

Vorspanntechnik Litzenspannsysteme

Anwendungsdokumentation für Projektierende



Litzenspannsystem BBR VT CONA CMX

BBR VT CONA CMI – Mehrlitzen-Spannglieder mit runden Mehrflächenverankerungen

BBR VT CONA CMF – 4-Litzen-Spannglieder mit flachen Mehrflächenverankerungen

BBR VT CONA CMM Single – Monolitzen-Spannglieder

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	3
1.1.	VORWORT	3
1.2.	BENUTZUNG DER UNTERLAGEN	3
1.3.	AUFBAU SPANGLIED BBR VT CONA CMX	4
2.	TECHNISCHE KENNZAHLEN DER BBR VT CMX SPANGLIEDER	6
2.1.	SPANNSTAHLITZEN	6
2.2.	SPANGLIEDGRÖSSEN	7
3.	HÜLLROHRE	8
3.1.	PROFILIERTES BLECHHÜLLROHR KATEGORIE A	8
3.2.	MINIMALE UMLENKRADII UND SPANGLIED-EXZENTRIZITÄTEN FÜR RUNDE BLECHHÜLLROHRE DER KATEGORIE A	9
3.3.	MINIMALE UMLENKRADII UND SPANGLIED-EXZENTRIZITÄTEN FÜR FLACHE BLECHHÜLLROHRE DER KATEGORIE A	10
3.4.	PROFILIERTES KUNSTSTOFFHÜLLROHR BBR VT KATEGORIE B / C	10
3.5.	MINIMALE UMLENKRADII UND SPANGLIED-EXZENTRIZITÄTEN FÜR RUNDE KUNSTSTOFFHÜLLROHRE DER KAT. B / C	11
3.6.	MINIMALE UMLENKRADII UND SPANGLIED-EXZENTRIZITÄTEN FÜR FLACHE KUNSTSTOFFHÜLLROHRE DER KAT. B / C	12
4.	HINWEISE FÜR DIE PROJEKTIERUNG	12
4.1.	KORROSIONSSCHUTZKATEGORIEN	12
4.2.	KORROSIONSSCHUTZ	12
4.3.	SPANNKRAFTVERLUSTE	13
4.4.	SPANNVORGANG	15
4.5.	FÜLLUNGSGRAD UND SPANGLIED-EXZENTRIZITÄT	15
4.6.	MINIMALE GERADE BEIDSEITIG DER VERANKERUNGEN	16
4.7.	KABELHALTER	17
4.8.	BETONFESTIGKEITEN BEIM SPANNEN	19
4.9.	KRAFTEINLEITUNG UND KRAFTUMLENKUNG	19
4.10.	BEWEHRUNG IN DER VERANKERUNGSZONE	21
4.11.	RAND- & ACHSABSTÄNDE	22
4.12.	PLATZBEDARF ZUM SPANNEN	24
4.13.	WERKGEFERTIGTE SPANGLIEDER	25
5.	VERANKERUNGSTYPEN BBR VT CMX KAT.A & KAT.B	26
5.1.	ÜBERSICHT DER VERANKERUNGSTYPEN (SPANN- UND FESTANKER)	26
5.2.	VERANKERUNG TYP CMI/CMF (SPANNANKER SA- UND FESTANKER FA)	28
5.3.	FESTE VERANKERUNG TYP CMO	29
5.4.	FESTE VERANKERUNG TYP S	30
5.5.	FESTE VERANKERUNG TYP P	31
5.6.	UMLENKVERANKERUNG TYP U	32
6.	KUPPLUNGEN BBR VT CONA CMI; KAT.A & KAT.B	33
6.1.	KUPPLUNG K (KOPPLUNGSKÖRPER)	33
6.2.	KUPPLUNG H (HÜLSENKUPPLUNG)	34
7.	VERANKERUNGEN BBR VT CMI E KAT. C (ELEKTRISCH ISOLIERTE SPANGLIEDER)	36
7.1.	VERANKERUNG TYP CMI E (SA UND FA)	36
7.2.	KUPPLUNGEN TYP CMI E (H-KUPPLUNG)	37
7.3.	SPEZIELLE HINWEISE FÜR SPANGLIEDER KAT. C	38
7.4.	MESSEINRICHTUNGEN	38

1. Einleitung

1.1. Vorwort

Stahlton AG setzt seit einiger Zeit erfolgreich das **Litzenspannsystem BBR VT CONA CMX** ein. Dieses System mit Europäischer Zulassung entspricht modernsten internationalen Standards und hat seine Vorzüge bei einer Vielzahl von Objekten auf der ganzen Welt und in der Schweiz bereits unter Beweis gestellt.

Für die spezifischen Schweizer Bedürfnisse wurde das System modifiziert und nach den Vorgaben der SIA zertifiziert und das Sortiment entsprechend ergänzt und angepasst. Das BBR VT CONA CMX System mit seiner Vielseitigkeit ermöglicht den Ingenieuren und Bauunternehmungen bei der Planung und Ausführung ihrer vorgespannten Tragwerke eine einfache Anwendung.

1.2. Benutzung der Unterlagen

Diese Broschüre ist eine auf den Schweizerischen Markt ausgerichtete Zusammenstellung der benötigten Arbeitsgrundlagen für die Planung und Bemessung der **Litzenspannsysteme BBR VT CONA CMX**.

Weitergehende **Detailinformationen** entnehmen Sie bitte den Dokumenten:

Technische Zulassungen

Mehrlitzensysteme

- Eignungs- und Konformitätsnachweis nach SIA 262 Nr. 004
- Europäische Technische Bewertung, ETA-06/147, BBR VT CONA CMI
- Europäische Technische Bewertung, ETA-12/0076, BBR VT CONA CMF (Spezialverankerungen für 4-Litzenspannglieder)
- Europäische Technische Bewertung, ETA-15/0808, BBR VT CONA CMO (Haftverankerung für Festanker)

Monolitzensysteme

- Eignungs- und Konformitätsnachweis nach SIA Norm 262 Nr. 005
- Europäische Technische Bewertung, ETA-12/0282, BBR VT CONA CMM

Normen

- Die einschlägigen Normen der SIA, insbesondere Norm SIA 260, 261, 262, 262/1.
- Richtlinie «Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten» ASTRA/OFROU 12 010.

System-/ CAD-Zeichnungen

Auf unserer Homepage finden Sie die aktuellen Verankerungen als Download für Ihre Planung.

Bei Fragen zur Vorspanntechnik kontaktieren Sie bitte unsere **Stahlton-Berater**:

Stahlton AG
Wässerstrasse 29
CH-8340 Hinwil/ZH
Telefon: +41 44 938 99 00

Stahlton AG
Hauptstrasse 11
CH-5070 Frick/AG
Telefon: +41 62 865 76 00

Stahlton AG
Martinsbruggstrasse 65
CH-9016 St. Gallen/SG
Telefon: +41 71 282 38 82

Stahlton AG
Mariahilfstrasse 51
CH-1712 Tavers/FR
Telefon: +41 26 494 58 58

Stahlton AG
Strada Cantonale 23
6805 Mezzovico/TI
Telefon: +41 91 935 94 30

Homepage: www.stahlton.ch

Email: bautechnik@stahlton.ch

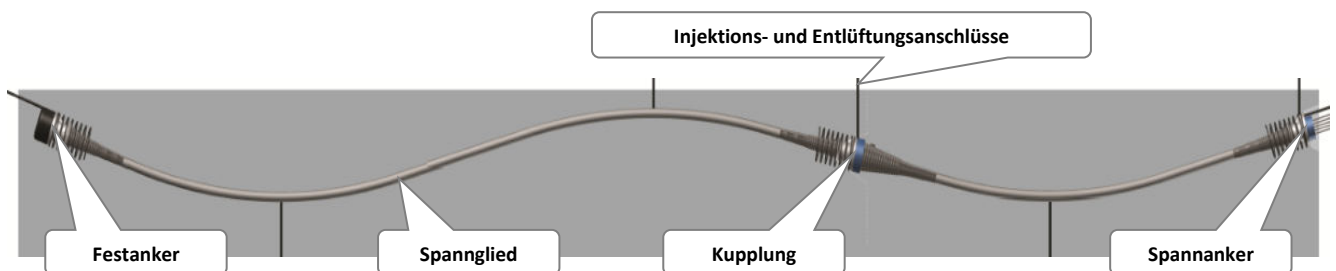
1.3. Aufbau Spannglied BBR VT CONA CMX

Das BBR VT CONA **CMX** beinhaltet alle weiteren Systeme derselben Familie. Das System BBR VT CONA CMX (**CMI** und **CMF**) ist ein **Mehrlitzensystem** für Anwendung von Vorspannung mit Verbund der Korrosionskategorien a und b. Das BBR VT CONA **CMI E** ist ein Mehrlitzensystem für Anwendungen der Korrosionsschutzkategorie c. Das CONA **CMM** ist ein Monolitzensystem für die Korrosionsschutzkategorien a und b.

Die wesentlichen Bestandteile des Spannsystems werden nachfolgend kurz erläutert:

Spannglied

Das Spannglied besteht aus einer auf den Verwendungszweck abgestimmten Anzahl von hochwertigen Spannstahllitzen und einem umhüllenden Hüllrohr, welches nach dem Aufbringen der Vorspannkraft mit Injektionsgut verfüllt wird. Die Spannstahllitzen werden beidseitig in einem Ankerkopf kraftschlüssig zusammengefasst.



Festanker (auch Feste Verankerung genannt)

In den meisten Fällen wird an einem Spanngliedende ein Festanker angebaut. Die Krafteinleitung kann über einen Verankerungskörper oder eine Haftverankerung erfolgen.

Spannanker (auch Bewegliche Verankerung genannt)

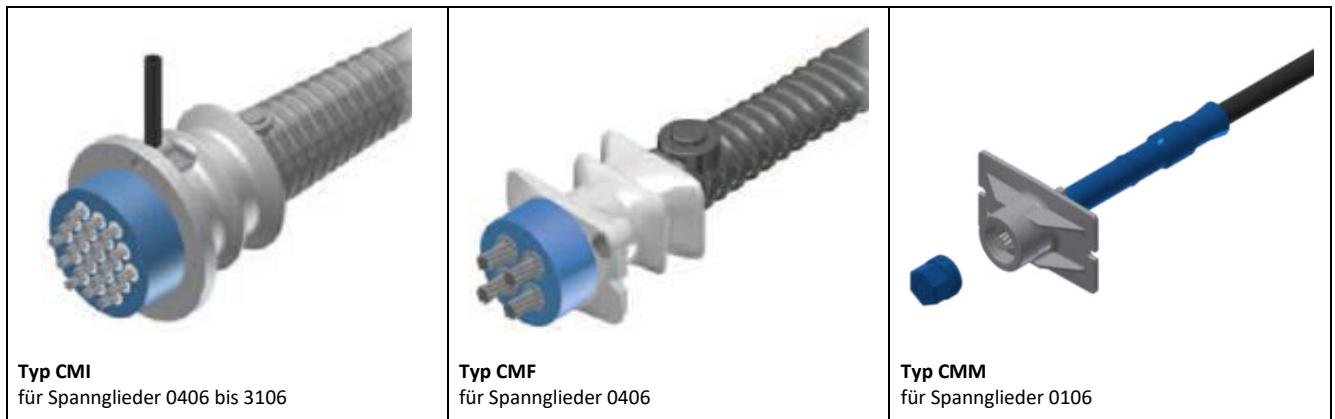
Mittels der Spannanker werden die Spannglieder vorgespannt. Die Krafteinleitung erfolgt immer über einen Verankerungskörper. Beim Verankern mit Ringkeilen werden die Litzen um ein Setzmass (Keilschlupf) in den Ankerkopf eingezogen.

Schematische Darstellung einer Verankerung

Die Spiral- und Zusatzbewehrung ist nicht dargestellt!



Die spezifischen Bezeichnungen (CMI, CMF, CMM, etc.) kennzeichnen die Art der Verankerungen.



Die Spiral- und Zusatzbewehrungen sind nicht dargestellt!

Kupplungen

Mit Kupplungen können Spannglieder unterschiedlicher Einbau- und Spannetappen miteinander kraftschlüssig verbunden werden. Dabei wird zwischen Festen und Verschieblichen (Beweglichen) Kupplungen unterschieden.

Hüllrohre

Die Hüllrohre umgeben das Bündel der Spannstahllitzen. Dabei wird zwischen Blechhüllrohren und Kunststoffhüllrohren unterschieden.

Injektionsmörtel/ Verfüllgut

Der Injektionsmörtel bildet zusammen mit der Wahl des Hüllrohrs einen zentralen Bestandteil des Korrosionsschutzes für das Spannglied.

Zusatzbewehrung

Infolge der Kraftausbreitung treten in den Verankerungszonen signifikante quergerichtete Spaltzug- und Randzugkräfte auf. Diese Zugkräfte müssen durch eine wirksame Zusatzbewehrung abgedeckt werden. Die Modelle basierend auf der Europäischen Technischen Bewertung (ETA) erfordern nebst der Spirale immer eine Zusatzbewehrung.

2. Technische Kennzahlen der BBR VT CMX Spannglieder

2.1. Spannstahllitzen

Für das **System BBR VT CONA CMX** werden nur 7-drähtige Spannstahllitzen mit einer Zugfestigkeit von 1860 N/mm² und einer Querschnittsfläche von 150mm² zum Einsatz. Zugelassen sind jedoch auch 7-drähtige Spannstahllitzen mit einer Zugfestigkeit von 1860 N/mm² und einer Querschnittsfläche von 140mm². Die charakteristischen Eigenschaften des verwendeten Spannstahls sind der untenstehenden Tabelle zu entnehmen.



7-drähtige Spannstahllitze

Bezeichnung des Litzentyps	-	Y1860S7-15.7	
Nenndurchmesser	∅	15.7 (0.6")	mm (Zoll)
Querschnittsfläche	A _p	150	mm ²
Zugfestigkeit	f _{pk}	1860	N/mm ²
Fließgrenze	f _{p0.1k}	1600	N/mm ²
Elastizitätsmodul (Nominalwert)	E _p	195	kN/mm ²
Dehnung bei Höchstlast (Minimalwert)	ε _{uk}	3.5	%
Ermüdungsfestigkeit (2 Mio. Lastwechsel, Oberspannung 0.7x f _{pk})	Δσ _{p,fat}	190	N/mm ²
Relaxation (nach 1000 Stunden, Anfangsspannung 0.7x f _{pk})	Δσ _{pr}	2.5	%
Bruchkraft	F _{pk}	279	kN



Litzencoils



Spannanker (Bewegliche Verankerungen)

2.2. Spanngliedgrößen

Die Standardspannglieder bestehen aus 1, 4, 7, 12, 15, 19, 22, 27 und 31 Litzen. Zwischengrößen sind jedoch möglich, wobei jeweils der nächstgrössere Ankerkopf mit entsprechend reduzierter Litzenanzahl verwendet wird.

