	16.5	2100	14	
3983	2987	2788	80/87	10	100/106	23	17.7	2250	15	6-15
4248	3186	2974	85/92	12	100/106	22	18.8	2400	16	6-19
4514	3385	3159	85/92	11	100/106	20	20.0	2550	17	
4779	3584	3345	90/97	13	100/106	19	21.2	2700	18	
5045	3783	3531	90/97	12	100/106	18	22.4	2850	19	6-19
5310	3983	3717	100/107	17	100/106	17	23.6	3000	20	6-22
5576	4182	3903	100/107	16	100/106	16	24.7	3150	21	
5841	4381	4089	100/107	15	100/106	15	25.9	3300	22	6-22
6107	4580	4275	100/107	14	115/121	22	27.1	3450	23	6-27
6372	4779	4460	100/107	13	115/121	22	28.3	3600	24	
6638	4978	4646	110/117	18	115/121	21	29.4	3750	25	
6903	5177	4832	110/117	17	115/121	21	30.6	3900	26	
7169	5376	5018	110/117	16	115/121	20	31.8	4050	27	6-27
7434	5576	5204	110/117	15	130/136	27	33.0	4200	28	6-31
7700	5775	5390	120/127	21	130/136	27	34.1	4350	29	
7965	5974	5576	120/127	20	130/136	26	35.3	4500	30	
8231	6173	5761	120/127	19	130/136	25	36.5	4650	31	6-31
8496	6372	5947	120/127	18	130/136	24	37.7	4800	32	6-37
8762	6571	6133	120/127	17	130/136	23	38.9	4950	33	
9027	6770	6319	120/127	16	130/136	22	40.0	5100	34	
9293	6969	6505	130/137	22	130/136	22	41.2	5250	35	
9558	7169	6691	130/137	21	130/136	21	42.4	5400	36	
9824	7368	6876	130/137	20	130/136	20	43.6	5550	37	6-37

*) Bei flachem Stahlhüllrohr Aussenabmessungen 75/21 mm

***) Flaches Kunststoffhüllrohr PT-PLUS mit Aussenabmessungen 76/25 mm (Wandstärke 2 mm; siehe Abschnitt 1.4)

Bemerkungen:

- Gewellte Hüllrohre - aus Bandstahl, gemäss EN 523 / SIA 262
- aus Kunststoff: Polypropylen PP oder Polyethylen PE (siehe Anhang 2)

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

Y 1860 S7-15.7

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

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				
$P_{pk} =$ $A_p f_{pk}$	$P_u =$ $0.75 P_{pk}$	$P_0 =$ $0.70 P_{pk}$						A_p		
[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m]	[mm ²]		
279	209	195	25/30	5	23/25	4	1.18	150	1	6-1
558	419	391	40/45	9	X	X	2.4	300	2	6-2
837	628	586	40/45	6			3.5	450	3	6-3
1116	837	781	45/50 *)	7			**)	4.7	600	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	
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	
2790	2093	1953	70/77	11	76/81	15	11.8	1500	10	
3069	2302	2148	70/77	9	76/81	13	13.0	1650	11	
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	
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	
5022	3767	3515	90/97	13	100/106	19	21.2	2700	18	
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	
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	
6975	5231	4883	110/117	18	115/121	21	29.4	3750	25	
7254	5441	5078	110/117	17	115/121	21	30.6	3900	26	
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	
8370	6278	5859	120/127	20	130/136	26	35.3	4500	30	
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	
9486	7115	6640	120/127	16	130/136	22	40.0	5100	34	
9765	7324	6836	130/137	22	130/136	22	41.2	5250	35	
10044	7533	7031	130/137	21	130/136	21	42.4	5400	36	
10323	7742	7226	130/137	20	130/136	20	43.6	5550	37	6-37

*) Bei flachem Stahlhüllrohr Aussenabmessungen 75/21 mm

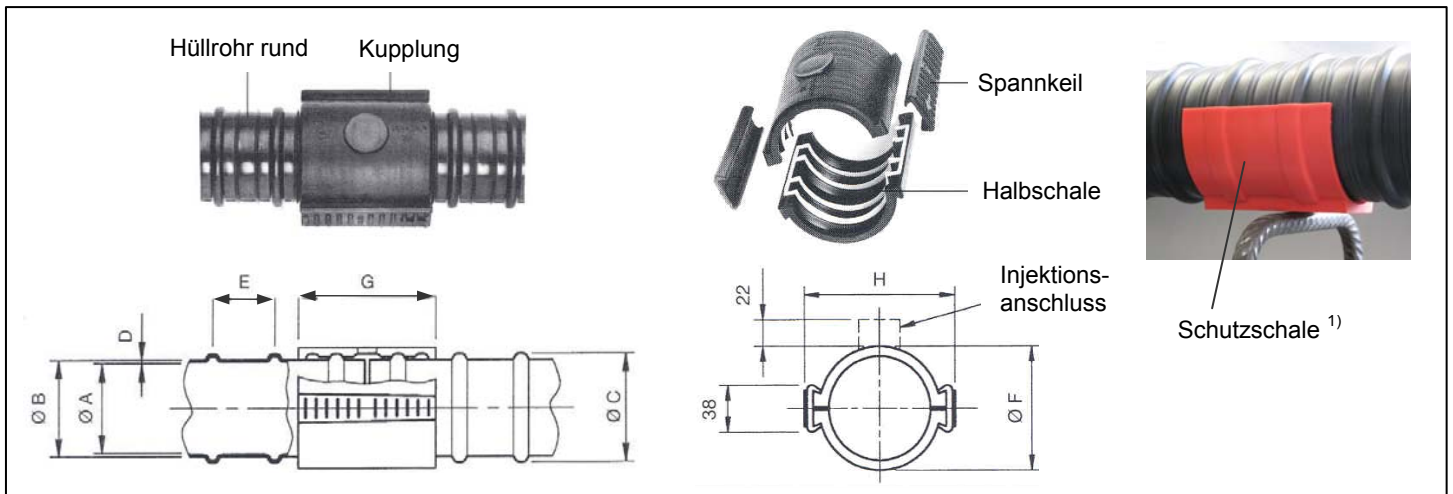
**) Flaches Kunststoffhüllrohr PT-PLUS mit Aussenabmessungen 76/25 mm (Wandstärke 2 mm; siehe Abschnitt 1.4)

Bemerkungen:

- Gewellte Hüllrohre - aus Bandstahl, gemäss EN 523 / SIA 262
- aus Kunststoff: Polypropylen PP oder Polyethylen PE (siehe Anhang 2)

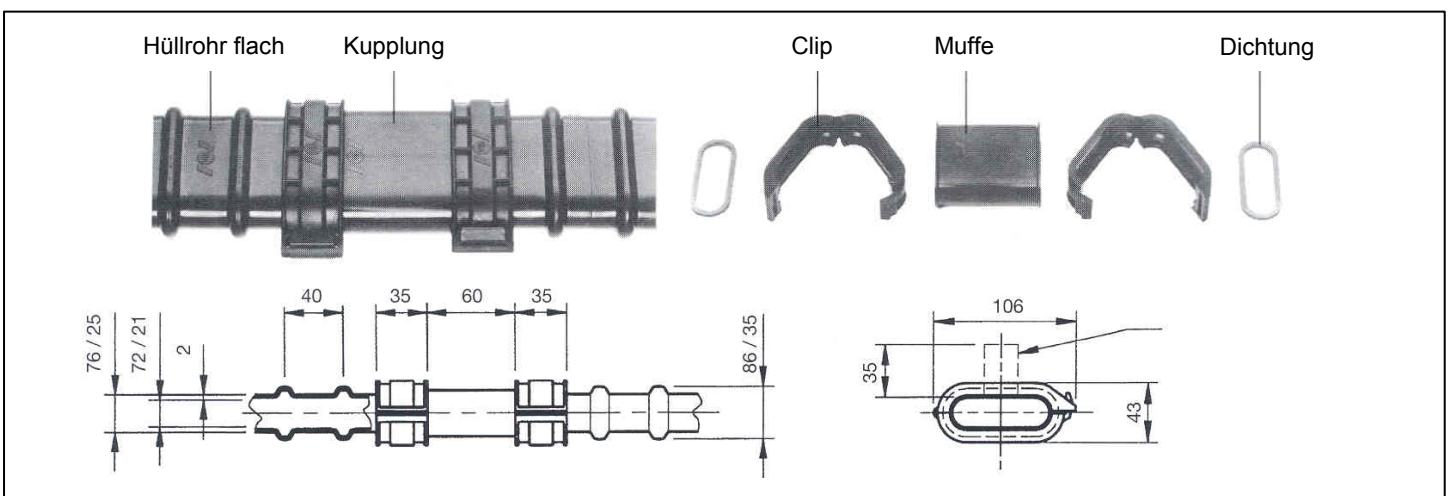
Die Wahl des Hüllrohrtyps erfolgt gemäss jeweils gültiger Richtlinie ASTRA/SBB „Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten“.

1.4 Kunststoffhüllrohr VSL PT-PLUS



1) Zu jedem runden Kunststoffhüllrohr PT-PLUS passt eine darauf abgestimmte Schutzschale aus Kunststoff (Details siehe Abschnitt 3.1)

Typ	Spannglied-einheit	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]
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 ²⁾	6-27	115	121	131	3.0	60	138	127	162	1.120	0.320
130 ²⁾	6-31/37	130	136	146	3.0	52	153	134	176	1.200	0.380
72/21	6-4	Dimensionen siehe Zeichnung unten								0.460	0.110



2) Die Kupplungen Typ 115 und 130 sind nur im Bereich L_{min} (PT-PLUS Hüllrohr – Verankerung, gemäss Abschnitt 4.3) verwendbar. Im freien Kabelbereich ist nur die Spiegelschweissung erlaubt und die Kupplungen dienen als Entlüftung.

