

Entwässerung

Technisches Handbuch 2016 | Drucklose Rohre
für die Kanalisation und Liegenschaftsentwässerung

Juli 2016

JANSEN

Inhaltsverzeichnis

Verständigung

Abkürzungen	7
Lateinische Buchstaben	7
Griechische Buchstaben	9
Einheiten	10
Umrechnung Volumen	10
Umrechnung Druckeinheit	10
Eigenschaften von Jansen Kunststoffrohren	10
Aufbau	10
Mechanische Eigenschaften	11
Thermische Eigenschaften	11
Elektrische Eigenschaften	11

Allgemeines

Werkstoff	12
Polypropylen PP	12
Polypropylen PP-HM	12
Polypropylen PP-QD	12
Polyethylen PEHD	12
Molekularer Aufbau	12
Anwendungskennzeichen U/UD	12
Masse / Baulängen	13
Polypropylen PP	13
Polyethylen PEHD	13
Anwendungsbereich	14
Verfügbarkeit	14
Auswahlkriterien	14
Kennzeichnung	14
Normierung	15
Normen für die Planung und Ausführung	15
Produktnormen	15
Richtlinien	15
Zulassung	15

Lebensdauer	15
--------------------	-----------

Wirtschaftlichkeit	15
---------------------------	-----------

Beständigkeit	
Witterungsbeständigkeit	16
Temperaturbeständigkeit	16
Korrosionsbeständigkeit	16
Chemische Beständigkeit	16
Abrieb	16
Ablagerung	16

Ökologie	16
-----------------	-----------

Brandverhalten	16
-----------------------	-----------

Einteilung von Entwässerungsrohren

Einteilung nach Rohrserien S	17
-------------------------------------	-----------

Einteilung nach SDR	17
----------------------------	-----------

Einteilung nach Ringsteifigkeit SN	17
---	-----------

Normierte Ringsteifigkeit	17
----------------------------------	-----------

Beziehung zwischen Rohrserie und Ringsteifigkeit	18
--	----

Devisierung von Entwässerungsleitungen	18
---	-----------

Abkürzungen und Definitionen	18
------------------------------	----

Einleitung	18
------------	----

Definition der Rohrtypen mit strukturiertem Wandaufbau	18
--	----

Ausschreibungstexte	18
---------------------	----

Auszug aus NPK 237 D/05	19
-------------------------	----

Zulässige Druckbelastungen für Entwässerungsrohre	21
--	-----------

Innerer Überdruck	21
-------------------	----

Innerer Unterdruck; äusserer Überdruck	21
--	----

Innerer Unterdruck	21
--------------------	----

Äusserer Überdruck	21
--------------------	----

Betonierdruck	22
---------------	----

Verbindungstechnik

Steckmuffe	23
Montage der Steckmuffenverbindung	23
Verschweissungen	24
Anwendung	24
Heizelement Stumpfschweissung (HSS)	24
Heizwendel Schweissung (HSM)	24
Flanschverbindung	26
Anwendung	26
Montage	26
VPC Rohrkupplung	26
Ausführung	26
Anwendung	26
Montageanleitung < DN 300	27
Montageanleitung ≤ DN 300	28
Übergang von dickwandigen Betonrohren auf Kunststoff	28
Verlegetechnik	
Normen/Richtlinien	29
Begriffe	29
Transport und Lagerung	29
Verlegeprofile	30
Überdeckungshöhe H	30
Grabenbreite SB	30
Anforderungen an die Rohrumhüllung	31
Bettungsschicht HU	31
Verdämmung VD	32
Abdeckung HA	32
Schutzschicht HO	32
Verfüllung	32
Richtungsänderungen	33
Schächte	33
Formstücke	33
Biegeradien	33

Gefälle	33
Normanforderungen	33
Steilleitungen	33
Schachtanschlüsse	34
An NBR-Schächte	34
An JANSEN Systemschächte	34
Anschlüsse an bestehende Leitungen	34
Einbau Hausanschlusssättel	35
Connex	35
Fabekun	36
Einbau Abzweiger	37
Einbau Sattel verschweisst	37
Abdichten bei Mauerdurchführung	38
Freiverlegte Leitungen	38
Einfluss der Temperatur	38
Montage mit Biegeschenkel	39
Rohrschellenabstände	41
Tragschalen	42
Starre Montage	42
Fixpunkte	42
Isolierte Leitungen	43
Einsatzgebiete	43
Ausführungsvarianten	43
Mediumrohre	43
Schutzrohre	43
Verbindungen	43
Isolation	44
Bogen	44
Rohrbegleitheizung	44
Ausschreibungstexte	44
Verlegung	45
Aufhängungen	45
Ausdehnung	45
Richtungsänderung	45
Dimensionierung	46

Doppelrohrsystem	47
Einsatzgebiete	47
Schutzzonen	47
Ausführung	47
Verbindungen	48
Schächte im Doppelrohrsystem	48
Ausschreibungstexte Doppelrohrsystem	49
Verlegung	49
Dichtheitsprüfung	49

Dichtheitsprüfung	50
--------------------------	-----------

JANSEN Schachtsysteme

Einsatzgebiete	51
-----------------------	-----------

Systembeschreibung	51
---------------------------	-----------

Lieferprogramm / Schachtelemente	52
Systemschächte aus Polypropylen PP	52
Systemschächte aus Polyethylen PE	53

Transport und Lagerung	54
-------------------------------	-----------

Allgemeine Hinweise	54
----------------------------	-----------

Montage und Einbau Schacht	54
Bettung	54
Schachtboden / Rohranschluss	54
Verbindung von Schachtbauteilen	55

Verfüllmaterial	55
------------------------	-----------

Verfüllung und Verdichten	55
----------------------------------	-----------

Höhenanpassung	56
-----------------------	-----------

Nachträglicher Anschluss an Schachtring	56
--	-----------

Einbau Abdeckung	56
Betonauflagering mit Abdeckung	56

Einwalzbare Abdeckplatte	57
---------------------------------	-----------

Betonabdeckplatte	57
--------------------------	-----------

GeruchsfILTER	57
----------------------	-----------

Haftung bei Mängeln	57
----------------------------	-----------

Abdeckplatte mit BEGU Abdeckung	57
--	-----------

Betonauflagering mit BEGU Abdeckung	57
--	-----------

Druckbrächerschächte	58
-----------------------------	-----------

Schächte für Gewässerschutzzonen	58
---	-----------

Spezialitäten	58
----------------------	-----------

Rohrstatik	
Allgemeines	59
Einleitung	59
Statisches Verhalten	59
Grundlagen	60
Rohrkennwerte	60
Einfluss Ringsteifigkeit	60
Rechenwerte	60
Verlegeprofil	60
Einfluss Grabenform	60
Bodenkennwerte	61
Bodenklassifikation (Feldmethode)	61
Raumgewicht Auffüllmaterial	61
Horizontales Verformungsmodul EB	61
Einfluss des gewachsenen Bodens	62
Ziehen von Spriessungen	62
Belastungen	62
Erdlasten	62
Verkehrslasten	63
Auflasten	66
Statische Berechnung	67
Die Systemfestigkeit	67
Verformungsmodule	67
Nachweise	67
Tragsicherheit	68
Bemessungswert der Beanspruchung	68
Gebrauchstauglichkeit	68
Beanspruchung	68
Biegegewiche Rohre	69
Tragsicherheitsnachweis	69
Gebrauchstauglichkeit	70
Spannungsnachweis	70
Deformationsnachweis	70
Biegesteife Rohre	71
Verlegeprofile	71
Tragsicherheit	71
Gebrauchstauglichkeit	72
Betoneigenschaften	72
Kontrolle statische Berechnungen	72
Beispiele	73

Hydraulik	
Anfallende Abwassermenge	77
Schmutzwasserabfluss	77
Liegenschaftsentwässerung	77
Regenwasser	78
Schmutzwasserabfluss	78
Siedlungsentwässerung	
Regenwasseranfall	79
Siedlungsentwässerung	
Querschnitt-Dimensionierung	81
Fließformeln	81
Materialkennwerte	82
Teilfüllung	82
Nennweitenbestimmung	83
Stelleitungen	83
Nomogramme	84
JANSEN ottimo Kanalrohr aus PP-QD	84
JANSEN nuovo Kanalrohr aus PP-HM	85
JANSEN bianco Kanalrohr aus PEHD	86
Nomogramm Stelleitungen	87
Hydraulik-Beispiele	88
Randbedingungen aus Normen	89
Minimale Nennweiten	89
Grundstückentwässerung	
Minimale Nennweiten Kanalisation	89
Gefälle Grundstückentwässerung	89
Gefälle Kanalisation	90
Minimale Fließgeschwindigkeit	90
Zulässige Abflussbelastung (Q_{max}) für Abwasserleitungen	90
Schluckvermögen von Sickerleitungen	91
Versickerungsvolumen bei Versickerungsrohren	91
Geschlitzte Drainagerohre	92
Qualitätsvorschriften	92
Optimierte Wassereintrittsfläche	92
Langzeitverhalten	92
Hochdruckspühlverfahren	92

Verständigung

Abkürzungen

Lateinische Buchstaben		Einheit
A	Querschnittfläche	mm ² ; m ²
A ₁	Beiwert für Auflasten	-
A ₂	Spannungsbeiwert Dammbedingung	-
ATV	Abwassertechnische Vereinigung (DE)	
a, a'	Verdämmungsabstand	m
B	Grabenbreite auf Rohrscheitelhöhe	m
B _R	Ortskonstante	min
C	Gesamtbetriebs-Koeffizient (Sicherheitsfaktor)	-
C	Luftkonzentration	-
C ₁	Ausladungszahl	-
C ₂	Setzungs-Durchbiegungsziffer	-
C ₃	Ausladungsziffer	-
C _L	Werkstoffkonstante	
CR	Classe de résistance, entspricht SN	kN/m ²
c	Wandstärke des Tragelementes	mm
D	Anwendungsbereich unterhalb Gebäude	
DE'	Aussendurchmesser des Tragelementes	mm
DN	Nennweite	mm
DN/OD	Nomineller Durchmesser, aussen kalibriert	mm
DN/ID	Nomineller Durchmesser, innen kalibriert	mm
D _{Pr}	Verdichtungsgrad nach Proctor	%
DU	Schmutzwasserwert	l/s
d	mittlerer Rohrdurchmesser d _n - e _n	mm
de	Aussendurchmesser, alte Bezeichnung entspricht d _n	mm
d _n	Nomineller Aussendurchmesser	mm
d _i	Rohrinnendurchmesser	mm
E _B	Verformungsmodul des Bodens	N/mm ²
EN	Europäische Norm	
ENV	Europäische Vornorm	
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (weiches Dichtungsmaterial)	
E _{R, lang}	Kriechmodul des Rohrmaterials (Langzeit-Elastizitätsmodul)	N/mm ²
E _{R, kurz}	Verformungsmodul des Rohrmaterials (Kurzzeit-Elastizitätsmodul)	N/mm ²
e _n	Nominelle Wanddicke	mm

F _A	Fläche des Teileinzugsgebietes	ha
F _R	Rohrwandfläche im Längsschnitt	mm ²
f	Faktor in Abhängigkeit des Verlegeprofils	
f	Durchbiegung	mm
G _m	Eigenlast	N/mm ²
g	Eigengewicht	N/mm ³
g	Erdbeschleunigung ~9.81	m/s ²
H	Überdeckungshöhe über Rohrscheitel	m
HA	Höhe der Abdeckung	m
HO	Höhe der Schutzschicht	m
HU	Höhe der Bettungsschicht	m
HSM	Heizwendelschweissmuffe gemäss Definition im NPK 237	
HSS	Heizelementstumpfschweissung gemäss Definition im NPK 237	
Hw	Höhe des Grundwasserspiegels	m
h	Mittlere Fliesstiefe normal zur Kanalachse	mm; m
h _T	Teilfüllungshöhe	mm; m
I	Trägheitsmoment	mm ⁴
ID	Innen kalibrierte Rohre	mm
ISO	International Organization for Standardization	
Js	Sohlengefälle	-
Je	Energieliniengefälle	-
J _R	Restgefälle	-
K	Wärmegrad Kelvin	K
K	Faktor der Betonkonsistenz	-
K1	Tabellenwert	-
kN	Kilonewton	kN
Ks	Hydraulischer Widerstandsbeiwert	m ^{1/2} /s
K _R	Ortskonstante abhängig von der Häufigkeit z _R	
k	Stützfaktor in Abhängigkeit der Rohrserie und der Bodenverdichtung	
k	Korrekturwert Wasserzugabe	
kb	Rauigkeitswert	mm

I	Betrachteter Rohrabschnitt	mm
L_B	Länge Biegeschenkel	mm
L_{RS}	Rohrschellenabstand	mm
M	Biegemoment	Nm
MFR	Schmelzindex (Melt Flow Rate)	g/10'
NBR	Nitril Butadien Kautschuk	
NBR	Normal-Betonrohr	
NPK	Norm Positionen Katalog der Schweizer Bauwirtschaft	
NW	Nennweite als kennzeichnendes Merkmal zueinander passender Rohrteile	mm
OD	Aussen kalibrierte Rohre	
PE	Polyethylen	
PE-R	Polyethylen Rohr gemäss Definition in NPK 237	
PE-S	Polyethylen Sickerrohr gemäss Definition in NPK 237	
PEHD	Polyethylen hoher Dichte	
PP	Polypropylen	
PP-HM	Polypropylen hochmodular	
PP-QD	Polypropylen verstärkt (Q)	
PP-R	Polypropylen Rohr gemäss Definition im NPK 237	
PP-S	Polypropylen Sickerrohr gemäss Definition im NPK 237	
prEN	Provisorische europäische Norm	
p	Auflast	kN/m ²
p_{cr}	Kritischer Beuldruck	N/mm ²
$p_{k,zul}$	Zulässiger Beuldruck	N/mm ²
ph	Hydrostatischer Druck	N/mm ²
pv1	Betondruck in Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit	N/mm ²
pv2	Betondruck unter Berücksichtigung der Steiggeschwindigkeit	N/mm ²
p_w	Rohrbelastung infolge Wasserdruck	kN/m ²
$p_{w,d}$	Bemessungswert des hydrostatischen Druckes	
Q	Abfluss	m ³ /s; l/s
Q_{Dim}	Bemessungsabfluss	m ³ /s
Q_G	Wasser-Luft-Gemisch	m ³ /s
Q_{max}	Zulässige Abflussbelastung	m ³ /s
Q_r	Einwirkung	N/mm ²
Q_T	Abfluss bei Teilfüllung	m ³ /s
Q_V	Abfluss bei voller Füllung	m ³ /s

q	Auflast als Flächenlast	kN/m ²
q_{Bl}	Beulwiderstand	N/mm ²
q_{Br}	Scheitelbruchlast	kN/m
q_{ds}	Bemessungswert der Beanspruchung als Flächenlast	N/mm ²
q_{ds}^*	Bemessungswert der Beanspruchung als Linienlast	kN/m ²
q_s	Vertikale Belastung auf Höhe des Rohrscheitels	kN/m ²
q_{s1}	Vertikale Rohrbelastung auf Höhe des Rohrscheitels infolge Erdlast	kN/m ²
q_{s2}	Vertikale Rohrbelastung auf Höhe des Rohrscheitels infolge Verkehr	kN/m ²
q_{SG}	Ersatzbeanspruchung infolge Eigenlast	kN/m ²
q_{ser}	Gleichmässige Flächenlast aller vertikalen Einwirkungen Q_{ser} im Rohrscheitel	N/mm ²
q_{SW}	Ersatzlast infolge Grundwasser	kN/m ²
R	Tragwiderstand des Kanalisationsbauwerkes	
Rh	Hydraulischer Radius	m
r	Regenspende	l/(s • ha)
S	Serie (Rohreinteilung)	
S	Gesamtbetriebskoeffizient (Sicherheitsfaktor)	
SB	Sohlenbreite	m
SF_{kurz}	Systemfestigkeit (Verformung)	
SF_{lang}	Systemfestigkeit (Kriechen)	
S_d	Bemessungswert der Beanspruchung	
SDR	Standard Dimension Ratio	
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architekten- Verein	
SI/VKF	Sicherheitsinstitut / Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen	
SN	Schweizer Norm	
SN	Stiffness Number (Ringsteifigkeit)	kN/m ²
SNV	Schweizerische Normen Vereinigung	
STM	Steckmuffe gemäss Definition in NPK 237 D/05	
STZ	Steinzeugrohr	
SVGW	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches	
T	Grabentiefe	m
T_R	Regendauer	min
T_V	Verlegetemperatur	°C
T_1	Maximale Betriebstemperatur	°C
T_2	Minimale Betriebstemperatur	°C

U	Benetzter Umfang (Hydraulik)	m
U	Anwendungsbereich ausserhalb Gebäude	
U1	Normalverlegeprofile U-Gräben	
U3	Normalverlegeprofile U-Gräben	
U4	Normalverlegeprofile U-Gräben	
U _T	Hydraulischer Umfang bei Teilfüllung	mm; m
UD	Anwendungsbereich ausserhalb (U) und unterhalb (D) Gebäude	
USCS	Unified Soil Classification System (Bodenklassifizierung)	
UV	Ultraviolett Strahlung der Sonne	
V1	Normalverlegeprofile V-Gräben	
V3	Normalverlegeprofile V-Gräben	
V4	Normalverlegeprofile V-Gräben	
VD	Höhe der Verdämmung	m
VKR	Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile	
VPC	Rohrkupplung zur Verbindung verschiedener Werkstoffe	
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute	
v	mittlere Fliessgeschwindigkeit	m/s
v _g	Geschwindigkeit Wasser-Luft-Gemisch	m/s
v _{min}	Minimale Fliessgeschwindigkeit	m/s
v _T	Mittlere Fliessgeschwindigkeit bei Teilfüllung	m/s
v _v	Fliessgeschwindigkeit bei voller Füllung	m/s
W	Widerstandsmoment	mm ³
x	Deformation des vertikalen Rohrdurchmessers	mm
ZE	Einbauziffer	
z	Füllungsgrad	
z _R	Anzahl Jahre, innert welcher die Intensität r einmal erreicht oder überschritten wird	a

Griechische Buchstaben		Einheit
α	Längenänderungskoeffizient	mm/m • K
β	Böschungswinkel	°
β _{bz}	Biegezugfestigkeit des Betons	N/mm ²
γ _E	Raumgewicht des Auffüllmaterials	kN/m ³
γ _G	Lastfaktor	
γ _Q	Lastfaktor	
γ _W	Raumgewicht Wasser	kN/m ³
γ _R	Widerstandsbeiwert	
ΔL	Längenänderung	mm
ΔT	Temperaturdifferenz	°C; K
ε	Dehnung (Längenänderung pro Längeneinheit)	
σ	Spannung	N/mm ²
σ _{Rb}	Ringbiegespannung	N/mm ²
σ _{Rb,adm}	zulässige Ringbiegespannung	N/mm ²
σ _{Rbd}	Ringbiegespannung Druck	N/mm ²
σ _{Rbz}	Biegezugfestigkeit	N/mm ²
σ _s	Berechnungsspannung	N/mm ²
ν	Kinematische Zähigkeit (Wasser ν = 1,3 • 10 ⁻⁶)	m ² /s
φ	Innerer Reibungswinkel des gewachsenen Bodens	°
φ	Dynamischer Beiwert der Belastung	
ψ	Abflussbeiwert	
ψ	Lastfaktor	
μ	Querdehnungszahl	

Einheiten

Umrechnung Volumen

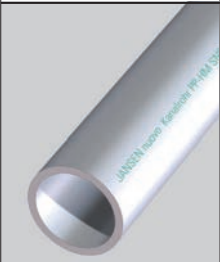
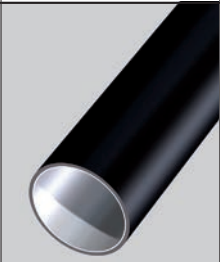
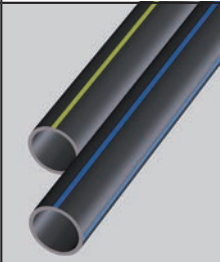
		m ³	1 dm ³ (1 Liter)	1 cm ³	1 mm ³
1 m ³	=	1	1000	10 ⁶	10 ⁹
1 dm ³ (1 Liter)	=	0.001	1	1000	10 ⁶
1 cm ³	=	10 ⁻⁶	0.001	1	1000
1 mm ³	=	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	0.001	1

Umrechnung Druckeinheit

		Pa (N/m ²)	N/mm ² (MPa)	bar	m Wassersäule WS	kN/m ²
1 Pa	=	1	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	0.001
1 N/mm ²	=	10 ⁶	1	10	100	1000
1 bar	=	10 ⁵	0.1	1	10	100
1 m WS	=	10'000	0.01	0.1	1	10
1 kN/m ²	=	1000	0.001	0.01	0.1	1

Eigenschaften von Jansen Kunststoffrohren

Aufbau

Eigenschaften	Entwässerungsrohre			Druckrohre
	JANSEN ottimo TF PP-QD	JANSEN nuovo PP-HM	JANSEN bianco PEHD	JANSEN acqua PE 100 RC
Aussehen				
Aufbau	3-Schicht Kern strukturiert, mineralverstärkt	Vollwand	2-Schicht	1-Schicht
Farbe	aussen weiss Kern grau innen hellgrau	aussen weiss innen hellgrau	schwarz innen hellgrau	schwarz mit Streifen blau (Wasser) gelb (Gas)
Chemikalienbeständigkeit	siehe: jansen.com			
Witterungsbeständigkeit Mitteleuropa	≤ 2 Jahre	≤ 2 Jahre	> 10 Jahre	> 10 Jahre

Mechanische Eigenschaften

Eigenschaften	Einheit	Entwässerungsrohre			Druckrohre
		JANSEN ottimo TF PP-QD	JANSEN nuovo PP-HM	JANSEN bianco PEHD	JANSEN acqua PE 100 RC
Dichte	g/cm ³ t/m ³	1.15 Mittelwert	0.90	0.95	0.96
Streckspannung	N/mm ²	28*	28	19-22	23
Streckdehnung	%	12*	12	10	9
Ringbiegespannung $\sigma_{0Rb,adm}$	N/mm ²	8.0*	8.0	8.0	8.0
Elastizitätsmodul E_0 (Kurzzeit)	N/mm ²	3000	1800	800-1000	900-1100
Rechenwert $E_{R,kurz}$ für Statik	N/mm ²	3000	1800	1000	1000
Kriechmodul R_{kl} (Langzeit)	N/mm ²	1400	750	150-200	200-300
Rechenwert $E_{R,lang}$ für Statik	N/mm ²	1400	750	150	200
Ringsteifigkeit SN Mindestwert	kN/m ²	16	8 (S 14)	4 (S 12.5) 2 (S 16)	25 (S 8) 90 (S 5)
Querdehnungszahl	[-]	0.35	0.40	0.40	0.40

* bezieht sich auf Aussen- oder Innenschicht

Thermische Eigenschaften

Eigenschaften	Einheit	Entwässerungsrohre			Druckrohre
		JANSEN ottimo TF PP-QD	JANSEN nuovo PP-HM	JANSEN bianco PEHD	JANSEN acqua PE 100 RC
Längenänderungs- koeffizient linear	mm/m K	0.04	0.14	0.18	0.18
Dauereinsatztemperatur generell maximal	°C	70	50	40	40
Kurzzeit-Wärmebeständigkeit max. (spannungsfrei) < 1 h	°C	130	110	90	100
Kältesprödigkeit	°C	-25	-25	-40	< -40
Brandkennziffer SI/VKF	[-]	IV/3	IV/3	IV/3	IV/3
Baustoffklasse DN 4102	[-]	B2	B2	B1	B2

Elektrische Eigenschaften

Eigenschaften	Einheit	Entwässerungsrohre			Druckrohre
		JANSEN ottimo TF PP-QD	JANSEN nuovo PP-HM	JANSEN bianco PEHD	JANSEN acqua PE 100 RC
Elektrische Leitfähigkeit		nicht leitend			
Oberflächenwiderstand	Ohm	> 10 ¹²			

Allgemeines

Werkstoff

Für die Herstellung von Entwässerungssystemen aus Kunststoff werden Thermoplaste eingesetzt. Hergestellt werden die Rohre im Extrusionsverfahren. Dabei wird der erwärmte plastische Werkstoff durch ein Formwerkzeug gedrückt, kalibriert und anschließend durch Abkühlung in seiner Form erstarrt. Allen verwendeten Kunststoffen gemeinsam ist die sehr gute chemische Beständigkeit. Geringe Abriebwerte und eine glatte Innenfläche ergeben beste hydraulische Eigenschaften und verhindern Ablagerungen.

Und sehr wichtig: Kunststoff kennt keine Korrosion.

Polypropylen PP

PP weist eine mit PE vergleichbare Chemikalienbeständigkeit auf. Polypropylen verbindet gute Kälteschlagzähigkeit mit hoher Stabilität. Weitere positive Eigenschaften sind die hohe Wärmebeständigkeit, Oberflächenhärte, mechanische Festigkeit.

Polypropylen PP-HM

HM steht für hochmodularen Werkstoff. Dieses Polypropylen zeichnet sich durch einen höheren E-Modul gegenüber normalem PP aus.

Polypropylen verstärkt PP-QD

Durch die Verwendung von mineralstoffverstärktem Polypropylen (PP-QD) wird das plastische Verhalten leicht reduziert. Der Verbund aus Polypropylen und Magnesiumsilikat (mit einem sehr hohen E-Modul) ergibt eine bedeutend höhere Tragfähigkeit, geringere Langzeitverformung (Kriechen) und markant geringere Temperatúrausdehnung.

Die Kennzeichnung QD entspricht SN EN ISO 1043-2.

- Kennbuchstaben für den Verstärkungsstoff: Q für Silikat
- Kennbuchstaben für die Form oder Struktur des Verstärkungsstoffes: D für Pulverform.

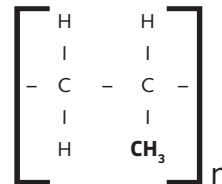
Polyethylen PEHD

Entwässerungssysteme aus PEHD haben sich langjährig bewährt. Kennzeichnend für PE ist die hohe Chemikalienbeständigkeit, geringe Dichte, physiologische Unbedenklichkeit und Flexibilität. Hervorzuheben ist die hohe Zähigkeit auch bei Temperaturen weit unter 0° C sowie die gute Verschweißbarkeit.

Ausgehend vom Monomer Ethylen entsteht durch Polymerisation Polyethylen, ein Polyolefin.

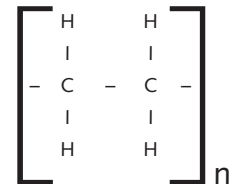
Die zunehmende Dichte wirkt sich in der Erhöhung von Zugfestigkeit, Steifigkeit sowie Chemikalienbeständigkeit aus. Verwendet wird PE mit hoher Dichte (PEHD)

Molekularer Aufbau



Polypropylen
(PP, PP-HM)

Molekularer Aufbau



Polyethylen
(PE)

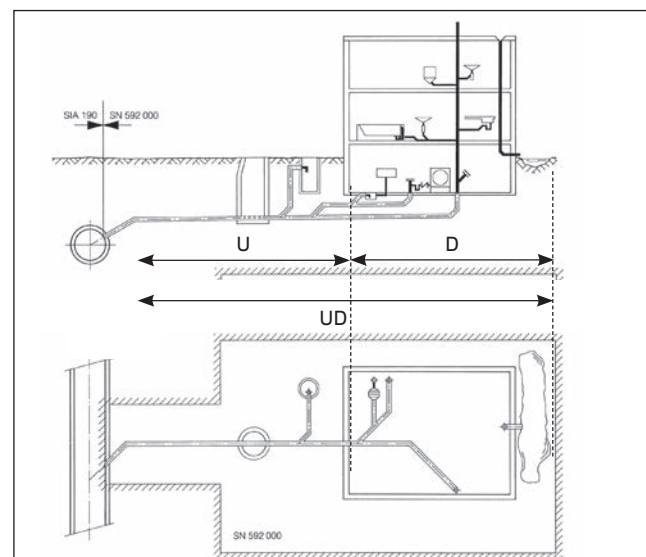
C: Kohlenstoff H: Wasserstoff

Anwendungskennzeichen U/UD

Entwässerungsröhre von Jansen haben sich dank ihren vorteilhaften Eigenschaften seit Jahrzehnten als Schmutz- und Regenabwasserrohre bestens bewährt. Sie sind ideale Leitungsrohre für Freispiegelkanalisationen im Abwasserbereich.