Spannglied- typ	Litzen- anzahl	Gewicht	Fläche	Bruchkraft	Bemessungswert	Spannkräfte	
	Y1860 S7-15.7	G	A_p	F_{pk} $f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$	F_{pRd} $f_{pd} = 1390 \text{ N/mm}^2$	Überspannkraft $P_{max} = 0.75 \times F_{pk}$	Festsetzkraft $P_0 = 0.7 \times F_{pk}$
	Stk.	kg/m	mm ²	kN	kN	kN	kN
Monolitzen-Spannglieder							
0106	1	1.2	150	279	208	209	195
Mehrlitzen-Spannglieder							
0406	2	2.4	300	558	417	419	391
	3	3.5	450	837	626	628	586
	4	4.7	600	1116	834	837	781
0706	5	5.9	750	1395	1043	1046	977
	6	7.1	900	1674	1251	1256	1172
	7	8.3	1050	1953	1460	1465	1367
1206	8	9.4	1200	2232	1668	1674	1562
	9	10.6	1350	2511	1877	1883	1758
	10	11.8	1500	2790	2085	2093	1953
	11	13.0	1650	3069	2294	2302	2148
	12	14.2	1800	3348	2502	2511	2344
1506	13	15.3	1950	3627	2711	2720	2539
	14	16.5	2100	3906	2919	2930	2734
	15	17.7	2250	4185	3128	3139	2930
1906	16	18.9	2400	4464	3336	3348	3125
	17	20.1	2550	4743	3545	3557	3320
	18	21.2	2700	5022	3753	3767	3515
	19	22.4	2850	5301	3962	3976	3711
2206	20	23.6	3000	5580	4170	4185	3906
	21	24.8	3150	5859	4379	4394	4101
	22	26.0	3300	6138	4587	4604	4297
2706	23	27.1	3450	6417	4796	4813	4492
	24	28.3	3600	6696	5004	5022	4687
	25	29.5	3750	6975	5213	5231	4883
	26	30.7	3900	7254	5421	5441	5078
	27	31.9	4050	7533	5630	5650	5273
3106	28	33.0	4200	7812	5838	5859	5468
	29	34.2	4350	8091	6047	6068	5664
	30	35.4	4500	8370	6255	6278	5859
	31	36.6	4650	8649	6464	6487	6054
Flach-Spannglieder							
0406-FL	4	4.7	600	1116	834	837	781
0606-FL	6	7.1	900	1674	1251	1256	1172

3. Hüllrohre

Bei der **Wahl** der Hüllrohrdurchmesser ist es vorteilhaft zu wissen, ob die **Spannglieder im Werk fabriziert** werden können **oder** auf der **Baustelle gefertigt** werden müssen. Werkgefertigte Spannglieder erlauben im Allgemeinen einen kleineren Hüllrohrdurchmesser, wodurch eine **grössere statische Höhe erzielt werden kann**. Nähere Angaben zur Möglichkeit von Werkfertigung finden Sie in Kapitel 4.13. (Werkgefertigte Spannglieder).

3.1. Profiliertes Blechhüllrohr Kategorie a

Profilierte Blechhüllrohre werden aus Bandstahl geformt gemäss EN 523 und können als Normalhüllrohre (runde Rohre) für eine Vielzahl von Durchmessern und als Flachhüllrohre in den Abmessungen 21/80-FL (bis 4 Litzen) und 28/110-FL (bis 6 (7) Litzen) gefertigt werden. Je nach Dimension und Verwendung haben Blechhüllrohre eine Wandstärke von 0.3 - 0.4mm.



Runde Blechhüllrohre



Flache Blechhüllrohre

Runde Blechhüllrohre			
Hüllrohrtyp	$\varnothing_i$	$\varnothing_a$	t
Typ 41	44	46	0.30
Typ 51	51	56	0.30
Typ 54	54	59	0.30
Typ 60	60	65	0.30
Typ 66	66	72	0.32
Typ 75	75	80	0.35
Typ 80	80	85	0.35
Typ 85	85	90	0.35
Typ 88	88	93	0.35
Typ 95	95	102	0.40
Typ 105	105	112	0.40
Typ 115	115	122	0.40
Typ 120	120	127	0.40
Typ 127	130	137	0.40

Flache Blechhüllrohre			
Hüllrohrtyp	h_i/h_a	b_i/b_a	t
Typ 21x80 FL	21/25	80/84	0.30
Typ 28x110 FL	28/32	110/114	0.30

Legende: alle Masse in mm

$\varnothing_i$ Innendurchmesser
 $\varnothing_a$ Aussendurchmesser

t Wandstärke

3.2. Minimale Umlenkradien und Spannglied-Exzentrizitäten für runde Blechhüllrohre der Kategorie a

Spanngliedtyp	Litzen- anzahl	Festsetzkraft	WERK- gefertigte Spannglieder			BAUSTELLEN- gefertigte Spannglieder		
	Y1860 S7-15.7	$P_0 = 0.7 \times F_{pk}$	Hüllrohrtyp ϕ_i/ϕ_a	Exzentrizität e	Minimal- radius R_{min}	Hüllrohrtyp ϕ_i/ϕ_a	Exzentrizität e	Minimal- radius R_{min}
	Stk.	kN	-	mm	m	-	mm	m
Mehrlitzen-Spannglieder								
0406	2	391	51/57	17	2.50	54/60	18	2.50
	3	586		13			16	
	4	781		10			13	
0706	5	977	60/65	13	4.00	66/72	18	3.25
	6	1172		10			15	
	7	1367		9			13	
0906	8	1562	75/80	18	4.20	80/85	18	3.70
	9	1758		16			16	
1206	10	1953	75/80	14	5.00	80/85	17	4.70
	11	2148		13			15	
	12	2344		12			14	
1506	13	2539	85/90	14	5.50	95/102	20	5.00
	14	2734		13			19	
	15	2930		12			18	
1906	16	3125	95/102	15	6.25	95/102	18	6.00
	17	3320		15			17	
	18	3515		14			16	
	19	3711		13			15	
2206	20	3906	95/102	14	7.00	105/112	18	6.40
	21	4101		13			17	
	22	4297		13			17	
2406	23	4492	105/112	17	7.60	115/122	22	7.20
	24	4687		16			20	
2706	25	4883	105/112	15	7.80	115/122	19	7.20
	26	5078		14			18	
	27	5273		13			17	
3106	28	5468	115/122	18	8.25	130/137	25	7.35
	29	5664		17			24	
	30	5859		16			23	
	31	6054		15			22	

3.3. Minimale Umlenkradien und Spannglied-Exzentrizitäten für flache Blechhüllrohre der Kategorie a

Spanngliedtyp	Litzen- anzahl	Festsetzkraft	WERK- und BAUSTELLEN- gefertigte Spannglieder			
	Y1860 S7-15.7	$P_0 = 0.7 \times F_{pk}$	Hüllrohrtyp $h_i \times b_i$	Exzentrizität e	Minimalradius vertikal $R_{v,min}$	Minimalradius horizontal $R_{h,min}$
	Stk.	kN	-	mm	m	mm
Flach-Spannglieder						
0406 FL	2	391	21x80 FL	3	2.50	6.00
	3	586				
	4	781				
0606 FL	5	977	28x110 FL	6	3.50	8.00
	6	1172				
0706 FL*	7	1367	28x110 FL	6	3.50	10.00

*0706 FL: herstellbar bis zu einer maximalen Spanngliedlänge von 20m!

3.4. Profiliertes Kunststoffhüllrohr BBR VT Kategorie b / c

Profiliertes Kunststoffhüllrohr entsprechend fib-Bulletin 75 und EAD. BBR VT runde Kunststoffhüllrohr ist in den Nenndurchmessern von 50 bis zu 130mm verfügbar, flache Kunststoffhüllrohre in den Abmessungen von 2 bis 4 Litzen. Das Rohr macht sich eine besondere Materialzusammensetzung zunutze, die den Einsatz bei **Temperaturen von -20° bis +50°C zulässt**.



Runde Kunststoffhüllrohre					
Hüllrohrtyp	$\varnothing_i$	$\varnothing_a$	$\varnothing_r$	t	d_r
BBR VT 25	23	27	37	2.0	40
BBR VT 50	48	52	59	2.0	28
BBR VT 60	59	63	73	2.0	42
BBR VT 75	76	81	91	2.5	52.5
BBR VT 100	100	106	116	3.0	39.5
BBR VT 115	115	122	135	3.5	39.5
BBR VT 130	129	137	152	4.0	40.5

Legende: alle Masse in mm

$\varnothing_i$ Innendurchmesser
 $\varnothing_a$ Aussendurchmesser
 $\varnothing_r$ Rippendurchmesser
 t Wandstärke

Flache Kunststoffhüllrohre					
Hüllrohrtyp	h_i/h_a	b_i/b_a	h_r/b_r	t	d_r
BBR VT 21x72	21/25	71/75	36/86	2.0	40

h_i/h_a Innen-/ Aussenabmessung der Höhe
 b_i/b_a Innen-/Aussenabmessung der Breite
 h_r/b_r Rippenabmessung der Höhe/ Breite
 d_r Rippenabstand

3.5. Minimale Umlenkradien und Spannglied-Exzentrizitäten für runde Kunststoffhüllrohre der Kat. b / c

Spanngliedtyp	Litzen- anzahl	Festsetzkraft	WERK- gefertigte Spannglieder			BAUSTELLEN- gefertigte Spannglieder		
	Y1860 S7-15.7	$P_0 = 0.7 \times F_{pk}$	Hüllrohrtyp ϕ_i/ϕ_a	Exzentrizität e	Minimal- radius R_{min}	Hüllrohrtyp ϕ_i/ϕ_a	Exzentrizität e	Minimal- radius R_{min}
	Stk.	kN	-	mm	m	-	mm	m
Mehrlitzen-Spannglieder								
0406	2	391	BBR VT 50 48/52/59	14	4.30	BBR VT 50 48/52/59	14	4.30
	3	586		11			11	
	4	781		8			8	
0706	5	977	BBR VT 60 59/63/73	13	6.10	BBR VT 60 59/63/73	13	6.10
	6	1172		10			10	
	7	1367		9			9	
0906	8	1562	BBR VT 75 76/81/91	18	6.70	BBR VT 75 76/81/91	18	6.10
	9	1758		16			16	
1206	10	1953	BBR VT 75 76/81/91	15	6.90	BBR VT 75 76/81/91	15	6.90
	11	2148		13			13	
	12	2344		11			11	
1506	13	2539	BBR VT 100 100/106/116	25	5.50	BBR VT 100 100/106/116	25	5.50
	14	2734		24			24	
	15	2930		23			23	
1906	16	3125	BBR VT 100 100/106/116	21	6.90	BBR VT 100 100/106/116	21	6.90
	17	3320		20			20	
	18	3515		18			18	
	19	3711		17			17	
2206	20	3906	BBR VT 100 100/106/116	16	8.30	BBR VT 115 115/122/135	26	6.90
	21	4101		14			25	
	22	4297		13			23	
2406	23	4492	BBR VT 100 100/106/116	12	8.70	BBR VT 115 115/122/135	22	6.90
	24	4687		11			20	
2706	25	4883	BBR VT 115 115/122/135	19	7.60	BBR VT 115 115/122/135	19	7.60
	26	5078		18			18	
	27	5273		17			17	
3106	28	5468	BBR VT 115 115/122/135	17	8.70	BBR VT 130 129/137/152	25	7.60
	29	5664		16			24	
	30	5859		15			23	
	31	6054		14			22	

3.6. Minimale Umlenkradien und Spannglied-Exzentrizitäten für flache Kunststoffhüllrohre der Kat. b / c

Spanngliedtyp	Litzen- anzahl	Festsetzkraft	WERK- und BAUSTELLEN- gefertigte Spannglieder			
	Y1860 S7-15.7	$P_0 = 0.7 \times F_{pk}$	Hüllrohrtyp h_i/b_i	Exzentrizität e	Minimalradius vertikal $R_{v,min}$	Minimalradius horizontal $R_{h,min}$
	Stk.	kN	-	mm	m	mm
Flach-Spannglieder						
0406 FL	3	586	BBR VT 21x72 FL	3	2.50	6.00
	4	781				

4. Hinweise für die Projektierung

4.1. Korrosionsschutzkategorien

Wir verweisen auf die Richtlinie der ASTRA/OFROU 12 010 «Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten» vom Bundesamt für Strassen ASTRA und der SBB. Eine entsprechende Referenzierung findet sich ebenfalls in der Schweizer Norm SIA 262/1 unter Ziffer 3.4.2.2.

4.2. Korrosionsschutz

Injektionsgut

Der definitive Korrosionsschutz der Spannglieder mit Verbund erfolgt durch das Injizieren mit einem zementösen Füllgut und durch die alkalische Eigenschaft des umgebenden Bauwerkbetons. Es gelten die Normen SN EN 445:2007 und 447:2007 sowie die zugehörigen Nationalen Vorwörter und Anhänge 2008.

Die maximale Zeitspanne zwischen dem Einbau von Spanngliedkomponenten und der Ausführung der Injektion ist gemäss der Norm SIA 262, Art. 6.3 geregelt.

- maximal 12 Wochen zwischen der Herstellung der Spannglieder und dem Injizieren
- maximal 4 Wochen in der Schalung, bevor der Beton eingebracht wird
- maximal 4 Wochen in gespanntem Zustand bis zur Injektion

Weitere Informationen finden sich in den entsprechenden Zulassungen.

Temporärer Korrosionsschutz

Sieht das Bauprogramm längere Fristen vor, so sind bereits in der Planung Massnahmen für den temporären Korrosionsschutz bei Bestellung vorzusehen. Es gelten die Bestimmungen der Norm SIA 262 (Ziffern 6.3.2) und Richtlinie ASTRA Ziffer 5.2.2. Die Stahlton AG sieht in solchen Fällen die Verwendung von temporär geschützten Litzen vor, welche bereits im Herstellerwerk mit einer genehmigten Korrosionsschutzemulsion behandelt werden.

Die Eignung folgender Produkte für den temporären Korrosionsschutz gilt in der Schweiz (EMPA) als bestätigt:

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

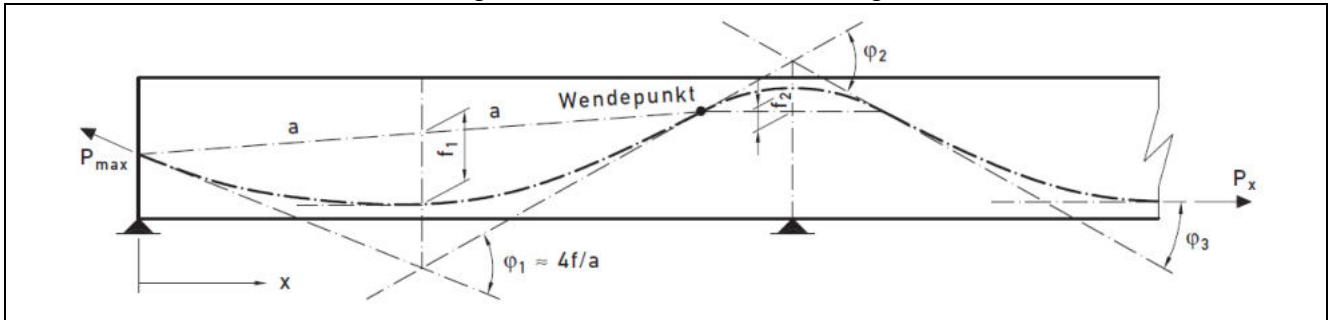
4.3. Spannkraftverluste

Die Vorspannung wird von der beweglichen Verankerung her in das Spannglied eingebracht. Aufgrund verschiedenster Arten von unmittelbaren und zeitabhängigen Verlusten variiert die Spannkraft im Spannglied sowohl über die ganze Länge als auch über die Lebensdauer des Bauwerks.

Reibungsverluste

Sofortige Verluste treten hauptsächlich durch die Reibung zwischen Spannglied und Innenwand des Hüllrohres auf.

Die Berechnung der Spannkraften zum Zeitpunkt des Vorspannens als auch nach Abklingen von Schwinden und Kriechen muss eine Reihe von Verlusten berücksichtigen. Für eine ausführliche Darstellung verweisen wir auf die Fachliteratur.



