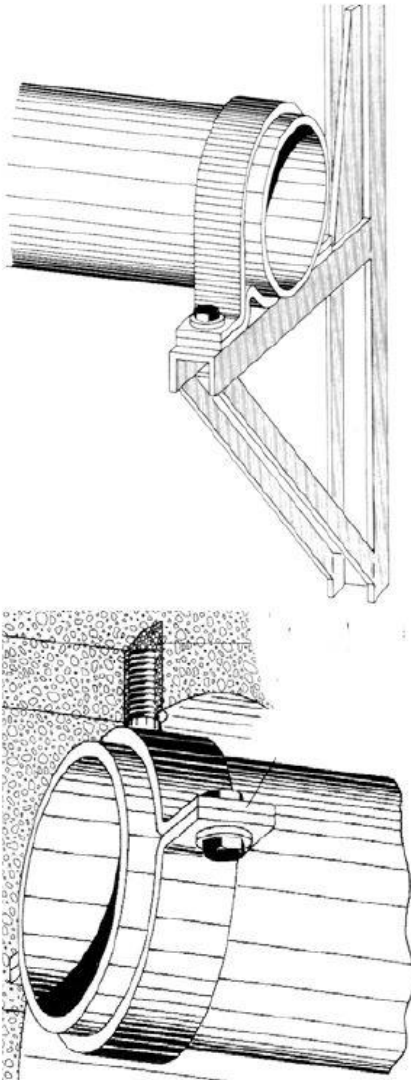


Frei verlegte Kunststoffrohre

Verlegearten - Berechnung

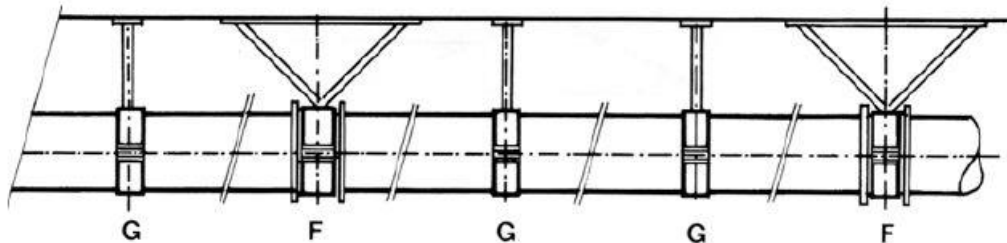


Rohre, die im Freien verlegt werden, sind vielfältigen Belastungen ausgesetzt.

Polyethylen – Rohre der Firma Streng Plastic AG sind UV – stabilisiert und darüber hinaus in jeder Beziehung wetterfest. Eine grosse Beanspruchung stellen die ständigen Temperaturwechsel dar, wobei die Elastizität des Werkstoffs sowie geeignete Montagemaßnahmen dazu dienen, diesen Beanspruchungen zu widerstehen.

Bei eingespannten Leitungen wird die axiale Wärmeausdehnung durch Fixpunkte verhindert, was in der Rohrwand zu Spannungen führt. Diese Spannungen führen wiederum zu Axialkräften, welche von den Fixpunkten aufzunehmen sind. Damit die Leitungen unter der Axialkraft nicht ausknicken, sind sie in Längsrichtung zu führen. Aus den Verlegeverhältnissen sowie aus den Qualitätsanforderungen und aus den Eigenheiten des Systems ergibt sich die Konstruktion der Befestigungen. (Die Hersteller dieser Artikel bieten ein grosses Sortiment an. Bitte beachten Sie die einschlägigen Unterlagen und die fachkompetente Unterstützung diese Hersteller.)

Die Konstruktion der Fix- und Gleitpunkte und die Verteilung der Fixschellen (F) und Gleitschellen (G) hängt von den auftretenden Rohrkräften, sowie – für das Moment – vom Abstand der Rohrachse zum Befestigungspunkt ab. Bei Richtungsänderungen der Rohrleitungen sind zusätzlich die quer zur Rohrachse auftretenden Kräfte zu berücksichtigen.