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:

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

1.6 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).

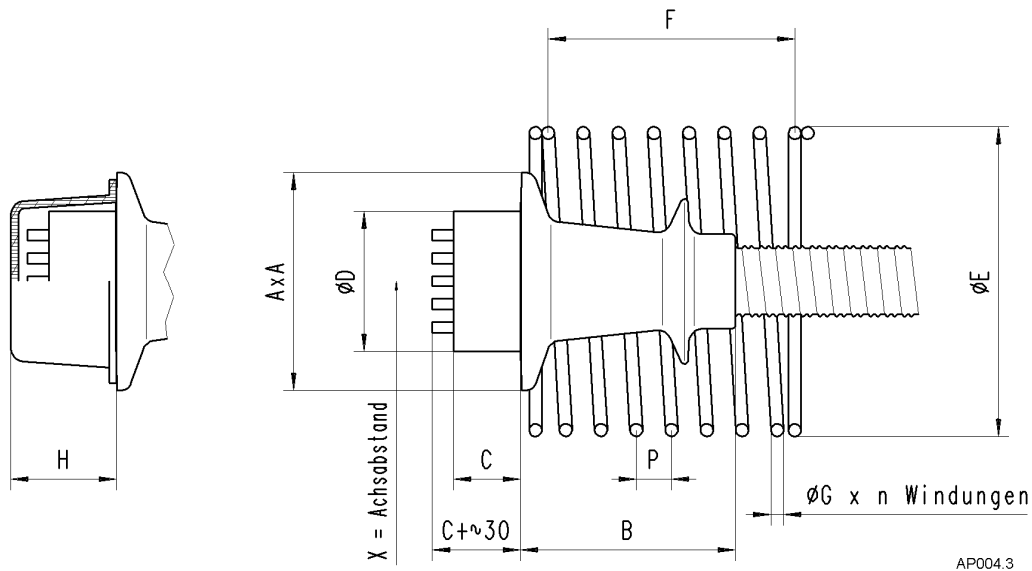
1.7 Temporärer Korrosionsschutz

Die Hinweise zum temporären Korrosionsschutz des Spannstahls finden sich in Anhang 2, Abschnitt 3.5.

2. VSL Verankerungen und Kupplungen

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

2.1 Bewegliche Verankerung VSL Typ EC 30 und EC 25



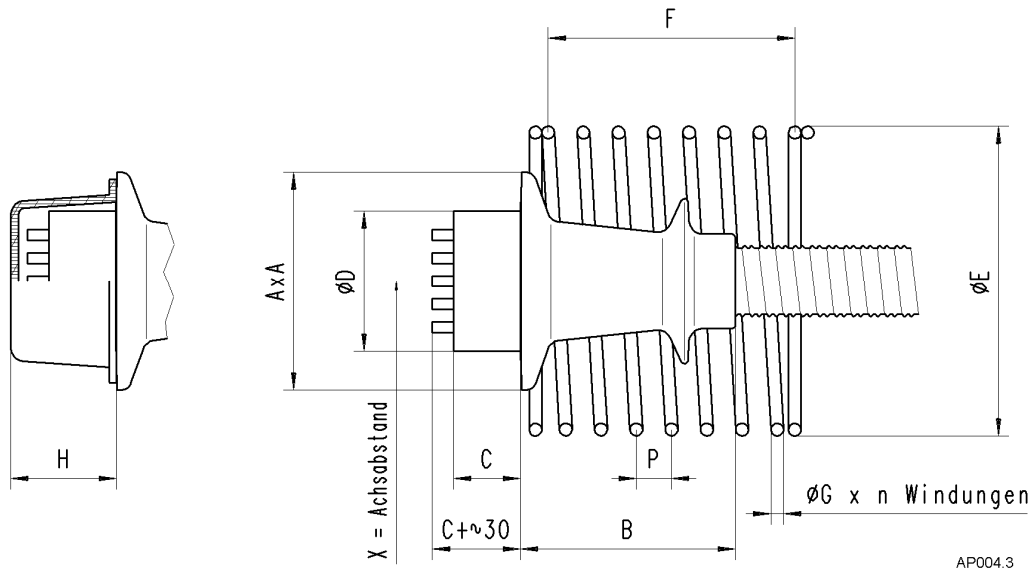
EC 30, für Betonklasse C 30/37

($f_{c,min}(t) = 28 \text{ N/mm}^2$ (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	155	185	255	340	435	470	560	615
ØG	12	14	16	18	20	20	22	22
P	50	65	65	60	60	55	60	55
n ¹⁾	6	6	7	9	10	12	12	15
F ²⁾	200	260	325	420	480	550	600	715
H	110	115	120	135	155	160	180	195
X ³⁾	185	215	285	370	465	500	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) Randabstände siehe Abschnitt 4.2



EC 25, für Betonklasse C 25/30

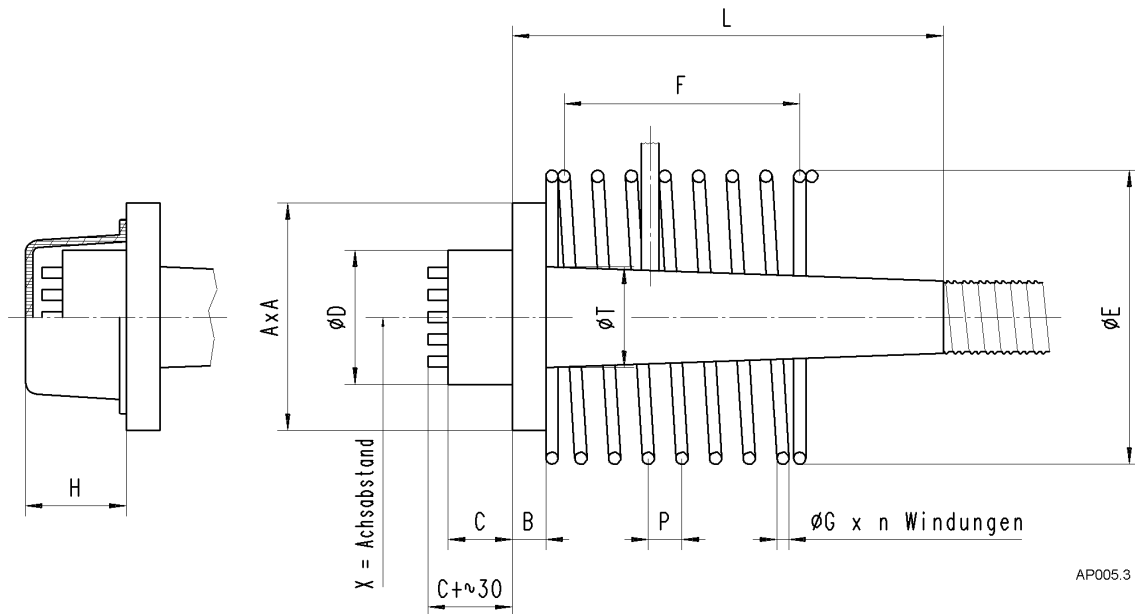
($f_{c,min}(t) = 22 \text{ N/mm}^2$ (Zylinder) beim Spannen auf $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$)

	6-3	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	180	210	290	390	495	535	640	700
ØG	12	12	14	16	18	20	20	22
P	65	55	60	60	60	70	60	65
n ¹⁾	5	6	8	9	11	11	14	14
F ²⁾	195	220	360	420	540	630	720	780
H	110	115	120	135	155	160	180	195
X ³⁾	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) Randabstände siehe Abschnitt 4.2

2.2 Bewegliche Verankerung VSL Typ E 30 und E 25



AP005.3

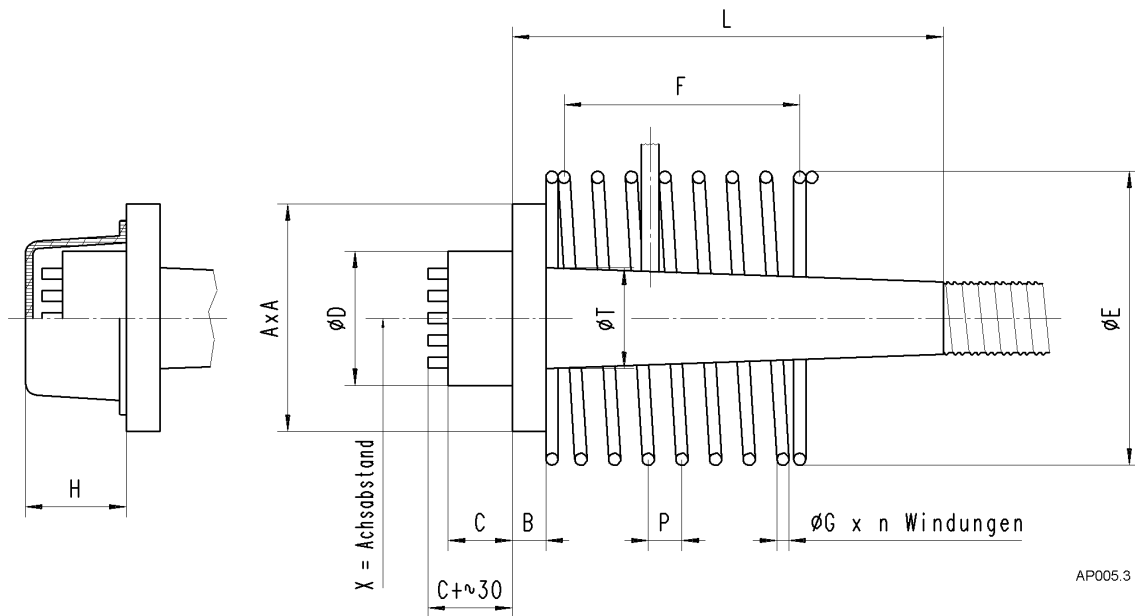
E 30, für Betonklasse C 30/37

($f_{c,min}(t) = 28 \text{ N/mm}^2$ (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	75	110	135	160	205	270	305	340	370	410	435	480
B	10	10	15	20	30	40	45	50	55	60	65	75
C	50	50	50	55	60	75	85	95	100	110	120	135
ØD	53	90	95	110	135	170	190	200	220	240	260	280
L	155	205	210	215	325	500	585	640	745	690	755	905
ØT	18	50	56	65	84	118	143	150	172	185	192	215
ØE	80	125	155	185	255	340	385	435	470	520	560	615
ØG	10	12	12	14	16	18	18	20	20	22	22	22
P	65	55	50	65	65	60	55	60	55	65	60	55
n ¹⁾	4	5	5	5	6	8	9	9	10	10	11	13
F ²⁾	130	165	150	195	260	360	385	420	440	520	540	605
H	110	110	110	115	120	135	145	155	160	170	180	195
X ³⁾	110	155	185	215	285	370	415	465	500	550	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) Randabstände siehe Abschnitt 4.2