Die Berechnung der Verluste infolge Reibung erfolgt nach dem Coulomb'schen Gleitreibungsgesetz:

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

Dabei bedeuten:

- P_x Spannkraft im Abstand x von der Spannstelle
- $P_{\max}$ maximale Kraft im Spannglied während des Spannens
- e Eulersche Zahl
- μ Gleitreibungskoeffizient
- φ_x Summe der Umlenkwinkel im Bogenmass über die Strecke x ($\sum \varphi_i$)
- $\Delta\varphi$ ungewollte Winkeländerungen pro Längeneinheit

Für μ und $\Delta\varphi$ können folgende Werte eingesetzt werden:

Hüllrohrtyp	Kategorie	Reibungskoeffizient μ		Ungewollte Umlenkung $\Delta\varphi$	
		Nominalwert	Streubereich	Nominalwert	Streubereich
Blechhüllrohr	a	0.18	0.17 - 0.19	0.005	0.004 - 0.007
Kunststoffhüllrohr	b / c	0.12	0.10 - 0.14	0.005	0.004 - 0.008

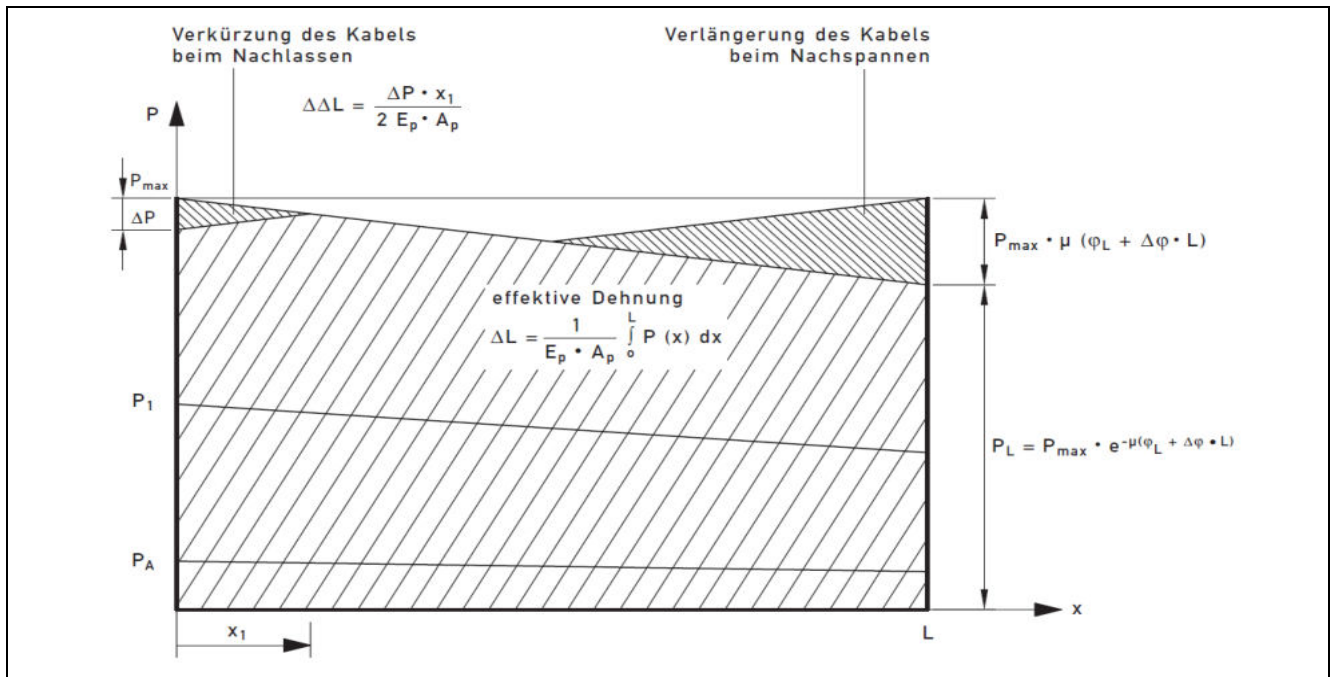
Bedingt durch Verlege-Ungenauigkeiten und durch Abweichungen von der Theorie, muss bei den Reibungsverlusten mit Streuungen gerechnet werden. Wir empfehlen eine Abschätzung der Reibungsverluste mit den vorstehenden Extremwerten der Streubereiche.

Bemerkung zu den Reibungsverlusten:

- Da die Reibungsverluste stark von den Spanngliedumlenkungen abhängig sind, ist bei der Festlegung der Spannglied geometrie die Summe der Umlenkwinkel zu minimalisieren. Brüske Spanngliedumlenkungen sind zu vermeiden. Die Umlenkradien sollen nicht kleiner als notwendig sein und horizontale Umlenkungen möglichst vermieden werden.

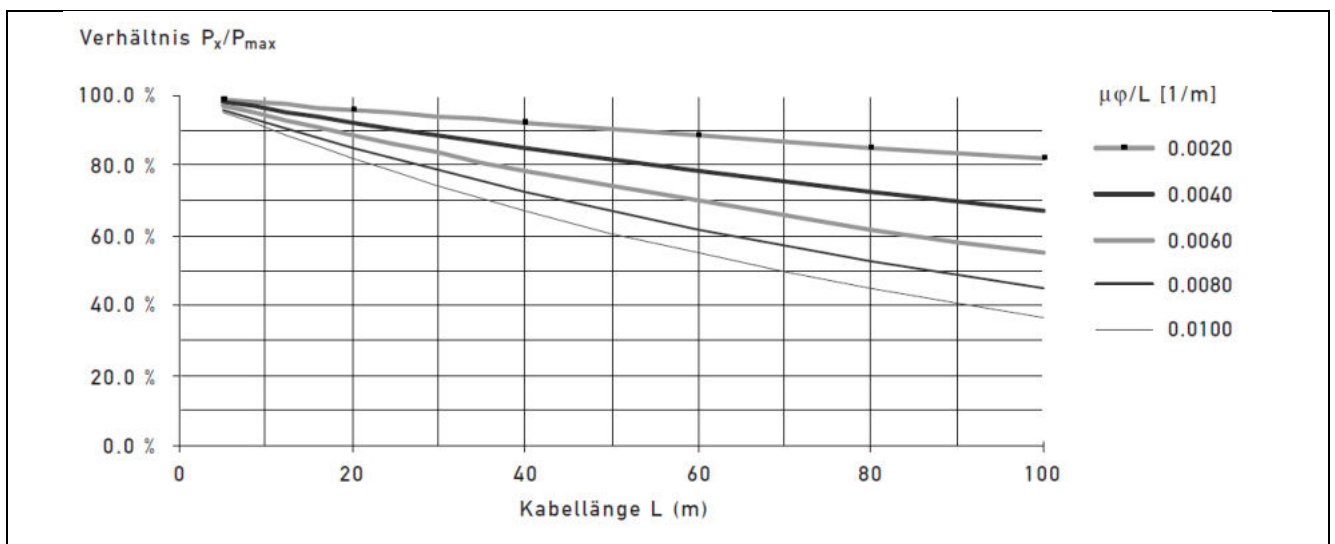
Spanngliedverlängerungen

Die Dehnung des Spanngliedes setzt sich zusammen aus der Verlängerung des Spanngliedes und der Verkürzung des Betons. Bei nachfolgenden Betrachtungen wird die Betonverkürzung vernachlässigt



Spannkraftverlauf

Mit Hilfe des nachfolgenden Diagramms kann der Spannkraftverlauf abgeschätzt werden. Für gleichmässige Spanngliedgeometrien liegt der spezifische Reibungsexponent $\mu\varphi/L$ in der Regel zwischen 0.002/m bis 0.006/m.



Bemerkungen:

- Obiges Diagramm basiert auf einer gleichmässigen Verteilung des Reibungsexponenten
- Ungleichmässige Verteilung der Umlenkungswinkel φ bewirkt eine Verteilung des Spannkraftverlaufs, welche vom obigen Diagramm abweicht
- Bei unregelmässigen oder ausserordentlichen Spanngliedgeometrien (brüske Spanngliedumlenkungen, Zusammenfügen von Minimalradien) können die oben erwähnten spezifischen Reibungsexponenten überstiegen werden und grössere Spannkraftverluste auftreten. Dabei können Werte $\mu\varphi/L$ grösser als 0,01/m resultieren

4.4. Spannvorgang

Das Aufbringen der Spannkraft erfolgt gemäss dem vom Projektverfasser vorgängig festgelegtem Spannprogramm. Die verlangte Betonfestigkeit ist am Bauwerk durch die Unternehmung zu verifizieren. Das Spannen und gegebenenfalls Verkeilen hat mit einer dafür geeigneten Spannpresse zu erfolgen. Die Verkeilkraft beträgt ungefähr 25 kN pro Keil. Nach dem Ablassen der Spannkraft von der Spannpresse zieht das Spannglied die Litzen um ein Setzmass (Keilschlupf) in den Ankerkörper hinein.

Die Dehnwege und Spannkraften sind während des Spannvorgangs laufend zu überprüfen. Die Ergebnisse des Spannvorgangs sind aufzuzeichnen und die gemessenen Spannwege sind mit den zuvor errechneten Werten zu vergleichen. Die Reibungsverluste in den Verankerungen und in der Spannpresse werden beim Spannvorgang durch die Stahlton AG gemäss SIA 262 berücksichtigt.

Überspannkraft $P_{\max}$	$0.75 \times F_{pk}$
Festsetzkraft P_0	$0.7 \times F_{pk}$

Keilschlupf

Während der Lastübertragung von der Spannpresse auf die Verankerung **werden die Keile in den Ankerkopf eingezogen** (Keilschlupf), wodurch ein Teil des Dehnweges, respektive der aufgebrachten Spannkraft wieder verloren geht. Generell beträgt der Keilschlupf an Spann- und Festanker sowie an festen Kupplungen jeweils 3 – 4 mm beim Einsatz einer Spannpresse mit Verkeileinrichtung. Der Keilschlupf wird beim Spannvorgang berücksichtigt.

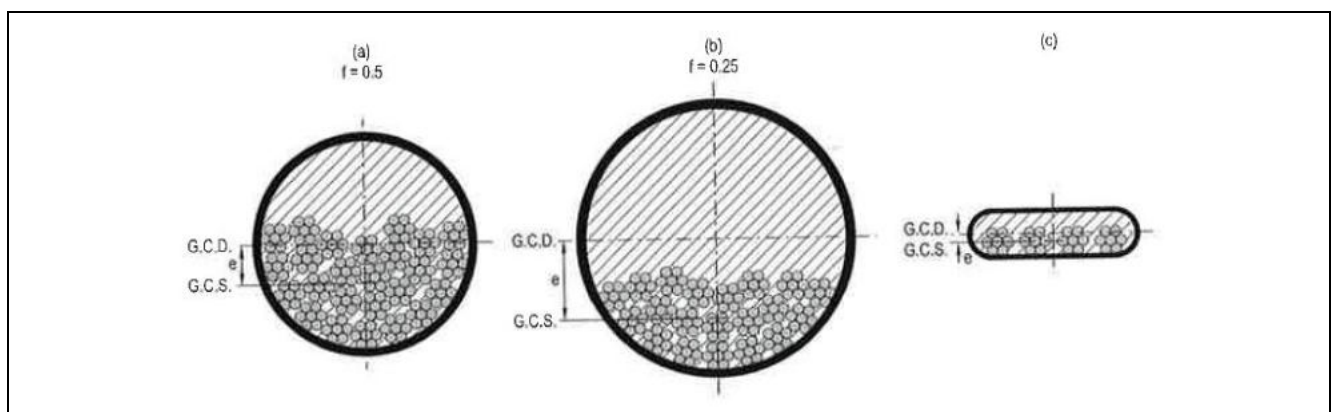
Langzeitverluste

Langzeitverluste werden hauptsächlich durch die Relaxation des Spannstahls und das Kriechen und Schwinden des Betons verursacht. **Als Relaxation bezeichnet man den zeitabhängigen Spannungsverlust des gespannten Stahls infolge der andauernden Dehnung.** Kriechen und Schwinden beschreiben die zeitabhängigen Verkürzungen des Betons aufgrund von Feuchtigkeitsverlust beziehungsweise anhaltender Druckspannung.

4.5. Füllungsgrad und Spannglied-Exzentrizität

Als **Füllungsgrad f** bezeichnet man das Flächenverhältnis **des Spannstahlquerschnitts zum Innenquerschnitt des Hüllrohrs**. Er beträgt im Allgemeinen zwischen **0.30** und **0.50**. Je kleiner der Füllungsgrad ist, desto weiter liegt bei Spanngliedkrümmungen der Schwerpunkt des Litzenbündels von dem des Hüllrohrs entfernt. **Diese Exzentrizität e** sollte bei der Projektierung beachtet werden, da sie einen **Einfluss auf die statische Höhe** und somit auf die erforderliche Höhe der Kabelunterstützung (Kabelhalter) hat.

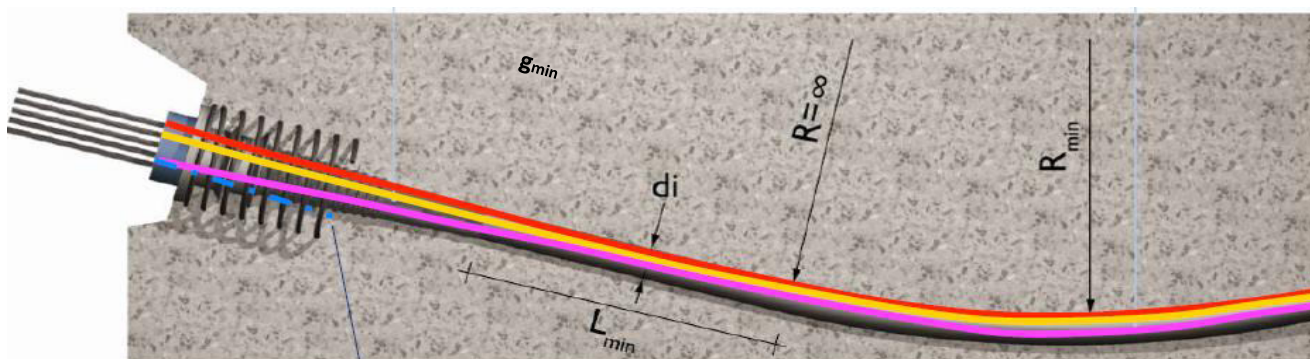
Angaben zur **Spannglied-Exzentrizität** für alle Hüllrohrgrössen finden sich im **Kapitel 3.2**.



Spanngliedschwerpunkt bei hohem (a) und niedrigem Füllungsgrad (b) und bei Flachhüllrohr (c)

4.6. Minimale Gerade beidseitig der Verankerungen

Hinter den Verankerungen und Kupplungen sollten Spannglieder auf einer Mindestlänge gerade geführt werden, bevor sie im Bogen mit dem Mindestradius $R_{\min}$ weitergeführt werden (siehe Abbildung). Die Gerade $g_{\min}$ ist ab Ankerplatte massgebend.



Folgendes Kriterium ist in obigen Vorgaben der Gerade bereits berücksichtigt.