Die Gleitschelle muss gegenüber dem Rohr Spiel aufweisen, damit die Dehnung des Durchmessers nicht behindert wird. Der Innendurchmesser der Gleitschelle muss demnach 2% grösser als der Rohraussendurchmesser sein, sie darf durch die Spannschrauben nicht weiter schliessen. Jede dritte Gleitschelle ist quer zur Rohrachse abzustützen.

Stahlteile, Verschraubungen, Schrauben, Muttern, Rohrschellen, Rohrschellenauflagen, Briden und Fixpunkte müssen aus Stahl EN 10088 Werkstoff Nr. 1.4404 oder 1.4435 gefertigt werden. Befestigt wird am Bauwerk mit Klebeankern oder Metalldübeln.

Bei tragenden Bauteilen ist die Armierung und Vorspannung vorgängig abzuklären. Die Dimensionierung der Befestigungen von freiverlegten Kanälen ist nachzuweisen.

Eingespannte Leitung

Diese Betrachtung gilt für festverbundene Rohre (z.B. stumpfgeschweisste oder mit Elektroschweissmuffen verbundene Rohre). Sie gilt auch für falsch montierte Steckmuffenverbindungen, wenn die Rohre bei tiefen Einbautemperaturen fälschlicherweise bis zum Anschlag statt nur bis zur Markierung in die Muffe eingeschoben werden.

Oberhalb der Einbautemperatur entstehen Druckspannungen, unterhalb davon entstehen Zugspannungen. Daher wechselt bei der Einbautemperatur die Richtung der Kraft, jedoch nicht der Betrag. Diese Kraft hängt nicht von der Distanz zwischen den Fixpunkten ab, sie ist längenunabhängig.

Die grösste Fixpunktbelastung tritt am geraden, eingespannten Rohrstrang auf.

Axialkraft auf Fixpunkt:

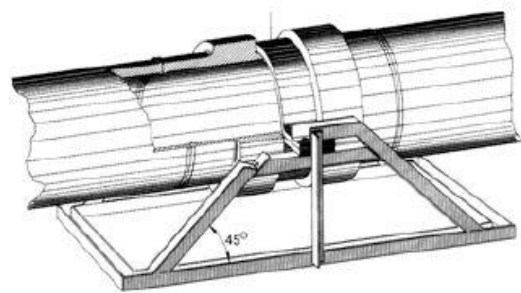
$$F_{FP} = S \cdot E_c \cdot \varepsilon$$

F_{FP} = Fixpunktkraft [N]

S = Schnittfläche [mm²]

E_c = Kriechmodul [N/mm²] für $t = 100$ min

ε = verhinderte Längsdehnung aus Wärmedehnung oder Überdruck



Lastfall: Wärmedehnung

$$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta T$$

α = linearer Wärmeausdehnungskoeffizient [1/K]

ΔT = Temperaturdifferenz [K]

Lastfall: Innendruck

$$\varepsilon = \frac{0.1 \cdot (1 - 2\mu)}{E_c \cdot \left(\frac{d_a^2}{d_i^2} - 1\right)}$$

P = Betriebsdruck [bar]

μ = Querkontraktionszahl

E_c = Kriechmodul [N/mm²] für $t = 100$ min

d_a = Rohraussendurchmesser

d_i = Rohrinne Durchmesser

Die Schnittfläche des Rohres ist massgebend für die axiale Kraft auf einen Fixpunkt:

DN	Schnittfläche in mm ² bezogen auf Rohrserie			
	S 16	S 12.5	S 8	S 5
110	1139	1396	2144	3142
160	2388	2996	4492	6669
200	3775	4652	7032	10395
225	4728	5977	8908	13170
250	5861	7250	10936	16210
315	9304	11514	17407	19568
400	14981	18491	28018	14176
500	23298	28856	43881	64967
630	37028	45874	69628	102932

Axialkraft auf Gleitpunkt:

DN	Montagekraft [N]	Gleitwiderstand [N]
63	200	150
75	250	170
90	300	250
110	400	350
125	550	450
160	800	750
200	1200	1100
250	1800	1600
315	2600	2350

Die Montagekraft muss beim Einschieben des angeschrägten Spitzendes aufgewendet werden.

Der Gleitwiderstand ist die Haltekraft, die überwunden werden muss, damit die Rohrleitung bei thermisch bedingter Längenänderung in der Schelle gleiten kann.