E 25, für Betonklasse C 25/30

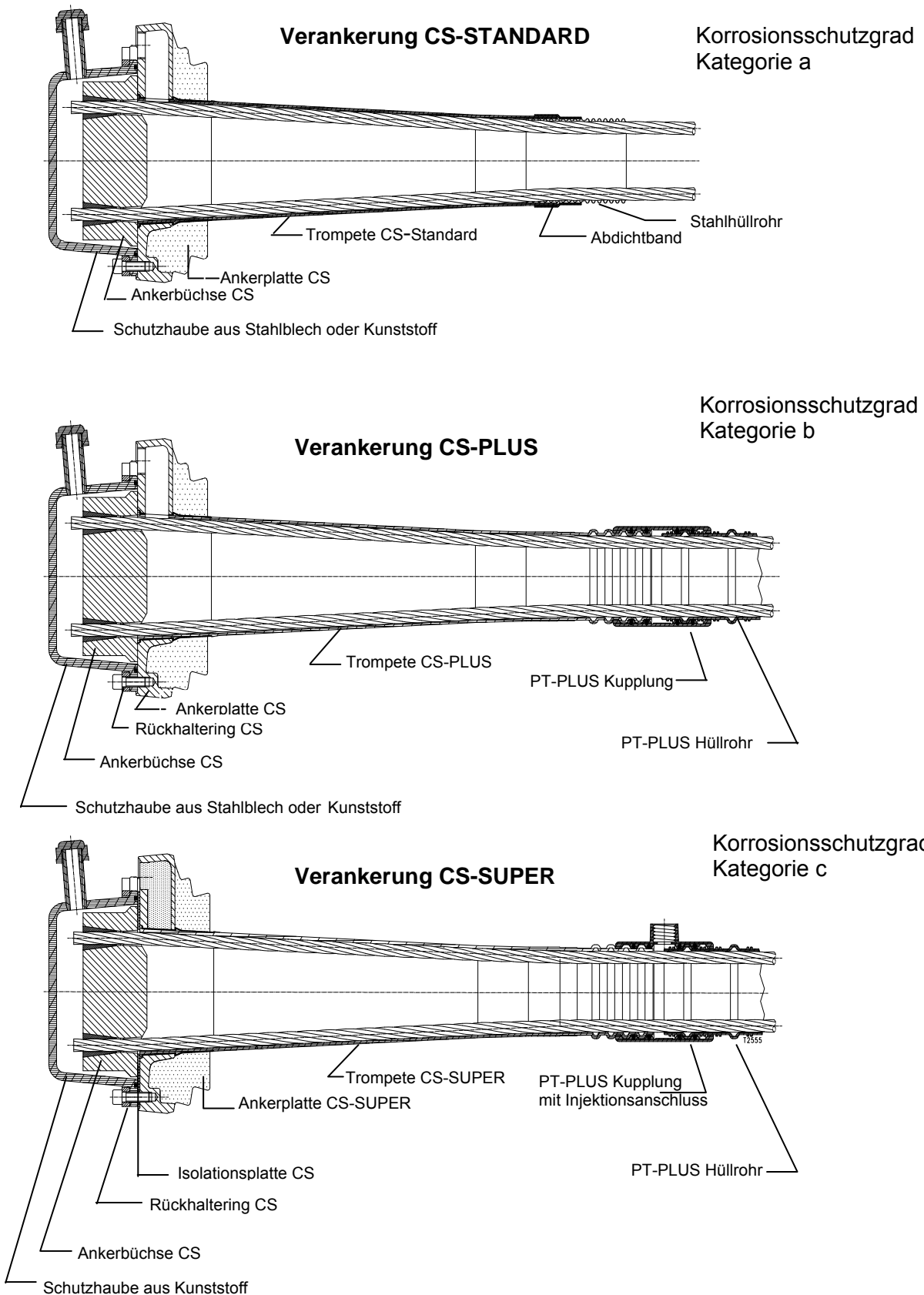
($f_{c,min}(t) = 22 \text{ N/mm}^2$ (Zylinder) beim Spannen auf $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$)

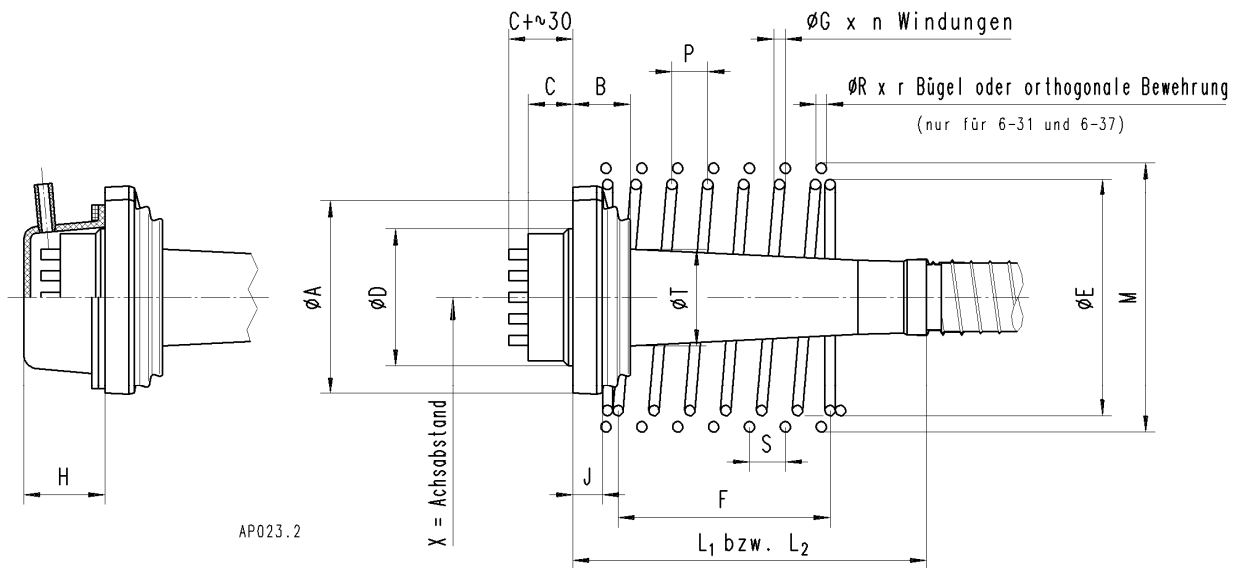
	6-1	6-2	6-3	6-4	6-7	6-12	6-15	6-19	6-22	6-27	6-31	6-37
A	85	120	150	170	225	300	335	375	405	450	480	525
B	15	15	25	25	35	50	55	65	65	75	80	90
C	50	50	50	55	60	75	85	95	100	110	120	135
ØD	53	90	95	110	135	170	190	200	220	240	260	280
L	160	210	215	220	330	510	595	650	755	705	770	920
ØT	18	50	56	65	84	118	143	150	172	185	192	215
ØE	95	145	180	210	290	390	440	495	535	595	640	700
ØG	8	10	12	12	14	16	18	18	20	20	20	22
P	55	50	65	55	60	60	65	60	70	65	60	65
n ¹⁾	4	5	5	6	7	8	9	10	9	11	12	12
F ²⁾	110	150	195	220	300	360	455	480	490	585	600	650
H	110	110	110	115	120	135	145	155	160	170	180	195
X ³⁾	125	175	210	240	320	420	470	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) Randabstände siehe Abschnitt 4.2

