

**Duktile Gussrohre mit
längskraftschlüssigem
Verbindungssystem
für
Beschneigungsanlagen**



Agenda

1. Grundsätzliches zum Material
2. Herstellungsprozess
3. Warum Schub-/Zugsicherung ?
4. Besonderheiten des Muffensystems
5. Anwendungsbeispiele



Grundsätzliches zum Material

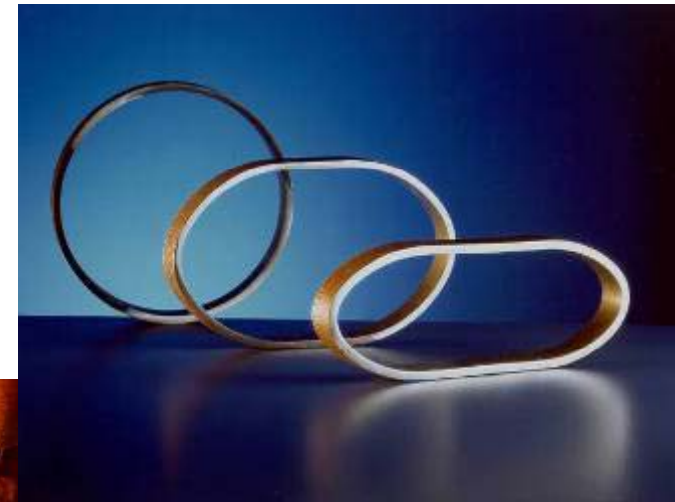
Das Material

Duktiles Gusseisen wird nach den neusten Erkenntnissen der Gusstechnik im Schleudergussverfahren von Buderus TRM / Buderus Guss Wetzlar hergestellt.

Graugussrohre sind schon seit mehr als 500 Jahren erfolgreich im Einsatz.

Werkstoffeigenschaften:

- plastisch verformbar
- biegsam
- dehnbar, streckbar
- besondere Härte
- hohe Lebensdauer



Das Material



Extremste Belastungen des gesamten Rohrsystems möglich.

Die Rohre verformen sich nicht bleibend, sondern gehen wieder in den Ursprungszustand zurück.

Das Material



Scheiteldruckfestigkeit von:

550 N/mm²

entspricht 5.500 kg/cm²

Schwerer Stapler auf 1 cm²



Das Material

Sphäroguss – Rohrsysteme:

➤ Werkstoffkennwerte:

- **Werkstoff:**
Gusseisen mit ferritischer Grundmatrix globular (kugelig) eingelagerter Graphit
- **mechanische Festigkeiten:**

Streckgrenze	Rp0,2	min. 300 N/mm ²
Zugfestigkeit	Rm	min. 420 N/mm ²
Bruchdehnung	A5	min. 10 %
E-Modul		170.000 N/mm ²
Härte Brinell		180 - 220 HB

Herstellungsprozess

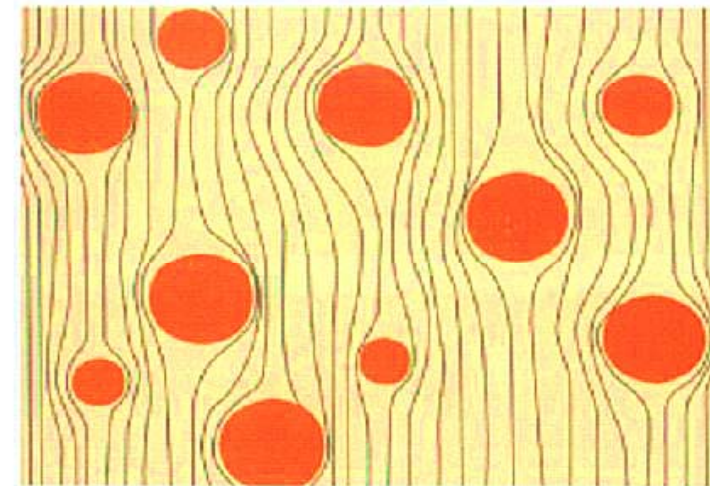
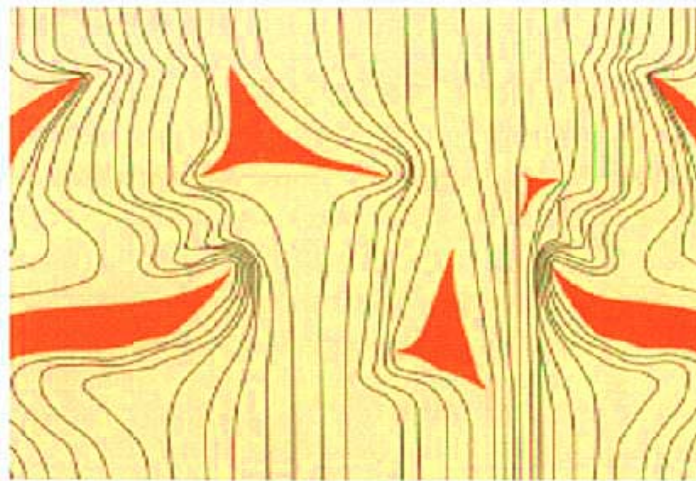


Herstellungsprozeß von duktilen Gussrohren

Im Heißwindkupolofen wird Stahl-, Gussschrott und Roheisen mit Giessereikoks aufgeschmolzen.