Beide Kräfte gelten bei üblicher Kombination PE / Metalloberfläche.

Ermittlung der Rohrstützweiten

Rohrstützweiten werden unter Beachtung einer Begrenzung der Durchbiegung des Rohrstranges bestimmt. Dabei darf die zulässige Biegespannung nicht überschritten werden. Die maximal zulässige Durchbiegung kann mit $L_A/500$ angenommen werden.

Somit ergibt sich eine maximale Stützweite von:

$$L_A = f_{LA} \cdot \sqrt[3]{\frac{E_c \cdot J_R}{q}}$$

L_A = zulässiger Unterstützungsabstand [mm]

f_{LA} = Faktor für die Durchbiegung (0.80 – 0.92, abhängig vom Rohrdurchmesser)

E_c = Elastizitätsmodul für $t=25\alpha$ [N/mm²]

J_R = Rohr – Trägheitsmoment [mm⁴]

q = Streckenlast aus Rohr-, Füll- und Zusatzgewicht [N/mm]

Stützweiten für Rohre aus PE80, SDR11, lt. DVS 2210 Teil 1, Tab 13

da [mm]	Stützweiten L_A in mm bei				
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
32	750	750	650	650	550
40	900	850	750	750	650
50	1050	1000	900	850	750
63	1200	1150	1050	1000	900
75	1350	1300	1200	1100	1000
90	1500	1450	1350	1250	1150
110	1650	1600	1500	1450	1300
125	1750	1700	1600	1550	1400
140	1900	1850	1750	1650	1500
160	2050	1950	1850	1750	1600
180	2150	2050	1950	1850	1750
200	2300	2200	2100	2000	1900
225	2450	2350	2250	2150	2050
250	2600	2500	2400	2300	2100
280	2750	2650	2550	2400	2200
315	2900	2800	2700	2550	2350
355	3100	3000	2900	2750	2550
400	3300	3150	3050	2900	2700

Hinweis: Für SDR17 müssen die o.a. Werte um 8% verkürzt werden. Für Rohrmaterial PE100 können die Werte um 10% erhöht werden.

Montage mit freier Dehnung

Im Gegensatz zu eingespannten Leitungen wird hier die temperaturabhängige Längenänderung durch die Art der Befestigung (Fixpunkt, Fix- oder Gleitschelle) und der Dehnungsvorrichtung (Langmuffe, Kompensator, Biegeschenkel, etc.) kontrolliert. Die obigen Empfehlungen bezüglich der Schellenkonstruktion gelten sinngemäss auch in diesem Fall. Die Längenänderungen berechnen sich wie folgt:

Temperaturbedingte Längenänderung

$$\Delta L_T = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

ΔL_T = Temperaturabhängige Längenänderung [mm]

α = linearer Ausdehnungskoeffizient (PE ca. 0.18 mm/m K)

L = Länge der Leitungsstrecke [m]

ΔT = Temperaturdifferenz [K]

Innendruckbedingte Längenänderung

$$\Delta L_P = \frac{0.1 \cdot p \cdot (1 - 2 \mu)}{E_C \cdot \left(\frac{d_a^2}{d_i^2} - 1\right)} \cdot L$$

ΔL_P = Innendruckabhängige Längenänderung [mm]

L = Länge der Leitungsstrecke [mm]

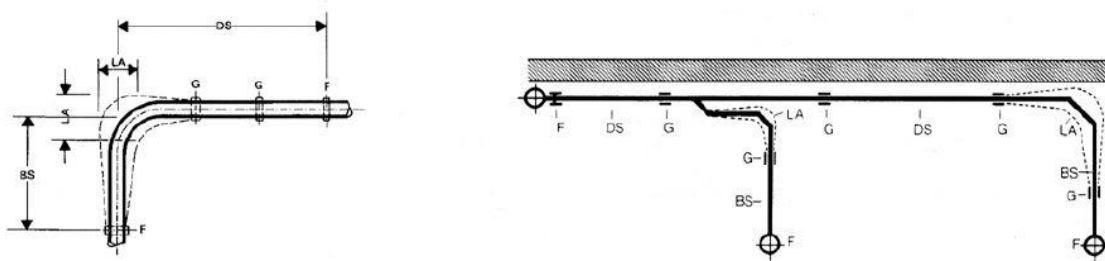
p = Betriebsdruck [bar]