Bei Spanngliedern mit einem Füllungsgrad von $0.30 \leq f \leq 0.50$ ist die minimale Länge $L_{\min}$ hinter der Trompete:

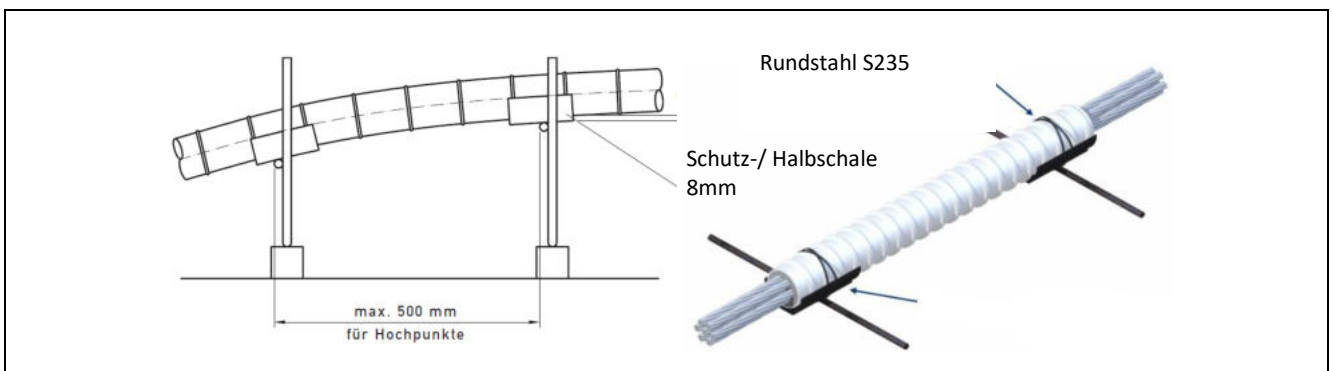
Verankerungen Spanngliedtypen CMI									
Typ	-	0406	0706	1206	1506	1906	2206	2706	3106
Gerade (g) vor Verankerung	mm	700	800	1100	1300	1300	1400	1600	1600
Kupplungen zu Spanngliedtypen CMI									
Gerade (g) beidseits der Kupplung	mm	700	800	1100	1300	1300	1400	1600	1600

$$L_{\min} = 5 \cdot d_i \geq 250\text{mm}$$

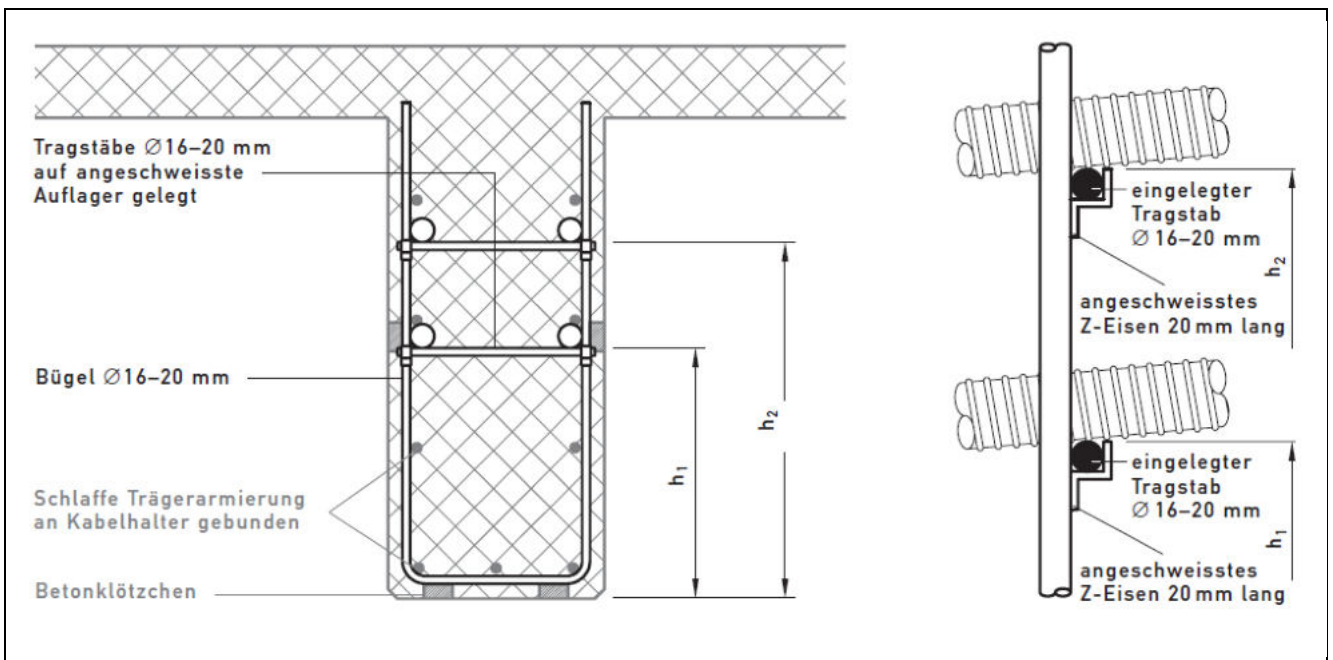
4.7. Kabelhalter

Um die Spannglieder in der **korrekten Position** zu halten und gegen Auftrieb beim Betonieren zu sichern, müssen sie in regelmässigen Abständen auf Kabelhaltern aufgelegt und dort befestigt werden. Folgende konstruktive Hinweise sollen bei der Festlegung der Kabelhalter berücksichtigt werden:

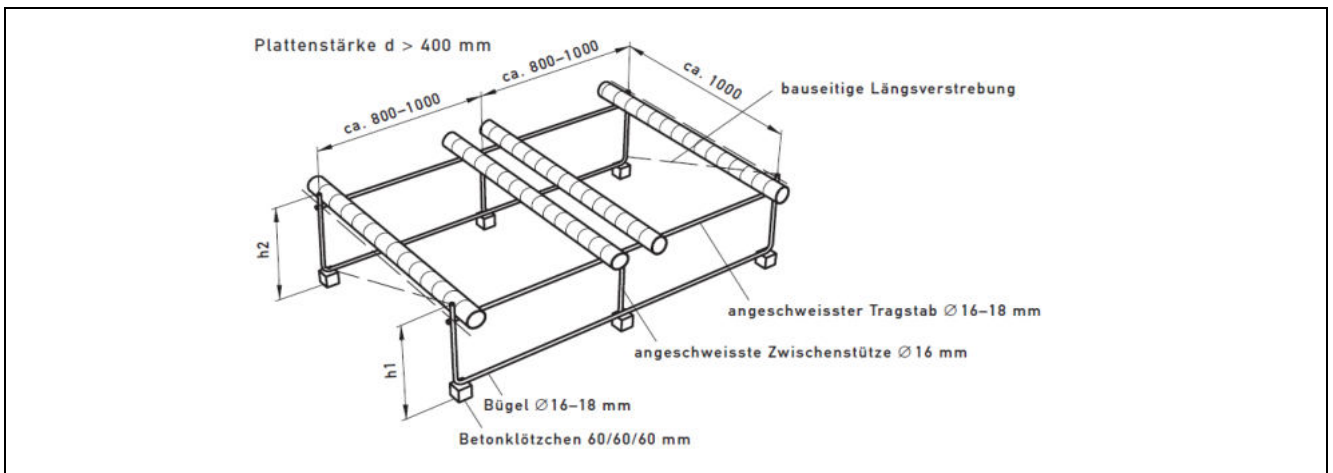
- Der Kabelhalterabstand kann im Normalfall das 10fache des Innendurchmessers des Hüllrohrs betragen, jedoch nicht mehr wie 100cm
- In den Hochpunkten empfehlen wir einen Abstand von 50cm sowie das Einlegen einer Kunststoffhalbschale zwischen Hüllrohr und Kabelhalter bei der Verwendung von Kunststoffhüllrohren. Die Stärke der Kunststoffhalbschale beträgt 8mm
- Kunststoffhalbschalen sind mindestens in allen konkaven Bereichen der Kabelführung (Umlenkraft wirkt auf die Kabelhalter)
- Bei Flachkabeln soll der Abstand nie grösser wie 60cm bis 80cm betragen
- Die Querstäbe der Kabelhalter sind aus Rundstahl S235 herzustellen
- Die Kabelhalter sollen nicht Teil der erforderlichen Bügelbewehrung sein



Kabelhalter für Träger

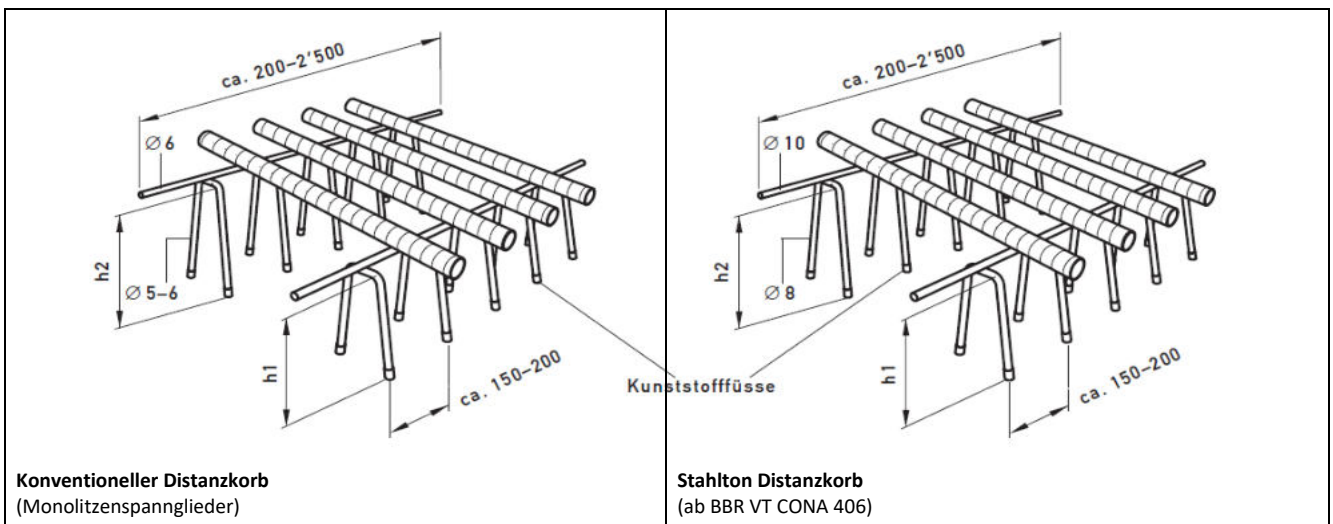


Kabelhalter für Platten



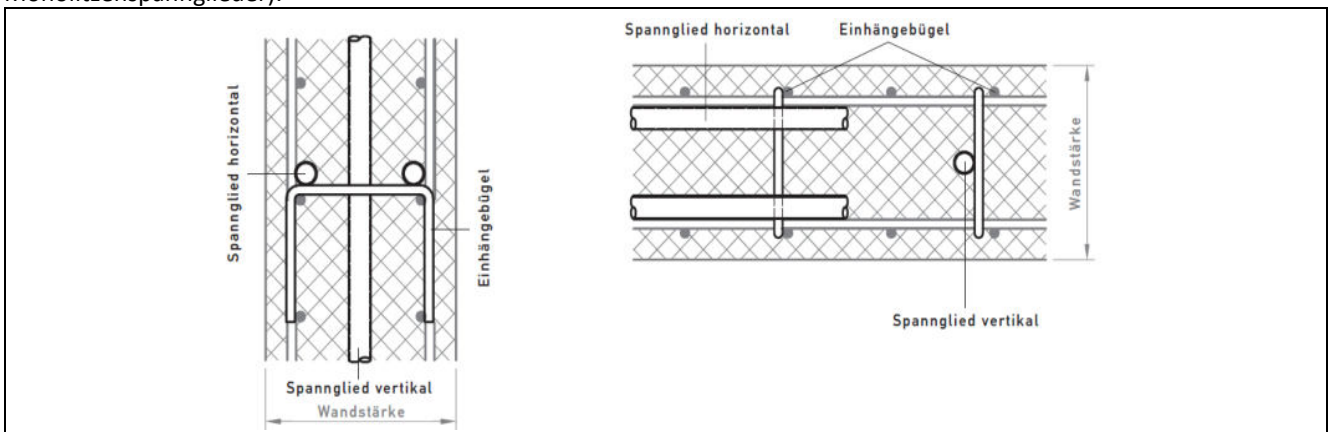
Plattenstärke $d < 400$ mm

Für Monolithenspannglieder können normale Distanzkörbe verwendet werden. Für schwerere Spannglieder sollten verstärkte Distanzkörbe oder Kabelhalter entsprechend $d > 400$ mm verwendet werden, damit die Kabellage gewährleistet werden kann.



Kabelhalter für Wände

Horizontale und vertikale Spannglieder in Wänden werden an Einhängebügeln festgebunden. Für horizontale Spannglieder ist der Bügeldurchmesser dem Gewicht der Spannglieder und der Wandbreite anzupassen (min. $\varnothing 10$ mm, z.B. für Monolithenspannglieder).



4.8. Betonfestigkeiten beim Spannen

Zum Zeitpunkt des Aufbringens der vollen Vorspannkraft muss der Beton in Abhängigkeit von den festgelegten Rand- und Achsabständen und der gewählten Zusatzbewehrung in der Verankerungszone mindestens eine Betondruckfestigkeit f_{ck} gemäss untenstehender Tabelle aufweisen.

	Betonsorte	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50
Druckfestigkeit		N/mm ²			
Zylinder	$f_{ck, \text{Zylinder}}$	25	30	35	40
Würfel	$f_{ck, \text{cube}}$	30	37	45	50

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Angaben wie Randabstände/Achsabstände sowie die Abmessungen der Spiralen bei den Verankerungen sind auf die Betonqualität C30/37 ausgelegt.

Sollten abweichende Betonsorten/-festigkeiten verwendet werden müssen/können diese Spezifikationen gem. Zulassungsdokument ETA06-147 angepasst werden. Dies betrifft die Verankerungen SA/FA sowie die Kupplungen K und H.

Die festen Verankerungen P, CMO und S können ohne Anpassung auch für die Betonqualität C25/30 eingesetzt werden.

Für eine Teilvorspannung mit 30%- 50% der vollen Spannkraft hat der charakteristische Wert der Betondruckfestigkeit mindestens $0.5 \cdot f_{ck, \text{Zylinder}}$ oder $0.5 \cdot f_{ck, \text{cube}}$ zu betragen.

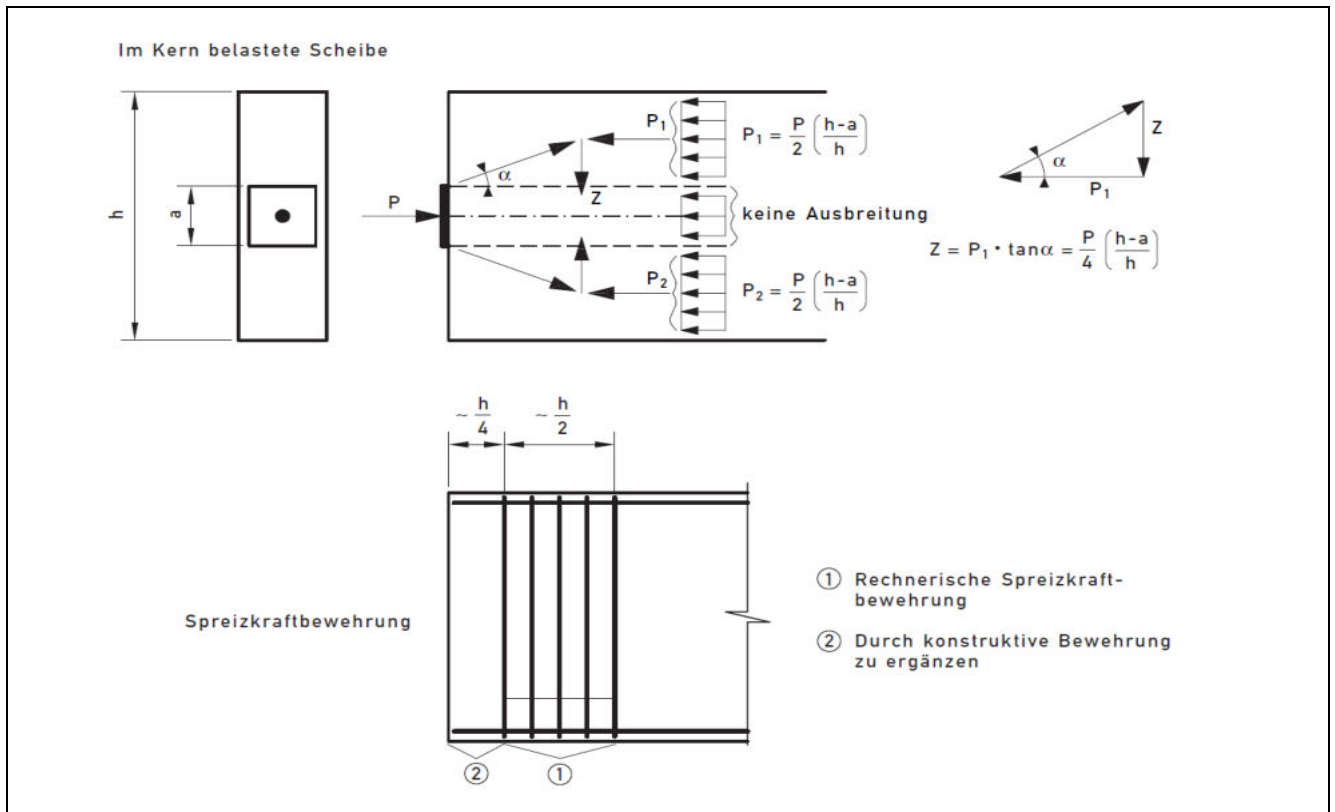
4.9. Krafteinleitung und Kraftumlenkung

Krafteinleitung

Bei den Verankerungen der Spannglieder werden konzentrierte Einzelkräfte in das Tragwerk eingeleitet.

Die Verankerungen (Ankerplatten und Spiralen) der Stahlton-Spannsysteme sind so bemessen, dass die Spannkraften zuverlässig auf den Beton übertragen werden können.