Durch Hinzugabe von Magnesium im Konverter wird aus dem zuvor produzierten lamellaren Graphit ein globularer, welcher die speziellen Eigenschaften des duktilen Gusses widerspiegelt.

Gusseisen mit Kugelgraphit hat eine deutlich höhere Festigkeit als Gusseisen mit Lamellengraphit.



Herstellungsprozeß von duktilen Gussrohren

Ab der 2. Hälfte des 19. Jahrhundert waren die halb kontinuierlichen Karussellgießverfahren im Sandguss die am besten industrialisierten Gießverfahren.

U.a. limitiert durch die Länge des produzierten Rohres traten diese durch die Entwicklung des Schleudergießverfahrens um ca. 1926 schnell in den Hintergrund.

Das wesentliche Merkmal des Schleudergießens ist der Einsatz einer metallischen Dauerform, der sogenannten Kokille.

Nennweitenabhängig können somit mehrere Tausend Rohre mit einer Kokille abgegossen werden.

Herstellungsprozeß von duktilen Gussrohren

Durch die plötzliche Abschreckung des heißen, flüssigen Gusseisens an der wassergekühlten Kokille entstehen spezielle Erstarrungsfronten, wodurch das Gefüge besonders feinkörnig und dicht ausfällt.

Nach dem Schleudergussprozess wird das Rohr einem speziellen, die Gefügestruktur umwandelnden Wärmebehandlungsprozess unterzogen. -> deutliche Festigkeitssteigerung

Herstellungsprozeß von duktilen Gussrohren



⏪ Shift CapsLock Home ← End PgUp PgDn End →
End Spacebar Spacebar ⏩ End → ↔ Home →
End NumLock

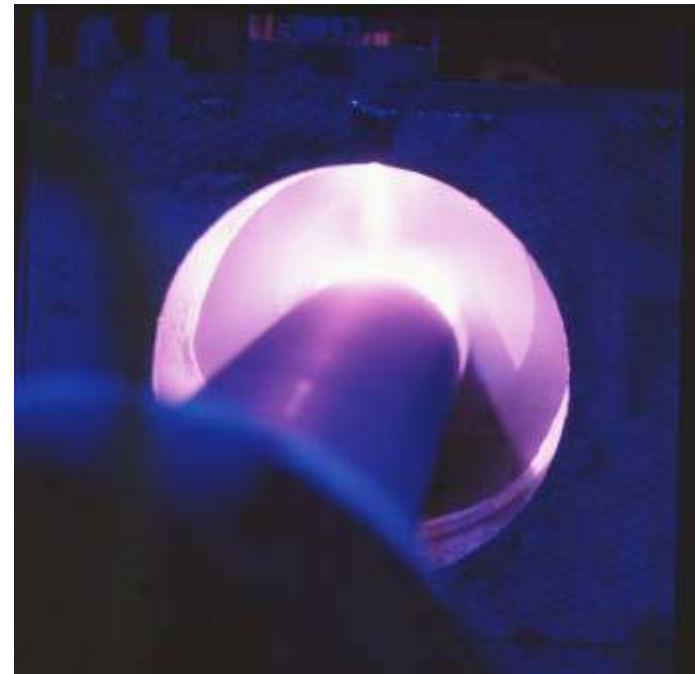
Herstellungsprozeß von duktilen Gussrohren

Buderus

G U S S

GUSSROHR- TECHNIK

Herstellungsprozeß von duktilen Gussrohren



- Aktiver und passiver Korrosionsschutz

Herstellungsprozeß von duktilen Gussrohren



- Höchste Qualität, geringste Fehler – alle Rohre werden Druckgeprüft



Warum Schub-/Zugsicherung ?

Warum Schub- / Zugsicherung

- Hohe Drücke im alpinen Gelände brauchen eine sehr spezielle Absicherung im Leitungsbau.
- > Die Rohrverbindung ist im Optimum gelenkig und längskraftschlüssig
- Das Funktionsprinzip beruht darauf, dass durch geringfügige und auch massive Verlagerungen der Formstücke und Rohre der Erdwiderstand aktiviert wird.
Die entstehenden Kräfte werden über das Erdreich abgeführt, da sich das Rohr mit der Verbindung bewegen kann.

