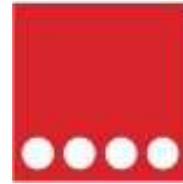




Schweizerischer
Brunnenmeister-
Verband

Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren

SIMONA



HakaGerodur


aliaxis

+GF+

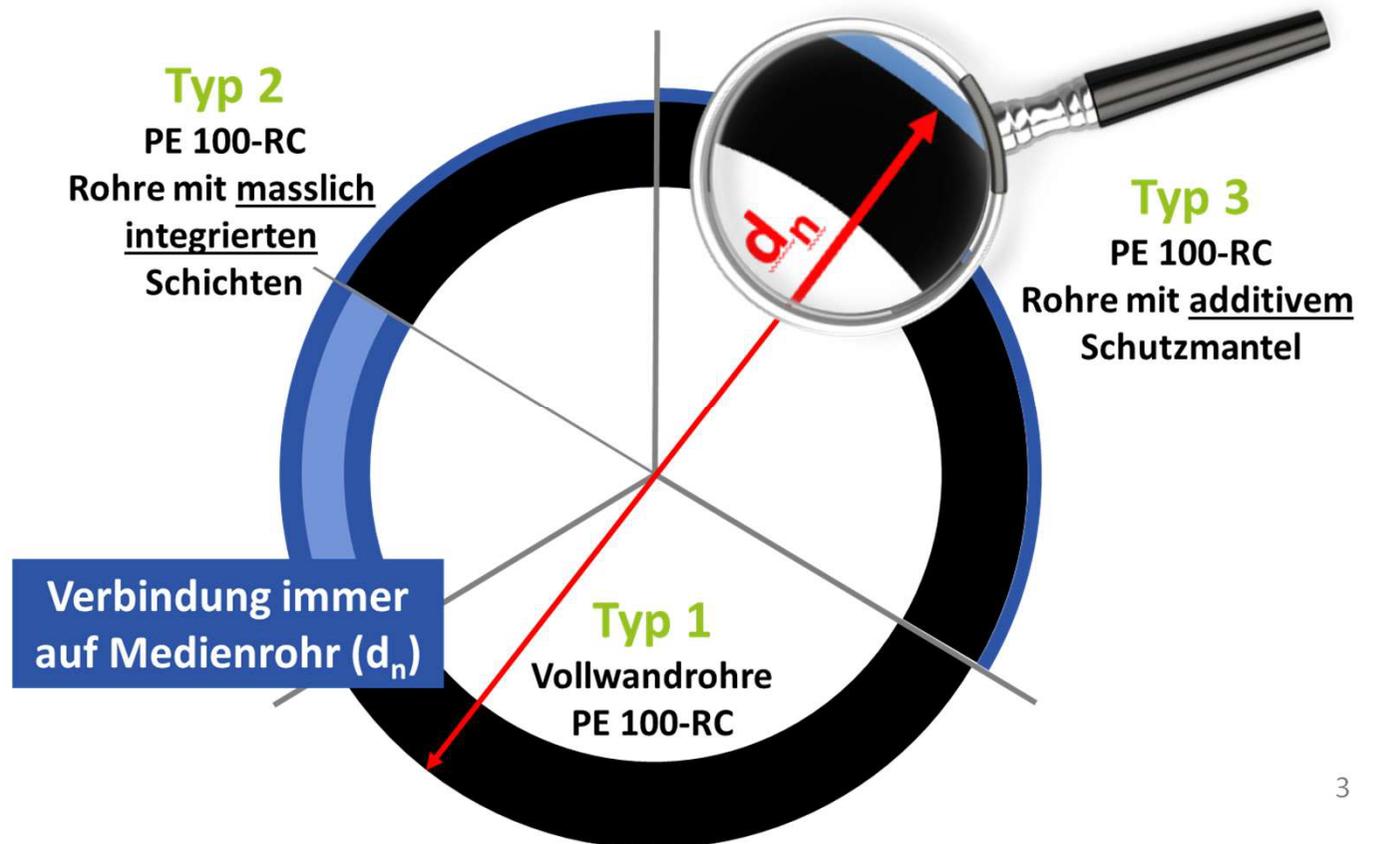
Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren

- Beschädigungen an PE-Rohren treten nicht spontan auf, sondern durch äussere mechanische Einwirkungen (Transportschäden, Kratzer durch unsachgemässes Handling auf der Baustelle, Baggereingriff, Verlegeverfahren)
- Einfluss der Planung und Durchführung auf Qualität (bzgl. Verlegeverfahren, Baustellen-Logistik, Verwendung geeigneter Rohre/Bauteile und Maschinen, Wahl des geeigneten Rohrleitungsbau-UN, Personalqualifikation)

Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren - Grundlagen

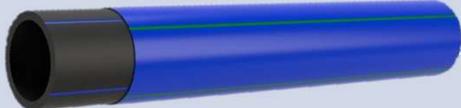
PE-Rohre nach PAS 1075

Verfahren	Schema
Spülbohrverfahren (HDD) mit Pilot- & Aufweitbohrung	
Microtunneling Pressung und Rohrvortrieb	
Press-/Ziehverfahren mit Hilfsrohren	
Erdrakete (gesteuert oder ungesteuert)	
Fräsverfahren	
Pflugverfahren	



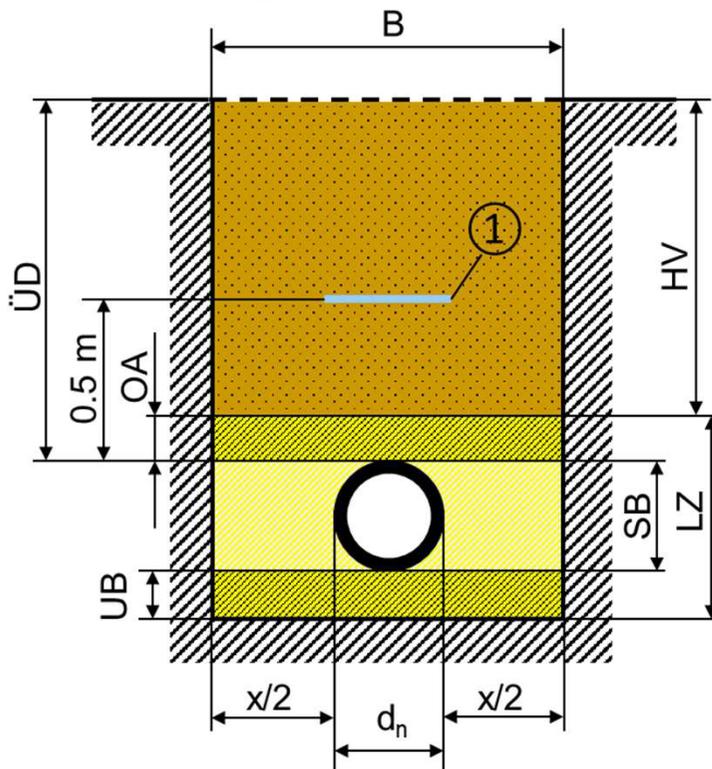
Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren - Grundlagen