Die Entwässerungsröhre werden grundsätzlich erdverlegt.

Die Anwendungsbereiche innerhalb der Grundstücksentwässerung werden durch die Normen wie folgt unterschieden:



D: Anwendungskennzeichen für den Bereich, der unterhalb und maximal 1m von einem Gebäude entfernt liegt und in dem die erdverlegten Rohre und Formstücke mit den Abwasserleitungen innerhalb des Gebäudes verbunden sind.

Minimale Ringsteifigkeit 4 kN/m².

U: Anwendungskennzeichen für den Bereich, der mehr als 1m von einem Gebäude entfernt liegt und mit der erdverlegten Abwasserleitung verbunden ist.

Minimale Ringsteifigkeit 2 kN/m².

Das Anwendungsgebiet wird durch «U» bzw. «UD» angezeigt.

Für Spezialanwendungen stehen auch unsere isolierten Doppelwandrohre zur Verfügung.

Weitere Anwendungsgebiete:

- Doppelrohrsysteme für Gewässerschutzzonen
- Industrie (Absaugung von Abgasen)
- Erdregister

Masse / Baulängen

Kunststoffrohre sind aussen kalibriert, das heisst, dass sich der nominelle Durchmesser d_n auf den Aussendurchmesser bezieht.

Polypropylen PP

JANSEN ottimo TF aus PP-QD

Mehrschichtrohre mit mineralstoffverstärkter Mittelschicht aus PP-QD (Mehrschichtrohr-Typ A1).

Rohre mit angeformter Steckmuffe d_n 160 – 630 mm.

Ringsteifigkeit SN 16 kN/m² (d_n 500 SN 8, d_n 630 SN 12)

Baulänge 6 m

Vollständiges Formstückprogramm

Farbe innen und aussen weiss

Beschriftung rot

Qplus Zertifizierung 15003

Sickerrohre d_n 160 – 400 mm; auf Anfrage bis 630 mm



JANSEN nuovo aus PP-HM

Vollwandrohre aus PP-HM mit angeformter Steckmuffe d_n 110 – 400 mm

Serie 14, SDR 29

Ringsteifigkeit SN 8 kN/m²

Baulänge 6 m

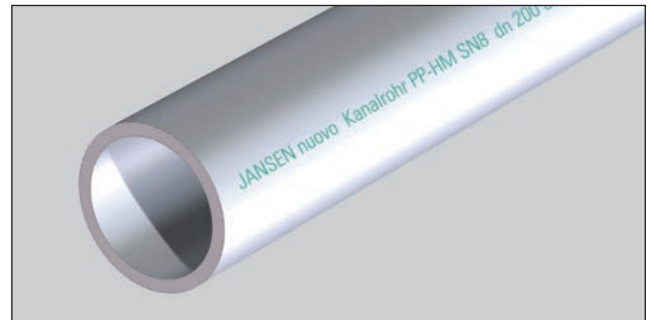
Vollständiges Formstückprogramm

Farbe innen und aussen weiss

Beschriftung grün

Qplus Zertifizierung 15013

Sickerrohre d_n 110 – 400 mm



Polyethylen PEHD

JANSEN bianco aus PEHD

Vollwandrohre aus PEHD mit angeformter Dilatationsmuffe

d_n 110 – 400 mm

Rohre glattendig d_n 110 – 400 mm

Serie 12.5, SDR 26,

Ringsteifigkeit SN 4 kN/m²

d_n 110 – 400 mm

Serie 16, SDR 33,

Ringsteifigkeit SN 2 kN/m²

d_n 200 – 400 mm

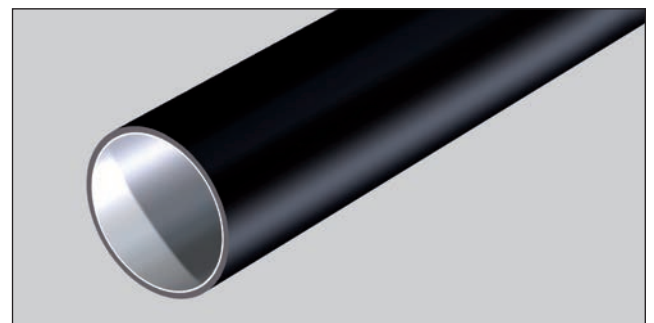
Baulänge 6 m oder 10 m,

Segmentierte oder gespritzte Formstücke

Farbe innen hellgrau, aussen schwarz

Qplus Zertifizierung 11016

Sickerrohre d_n 110 – 400 mm



Anwendungsbereich

Verfügbarkeit

Die folgende Grafik zeigt unser Verkaufsprogramm. Detaillierte Angaben über die Verfügbarkeit finden Sie in der aktuellen Masstabelle und Kalkulationsgrundlage.

Werkstoff	Ringsteifigkeit	Serie	Durchmesser mm								
			110	125	160	200	250	315	355	400	500 630
PP-QD	SN 16		JANSEN ottimo TF							SN 8	SN 12
PP-HM	SN 8	S 14	JANSEN nuovo								
PEHD	SN 2	S 16	JANSEN bianco								
	SN 4	S 12,5	JANSEN bianco								

Auswahlkriterien

In der Folge finden Sie eine mögliche Auswahl über verschiedene Anwendungsgebiete unserer Entwässerungssysteme. Die Auswahlkriterien können in der Praxis sehr unterschiedlich sein, deshalb kann diese Tabelle nicht allgemein gültig sein.

Anwendungsgebiete	Rohrsysteme			Bemerkungen/Kriterien
	PP-QD	PP-HM	PEHD	
	JANSEN ottimo TF	JANSEN nuovo	JANSEN bianco	
Liegenschaftsbereich	X	X X X	XX	Preise Formstücke, Ökologie
Strassenbereich	X X X	X X	X	Belastbarkeit
Sanierungsleitungen	X X	X X	X X X	Flexibilität
Sickerleitungen	X X	X X X	X X X	Formstücke
Stark kalkhaltiges Sickerwasser	X X X	X X	X X	Unterhalt
Saurer Boden, Torf	X X X	X X	X X	Beständigkeit, Statik
Grundwasser	X X X	X X	X	Wasserdruck
Gefälle kleiner < 2%	X X X	X X	X	Längslage, Genauigkeit
Gefälle grösser > 30%	X X	X X	X X X	Flexibilität, Gewicht
Gewässerschutzzone	X X	X X	X X X	Verschweisbarkeit, Doppelrohrsysteme
Isolierte Leitungen	X X	X X	X X X	Anpassungsfähigkeit
Freiverlegte Leitungen	X	X	X X X	UV-Beständigkeit, Verschweisbarkeit

Kennzeichnung

Die Rohre sind in regelmässigen Abständen mit folgenden Angaben gekennzeichnet:







- 1 = Produktebezeichnung
- 2 = Einsatzbereich (Kanal oder Druck)
- 3 = Werkstoffbezeichnung
- 4 = Ringsteifigkeit kN/m²
- 5 = Rohrserie

- 6 = Dimension (Aussendurchmesser)
- 7 = Eiskristall (Kälteschlagtest)
- 8 = Normierung (Prüfnorm Qplus)
- 9 = Anwendungskennzeichen
- 10 = VSA-Zulassungsempfehlung

- 11 = Gütezeichen: «Qplus Swiss Quality»
- 12 = Produktion JO: Jansen, Oberriet
- 13 = Produktionsdatum, Uhrzeit
- 14 = Code für Material + Rückverfolgbarkeit

Normierung

Gültige europäische Normen werden in das Schweizerische Normenwerk übernommen.

SN EN	Europäische Norm (EN), die bereits im Schweizerischen Normenwerk (SN) integriert ist
SN 592...	Normen und Richtlinien der suissetec/VSA
R 592...	und Qplus-Zertifizierung

Normen für die Planung und Ausführung

Massgebend für die Verlegung von Entwässerungsrohren aus Kunststoff sind folgende Normen:

SIA-Norm 190 Kanalisationen

SN EN 1610 Verlegung und Prüfung von (SIA 190.203) Abwasserleitungen und -Kanälen

SN 592'000 Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung Planung und Ausführung

Produktenormen

Beinhalten unter anderem die Geometrie der Rohre und Formteile sowie die Produkteigenschaften. Die Schwierigkeit bei Produktnormen besteht darin, dass materialübergreifend (z.B. zu metallischen oder zementgebundenen Materialien) kein vergleichbares Qualitätslevel vorhanden ist.

Die R 592'012 (Basis für Zulassungsempfehlung) versucht materialunabhängig eine Nivellierung der Qualitätsanforderungen zu erreichen. Den Produktnormen für Kunststoffrohre werden von neutraler Seite (Prüfanstalten) ein sehr hohes Qualitätslevel attestiert.

SN EN 1852	Kunststoff Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen, Polypropylen (PP)
SN EN 12666	Kunststoff Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen, Polyethylen (PE)
SN EN 13476	Kunststoff Rohrleitungssysteme aus Thermoplasten für drucklose erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen, Rohrleitungssysteme mit strukturierter Wandung aus weichmacher freiem Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE)
SN EN 14758	Kunststoff Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen (PP) mit mineralischen Additiven (PP-MD) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und Rohrleitungssystem
R 592'012	Schmutz- und Regenwasserrohrleitungssysteme, Bau-, Funktions- und Prüfnorm

Richtlinien

VKR RL 03 Anwendung von Kunststoff Rohrsystemen – Erdverlegte, drucklos betriebene Rohrleitungen aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchlorid (PVC-U) – Leitfaden und Verlegerichtlinien des Verband Kunststoffrohre und -rohrleitungsteile (VKR).

Spezielle Richtlinien und Anforderungen an Abwasserrohrleitungen können von den Gemeinden erlassen werden. Nebst den leitungsspezifischen Richtlinien gelten die üblichen bauspezifischen Anforderungen an Sicherheit und Unfallschutz der SUVA und an den Umweltschutz (Gewässerschutz).

Zulassungen

Für Entwässerungssysteme gibt es keine allgemein verbindliche Zulassungen, wie sie zum Beispiel in der Wasserversorgung durch den SVGW geregelt sind.

Die Zuständigkeit ist aufgeteilt in den Bereich der öffentlichen Kanalisation (zuständig SIA) und den Bereich der Liegenschaftsentwässerung (zuständig suissetec/VSA).

Qplus zertifizierte Produkte erfüllen nebst den europäischen Normen die Anforderungen an die spezifischen schweizerischen Gegebenheiten.



Die zertifizierten Produkte sind am Qplus Zeichen erkennbar.

Die Übersicht dieser Produkte finden Sie unter: www.qplus.ch

Lebensdauer

Kunststoff Rohrleitungssysteme haben sich während mehr als 50 Jahren im täglichen Einsatz bewährt. Aufgrund bisheriger Erfahrungen und wissenschaftlicher Berechnungen sind mindestens 100 Jahre Nutzungsdauer gesichert.

Bei Nachprüfungen an Leitungen, die während Jahren im Einsatz gestanden haben und an Prüflingen, die über 50 Jahre wissenschaftlich getestet wurden, lässt sich nachweisen, dass die Eigenschaften (bezogen auf die Nutzungsart und -dauer) unverändert blieben und sich wie vorausberechnet verhalten. Kunststoff ist ein planbarer, langlebiger Werkstoff.

Wirtschaftlichkeit

Kunststoff Rohrleitungen sind wirtschaftlich. Ihr niedriges Gewicht senkt die Transportkosten und vereinfacht das Verlegen entscheidend (siehe Verlegetechnik).

Durch den Einsatz von JANSEN ottimo TF kann unter normalen Baubedingungen auf eine Betonumhüllung verzichtet werden.

Für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen müssen nebst den Rohren auch die benötigten Formstücke miteinbezogen werden. Je nach Anzahl, Material und Durchmesserbereich werden die Formstücke für die Baukosten mitentscheidend.

Beständigkeit

Witterungsbeständigkeit

JANSEN ottimo TF und JANSEN nuovo aus PP sind gegen Witterungseinflüsse wenig empfindlich. Eventuelle Verfärbungen sind auf einen photomechanischen Effekt unter Sonnenbestrahlung zurückzuführen. Rohre, die über 2 Jahre der Sonne ausgesetzt sind, bleichen ohne qualitative Beeinträchtigung allmählich aus. Eine geschützte Lagerung auch gegen Verschmutzung ist zu bevorzugen.

JANSEN bianco aus PEHD sind UV-stabilisiert und nicht empfindlich gegen Witterungseinflüsse. Optimale Rohre für Aussenanwendungen.

Temperaturbeständigkeit

Generell sollte die Dauereinsatztemperatur des Mediums 40° C nicht überschreiten.

Kurzzeitig können höhere Temperaturen toleriert werden:

JANSEN ottimo TF aus PP-QD:

mit speziellen Gummidichtungen 130° C, sonst 95° C

JANSEN nuovo aus PP-HM:

mit speziellen Gummidichtungen 110° C, sonst 95° C

JANSEN bianco aus PEHD: 90° C

Korrosionsbeständigkeit

Korrosion ist die Werkstoffzerstörung durch chemische oder elektromagnetische Einwirkung. Kunststoffe gehen keine chemischen Reaktionen ein. Die Unempfindlichkeit gegenüber Korrosion gehört zu den herausragenden Eigenschaften von Kunststoffen. Bei Metallrohren ist Korrosion eine der häufigsten Schadensursachen.

Chemische Beständigkeit

Kunststoffe weisen gegenüber Chemikalien und anderen Medien eine ausgezeichnete Beständigkeit auf. Kunststoffrohrleitungen widerstehen auch allen chemischen Einflüssen in natürlich vorkommenden Böden. Die vollständige Liste der Widerstandsfähigkeit gegenüber Chemikalien und anderen Medien finden Sie unter: jansen.com (Chemische Beständigkeit)

Für spezielle Anwendungen (z.B. Öl- oder Benzinleitungen) muss die chemische Beständigkeit der Dichtung ebenfalls geprüft werden. Spezialdichtungen sind erhältlich.

Abrieb

Abrieb entsteht bei Widerstand. Eine positive Eigenschaft von Kunststoff ist, dass gegenüber mechanischen Beanspruchungen wie Feststoffe im Medium oder beim Spülen kein harter Widerstand entgegen gesetzt wird. Sein plastisches Verhalten wirkt dämpfend und wirkt sich positiv auf das Abriebverhalten aus. Kanalisationsleitungen aus Kunststoff sind auch bei hohen Fließgeschwindigkeiten praktisch abriebfest.

Ablagerung

Ablagerungen in Rohren entstehen durch mitgeführte Schwebstoffe und sind stark abhängig von der Fließgeschwindigkeit. Dank der glatten Oberflächen haften Sedimente schlecht auf dem Kunststoff. Dadurch sind bei mechanischen Reinigungen keine grossen Kraft- und Druckeinwirkungen notwendig. Generell sollte eine Spülung mit einem Druck von maximal 100 bar (nach der Düse) erfolgen. Idealerweise wird mit grösseren Wassermengen anstelle von grösseren Drücken gearbeitet. Bei korrektem Spülvorgang ist keine mechanische Beeinflussung an Kunststoffrohren erkennbar.

JANSEN ottimo TF

Durch die Beimengung von Polytetrafluorethylen, bekannt als «Teflon», konnte das gute Antihafungsverhalten von JANSEN ottimo TF weiter verbessert werden.

Ökologie

Kunststoffrohre sind ökologisch und überzeugen durch geringen Ressourcenverschleiss, positive Ökobilanz und geringes Gewicht. Die Recyclierfähigkeit ist ein weiterer Bestandteil der positiven Ökobilanz.

Kunststoffrohre sind kein Gefahrgut, haben keine schädliche Wirkung auf die Umwelt und sind chemisch inaktiv.

Brandverhalten

JANSEN ottimo TF / JANSEN nuovo / JANSEN bianco

Die Werkstoffe PP und PE gelten als mittelbrennbar und schwach qualmend, Brandkennziffer gemäss SI/VKF: 4.3. Die Wirkung ist vergleichbar mit Holz.

Einteilung von Entwässerungsrohren

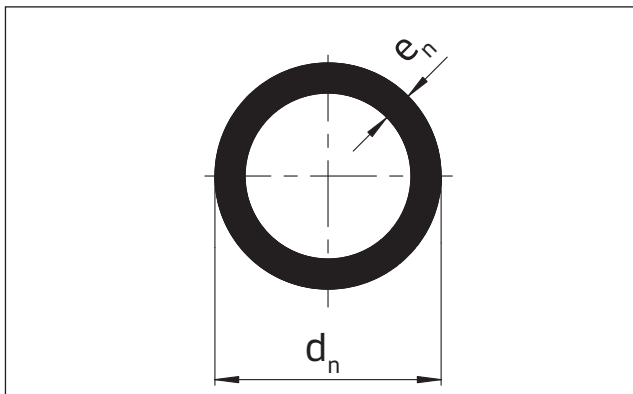
Einteilung nach Rohrserien S

Kunststoffrohre für die Entwässerung und Versorgung wurden bis anhin in Rohrserien eingeteilt. Gebräuchlich sind in der Entwässerung:

PEHD Serie S 12,5 und 16
PP-HM Serie S 14

Die Definition der Rohrserie S ist ein Verhältnis zwischen Aussendurchmesser und Wandstärke:

$$S = \frac{d_n - e_n}{2 e_n} \quad \begin{array}{l} d_n = \text{Aussendurchmesser Rohr} \\ e_n = \text{Wandstärke} \end{array}$$



Einteilung nach SDR

Oft wird auch der SDR-Wert (Standard Dimension Ratio) verwendet. Er ist das direkte Verhältnis zwischen Durchmesser und Wandstärke.

$SDR = \frac{d_n}{e_n}$ entspricht $2S + 1$
Serie 14 = SDR 29
Serie 16 = SDR 33

Diese Verhältniszahlen S oder SDR sind mit den entsprechenden Werkstoffangaben aussagekräftig genug, um die Belastbarkeit der Rohre zu bestimmen.

Dies gilt weiterhin bei homogenen Vollwandrohren in der Entwässerung.

Einteilung nach Ringsteifigkeit SN

Dank moderner Mehrschichttechnik kann ein Rohr in Schichten mit verschiedenen Eigenschaften oder mit strukturiertem Wandaufbau erfolgen.

Bei inhomogenem Wandaufbau ist die Verhältniszahl zwischen Durchmesser und Wandstärke nicht mehr aussagekräftig genug, um die Belastbarkeit des Rohres zu erkennen. Um geometrisch verschiedene Produkte vergleichen zu können, werden die Rohre in Ringsteifigkeitsklassen eingeteilt. Diese kann aber nicht alleine als vergleichende Grösse dienen.

Entscheidend für die Tragfähigkeit ist die Kombination zwischen Langzeit-E-Modul und Ringsteifigkeit.

Normierte Ringsteifigkeiten

Die Ringsteifigkeit wird durch einen normierten Versuch aus der Tragfähigkeit des Rohres ermittelt. Aus der Ringsteifigkeit lässt sich nicht direkt die Tragfähigkeit von umhüllten Rohren ableiten.

Eingeteilt wird in vier Normkategorien, SN bedeutet Stiffness Number:

SN 2	SN 4	SN 8	SN 16	[kN/m ²]
------	------	------	-------	----------------------

Ebenfalls ist eine französische Bezeichnung möglich, CR steht für Classe de Resistance:

CR 2	CR 4	CR 8	CR 16	[kN/m ²]
------	------	------	-------	----------------------

Die Einteilung erfolgt aufgrund einer Laboruntersuchung, die 21 Tage nach der Produktion durchgeführt wird. Das Rohr wird mit einer Flächenlast von 3% des Druchmessers deformiert. Die dafür erforderliche Flächenlast wird gemessen und das Rohr in der nächst tiefer liegenden Ringsteifigkeitsklasse eingeteilt. SN 16 bedeutet demnach, dass für die Deformation des Rohres von 3% eine Prüflast von mindestens 16 kN/m² erforderlich waren.

Da es sich um einen Versuch nach 21 Tagen nach der Produktion handelt, ist die Ringsteifigkeit eine Kurzzeitbetrachtung und ohne Praxisbezug. Das heisst, dass sich die Rohre in ihrem plastischen Langzeitverhalten stark unterscheiden können. In der statischen Berechnung wird die Ringsteifigkeit nicht verwendet. Dort sind nebst der Geometrie und dem Kurzzeit-E-Modul auch das Langzeit-E-Modul massgebend.

Beziehung zwischen Rohrserie S und Ringsteifigkeit SN, ergänzt mit den ab Lager verfügbaren Dimensionen

Werkstoff	Ringsteifigkeit	Serie	Durchmesser mm									
			110	125	160	200	250	315	355	400	500	630
PP-QD	SN 16				JANSEN ottimo TF					SN 8	SN 12	
PP-HM	SN 8	S 14	JANSEN nuovo									
PEHD	SN 2	S 16			JANSEN bianco							
	SN 4	S 12,5	JANSEN bianco									

Devisierung von Entwässerungsleitungen

Entwässerungsleitungen werden im NPK Kapitel 237 «Entwässerungen» devisiert.

Abkürzungen und Definitionen

Abkürzungen und Definitionen sind im NPK 237 wie folgt definiert:

Material

PE	Polyethylen
PP	Polypropylen

Rohrbezeichnungen

Die Abkürzungen für die Rohrbezeichnung werden hinter der Materialspezifikationen angefügt z.B. PE-R; PP-S

-R	Geschlossenes Rohr
-S	Sickerrohr
-VS	Versickerungsrohr

Rohrverbindungen

STM	Steckmuffe
SE	Spitzende
DM	Doppelmuffe
HSM	Heizwendelschweissmuffe
HSS	Heizelementstumpfschweissung
SF	Schraubflansch

Abmessungen

DN/OD Nomineller Durchmesser, aussen kalibriert. Entspricht der übliche Bezeichnung d_n . Bei Vollwand- und Mehrschichtrohren bezieht sich der nominelle Durchmesser immer auf den Aussendurchmesser. Strukturierte Rohre (z.B. Rippenrohre) werden nach dem Innendurchmesser definiert (DN/ID).

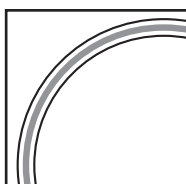
Einteilung

Die Einteilung innerhalb der Kunststoffrohre im NPK 237 wird gegliedert nach Material, Wandaufbau und Ringsteifigkeiten. Bei Vollwandrohren ist gemäss den Werkstoffnormen jeder Ringsteifigkeit ein Wanddickenverhältnis zugeordnet. Darum wird bei Vollwandrohren auch die Serie oder der SDR vorgegeben.

Der gesamte Bereich wurde an die europäische Normierung angepasst und so ausgelegt, dass auch zukünftige Entwicklungen integriert werden können. Dies hat aber zur Konsequenz, dass relativ viele Varianten möglich sind und heute nur ein Teil aller Möglichkeiten auf dem Markt angeboten wird.

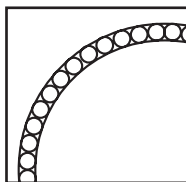
Definition der Rohrtypen mit strukturiertem Wandaufbau

Die Rohrtypen sind im NPK nicht definiert und finden sich in der Norm SN EN 13476.

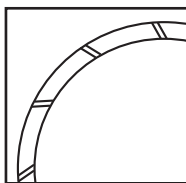


Rohrtyp A1

Mehrschichtrohr oder Hohlwandprofil mit axial verlaufenden Kammern.



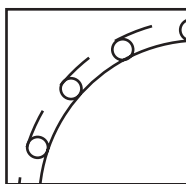
Rohre mit glatter Innen- und Aussenoberfläche, bei denen die innere und äussere Rohrwand durch längsverlaufende Stege zwischen den Kammern oder eine kerngeschäumte bzw. nicht geschäumte Mittelschicht aus Thermoplasten miteinander verbunden sind, werden als Rohrtyp A1 bezeichnet.



Rohrtyp A2

Hohlwandprofil mit spiralförmig oder radial verlaufenden Kammern.

Rohre mit glatter Innen- und Aussenoberfläche, bei denen die innere und die äussere Rohrwand durch spiralförmig verlaufende Stege zwischen den Kammern miteinander verbunden sind, werden als Rohrtyp A2 bezeichnet.



Rohrtyp B

gerippte oder gewellte Wandaufbauten

Rohre oder Formstücke mit glatter Innenoberfläche und vollwandiger oder hohler spiral- oder ringförmig gerippter bzw. gewellter Aussenoberfläche werden als Rohrtyp B bezeichnet.

Ausschreibungstexte

Für unsere Entwässerungsleitungen aus Polypropylen JANSEN ottimo TF und JANSEN nuovo bieten wir Musterleistungsverzeichnisse für den NPK 237 an.

Unter jansen.com finden Sie die Variante für den direkten Import via SIA-Schnittstelle 451 oder als pdf-Datei für den Ausdruck in Papierform.

NPK Bau

237 D/05 Kanalisationen und Entwässerungen

Abschnitt Rohrleitungssysteme

450 Rohre und Formstücke aus Polyethylen

451 Polyethylenrohre PE-R liefern und verlegen.

.100 PE-R mit STM, elastisch dichten.
01 Marke, Typ **JANSEN bianco** ...

.110 Nenn-Ringsteifigkeit SN 2,
Rohrreihe S 16.

S 12,5 /16
S 16 ab dn 200 mm
verfügbar

.114 DN/OD 200.

.115 DN/OD 250.

....

..

.120 Nenn-Ringsteifigkeit SN 4,
Rohrreihe S 12,5.

.121 DN/OD 110.

.122 DN/OD 125.

....

..

.131 01 DN/OD.....
02 Nenn-Ringsteifigkeit SN
03 Rohrreihe S.....

.132 bis 189 wie .131

.200 PE-R glattendig mit HSM
01 Marke, Typ.....

unterscheiden nach
Schweissverfahren,
mit Muffe oder Heizelement

.300 PE-R glattendig mit HSS
01 Marke, Typ.....

NPK Bau
237 D/05 Kanalisationen und Entwässerungen
Abschnitt Rohrleitungssysteme

470 Rohre und Formstücke aus Polypropylen

471 Polypropylenrohre PP-R liefern und verlegen.

.100 PP-R mit STM, elastisch dichten.
01 Marke, Typ ... **JANSEN nuovo**...

.131 01 DN/OD ...**110**...
02 Nenn-Ringsteifigkeit SN ...**8**...
03 Rohrreihe S ...**14**...
04 Weiteres ...mit **Qplus-Zertifizierung**...

.132 01 DN/OD ...**400**...
02 Nenn-Ringsteifigkeit SN ...**8**...
03 Rohrreihe S ...**14**...
04 Weiteres ...mit **Qplus-Zertifizierung**...

.200 PP-R, Verbindung mit HSS.
01 Marke, Typ

Empfehlung: keine Baustellen-
schweißungen.
Nur als Stecksystem ausschreiben.

476 Rohre und Formstücke aus PP mit strukturierten
Wandungen verlegen.

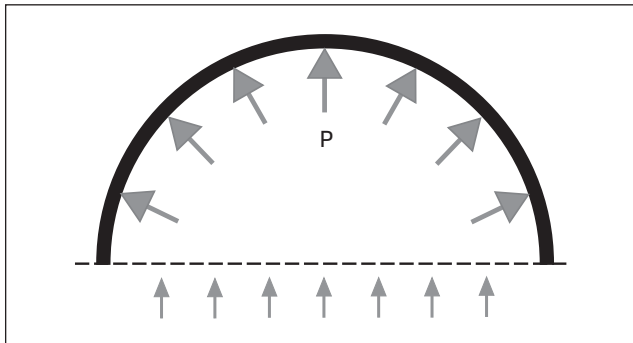
.100 Rohre inkl. Materiallieferungen

.110 Rohrtyp A1
01 Marke, Typ ...**JANSEN ottimo TF**...

.111 01 OD-Reihe
02 ID-Reihe
03 DN ...**315**...
04 Nenn-Ringsteifigkeit SN ...**16**...
05 Tatsächliche Ringsteifigkeit...
06 Verbindungsart...**STM**...
07 Dichtungsart.....

Mehrschichtrohre entsprechen
der OD-Reihe

Zulässige Druckbelastungen für Entwässerungsröhre



Zulässige Druckbelastungen für Entwässerungsröhre

Innerer Überdruck

Entwässerungssysteme werden grundsätzlich als Freispiegelleitungen konzipiert. Innendrucke müssen jedoch bis zu einem maximalen Druck von 0,5 bar garantiert werden. Siehe auch Anforderung für die Dichtheitsprüfung.