Warum Schub- / Zugsicherung

- Entstehende Seitenschubkräfte des Geländes und auch aufgrund der Abgänge (z.B. 1 MMB entspricht einen 90° Abgang) müssen Kräfte mit > 10 to aufgenommen werden.
- Aufnahme von Druckstößen und deren Ableitung ins Erdreich
- Schwierige Geländetopographie und mittels VRS-T einfacher Verbau möglich

-



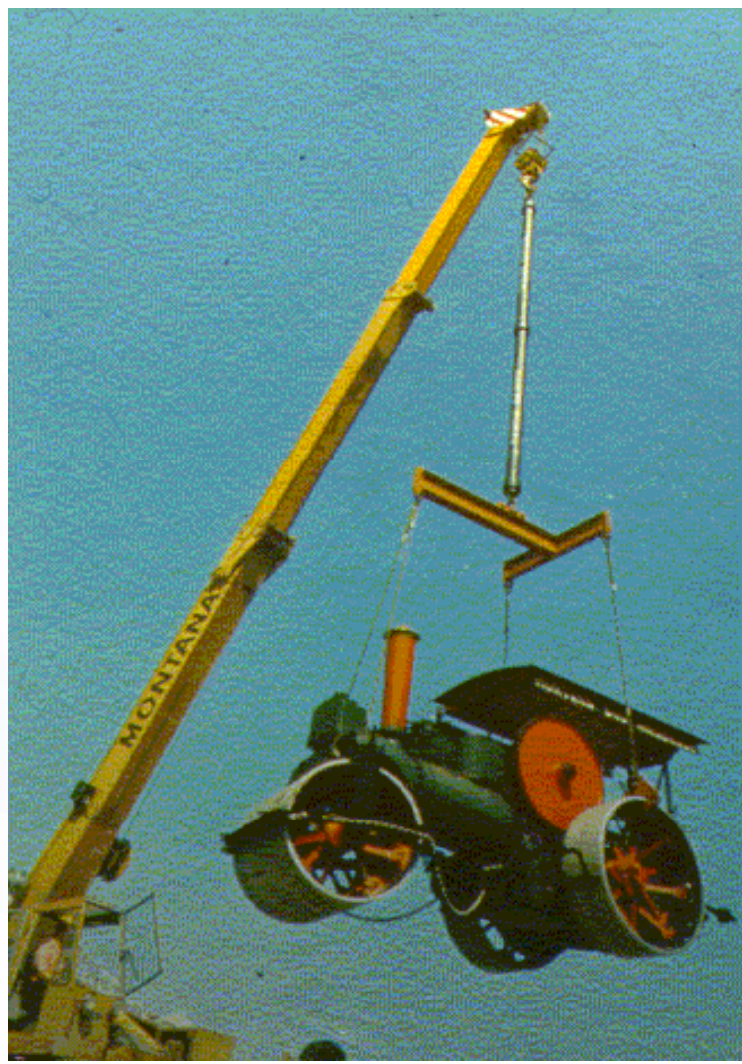
Besonderheiten des Muffensystems

zulässige Zugkräfte

- Berechnungsgrundlage K 9
- Zugkräfte sind für alle Einbauarten gleich (höhere Zugkräfte auf Anfrage)