In der Kraftausbreitzungszone, d.h. von der Ankerplatte bis zum Schnitt, wo die Spannungen linear über den Querschnitt verteilt sind, treten im Beton infolge der Kraftausbreitung grössere quer- gerichtete Spaltzug- und Randzugkräfte auf. Damit keine schädigenden Risse auftreten, müssen diese Zugkräfte durch eine wirksame Bügelbewehrung abgedeckt werden. Die Betonabmessungen sind entsprechend zu wählen. Detaillierte Angaben für die Bemessung im Krafteinleitungsbereich sind der Literatur zu entnehmen. Praktisches Vorgehen: Im allgemeinen genügt eine Abschätzung der Spreizkräfte auf der Basis einfacher Fachwerkmodelle mit $\tan \alpha = \frac{1}{2}$.

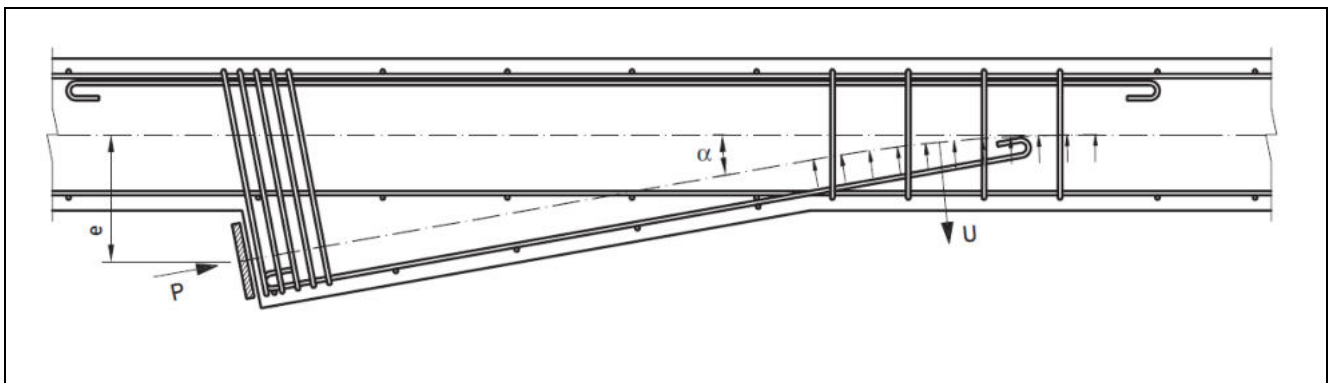


Kraftumlenkungen

Gekrümmte Spannglieder pressen sich beim Spannen auf die Kraft P an die durch den Beton gebildete Leibung an. Bei einem Umlenkwinkel α und mit einem Krümmungsradius R beträgt die Umlenkkraft U :

$$U = 2P \cdot \sin \alpha / 2 \approx P \cdot \alpha$$

Liegt ein Spannglied auf der konvexen Seite einer gekrümmten Betonkonstruktion (z.B. bei seitlich aus einem Betonträger herausgeführten Verankerungsnischen oder bei der ringförmigen Vorspannung von runden Behältern) müssen die Umlenkkräfte in den Beton eingebunden werden. Durch eine Verbügelung wird ein Ausreißen des Spanngliedes verhindert.



Die erforderliche Spaltzugbewehrung ergibt sich aus:

$$A_s = \gamma_P \cdot U / f_{sd}$$

γ_P : Lastbeiwert für Einwirkung aus Vorspannung SIA 262, Art. 4.1.5.5.2

f_{sd} : Bemessungswert für Betonstahl gemäss Norm SIA 262, Art. 2.3.2.5

4.10. Bewehrung in der Verankerungszone

Die Bewehrung, die im besonders stark beanspruchten Bereich direkt hinter der Verankerung benötigt wird, besteht aus einer Spirale zur Aufnahme der Spaltkräfte und einer **zusätzlichen Bügelbewehrung** zur Rissbegrenzung.

Die Spiralen werden zusammen mit der Verankerung von der Stahlton AG geliefert, die **Zusatzbewehrung wird bauseits** gestellt.

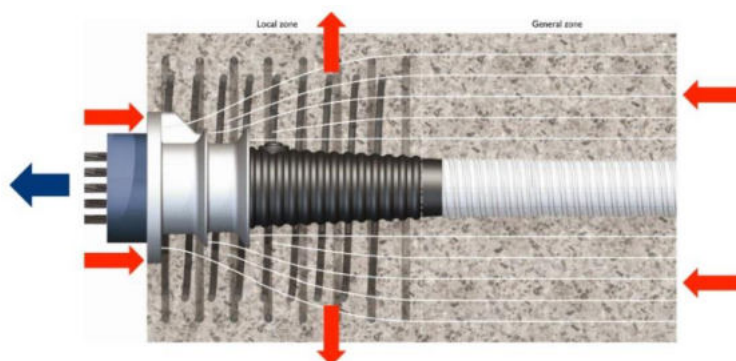


Abbildung Kraftverteilung in der Verankerungszone

Standardmässig, und wenn nicht anders verlangt, liefert die Stahlton AG Spiralen, die auf einen Beton C30/37 ausgelegt sind. Sieht die Planung andere Betonfestigkeiten beziehungsweise andere Spiralabmessungen vor, sollte die Stahlton AG bereits in der Planungsphase beigezogen werden. Gleichzeitig muss auch die Zusatzbewehrung dementsprechend angepasst werden.

Spiralen und Zusatzarmierungen

Spann- glied- typ CMI	Betonfestigkeit		Spirale * (Im Lieferumfang von Stahlton enthalten)				Zusatzbewehrung (nicht im Lieferumfang von Stahlton enthalten)			
			Durch- messer Spirale	Länge der Spirale	Stab- durch- messer	Gang- höhe	Anzahl Bügel	Stab- durch- messer	Abstand	Aussen- mass Bügel
	f _{ck} , Zylinder	f _{ck} , cube	ø S	LS						B x B
	N/mm2	N/mm2	mm	mm	mm	mm	Stk.	mm	mm	mm
0106	>20	>24					2	10	45	155/ 85
0406	30	37	155	185	10	45	3	12	55	190
0706			200	231	12	50	4	14	55	240
1206			250	282	14		6	14	50	290
1506			325	382			5	16	60	350
1906			325	382			7	16	60	370
2206			340	382			8	16	50	400
2706			430	432			8	20	60	440
3106			430	432			8	20	60	480
CMF 406	20	24	240 / 130	285	10	45	7	10	50	290/ 180

Bemerkung: weiterführende detaillierte Informationen zu Bewehrungen in der Verankerungszone finden Sie in der entsprechenden Zulassung BBR VT CONA CMI gemäss ETA-06/147; Seiten 46ff:

*Masstoleranzen der Spiralen gemäss SIA 262

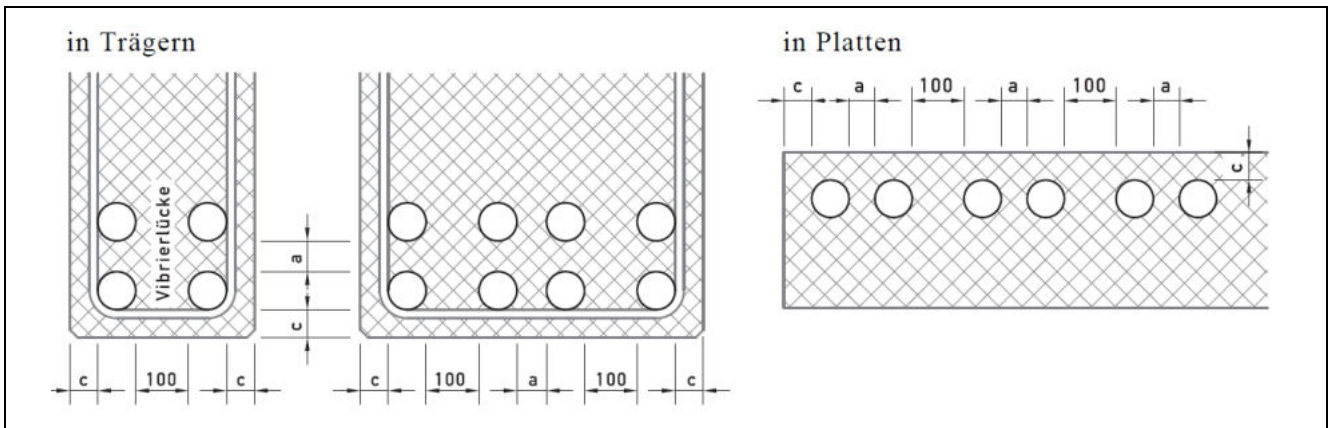
Die erforderliche Zusatz- und Spreizbewehrung ist nicht Bestandteil der Systemlieferung.

4.11. Rand- & Achsabstände

Abstände der Spannglieder

Für die Rand- und Achsabstände der Spannglieder gelten, sofern der Bauherr keine weitergehenden Anforderungen festgelegt hat, die Vorgaben der Norm SN EN 262, Kapitel 5:

Betonüberdeckung c	> 30-60mm, je nach Expositionsklasse > maximaler Korndurchmesser > $\frac{1}{2}$ Hüllrohrdurchmesser
Zwischenabstand a	> maximaler Korndurchmesser

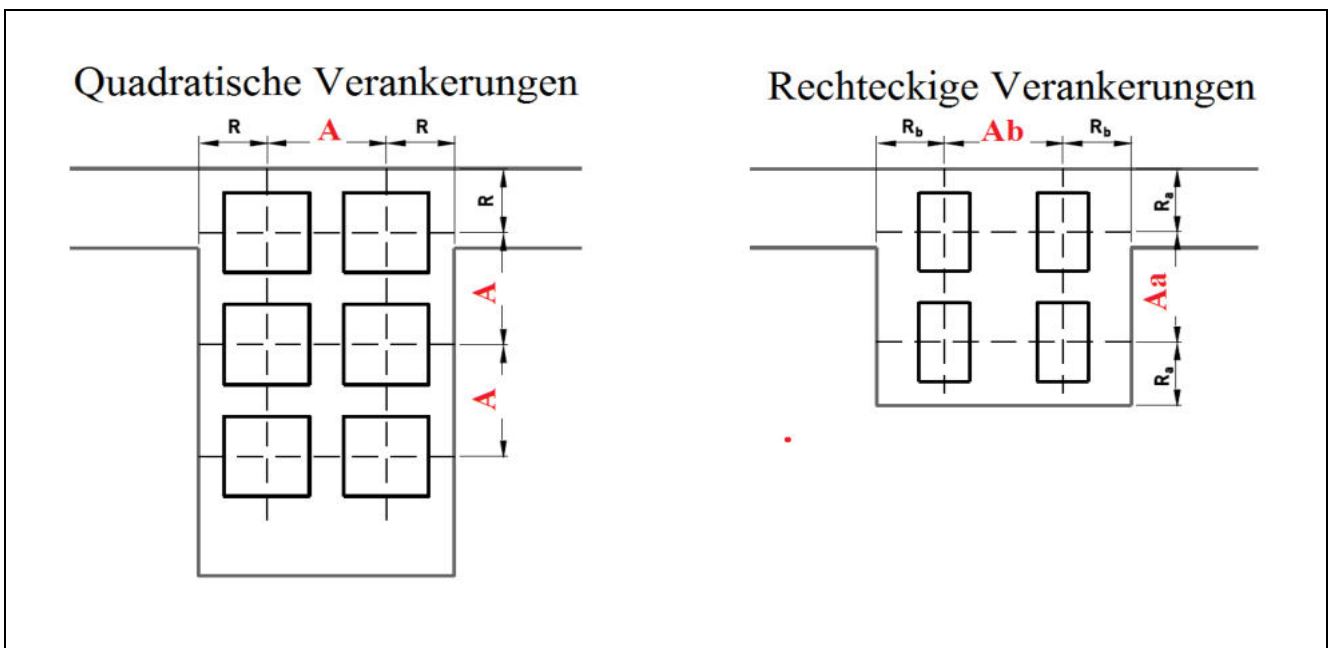


Abstände der Verankerungen

Die minimalen Rand- und Achsabstände von Verankerungen des Typs A, K oder H sowie den Spezialverankerungen Typ P, S und CMO sind abhängig von der Betonfestigkeit zum Zeitpunkt des Spannens. Angaben in Abhängigkeit der Betonfestigkeit C30/37 finden sich in den nachfolgenden Tabellen.

Bemerkung: weiterführende detaillierte Informationen zu Bewehrungen in der Verankerungszone finden Sie in der entsprechenden Zulassung BBR VT CONA CMI gemäss ETA-06/147; Seiten 38ff

Abstände der Verankerungen bei Mehrlitzenpanngliedern



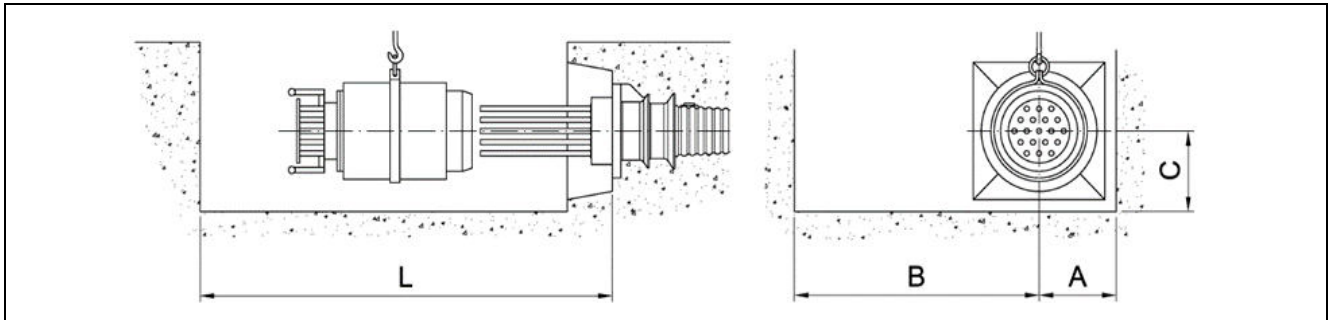
Beton C30/37	Spanngliedtyp										
	0106		0406	0706	1206	1506	1906	2206	2706	3106	
Verankerung	Mehrflächenanker CMI/ CMF (Guss)										
Typ	SA, FA, Kupplungen H & K										
Achsabstand	A	mm		210	260	340	380	425	460	505	545
Achsabstand S _{rechteckig}	Aa		175	310							
	Ab		105	200							
Verankerung	Fächer										
Typ	P										
Achsabstand P _{quadratische}	A	mm		220							
Achsabstand P _{rechteckige}	Aa			280	370	430	550	580	630	680	690
	Ab			200	230	330	350	400	440	500	550
Verankerung	Schlaufen										
Typ	S										
Achsabstand S _{rechteckige}	Aa	mm	330	330	510	470					
	Ab		180	180	180	470					
Verankerung	Haft										
Typ	C										
				0406	0606						
Achsabstand H _{rechteckige}	Aa	mm		430	630						
	Ab			180	180						
Randabstände R, Ra, Rb		mm	R = A/2 + c (erforderliche Betonüberdeckung)								

Die in den Tabellen angegebenen Abstände dürfen im Allgemeinen nicht unterschritten werden. Jedoch darf der Achsabstand der Verankerungen in einer Richtung um bis zu 15% verringert werden, wenn gleichzeitig der Abstand in der senkrecht dazu stehenden Richtung um denselben Prozentsatz erhöht wird. Zudem darf der reduzierte Achsabstand nicht kleiner als der Spiral-Aussendurchmesser sein und das Verlegen der Zusatzbewehrung muss ebenfalls noch möglich sein.

4.12. Platzbedarf zum Spannen

Die Mehrlitzenpressen des System BBR VT CONA CMX werden mittels doppelwirkenden Zentrumslochpressen gespannt.

In der nachfolgenden Tabelle können die notwendigen Platzverhältnisse für die Pressen abgelesen werden. Es handelt sich dabei über die **minimalen Abmessungen für die Presse**. Wenn immer möglich sind diese Werte grösser anzusetzen.