Höhere Drücke werden durch die Dichtungen in den Steckverbindungen begrenzt. Daher empfehlen wir für Drücke grösser als 0,5 bar grundsätzlich Druckrohrsysteme einzusetzen.

Innerer Unterdruck; äusserer Überdruck

Bezogen auf das Rohr ist der innere Unterdruck und der äussere Überdruck identisch. Massgebend wird der Beulwiderstand der Leitung. Unterschieden wird zwischen kurzzeitiger Belastung (> 1 Stunde) und langfristiger Belastung.

Innerer Unterdruck

Kann entstehen, wenn durch die dynamischen Abflussverhältnisse oder durch Zuschlagen der Leitung eine saugende Wirkung entsteht. Diese Belastungen treten meist kurzfristig auf.

Äusserer Überdruck

Entsteht zum Beispiel als langfristige Belastung bei erdverlegten Leitungen durch Grundwasser. Innerhalb der Rohrstatik wird dies berücksichtigt.

Beuldruck-Berechnung

Der zulässige Beuldruck errechnet sich folgendermassen:

$$p_{k, zul.} = \frac{p_{cr}}{S} \quad [N/mm^2]$$

S = Sicherheitsfaktor ≥ 2

p_{cr} = kritischer Beuldruck in N/mm²

$$p_{cr} = \frac{2 \cdot E_R}{1 - \mu^2} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3 \cdot \left(\frac{1 - \frac{x}{d}}{\left(1 + \frac{x}{d} \right)^2} \right)^3$$

1 bar = 0.1 N/mm²

e_n = Wanddicke des Rohres [mm]

d = mittlerer Rohrdurchmesser $d_n - e_n$ [mm]

x = Deformation des vertikalen Rohrdurchmessers [mm]

E_R = Verformungsmodul des Rohres [N/mm²]

μ = Querdehnungszahl Rohrmaterial [-]

Entwässerungssystem	$E_{R, kurz}$	$E_{R, lang}$	μ
JANSEN ottimo TF SN 16 JANSEN ottimo TF SN 12 JANSEN ottimo TF SN 8	3000	1400	0.35
JANSEN nuovo SN 8	1800	750	0.4
JANSEN bianco SN 2	1000	750	0.4

Für eine Leitung ohne Vordeformation errechnen sich folgende zulässigen Beuldrücke:

Entwässerungssystem	Zulässiger Beuldruck $p_{k, zul.}$ [N/mm ²]	
	Kurzzeitwert <1h	Langzeitwert
JANSEN ottimo TF SN 16	0.178	0.040
JANSEN ottimo TF SN 12	0.180	0.040
JANSEN ottimo TF SN 8	0.150	0.040
JANSEN nuovo SN 8	0.098	0.041
JANSEN bianco SN 4	0.076	0.011
JANSEN bianco SN 2	0.039	0.006

Leichte Abweichungen durch Masstoleranzen möglich.

$p_{k, zul.}$ von 0.102 N/mm² bedeutet, dass für das ungestützte runde Rohr ein Wasserdruck mit einer Wassersäule von max. 10.2 m zulässig ist.

Betonierdruck

Werden Kunststoffrohre einbetoniert, sollte der Betonierdruck (pv2) nicht grösser sein, wie der langfristige zulässige Beuldruck.

$$pv2 < p_{k, zul.}$$

Der Betoniervorgang und der entsprechende hydrostatische Druck ist auf wenige Stunden beschränkt, und somit könnten die zulässigen Werte erhöht, oder der Sicherheitsfaktor reduziert werden.

Zu beachten gilt, dass allfällige Vordeformationen durch Biegung etc. den Beulwiderstand stark beeinflussen. Weiter nicht berücksichtigt ist die Reduktion des Beulwiderstandes durch die ansteigende Abbindezeit des Betons.

Der maximale Betonierdruck entspricht normalerweise dem hydrostatischen Druck:

$$p_h = \gamma \cdot h$$

$$\begin{aligned} p_h &= \text{hydrostatischer Druck} & [\text{N/mm}^2] \\ \gamma &= \text{Raumdichte Beton} = 24 \cdot 10^{-6} & [\text{N/mm}^3] \\ h &= \text{Betonierhöhe} & [\text{mm}] \end{aligned}$$

Beispiel: Betonierhöhe $h = 0.5 \text{ m}$
 $p_h = 24 \cdot 10^{-6} \times 500 = > 0,012 \text{ N/mm}^2$

Der Einfluss der Steiggeschwindigkeit, Konsistenz und Temperatur kann wie folgt berücksichtigt werden. Berechnung nach Ertinghausen und Specht:

Einfluss der Betoniergeschwindigkeit (pv1):

$$pv1 = \frac{0.75 \cdot v + 2.1}{100} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$v = \text{Steighöhe in Meter pro Stunde} \quad [\text{m/h}]$$

Einfluss der Betonkonsistenz und der Temperatur:

Reduktion bzw. Zuschlag zu pv1 gemäss nachstehender Tabelle

$$pv2 = K \cdot pv1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

Beispiel:

Eine Stützmauer $H = 2.5 \text{ m}$ mit normalem Beton bei 15° innert 3 Std. betoniert. Wieviel beträgt der Betonierdruck auf ein Rohr am Fusspunkt der Mauer?

Lösung:

$$v = 2.50/3 = 0.83 \text{ m/h}$$

$$pv1 = (0.75 \cdot 0.83 + 2.1)/100 = 0.027 \text{ N/mm}^2$$

$$pv2 = 1.35 \cdot 0.027 = 0.037 \text{ N/mm}^2$$

pv1 Betondruck in Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit

pv2 Betondruck unter Berücksichtigung von Betonkonsistenz und Temperatur

Konstruktive Hinweise

Es ist unschwer zu erkennen, dass die zulässigen Beuldrücke keine grossen Betonierhöhen zulassen. Eine Möglichkeit den zulässigen Druck zu erhöhen ist, das Rohr mit Wasser zu füllen, oder bei kurzen Durchführungen das Rohr auszusteifen.

Die Rohre müssen gegen Auftrieb gesichert werden.

Faktor K [-] in Abhängigkeit der Betonkonsistenz und der Temperatur

Betonkonsistenz	Betontemperatur beim Einbringen				
	10° C	15° C	20° C	25° C	30° C
flüssiger Beton	2.10	1.60	1.15	0.90	0.65
weichplastischer Beton	1.80	1.35	1.00	0.75	0.55
plastischer Beton	1.45	1.10	0.80	0.60	0.45
steifplastischer Beton	1.30	1.00	0.70	0.55	0.40
steifer Beton	1.10	0.80	0.60	0.45	0.35

Verbindungstechnik

Steckmuffe

Die Steckmuffe ist die übliche Verbindungsart von Kanalrohrsystemen.

Die Jansen Steckmuffe wird durch Verformen des Rohrendes hergestellt. Die Muffendichtung aus alterungsbeständigem EPDM gewährleistet eine zuverlässige Abdichtung bei mühelosem Zusammenschieben der Rohre.

Dadurch ist ein einfaches und schnelles Verlegen ohne spezielle Werkzeuge möglich.

Sämtliche Kanalrohrsysteme sind mit Steckmuffe erhältlich.



Montage der Steckmuffenverbindung

Wenn das einzubauende Kanalrohr gekürzt werden soll, ist dies mit einem geeigneten Werkzeug wie z.B. einer feinzahnigen Säge oder einem Rohrabschneider zu bewerkstelligen. Bei Rohrabschneidern ist der Vorschub des Messers zu beachten (Wanddicke des Rohres). Das Anschrägen der abgelängten Rohre im Winkel von 15° kann mittels speziellem Anfasergerät oder mit einer Grobfeile ausgeführt werden.



Ist das einzubauende Rohr nun auf die richtige Länge zugeschnitten und angefast, so können die Vorbereitungen für die eigentliche Verbindung getroffen werden. Spitzende aussen und Muffe innen mit einem Lappen reinigen; Dichtring einlegen; Dichtungslippe und Rohrspitzende mit Jansen Gleitmittel einstreichen. Keine petrochemischen und organischen Produkte wie z.B. Melkfett verwenden.



Anschliessend werden die Rohre bzw. Rohrleitungsteile soweit ineinander geschoben, dass die werkseitig angebrachte Markierung der Einschubtiefe noch in voller Breite zu sehen ist.



Verschweissungen

Grundsätzlich sind alle thermoplastischen Kunststoffe schweisssbar. In der Baupraxis wird zur Zeit nur PE verschweisst.

Es sind zwei Schweissverfahren möglich:

- Heizelementstumpfschweissung (Spiegelschweissung)
- Heizwendelschweissung (Elektromuffenschweissung)

Schweisssverbindungen dürfen nur von ausgebildetem Fachpersonal ausgeführt werden. Der VKR (Verband Kunststoffrohre und -rohrleitungsteile) bietet entsprechende Verarbeitungskurse an. www.vkr.ch

Anwendung

Die homogene Schweissverbindung ist von gleicher Qualität wie das Rohr und dadurch längskraftschlüssig. Verschweisste Leitungen sind geeignet für den Einsatz in bewegtem Boden oder für freiverlegte Leitungen.

Die Stumpfschweissung wird hauptsächlich bei langen Leitungssträngen oder beim Relining in eine bestehende Leitung eingesetzt.

Heizelement Stumpfschweissung (HSS)

Mit einem Heizelement werden zwei PE-Rohrenden aufgeheizt und stumpf miteinander verschweisst. Die Verschweisbarkeit von verschiedenen Rohren bzw. Rohrleitungsteilen ist durch den sogenannten MFR-Wert definiert. Auf die Technik der Heizelement-Stumpfschweissung wird an dieser Stelle nicht eingegangen.



Heizwendel Schweissung (HSM)

Beschreibung des Schweissverfahrens

Mit Elektromuffen werden glattendige Rohre und Formstücke verschweisst. Die Wärme wird durch Widerstandsdrähte erzeugt, die auf der Innenseite der Muffe angeordnet sind. Die Energiezufuhr erfolgt mit Hilfe eines Elektroschweisssgerätes. Durch die Erwärmung werden in der Muffe genau bemessene Schrumpfspannungen ausgelöst, welche sicherstellen, dass der zum Schweissen erforderliche Schweissdruck aufgebracht wird.



Allgemeine Anforderungen

Grundsätzlich dürfen nur gleichwertige Werkstoffe miteinander verschweisst werden. JANSEN bianco ist kompatibel mit allen auf dem Markt erhältlichen Schweissmuffen für die Kanalisationsanwendung. Die Verschweisbarkeit des JANSEN bianco Kanalisationsrohres mit der Geberit-Elektromuffe und der Friafit Abwassermuffe ist geprüft und gewährleistet.

Geberit Elektroschweisssgerät ESG 3

Systemschweisssgerät für das Verschweissen von Geberit E-Muffen d_n 40 – 315 mm

- Netzspannung: 230 V / 50 – 60 Hz,
- Ausgangsleistung max. 1085 – 1810 W
- Sicherung: Elektronische Überlastsicherung, das Gerät ist mit einer Automatik ausgerüstet
- Betrieb mit Notstromgenerator: Minimalleistung 2.5 kW

Polyvalente Schweissgeräte

für das Verschweissen von Elektroschweisssmuffen mit Barcode

- Netzspannung: 190 – 250 V / 44 – 66 Hz,
- Geräteleistung 3.5 kW (je nach Gerät unterschiedlich, die Herstellerangaben sind verbindlich)
- Betrieb mit Notstromgenerator: Minimalleistung 4 kW (d_n 200–d_n 710)

Montage der Elektro-Schweissmuffe

Die Verarbeitung von Geberit-E-Muffen kann nur mit dem Originalgerät erfolgen.

E-Muffen mit Strichcode-Datenerfassung können mit allen polyvalenten Schweissgeräten (Bild 1) verschweisst werden. Jedem Fitting ist ein Barcode zugeordnet. Dieser enthält Informationen für eine ordnungsgemässe Schweissung, regelt und kontrolliert dabei die Energiedosierung vollautomatisch und bestimmt die Schweisszeit unter Berücksichtigung der Umgebungstemperatur. Es sind jeweils die Herstellervorschriften zu beachten.



Bild 1

Vorbereitung der Schweissung

Die Schweissenden müssen rechtwinklig zur Rohrachse abgeschnitten werden. Die Rohroberfläche ist im Bereich der Elektromuffe spanabhebend zu schälen (Bild 2). Die Späne sind zu entfernen. Einstecktiefe anzeichnen.

Bei unrunder Rohrenden ist während des Schweissvorgangs und der Abkühlzeit die Verformung mittels Runddrückklemmen oder Rohrschellen aufzuheben.

Rohroberfläche mit PE-Reiniger reinigen. Muffe unmittelbar vor dem Verschweissen auspacken. Die Schweissfläche muss sauber, trocken und fettfrei sein. Daten über Barcode einlesen (Bild 3). Die Achsen der Schweissenden müssen genau übereinstimmen. Die Rohrleitung ist während der Schweissung und der Abkühlzeit spannungsfrei zu halten (Bild 4).

Bei Arbeiten im Feuchtbereich (z.B. Graben) ist ein Trenntrafo einzusetzen.



Bild 2



Bild 3

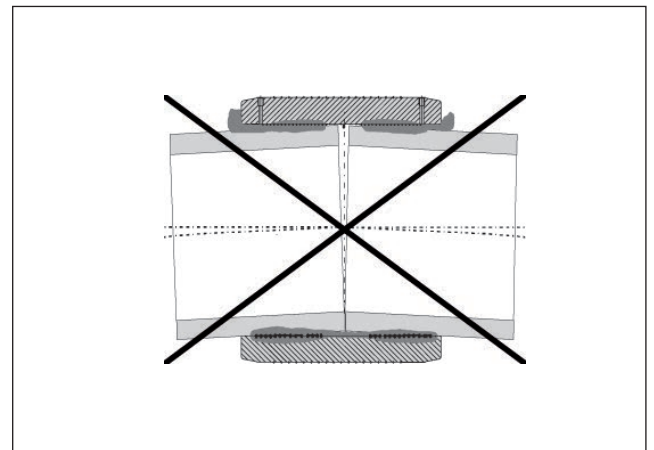


Bild 4

Flanschverbindung

Gelangen in der Kanalisationsleitung Flanschverbindungen zum Einsatz, so werden in der Regel Leichtflanschverbindungen nach Werksnorm eingesetzt. Sie sind nur in PE für JANSEN bianco erhältlich.

Anwendung

Leichtflanschverbindungen finden Anwendung bei längskraftschlüssigen Kanalisationen oder bei provisorischen Leitungen. Sie sind jederzeit wieder lösbar und dadurch speziell geeignet an Leitungsteilen, die für Revisionszwecke entfernt werden müssen.

Der Vorteil der Rohre mit Leichtflanschen gegenüber Schweissverbindungen liegt in der witterungs- und maschinenunabhängigen Montage. Die Rohrstränge können ohne Mitwirkung von Spezialisten erstellt werden.

Je nach Einsatzzweck können anstelle der preisgünstigen Leichtflansche auch die handelsüblichen ISO-Flanschverbindungen eingesetzt werden.

Montage

Zur Herstellung einer Leichtflanschverbindung werden Vorschweissbunde an Rohre mit glatten Enden stumpf angeschweisst.

Durch 2 Stahl- oder Aluflansche werden die Vorschweissbunde gegen die Gummidichtung gepresst. Mit 8 oder 12 Schrauben, je nach Nennweite, wird die zur Abdichtung notwendige Vorspannkraft mit dem Drehmomentschlüssel auf die Gummidichtung aufgebracht.



VPC Rohrkupplung

Die Verbindung unterschiedlicher Rohrtypen musste bisher oft mit ungenügenden Lösungen erstellt werden. Unter dem Begriff «Rohrkupplung» waren früher vor allem die Edelstahlkupplungen bekannt. Diese ermöglichten eine einfache Verbindung zweier Kanalisationsrohre mit gleicher Oberflächenstruktur und ähnlichem Aussendurchmesser.

Mit der VPC Rohrkupplung wird eine Qualitätslücke in der Entwässerung geschlossen. Sie legt in Sachen Flexibilität und Dichtheit einen neuen Qualitätsstandard fest – für einen nachhaltigen Umweltschutz.

Ausführung

Die VPC Rohrkupplung besteht aus einer Elastomer-Dichtmanschette, einem zentrisch reduzierbaren Fixierkorb aus hochschlagzähem, bruchstabilen Kunststoff sowie zwei Edelstahlbändern zur beidseitig stufenlosen Anpassung des Durchmessers. Sie ist in zwei verschiedenen Ausführungen erhältlich:

Standardversion: korrosionsfreie Spannbänder aus V2A (Werkstoff Nr. 1.4301), Dichtung aus EPDM

Spezialausführung: ölbeständig und besonders widerstandsfähig gegen aggressive Stoffe in Abwasser und Erdreich, nichtrostende Spannbänder aus V4A-Edelstahl (Werkstoff Nr. 1.4404), Dichtung aus NBR

Anwendung

Die VPC Rohrkupplung erlaubt eine dauerhaft dichte Verbindung von Rohren gleicher Nennweiten aus verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlicher Aussenstruktur: ob aus Beton, Steinzeug, Faserzement, PP, PE oder PVC, glatt, gewellt oder gerippt. Gleichzeitig dient die VPC Rohrkupplung auch zur Überbrückung von unterschiedlichen Rohrdurchmessern bei gleicher Nennweite. Die Anpassung wird dabei zentrisch gleichmässig und unabhängig auf jeder Seite der Rohrkupplung ausgeführt. Das Doppeldichtprofil erlaubt eine Abwinkelung bis zu 3 Grad pro Seite. Die Dichtheit der VPC Rohrkupplung wurde mit einem Druck von 2.5 bar bei axialer Verlegung geprüft.





Montageanleitung < DN 300

Beide Rohraussendurchmesser (1) messen und mit dem Spannungsbereich der VPC Rohrkupplung überprüfen. Spannungsbereich siehe Preisliste Entwässerung.

Einstecktiefe der VPC Rohrkupplung bis zur inneren, hochstehenden Lippe (Einschubbegrenzung) messen (3) und auf den Rohren anzeichnen (4).

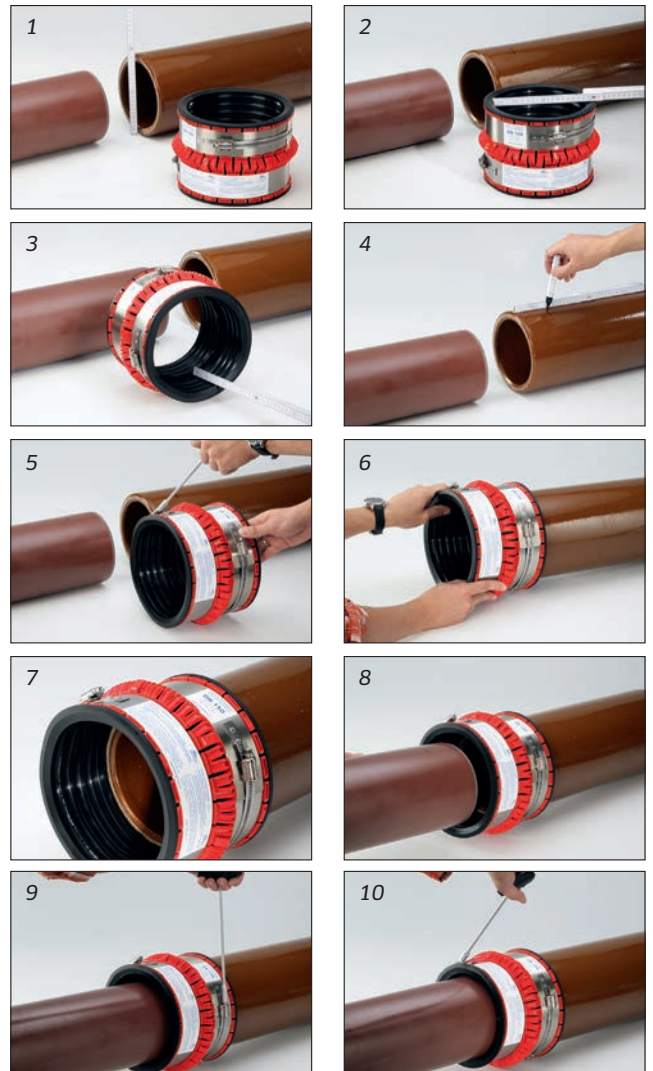
Nach Ermitteln der beiden Aussendurchmesser der zu verbindenden Rohre, führen Sie die VPC Rohrkupplung durch abwechselndes Drehen der beiden Spannschellen an den grösseren Rohrdurchmesser heran (5). Gleitmittel dünn auf die Innenseite der Rohrkupplung auftragen (6).

VPC Rohrkupplung auf das Spitzende des grösseren Rohres bis zur Markierung aufschieben und darauf achten, dass die Schrauben der Spannschlösser nach oben gewandt sind (7). Auf der gegenüberliegenden Seite gleich verfahren.

Nachdem die VPC Rohrkupplung ausgerichtet ist, drehen Sie zuerst das Spannschloss am grösseren Rohr mit 17 Nm fest (9). Danach betätigen Sie das gegenüberliegende Schloss mit demselben Drehmoment (10).

Eine detaillierte Verlegeanleitung liegt in jeder Verpackungseinheit bei.

Die Rohrbettung sowie die Rohrumhüllung hat mit geeignetem, feinkörnigem Material gemäss den gültigen Verlegerichtlinien zu erfolgen. Die Verdichtung ist mit geeigneten Werkzeugen und Geräten durchzuführen.



Montageanleitung ≥ DN 300

Einbauempfehlung:

Der Tangentialspanner erleichtert den Einbau der VPC Rohrkupplung ≥ 300 erheblich.

Zunächst wird der Spannbereich der zu verbindenden Rohre bestimmt und die hierfür notwendige Manschette ausgewählt. Die Einstecktiefe (Mitte) der VPC Rohrkupplung messen und auf dem Rohr mit dem grösseren Aussendurchmesser anzeichnen.

Danach das Spitzende mit Gleitmittel bestreichen und die VPC Rohrkupplung auf das Rohr mit der grösseren Nennweite aufsetzen.

Nach dem Ausrichten der Rohrkupplung wird der VPC Tangentialspanner mit dem Haltefuss unter die Spannschlösser geschoben. Dann wird der Löffel des Zugarmes in die Halteöse eingehakt und mit einem Drehmomentschlüssel festgezogen.

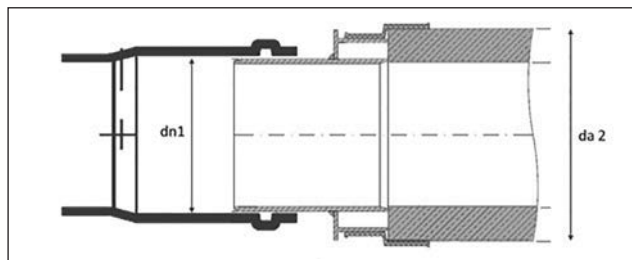
Anschliessend werden die beiden Spannschlösser abwechselnd festgezogen.

Dieser Vorgang wird beim Einbinden des kleineren Rohres entsprechend wiederholt. Hierfür das anzuschliessende Rohr in Höhenlage bringen, damit die VPC Rohrkupplung entlastet ist.

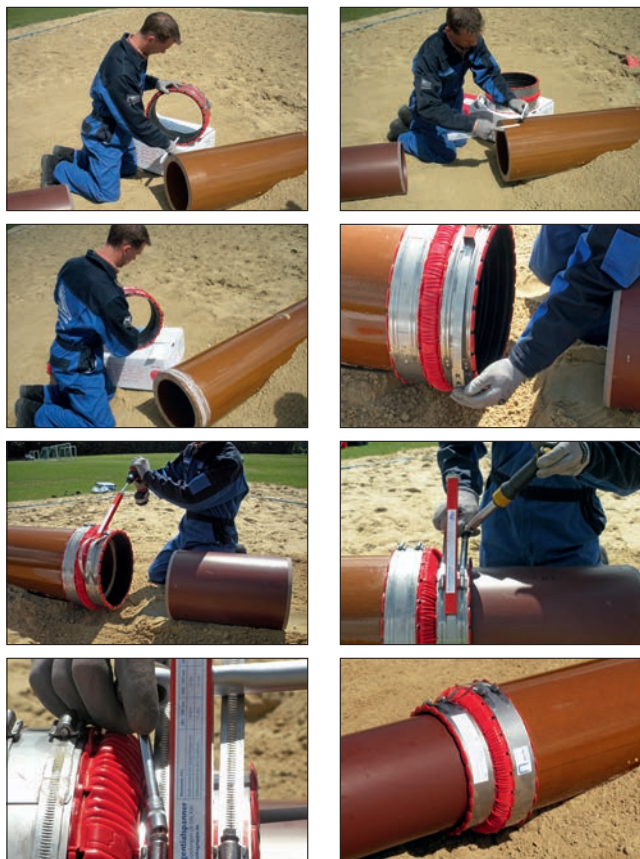
Die Rohrbettung sowie die Rohrumhüllung haben mit geeignetem, feinkörnigem Material gemäss den gültigen Verlegerichtlinien zu erfolgen. Die Verdichtung ist mit geeigneten Werkzeugen und Geräten durchzuführen.

Übergang von dickwandigen Betonrohren auf Kunststoff

Für die Dimensionen 300, 400 und 500 mm gibt es einen Betonadapter um die grosse Differenz der beiden Aussendurchmesser zu überbrücken.



Kunststoffrohr d_n 1 mm	VPC Betonadapter	VPC Rohrkupplung	Aussendurchmesser d_a 2 mm
d_n 315	300 KB	VPC 455	385-455
d_n 400	400 KB	VPC 565	495-565
d_n 500	500 KB	VPC 690	625-690



Verlegetechnik

Normen / Richtlinien

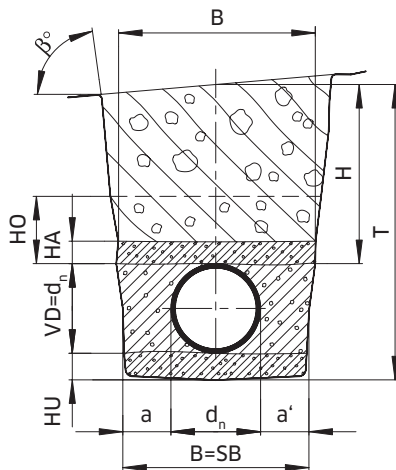
Bei der Projektierung und Verlegung von Jansen Kanalisationsrohren und Formteilen gelten die jeweils gültigen Normen

SIA 190	Kanalisationen
SN EN 1610	Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
SN 592'000	Liegenschaftsentwässerung
BauAV	Bauarbeitenverordnung

sowie die baubehördlichen Vorschriften für die Haus- und Grundstücksentwässerung.

Begriffe

U oder V-Graben



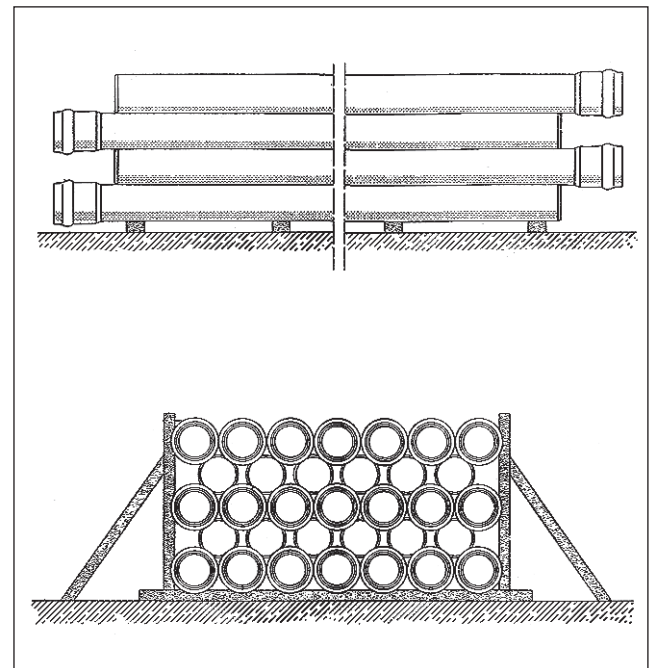
Legende:

- a, a' Verdämmungsabstände
- d_n Rohraussendurchmesser
- SB Sohlenbreite
- B Grabenbreite
- HU Höhe der Bettungsschicht
- VD Höhe der Verdämmung
- HA Höhe der Abdeckung
- HO Höhe der Schutzschicht
- H Überdeckungshöhe über Rohrscheitel
- T Grabentiefe
- β Böschungswinkel

Transport und Lagerung

Die Kanalisationsrohre sind sorgfältig und schonend auf- und abzuladen. Die Rohre sind so abzustützen, dass sie sich weder durchbiegen noch verformen können. Durch die Lagerung der Rohre dürfen keine bleibenden Verformungen oder Beschädigungen eintreten. Rohrstapel dürfen deshalb nicht höher als 1 Meter sein.