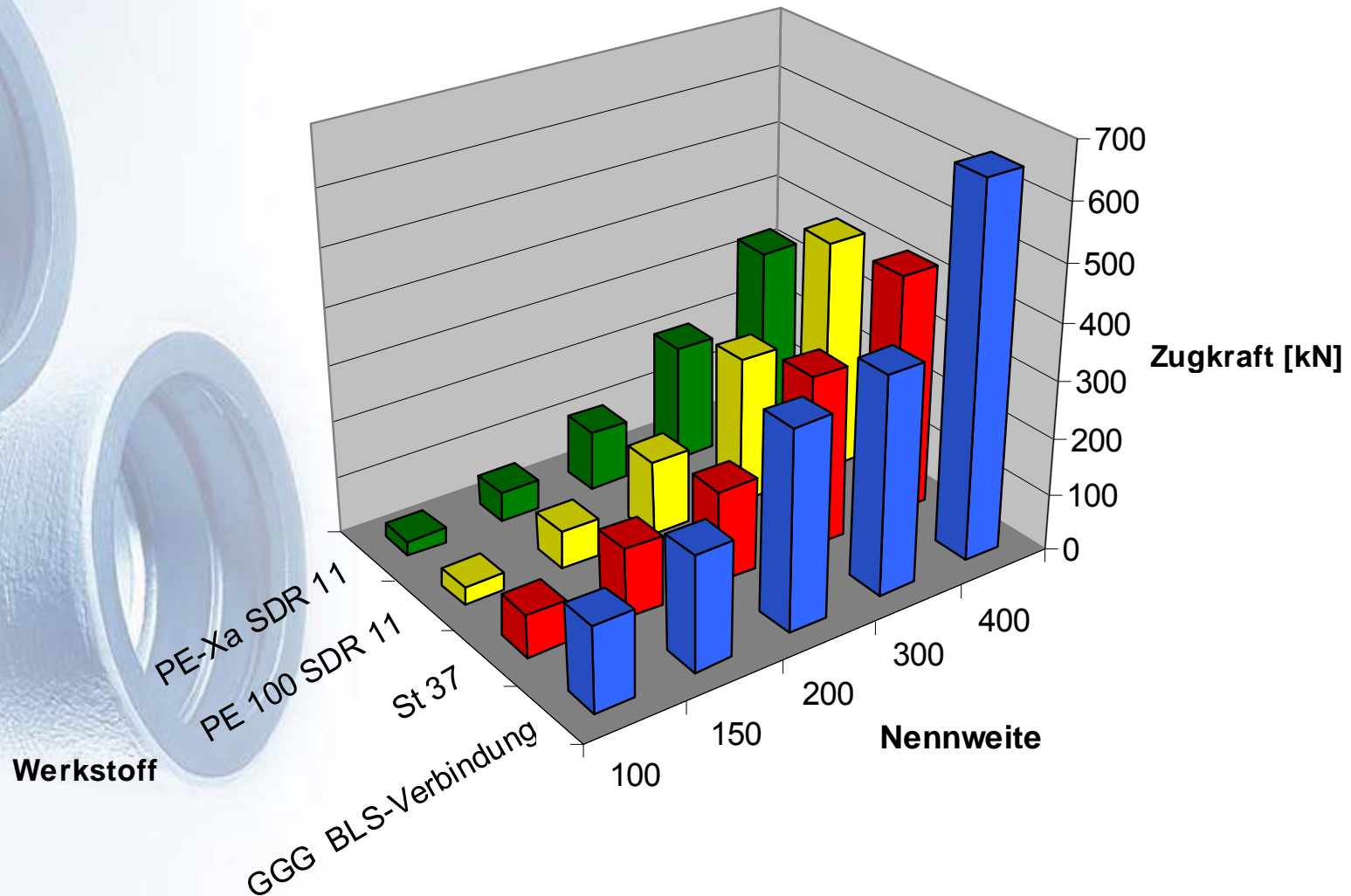
Nennweite DN	Bauteilbetriebs- druck PFA [bar]	zulässige Zugkraft F_z [kN]	Abwinkelbarkeit der Muffen [°]	minimaler Kurvenradius [m]
		DVGW/BGW		
80	110	70/115	5	69
100	100	100/150	5	69
125	100	140/225	5	69
150	75	165/200	5	69
200	63	230/350	4	86
250	44	308/375	4	86
300	40	375/375	4	86
400	30	558/650	3	115
500	30	860/860	2	172
600	25	1200/1525	2	172
700	25	1400/1650	1,5	230
800	16	- / 1460	1,5	230
900	16	- / 1845	1,5	230
1000	10	- / 1560	1,5	230

Duktile Gussrohre für Beschneidungsanlagen



VRS-T
Verbindung
DN300 – 40t

zulässige Zugkräfte -Vergleich

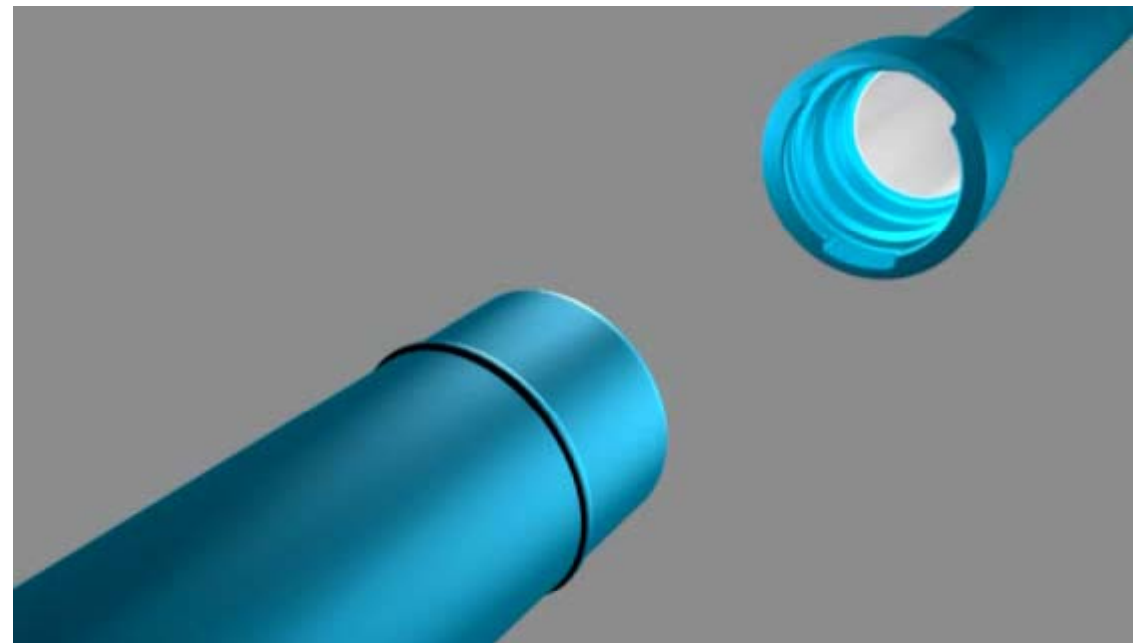


VRS-T Verbindung:

- Hochdruckbeständig bis **100 bar**
- Volles Produktprogramm an Rohren und Formstücken mit der **bewehrten VRS-T Verbindung**
- **Abwinkelbar** bis 5°, spart Formstücke
- Lebensdauer **>50 Jahre**, ausgezeichneter Korrosionsschutz!
- Schnelle, einfache Installation; **kein Schweißen nötig!**



DN 80 – DN 250 DN 300 – DN 500



Anwendungsbeispiele



Duktile Gussrohre für Beschneiungsanlagen



- hohe Lebensdauer < 50 Jahre (bis zu 100Jahre)

Duktile Gussrohre für Beschneiungsanlagen



- Flexible, aber 100%ig dichte Verbindung

Duktile Gussrohre für Beschneiungsanlagen



■ für jedes Terrain, jede Steigung

Duktile Gussrohre für Beschneigungsanlagen



- Installation bei jeder Witterung möglich

Duktile Gussrohre für Beschneiungsanlagen



- Abwinkelbar bis 5° - Formstücke werden gespart

Duktile Gussrohre für Beschneigungsanlagen



- Kein spezielles Bettungsmaterial. Aushub = Wiederverfüllung (bis Korngröße 100mm)

Duktile Gussrohre für Beschneiungsanlagen



- Vollständiges Formstückprogramm! Kein Schweißen, keine betonieren notwendig.

Verlegung:

- kein Einsatz von Fachkräften, Winter-Saisonbedienstete können für die Verlegung geschult werden und stehen somit für die nächste Wintersaison wieder zur Verfügung.
- Verleges Schulung vor Ort durch einen Techniker der TRM.

Benötigt wird:

Mittlerer Bagger inkl. Fahrer + 2 Helfer



Film:

Projekt Oldensattel – Glacier 3000 Schweiz

- Bauzeit ca.14 Wochen
- 11,5 km Gussleitungen DN100 – DN250 (28km Kunststoffleitungen)
- 100 bar Druck
- 2000m – 2700m Seehöhe
- 4,6 Mio. € Baukosten Rohrleitungen
- ca. 250h Betriebsdauer pro Jahr

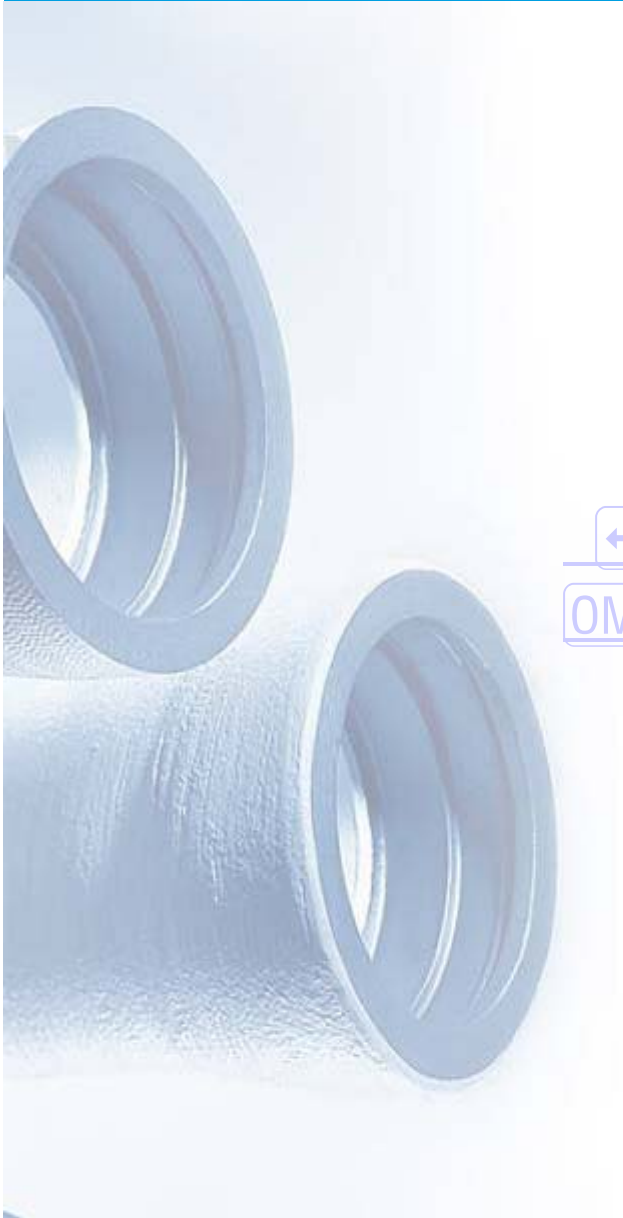
Seeleitung

6 km durchs Gelände

Tunnelleitung 260m

Felsleitung 270m

Beschneiungsleitung mit 62 Abgängen 4km



← CapsLock End → F3 F10 F10 F10 -
OMNI ← PgDn End NumLock Spacebar ↑ ↑ End ← Ctrl