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





AP023.2

CS 2000-40, für Betonklasse C 40/50

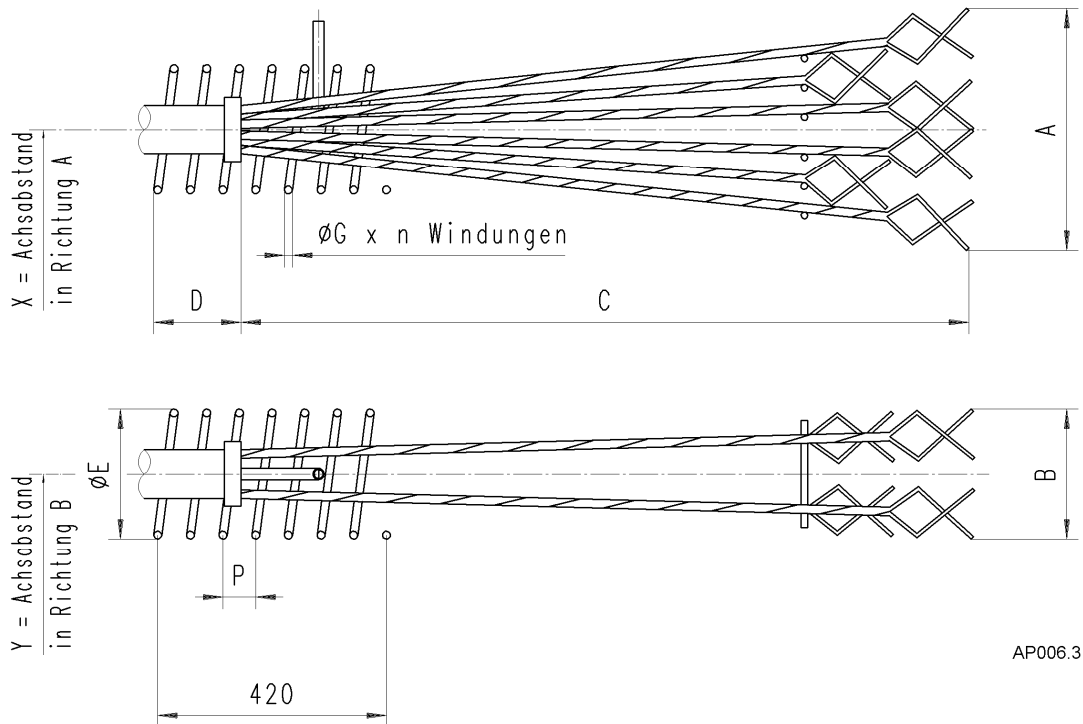
($f_{c,min}(t) = 36 \text{ N/mm}^2$ (Zylinder) beim Spannen auf $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$)

	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 ₁ ¹⁾	225	392	540	570	660	620	805
L ₂ ¹⁾	360	530	660	740	810	740	925
ØT	85	117	148	164	181	188	211
ØE	260	345	445	480	535	520	575
ØG	16	18	20	22	22	20	22
P	65	55	55	60	55	55	55
n ²⁾	6	8	10	10	11	11	12
J	50	30	30	30	30	30	30
F ³⁾	260	330	440	480	495	495	550
H	112	113	114	115	140	150	160
X ⁴⁾	290	375	475	510	565	610	665
ØR ⁵⁾	nicht erforderlich					16	16
S						70	75
r						9	9
M						580	635

Alle Masse in mm

- 1) L₁ gilt für CS-STANDARD, L₂ 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) Randabstände siehe Abschnitt 4.2
- 5) Bügel geschlossen (verschweisst) bzw. orthogonale Bewehrung mit normgemässer Verankerungslänge

2.4 Feste Verankerung VSL Typ H 30



H 30, für 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	-	210	230	390	370	470	490	530	570	690	} Typ H (q) (quadratisch)
B	-	190	210	330	370	390	470	510	510	510	
C	-	950	1300	1150	1300	1300	1300	1600	1700	2000	
X ¹⁾	-	260	290	440	420	520	540	580	620	740	
Y ¹⁾	-	240	280	380	420	440	520	560	560	560	
A	290	390	450	430	450	570	690	690	810	1050	} Typ H (r) (rechteckig)
B	90	90	90	230	230	230	230	260	260	370	
C	950	950	1300	1300	1300	1300	1600	1650	1900	2550	
X ¹⁾	340	440	500	600	550	720	760	880	860	1100	
Y ¹⁾	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	

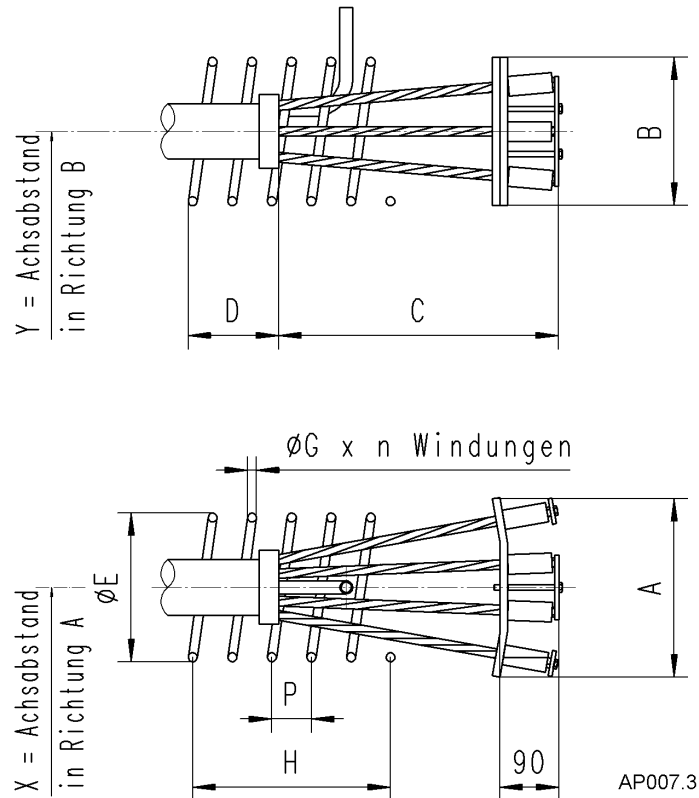
Alle Masse in mm

1) Randabstände siehe Abschnitt 4.2

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.

2.5 Feste Verankerung VSL Typ P 30



P 30, für Betonklasse C 30/37

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

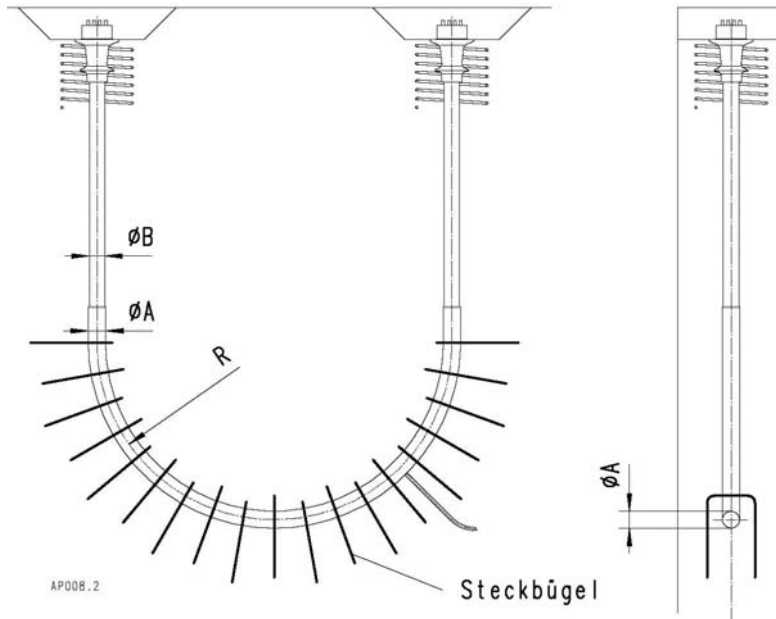
	6-2	6-3	6-4	6-7	6-12	6-19	6-22	6-31	6-37	
A	-	-	150	-	-	-	-	480	560	} Typ P (q) (quadratisch)
B	-	-	150	-	-	-	-	340	340	
C	-	-	380	-	-	-	-	780	980	
X ¹⁾	-	-	215	-	-	-	-	660	780	
Y ¹⁾	-	-	215	-	-	-	-	530	530	
A	180	230	260	270	270	370	420	600	720	} Typ P (r) (rechteckig)
B	60	70	85	140	230	270	270	270	270	
C	280	330	430	430	430	630	730	980	1180	
X ¹⁾	200	250	280	360	500	550	650	810	960	
Y ¹⁾	150	200	200	220	270	390	380	430	430	
H	240	240	240	300	300	300	300	360	360	
D	100	100	100	140	140	140	140	170	170	
ØE	130	180	180	200	230	300	350	400	400	
ØG	10	12	12	16	16	16	16	20	20	
P	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
n	4	4	4	5	5	5	5	6	6	

Alle Masse in mm

1) Randabstände siehe Abschnitt 4.2

2.6 Feste Verankerung VSL Typ L 25

Vorwiegend ruhende Beanspruchung



L 25, für Betonklasse C 25/30

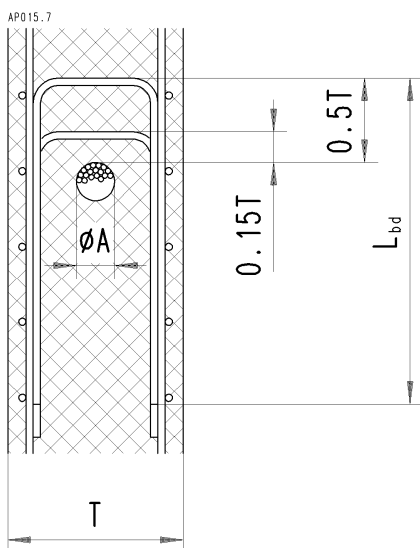
($f_{c,min}(t) = 22 \text{ N/mm}^2$ (Zylinder) beim Spannen auf $P_{\dot{u}} = 0.75 P_{pk}$)

	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 _{min}	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:



$$A_{s,tot} = \frac{0.25 P_{pk} \pi}{\sigma_{zul}} \left(1 - \frac{0.87 \text{ØA}}{T} \right)$$

- $A_{s,tot}$ = Total erforderlicher Bewehrungsquerschnitt (für B500B)
- σ_{zul} = Zulässige Spannung des Bewehrungsstahles
- T = Plattendicke
- ØA = Aussendurchmesser Hüllrohr
- P_{pk} = Bruchkraft des Spanngliedes
- L_{bd} = Verankerungslänge gemäss SIA 262