Das Schleifen der Rohre über den Boden ist zu vermeiden. Riefen und Kratzer können eine Schwächung der Rohrwandung sowie Undichtheiten in der Steckverbindung verursachen. Durch die versetzte Anordnung der Muffen wird eine annähernd volle Auflage der einzelnen Schichten erreicht. Bei der Stapelung mit Zwischenräumen müssen die Unterlagen bzw. Zwischenhölzer mindestens 7,5 Zentimeter breit und in Abständen von 1 bis max. 2 Metern angeordnet sein. Die aussenliegenden Unterlagen bzw. Zwischenhölzer werden 0,5 bis 1 Meter vom Stapelende angeordnet.



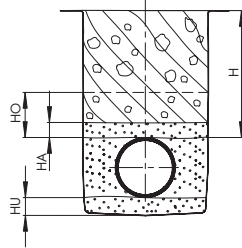
Verlegeprofile

Bedingt durch das statische Verhalten von Kunststoffrohren finden grundsätzlich nur die Profile U1/V1 und U4/V4 Anwendung.

Normalverlegeprofile

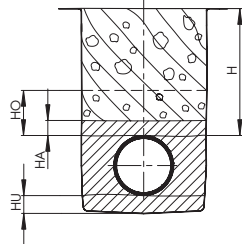
U1 oder V1

Rohrumhüllung:
gemäss Anforderung aus
Rohrstatik z.B. Kies mit max.
Korngrösse $\leq \frac{1}{3} \cdot HU$ bzw.
50 mm oder geeignetes Aus-
hubmaterial



U4 oder V4

Rohrumhüllung:
Beton unbewehrt C 20/25



Überdeckungshöhe H

Der Rohrgraben ist so auszuheben, dass alle Teile der Rohrleitung in frostfreier Tiefe verlegt werden können. Dabei sind ohne besondere Massnahmen folgende Mindestüberdeckungshöhen einzuhalten:

- im Strassenbereich mit Normal- und Schwerverkehr 0.80 m
- im Bahnbereich bis Schwellenoberkante 2.00 m

Grabenbreite SB

Die Mindestgrabenbreite ergibt sich aus dem Rohrdurchmesser und den seitlichen Verdämmungsabständen gemäss der untenstehenden Tabelle.

$$SB = a + d_n + a'$$

Anforderungen an die Arbeitssicherheit müssen gemäss Bauarbeitenverordnung (BauAV) und SUVA-Richtlinien berücksichtigt werden.

Verdämmungsabstände in Abhängigkeit der Rahmenweite gemäss SIA 190

Nennweite der Rohre	Verdämmungsabstände			
	Für Profil U1/V1 ist beidseits des Rohres ein begehbare Arbeitsraum erforderlich		Für die Profile U4/V4 ist in der Regel nur auf einer Seite des Rohres ein begehbare Arbeitsraum erforderlich	
	a [m]	a' [m]	a [m]	a' [m]
≤ 350	0.25	0.25	0.25	0.25
> 350 bis ≤ 700	0.35	0.35	0.35	0.25
> 700 bis ≤ 1200	0.425	0.425	0.425	0.25

Verdämmungsabstände nach Bauarbeitenverordnung, BauAV

Auszug aus Kap. 5: Gräben, Schächte und Baugruben, Art. 55

- 3 Gräben und Schächte müssen so erstellt werden, dass die lichte Breite, im Sohlenbereich gemessen, ein sicheres Arbeiten gewährleistet. Sofern der Graben für das Verlegen von Leitungen begangen werden muss, hat die lichte Breite des Grabens zu betragen:
 - a. mindestens 40 cm plus das Aussenmass der Leitung (Nennmass plus Wandstärken);
 - b. ab einer Grabentiefe von 1 m: mindestens 60 cm.
- 4 Die Breite des Arbeitsraumes in Baugruben muss in jeder Bauphase mindestens 60 cm betragen.

Anforderungen an die Rohrumhüllung

Die Rohrumhüllung hat einen grossen Einfluss auf das Deformationsverhalten der Kunststoffrohre. Die Qualität der Umhüllung ist abhängig vom verwendeten Material und dessen Verdichtung. Es ist darauf zu achten, dass im gesamten Leitungsbereich (Bettung, Verdämmung, Abdeckung) annähernd gleiche Lagerbedingungen geschaffen werden. Darum werden für Kunststoffrohre auch nur die Profile U1/V1 und U4/V4 angewandt.

Die Wahl des Profils und Umhüllungsmaterials erfolgt auf Grund der statischen Berechnung.

Die verwendeten Baustoffe dürfen das Rohr, den Rohrwerkstoff und das Grundwasser nicht beeinträchtigen. Gefrorenes Material darf nicht verwendet werden.

Eingesetzt werden im Profil U1/V1 körnige, ungebundene Baustoffe wie zum Beispiel Kiessand. In der Umhüllung sollten keine Bestandteile enthalten sein, die grösser sind als

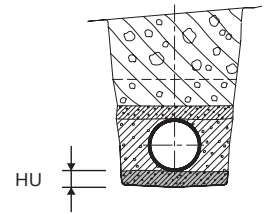
22 mm bei $d_n \leq 200$ mm

40 mm bei $d_n > 200$ mm

Für Profil U4/V4 werden hydraulisch gebundene Baustoffe wie z.B. Beton C 12/15 eingesetzt.

In der Liegenschaftsentwässerung wird gemäss SN 592 000 das Profil U4 vorgeschrieben.

Bettungsschicht HU



Unterlage der Leitung, welche die flächenhafte Auflagerung des Rohres und ein korrektes Gefälle sicherstellt.

Die Höhe der Bettungsschicht HU beträgt im Minimum

- 100 mm bei normalen Bodenverhältnissen
- 150 mm bei Fels oder festgelagerten Böden

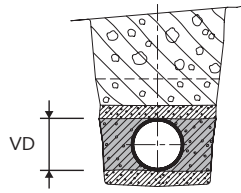
In der Regel sollte die Bettungsschicht die dreifache maximale Korngrösse des Bettungsmaterials nicht unterschreiten. Im Muffenbereich ist eine entsprechende Vertiefung auszunehmen, damit das Rohr auf der gesamten Länge sauber aufliegen kann.

Bei gleichmässigen, feinkörnigen Böden (Sand) darf das Rohr direkt auf die vorbereitete Grabensohle verlegt werden. Der Muffenbereich ist auszunehmen.

Falls die Grabensohle eine zu geringe Tragfähigkeit aufweist, können folgende Massnahmen in Betracht gezogen werden:

- Zusätzlicher Bodenaustausch
- Stabilisierung des Bodens
- Geotextile

Auflager des Rohres wie z.B. Kalksandsteine müssen nach dem Einbringen der Umhüllung entfernt werden. Auflager aus Holz dürfen nicht unter dem Rohr verbleiben, da die Hölzer durch Wasseraufnahme quellen und zu Eindrücken in den Rohren führen könnten.

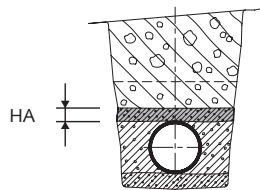
Verdämmung VD

Seitliche, verdichtete Auffüllung zwischen Grabenwand und Leitung bis Oberkante Rohr. Die Verdichtung soll ohne maschinellen Einsatz erfolgen.

Eine allfällige Spriessung des Grabens muss gleichzeitig mit dem Einbringen der Verdämmung gezogen werden.

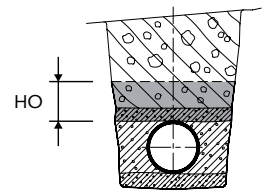
Bei Kunststoffrohren ist die Qualität der seitlichen Verdichtung wichtig, da das biegeeweiche Tragverhalten die Vertikallasten auch auf die seitliche Lagerung überträgt. Die Deformation des Rohres ist sehr stark davon abhängig, wie weit sich die seitliche Verdämmung nachverdichtet. Darum ist ein lagenweiser Einbau zwingend. Bedingt durch die Platzverhältnisse muss die Verdichtung mit dem Fuss oder dem Handstampfer erfolgen. Dem entsprechend ist die Tiefenwirkung der Verdichtung auf ca. 10 – 15 cm begrenzt. Beim Einsatz von Verdichtungsgeräten ist darauf zu achten, dass die verlegte Leitung nicht aus der Lage verschoben wird.

Die Verdämmung sollte so ausgeführt werden, dass das Eindringen von Material der Leitungszone in den anstehenden Boden verhindert wird. Unter Umständen kann die Verwendung von Geotextilien erforderlich sein.

Abdeckung HA

Die Materialschicht über dem Rohr wird aus dem gleichen Material und der gleichen Qualität wie die Verdämmung ausgeführt.

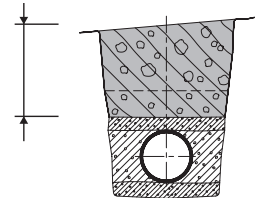
Der Mindestwert der Abdeckung bei Profil U1/V1 beträgt über dem Rohr 150 mm, über der Muffe mindestens 100 mm. Bei U4/V4 beträgt die minimale Betonstärke 100 mm über dem Rohr.

Schutzschicht HO

Die Schutzschicht schützt die Leitung während dem Einfüllen und Verdichten des Grabens vor Beschädigung durch grosse dynamische Kräfte.

Die Höhe der Schutzschicht HO richtet sich nach den Verdichtungsgeräten, die zum Einsatz gelangen. Die Mindesthöhe beträgt in der Regel 30 cm.

Bei vollständig einbetonierten Rohren kann die Schutzschicht reduziert werden.

Verfüllung

Die Gräben dürfen erst aufgefüllt werden, wenn die Leitungen und Schächte von der Bauleitung kontrolliert worden sind. Sofern die Leitungen einbetoniert sind, muss der Beton vor dem Auffüllen des Grabens genügend ausgehärtet sein. Die Höhe der Auffüllung über dem Rohrscheitel, in welcher nur leichte Stampfgeräte zum Verdichten benützt werden dürfen, richtet sich nach der Schutzschicht.

Das Material für die Auffüllung sowie die Verdichtungsgeräte sind so zu wählen, dass weder an der Rohrleitung, noch bei angrenzenden Bauteilen Beschädigungen oder spätere Setzungen eintreten können.

Die Auffüllung und Verdichtung innerhalb des Strassenbereichs muss in gleichmässigen Schichten erfolgen. Verdichtungswerte gemäss Normen SNV 640'585 und SNV 640'588.

Bei Auffüllungen im Kulturland ist die Kulturerde in der ursprünglichen Dicke einzubringen und die Auffüllung, sofern keine Verdichtung vorgeschrieben ist, den zu erwartenden Setzungen entsprechend zu erhöhen.

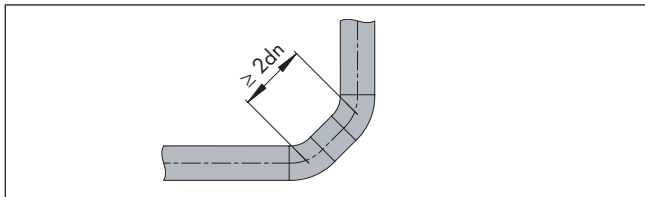
Richtungsänderungen

Schächte

In der Kanalisation werden Richtungsänderungen üblicherweise mit Kontrollschächten ausgeführt.

Formstücke

Bei Verwendung von Formstücken muss die Zwischendistanz zweier Axsnittpunkte mindestens $2 \cdot d_n$ betragen. Richtungsänderungen von 90° werden wegen Reinigungsmöglichkeit und Kamerabefahrbarkeit mit $2 \cdot 45^\circ$ ausgeführt.



Im Liegenschaftsbereich darf bei Richtungsänderungen mit Formstücken die Summe aller Winkel bis zum nächsten Schacht max. 180° nicht überschreiten, ansonsten wird ein Schacht eingesetzt.

Biegeradien

Die Kanalisationsrohre JANSEN nuovo aus PP-HM und JANSEN bianco aus PEHD lassen sich in beschränktem Rahmen biegen. Enge Radien sind zu vermeiden, da die Ovalität und die Knickgefahr zunimmt.

System	Verlegetemperatur		
	0° C	10° C	20° C
JANSEN nuovo	100 d _n	70 d _n	40 d _n
JANSEN bianco	100 d _n	70 d _n	40 d _n

Biegeradien [mm]

Das Rohrleitungssystem JANSEN ottimo TF aus verstärktem PP-QD gilt generell als nicht biegebar.

Beispiel:

Gegeben: JANSEN bianco Kanalisationsrohr
d_n 315 mm (≈ 20° C)

Gesucht: Kleinster zulässiger Biegeradius

Lösung: d_n 315 mm • Faktor 40 = 12'600 mm =
12.6 m Radius

Auswinkelung:

Bei allen Rohrleitungssystemen mit Steckmuffe ist eine Auswinkelung innerhalb der Muffe bis zu 4 Grad möglich, ohne dass die Dichtheit reduziert wird. Auswinkelungen in der Muffe sollten nur angewendet werden, wenn die Leitung nicht in der Muffe dilatieren muss.

Gefälle

Normanforderungen

In der SN 592 000 werden für die Liegenschaftsentwässerung folgende Minimal- und Maximalgefälle vorgegeben:

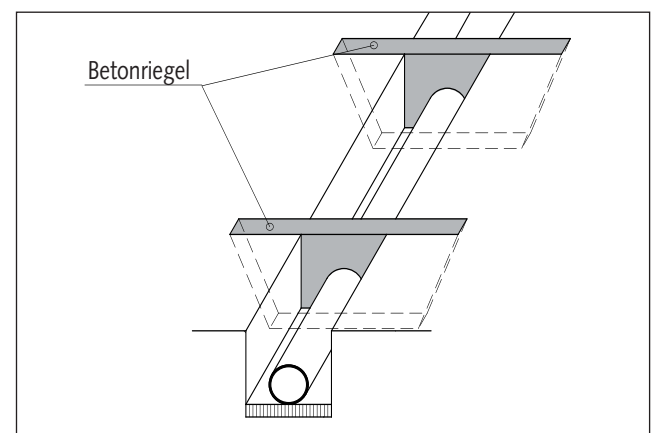
Art der Leitung	Gefälle in %		
	min.	ideal	max.
Schmutzwasserleitungen bis DN 200 (Grund- und Grundstückanschlussleitungen)	2	3	5
Schmutzwasserleitungen über DN 200 (Grund- und Grundstückanschlussleitungen)	1.5	3	5
Regenwasserleitungen	1	3	5
Sickerleitungen	0.5	0.5	1

In der SIA Norm 190 wird kein Minimalgefälle angegeben, dafür wird die minimale Fließgeschwindigkeit definiert: Um Ablagerungen zu verhindern sind folgende minimale Fließgeschwindigkeiten erforderlich:

d _i < 400 mm	v _{min} = 0.6 m/s
d _i 400–1000 mm	v _{min} = 0.8 m/s
d _i > 1000 mm	v _{min} = 1.0 m/s

Steilleitungen

Bei starken Gefällstrecken muss durch den Einbau von Betonriegeln das Ausschwemmen des Feinmaterials aus der Rohrhüllung verhindert werden. Zudem müssen entstehende Längskräfte auf den gewachsenen Boden übertragen werden. Wegen der geringen Haftung des Betons auf dem Kunststoff werden die Betonriegel direkt an der Muffenausweitung erstellt. Es ist darauf zu achten, dass sich oberhalb des Riegels durch abfließendes Grundwasser kein Wasserdruck aufbauen kann. Eventuell sind Durchflussmöglichkeiten im Sohlenbereich vorzusehen.



Schachtanschlüsse

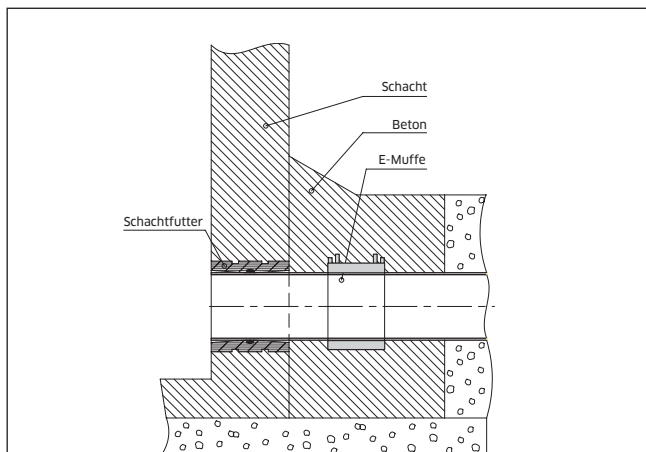
An NBR-Schächte

Da Kunststoffrohre mit Mörtel oder Beton keine dichte Verbindung eingehen, werden Schachtfutter aus Faserzement eingesetzt. Das Schachtfutter hat innen eine Dichtringkammer, in die ein Gummiring eingelegt wird. Der Einbau geschieht wie folgt:

1. Reinigen des Gummidichtringes und der Sicke
2. Einlegen des Gummidichtringes in die Sicke
3. Bestreichen des Dichtringes und des Rohrspitzendes mit Gleitmittel (z.B. Jansen-Spezial)
4. Aufschieben des Schachtfutters auf das Spitzende des Kanalrohres, soweit bis das Schachtfutter und das Rohrende des Kanalrohres bündig abschliessen

Durch das Aufsetzen des Schachtfutters ist eine einwandfreie Verbindung zum Schachtbauwerk gegeben. Die Abdichtung zwischen Kunststoffrohr und Schachtfutter erfolgt durch den eingelegten Gummidichtring. Durch den Einbau eines Schachtfutters ist eine gewisse Beweglichkeit des Kanalrohres im Schacht gegeben, ohne dass Schmutzwasser zwischen Rohr und Schachtbauwerk austreten kann.

Anschlüsse an Schächte sind nicht längskraftschlüssig. Um eine eventuelle Längsverschiebung der eingesteckten Leitung zu verhindern, muss vor dem Schacht ein Fixpunkt gesetzt werden, der allfällige Kräfte übernehmen kann. Bedingt durch die Längenausdehnung wird dies vornehmlich bei PE angewandt. Üblicherweise wird dabei eine Elektroschweissmuffe auf die Leitung geschweisst und einbetoniert.



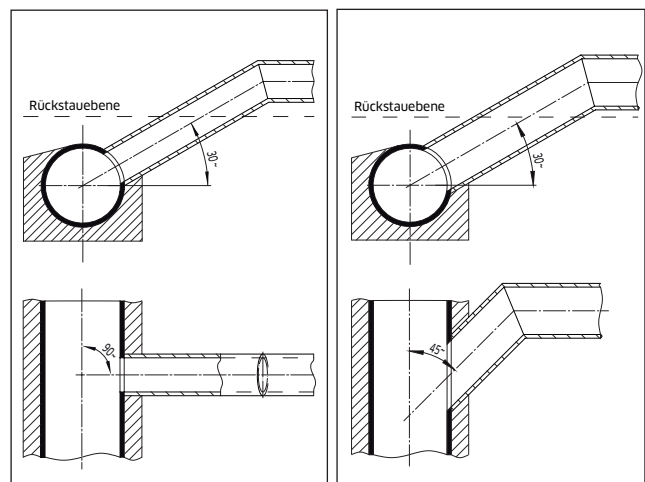
Anschluss mit Fixpunkt

An JANSEN Systemschächte

Kunststoffrohre werden direkt mittels Steckmuffen an den Schacht angeschlossen. Zusätzlich erforderliche Einläufe mit Kronenbohrer oder Stichsäge öffnen und Einlaufrohrdichtungen montieren. Dichtung und Spitzende des Rohres mit Gleitmittel einstreichen und einschieben. Für den Anschluss von längskraftschlüssig verschweissten PE-Leitungen werden werkseitig Stutzen an den Schacht geschweisst. Der Zusammenschluss von Schacht und Leitung erfolgt mit einer Elektroschweissmuffe.

Anschlüsse an bestehende Leitungen

Der Kanalanschluss ist in der Regel unter 90° zur Kanalachse zu erstellen. Beträgt das Durchmesser Verhältnis zwischen der Kanalisation und der Grundstückanschlussleitung weniger als 2:1, wird ein Kanalanschluss unter 45° zur Kanalachse empfohlen. Bei ausreichendem Gefälle ist die Grundstückanschlussleitung mit 30° Gefälle bis über den Rohrscheitel oder die errechnete Rückstauenebene zu führen. Der Kanalanschluss hat in der Regel über der Mittelachse der Kanalisation, aber in jedem Fall über dem Niveau des Trockenwetterabflusses zu erfolgen.



Einbau Hausanschlussstättel

Mit dem Connex oder Fabekun Anschlussstättel lassen sich Hausanschlussleitungen oder Seitenzuläufe schnell, einfach und wirtschaftlich in die Hauptkanalisation einbinden. So sind selbst bei engen Verhältnissen im Graben eine qualitativ hochwertige Ausführung und ein dichter Anschluss möglich. Die bautechnische Besonderheit: Die Formteile verfügen über ein integriertes Kugelgelenk. Es sorgt dafür, dass die Anschlüsse in einem Bereich von 0° bis 11° schwenkbar sind und somit Bewegungen aufnehmen können. Die deutlich erhöhte Flexibilität und Gelenkigkeit trägt entscheidend dazu bei, dass Anschlussleitungen über die gewünschte Ausführungsqualität verfügen. Um einen spannungsfreien Kanalanschluss zu gewährleisten, empfehlen wir eine max. Auswinkelung von 5°.

Connex

Für den Anschluss an dünnwandige Hauptleitungen mit Wandstärken zwischen 3 bis 30 mm, z.B. aus PP, PE und PVC. Der schraubbare Anschlussstättel ist zurzeit für Anschlüsse von d_n 160 und d_n 200 mm auf Hauptleitungen von d_n 200 bis 1500 mm verfügbar.

Montageanleitung Connex

Die Qualität des Anschlusses hängt massgeblich vom Einsatz der richtigen Werkzeuge ab. Ein korrekter Einbau des Stättels ist nur mit Kronenbohrer und Gewinderadschlüssel möglich.

- Mit Bohrmaschine und Kronenbohrer Loch $\varnothing$ 162 oder 200 mm zentrisch bohren (Bild 1 + 2) und danach entgraten.
- Sattelunterteil einsetzen (Bild 3), Distanzring aufsetzen
- Gewinderad (grau) mit Gleitmittel versehen, aufschrauben und anschliessend mit Gewinderadschlüssel anziehen (Bild 4). Je nach Dimension Schlüsseleinsatz verwenden.
- Satteloberteil mit Gleitmittel versehen und aufschrauben (Bild 5), mit Gewinderadschlüssel anziehen (Bild 6).

In jeder Verpackungseinheit befindet sich eine detaillierte Verlegeanleitung.

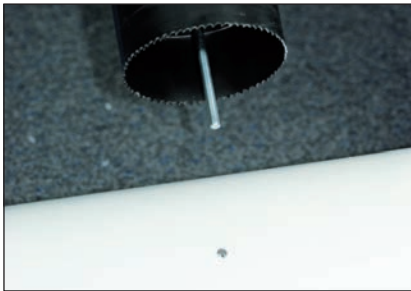


Bild 1

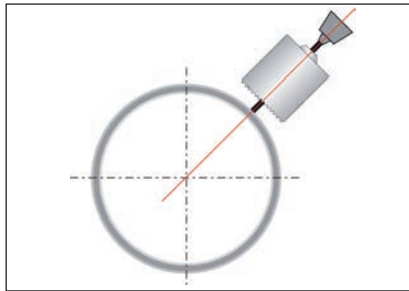


Bild 2



Bild 3



Bild 4



Bild 5



Bild 6

Fabekun

Für den Anschluss an Hauptleitungen mit Wandstärken über 30 mm, z.B. aus Beton, Steinzeug oder Faserzement. Der schraubbare Anschlusssattel ist zurzeit für Anschlüsse von d_n 160 und 200 mm auf Hauptleitungen von NW 250 bis 2400 mm verfügbar.

Montageanleitung Fabekun

Die Qualität des Anschlusses hängt massgeblich vom Einsatz der richtigen Werkzeuge ab. Ein korrekter Einbau des Sattels ist nur mit Kronenbohrer und Gewinderadschlüssel möglich. Für den Anschluss von Rohren DN 200 ist ein separater Gewinderadschlüssel erforderlich.

- Mit Kernbohrgerät $\varnothing 200 \pm 1$ mm für Anschluss d_n 160, bzw. $\varnothing 257 \pm 1$ mm für Anschluss d_n 200, Loch zentrisch und rechtwinklig zur Rohrachse bohren (Bild 1 + 2).
- Gewinderad und Abzweigunterteil mit Gleitmittel versehen. Distanzring auf Abzweigunterteil aufsetzen, Gewinderad aufschrauben, (Bild 3), Führung beachten, Abzweigunterteil ganz durch gebohrte Öffnung drücken, wieder hochziehen und mit Gewinderadschlüssel anziehen (Bild 4).
- Korrekten Sitz des Sattels überprüfen (Bild 5).
- Hohlraum durch die Öffnung mit Expansionsharz ausfüllen (Bild 6).

In jeder Verpackungseinheit befindet sich eine detaillierte Verlegeanleitung.



Bild 1

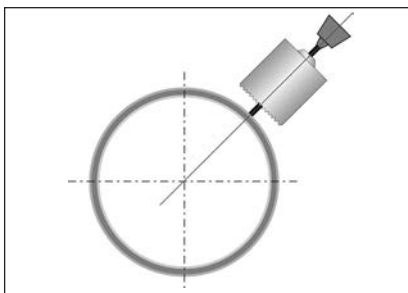


Bild 2



Bild 3



Bild 4



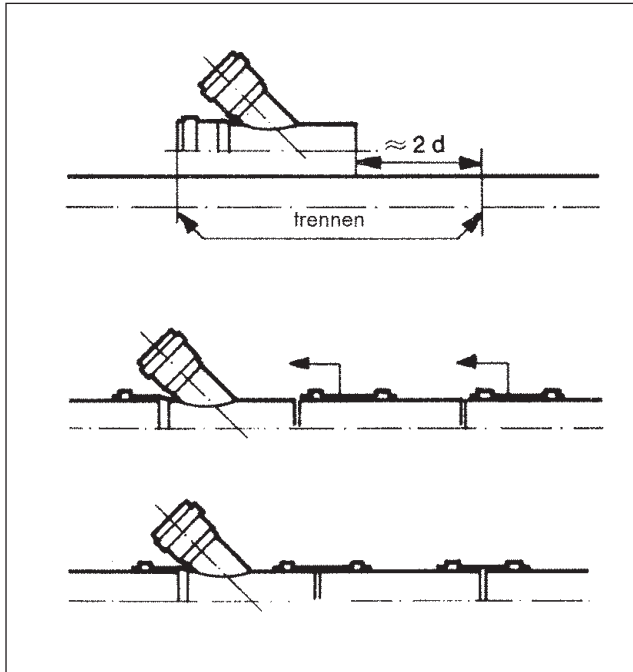
Bild 5



Bild 6

Einbau Abzweiger

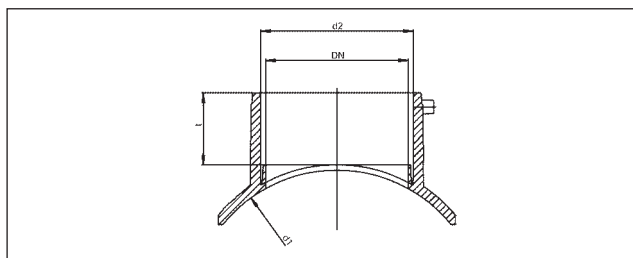
Zum Einbau eines Abzweigers wird ein ausreichend langes Rohrstück (Länge des Formstückes + $2 d_n$) herausgetrennt, die Rohrenden werden angefast und der Abzweiger eingesetzt. Auf die zweite Rohrhälfte sowie auf das einzubauende Passstück wird jeweils eine Überschiebemuffe aufgeschoben, so dass die Leitung wieder geschlossen werden kann.