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Berechnung Rohrleitung



Berechnung Rohrleitung

(schematisch)

- Wasserbedarf
- Fördermenge
- Fließgeschwindigkeiten
- Druckverluste
- Förderhöhe
- max. Drücke

Wahl des DN

Wahl der K-Klasse



Wasserbedarf:

Wasserbedarf Grundbeschneiung:

Schneebedarf

$$\left(\text{Pistenfläche [m}^2\text{]} \times \text{Schneehöhe [m]} + \text{Verluste [\%]} \right) \times \text{Schneedichte [kg/m}^3\text{]} / 1000 = \text{Wasserbedarf [m}^3\text{]}$$

Verluste: Wind, Verdampfung, neben der Piste
Schneedichte: Maschinenschnee zw. 400 & 500 kg/m³

Fördermenge:

$$\text{Durchsatzleistung Schneeerzeuger [l/s]} \times \text{Schneeerzeuger [Stk.]} = \text{Fördermenge [l/s]}$$

Durchsatz: Lanzen 1,5 – 3 l/s, ND 2,5 – 7 l/s, bzw. lt. Hersteller

bzw.

$$\text{Wasserbedarf [m}^3\text{]} / \text{Schneizeit [h]} = \text{Fördermenge [m}^3\text{/h]}$$

$$\text{Fördermenge [m}^3\text{/h]} / 3,6 = \text{Fördermenge [l/s]}$$

Druckverlusttabellen:

Tabellen für die hydraulische Bemessung von duktilen Gussrohrleitungen mit Zementmörtelauskleidung

$k_j = 0,1 \text{ mm}$ (Fern- und Zubringerleitungen)

$k_j = 0,4 \text{ mm}$ (Hauptleitungen)

$k_j = 1,0 \text{ mm}$ (Versorgungsleitungen)



Q = Durchfluss
(Volumenstrom in l/s)

v = Fließgeschwindigkeit

**J_v = Gefälls- oder Druckhöhenverlust auf
1000m Rohrlänge – m/km**

Q	DN 125				DN 150				Q
	v	k _f =0,1 J	k _f =0,4 J	k _f =1,0 J	v	k _f =0,1 J	k _f =0,4 J	k _f =1,0 J	
15,00	1,21	12,57	16,47	21,25	0,84	4,988	6,329	8,033	15,00
15,5	1,25	13,38	17,57	22,68	0,87	5,303	6,747	8,571	15,5
16,0	1,29	14,22	18,70	24,15	0,89	5,630	7,179	9,126	16,0
16,5	1,33	15,07	19,86	25,67	0,92	5,967	7,623	9,699	16,5
17,0	1,37	15,96	21,06	27,24	0,95	6,313	8,081	10,29	17,0
17,5	1,41	16,87	22,30	28,85	0,98	6,668	8,552	10,90	17,5
18,0	1,45	17,80	23,57	30,51	1,01	7,033	9,037	11,52	18,0
18,5	1,49	18,76	24,88	32,22	1,03	7,407	9,535	12,17	18,5
19,0	1,53	19,74	26,22	33,97	1,06	7,791	10,05	12,83	19,0
19,5	1,57	20,75	27,59	35,77	1,09	8,184	10,57	13,50	19,5
20,0	1,61	21,78	29,01	37,62	1,12	8,587	11,11	14,20	20,0
20,5	1,65	22,83	30,45	39,51	1,14	8,999	11,66	14,91	20,5
21,0	1,69	23,91	31,93	41,45	1,17	9,421	12,22	15,64	21,0
21,5	1,74	25,02	33,45	43,44	1,20	9,852	12,8	16,39	21,5
22,0	1,78	26,15	35,00	45,47	1,23	10,29	13,39	17,15	22,0
22,5	1,82	27,31	36,59	47,54	1,26	10,74	14,00	17,93	22,5
23,0	1,86	28,49	38,21	49,67	1,28	11,2	14,61	18,73	23,0
23,5	1,90	29,69	39,87	51,84	1,31	11,67	15,24	19,55	23,5
24,0	1,94	30,92	41,56	54,06	1,34	12,15	15,89	20,38	24,0
24,5	1,98	32,17	43,29	56,32	1,37	12,64	16,55	21,24	24,5
25,0	2,02	33,45	45,06	58,63	1,40	13,13	17,22	22,10	25,0
25,5	2,06	34,75	46,85	60,99	1,42	13,64	17,90	22,99	25,5
26,0	2,10	36,08	48,69	63,39	1,45	14,16	18,60	23,89	26,0
26,5	2,14	37,43	50,56	65,84	1,48	14,68	19,31	24,82	26,5
27,0	2,18	38,81	52,46	68,34	1,51	15,22	20,03	25,75	27,0