μ = Querkontraktionszahl [-]

E_C = Elastizitätsmodul [N/mm²]

d_a = Rohraussendurchmesser

d_i = Rohrinnendurchmesser



Führung der Längenänderung mit Biegeschenkel

Bei der Montage wird die spezifische Elastizität des Materials ausgenutzt, um Längenänderungen ausgleichen zu können. Die Länge des Biegeschenkels hängt vom Leitungsdurchmesser sowie von der Abweichung der Länge des Dehnungsschenkels ab.

LA = Längenänderung

DS = Dehnungsschenkel

BS = Biegeschenkel

G = Gleitschelle

F = Fixschelle

Berechnung der Biegeschenkellänge

Die folgende Faustformel liefert eine gute Annäherung für die minimale Biegeschenkellänge:

$$BS = 30 \cdot DN \cdot \sqrt{\Delta L / DN}$$

BS = minimale Biegeschenkellänge [mm]

ΔL = Längenänderung [mm] des Dehnungsschenkels

DN = Nenndurchmesser des Rohres [mm]

Biegeschenkellängen in Abhängigkeit von Durchmesser und Dehnungsschenkellänge:

DN	Längenänderung ΔL [mm]								
[mm]	50	100	150	200	250	300	350	400	500
32	1200	1700	2075	2400	2675	2950	3175	3400	3800
40	1350	1900	2325	2675	3000	3275	3550	3800	4250
50	1500	2125	2600	3000	3350	3675	3975	4245	4745
63	1700	2400	2925	3375	3775	4125	4475	4775	5325
75	1850	2600	3200	3675	4100	4500	4875	5200	5825
90	2000	2850	3500	4025	4500	4950	5325	5700	6375
110	2225	3150	3850	4450	4975	5450	5900	6300	7050
125	2375	3350	4100	4750	5300	5825	6275	6725	7500
140	2500	3550	4350	5025	5600	6150	6650	7100	7950
160	2700	3800	4650	5375	6000	6575	7100	7600	8500
180	2850	4025	4925	5700	6375	6975	7550	8050	9000
200	3000	4250	5200	6000	6700	7350	7950	8500	9500
225	3200	4500	5500	6375	7125	7800	8425	9000	10075
250	3350	4750	5800	6700	7500	8225	8875	9500	10625
280	3550	5025	6150	7100	7950	8700	9400	10050	11225
315	3750	5325	6525	7525	8425	9225	9975	10650	11925
355	4000	5650	6925	8000	8950	9800	10575	11325	12650
400	4250	6000	7350	8500	9500	10400	11225	12000	13425
450	4500	6350	7800	9000	10050	10025	11925	12750	14250
500	4750	6700	8225	9500	10600	11625	12550	13425	15000
560	5000	7100	8700	10050	11225	12300	13285	14200	15875
630	5350	7550	9225	10650	11900	13050	14100	15075	16850

Führung der Längenänderung in den Steckmuffen

Die Einstecktiefen von Steckmuffen basieren auf den Anforderungen der SN 218 347 für Baulängen von 10 Metern. Die SP – Muffen der Kanalrohre weisen dieser Norm gegenüber eine grosse Reserve auf. Die zu erwartenden Längenänderungen der 10 – Meter – Stangen werden bei regelkonformer Montage problemlos absorbiert.

Für grössere Strecken oder Baulängen sollen entsprechend spezielle Muffen oder Kompensatoren geeigneter Ausführung verwendet werden.

Bei liegenden Leitungen sollen Fixschellen an der Muffe und die nächstliegende Gleitschelle die axialen Verschiebungen der Leitung in der Muffe gewährleisten. Die Distanz zwischen Fix- und Gleitschelle soll aus diesem Grund nicht mehr als 10 x DN sein.

Streng Plastic AG
Dielsdorferstr. 21
CH-8155 Niederhasli
T +41 44 852 33 33
F +41 44 852 33 34
info@streng.swiss
www.streng.swiss