Einbau Sattel verschweisst

Anschlusssattel für JANSEN bianco aus PEHD. Der Schweiss-sattel aus PE wird mittels einem Elektroschweisgerät mit der Hauptleitung verschweisst. Anschliessend wird die Anschlussleitung mit dem Sattel verschweisst. Der Schweiss-sattel sollte in der oberen Hälfte des Rohrumfangs angeordnet werden, vorzugsweise im Winkel bis $\pm 45^\circ$ aus der Senkrechten.

Der Schweiss-sattel ist zur Zeit verfügbar für Hauptleitungen von d_n 200 bis 560mm. Der Anschlussdurchmesser beträgt d_n 160mm.



Montageablauf:

- Abarbeiten der Oberfläche (schälen)
- Reinigen der Oberfläche (die Schweissstellen müssen sauber, trocken und fettfrei sein).
- Abwassersattel gemäss Herstellerangaben aufsetzen und fixieren
- Die Verschweissung erfolgt mit einem polyvalenten Schweissgerät.
- Fixierung erst nach der vollständigen Abkühlung des Sattels entfernen.



Verlegehinweise des Herstellers beachten.

Die Verschweissung sollte nur von Fachpersonen ausgeführt werden, die eine entsprechende Schweissausbildung besitzen.

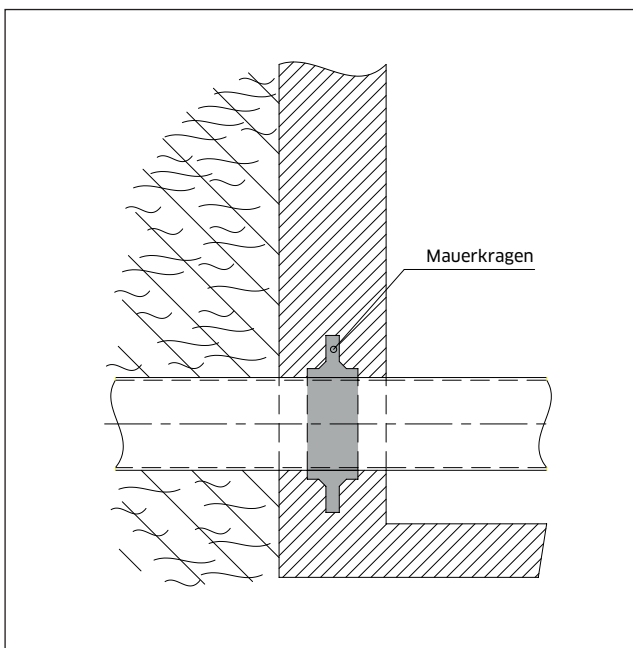
Abdichten bei Mauerdurchführungen

Bekanntlich haften auf Kunststoffrohren die zementgebundenen Werkstoffe schlecht. Bei Mauerdurchdringungen mit möglichem Wasserdruck genügt es unter Umständen nicht, den Ringraum nur auszumörteln. Um ein Nachfließen des Wassers entlang des Rohres zu verhindern, wird in solchen Fällen eine Gummi-Manschette auf das Rohr montiert.

Der sogenannte Mauerkragen aus EPDM, mit einem oder zwei Stegen (je nach Durchmesser), mit der Wirkungsweise eines Fugenbandes, ist bis 3 bar gegen Grund- und Druckwasser dicht.

Der Mauerkragen wird mit Spannbändern auf das gereinigte Rohr montiert.

Er dient nur zur Abdichtung und kann nicht als Fixpunkt verwendet werden.



Freiverlegte Leitungen

Dank dem guten UV-Schutz und der Verschweißbarkeit ist Polyethylen prädestiniert für den Einsatz von freiverlegten Leitungen.

Aus diesem Grund empfehlen wir für freiverlegte Rohrleitungen die Verwendung von JANSEN bianco aus PEHD.

Einfluss der Temperatur

Bei freiverlegten Leitungen muss auf den Einfluss der Temperatur Rücksicht genommen werden.

Entgegen metallischen Werkstoffen ist das Spannungsdehnungsverhalten von thermoplastischen Kunststoffen stark abhängig von der Temperatur sowie der Geschwindigkeit des Temperaturwechsels. So sind der Längenänderungskoeffizient und der E-Modul über den Temperaturbereich von -20 °C bis +60 °C nicht konstant.

Viskoelastische Werkstoffe haben die Fähigkeit auftretende Spannungen über die Zeit abzubauen (Relaxation). Entscheidend dabei ist, wie schnell der Temperaturwechsel erfolgt. Dies wird dazu führen, dass die Spannungen bei langsam steigenden Temperaturen nicht unbedingt zunehmen. Unterstützt wird dieses Verhalten durch die Tatsache, dass der E-Modul mit steigenden Temperaturen abnimmt.

Beeinflusst wird das thermische Verhalten ebenfalls durch die Innentemperatur des Rohres. Bei relativ konstanter Temperatur des fließenden Mediums wird der Einfluss der äusseren Temperatur gedämpft.

Es zeigt sich, dass eine exakte Berechnung der Längenänderung und Kräfte relativ komplex wird.

Für den Anwendungsbereich der Entwässerungsleitung sind die folgenden Berechnungen genügend genau, wobei die errechneten Werte in der Praxis normalerweise unterschritten werden. Zu berücksichtigen gilt, dass sich die Längenänderung und die Zug- und Druckkräfte immer auf eine Ausgangstemperatur beziehen.

Die Längenänderung wird nach der folgenden Formel errechnet:

$$\Delta L_{\text{Tot}} = L \cdot \Delta T \cdot \alpha$$

Hierbei bedeuten:

ΔL_{Tot}	=	Längenänderung [mm]
L	=	Länge der Rohrleitung [m]
ΔT	=	Temperaturdifferenz [K oder °C] ausgehend von der Verlegetemperatur
α	=	Längenänderungskoeffizient [mm/m • K]

Ist die Betriebstemperatur höher als die Verlegetemperatur, ergibt sich eine Verlängerung der Leitung. Ist sie hingegen niedriger als die Verlegetemperatur, verkürzt sich das Rohr.

Daher: Verlegetemperatur sowie maximale und minimale Betriebstemperatur berücksichtigen.

Längenänderungskoeffizient α in Abhängigkeit der Rohrmaterialien

JANSEN ottimo TF PP-QD = 0,04 mm/m • K

JANSEN nuovo PP-HM = 0,14 mm/m • K

JANSEN bianco PEHD = 0,18 mm/m • K

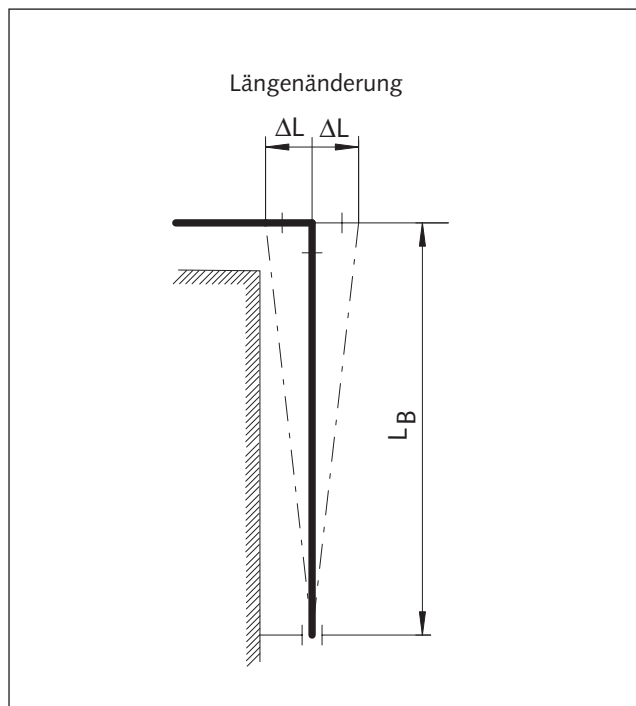
Montage mit Biegeschenkel

Durch das niedrige Elastizitätsmodul von Kunststoffen ist die günstige Möglichkeit gegeben, Längenänderungen durch elastische Ausfederungen von dafür vorgesehenen Abschnitten der Rohrleitung aufnehmen zu können.

Die Länge des Biegeschenkels wird im Wesentlichen vom Durchmesser des Rohres und der Grösse der aufzunehmenden Längenänderung bestimmt.

Natürliche Biegeschenkel ergeben sich stets an Richtungsänderungen sowie an Abzweigungen.

Bei gesteckten Rohrsystemen kann ein Biegeschenkel nur angeordnet werden, wenn die Leitung nicht aus einer Muffe herausfahren kann.



Bestimmung der Länge des Biegeschenkels

$$L_B = c_L \sqrt{d_n \cdot \Delta L}$$

L_B = Länge des Rohrschenkels

c_L = werkstoffabhängige Konstante [-]

d_n = Rohraussendurchmesser in mm

ΔL = maximale Längenänderung in mm (+ oder -)

Werkstoffkonstante c_L

JANSEN ottimo TF PP-QD	25
JANSEN nuovo PP-HM	15
JANSEN bianco PEHD	10

Sind auch diese Grössen bekannt, können mit dem Diagramm (siehe nachfolgende Seite) die Länge des Biegeschenkels auf einfache Weise bestimmt werden.

Lösungs-Beispiel:

- Rohrlänge vom Fixpunkt bis zur Abzweigung an der die Längenänderung aufgenommen werden soll: L = 8 m
- Rohraussendurchmesser: d_n = 110 mm
- Verlegetemperatur: T_v = 15° C
- max. Betriebstemperatur T_1 = 50° C
- min. Betriebstemperatur T_2 = 5° C

Verlängerung bzw. Verkürzung des Leitungsabschnittes während des Betriebes:

$$\Delta L_1 = L \cdot (T_1 - T_v) \cdot \alpha = 8 \cdot (50 - 15) \cdot 0.18 = +50 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = L \cdot (T_2 - T_v) \cdot \alpha = 8 \cdot (5 - 15) \cdot 0.18 = -14 \text{ mm}$$

1. Verlängerung eines Rohres vorteilhaft mit « + » und Verkürzungen mit « - » bezeichnen.

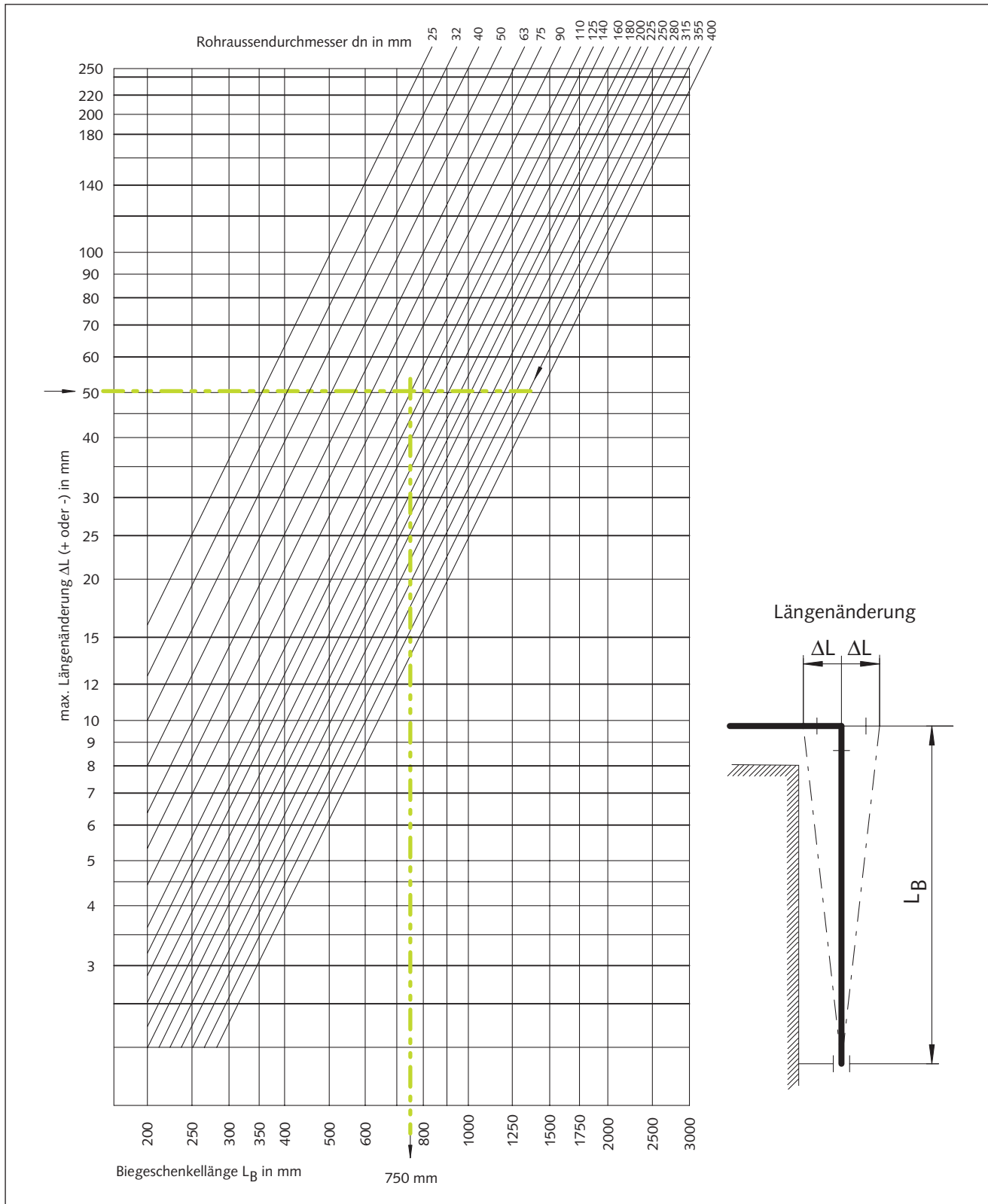
2. Für die Bestimmung der Länge des Biegeschenkels ist das grössere Mass der Längenänderung ΔL massgebend.

Aus dem Diagramm auf der folgenden Seite kann nun mit dem errechneten Wert der max. Ausdehnung sowie mit dem festgelegten Rohraussendurchmesser die Biegeschenkelänge abgelesen werden:

$$\begin{aligned} \text{Max. Längenänderung} \quad \Delta L &= 50 \text{ mm} \\ \text{Rohraussendurchmesser} \quad d_n &= 110 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Biegeschenkelänge} \quad L_B = 750 \text{ mm}$$

Diagramm zur Bestimmung der Biegeschenkellänge L_B in
Abhängigkeit der Längenänderung ΔL für Rohre aus PE



Rohrschellenabstände

Massgebend für die Rohrschellenabstände ist die tolerierte Durchbiegung und dem daraus resultierenden Restgefälle der Leitung.

Zu berücksichtigen sind dabei der Füllungsgrad der Leitung und eventuelle Auflasten (z.B. Schnee).

Die Berechnung der Rohrschellenabstände beruht auf der Formel für die Durchbiegung eines Durchlaufträgers.

$$f = \frac{q \cdot L_{RS}^4}{384 E_{R,lang} I} \quad L_{RS} = \sqrt[4]{f \frac{384 \cdot E_R \cdot I}{q}}$$

f = Durchbiegung [mm]

L_{RS} = Rohrschellenabstand [mm]

I = Trägheitsmoment Kreisring [mm⁴]

$$I = \frac{\pi \cdot (d_n^4 - d_i^4)}{64}$$

d_n = Aussendurchmesser Rohr [mm]

d_i = Innendurchmesser Rohr [mm]

$E_{R,lang}$ = E-Modul als Langzeitwert
empfohlene Rechenwerte für PE

- bei durchschnittlich 20° : $E_{R,lang} = 300 \text{ N/mm}^2$

- bei direkter
Sonneneinstrahlung : $E_{R,lang} = 150 \text{ N/mm}^2$

q = gleichmässige Belastung aus
Eigengewicht und Nutzlast
 $q = g + p$ [N/mm']

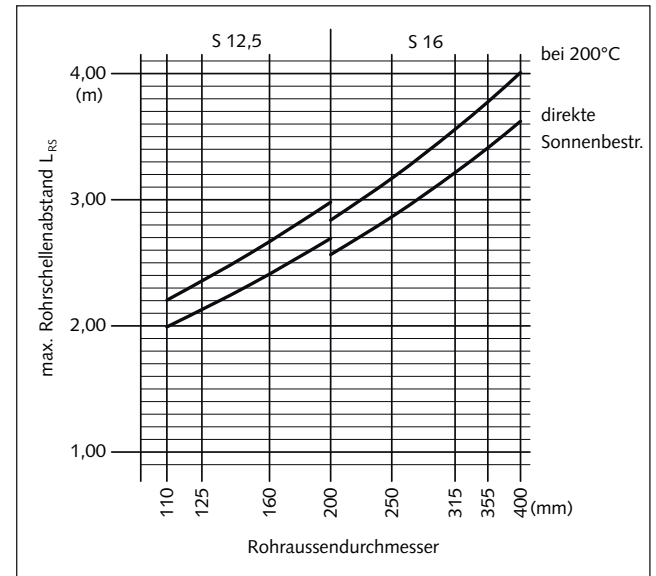
(kg/m:100 = N/mm')

g = Eigengewicht Rohr siehe Preisliste

p = Gewicht Rohrfüllung je nach Medium
und Füllungsgrad
zuzüglich allfälliger Auflasten auf der Leitung
bezogen auf die Länge von 1 mm

$$p = \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4 \cdot 10^5} \cdot 1 \text{ mm} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Folgendes Diagramm bezieht sich auf JANSEN bianco aus PEHD bei voller Füllung für eine maximal tolerierte Durchbiegung von 10 mm.

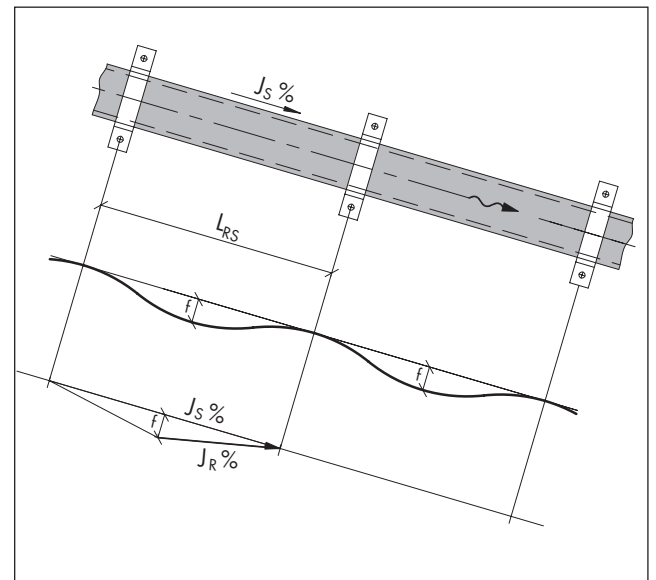


Grobrechnung Restgefälle

$$J_R \approx J_S - \frac{2f}{L_{RS}} \quad J = [\text{absolut } 1\% = 0.01]$$

J_S = Sohlengefälle

J_R = Restgefälle



Tragschalen

Anstelle kleiner Rohrschellenabständen empfiehlt sich eventuell eine durchlaufende Unterstützung. Bei kleinen Durchmesser kann die Verwendung von Tragschalen wirtschaftlich sein.

Starre Montage

Auf Grund der niedrigen E-Module von Kunststoffen kann eine Rohrleitung auch gezwängt erstellt werden. Das heisst, dass die Längenänderung des Rohres verhindert wird und die so entstehenden Kräfte durch Fixpunkte aufgenommen werden. Der niedrige E-Modul ergibt im Vergleich zu metallischen Werkstoffen geringe Kräfte. Zudem gelten die selben Gesetzmässigkeiten, sodass in der Praxis die errechneten Werte kaum auftreten.

Die Längskräfte errechnen sich aus der Temperaturdifferenz und den Rohrdaten und sind unabhängig von den Fixpunkt-Abständen.

$$F = \sigma \cdot A$$

$F =$ Längskraft, Zug oder Druck

$\sigma =$ Spannung in der Rohrwandung durch behinderte Ausdehnung

$A =$ Rohrquerschnittfläche

Als Grundlage zur Spannungsberechnung dient das Hooksche Gesetz

$$\sigma = E_R \cdot \varepsilon$$

$\sigma =$ Spannung in der Rohrwandung [N/mm²]

$E_R =$ E-Modul
um schnelle Temperaturwechsel berücksichtigen zu können, empfiehlt es sich für PE mit einem Mittelwert von $E_{R,mittel} = 500 \text{ N/mm}^2$ zu rechnen [N/mm²]

$\varepsilon =$ Dehnung = Längenänderung pro Längeneinheit Δ/l

$$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta T \quad [-]$$

$\alpha =$ Längenänderungskoeffizient

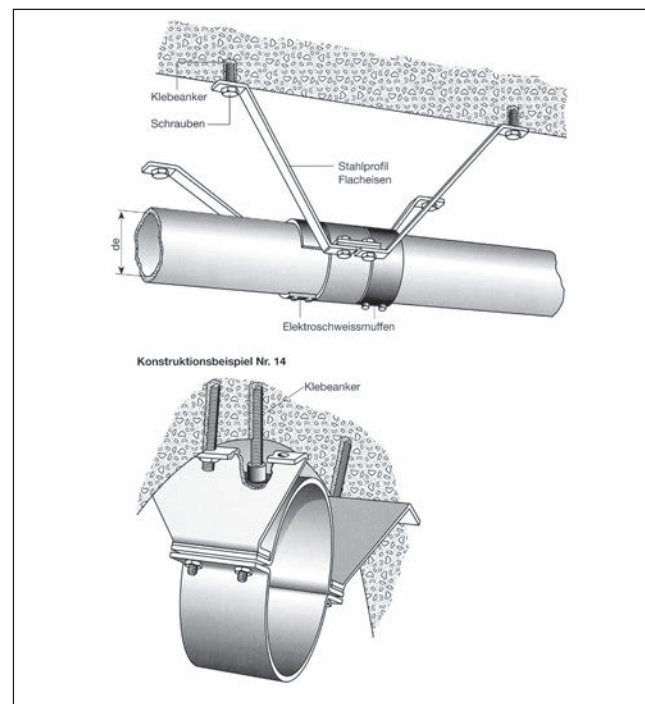
$\Delta T =$ Temperaturdifferenz, ausgehend von der Verlegetemperatur, je nach dem Druck oder Zug

Fixpunkte

Die errechneten Längskräfte im Rohr müssen auf Fixpunktschellen übertragen werden. Durch die glatte Oberfläche der Kunststoffrohre kann dies nicht über die Reibung der Rohrschelle auf dem Rohr erfolgen. Daher gelten normale Rohrschellen als Gleitlager. Es empfiehlt sich für Fixpunkte Elektroschweissmuffen auf das PE-Rohr zu schweißen, die als Anschlag für die Rohrschellen dienen können.

Je nach Konstruktionsart des Fixpunktes wird eine E-Muffe durch zwei seitliche Rohrschellen fixiert oder umgekehrt. Über notwendige Abstützungen geben die Lieferanten von Rohrschellen aufgrund der berechneten Längskräfte Auskunft.

Beispiel möglicher Fixpunktkonstruktionen



Beispiel: Rohr aus PEHD:

JANSEN bianco, Serie 16, d_n 250 mm, e_n 7.7 mm

max. Temperatur $T_1 = 40^\circ \text{C}$

min. Temperatur $T_2 = -25^\circ \text{C}$

Verlegetemperatur $T_v = 18^\circ \text{C}$

$\Delta T \text{ max. } |T_2 - T_v| = 43^\circ \text{C}$

$\alpha = 0.18 \text{ mm/m-K}$

Längenänderung $\varepsilon = \alpha \cdot \Delta T = 7.7 \text{ mm/m} = 7.7\text{‰}$

Spannung $\sigma = E \cdot \varepsilon = 500 \text{ N/mm}^2 \cdot 7.7\text{‰} = 3.85 \text{ N/mm}^2$

Rohrquerschnittfläche $A = 5861.3 \text{ mm}^2$

Längskraft $F = \sigma \cdot A = 22'566 \text{ N} = 22.6 \text{ kN max. Zugkraft}$

Dementsprechend kann auch die maximale Druckkraft errechnet werden. (11.6 kN max. Druckkraft)

Isolierte Leitungen

Einsatzgebiete

Isolierte Leitungen werden als Schutz gegen äussere Einflüsse, wie Kälte und Wärme eingesetzt.

Insbesondere finden sie Anwendung für den Transport von Wasser und Abwasser in Leitungen an Brücken und Stützmauern oder bei frostgefährdeter Erdverlegung.



Ausführungsvarianten

Isolierte Rohrleitungssysteme werden individuell nach Kundenwünschen hergestellt. Dies ermöglicht eine bedürfnisgerechte und wirtschaftliche Lösung.

Mediumrohre

Als Mediumrohre können folgende Rohre eingesetzt werden:

Kanalisationsrohre:

- JANSEN bianco aus PEHD
- JANSEN ottimo aus PP-QD
- JANSEN nuovo aus PP-HM

Druckrohre:

- JANSEN Druckrohre aus PE 100

Schutzrohre

Auf Grund ihrer UV-Stabilität werden als Schutzrohre für freiverlegte Leitungen JANSEN bianco Kanalisationsrohre aus PEHD verwendet. Für spezielle Anwendungen können Stahlrohre als tragende Elemente eingesetzt werden.

Verbindungen

Bei Medienrohren aus PE wird die Elektroschweisssverbindung favorisiert. Dadurch ist eine zugfeste Verbindung bei freiverlegten Leitungen gewährleistet. Bei der Verwendung von Elektroschweissmuffen auf dem Schutzrohr gilt zu berücksichtigen, dass durch die Wärmeentwicklung beim Schweißen die Isolation im Zwischenraum zusammenfällt und sich in diesem Bereich Hohlräume bilden können. Darum empfehlen wir für die Verbindung der Schutzrohre Überschiebemuffen zu verwenden.

Mediumrohr		Schutzrohr		Bemerkungen
Material	Verbindung	Material	Verbindung	
PE	Elektroschweissmuffe	PE	Überschiebemuffe	Der im Verbindungsbereich entstehende Hohlraum muss auf der Baustelle ausgeschäumt werden.
PE/PP	Steckmuffe	PE	Überschiebemuffe	Die Verbindungen sind nicht längskraftschlüssig.
PE/PP	Steckmuffe	PE	Elektroschweissmuffe	Die Schutzrohre sind längskraftschlüssig miteinander verbunden. Die Längenausdehnung muss bei der Verlegung beachtet werden. Der im Verbindungsbereich entstehende Hohlraum muss auf der Baustelle ausgeschäumt werden.

Wir empfehlen, das Mediumrohr längskraftschlüssig zu verbinden.

Isolation

Die Isolation besteht aus FCKW-freiem PUR-Schaum (PUR = Polyurethan). Aus produktionstechnischen Gründen beträgt die minimale Stärke der Isolation 18.8 mm.

Isolationsmaterial: PUR-Schaum (FCKW-frei)

Übersicht möglicher Isolationsstärken (alle Masse in mm)

 = übliche Isolationsstärken

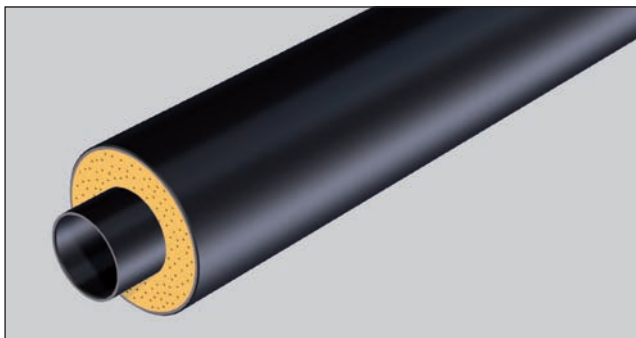
Mediumrohr	Schutzrohr: JANSEN bianco Kanalisationsrohr aus PEHD, S-16/*S-12,5							
d _n	d _n 110* d _i 101.6	125* 115.4	160* 147.6	200 187.6	250 234.6	315 295.6	355 333.2	400 375.4
32	34.8	41.7	57.8	77.8				
40	30.8	37.7	53.8	73.8				
50	25.8	32.7	48.8	68.8	92.3			
63		26.2	42.3	62.3	85.8			
75			36.3	56.3	79.8			
90			28.8	48.8	72.3			
110			18.8	38.8	62.3	92.8		
125				31.3	54.8	85.3		
140				23.8	47.3	77.8	96.6	
160					37.3	67.8	86.6	
180					27.3	57.8	76.6	97.7
200						47.8	66.6	87.7
225						35.3	54.1	75.2
250						22.8	41.6	62.7
280							26.6	47.7
315								30.2

Bogen

Bogen können analog den Stangenrohren in isolierter Ausführung hergestellt werden.