Platzbedarf für Spannpressen							
Spanngliedtyp	Pressentyp	Gewicht der Presse	min. Litzenüberstand	Abmessungen			
		kg	mm	mm			
				A	B	C	L
0106	UP24	30	750	150	650	70	1000
0406	M 1090	90	750	170	650	150	1500
0706	M 1700	180	850	230	700	200	1700
1206	M 3000	340	950	260	750	240	2000
1906	M 4800	760	1200	330	900	310	2500
2206	M 4800	760	1200	330	900	310	2500
3106	M 6800	1200	1300	400	1000	350	2600



4.13. Werkgefertigte Spannglieder

Transport und Lagerung

Je nach Anwendung liefert die Stahlton AG werkgefertigte und/ oder baustellengefertigte Spannglieder. Die Werkfertigung bietet gegenüber der Baustellenfertigung folgende Vorteile:

- kleinere Hüllrohrdurchmesser (und dadurch grössere statische Höhen) möglich
- keine Probleme beim Einstossen der Litzen in die Hüllrohre
- zeitlich flexibles Verlegen der Spannglieder für den Bauablauf
- Flachhüllrohre und kleine Hüllrohrdurchmesser eignen sich nicht für Baustellenfertigung

Die Baustellenfertigung bietet gegenüber der Werkfertigung folgende Vorteile:

- Verlegearbeit beschränkt sich auf Leerhüllrohre und Verankerungen
- Spanngliedlängen bis 120m können eingestossen werden
- Reduzierter Einsatz der Hebezeuge

Der Werkfertigung sind Grenzen gesetzt, u. a. durch die Länge der Spannglieder, den Hüllrohrdurchmesser, Platzverhältnisse auf der Baustelle usw. In der Regel werden die Spannglieder auf Bobinen aufgerollt. Kleinere Spannglieder können auch lose, in Bündeln oder auf Haspelkreuzen angeliefert werden. Die Tabelle gibt Auskunft über die maximal möglichen Längen werkgefertigter Spannglieder. Die optimale Lieferform sollte nach Möglichkeit frühzeitig mit der Stahlton AG abgeklärt werden.

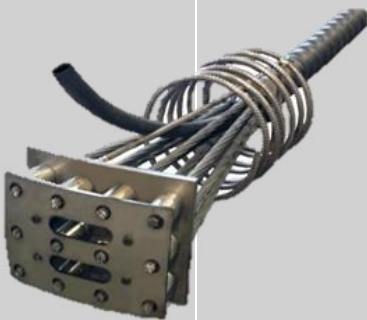
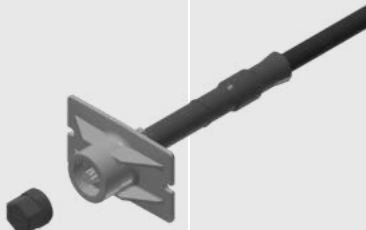
Spanngliedtyp	Blechhüllrohr			Kunststoffhüllrohr BBR VT	
	Körperlos Haspelkreuz	Bobine		Bobine	
		kleine	grosse	kleine	grosse
	Abmessungen ($\phi_{\text{ausser}}/\phi_{\text{innen}} \times B$)				
	cm				
	$\phi 220/180 \times 40$	$\phi 200/160 \times 70$	$\phi 230/170 \times 108$	$\phi 200/160 \times 70$	$\phi 230/170 \times 108$
Monolitzen-Spannglieder					
0106	< 200 m	< 300 m			
Mehrlitzen-Spannglieder					
0406		< 100 m		< 80 m	
0706					
1206		< 70 m	< 150 m	< 50 m	< 120 m
1506					
1906		< 50 m	< 120 m		< 95 m
2206					
2706			< 70 m		
3106					

5. Verankerungstypen BBR VT CMX Kat.a & Kat.b

5.1. Übersicht der Verankerungstypen (Spann- und Festanker)

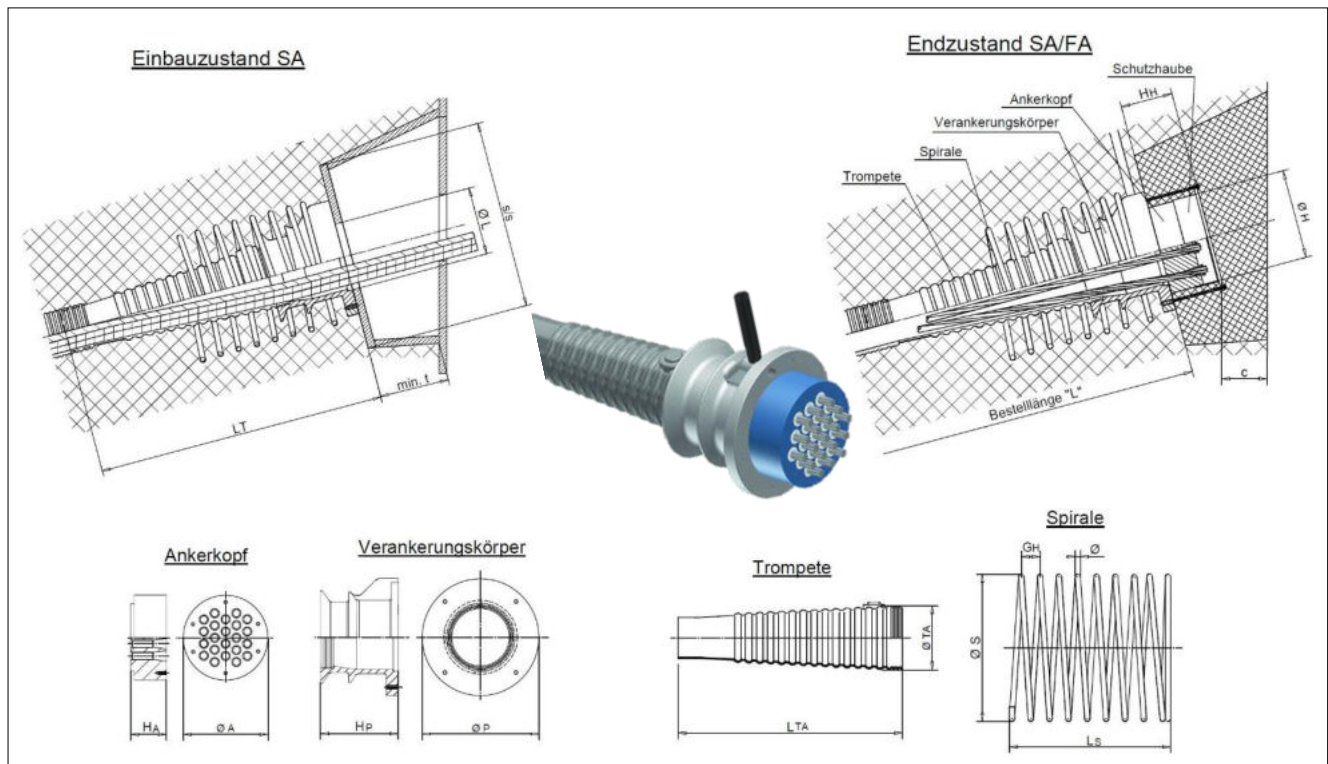
Folgende Verankerungstypen sind standardmässig erhältlich. Zudem beschreibt die Übersicht die Anwendbarkeit in Kombination mit den Spanngliedgrössen

Bezeichnung	ETA / SIA	Spanngliedtyp Litze	Systemmerkmale Kategorie ¹⁾	Spannankertyp Festankertyp	Kupplungstyp (Kap. 6ff)
BBR VT CONA CMI Typ CMI	ETA-06/0147 vom 30.10.17	0406 – 3106 Y1860S7-15.7	Kat. a, b Intern; im Verbund Runde, kompakte Mehrflächenanker (Ankertromplatten) <u>Kat. c</u> In modifizierter Ausführung (vgl. Kap. 7ff)	Kat. a, b Spannanker: Typ CMI SA (0406 – 3106) Festanker: Typ CMI FA (0406 – 3106) <u>Kat. c</u> In modifizierter Ausführung (vgl. Kap. 7ff)	Kat. a, b Feste Kupplung K: Bestandteile SK, FK (0406 – 3106) Feste Kupplung H: Bestandteile SH, FH (0406 – 3106) Bewegliche Kupplung BH: (0406 – 3106) <u>Kat. c</u> Nur Typ H in modifizierter Ausführung (vgl. Kap. 7ff)
BBR VT CONA CMF Typ CMF	ETA-12/0076 vom 14.12.17	0406 Y1860S7-15.7	Kat. a, b Intern; im Verbund Flacher, kompakter Mehrflächenanker (Ankertromplatte)	Kat. a, b Spannanker: Typ CMF SA 0406 Festanker: Typ CMF FA 0406	Kat. a, b Feste Kupplung H: Bestandteile SH, FH (0206 – 0406) und Bewegliche Kupplung: Typ BH 0406
BBR VT CONA CMO (CONA CMO) Typ C	ETA-15/0808 vom 22.02.16	0406 – 0606 Y1860S7-15.7	Kat. a, b Intern; im Verbund Festanker mit Zwiebeln CONA CMO wird nur gemeinsam mit einem CONA CMI, CMF Spannsystem verarbeitet	Kat. a, b Spannanker: Siehe CONA CMI, CMF Festanker: (0406 – 0606)	Kat. a, b Kopplung: Siehe CONA CMI, CMF

Bezeichnung	ETA / SIA	Spanngliedtyp Litze	Systemmerkmale Kategorie ¹⁾	Spannankertyp Festankertyp	Kupplungstyp (Kap. 6ff)
BBR VT CONA Typ S	E+K-Nachweis nach SIA 262 Nr.004 Vom 09.02.17	0406 – 1206 Y1860S7-15.7 	Kat. a, b Intern; im Verbund Festanker mit Schlaufen Verankerung Typ S kann gemeinsam mit einem CONA CMI, CMF Spannsystem verarbeitet	Kat. a, b Spannanker: Siehe CONA CMI, CMF Festanker: (0406 – 1206)	Kat. a, b Kopplung: Siehe CONA CMI, CMF
BBR VT CONA Typ P	E+K-Nachweis nach SIA 262 Nr.004 Vom 09.02.17	0406 – 3106 Y1860S7-15.7 	Kat. a, b Intern; im Verbund Festanker mit Fächerverankerung & Presshülsen Verankerung Typ P kann gemeinsam mit einem CONA CMI, CMF Spannsystem verarbeitet	Kat. a, b Spannanker: Siehe CONA CMI, CMF Festanker P: (0406 – 3106)	Kat. a, b Kopplung: Siehe CONA CMI, CMF
BBR VT CONA CMM Typ CMM	ETA-06/0165 Vom 08.06.18	0106 (Single) Y1860S7-15.7 	Kat. a, b Single (1 Litze): Intern; im Verbund und ohne Verbund Leichte Single Gussverankerungen	Kat. a, b Spannanker: Typ CMM SA Festanker: Typ CMM FA Festanker: Typ S	Kat. a, b Feste Kopplung Bestandteile SH, FH

¹⁾ Nach der Norm SIA 262, Ziffer 3.4.2.2

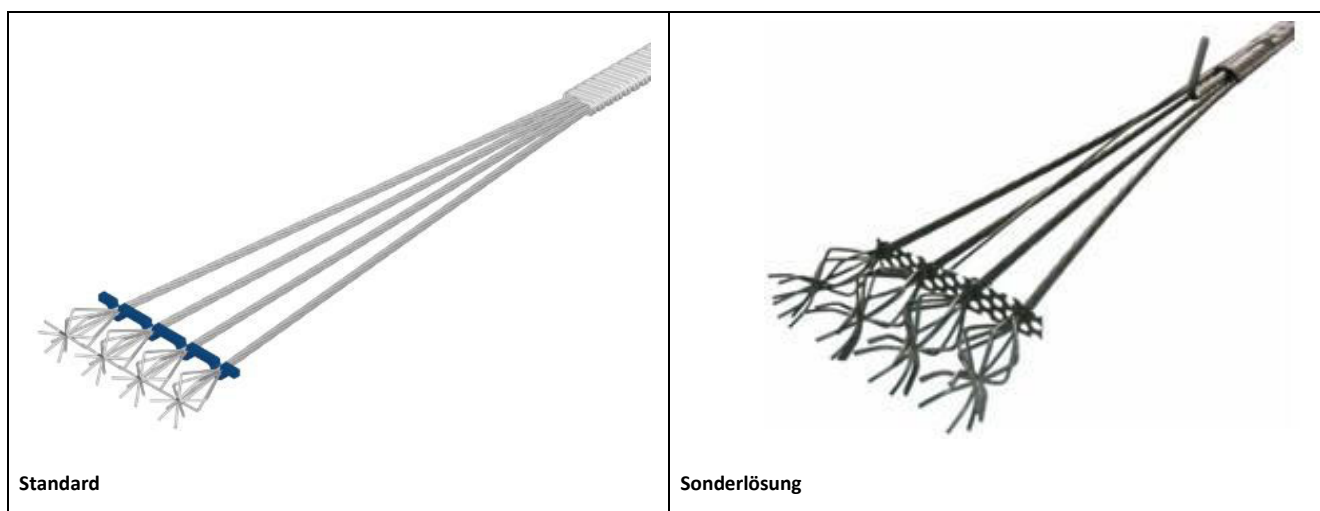
5.2. Verankerung Typ CMI/CMF (Spannanker SA- und Festanker FA)



Spanngliedtyp				0406	0406	0706	1206	1506	1906	2206	2706	3106
BBR VT CONA Bezeichnung				CMI	CMF	CMI	CMI	CMI	CMI	CMI		CMI
Länge der Verankerung	Ab Schalung	LT		300	420	430	625	695	695	800		975
Ankerkopf	Durchmesser	ØA		100	100	130	160	200	200	225		255
	Höhe	HA		50	50	55	65	75	85	95		110
Verankerungs-körper	Durchmesser	ØP		130	145/100	170	225	280	280	310		360
	Höhe	HP		120	120	130	150	195	195	205		250
Trompete	Durchmesser	ØTA		72	72	88	127	153	153	170		191
	Länge	LTA		180	300	300	475	500	500	595		725
Spirale (Masstoleranzen gemäss SIA 262)	Durchmesser	ØS	mm	155	240/130	200	250	325	325	340		430
	Länge	LS		185	285	231	282	382	382	382		432
	Stabdurchmesser	Ø		10	10	12	14	14	14	14		14
	Ganghöhe	GH		45	45	50	50	50	50	50		50
Schutzhaube	Durchmesser	ØH		102	102	134	168	208	208	233		263
	Höhe	HH		90	70	90	95	115	115	125		140
Einbau	Abschallfläche	s/s		220	220	280	380	430	450	500		550
	Loch in Schalung	ØL		70	70	100	130	160	160	180		200
	Niscentiefe	t		90 + c	90+c	90 + c	100 + c	115 + c		125 + c		140 + c
	Gewicht	-	kg	8	8	14	28	45	50	64		101

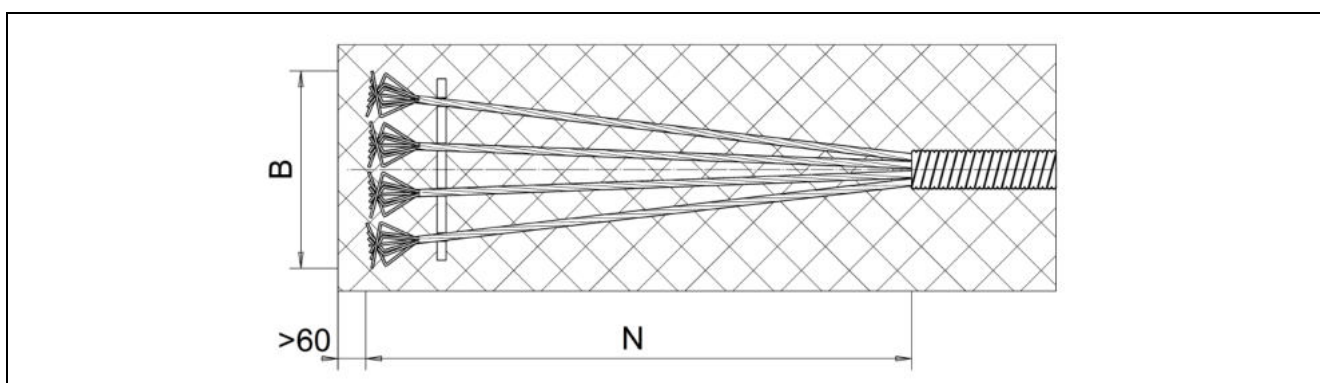
Legende: c = min. Bewehrungsüberdeckung (ca. 60 mm)
 Alle Werte gelten für Betonfestigkeit C30/37

5.3. Feste Verankerung Typ CMO



Bei der Verankerung Typ C wird das Spannglied durch den **Haftverbund der Litzen im umgebenden Beton verankert**. Um eine optimale Verbundwirkung zu erzielen, werden die Litzenenden aufgestaucht.