Prinzipielle Einteilung der PE-Rohrtypen

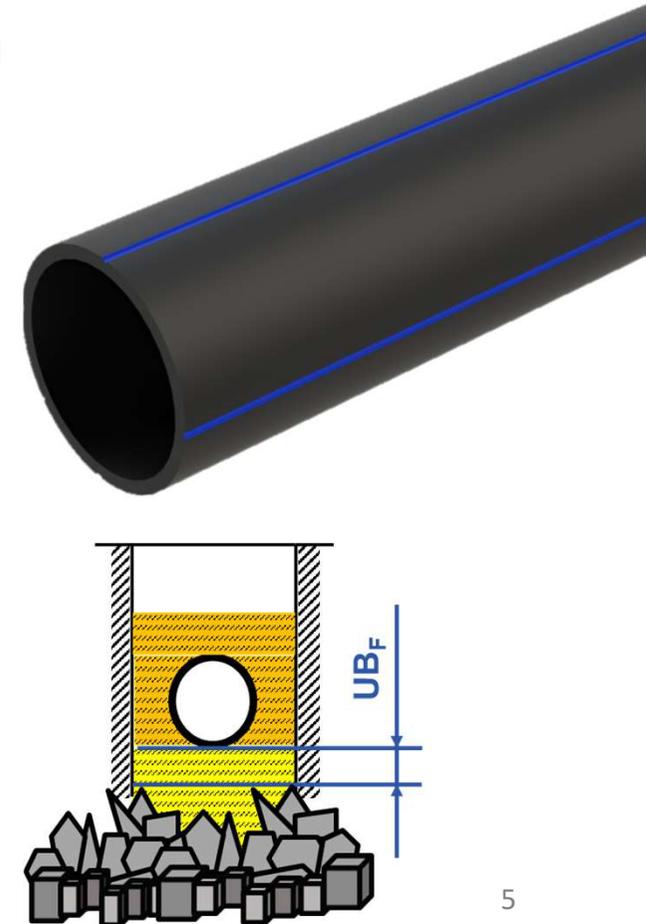
PAS 1075 Typ 1 – PE 100	PAS 1075 Typ 2 – PE 100 RC	PAS 1075 Typ 3 – PE-Rohr mit Schutzmantel
		
Offener Graben mit Sand-/ Kies- Bettung	<ul style="list-style-type: none"> • Offener Graben – mit Sand-/ Kies-Bettung oder sandbettlos • Grabenarme Verfahren 	Grabenlose Verlegeverfahren

Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren - Grundlagen

Bettung von Standard PE-100-RC Rohren (Typ 1)



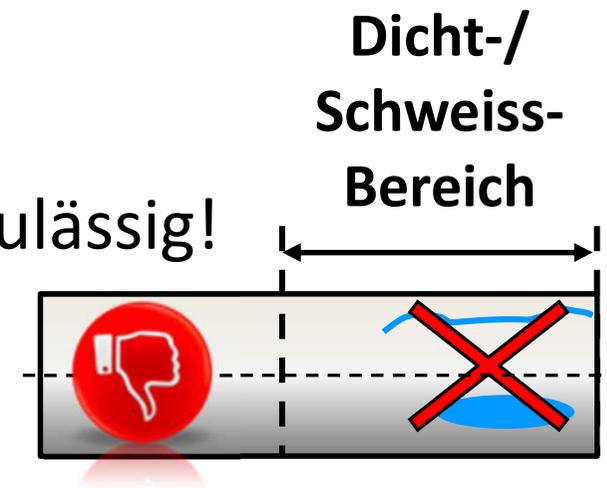
- B Grabenbreite
- ① Trassenwarnband
- ÜD Überdeckungshöhe
(Wasser 1.3 bis 1.5m)
- HV Höhe der Verfüllung mit
ursprünglichem Aushubmaterial
- LZ Leitungszone mit Bettungsmaterial
(ungebrochener Betonkies 0-16mm
oder Brechsand < 11mm)
- OA Höhe der oberen Abdeckung
15cm über Rohr, 10cm über Fitting
- SB Seitliche Bettungsschicht
- UB Höhe der unteren Bettungsschicht
mind. 10cm
- d_n Rohraussendurchmesser
- $x/2$ halber seitlicher Arbeitsraum



Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren - Grundlagen

Zur Gewährleistung der Lebensdauer bei PE-Rohren sind

- Nur Riefen/ Kratzer bis 10% der Wanddicke des Medienrohrs zulässig.
- Im Schweiss-/ Dichtbereich keine Kratzer zulässig!