Rohrbegleitheizung

Trotz Isolation führen lange Verweilzeiten in der Leitung zu hohen Temperaturverlusten. Um ein Einfrieren der Rohrleitung zu verhindern, kann das Mediumrohr, falls erforderlich, werkseitig mit einer Rohrbegleitheizung versehen werden. Die Anschlüsse und Verbindungen sind durch einen Elektrofachmann auszuführen.



Ausschreibungstexte (Beispiele)

Isolierte Rohrleitung bestehend aus:

Mediumrohr: JANSEN Kanalisationsrohr aus PEHD
d_n 125 mm, S 12.5, glattendig, in Stangen von 10 m (falls erforderlich: Rohrbegleitheizung mit Thermostat)
Verbindung: Elektroschweissmuffe
Schutzrohr: JANSEN bianco Kanalisationsrohr aus PEHD
d_n 200 mm, S 16, spitzendig angefast, in Stangen von 10 m
Verbindung: Überschiebemuffen aus PEHD
Zwischenraum: PUR-Schaum (FCKW-frei)

Isolierter Segmentbogen 45° bestehend aus:

Mediumrohr: JANSEN Kanalisationsrohr aus PEHD d_n 125 mm, S 12.5, glattendig, (falls erforderlich: Rohrbegleitheizung mit Thermostat)
Verbindung: Elektroschweissmuffe
Schutzrohr: JANSEN bianco Kanalisationsrohr aus PEHD d_n 200 mm, S 16, spitzendig angefast
Verbindung: Überschiebemuffe aus PEHD
Zwischenraum: PUR-Schaum (FCKW-frei)

Verlegung

Allgemeines

Die Verlegeprofile isolierter Leitungen sind dieselben, wie diejenigen nicht isolierter Rohre. Die Montage unterscheidet sich jedoch in einigen Dingen:

Variante: Elektroschweissmuffe/Überschiebemuffe

- Die Überschiebemuffe (ÜM) ist vorgängig auf das Schutzrohr (SR) aufzuschieben.
- Das Mediumrohr (MR) mit der Elektroschweissmuffe verschweissen.
- Bei Verwendung einer Begleitheizung ist deren Verbindung durch einen Fachmann (z.B. Elektriker) auszuführen und zu prüfen.
- Die ÜM über fertig ausgekühlte Verbindung schieben und zentrieren.
- Zur nachträglichen Ausschäumung der Verbindung sind zwei Löcher mit Durchmesser 22 mm durch die ÜM zu bohren.
- Den Hohlraum z.B. mit Dosenschäum ausschäumen. Um Luft einschüsse zu vermeiden, wird der Schaum nur durch ein Loch eingefüllt.
- Nach vollständiger Expansion des Schaumes, welcher durch beide Löcher austreten sollte, sind diese mit PE-Verschlusszapfen zu verschliessen.

Aufhängungen

Bei isolierten Leitungen wirkt der Verbund aus Schutzrohr, Mediumrohr und Isolation versteifend, sodass die maximalen Rohrschellenabstände gegenüber den Diagrammwerten theoretisch erhöht werden können.

Anhand Ihrer Angaben können durch unsere technischen Berater die maximalen Rohrschellenabstände in Abhängigkeit der vorgegebenen, zulässigen Durchbiegung berechnet werden.

Ausdehnung

Die Temperatur des fliessenden Mediums und somit des Mediumrohrs bleibt meistens konstant. Durch den Verbund von Mediumrohr, Isolation und Schutzrohr ergeben sich gegenüber einem einfachen Kunststoffrohr reduzierte Längenänderungen.

Die 3 Verbindungsvarianten sind einzeln zu betrachten.

Mediumrohr: Elektroschweissmuffe

Schutzrohr: Überschiebemuffe

Das Mediumrohr wird verschweisst. Die gesamte Längenausdehnung muss an den Auflager- oder Fixpunkten aufgenommen werden.

Die Schutzrohre dehnen sich unabhängig voneinander aus und können in den Überschiebemuffen dilatieren. Durch geeignete Anordnung der Rohrschellen wird ein Verschieben der Überschiebemuffen verhindert.

Mediumrohr: Steckmuffe

Schutzrohr: Überschiebemuffe

Achtung, nicht längskraftschlüssig!

Die Längenänderung des Mediumrohres wird in den Muffen aufgenommen.

Die Schutzrohre dehnen sich unabhängig voneinander aus und können in den Überschiebemuffen dilatieren. Durch geeignete Anordnung der Rohrschellen wird ein Verschieben der Überschiebemuffen verhindert.

Mediumrohr: Steckmuffe

Schutzrohr: Elektroschweissmuffe

Die Längenänderung des Mediumrohres wird in den Muffen aufgenommen.

Das Schutzrohr wird starr montiert. Die Fixpunkte sind so zu bemessen, dass die aus den Temperaturänderungen auftretenden Kräfte aufgenommen werden können.

Richtungsänderungen

Vorgefertigte Bögen

Bei der Verlegung ist darauf zu achten, dass sich durch Temperaturänderungen im Bogen keine Spannungen bilden können.

Biegeradien

Der Verbund aus Mediumrohr, Isolation und Schutzrohr ist sehr starr, dadurch ist eine mögliche Biegung der Rohre schwer abzuschätzen. Durch das Biegen der Rohre dürfen keine Auswinkelungen und Spannungen in den Verbindungen entstehen.

Dimensionierung

Der Wärmeverluststrom durch die Isolierung kann nach folgender Formel berechnet werden. Der Einfluss der Rohrwandungen wird nicht berücksichtigt. Bei längeren Standzeiten des Wassers kann das Einfrieren auch mit einer dicken Isolation längerfristig nicht verhindert werden. In diesem Fall empfiehlt sich, eine Begleitheizung oder ein Stetslauf (permanenter minimaler Durchfluss) vorzusehen, um die Aufenthaltsdauer in der Leitung zu begrenzen.

$$\phi = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln\left(\frac{d_{i2}}{d_{n1}}\right) + \frac{1}{\alpha_a d_{i2}}} \quad [\text{W/m}']$$

t_1	Temperatur des Mediums im Rohr	[K]
t_2	Temperatur der äusseren Umgebung	[K]
λ	Wärmeleitfähigkeit des Isolierstoffes $\lambda = 0,03 \text{ W/mK}$ für PUR-Schaum	[W/mK]
α_a	Wärmeübergangskoeffizient ausser am Rohr (gemäss Tabelle 1)	[W/
$m^2K]$		
d_{n1}	Aussendurchmesser Mediumrohr	[m]
d_{i2}	Innendurchmesser Schutzrohr	[m]

Der Temperaturverlust Δt ergibt sich aus dem Massenstrom V , dem Wärmeverluststrom ϕ und der spezifischen Wärmekapazität cp des Mediums.

$$\Delta t = \frac{\phi}{cp \cdot V} \quad [\text{K/m}]$$

ϕ	Wärmeverluststrom	[W/m]
cp	spezifische Wärmekapazität Medium, für Wasser: $cp = 4128$	[J/kgK]
V	Massenstrom = Wassermenge Q	[kg/s]

Der totale Temperaturverlust ΔT kann aus Δt und der Länge l der Leitung berechnet werden.

$$\Delta T = \Delta t \cdot l \quad [\text{K}]$$

l = Länge der Leitung [m]

Beispiel

Isolierte Leitung bestehend aus:

Mediumrohr:	JANSEN bianco Kanalisationsrohr aus PE d_n 200 mm, S 16
Schutzrohr:	JANSEN bianco Kanalisationsrohr aus PE d_n 315 mm, S 16
Leitungslänge:	$l = 200 \text{ m}$
Wassermenge:	$Q = 0,5 \text{ l/s}$
Massenstrom:	$V = 0,5 \text{ kg/s}$
Temperatur:	Medium $t_1 = 10^\circ\text{C}$
Temperatur:	äussere Umgebung $t_2 = -20^\circ\text{C}$

$$\phi = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln\left(\frac{d_{i2}}{d_{n1}}\right) + \frac{1}{\alpha_a d_{i2}}} \quad [\text{W/m}']$$

$$= \frac{\pi(10 - 20)}{\frac{1}{2 \cdot 0,03} \ln\left(\frac{0,2956}{0,200}\right) + \frac{1}{25,5 \cdot 0,2956}} = 14,19 \text{ W/m}$$

$$\Delta t = \frac{\phi}{cp \cdot V} = \frac{14,19 \text{ W/m}}{4128 \text{ J/kgK} \cdot 0,5 \text{ kg/s}} = 0,007 \text{ K/m}$$

$$\Delta T = \Delta t \cdot l = 0,007 \text{ K/m} \cdot 200 \text{ m} = 1,4 \text{ K} = 1,4^\circ\text{C}$$

$$\text{Endtemperatur } t_1 - \Delta T = 10^\circ\text{C} - 1,4^\circ\text{C} = 8,6^\circ\text{C}$$

Die gewählte Isolationsstärke ist genügend. Bei den angenommenen Randbedingungen ist nicht mit einem Einfrieren des Mediums zu rechnen.

Tabelle 1: Der Wärmeübergangskoeffizient α_a in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Durchmesser (W/m²K)

Windstärke		Aussendurchmesser Schutzrohr in mm				
Beaufort Skala	m/s	100	150	200	300	500
1 leiser Zug	0.6-1.7	15.3	13.7	12.8	11.6	10.6
3 schwach	3.4-5.2	34.2	30.6	28.3	25.5	22.3
7 steif	12.5-15.3	68.4	60.9	55.1	48.3	42.9
11 schwerer Sturm	25.2-29.0	96.3	83.5	77.7	68.4	60.9

Doppelrohrsystem

Einsatzgebiete

Doppelrohrsysteme werden für die Kanalisation in Gewässerschutz-zonen eingesetzt. Die Schutzzonen bezwecken einen abgestuften, vorsorglichen Schutz des näheren Einzugsgebietes einer Trinkwasserfassung in qualitativer und quantitativer Hinsicht.

Je nach kantonalen Vorschriften können verschiedene Varianten zur Ausführung kommen.

Schutzzonen

Die Gewässerschutzzone (Zone S) besteht aus dem Fassungs-bereich (Zone S1), der Engeren Schutzzone (Zone S2) und der Weiteren Schutzzone (Zone S3).

Die verschiedenen Zonen werden folgendermassen eingeteilt:

Zone S1 Fassungs-bereich

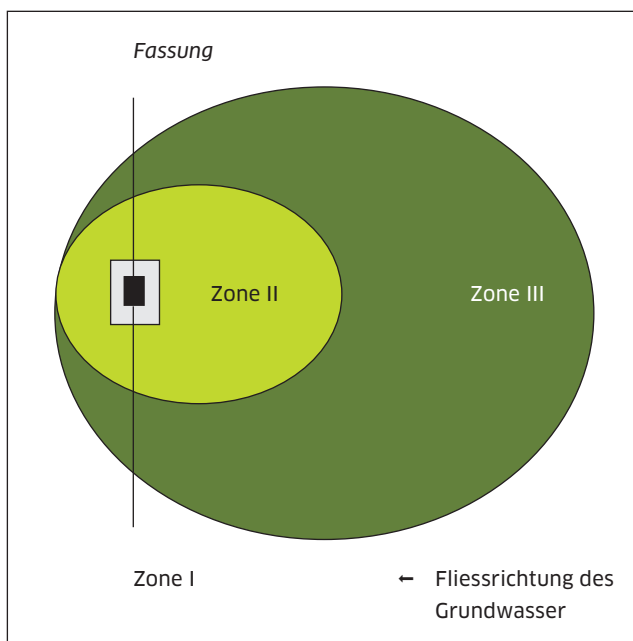
Es sind nur bauliche Eingriffe und andere Tätigkeiten zulässig, welche der Trinkwasserversorgung dienen. Die Erstellung von Abwasseranlagen ist verboten.

Zone S2 Engere Schutzzone

Es gilt ein allgemeines Bau- und Grabungsverbot. Keine Erstellung von Abwasseranlagen. In zwingenden Fällen mit Bewilligung der zuständigen Ämter. Es müssen Doppelrohrsysteme eingesetzt werden.

Zone S3 Weitere Schutzzone

Abwasseranlagen sind auf ein absolutes Minimum zu beschränken. Nur mit Bewilligung der zuständigen Ämter.



Ausführung

Doppelrohrleitung

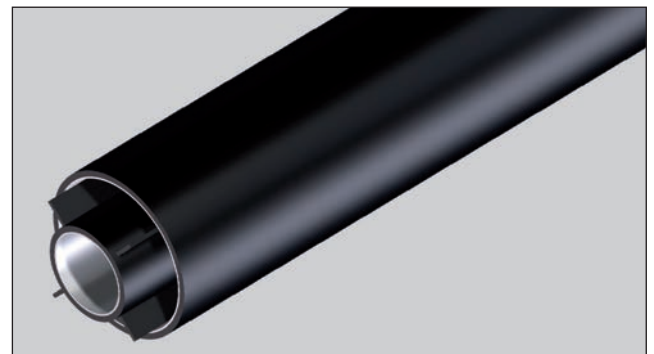
Die Erstellung einer Doppelrohrleitung kann durch den Einzug eines geschweissten Kanalrohres aus PE in ein bereits verlegtes Kanalrohr oder mit einer werkseitig vorgefertigten Doppelrohrleitung erfolgen. Wir empfehlen, die Mediumrohre im Schutzrohr zu zentrieren. Die Zentrierung erfolgt mittels werkseitig aufgeschweissten Zentriernocken.

Doppelrohrleitungen gelten grundsätzlich als nicht biegsam, daher sollten Richtungsänderungen im Schacht oder mit Formstücken ausgeführt werden.

Im Bedarfsfalle ist es möglich, die doppelwandige Rohrleitung bis ins Haus zu führen. Die Abdichtung durch die Wand kann z.B. mittels Mauerkragen oder Ringraumdichtung erfolgen.

Übliche Rohrkombinationen

Mediumrohr mm JANSEN bianco PE	110	125	160	200	250	315
Schutzrohr mm JANSEN bianco PE	160	200	250	315	355	400



Verbindungen

Für die Herstellung von Verbindungen, sowohl für das Mediumrohr, als auch für das Schutzrohr, sind durch den Verlegeablauf Grenzen gesetzt. Je nach kantonalen Vorschriften werden verschiedene Verbindungsvarianten gefordert. Folgende Varianten können angeboten werden:

Mediumrohr (MR)	Schutzrohr (SR)	Bemerkungen
Steckmuffe	Überschiebemuffe (ÜM)	MR und SR nicht längskraftschlüssig
Steckmuffe	Elektroschweissmuffe	MR nicht längskraftschlüssig
Elektroschweissmuffe	Überschiebemuffe	
Elektroschweissmuffe	Elektroschweissmuffe	letzte Verbindung des SR mit Überschiebemuffe

Schächte im Doppelrohrsystem

Zusammen mit Doppelrohrleitungen aus Polyethylen, steht Ihnen mit dem Jansen Kunststoffschachtboden ein einheitliches System zur Verfügung, das speziell für den Einsatz in Gewässerschutzzonen konzipiert wurde.

Beim Schacht sind 3 Typen zu unterscheiden:

Anfangsschacht (AS)

Einlauf einwandig, Auslauf doppelwandig
inkl. Entlüftungshahn auslaufseitig

Mittelschacht (MS)

Einlauf doppelwandig, Auslauf doppelwandig
inkl. Kontrollabgang einlaufseitig
inkl. Entlüftungshahn auslaufseitig

Endschacht (ES)

Einlauf doppelwandig, Auslauf einwandig
inkl. Kontrollabgang einlaufseitig



Funktionsweise

Das Mediumrohr wird durch den Schacht hindurchgeführt. Über eine Putzöffnung erfolgt die Reinigung und Überprüfung der Kanalisation. Das Schutzrohr wird bis in den Schachtboden geführt. So entsteht ein durchgehend dichter Hohlraum von Schacht zu Schacht und jeder Leitungsabschnitt ist in sich kontrollierbar. Im Falle einer Undichtigkeit des Mediumrohres läuft das Abwasser in das Schutzrohr und von diesem bis zum nächsten Schacht. Durch den Kontrollstutzen im Schacht ist eine visuelle Überprüfung und Entleerung im Innern des Schachtes jederzeit möglich.

Die Jansen Schachtböden können mit allen Schachtelementen DN 1000 der JANSEN Systemschächte aus PE kombiniert werden.

Nebst der einfachen Durchführung einer geraden Leitung sind auch Richtungsänderungen im Schacht, bis zu 90° sowie Gefälleänderungen möglich. Je nach Dimension ist es aus Platzgründen unumgänglich, eine Richtungsänderung oder ein Gefällewechsel ausserhalb des Schachtes zu bewerkstelligen.

Pro Schacht ist in der Regel nur ein zusätzlicher, ein- oder doppelwandiger Einlauf möglich. Bei doppelwandigen Anschlüssen wird das Schutzrohr ebenfalls bis in den Schacht geführt, in welchem der Zwischenraum mittels Absperrhahn überprüft werden kann.



Betonschacht

Der Anschluss von Doppelrohrleitungen an Betonschächte erfolgt mittels Spezialformstücken.



Ausschreibungstexte Doppelrohrsystem

Rohre

Dimensionen gemäss «übliche Rohrkombinationen»

Doppelwandige Rohrleitung bestehend aus:

Mediumrohr:

JANSEN bianco Kanalisationsrohr aus PEHD

d_n 200, S-16, glattendig in Stangen von 10 m
mit aufgeschweissten Zentriernocken

inkl. Elektroschweissmuffe Typ...

Schutzrohr:

JANSEN bianco Kanalisationsrohr aus PEHD

d_n 315, S-16, spitzendig angefast, in Stangen von 10 m
inkl. Überschiebemuffe aus PEHD, L=700 mm

Lieferant: Jansen AG, Kunststoffwerk, 9463 Oberriet,
Tel. 071/763 91 11, Fax 071/ 761 27 38

Schächte

Dimensionen gemäss «übliche Rohrkombinationen»

JANSEN-Schacht aus PE

DN 1000/625, mit integrierten Steigstufen

F-Boden für Gewässerschutzzonen

Anfangsschacht, Typ AS

Einlauf einwandig, d_n 160

Auslauf doppelwandig, d_n 160/250, inkl. Entlüftungshahn

Falls Richtungsänderung vorgesehen, erwähnen;

z.B.: abgewinkelt 0 - 30°

Schachttiefe ...cm

JANSEN-Schacht aus PE

DN 1000/625, mit integrierten Steigstufen

F-Boden für Gewässerschutzzonen

Mittelschacht, Typ MS

Einlauf doppelwandig, d_n 200/315, inkl. Kontrollabgang

Auslauf doppelwandig, d_n 200/315, inkl. Entlüftungshahn

Falls Richtungsänderung vorgesehen, erwähnen;

z.B.: abgewinkelt 31 - 60°

Schachttiefe ...cm

JANSEN-Schacht aus PE

DN 1000/625, mit integrierten Steigstufen

F-Boden für Gewässerschutzzonen

Endschacht, Typ ES

Einlauf doppelwandig, d_n 250/355, inkl. Kontrollabgang

Auslauf einwandig, d_n 250

Falls Richtungsänderung vorgesehen, erwähnen;

z.B.: abgewinkelt 61 - 90°

Schachttiefe ...cm

Verlegung

Doppelrohrleitungen

Die Verlegung von Kunststoffrohren, Profil U/V 1 oder U/V 4, wird vorgängig beschrieben. Die Verlegung von doppelwandigen Leitungen erfolgt analog.

In einer separaten Montageanleitung wird die Verlegung der Schächte behandelt.

Dichtheitsprüfung

Prüfung mit Wasser

Die Dichtheitsprüfung für Rohrleitungen erfolgt nach SIA 190 und ist auf der nächsten Seite beschrieben.

Der maximal zulässige Prüfdruck (Innendruck) für die Doppelrohrleitung beträgt 0.5 bar.

Nach erfolgter und bestandener Prüfung des Mediumrohres ist dieses mit Wasser und einem Druck von 0.5 bar gefüllt zu halten. Die Füllung des Hohlraumes erfolgt über den Entleerungsstutzen von unten, die Entlüftung über den Entlüftungshahn oben. Prüfung für Schutzrohr analog Mediumrohr. Um ein Einbeulen des Mediumrohres zu verhindern, muss dieses während der gesamten Prüfung mit Wasser gefüllt sein.

Prüfung mit Luft

Gem. SIA 190 (Ausgabe 2000) darf die Prüfung mit Luft in Gewässerschutzzonen noch nicht angewendet werden. Sie hat sich jedoch in den letzten Jahren mehrheitlich durchgesetzt, da sie mit den heute zur Verfügung stehenden Mess- und Protokollgeräten extrem präzise Nachweise liefert. Verschiedene Anbieter in der ganzen Schweiz führen Dichtheitsprüfungen mit Luft nach der VSA-Richtlinie «Dichtheitsprüfungen an Abwasseranlagen» (Ausgabe 2002) durch.

Dichtheitsprüfung

Prüfverfahren

Das Prüfverfahren richtet sich nach der Norm EN 1610 und SIA 190. Ergänzend dazu wurde vom VSA die Richtlinie «Dichtheitsprüfungen an Abwasseranlagen» erarbeitet.

Die Prüfung auf Dichtheit ist entweder mit Luft (Verfahren «L») oder mit Wasser (Verfahren «W») durchzuführen.

Üblicherweise wird heute die Prüfung mit Luft favorisiert. Sie ist eine bereits bewährte Möglichkeit, einfach und schnell die Dichtheit einer Leitung zu überprüfen. Sie kann auch bei grösseren Höhendifferenzen (> 5 m) angewendet werden, bei welcher die Wasserprüfung nicht mehr möglich ist.

Prüfung mit Luft (Verfahren «L») nach SIA 190

Die Luftprüfung entspricht dem Verfahren «W» mit der Prüfungsanforderung von 0.10 l/m² und 30 Min. und darf nicht in Gewässerschutzzonen angewendet werden. Prüfungen dürfen nur mit kalibrierten Prüfgeräten durchgeführt werden. Für die Kalibrierung der Geräte sind nur akkreditierte Prüfstellen zugelassen.

Die Beruhigungszeit der Druckprüfung mit Luft beträgt:

tb =	10 di
tb	Beruhigungszeit in Min.
di	Innendurchmesser in m

Prüfdruck P, zulässiger Druckabfall ΔP und Prüfzeit t ergeben sich aus folgender Tabelle:

P kPa/mbar	ΔP kPa/mbar	DN 250	DN 300	DN 400	DN 500
20/200	1.5/15	5	5.5	7	9

Prüfzeit t [Min.]

Messgenauigkeit ± 0.1 kPa/ ± 1 mbar

Im Falle einmaligen oder wiederholten Nichtbestehens der Prüfung mit Luft ist der Übergang zur Prüfung mit Wasser zulässig. Das Ergebnis der Prüfung mit Wasser ist dann allein entscheidend. Die Resultate der Prüfung sind in einem Prüfprotokoll aufzuzeichnen.

Prüfung mit Wasser (Verfahren «W») nach SIA 190

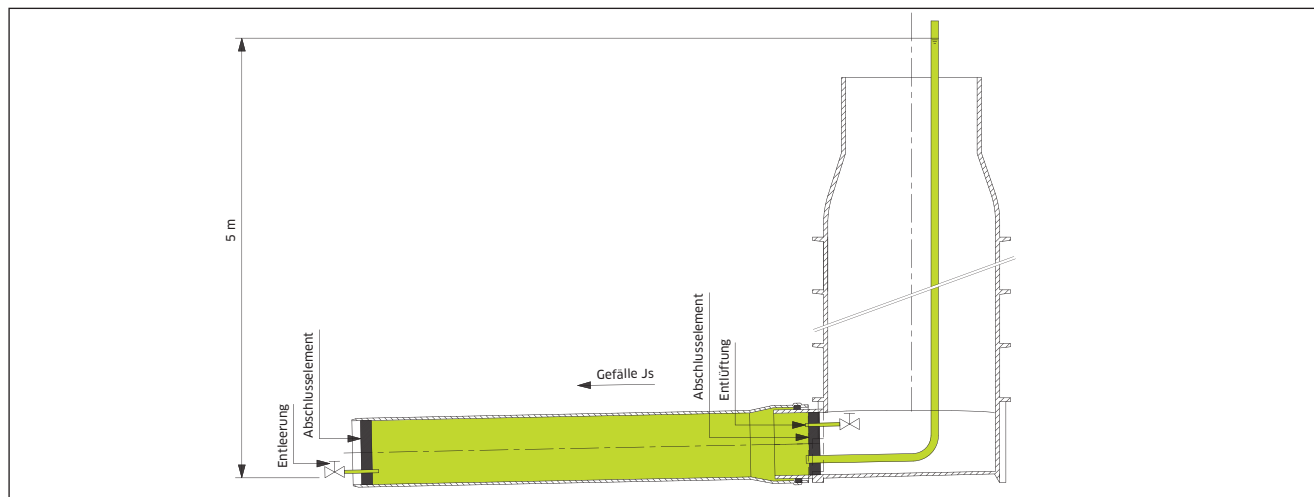
Prüfdruck	50 kPa (0.5 bar) an der jeweils tiefsten Stelle der Kanalsohle der Prüfstrecke, mindestens jedoch 10 kPa (0.1 bar) gemessen am Rohrscheitel
Vorbereitungszeit	nicht vorgeschrieben, üblicherweise 1h
Prüfdauer	30 min
Wasserzugabe	0.10 l/m ² in 30 Min. für Rohrleitungen 0.20 l/m ² in 30 Min. für Schächte 0.05 l/m ² in 60 Min. für Rohrleitungen und Schächte in Grundwasserschutzzonen

Muss vom Prüfdruck von 50 kPa abgewichen werden, so sind die zulässigen Wasserzugabewerte mit dem Faktor k zu korrigieren. Die Mindesteinstauhöhe über dem Rohrscheitel hat dabei 0.5 m zu betragen.

$$k = \sqrt{\frac{P}{50}}$$

k Korrekturwert für die Wasserzugabe [-]

P gewählter Prüfdruck [kPa]



JANSEN Schachtsystem

Einsatzgebiete

JANSEN Systemschächte aus PE und PP werden in der öffentlichen Kanalisation, im Bereich der Liegenschaftsentwässerung und in Sanierungsleitungen eingesetzt.

Die verschiedensten Ausführungsvarianten, wie:

- Kontrollschächte
- Schlammsammler
- Pumpenschächte
- Druckbrecherschächte
- Schächte mit doppelwandigen Anschlüssen für die Gewässerschutzzonen

Auf Wunsch werden auch kundenspezifische Schächte angefertigt.

Systembeschreibung

JANSEN Systemschächte aus PP und PE bestehen aus verschiedenen Schachtkomponenten, welche durch ihr geringes Gewicht einfache Transporte sowie Installationen ohne schwere Geräte erlauben.

Bei der Verlegung von JANSEN Systemschächten gelten im Prinzip dieselben Montagerichtlinien, wie sie für Kunststoffrohrleitungen und Schachtbauwerke traditioneller Werkstoffe bereits allgemein bekannt sind. Hingegen entfallen zusätzliche Arbeiten, wie Auskleidungen, Abdichtungen, Erstellung von Durchlaufrinnen usw. Dadurch wird der Arbeitsaufwand erheblich reduziert. Die Schächte verfügen über eine sehr gute statische Festigkeit und müssen daher nur in seltenen Fällen (grosse Schachttiefen, hohe Belastungen, o.ä.) einbetoniert werden.

Kombiniert mit den Kanalisationsrohren JANSEN ottimo TF aus PP-QD, JANSEN nuovo aus PP-HM sowie JANSEN bianco Kanalisationsrohren aus PEHD ergibt sich ein absolut dichtes Kanalisationssystem.