Fließgeschwindigkeit:

v [m/s] sollte um die 2 m/s liegen

Werden bei Rohrleitungen große DN gewählt, so ergeben sich durch kleine Widerstände geringere Pumpkosten, aber höhere Baukosten.

Werden bei Rohrleitungen kleine DN gewählt, so ergeben sich größere Widerstände daher höhere Pumpkosten, aber geringere Baukosten.

Annahme: $Q = 24 \text{ l/s}$

Rohrleitungswahl DN125



Q	DN 125				DN 150				Q
	v	$k_f=0,1$ J	$k_f=0,4$ J	$k_f=1,0$ J	v	$k_f=0,1$ J	$k_f=0,4$ J	$k_f=1,0$ J	
15,00	1,21	12,57	16,47	21,25	0,84	4,986	6,329	8,033	15,00
15,5	1,25	13,38	17,57	22,68	0,87	5,303	6,747	8,571	15,5
16,0	1,29	14,22	18,70	24,15	0,89	5,630	7,179	9,126	16,0
16,5	1,33	15,07	19,86	25,67	0,92	5,967	7,623	9,699	16,5
17,0	1,37	15,96	21,06	27,24	0,95	6,313	8,081	10,29	17,0
17,5	1,41	16,87	22,30	28,85	0,98	6,668	8,552	10,90	17,5
18,0	1,45	17,80	23,57	30,51	1,01	7,033	9,037	11,52	18,0
18,5	1,49	18,76	24,88	32,22	1,03	7,407	9,535	12,17	18,5
19,0	1,53	19,74	26,22	33,97	1,06	7,791	10,05	12,83	19,0
19,5	1,57	20,75	27,59	35,77	1,09	8,184	10,57	13,50	19,5
20,0	1,61	21,78	29,01	37,62	1,12	8,587	11,11	14,20	20,0
20,5	1,65	22,83	30,45	39,51	1,14	8,999	11,66	14,91	20,5
21,0	1,69	23,91	31,93	41,45	1,17	9,421	12,22	15,64	21,0
21,5	1,74	25,02	33,45	43,44	1,20	9,852	12,8	16,39	21,5
22,0	1,78	26,15	35,00	45,47	1,23	10,29	13,39	17,15	22,0
22,5	1,82	27,31	36,59	47,54	1,26	10,74	14,00	17,93	22,5
23,0	1,86	28,49	38,21	49,67	1,28	11,2	14,61	18,73	23,0
23,5	1,90	29,69	39,87	51,84	1,31	11,67	15,24	19,55	23,5
24,0	1,94	30,92	41,56	54,06	1,34	12,15	15,89	20,38	24,0
24,5	1,98	32,17	43,29	56,32	1,37	12,64	16,55	21,24	24,5
25,0	2,02	33,45	45,06	58,63	1,40	13,13	17,22	22,10	25,0
25,5	2,06	34,75	46,89	60,99	1,42	13,64	17,90	22,99	25,5
26,0	2,10	36,08	48,76	63,39	1,45	14,16	18,60	23,89	26,0
26,5	2,14	37,43	50,66	65,84	1,48	14,68	19,31	24,82	26,5
27,0	2,18	38,81	52,46	68,34	1,51	15,22	20,03	25,75	27,0

$v = 1,94 \text{ m/s}$

Druckverluste:

Der Druckverlust ist die durch Wandreibung und innere Reibung in Rohrleitungen, Formstücken, Armaturen usw. entstehende Druckdifferenz.

Leitungslänge [m] x Verluste J_v [m/km] / 1000 = Druckverluste [m]

Benötigte Druckstufe:

Förderhöhe:

Höchster Schneipunkt [m] – Höhe Teich [m] + Druckverluste [m] + Schneidruck [m] = Förderhöhe [m]

Förderhöhe [m] / 10 = benötigte Bar [bar]

Druck tiefster Schneipunkt:

Höhe Teich [m] – tiefster Schneipunkt [m] + Förderhöhe [m] = Druck tiefster Schneipunkt [m]

Druck tiefster Schneipunkt [m] / 10 = maximaler Druck in der Rohrleitung [bar]

Verluste: Rohr- und Armaturenverluste aus Druckverlusttabellen (Auszug aus Produktkatalog – Anwendungsbereich Beschneigungsanlagen – Buderus Tiroler Röhren)

Schneidruck: gewünschter Druck am höchsten Punkt, (Lanzen ~20bar, ND-Anlagen ~15bar – bzw. lt. Herstellerangaben)

Wahl der K-Klasse:

K-Klassen laut EN 545

Die Nenngusswanddicke der Rohre und Formstücke ergibt sich in Abhängigkeit von der Nennweite DN nach der folgenden Gleichung, mit einem Mindestwert von 6 mm für Rohre und 7 mm für Formstücke

$$e = K (0,5 + 0,001 DN)$$

Achtung: DN 400 -500
Formstücke bis 30 bar!