Dimension Feste Verankerung Typ C (Haftverankerung)



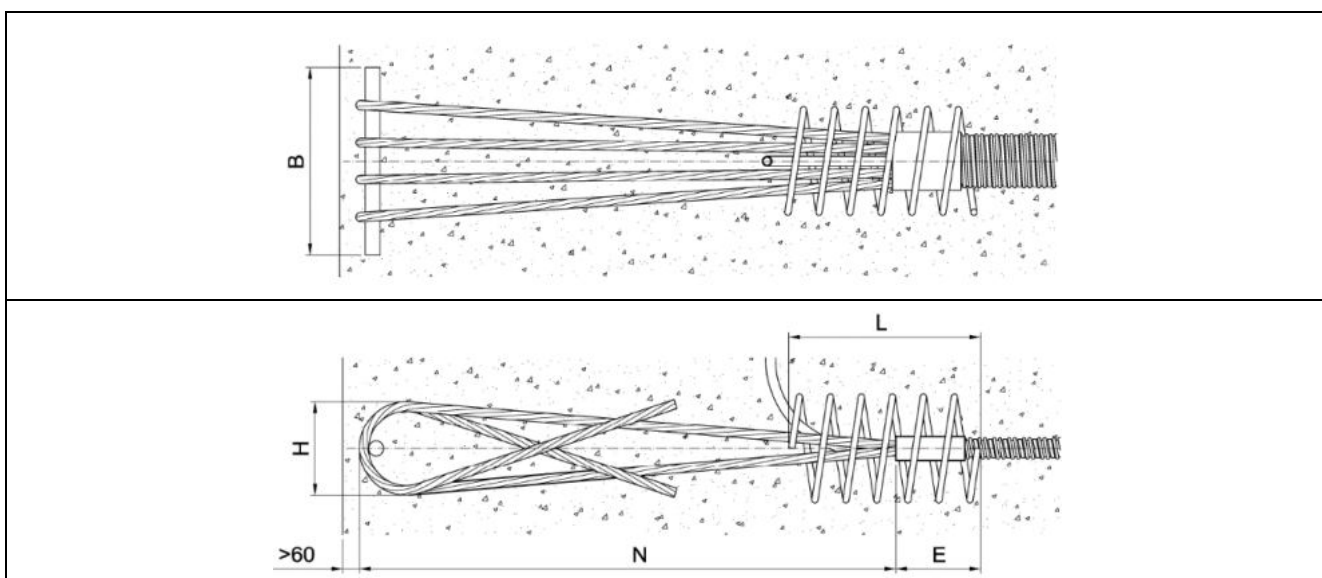
Spanngliedtyp				0406	0606	1206	1506	1906	2206	2706	3106
	Breite	B	mm	400	600	<i>Auf Anfrage</i>					
	Höhe	H		100	100						
	Länge der Verankerung	N		1200	1200						
Einbau	Verlegegewicht	-	kg	2	3						

5.4. Feste Verankerung Typ S



Bei der Schlaufenverankerung S werden die **Litzenenden zu Schlaufen** gebogen. Die Spreizung der Litzen wird durch eine Spirale gewährleistet.

Dimension Feste Verankerung Typ S (Schlaufenverankerung)



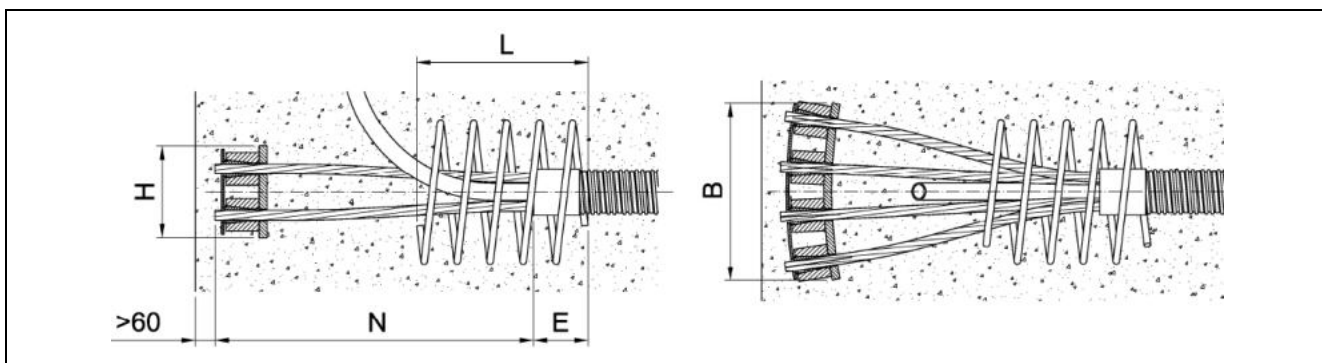
Spanngliedtyp				0406	0706	1206
Schlaufe	Breite	B	mm	300	480	400
	Höhe	H		155	155	400
	Länge der Verankerung	N		900	900	900
Spirale	Aussendurchmesser	øa	mm	175	175	220
	Länge	L		350	350	335
	Abstand	E		100	100	100
	Stabdurchmesser	ø		10	10	14
	Ganghöhe	GH		40	40	50
Einbau	Verlegegewicht	-	kg	7	10	18

5.5. Feste Verankerung Typ P



Die **Fächerverankerung Typ P** ist eine Verbundverankerung bei welcher mit normaler Verbundhaftung ca. 80 % der Kraft über die Verbundlänge N ins Bauwerk eingeleitet wird. **Die verbleibende Kraft wird über die Keilhülsen auf den einzelnen Litzen in die Ankerplatte übertragen.** Die Platten sind standardmässig rechteckig, können aber bei kleineren Kräften auch quadratisch ausgebildet werden.

Dimension Feste Verankerung Typ P (Flächenverankerung)

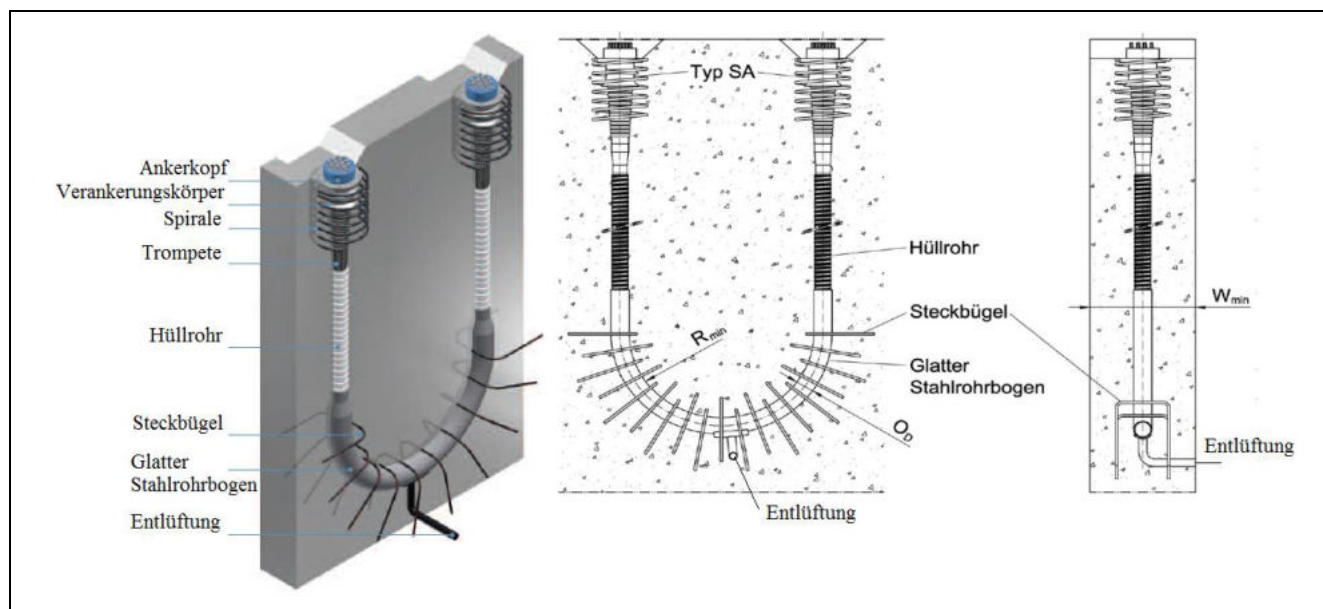


Spanngliedtyp				0406	0706	1206	1506	1906	2206	2706	3106
Ankerplatte	Quadratisch	B / B	mm	145	230	-	-	-	-	-	-
	Breite	B		260	270	280	350	370	420	480	480
	Höhe	H		90	140	230	230	280	280	300	350
	Länge der Verankerung	N		500	500	600	700	700	800	900	900
Spirale	Aussendurchmesser	øa	mm	175	175	260	300	325	325	420	420
	Länge	L		350	350	280	320	350	390	390	390
	Abstand	E		100	100	60	60	60	60	70	70
	Stabdurchmesser	ø		10	10	12	12	14	14	16	16
	Ganghöhe	GH		40	40	50	50	50	50	50	50
Einbau	Verlegegewicht	-	kg	7	12	20	25	35	38	50	55

5.6. Umlenkverankerung Typ U

Umlenkverankerungen werden oft benötigt, **wenn kein Zugang für ein festes Ende des Spannglieds gegeben ist** - zum Beispiel in **Behältern** oder **Silos**. Der gerade Teil des Kabels befindet sich dabei in den Wänden und der gekrümmte Teil in der Gründung. Durch den stark reduzierten Umlenkradius ist der Anpressdruck zwischen Litze und Hüllrohr sehr hoch. Der gebogene Abschnitt des Spannglieds besteht aus glattem Stahlrohr.

Dimensionen Feste Verankerungen Typ U (Umlenkverankerung)



Spanngliedtyp			0406	0706	1206	1906	2206	2406	3106
Bogenradius	R _{min}	m	0.8	0.9	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8
			Blechhüllrohre						
Hüllrohrtyp			54/60	66/72	84/90	97/103	106/112	115/121	129/135
Stahlrohrbogen	ø _{aussen}	mm	70	82.5	101.6	114.3	127	133	152.4
			Kunststoffhüllrohre						
Hüllrohrtyp	BBR VT		50	60	75	100	115	115	130
Stahlrohrbogen	ø _{aussen}	mm	60.3	70	88.9	121	133	133	152.4

Die minimalen Wandstärken W_{min} für den glatten Stahlrohrbogen werden im Allgemeinen durch

die minimalen Randabstände der Spannverankerung vorgegeben.

Sie soll jedoch in jedem Fall $\geq (3 \cdot O_D)$ betragen.

Zur Aufnahme der Spaltzugkräfte sind Steckbügel anzuordnen mit einem Bemessungswiderstand

von $Z_{Rd} = A_s \cdot n \cdot f_{sd} \geq 0.25 \cdot \pi \cdot P_d (1 - 0.87 \cdot O_D/W)$

und für kleine Werte O_D/W : $Z_{Rd} = A_s \cdot n \cdot f_{sd} \sim 0.8 \cdot (1.5 \cdot F_{pm0}) \sim 1.2 \cdot F_{pm0}$.

Legende:

A_s - Querschnittsfläche eines Steckbügels ($\phi^2 \cdot \pi/4$)

n - Anzahl Steckbügel

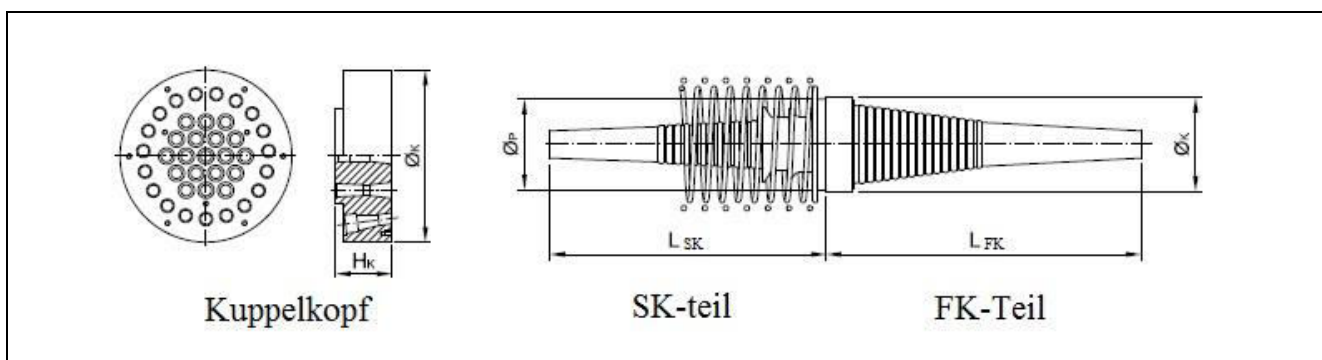
f_{sd} - Bemessungswert der Fließgrenze von Betonstahl

6. Kupplungen BBR VT CONA CMI; Kat.a & Kat.b

6.1. Kupplung K (Kopplungskörper)



Die Kupplung K ist eine Übergreifungskupplung, bei der die Litzen des neuen und des existierenden Spannkabels **im selben Kuppelkopf verankert werden**. Die Kupplung befindet sich an der Betonierfuge zwischen der bereits **bestehenden** und der **folgenden Baustappe**. Die Litzen des anzukuppelnden Kabels werden dabei in den Kuppelkopf des gespannten Kabels eingestossen und dort fixiert.