Die VPC Rohrkupplung (siehe S. 26) ermöglicht den Anschluss konventioneller Rohrmaterialien.



Vorteile:

- **Absolute Dichtheit** – bewährte 3-fach-Dichtung
- **Hohe Stabilität** – optimierter Rippenabstand
- **geringes Gewicht** – einfache und schnelle Montage
- **Auftriebssicher** – bis 5 m im Grundwasser
- **Langlebigkeit** – einheitliches System: PP-Schacht und PP-Rohre



Lieferprogramm / Schachtelemente

Systemschächte aus Polypropylen PP (für gesteckte Systeme)



Dimensionen

Für JANSEN Systemschächte aus PP steht der Durchmesser DN 1000 zur Verfügung.

Schachtkonus

DN 1000/625, exzentrisch

Bauhöhe 750 mm (bis 250 mm kürzbar) mit korrosionsfreien Steigstufen

Elementdichtung

Einheitliche Elastomere 3-fach Lippendichtungen

Schachtringe

Die Schachtringe d_n 1000 sind in vier verschiedenen Höhen lieferbar

Bauhöhen: 1000, 750, 500 oder 250 mm mit korrosionsfreien Steigstufen

Schachtboden

- Kontrollschacht mit Durchlaufrinne gerade oder gekrümmt in 15° Winkelschritten
- mit der möglichen Auslenkung von $\pm 7,5^\circ$ innerhalb der Muffe kann jeder Bogen auf das Grad genau erstellt werden.
- Gerinne d_n 160 bis d_n 400 mm
- Gerinne Standardgefälle von 0,5%
- Gefälle bis ca. 15% sind möglich dank der Auslenkung in der Muffe
- seitliche Einläufe bis d_n 315 mm



Systemschächte aus Polyethylen PE (für geschweisste Systeme)**Dimensionen**

JANSEN Systemschächte aus PE können in den Durchmessern DN 1250, 1000, 800, 625 und 500 mm geliefert werden.

Schachtkonus

Schachtkonen mit integrierten Steigstufen in exzentrischer Ausführung können für DN 1000/625 in den Höhen 750 mm für DN 800/625 in den Höhen 750, 1000, 1250 und 1500 mm geliefert werden. Die Schachtkonen sind um 250 mm kürzbar. Zusätzlich sind zentrische Konen DN 800/625 in den Höhen 400 mm (kürzbar um 100 mm) und 600 mm (kürzbar um 300 mm) erhältlich.

Elementdichtung

Einheitliche Elastomere 3-fach Lippendichtungen

Schachtringe

Schachtringe DN 500 und 625 mm sind in den Höhen 400, 600 und 900 mm lieferbar. Schachtringe DN 800 und 1000 mm mit integrierten Steigstufen in diversen Höhen.

Schachtboden

JANSEN Schachtböden aus PE sind mit Gerinnen in den Dimensionen d_n 160 bis 500 mm in verschiedenen Bodenformen (siehe unten) erhältlich.



Transport und Lagerung

Lagerung der Schachtelemente stehend auf ebenem Grund. Mitgelieferte Elementdichtungen sind verpackt, frostfrei und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt zu lagern.

Allgemeine Hinweise

JANSEN PP/PE-Schächte werden anschlussfertig ausgeliefert. Die Lieferung ist auf Vollständigkeit zu prüfen. Alle Bauteile sind vor Einbau auf Beschädigung bzw. Verunreinigung zu überprüfen und bei Bedarf zu reinigen bzw. auszutauschen. Beschädigte Bauteile dürfen nicht eingebaut werden!

Montage und Einbau Schacht

Sämtliche nachfolgende Einbauparameter sind dauerhaft zu gewährleisten! Zum Beispiel ist ein Ausspülen von Feinanteilen mit geeigneten Massnahmen zu verhindern (Einbau von Vlies, Lehmquerriegel odgl.)

Bettung (Sauberkeitsschicht):

Die mindestens erforderliche Schichtdicke unterhalb der Schachtsohle beträgt 10 cm. Die Dicke der unteren Bettungsschicht (Sauberkeitsschicht) ist nach DIN EN 1610, als «Bettung Typ 1» auszuführen.



Der Auflagerbereich des Schachtbodens ist tragfähig auszuführen und eben und vollflächig abzuziehen. Der Auflagebereich des Schachtbodens ist gemäss den Planungsvorgaben herzustellen (Differenz Schachtbodenunterkante zu Gerinnesohle = 19 cm)

Schachtboden / Rohranschluss

Der Schachtboden ist auf die vorbereitete Aufstandsfläche entsprechend den Anschlussrohren zu positionieren. Die Ausrichtung und die Fliessrichtung des Schachtbodens sind zu überprüfen.



PP-Schachtboden mit Muffen

Alle Rohranschlüsse sind als Muffen ausgebildet. An den Muffen und im Gerinne sind Fliessrichtungspfeile angebracht. Die Anschlussmuffen sind für die direkte Montage von PVC-Rohren nach EN 1401, von PP-Rohren nach EN 1852 bzw. von an der Aussenseite glatten Kunststoffrohren ausgelegt. Für den Anschluss anderer Rohrmaterialien sind Anschlussadapter bzw. Kurzrohre und Manschetten zu verwenden.



(Hinweis: bei einem Werkstoffwechsel bzw. bei Verwendung von Anschlussadaptern ist ein ggf. entstehender Sohl sprung zu beachten). Der Sohl sprung kann unter Umständen mit einer VPC Rohrkupplung vermieden werden.

Der ordnungsgemässe Sitz der eingelegten Dichtungen ist zu überprüfen und auf Beschädigungen zu kontrollieren, gegebenenfalls sind Verunreinigungen zu säubern.

An der Innenseite der Muffe und auf das Spitzende des Anschlussrohres ausreichend Gleitmittel auftragen und anschliessend das Spitzende bis zum Anschlag in die Muffe einschieben. In allen Muffen sind Horizontalabwinkelungen von $\pm 3,75^\circ$ und Gefällewechsel bis 6,5 % realisierbar. Bei gleichzeitigem Richtungs- und Gefällewechsel reduzieren sich die angegebenen Maximalwerte entsprechend.

Es sind keine Anschlussstücke (Kurz- bzw. Gelenkstücke) zwischen JANSEN PP-Schacht und Rohr erforderlich. Bei der Verwendung von Formstücken ist die Einstecktiefe und die Position der Dichtung zu kontrollieren.

PE-Schachtboden mit PE-Rohr-Spitzen



Die Zu- und Abläufe sind als angeschweisste PE-Rohr-Spitzen ausgeführt (Standard: PE SDR 17.6) und können direkt mit den PE-Rohren mit Elektroschweissmuffen verschweisst werden.

Die PE-Spitzen sind vorzureinigen, das Rohrende auf Rechtwinkeligkeit zu überprüfen,



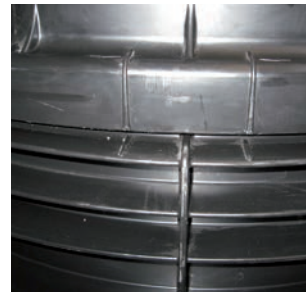
Schnittflächen zu entgraten, Späne zu entfernen. Die Oxidschicht der PE-Spitzen ist spanabhebend vollständig zu entfernen. Die Verwendung eines Rotationsschälgerätes wird empfohlen. Die Rohrenden mit PE-Reiniger reinigen, die Einschubtiefe anzeichnen, Schweissmuffe aufschieben und die Schweissung spannungsfrei durchführen. Die Einbauhinweise des Elektroschweissmuffenherstellers sind unbedingt zu beachten!

Verbindung von Schachtbauteilen

Zur Herstellung der Steckverbindung ist die JANSEN Elementdichtung am oberen Ende des Schachtbodens bzw. -ringes aufzustecken und auf passgenauen Sitz zu überprüfen.



JANSEN Elementdichtung ggf. gründlich säubern und mit ausreichend Gleitmittel versehen. Die Aufnahmenut des oberen Bauteils auf Verunreinigung prüfen und bei Bedarf säubern und mit der JANSEN Elementdichtung am unteren Bauteil ohne Verkanten zusammenfügen.



Die Schachtelemente an den Markierungen zueinander ausrichten, um die lotrechte Ausrichtung der Steigleiter zu gewährleisten. Die Schachtbauteile werden bis zum «Anschlag» mittels Körpergewicht bzw. geringer Auflast miteinander verbunden.

Einbautipp:

um zu verhindern, dass sich ein Luftpolster zwischen Elementdichtung und Aufnahmenut bildet, empfehlen wir die Verwendung von über die Dichtung gelegten Paketschnüren. Nach der Montage des oberen Schachtelementes die Paketschnüre rausziehen. Alternativ kann auch ein Kabelbinder verwendet werden – glatte Seite des Kabelbinders auf Dichtung legen.



Verfüllmaterial

Es ist darauf zu achten, dass nichtbindige weitgestufte, verdichtungsfähige Baustoffe zur Verfüllung verwendet werden. Die maximale Korngrösse darf bei Rundkornmaterial nicht grösser als 32 mm sein und bei Kantkornmaterial maximal 16 mm betragen. Das Verfüllmaterial muss den Anforderungen G1 oder G2 nach ATV-A 127, Abschnitt 3.1 entsprechen. Die Anforderungen nach EN 1610, Abschnitt 5.3 bzw. DWA-A 139, sind einzuhalten.

Verfüllen und Verdichten

Die Verfüllbreite seitlich des Schachtes muss entsprechend DIN EN 1610, Tabelle 1 an jeder Stelle mindestens 40 cm betragen. Bei Einbau der Schächte im Grundwasser ist aus Gründen der Auftriebssicherheit eine Verfüllbreite von umlaufend mindestens 50 cm einzuhalten.



Im Bereich des Rohranschlusses an den Schacht ist auf sorgfältiges Unterstopfen zu achten. Das Verfüllmaterial sorgfältig und lagenweise in einer Schichtdicke von 20 – 40 cm einbringen und mit einem mittelschweren Vibrationsstamper (ca. 50 kg) verdichten.



Die Anzahl der erforderlichen Verdichtungsübergänge pro Lage in Abhängigkeit von Verfüllmaterial, Schütthöhe und Verdichtungsgerät sind Tabelle 2 aus DWA-A 139 bzw. Tabelle 6 aus DIN V EN V 1046 zu entnehmen. Es ist mindestens ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 97\%$ entsprechend DWA-A 139, Abschnitt 11.1 auf die gesamte Schachttiefe nachzuweisen. Im Strassenunterbau ist auf dem Planum ein Verformungsmodul EV2 von mindestens 100 MN/m² nach ZTVE-StB 94 zur Auflagerung der Abdeckung Kl. D 400 erforderlich (vgl. Abschnitt Einbau Abdeckung“).

Einbautipp:

auf Boden bzw. Ring vor Einbringen des Verfüllmaterials den Schachtkonus (ohne Dichtung) aufstecken und mit einem JANSEN PE-Baustellendeckel (Farbe gelb) oder Stahlplatte abdecken. Anschliessend das Verfüllmaterial auf den Deckel kippen, dadurch verteilt sich das Verfüllmaterial um den Schacht und der Schacht wird vor Verunreinigung geschützt. Konus wieder abnehmen und nächstes Bauteil montieren.

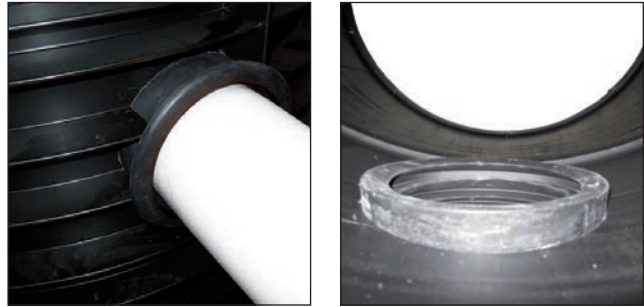


Höhenanpassung

Das Anpassen der Bauhöhe erfolgt durch Einkürzen des Konushalses. Das Kürzmass beträgt bei JANSEN PP/PE-Schächten maximal 25 cm. Das Einkürzen erfolgt mittels einer Säge (elektrische Stichsäge oder Fuchsschwanz) im Rippental im Konushals. Die Rippentäler sind jeweils im Abstand von 1 cm angeordnet. Die entstehende Schnittfläche ist zu entgraten.

Nachträglicher Anschluss an Schachtring

Schachtring mit elektrischer Handbohrmaschine mit JANSEN Kronenbohrer in der gewünschten Position in gesamter Bohrtiefe anbohren. Das Anbohren im Bereich einer Elementverbindung ist nicht zulässig. Bohrloch entgraten und die Dichtung ohne Gleitmittel von aussen einlegen, der Dichtungskragen liegt an den Rippen an der Aussenseite des Schachtes an. Spitze des Rohres und Dichtlippen mit Gleitmittel bestreichen und anschliessend Rohr mit innerem Überstand in die Dichtung einschieben.



Einbau Abdeckung

Betonauflagering mit handelsüblicher Abdeckung

Der JANSEN Betonauflagering leitet die Verkehrslasten in den Strassenunterbau ab. Es ist darauf zu achten, dass keine direkte Lastübertragung zwischen Betonring und PP/PE-Schacht erfolgt. Unterhalb des Betonauflageringes (Betonauflagering ragt ca. 4 cm über Schachthals) ist ein EV2-Modul von mind. 100 MN/m² zu erreichen. Die Bettungsfläche des Betonauflageringes ist plan und punktlastfrei herzustellen (ggf. unter Verwendung von Feinsplitt, Sand oder Magerbeton).



Bei Bedarf ist die Konusdichtung vor Versetzen des Betonauflageringes am Konushals zu montieren und der Betonauflagering und die Konusdichtung (ES 63) mit ausreichend Gleitmittel einzustreichen. Den Betonauflagering zentrisch aufsetzen ohne das Auflager zu beeinträchtigen. Bis zum Einbau der Abdeckung ist der Betonauflagering mit einer Stahlplatte abzudecken.

Die gesamte Bauhöhe aus Betonauflagering und handelsüblicher Abdeckung Klasse D 400 beträgt ab Oberkante PP/PE Konus ca. 19 cm (ohne Verwendung eines Ausgleichsrings AR-V 625 x 60 mm).

Einwalzbare Abdeckung

Bei Einsatz von einwalzbaren Abdeckungen kann alternativ ein kleiner dimensionierter Betonaufflagering (BARD 67 PAL) als Aufnahme für die Adapterringe aus Beton verwendet werden. Einbauanleitung und Bauhöhe siehe Unterlagen des jeweiligen Abdeckungsherstellers.

Betonabdeckplatte

Schachteinbau

Am obersten PP/PE-Schachtelement eine Elementdichtung ES 100 IM aufsetzen und mit ausreichend Gleitmittel einstreichen. Die Betonabdeckplatte waagrecht und zentrisch über dem Schachtring auf den vorbereiteten tragfähigen Untergrund versetzen. Es ist darauf zu achten, dass keine direkte Lastübertragung von der Betonabdeckplatte auf den Schacht erfolgt. Auf die versetzte Betonabdeckplatte können handelsübliche Abdeckungen bis Klasse D 400 versetzt werden. Die Höhenanpassung der Abdeckung kann mit Betonausgleichsringen durchgeführt werden.

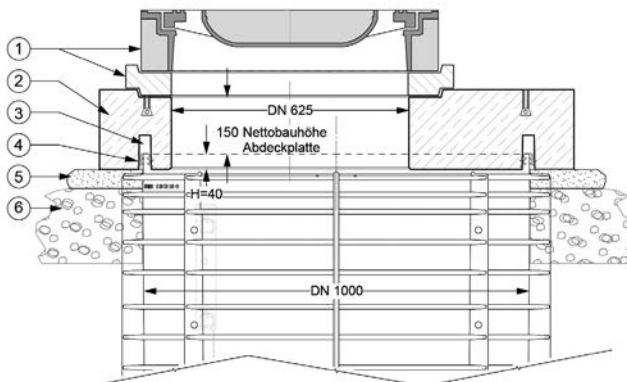
GeruchsfILTER

Bei Geruchsbelästigung aus dem Abwassersystem kann ein JANSEN Aktivkohlefilter im Abdeckungsrahmen montiert werden.

Haftung bei Mängeln

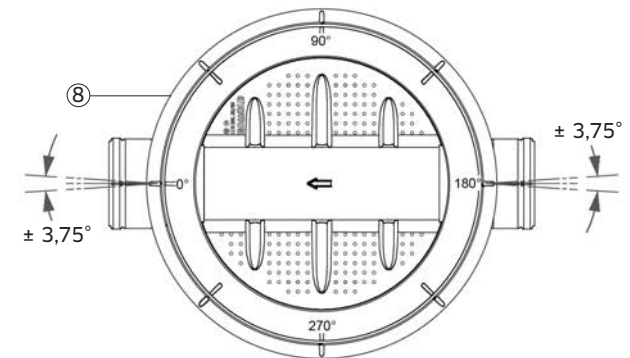
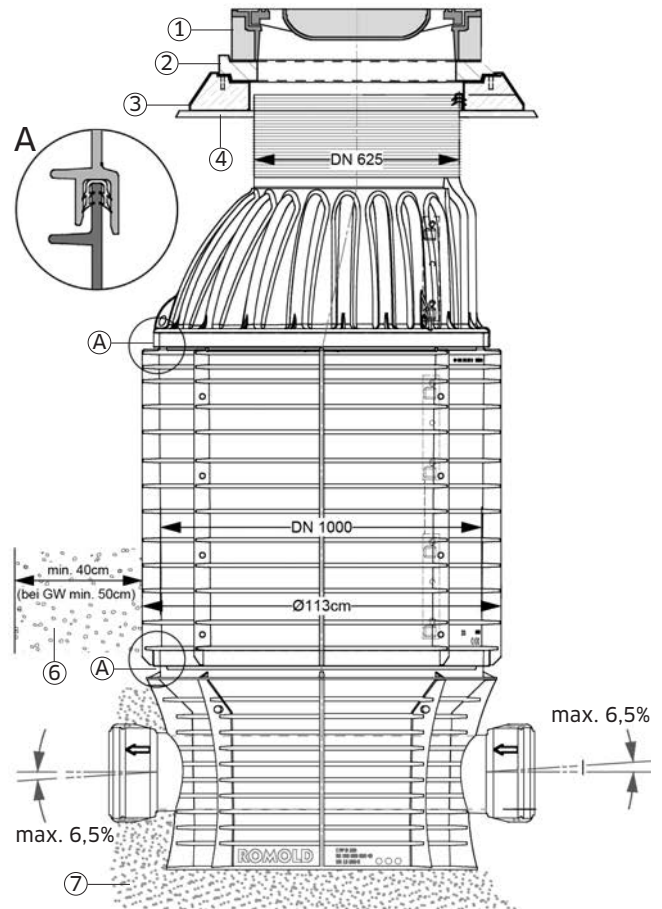
Die Haftung für Mängel ist ausgeschlossen, wenn einer der vorstehenden Montage- und Einbauhinweise nicht eingehalten wurde, es sei denn, der Käufer weist nach, dass der Mangel nicht hierauf beruht. Dies gilt auch, wenn Einbauparameter im Laufe der Zeit nicht mehr erfüllt sind. Die Erfüllung der Einbauparameter ist dauerhaft zu gewährleisten.

PE/PP-Schacht DN 1000, Abdeckplatte mit BEGU Abdeckung



- 1 Handelsübliche Abdeckung Kl. B/D, hier: mit Auflagering AR-V 625x60, alternativ: PDRD 63/06 VS
- 2 JANSEN Beton - Abdeckplatte
- 3 Entkopplung von Schachtabdeckung und Schacht
- 4 Elementdichtung ES
- 5 Ebenes, punktlastfreies Auflager (evtl. Magerbeton)
- 6 Verfüllmaterial, verdichtet

PE/PP-Schacht DN 1000, Betonaufflagering mit BEGU Abdeckung

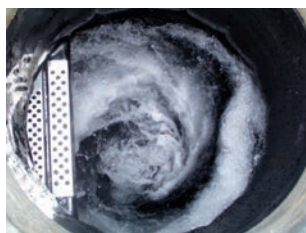


- 1 BEGU Abdeckung D 400
- 2 AR-V 625 (bei Bedarf)
- 3 Betonaufflagering (BARD 67 VS)
- 4 ebenes Auflager für Betonaufflagering (Feinsplitt, Sand oder Mörtel); EV2-Modul: mind. 100 MN/m²
- A Elementverbindung
Elementdichtung DN 1000, ES 100 IM
- 6 *Verfüllmaterial*: nicht bindiges, weit gestuftes Material, Rundkorn bis 32 mm, Kantkorn bis 16 mm
Verfüllbreite: mind. 40 cm bei GW mind. 50 cm lageweise einbringen und verdichten
Verdichtung: DPr ≥ 97%
- 7 Betung (Sauberkeitsschicht) nach EN 1610 (mind. 10 cm)
- 8 Ausführung für verschweisste PE-Rohrleitungen mit angeschweissten PE-Stützen

Druckbrecherschächte

In stark abfallendem Gelände entstehen grosse Rohrleitungsgefälle. Die dadurch auftretenden hohen Fließgeschwindigkeiten können durch den Einsatz von Druckbrecherschächten reduziert werden.

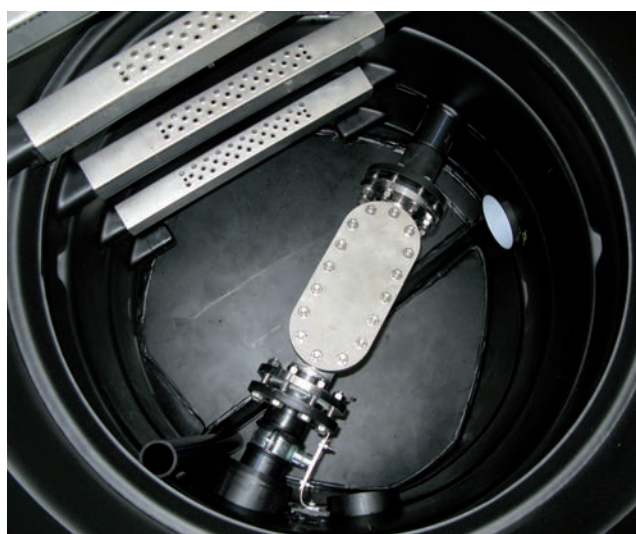
Das Einlaufrohr wird tangential, mit möglichst wenig Gefälle, in den Schacht geführt. Das Wasser rotiert entlang der Schachtwand, bis die Energie durch Reibung soweit verringert wird, dass das Wasser zum Ablauf in der Schachtmitte absinkt. Eine gute Be- und Entlüftung ist Voraussetzung für die Funktionstauglichkeit des Systems. Dies kann über eine Schachtabdeckung mit Ventilation oder einen zusätzlichen Belüftungsstutzen erfolgen. Das geringe Gewicht des Schachtes bringt wesentliche Vorteile in der Handhabung, vor allem in schwer zugänglichen Gebieten. Die Halbkugelform des Bodens hat eine «selbstreinigende» Wirkung und bringt somit eine hohe Betriebssicherheit und entsprechend geringen Unterhaltsaufwand mit sich.



Schächte für Gewässerschutzzone

Doppelwandige individuell gefertigte Schächte für Gewässerschutzzonen, passend zum Doppelrohrsystem.

Integriert in den Schächten sind Inspektionsöffnungen für das Mediumrohr sowie Kontrollstutzen für die wiederkehrende Prüfung des Ringraums.



Spezialitäten

Auf Wunsch werden auch kundenspezifische Schächte angefertigt.

- Be- und Entlüftungsschächte im Abwasser- und Trinkwasserbereich
- Pumpenschächte
- Brunnenstuben in der Alpbewirtschaftung
- Regenwassertanks
- Wasserzählerschächte
- Gross-Schächte 1500–3600
- usw.

Rohrstatik

Allgemeines

Einleitung

Um ihre Aufgabe als Abwasserleitung erfüllen zu können, muss eine Rohrleitung auch in statischer Hinsicht den Anforderungen genügen.

Die Rohrstatik nimmt zu jenem Zeitpunkt Einfluss auf die Funktion der Leitung, wenn ein Bruch oder zu starke Deformationen entstehen, so dass die hydraulischen Anforderungen nicht mehr erfüllt werden können. Dies zu korrigieren, sind kostenintensive Arbeiten im Vergleich zu den Mehraufwendungen, die bei korrekter Neuverlegung angefallen wären. Die Statik und die daraus resultierende Verlegeart sollte im Hinblick auf Werterhaltung und Nachhaltigkeit für den Netzbetreiber von Bedeutung sein.

Statisches Verhalten

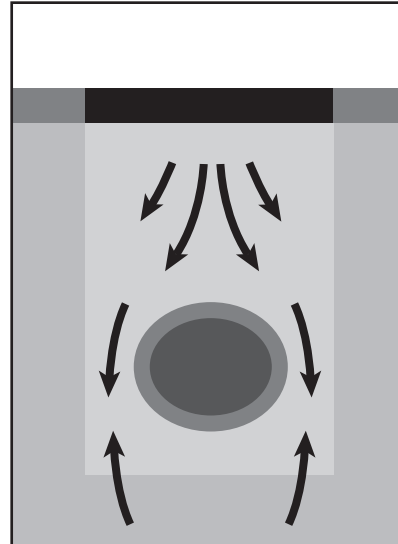
Bei erdverlegten Rohren wird zwischen zwei statischen Verhalten unterschieden: biegeweiches und biegesteifes Verhalten.

Erdverlegte Kunststoffrohre verhalten sich biegeweich. Biegeweich bedeutet, dass sich das Rohr weicher verhält, als das umgebende Material. Es deformiert sich unter Belastung, aktiviert dadurch Stützkräfte auch seitlich vom Rohr und überträgt die Lasten auf die Umhüllung. Daher ist die seitliche Verdichtung von grosser Bedeutung. Damit die Lagerungsbedingungen seitlich gleich dem Sohlenbereich sind, werden in der Norm SIA 190 für biegeweichere Rohre nur zwei Profile vorgeschlagen: U1/V1 oder U4/V4.

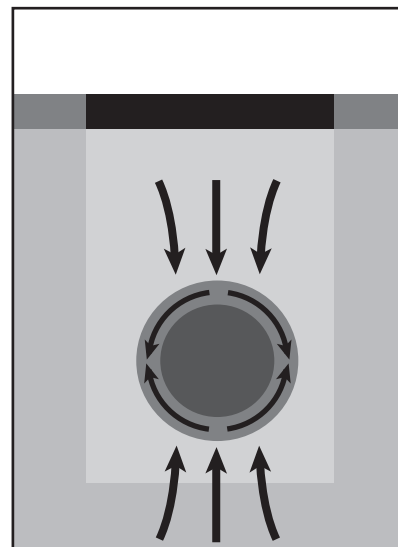
Betrachtet man die Natur als Lehrmeister, stellt man fest, dass sie sich oft des biegeweichen Verhaltens bedient (Bäume im Wind, Gräser usw.).

Biegesteif bedeutet, dass sich das Rohr steifer als das umgebende Material verhält, die Lasten auf sich konzentriert und diese im Sohlenbereich wieder auf den Erdboden überträgt. Betonrohre und Steinzeugrohre etc. verhalten sich biegesteif.

Wird ein Kunststoffrohr einbetoniert, verhält sich das Rohr und die Umhüllung biegesteif. Dementsprechend erfolgt der Nachweis der Betonumhüllung biegesteif. Dabei wird das Kunststoffrohr nicht berücksichtigt.



biegeweich



biegesteif

Grundlagen

Die Berechnungen erfolgen gemäss SIA-Norm 190 Ausgabe 2000.

Rohrkennwerte

Im Unterschied zu Metallen ergeben sich bei Kunststoffen schon bei relativ geringen Belastungen nicht lineare Spannungsdehnungszustände, die abhängig sind von Zeit, Temperatur und Bewegungsgeschwindigkeit. Der Einfluss Zeit wird berücksichtigt, in dem zwischen einem Langzeit- und einem Kurzzeit-E-Modul unterschieden wird. Der Kurzzeitwert wird für den Spannungsnachweis verwendet. Der Langzeitwert (Kriechmodul) wird für den Deformationsnachweis und Beulnachweis verwendet. Der Einfluss des Durchmessers ist bei genügender Überdeckung sehr gering, da das Verhältnis Wandstärke zu Durchmesser konstant ist.