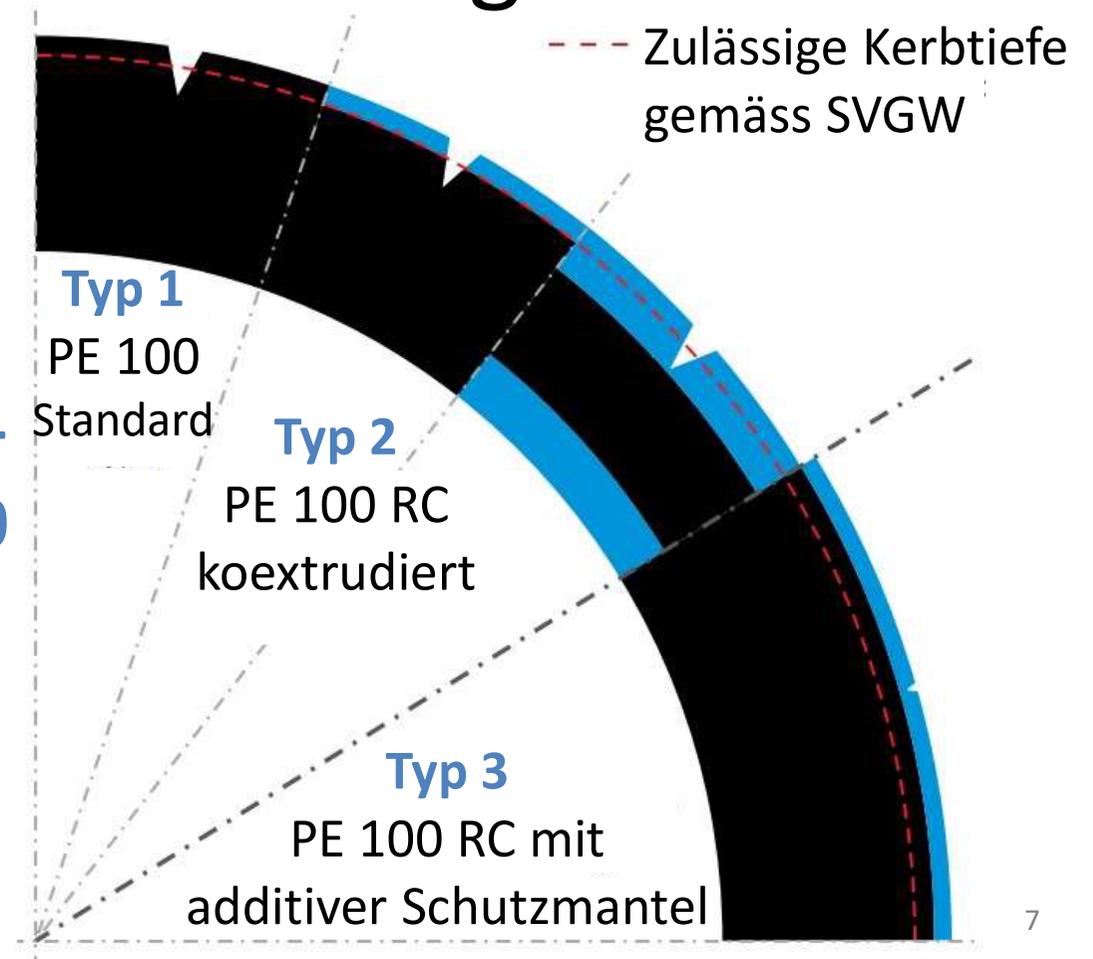
Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren - Grundlagen

Kerbtiefe von PE-Rohren

Ohne Beschädigung $SF = 1.25$

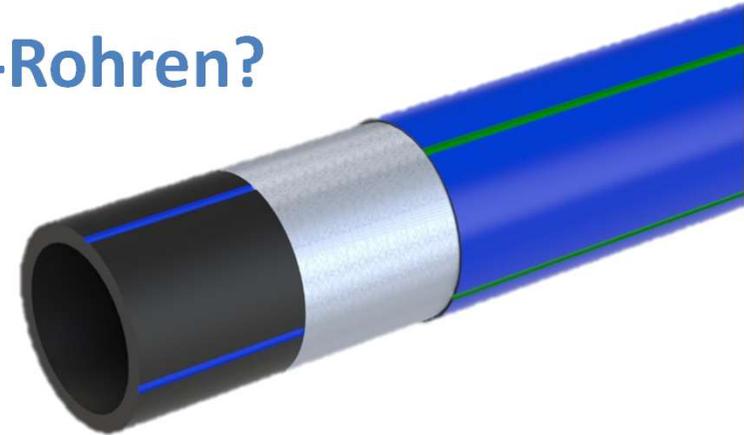
Bei 10% Beschädigung $SF = 1.1$

Bei 20% Beschädigung $SF = 1.0$



Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren - Grundlagen

Zulässige Kerbtiefe bei diffusionsdichten PE-Rohren?