Für $P_o = 0.7 P_{pk}$, $\sigma_{zul} \approx 250 \text{ N/mm}^2$ und $T \approx 3 \text{ØA}$ vereinfacht sich die Formel zu:

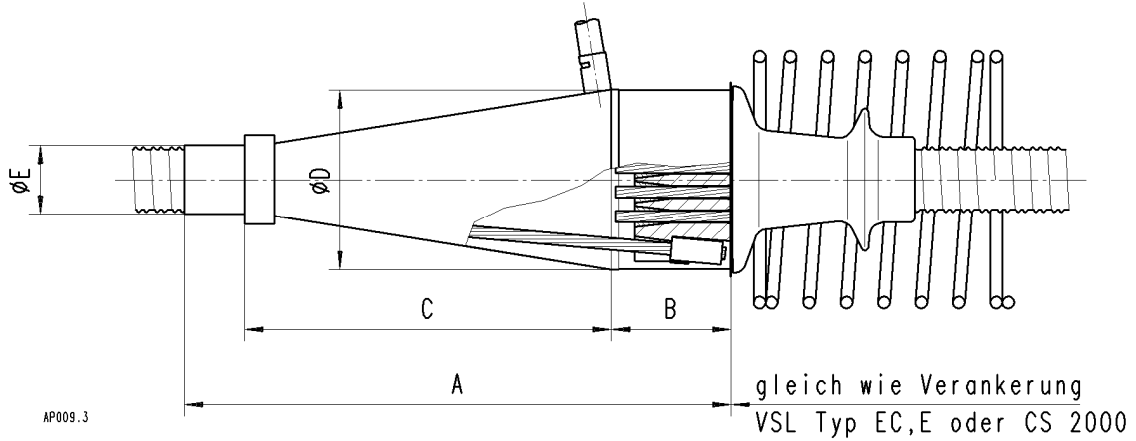
$$A_s [\text{mm}^2] \cdot n \approx P_o [\text{kN}] \cdot \pi$$

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

n = Anzahl Steckbügel

P_o = initiale Spannkraft = $0.7 P_{pk}$

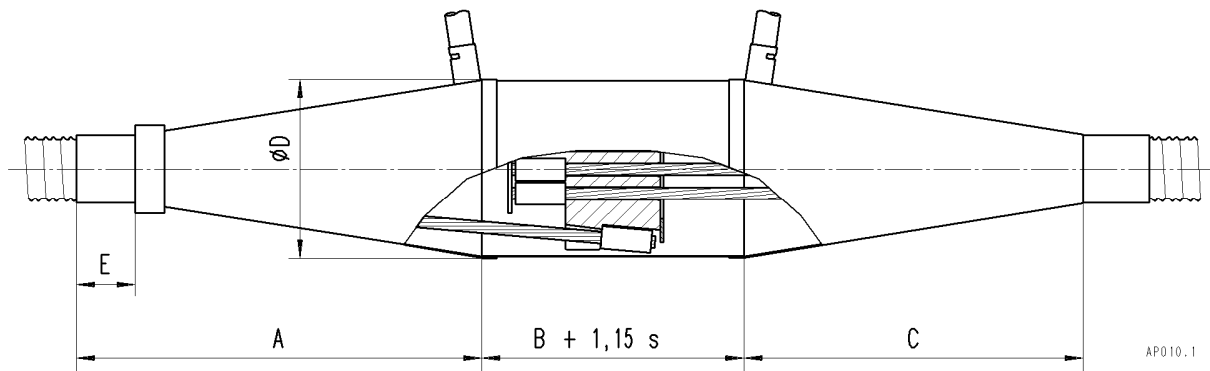
2.7 Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ K



	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

2.8 Gleitkupplung VSL Typ V

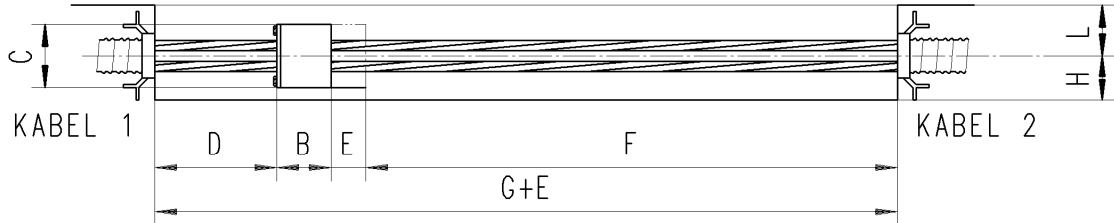


	6-3	6-4	6-7	6-12	6-19
A	330	360	470	570	700
B	205	205	205	205	205
C	250	280	370	460	570
ØD	150	160	190	240	280
E	60	60	75	80	95

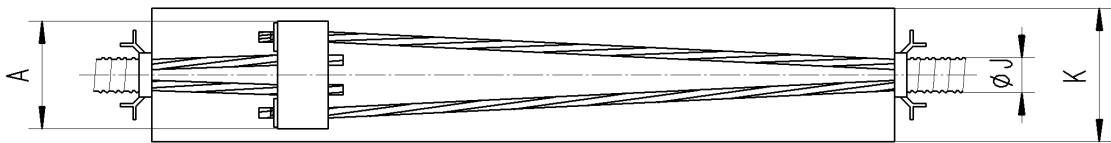
Alle Masse in mm

s = Verschiebung an der Kupplungsstelle infolge Vorspannung

2.9 Zwischenverankerung VSL Typ Z



$$L = 0.5 C + \text{erforderliche Überdeckung}$$



AP011.1

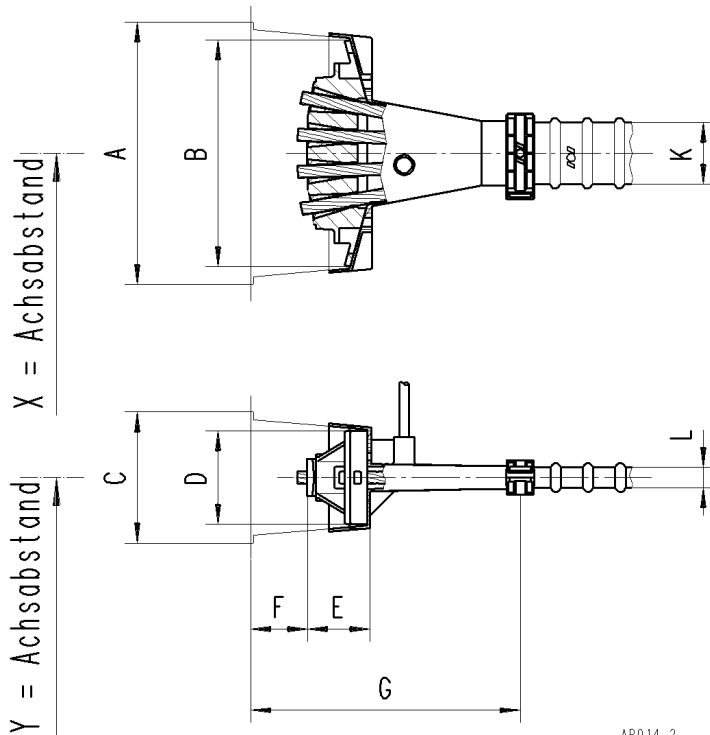
	6-2	6-4	6-6	6-8	6-10	6-12	6-18	6-22
A	140	170	210	210	260	300	380	400
B	70	80	100	100	140	160	180	180
C	90	100	140	160	160	160	200	250
D	100	200	300	400	450	450	650	700
E	Dehnweg des Spanngliedes 2							
F	450	900	1000	1100	1100	1350	1450	1500
G	620	1180	1400	1600	1690	1960	2280	2380
H	65	70	90	100	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 $\sigma_o \leq 0.65 f_{pk}$ zu wählen (bedingt durch Reibung in den Geräten; Details auf Anfrage).

2.10 Bewegliche Verankerung VSL Typ S 20



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

Alle Masse in mm

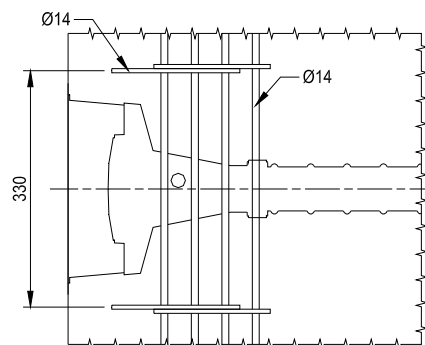
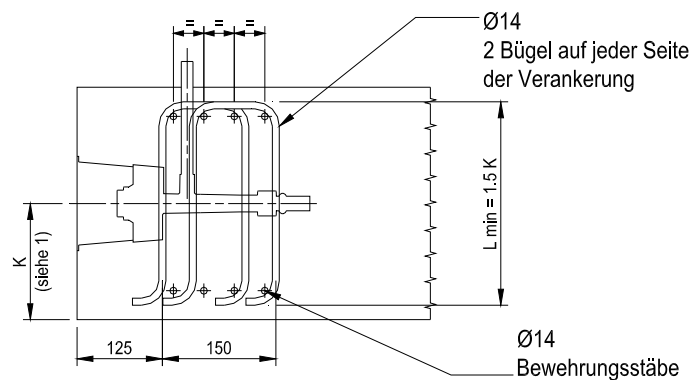
1) Randabstände siehe Abschnitt 4.2