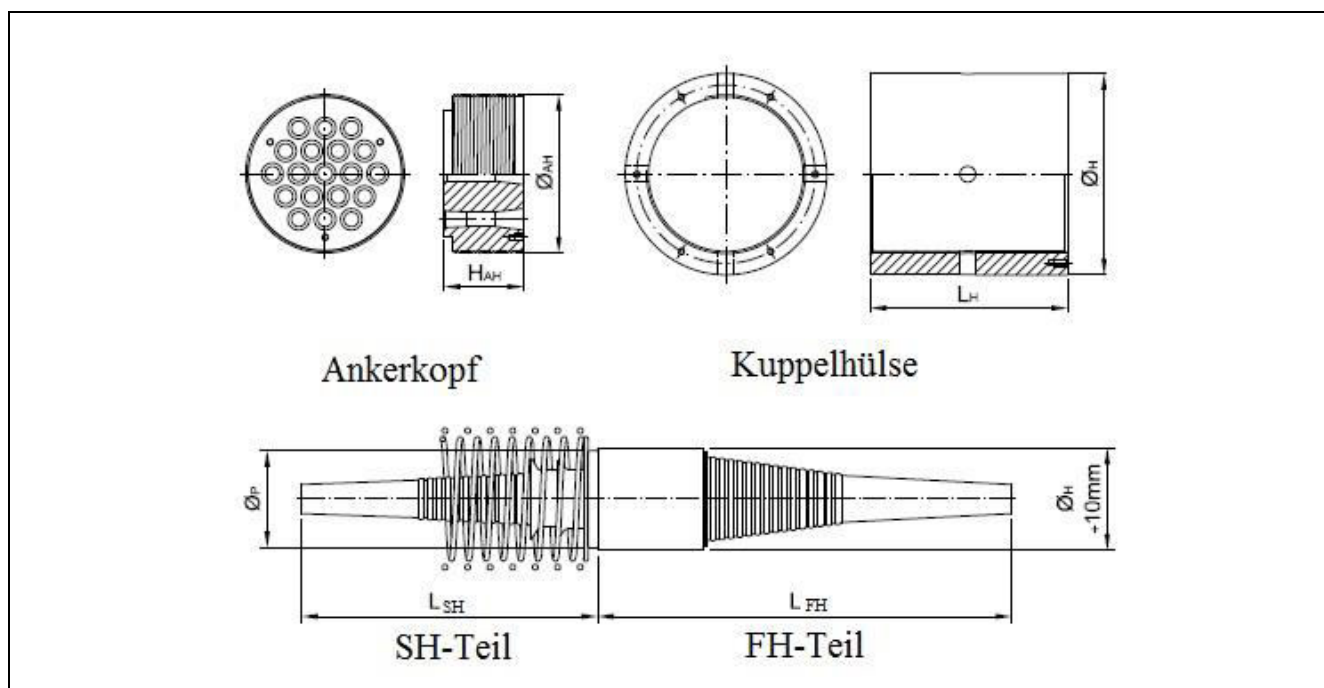


Spanngliedtyp				0406	0706	1206	1506	1906	2206	2706	3106
Kupplung K	Durchmesser	$\varnothing_K$	mm	185	205	240	290	290	310	390	
	Höhe	H_K		85	85	90	90	95	105	120	
FK-Teil	Länge	L_{FK}	mm	550	720	815	975	865	940	1170	
	Trompete	$\varnothing_{FK}$		185	203	240	275	275	305	375	
	Verlegegewicht	-	kg	17	21	31	45	48	60	118	
SK-Teil (vgl. 5.1)	Länge	L_{SK}	mm	300	430	625	695	695	800	975	
	Verankerung	$\varnothing_{TA}$		72	88	127	153	153	170	191	
	Verlegegewicht	-	kg	8	14	28	39	39	64	101	

6.2. Kuplung H (Hülsenkuplung)



Bei der Hülsenkuplung **H** werden die Ankerköpfe **des bestehenden** und **des neuen Spannglieds durch eine Kuppelhülse miteinander verbunden**. Die Ankerköpfe sind mit einem Aussengewinde versehen, und die Hülse wird auf beide Köpfe aufgeschraubt.



Spanngliedtyp				0406	0706	1206	1506	1906	2206	2706	3106
Kupplungs-Hülse	Durchmesser	$\varnothing_H$	mm	133	170	213	259	269	296	330	
	Länge	L_H		180	200	230	240	270	270	320	
FH-Teil	Länge	L_{FH}	mm	650	650	820	1045	1045	1170	1350	
	Trompete	$\varnothing_{FH}$		185	203	240	275	275	305	375	
	Verlegegewicht	-	kg	15	28	53	80	80	124	165	
SH-Teil (vgl. 5.1)	Länge	L_{SH}	mm	300	430	625	695	695	800	975	
	Verankerung	$\varnothing_{TA}$		72	88	127	153	153	170	191	
	Verlegegewicht	-	kg	8	14	28	45	50	64	101	

Die Kupplung **H** kann ebenfalls als **bewegliche Kopplung (BH)** ausgeführt werden. Auch hier wird wie beim Kupplungstyp **BH** die Länge des Stahlblechzylinders an die zu erwartenden Dehnwege angepasst.

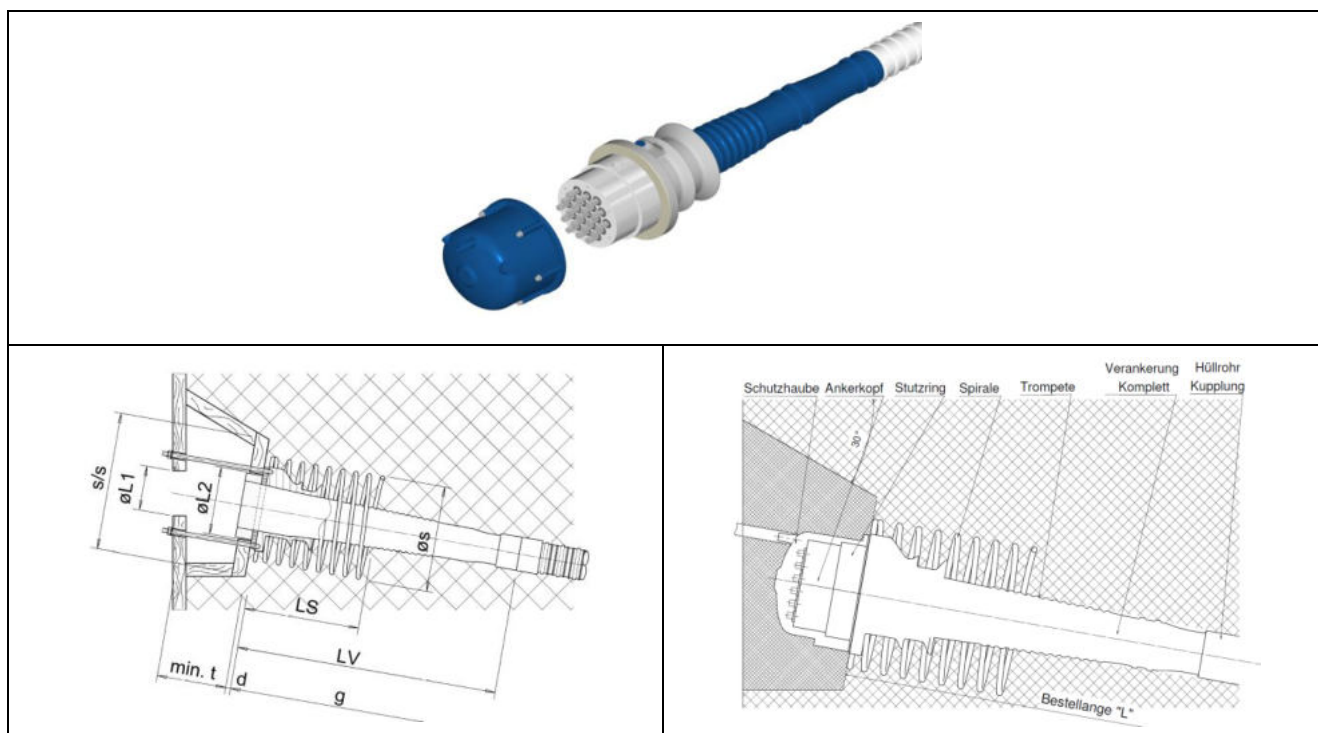


Bewegliche Kupplung BH

Spanngliedtyp				0406	0706	1206	1506	1906	2206	2706	3106
Bewegliche Kupplung BH											
Kupplung BH	Durchmesser	øBH	mm	145	180	225	270	280	310	345	350
	Länge	L _{BH}		Variable je nach Länge Spannglied							

7. Verankerungen BBR VT CMI E Kat. c (Elektrisch Isolierte Spannglieder)

7.1. Verankerung Typ CMI E (SA und FA)

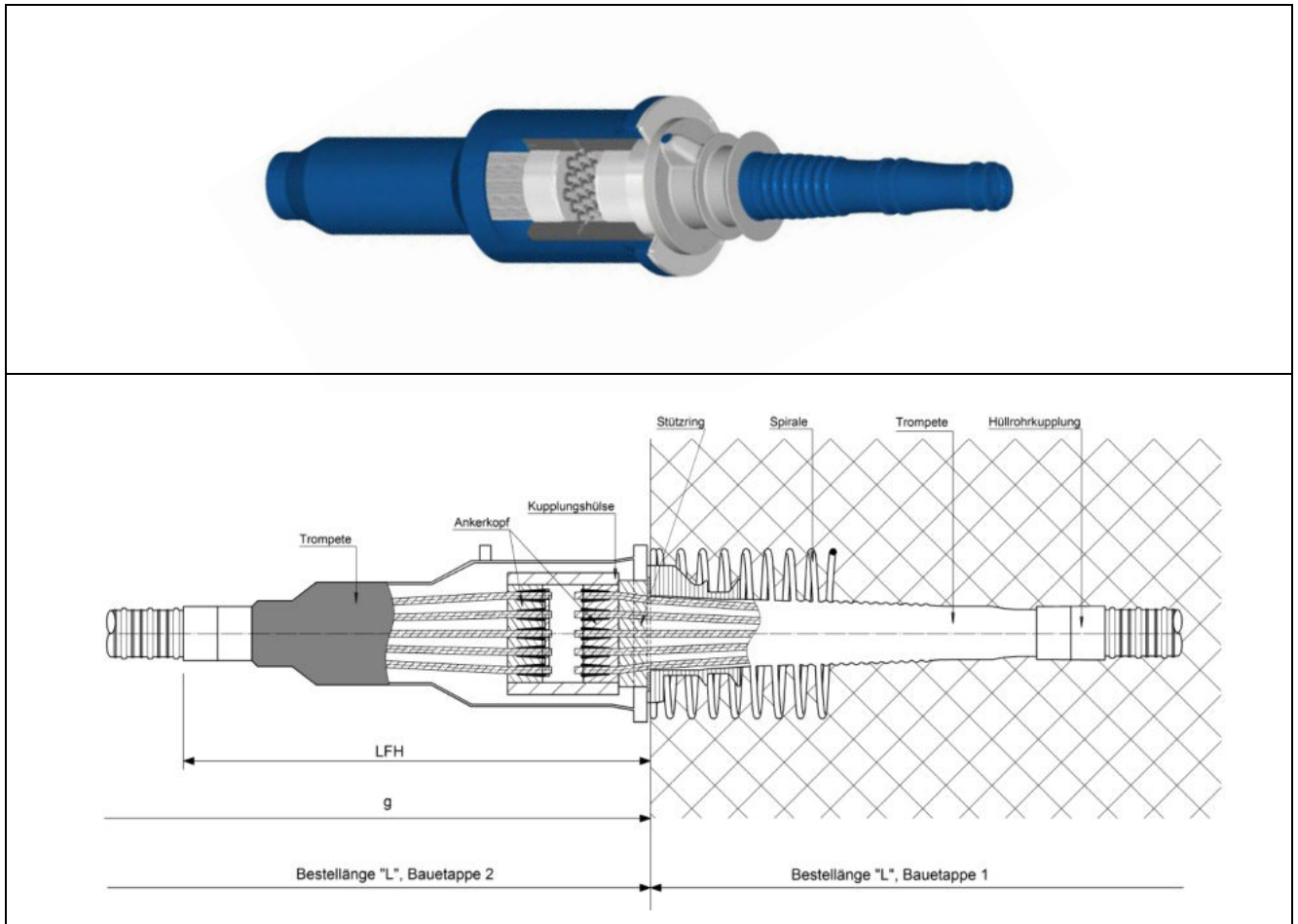


Spanngliedtyp				0406	0706	1206	1506	1906	2206	2706	3106
Länger der Verankerung	Ab Schalung	L _V		345	460	600	770	770	900	1050	
Ankerkopf	Durchmesser	Ø _A		100	130	160	200	200	225	255	
	Höhe inkl. Stützring	H _A		110	115	130	150	150	160	175	
Verankerungskörper	Durchmesser	Ø _P		145	170	225	280	280	310	360	
	Höhe	H _P		120	130	150	195	195	205	250	
Trompete	Durchmesser	Ø _T		75	88	127	153	153	170	191	
	Länge	L _{TA}		225	330	450	575	575	695	800	
Spirale	Durchmesser	Ø _S		155	200	250	325	325	340	430	
	Länge	L _S		185	231	282	382	382	382	432	
	Stabdurchmesser	Ø	mm	10	12	14	14	14	14	14	
	Ganghöhe	G _H		45	50	50	50	50	50	50	
Schutzhaube	Durchmesser	Ø _H		120	150	200	270	270	270	300	
	Höhe	H _H		180	190	200	240	240	240	270	
Einbau	Abschalfläche	s/s		220	280	380	430	450	500	550	
	Dichtungsplatte	d		20	20	20	20	20	20	20	
	Loch in Schalung	Ø _{L1}		110	140	180	230	230	250	290	
		Ø _{L2}		70	100	130	160	160	180	200	
	Nischentiefe	t		180 + c	190 + c	220 + c	240 + c		240 + c	270 + c	
	Gewicht	-	kg	10	14	28	45	50	64	101	

Legende: c = min. Bewehrungsüberdeckung (z.B. 60 mm)

Alle Werte gelten für Betonfestigkeit C30/37

7.2. Kupplungen Typ CMI E (H-Kupplung)



Spanngliedtyp				0406	0706	1206	1506	1906	2206	2706	3106
Kupplungs-Hülse	Durchmesser	$\varnothing_H$	mm	133	170	213	259	269	296	330	
	Länge	L_H		180	200	230	240	270	270	320	
FH-Teil 2. Baustappe	Länge	L_{FH}	mm	650	650	820	1045	1045	1170	1350	
	Trompete	$\varnothing_{FH}$		185	225	250	315	315	355	400	
	Verlegegewicht	-	kg	15	28	53	79	100	124	165	
SH-Teil (wie SA) 1. Baustappe	Länge	L_{SH}	mm	345	460	600	770	770	900	1050	
	Trompete	$\varnothing_{SH}$		75	88	127	153	153	170	191	
	Verlegegewicht	-	kg	10	14	28	45	50	64	101	

7.3. Spezielle Hinweise für Spannglieder Kat. c

Grundsätzlich verweisen auf die Richtlinie *Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten*. Herausgegeben vom Bundestamt für Strassen ASTRA/OFROU in Zusammenarbeit mit SBB AG. Ausgabe 2007 V2.00.

Die als Kat. c konfektionierten Spannglieder weisen per se den bestmöglichen Schutz in Bezug auf jegliche Korrosionsgefährdungen auf. So wird durch diverse zusätzliche Massnahmen eine vollständige elektrotechnische Trennung zwischen Spannstahl und Beton herbeigeführt. Die erforderliche elektrische Isolation wird durch eine vollständige Kunststoffummantelung erreicht. Der nachhaltige Erfolg in Bezug auf die Überwachbarkeit / Messbarkeit der elektrotechnischen Trennung erfordert ein optimales Zusammenspiel aller Beteiligten. Es sind dies nebst dem Spannglied-Systemlieferanten, der zuständige Projektverfasser und der Hauptunternehmer inkl. Subunternehmer (Eisenleger).

7.4. Messeinrichtungen

Grundsätzlich wird für die Konzeption der Messeinrichtung zwischen Objekten mit und ohne Streustromgefährdung unterschieden. Zur Sicherstellung der Gefährdungssituation empfehlen sich Streustrommessungen bereits in der Projektierungsphase.

Einseitiger Anschluss:	Hauptkriterien: Ermüdung und Überwachung
Beidseitiger Anschluss:	Hauptkriterien: Streustromgefährdung

Messkasten

Die Messkästen sollen gut zugänglich positioniert werden, um eine behinderungslose Überwachung während der Nutzungsdauer zu gewährleisten.



- In die Messkästen werden i.A. nur Messkabel von 2.5 mm² eingeführt.
- Aufputzlösungen sind grundsätzlich einfacher zu installieren.
- Nischenlösungen müssen frühzeitig gut geplant werden.
- In jedem Fall sind Positionierungen zu wählen, welche einen guten Schutz vor direkter Bewitterung gewährleisten.

Anschlusskasten

Die Anschlusskästen dienen dazu, die Anschlusskabel mehrerer Spannglieder zusammenzuführen. Sie werden (beidseitig) in der Nähe der Spanngliedköpfe positioniert, um längenabhängigen Querschnitte der Anschlusskabel zu begrenzen. Die Widerstandsmessung kann direkt im Anschlusskasten erfolgen, oder, falls erwünscht, an verlängerten Messleitungen in einem zentralen Messkasten.



- In die Anschlusskästen werden i.A. Elektrokabel von 10 mm² bis 25 mm² eingeführt.
- Aufputzlösungen sind grundsätzlich einfacher zu installieren.
- Nischenlösungen müssen frühzeitig gut geplant werden.
- In jedem Fall sind Positionierungen zu wählen, welche einen guten Schutz vor direkter Bewitterung gewährleisten.
- Spannglieder mit ungenügenden Messwerten, können hier an die Erdung angeschlossen werden.