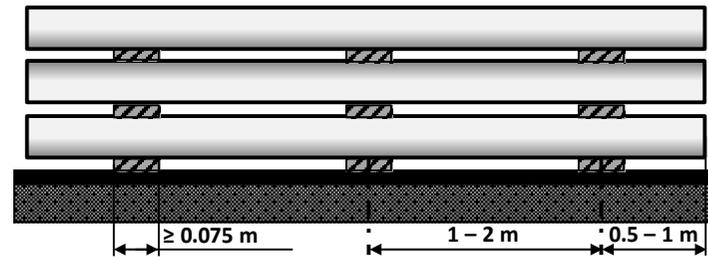
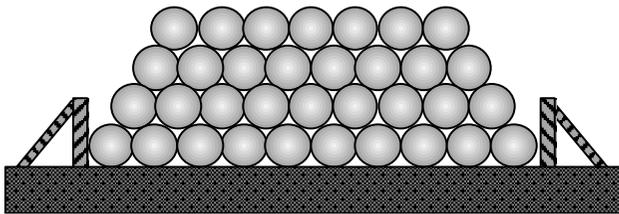


**→ Beschädigungen nur auf dem Schutzmantel zulässig –
nicht an der Diffusions-Sperrschicht (Alu).**

Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren - Vermeiden

Baustellen-Logistik

- Lagerung auf der Baustelle



- Handling bei der Verarbeitung → Rollenböcke, Umlenkungen

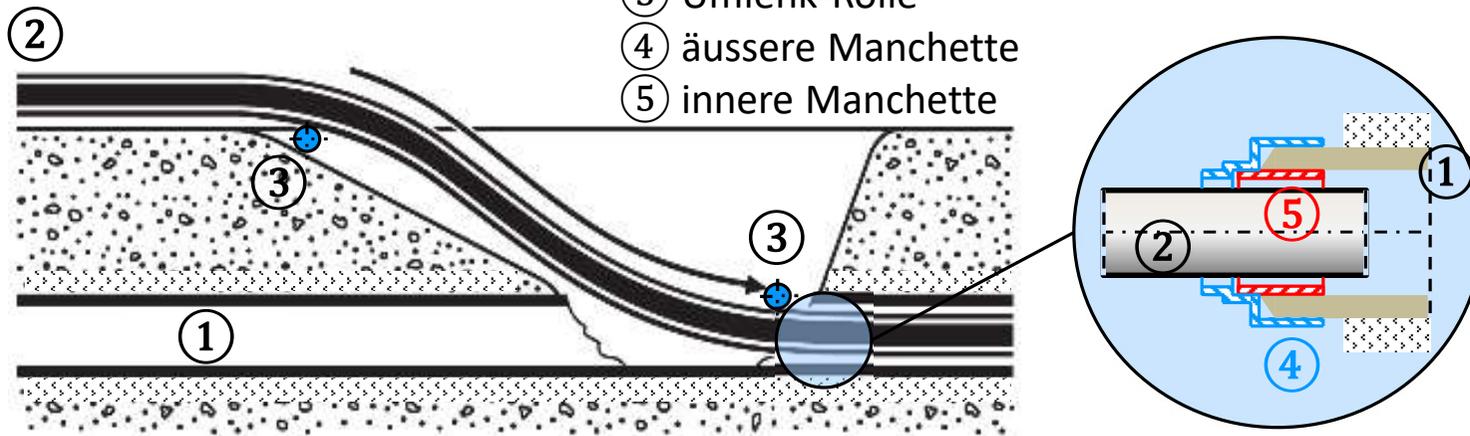


Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren – Vermeiden

Grabenlose Verlegeverfahren

- Vermeidung von Kratzern/ Riefen auf der Baustelle
(Einführkonus am Altrohr, Umlenkungen)