AP014.2

S 20, für Betonklasse C 20/25

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

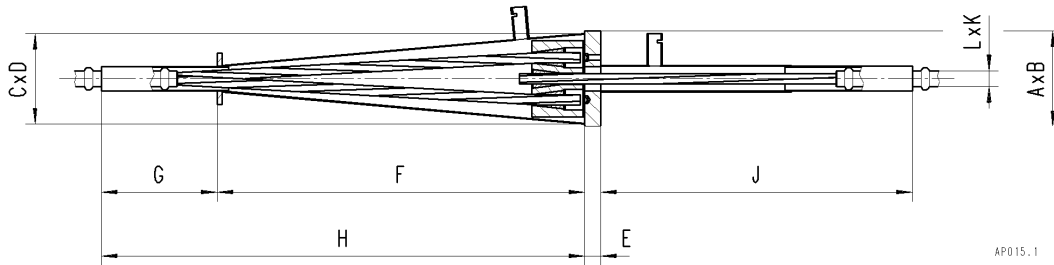
Konstruktive Ausbildung der erforderlichen Spreizkraftbewehrung beispielsweise wie folgt (mit genereller Plattenbewehrung zu überlagern):



- 1) K min = 110 mm
- 2) L ist unter Berücksichtigung von Deckenstärke und Überdeckung grösstmöglichst zu wählen ($L_{min} = 1.5 K$)
- 3) Bei Eckverankerungen Stäbe abgelenkt oder anderswie für volle Kraftübertragung ausgebildet

Bewehrungsstahl B500B

2.11 Kupplung mit Abstützstelle VSL Typ SK 20



SK 20, für 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 ¹⁾	400
Y ¹⁾	220

Alle Masse in mm

1) Randabstände siehe Abschnitt 4.2

Die erforderliche Spreizkraftbewehrung ist dieselbe wie bei der Verankerung S 20.

3. Anordnung und konstruktive Durchbildung der Spanngliedunterstützung

3.1 Spanngliedunterstützungen für Kunststoffhüllrohre PT-PLUS

Die Abstände der Unterstützungen sollen sich in folgenden Bereichen befinden:

für Hüllrohr Typ 72/21: 0.6 - 0.8 m
 für Hüllrohre Typ 59, 76, 100, 115 und 130: 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

Alle Masse in m

Knicke im Hüllrohr sind nicht zulässig.

Die Unterstützung der Hüllrohre soll durch Tragstäbe aus Rundstahl mit $\varnothing \geq 20$ mm erfolgen.

Zwischen Spanngliedunterstützungen und runden PT-PLUS Hüllrohren sind bei kleinen Radien (im Bereich von $R \leq 2 R_{\min}$, R_{\min} gemäss Abschnitt 4.3) auf der Krümmungsinenseite 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 Stegschalung bei Hohlkasten) durch nahegelegene Bewehrung gefährdet sein können, müssen die Schutzschalen ebenfalls montiert werden.

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

3.2 Spanngliedunterstützungen für Stahlhüllrohre

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

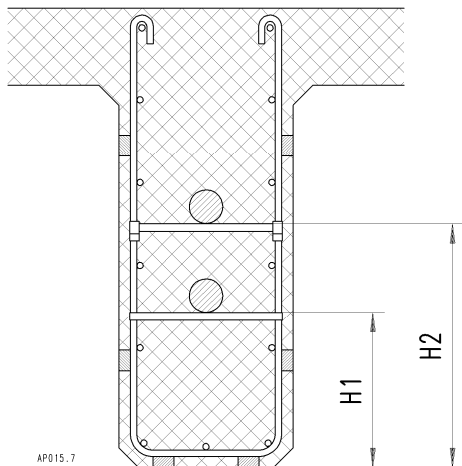
Die Unterstützung der Hüllrohre soll durch Tragstäbe aus Rundstahl mit $\varnothing \geq 20$ mm erfolgen.

Zwischen Spanngliedunterstützungen und Stahlhüllrohren sind bei kleinen Radien Stütz- oder Schutzschalen erforderlich (analog Abschnitt 3.1).

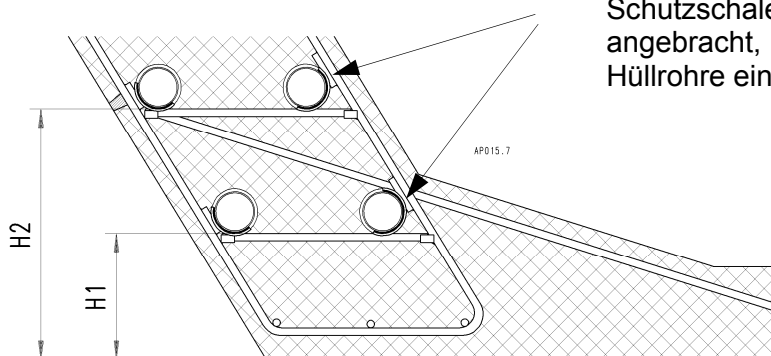
Bei der Festlegung der Koten der Tragstäbe ist zusätzlich die Dicke von 8 mm der Schutzschalen zu berücksichtigen.

3.3 Konstruktion

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



Tragstäbe aus Rundstahl S235 $\text{Ø} \geq 20 \text{ mm}$

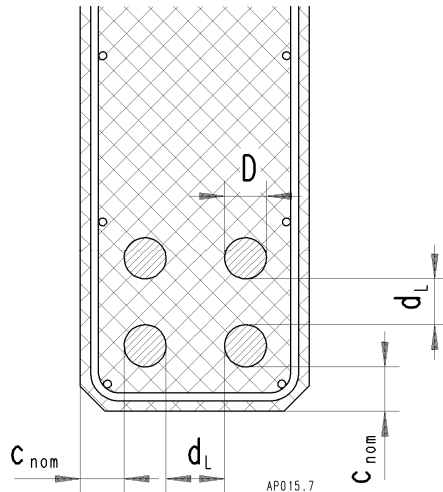


Schutzschalen werden auch an Stellen
 angebracht, an denen Bewehrungsstäbe
 Hüllrohre eindellen könnten

4. Konstruktive Angaben

4.1 Minimalabstände der Hüllrohre

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



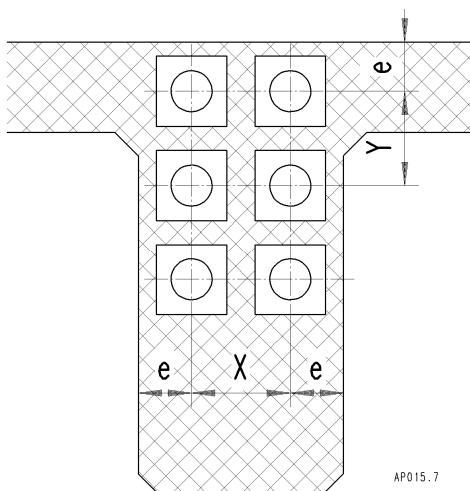
$$d_L \geq \varnothing D \text{ und } \geq \text{max. Korndurchmesser}$$

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

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.

4.2 Anordnung der Verankerungen

Eine Verkleinerung des Achsabstandes der Verankerungen in einer Richtung (bis maximal etwa 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 Krafterleitungsbereich (Wendel/Bügel) angepasst werden. Der Randabstand e der Verankerungen ist gemäss den untenstehenden Angaben zu bestimmen:



- Randabstand e :

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

Bem.: Bei den Typen S und SK dürfen bei der Bestimmung von e noch 10 mm abgezogen werden (entsprechen der Überdeckung im Versuch).

- Die Achsabstände X bzw. Y sind in den Tabellen der verschiedenen Verankerungen angegeben.

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 E 25, EC 25 oder CS 2000-30 anstelle der Verankerungen 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.

4.3 Spanngliedverlauf

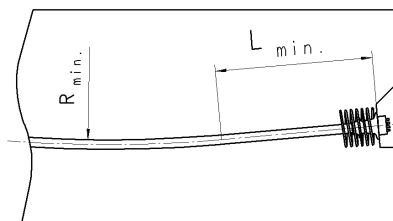
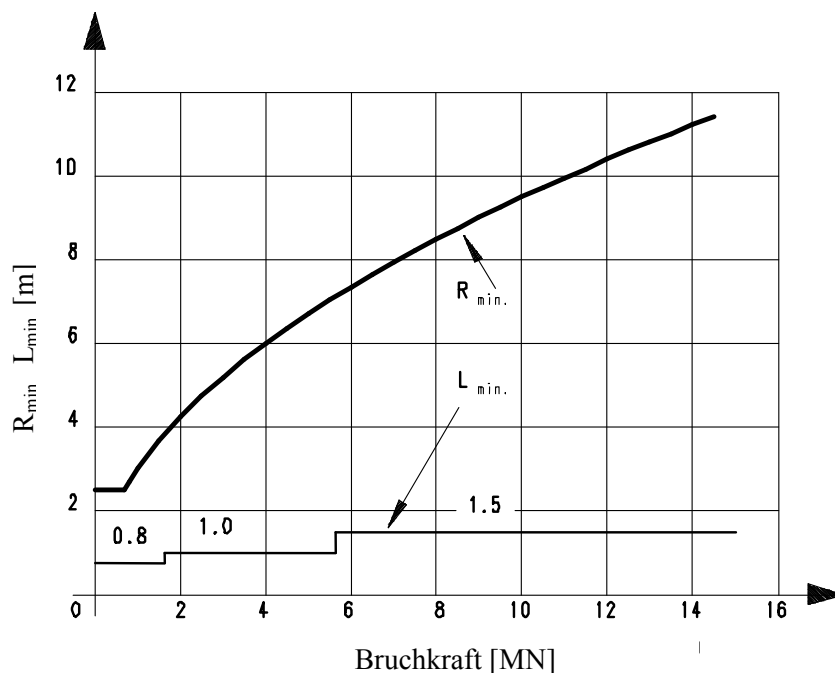
Die minimalen Radien R_{min} und die minimale gerade Länge L_{min} hinter der Verankerung dürfen die Werte gemäss nachstehendem Diagramm nicht unterschreiten. Die Werte R_{min} basieren auf einer Berechnung nach der Formel :

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

wobei : P_{pk} = Bruchkraft des Spanngliedes

$k = 3 \text{ m/MN}^{0.5}$ = 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 Achse) und $R_{min} = 6.0 \text{ m}$ (um die starke Achse).