DR-VRS-T DN 80	K9/K10	PN 100
DR-VRS-T DN 100	K9/K10	PN 63
DR-VRS-T DN 100	K11	PN 100
DR-VRS-T DN 125	K9/K10	PN 63
DR-VRS-T DN 125	K12	PN 100
DR-VRS-T DN 150	K9/K10	PN 63
DR-VRS-T DN 150	K14	PN 100
DR-VRS-T DN 200	K9	PN 40
DR-VRS-T DN 200	K11	PN 63
DR-VRS-T DN 200	K16	PN 100
DR-VRS-T DN 250	K9	PN 40
DR-VRS-T DN 250	K12	PN 63
DR-VRS-T DN 250	K18	PN 100
DR-VRS-T DN 300	K9	PN 40
DR-VRS-T DN 300	K13	PN 63
DR-VRS-T DN 300	K20	PN 100
DR-VRS-T DN 400	K9	PN 40
DR-VRS-T DN 400	K13	PN 63
DR-VRS-T DN 500	K9	PN 25
DR-VRS-T DN 500	K10	PN 40
DR-VRS-T DN 500	K14	PN 63

Auszug aus der Referenzliste

Österreich

Kitzbühel Bergbahnen - Tirol, Nassfeld - Kärnten, Planai Hochwurzenbahnen - Schladming Stmk., Bad Kleinkirchheim - Kärnten, Saalbach Hinterglemm - Sbg., Arlberger Bergbahnen - St.Anton a.Arlberg Tirol, Silvretta Seilbahnen - Ischgl Tirol, Fisser Bergbahnen - Fiss Tirol, Mayrhofner Bergbahnen - Tirol, Zauchensee Liftgesellschaft - Radstatt Sbg., Komperdell Seilbahnen - Serfaus Tirol, ...

Italien

Corvara, Cime Bianche, Bardell, Val Veny, Col de Joux, Rosskopf, Camporosso, Alleghe Funivie - Alleghe, Sofma, Martello Biathlon Center, Olang Bergbahnen – Olang, Carosello Folgaria Sommo Alto Passo – Folgaria, Funivie Piccolo San Bernardo - La Thuile, Funivie San Vigilio di Marebbe – Marebbe, Faloria - Cortina d'Ampezzo, ...

Schweiz

Jungfraubahnen – Grindelwald, Sportbahnen Melchsee-Frutt – Kerns, Schneeanlage St.Moritz, Savognin, Bergün, Brigels Bergbahnen, Elsigenalp, Zermatt Bergbahnen, Grächen Bergbahnen, Bergbahnen Oberengadin, Gondelbahn Grindelwald, Laax Bergbahnen, ...

Deutschland

Schilift Eck-Riedelstein – Arrach, Willingen Mühlkopfschanze, Klingental Schwarzbegschanze, Winterberg, Bödefeld, Lenggries Brauneckbahnen, Alpenbahnen Spitzigsee, Bayrische Zugspitzbahnen, Berchtesgadener Bergbahnen, Todtnau Muggenbrunn, Erlbach, ...

Südost-Europa

Bukovel – Ukraine, Siriys - Ukraine, Plaj - Ukraine, Borzhavskaja Jalyna - Ukraine, Bjelasnice Sarajevo - Bosnien Herzegowina, Ski Kozuf - Mazedonien, Ski Zabava - Slowakische Republik, Meander Skipark - Slowakische Republik, Smrzovka - Tschechische Republik, Szokolya – Ungarn, Krvavec – Slowenien, Aleko Spor – Bulgarien, Sochi – Russland,...

USA:

Aspen, Banff – Lake Louise, Steamboat, Vail, Beaver Creek, Whitetail, Snowbird, ...

Rest of the World:

Kveoja – Island, Skagafjordur - Island, Phoenix Park ski resort – Südkorea, Kvittfjell Alpinanlegg – Norwegen, Hovden Schicenter - Norwegen, Sochi – Russland, ...



Buderus

TIROLER RÖHREN

Tiroler Röhren- und Metallwerke AG
Innsbrucker Straße 51
A- 6060 Hall in Tirol

DI Stefan Sterr
Head of special products
Phone: 0043 5223 503 442
Mobile: 0043 664 611 21 56
Fax: 0043 5223 436 19
E-mail: stefan.sterr@trm.at