- ① Alt-Rohr
- ② neues PE-Rohr
- ③ Umlenk-Rolle
- ④ äussere Manchette
- ⑤ innere Manchette



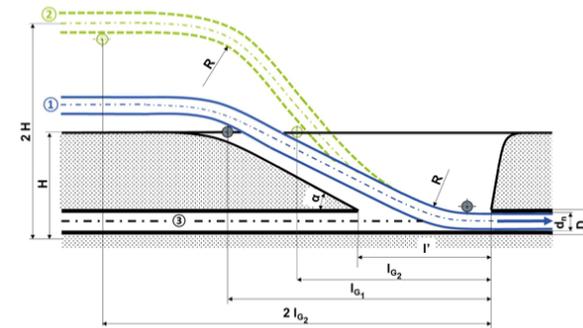
Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren – Vermeiden

Grabenlose Verlegeverfahren

- Grösse der Start- und Zielgrube
- Zulässige Biegeradien
- Zulässige Zugkräfte

VKR Leitfaden RL-02 PE Druckrohre

Anlage 7.3.3 Grabenabmessungen beim Rohreinzug



l' Länge der Trennstelle am Altrohr (1) PE-Rohr in Höhe H
 l01 Länge der Grube (2) PE-Rohr in Höhe 2 H
 H Überdeckung der Grabensohle (3) Altrohr
 Da Aussendurchmesser des Altrohrs
 dn Nennausendurchmesser PE-Rohr
 R zulässiger Biegeradius

VKR Leitfaden RL-02 PE Druckrohre

Anlage 7.5.5 PE-Rohre Zulässige Biegeradien



Die hohe Flexibilität von PE lässt es zu – für Richtungsänderungen – lange Rohrstränge direkt auf der Baustelle und ohne Erwärmung zu biegen. Um Beschädigungen durch Knicken zu vermeiden dürfen die Rohre nicht (mit Heissluft, etc.) erwärmt werden und es dürfen folgende minimale Biegeradien nicht unterschritten werden:



VKR Leitfaden RL-02 PE Druckrohre

Anlage 7.3.2b PE-Rohre Zulässige Zugkräfte beim Einziehen



Das Einziehen langer Rohrstränge - sowohl im grabenlosen Neubau, als auch bei der grabenlosen Sanierung - muss teilweise mit sehr hohen Zugkräften erfolgen. Um das Rohr beim Einziehen nicht zu beschädigen sollten die zulässigen Zugkräfte entsprechend der Mindestfestigkeit (bei PE100/ PE100-RC 10 N/mm²) nicht überschritten werden.

Nennausendurchmesser dn [mm]	Zulässige Zugkräfte [Tonnen] bei 30 min. Belastung für PE100/ PE100-RC bei 20°C				
	S 16 SDR 33	S 12,5 SDR26	S 8 SDR17	S5 SDR11	S3.2 SDR 7,4
20	-	-	-	0.16	0.16
25	-	-	-	0.21	0.24
32	-	-	0.27	0.27	0.38
40	-	-	0.35	0.42	0.60
50	-	-	0.44	0.66	0.93
63	-	-	0.71	1.04	1.47
75	-	-	1.00	1.46	2.09
90	-	-	1.44	2.11	3.00
110	-	1.40	2.14	3.14	4.50

Nennausendurchmesser dn [mm]	Min. zulässige Biegeradien [m] für SDR 7.4, SDR11 & SDR17 PE100/ PE100-RC		
	20°C 20 x dn	10°C 35 x dn	0°C 50 x dn
	20	0.4	0.7
25	0.5	0.9	1.3
32	0.6	1.1	1.6
40	0.8	1.4	2.0
50	1.0	1.8	2.5
63	1.3	2.2	3.2
75	1.5	2.6	3.8
90	1.8	3.2	4.5
110	2.2	3.9	5.5
125	2.5	4.4	6.3
140	2.8	4.9	7.0
160	3.2	5.6	8.0
180	3.6	6.3	9.0
200	4.0	7.0	10.0
225	4.5	7.9	11.3
250	5.0	8.8	12.5
280	5.6	9.8	14.0
315	6.3	11.0	15.8
355	7.1	12.4	17.8
400	8.0	14.0	20.0
450	9.0	15.8	22.5
500	10.0	17.5	25.0
560	11.2	19.6	28.0