Bei den Kunststoffhüllrohren PT-PLUS Typ 115 und 130 werden die Rohrstücke, mit Ausnahme im Bereich L_{min} , mittels Spiegelschweissung verbunden.

5. Reibungsbeiwerte und Verankerungsschlupf

5.1 Reibungsbeiwerte

Die durch Reibung im Hüllrohr bedingte Änderung der Spannkraft entlang der Spannglieder 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
Stahlhüllrohr	$\mu = 0.16$ bis 0.22 $\Delta\varphi = 0.004$ bis 0.008 m^{-1}	$\mu = 0.18$ $\Delta\varphi = 0.005 \text{ m}^{-1}$
Kunststoffhüllrohr PT-PLUS	$\mu = 0.10$ bis 0.15 $\Delta\varphi = 0.004$ bis 0.010 m^{-1}	$\mu = 0.14$ $\Delta\varphi = 0.005 \text{ m}^{-1}$

wobei $P(x)$ = Vorspannkraft in der Entfernung x von der Spannstelle
 P_{\max} = Maximale Kraft im Spannstahl während des Spannens
 μ = Reibungsbeiwert
 φ_x = Summe der planmässigen Umlenkwinkel bis zur Stelle x (horizontal und vertikal) im Bogenmass
 $\Delta\varphi$ = ungewollte Umlenkungen (im Bogenmass) pro Längeneinheit

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.

5.2 Verankerungsschlupf

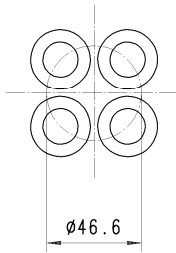
Beim Übertragen der Vorspannkraft von der Spannpresse auf die bewegliche Verankerung beträgt der Verankerungsschlupf rechnerisch 6 mm (Klemmeneinzug).

6. Systemteile und Werkstoffe

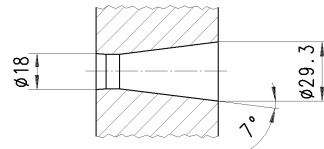
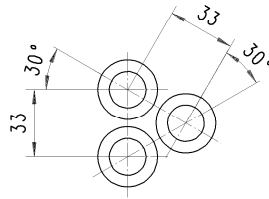
6.1 Systemteile

Ankerbüchse

Sonderfall 6-4

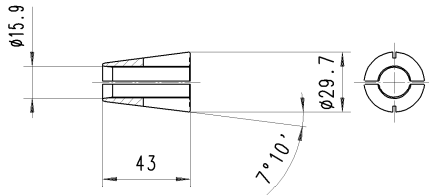


Normalfall

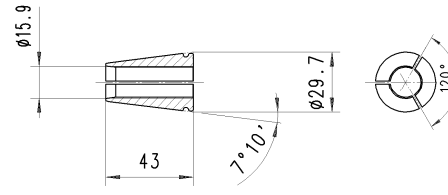


Stahlklemme

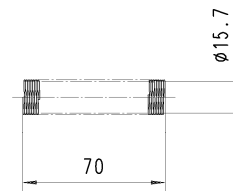
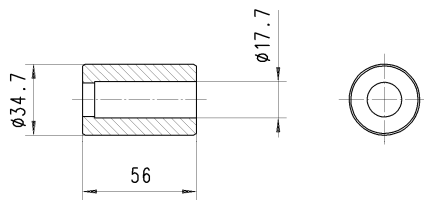
Typ W6S



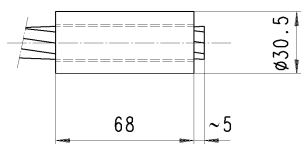
Typ W6S 3C



Presshülse



aufgepresst



AP0163

6.2 Werkstoffe und Normenhinweise

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

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

VSL Spannsystem mit Verbund

Spannglieder mit nachträglichem Verbund bestehend
aus 150 mm² Spannstahllitzen

Anhang 2: Angaben zur Ausführung

VSL (Schweiz) AG

Industriestrasse 14
4553 Subingen

Tel: +41 (0)58 456 30 30
Fax: +41 (0)58 456 30 15

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. Allgemeines	3
2. Transport und Lagerung.....	4
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
3. Einbau der Spannglieder	7
3.1 Grundsätzliche Möglichkeiten des Einbaus.....	7
3.2 Montage der Verankerungen und der Hüllrohre	7
3.3 Nischenausbildung und Freiraum für die Spannpressen.....	8
3.4 Installation der Spannglieder	9
3.5 Temporärer Korrosionsschutz	9
4. Spannvorgang	10
5. Füllgut und Injektionsvorgang.....	11
6. Abschlussarbeiten	12

1. Allgemeines

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

- Norm SIA 262:2003 „Betonbau“
- 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
- EN 13670 (z.Zt. als prEN 13670 verfügbar)
- SN EN 445:2007, 446:2007, 447:2007 sowie die zugehörigen Nationalen Vorwörter und Nationalen Anhänge (2008)

2. Transport und Lagerung

Spannstahl, Hüllrohre, Verankerungen, Kupplungen und die übrigen 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 werden.

2.1 Transport

Bei Werkherstellung werden die Spannglieder in Transportgestellen (sog. Zwingen) aufgewickelt und so auf die Baustelle transportiert. Dort werden sie bei Bedarf abgewickelt und direkt auf die Spanngliedunterstützungen 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 müssen, sind PT-PLUS Hüllrohre aus Polyethylen PE zu verwenden. 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.

Rohre aus PE bleiben die Ausnahme und sind nur für diesen Spezialfall vorgesehen.

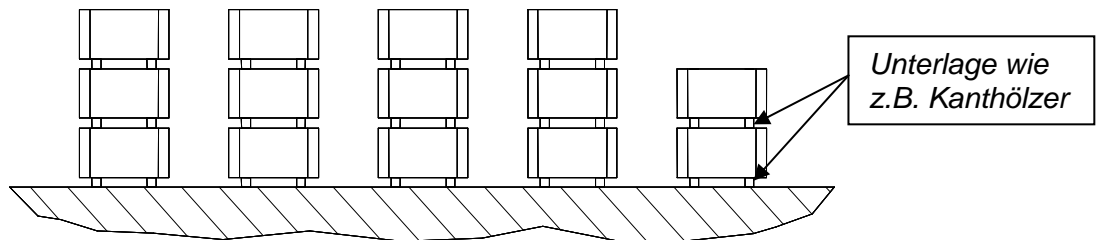
Die PT-PLUS Standardrohre aus Polypropylen PP sind schwarz, die PT-PLUS Rohre aus Polyethylen PE für den Ausnahmefall sind blau eingefärbt.

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 Spannrollen liegend

2.2.2 Hüllrohre

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

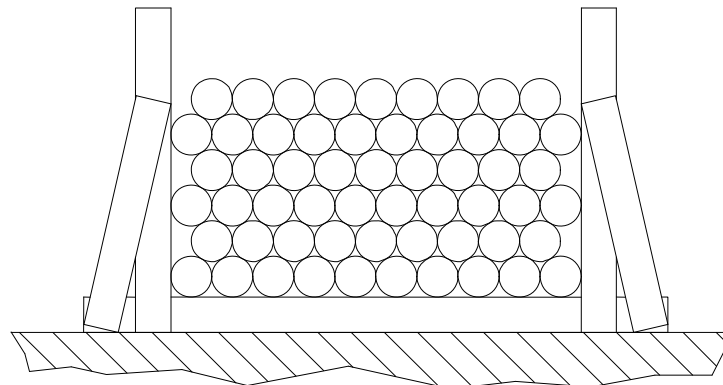


Fig. 2.2: Lagerung von Hüllrohren

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 Spannstahtlitzen.

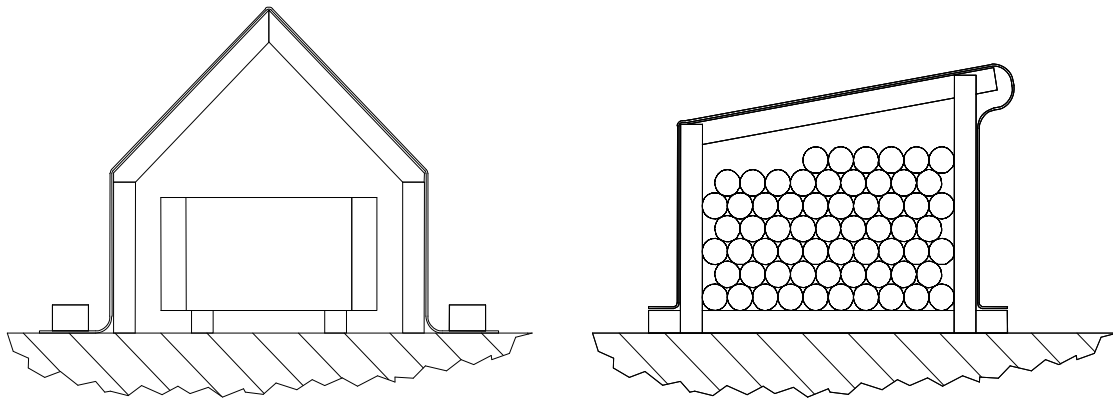
Die PT-PLUS Kunststoffhüllrohre benötigen keine speziellen Schutzmassnahmen. Sie sind ausreichend witterungs- und UV-beständig.

- Lagerung im geschlossenen Raum

Der Lagerraum muss gut belüftbar und trocken sein. Bei wechselhaften Temperaturen und 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 belüftbaren 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.