Ungefähre Länge der Trennstelle und der Grabensohle l' in [m]

$$l' = 10 \cdot D_a$$

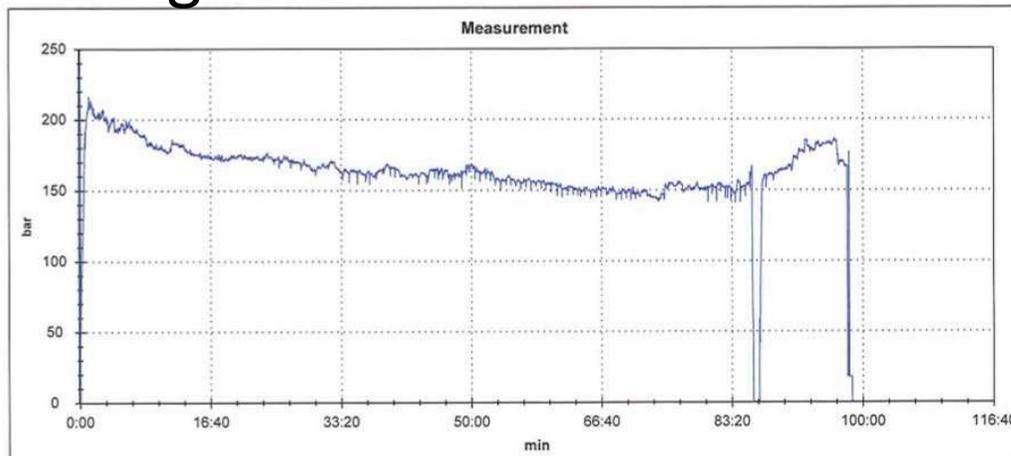
l'	Länge der Trennstelle l' [m]										
	75	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
D _a	0.8	1.0	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0

Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren – Vermeiden

Grabenlose Verlegeverfahren

Qualitätskontrolle bei grabenlosen Verfahren

- Kontrollgrube
- Zugkraft-Protokoll



Zugkräfte Seilspill 24 to	
<small>Die angegebenen Zugkräfte auf dieser Tabelle sind Richtwerte und nicht verbindlich. Sie dienen nur zu ungefähren Informationszwecken.</small>	
Druck auf Manometer Bar	Zugkraft in Tonnen auf Spillscheibe
20	1,20
40	2,40
60	3,60
80	4,80
100	6,00
120	7,20
140	8,40
160	9,60
180	10,80
200	12,00
220	13,20
240	14,40
260	15,60
280	16,80
300	18,00
320	19,20
340	20,40
360	21,60
380	22,80
400	24,00



Mechanische Beschädigungen an

Kontrolle auf Kratzer



Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren – Vermeiden

Grabenlose Verlegeverfahren

- Beim Berstlining muss besonders sorgfältig geplant und vorbereitet werden, um mechanische Beschädigungen zu vermeiden.
- Richtige Werkzeugwahl und Dimension der Aufweitung ist daher beim Berstlining qualitätsentscheidend.
- Faustregel: Aufweitung sollte ca. 20% grösser sein als der Aussendurchmesser des Neurohrs.

Aufweitkopf Berst-Lining
Altrohr Guss DN 400mm
Neues PE-Rohr da 500mm



Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren – Grabenlose Verfahren

Grabenlose Verlegeverfahren

SVGW W4 Teil 5 Praxisunterlagen Themenblatt 1

Themenblatt Nr. 1		2022		Eignungskriterien für den Fohrleitungsbau													
Verlegeverfahren				Rohrmaterialien								Bodenverhältnisse für Baumethode					
Verfahren / Baumethode	Schema	Neuerlegung Grabenlose Erneuerung Grabenlose Sanierung	Bemerkungen zum Verlegeverfahren	Duktiler Guss / Stahl		Stahl		PE100		PEthylen (PE)		PE100-RC		PE100-RC		PE Medienrohr	
				GGG	Stahl	GGG	Stahl	ein- oder mehrschichtig	ein- oder mehrschichtig	mit Schutz- mantel	mit Schutz- rohr	Kies	Lehm	Fels	inhomogen rötiger Boden		
Neuerlegung und Erneuerung im offenen Graben																	
Offener Graben mit Sand- oder Kiesbettung 0 - 16 mm		✓	Konventionelle Baumethode. Wieder- verwendung von Aushubmaterial nur zum Teil möglich. Korrosionsschutz empfohlen. Drainageleitung der Sandbettung beachten.	● ja	● ja	● ideal	● ideal	● ideal	● ja	● ja	● ja	● ja	● ja	● ja	● ja	● ja	● ja
Offener Graben ohne Sand- bettung (Aushub- material)		✓	Mechanischer Aussenschutz der Röhre empfohlen. Wiederverwendung von Aushubmaterial.	● möglich	● möglich	● ideal	● ideal	● nein	● ideal	● möglich	● möglich	● ideal	● ja	● ja	● ja	● ja	● ja
Grabenlose Neuverlegungsverfahren																	
Spülbohrver- fahren (SBO) mit Pilot- und Aufwärtbohrung		✓	Gesteuerte Spülbohrung mit Pilotbohr- kopf und hydraulischem Bodenabau. Mechanischer Aussenschutz der Röhre empfohlen. Überwachung der Zugkräfte. Einzugradius prüfen.	● nein	● nein	● ideal	● ideal	● nein	● möglich	● ideal	● ideal	● ja	● ja	● ja	● ja	● möglich	● in beg- renz- ter Röhre möglich
Microtunneling Pressvortrieb und Röhrentrieb		✓	Gesteuerter Pressvortrieb mit Vortriebs- schirm. Bodenabtau an der Vortriebs- bohrung mechanisch mit Bohrspension. Röhreinzug Medienrohr mit / ohne Ring- nummernfüllung.	● ja	● ja	● ideal	● ideal	● möglich	● möglich	● ideal	● möglich	● ja	● ja	● möglich	● möglich	● möglich	● möglich
Press- / Zahn- verfahren mit Hilfsröhren		✓	Hydraulisches Auspressen der Altröhre mit Hilfsröhren. Zurückziehen der Hilfs- röhre und Einziehen der Neu-röhre. Nur Röhre mit mechanischem Aussen- schutz. Zugkräfte sind zu überwachen.	● nein	● nein	● ideal	● ideal	● nein	● möglich	● ja	● ideal	● möglich	● möglich	● nein	● möglich	● möglich	● möglich
Erdsäule		✓	Bohrung durch onemetische Erdsäule														

Typ 1
Typ 2
Typ 3

Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren

Beschädigungen identifizieren und Massnahmen

- Beschädigungen werden in der Kontroll- oder in der Ziel-Grube erkannt.
- Bei Kratzern/ Riefen $<10\%$ der Wanddicke des Medienrohrs sind keine Massnahmen nötig.
- Bei Beschädigungen $>10\%$ der Wanddicke oder grossflächiger Ablösung des Schutzmantels muss das Schadensausmass vor Ort ermittelt werden.
→ Mehr Infos zu Abhilfemassnahmen bei den Herstellern

Mechanische Beschädigungen an PE-Rohren - Fazit

Fazit

- Richtige Wahl des Rohrtyps für das jeweilige Verlegeverfahren
- Mechanische Beschädigungen vermeiden statt beheben
- Aus- und Weiterbildung der Mitarbeitenden ist zwingend notwendig.
- Qualifizierte Mitarbeiter senken Fehlerquote und erhöhen die Qualität der ausgeführten Arbeiten.
- fach- und sachgerecht installierte Trinkwasserrohre weisen eine Lebensdauer von > 100 Jahren auf.