Das Schweißen und Brennen mit Schneidbrenner ist im Bereich des Spannglieds (insbesondere bei solchen aus Kunststoff) untersagt.

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.

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 müssen vor dem Betonieren ausgesteift werden. Daher ist es sinnvoll, 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 einzubauen. Die Zusatzbewehrungen sind 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.

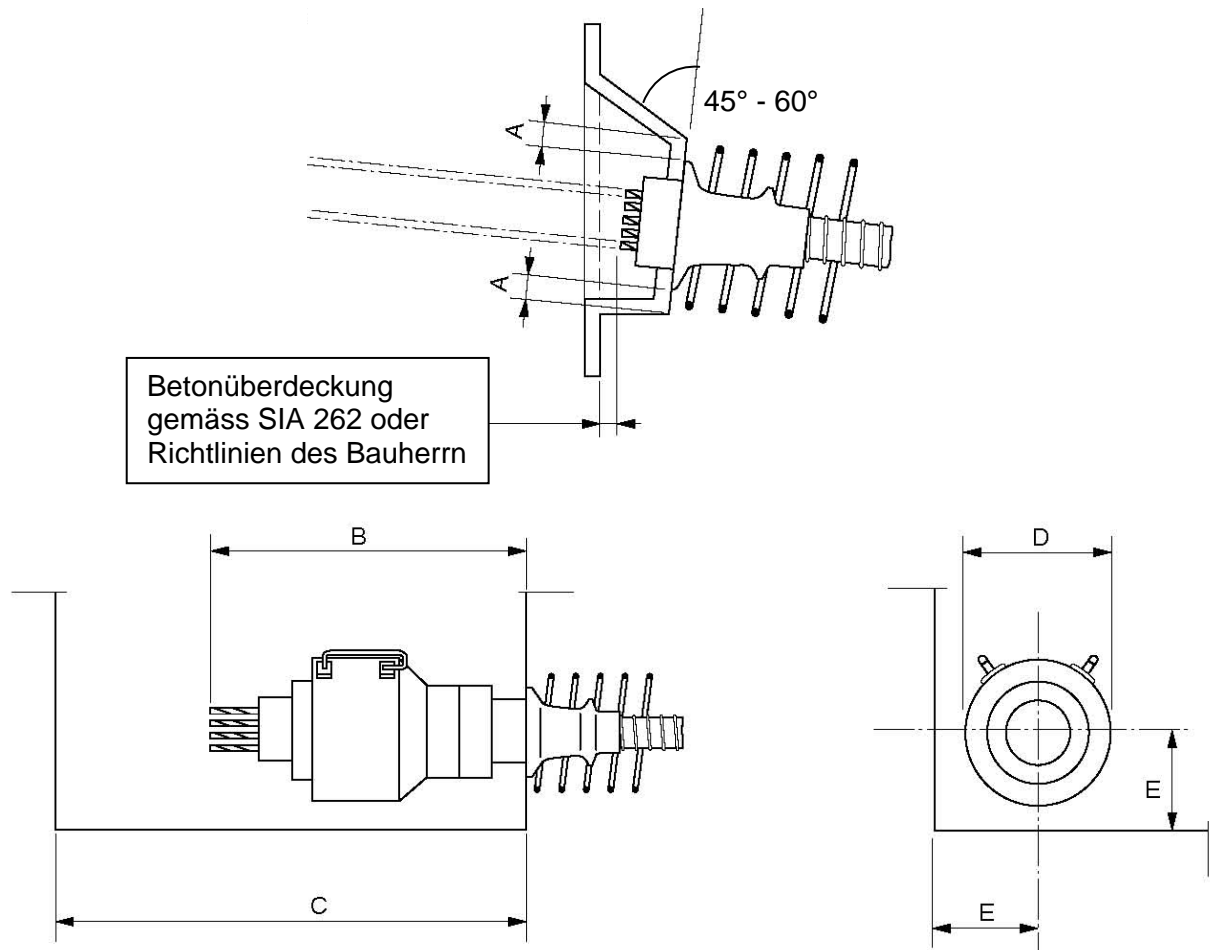
Das Kuppeln von PT-PLUS Rohren für im Werk vorgefertigte Spannglieder ist nicht erlaubt. Die Rohre müssen mittels Spiegelschweissung zusammengesetzt sein.

Die minimalen Krümmungsradien und Abstände der Unterstützungen sind gemäss Verlegeplan genauestens 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 Nischenausbildung und Freiraum für die Spannpressen

Die Nischen der Verankerungen und der benötigte Freiraum für die Spannpressen haben folgende Abmessungen:



Einheiten	A min	B	C	D	E
6-1	30	600	1200	140	100
6-2	30	600	1100	200	150
6-3	30	650	1100	180	140
6-4	30	800	1200	300	200
6-7	50	700	1300	310	200
6-12	50	850	1500	390	250
6-19	60	700	1500	485	300
6-22	80	1150	2000	585	330
6-31	80	1350	2300	570	365
6-37	80	1300	2200	790	450

Alle Masse in mm

3.4 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 EC, E, CS oder Z aufweisen. Beim Einstossen vor dem Betonieren kann jedoch auch auf der Baustelle eine feste Verankerung hergestellt werden.

Im Werk vorgefertigte Spannglieder werden auf die Unterstüztungen verlegt und stabil auf diesen befestigt. Dabei sind die minimalen Krümmungsradien und Abstände der Unterstüztungen gemäss Verlegeplan einzuhalten. Die Hüllrohre dürfen keine Knicke aufweisen und eventuelle Beschädigungen sind zu beseitigen. Die PT-PLUS Kunststoffhüllrohre sind mittels Spiegelschweissung zu verbinden, das Kuppeln solcher Hüllrohre ist nicht erlaubt.

Sämtliche Öffnungen wie z.B. Entlüftungen sind vor Eindringen von Zementmilch und Wasser während des Betonierens zu schützen.

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

3.5 Temporärer Korrosionsschutz

Ein allfällig erforderlicher temporärer Korrosionsschutz der Litzenbündel wird in der Regel durch die werkseitige Applikation eines zugelassenen Korrosionsschutzmittels auf die Spannstahlritzen 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:

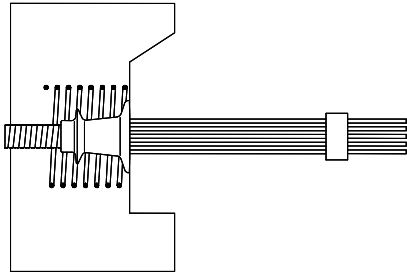
- Rostschutz 310
- NOX-RUST X-703-D
- ARC FLUID TK

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

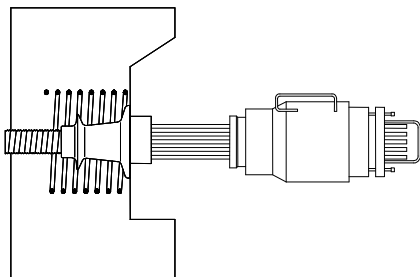
In Hüllrohren eingebauter, ungeschützter Spannstahl kann temporär auch mit konstant ins Hüllrohr eingeblasener, entfeuchteter Luft geschützt werden.

4. Spannvorgang

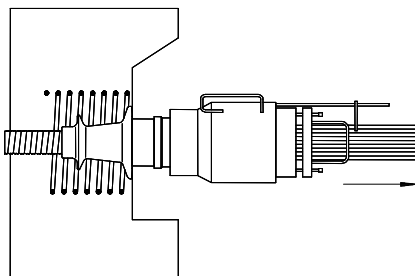
Der Spannvorgang (Spannkraft und Dehnweg) ist zu protokollieren. Die rechnerischen Spannstufen und Dehnwege sind dem Spannprogramm, welches auf der Baustelle vorliegen muss, zu entnehmen.



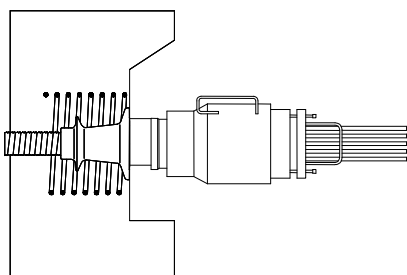
Setzen der Ankerbüchse und der Klemmen



Ansetzen der Spannpresse



Spannen



Verkeilen

1 Vorbereitungen

- Spannstelle und Nische ausschalen.
- Setzen der Ankerbüchse und der Klemmen.

2 Montage der Spanngeräte

Ansetzen des Spannautomaten mit Stuhl und Zugbüchse.

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 vom 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. Der Klemmeneinzug beträgt hierbei etwa 6 mm.
- Kolben der Spannpresse einfahren.
- Ist die erforderliche Spannkraft noch nicht erreicht, wird der beschriebene Spannvorgang wiederholt.

5 Kompensation des Klemmeneinzugs

Der Klemmeneinzug kann durch Überspannen um 6 mm oder durch Unterlegen von Stahlscheiben kompensiert werden.

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

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

5. Füllgut und Injektionsvorgang

Nach der letzten Spannetappe werden die Spannglieder injiziert, um einen nachträglichen Verbund zwischen 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 wird der VSL Mischer verwendet.

Das Zertifikat des Füllguts muss auf der Baustelle vorliegen.

Das gemischte Injektionsgut wird während des Arbeitsablaufs periodisch geprüft. Am Ende des Injektionsprozesses wird ein Druck von mindestens 1 bar während 1 Minute lang aufrechterhalten. 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

Zum Abschluss sind folgende Arbeiten auszuführen:

- Nach dem Injizieren werden sämtliche Ein- und Austrittsöffnungen und Entlüftungen verschlossen
- Abschneiden der überstehenden Litzen
- 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.