Einfluss Ringsteifigkeit

Heute werden Rohre unter anderem nach Ringsteifigkeiten eingeteilt (z.B. JANSEN ottimo TF mit einer Ringsteifigkeit von $SN\ 16\ kN/m^2$). Dieser Wert hat auf die statische Berechnung keinen direkten Einfluss. Die Ringsteifigkeit ist eine Flächenlast die unter einem Plattenversuch zu einer Deformation von 3% führt. Da dieser Versuch 21 Tage nach der Herstellung der Rohre durchgeführt wird und nur von kurzer Dauer ist, hat er wenig Aussagekraft auf das Langzeitdeformationsverhalten. Massgebend dafür ist der Langzeit-E-Modul. Daher verwenden wir zum Teil verstärktes Polypropylen, das sich viel steifer verhält als reines PP und somit Langzeitdeformationen einschränkt.

Rechenwerte

In der folgenden Tabelle sind sämtliche Rohrmaterialkennwerte enthalten, die für eine Berechnung nach SIA 190 notwendig sind. Für PE entsprechen die Werte den Rechenwerte in der Norm SIA 190. Für JANSEN ottimo sind die Rechenwerte konservativ definiert.

Einteilung der Rohre

Material	$E_{R, kurz}$ N/mm ²	$E_{R, lang}$ N/mm ²	μ –	$\sigma_{Rb adm}$ N/mm ²
PP-QD JANSEN ottimo TF	3000	1400	0.35	8.0
PP-HM JANSEN nuovo	1800	750	0.40	8.0
PEHD JANSEN bianco	1000	150	0.40	8.0

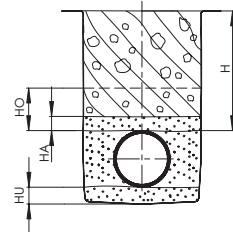
= Produktwerte

= Vorgaben SIA 190

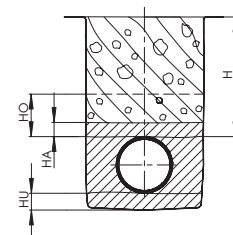
Verlegeprofil

Bedingt durch das biegeeweiche Verhalten ist die seitliche Verdichtung von grosser Bedeutung. Damit die Lagerungsbedingungen seitlich gleich dem Sohlenbereich sind, werden in der Norm SIA 190 für biegeeweiche Rohre nur zwei Profile vorgeschlagen:

**Biegeweich,
erdverlegt, Profil U1/V1**
Rohrumhüllung:
gemäss Anforderung aus
Rohrstatik z.B. Kies mit
max. Korngrösse $\leq \frac{1}{3} \cdot HU$



**Biegesteif,
einbetoniert, Profil U4/V4**
Rohrumhüllung:
Beton unbewehrt C 20/25



Einfluss Grabenform

Biegeweiches Verhalten

Die Umlagerung der Belastung auf das umhüllende Material wird ausgelöst durch die Deformation des Rohres. Dies führt zu einer Setzung in der Grabenauffüllung. Dadurch kann ein Teil des Gewichtes der Auffüllung durch Reibung über die Grabenwand geleitet werden (Silowirkung). Dies stellt sich aber nur ein, wenn sich dieses Auffüllmaterial in sich nicht weiter komprimieren lässt. Ansonsten «rutscht» das Material nach und die Gewölbewirkung wird kleiner.

Im Weiteren würde bei späteren parallelen Grabarbeiten der entlastende Einfluss der Gewölbewirkung entfallen. Aus diesem Grund wird beim biegeweichen Verhalten immer die vorhandene Erdlast berücksichtigt.

Somit hat die Grabenform (U-/V-Profil, oder Stufengraben) auf die statische Berechnung von biegeweichen Rohren keinen Einfluss.

Biegesteifes Verhalten

In einem U-Graben wird durch die starre Umhüllung kein Nachsetzen entstehen. In diesem Fall wird ebenfalls die vorhandene Erdlast berücksichtigt (Grabenbedingung). Bei Schüttungen und breiten Gräben kann sich das Material neben dem einbetonierten Rohr noch nachverdichten und setzen. Daraus ergibt sich gegenüber der Silowirkung ein entgegengesetzter Effekt. Das Material über dem starren einbetonierten Rohr wird am Setzen gehindert und es entsteht eine Reibung zwischen dem Material direkt über dem Rohr sowie seitlich davon. Dies führt zu einer grösseren Belastung auf den Betonkörper, es entsteht die Dammbedingung, welche für biegesteife Rohre gemäss SIA 190 massgebend sind.

Bodenkennwerte

Sie bilden oft die grosse Unbekannte. Massgebend für die statische Berechnung ist nicht der Bodenkennwert des gewachsenen Bodens, sondern der Wert der verwendeten Rohrumhüllung.

Ausgedrückt wird der Bodenkennwert im horizontalen Verformungsmodul E_B .

Er ist abhängig vom Bodenmaterial und dessen Verdichtung. Leider gibt es keine bekannte Möglichkeit um auf der Baustelle diesen E_B -Wert zu bestimmen.

Bodenklassifikation (Feldmethode)

Die Kurzzeichen entsprechen den Bodenklassen nach USCS (Unified Soil Classification System).

A) Abschätzung der Kies- und Sandanteile (Korndurchmesser > 0,06 mm)

Ein Korn mit Durchmesser 0,06 mm ist von blossen Auge gerade noch sichtbar. Ist der Gewichtsanteil der Fraktion > 0,06 mm grösser als 50%, so wird der Boden als Kies oder Sand bezeichnet; ist der Anteil kleiner, so heisst der Boden Ton oder Silt.

Gewichtsanteil der Fraktion > 0,06 mm	Bezeichnung (nach USCS)
> 50%	Kies (G) Sand (S)
< 50%	Ton (C) Silt (M)

B) Unterteilung von Sand und Kies

Ist mehr als die Hälfte des Kies- oder Sandanteiles grösser als 2 mm, so handelt es sich um Kies, im anderen Fall um einen Sand.

Kies- oder Sandanteil	Bezeichnung (nach USCS)
50% > 2 mm 50% < 2 mm	Kies (G) Sand (S)

- Keine Feinanteile (Korndurchmesser < 0,06 mm)	→	Sauberer Sand (SW) oder Kies (GW)
- Feinanteile nicht bindig	→	Siltiger Sand (SM) oder Kies (GM)
- Feinanteile bindig	→	Toniger Sand (SC) oder Kies (GC)

C) Unterscheidung von Ton oder Silt

Dabei hilft die Schüttelprobe. Die Bodenprobe wird in der offenen Hand geschüttelt. Dadurch kann Wasser mehr oder weniger rasch an die Oberfläche treten. Der dabei auftretende Glanz verschwindet wieder, wenn die Probe zwischen den Fingern leicht gequetscht wird.

Bei Torf (PT) ist das organische Material vorherrschend.

- Wird die Probe <i>rasch</i> glänzend	→	Feiner Sand (S)
- Wird die Probe <i>langsam</i> glänzend	→	Silt (M)
- Wird die Probe <i>nie</i> glänzend	→	Ton (C)

Es ist erkennbar am Geruch, an der dunklen Farbe und am niedrigen Raumgewicht.

D) Kurzbezeichnung USCS

Bestandteile:

G	Gravel	Kies als Hauptbestandteil
S	Sand	Sand als Hauptbestandteil
M	Silt	Silt als Haupt- oder Nebenmenge
C	Clay	Ton als Haupt- oder Nebenmenge
O	Organic	organische Beimengungen
PT	Peat	Torf

Beschreibung der Kornverteilung:

W	well graded	alle Korngrössen vertreten, keine davon vorherrschend
P	poorly graded	grobkörniger Anteil, eine Korngrösse oder Korngrössen- gruppe vorherrschend

Beschreibung der Plastizitätseigenschaften:

H	high liquid limit	Fliessgrenze hoch
L	low liquid limit	Fliessgrenze niedrig

Raumgewicht Auffüllmaterial

Wenn das Raumgewicht γ_E nicht bekannt ist, wird allgemein ein Wert von $\gamma_E = 20 \text{ kN/m}^3$ angenommen.

Horizontales Verformungsmodul E_B

Der Bodenkennwert für die statische Berechnung ist der horizontale Verformungsmodul E_B .

Der E_B -Wert kann in Abhängigkeit des Materials und des Verdichtungsgrades aus Tabelle 1, Seite 62 bestimmt werden. In der SIA-Norm 190 finden sich nur die grün hinterlegten Werte. Die Komplettierung der Tabelle wurde durch Angaben aus dem ATV-Arbeitsblatt A 127 (Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen) ermöglicht.

Boden	Innerer Reibungswinkel φ'	Verformungsmodul E_B in N/mm ² bei einem Verdichtungsgrad D_{pr} in %					
		85	90	92	95	97	100
Nichtbindige Böden (GW, SW, GP, SP)	35	2	6	9	16	23	40
Schwachbindige Böden (GM, SM)	30/32.5	1.2	3	4	8	11	20
Bindige Mischböden (SC, GC)	25	0.8	2	3	5	8	13
Bindige Böden (MC, CC, OL, MH, CH, OH, PT)	20	0.6	1.5	2	4	6	10

Tabelle 1: Verformungsmodul E_B

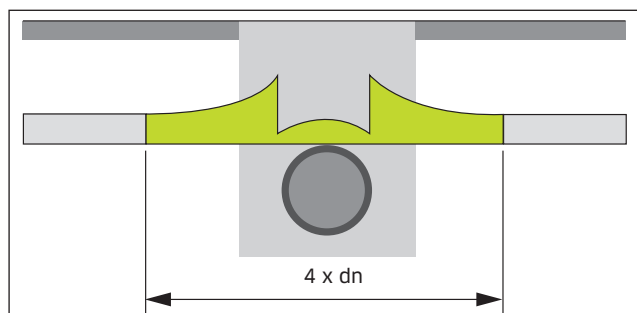
= gemäss SIA 190 Tabelle 4

= Erweiterung aus ATV 127

Einfluss des gewachsenen Bodens

Die Bodenkennwerte beziehen sich auf das Material unmittelbar um das Rohr. Mit zunehmendem Abstand zum Rohr nimmt die Anforderung an das Material schnell ab. Die Lastumlagerung beschränkt sich auf eine Gesamtbreite des vierfachen Aussendurchmessers ($4 \times d_n$).

Eine Breite, die bei kleinen Dimensionen innerhalb des Grabens Platz findet. Somit wird der Einfluss des gewachsenen Bodens unbedeutend und nur die Qualität der Rohrumhüllung ist massgebend. Bei einem Rohr von 500 mm Durchmesser wird die Einflussbreite 2 m und breitet sich in den gewachsenen Boden aus. Üblicherweise ist bei Mischböden durch die natürliche Verdichtung des gewachsenen Bodens die Voraussetzung vorhanden, um diese zusätzlichen Belastungen aufnehmen zu können.



Bei wenig standfestem Boden ist darauf zu achten, dass die Seitenverfüllung nicht in den gewachsenen Boden gedrückt wird. Damit würde eine Auflockerung des Umhüllungsmaterials stattfinden, was zur entsprechenden Reduktion des E_B -Wertes und zu mehr Deformation führen würde. In solchen Situationen soll die Umhüllung durch ein Geotextil vom gewachsenen Bodenmaterial getrennt werden.

Ziehen von Spriessungen

Das nachträgliche Ziehen der Spriessung führt ebenfalls zur Auflockerung der Seitenverfüllung und zur Erhöhung der Scheitellast, was das statische Verhalten stark beeinflusst. Daher wird in der Norm (EN 1610) ein fortschreitendes Auffüllen des Grabens während des Ziehens der Spriessung gefordert.

Belastungen

Die Bemessung der Lasten werden nach Grundsätzen der Norm SIA 160 ermittelt und entsprechend ihren Leit- und Begleiteinwirkungen in Rechnung gebracht.

Daraus resultiert die Belastung als Flächenlast im Scheitel. Grundsätzlich setzt sich die vertikale Rohrbelastung aus folgenden Lasten zusammen:

- Erdlasten
- Verkehrslasten
- Auflasten
- Hydrostatischer Aussendruck
- Eigenlast (bei biegesteifen Rohren)
- Spezielle Lasten

Erdlasten

Bei den Berechnungen der Erdlasten wird zwischen biegeweichen und biegesteifen Rohren unterschieden.

Biegeweiche Rohre

Bei biegeweichen Rohren wird die volle Grabenauffüllung berücksichtigt. Somit ergibt sich für die vertikale Rohrbelastung auf Höhe Rohrscheitel:

$$q_{S1} = \gamma_E \cdot H$$

Biegesteife einbetonierte Rohre

Bei biegesteifen Rohren ist gemäss SIA 190 das Gefährdungsbild der Dammbedingung massgebend.

$$\text{Erdlast bei Dammbedingung: } q_{S1} = A_2 \cdot g_E \cdot H \quad [\text{kN/m}^2]$$

Wobei:

q_{S1}	=	Rohrbelastung auf Höhe Rohrscheitel infolge Erdlast	[kN/m ²]
A_2	=	Spannungsbeiwert für Dammbedingungen (Diagramm 2)	[-]
γ_E	=	Raumgewicht des Auffüllmaterials	[kN/m ³]
H	=	Überdeckungshöhe	[m]

Auf Grund von Versuchen ergeben sich für die Setzungs-Durchbiegungsziffer C_2 folgende Werte:

Bettung	C_2
Rohre auf Fels oder auf unnachgiebigem Boden	1.0
Rohre auf gewöhnlicher Bodenunterlage	0.5 ... 0.8
Rohre auf nachgiebigerer Unterlage als der anstehende natürliche Boden	0.0 ... 0.5

Setzungs-Durchbiegungsziffer C_2 SIA 190/Tab. 13

Die Ausladungsziffer C_3 kann wie folgt angenommen werden:

Normalverlegeprofil	C_3
1	1.0
3	0.25
4	0.25

Ausladungsziffer C_3 SIA 190/Tab. 14

Mit Hilfe der beiden Werte C_2 und C_3 kann die Ausladungszahl C_1 berechnet werden:

$$C_1 = C_2 \cdot C_3$$

Verkehrslasten

Verkehrslast Strasse q_s

Bei Verkehrslasten innerhalb des Strassenbereiches gelten die Lastmodelle 1 + 2 + 3 der Norm SIA 160, ausserhalb des Strassenbereiches im Allgemeinen das Lastmodell 1. Unabhängig vom Werkstoff der Rohrleitungen ist bei Einwirkungen von Strassenlasten ein dynamischer Beiwert von $\phi = 1.3$ einzusetzen.

Verkehrslasten werden mit 5 kN/m^2 und mit zusätzlich $4 \cdot 75 \text{ kN}$ Radlast in Rechnung gebracht (Lastfall 1+2+3). Ausserhalb der Verkehrsfläche wird ebenfalls mit $4 \times 75 \text{ kN}$ Radlast gerechnet (Lastfall 1), bei unzugänglichem Terrain darf diese Lastannahme hinterfragt werden.

Aus den Diagrammen 3 und 4 auf den folgenden Seiten können die Verkehrslasten herausgelesen werden.

Daraus ist zu erkennen, wie stark die Belastung bei geringer Überdeckung zunimmt. Somit können Bauzustände mit reduzierter Überdeckungshöhe unter Verkehr massgebend werden.

Bahnlasten

Die Einwirkung der Bahnlasten wird in der SIA-Norm 190 erläutert. Für Strassenbahnen oder Agglomerationsverkehr (Schmalspur Lastmodell 3) darf q_s um 50% reduziert werden. Unabhängig vom Werkstoff der Rohrleitungen ist bei Einwirkungen von Bahnlasten ein dynamischer Beiwert $\phi = 1.3$ einzusetzen. Die Mindestüberdeckungshöhe im Bahnbereich bis Schwellenoberkante beträgt gemäss SIA 190 2 Meter.

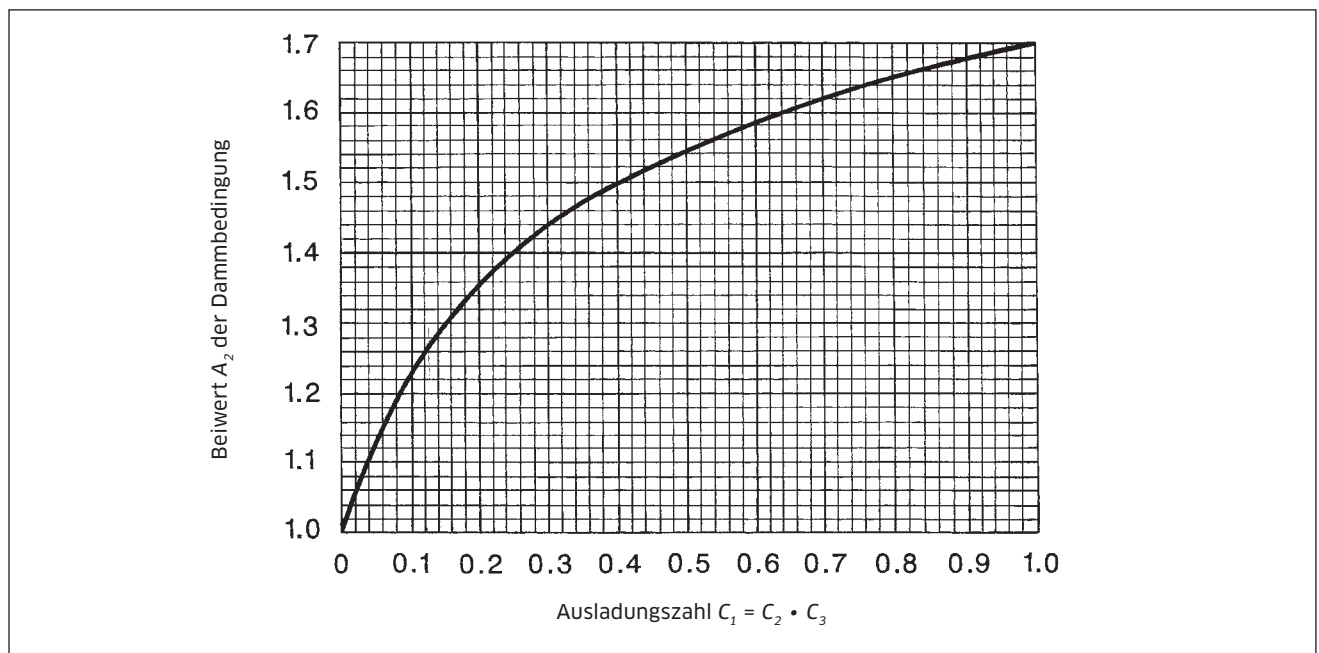


Diagramm 2: Spannungsbeiwert A_2

SIA 190/Fig. 19

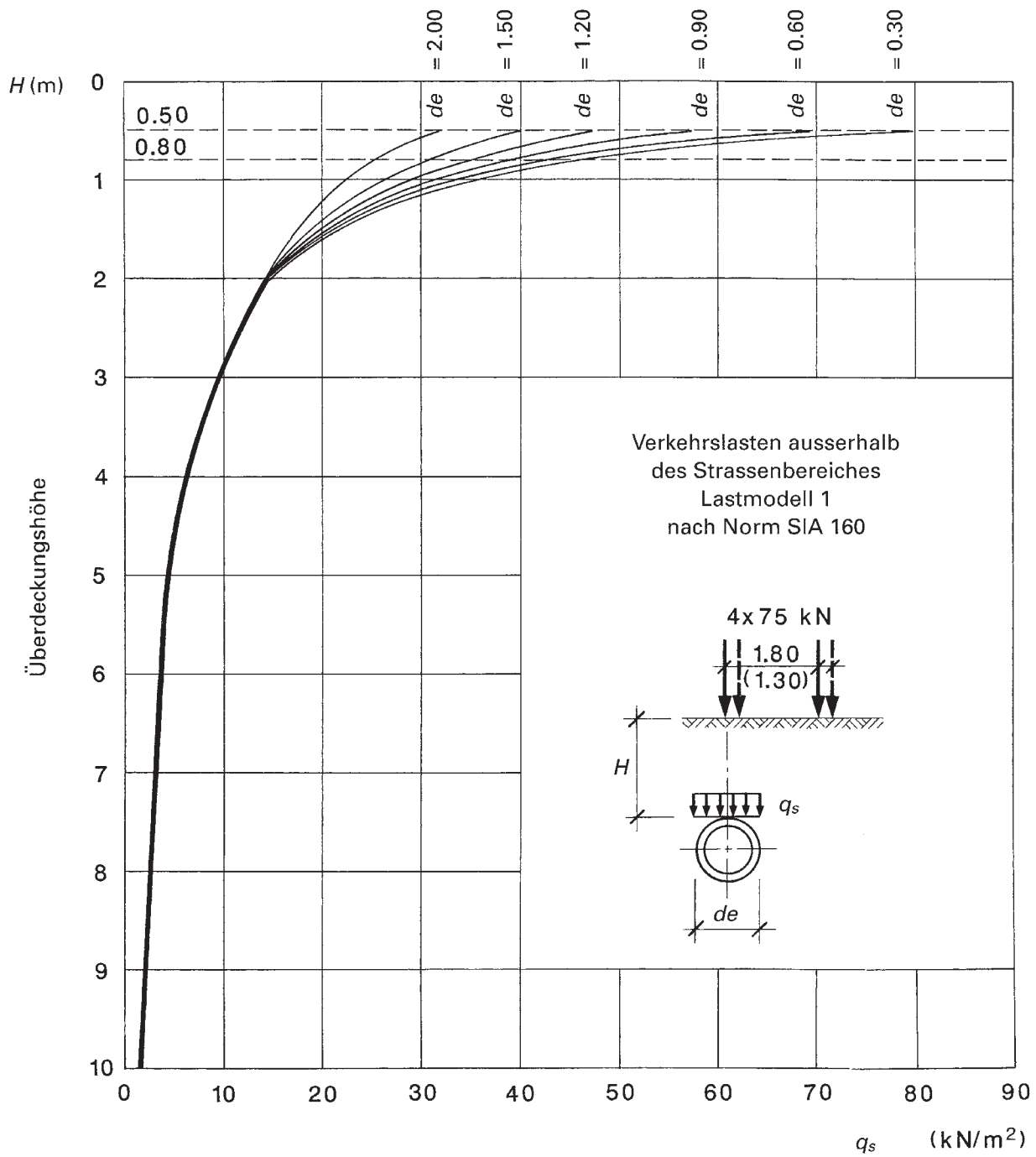


Diagramm 3:

SIA 190/Fig 14

Einwirkung der Strassenlasten ausserhalb des Strassenbereiches auf Höhe des Rohrscheitels
ohne Berücksichtigung des dynamischen Beiwertes (Lastmodell 1)

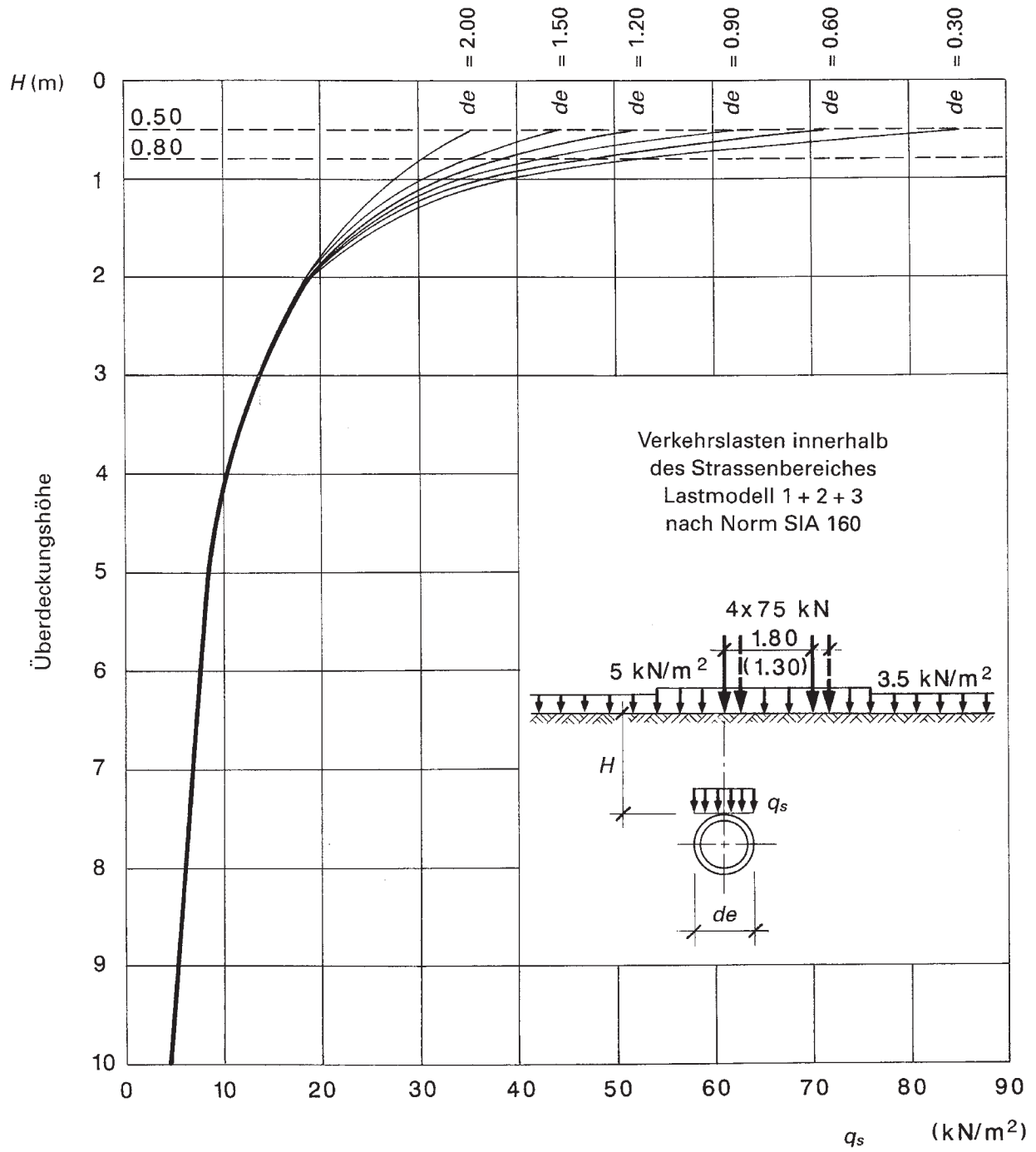


Diagramm 4:

SIA 190/Fig 15

Einwirkung der Strassenlasten innerhalb des Strassenbereiches auf Höhe des Rohrscheitels ohne Berücksichtigung des dynamischen Beiwertes (Lastmodell 1 + 2 + 3)

Auflasten

Die Einwirkung einer partiellen Auflast auf eine Rohrleitung kann mit Hilfe Tabelle 5 ermittelt werden. Grössere Flächenlasten werden nicht reduziert. Werden Verkehrslasten berücksichtigt, ist eine Gleichzeitigkeit mit diesen zusätzlichen Auflasten zu hinterfragen.

$B/2H$	$L/2H$													
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0	5.0
0.1	0.019	0.037	0.053	0.067	0.079	0.089	0.097	0.103	0.108	0.112	0.117	0.121	0.124	0.128
0.2	0.037	0.072	0.103	0.131	0.155	0.174	0.189	0.202	0.211	0.219	0.229	0.238	0.244	0.248
0.3	0.053	0.103	0.149	0.190	0.224	0.252	0.274	0.292	0.306	0.318	0.333	0.345	0.355	0.360
0.4	0.067	0.131	0.190	0.241	0.284	0.320	0.349	0.373	0.391	0.405	0.425	0.440	0.454	0.460
0.5	0.079	0.155	0.224	0.284	0.336	0.379	0.414	0.441	0.463	0.481	0.505	0.525	0.540	0.548
0.6	0.089	0.174	0.252	0.320	0.379	0.428	0.467	0.499	0.524	0.544	0.572	0.596	0.613	0.624
0.7	0.097	0.189	0.274	0.349	0.414	0.467	0.511	0.546	0.574	0.597	0.628	0.650	0.674	0.688
0.8	0.103	0.202	0.292	0.373	0.441	0.499	0.546	0.584	0.615	0.639	0.674	0.703	0.725	0.740
0.9	0.108	0.211	0.306	0.391	0.463	0.524	0.574	0.615	0.647	0.673	0.711	0.742	0.766	0.784
1.0	0.112	0.219	0.318	0.405	0.481	0.544	0.597	0.639	0.673	0.701	0.740	0.774	0.800	0.816
1.2	0.117	0.229	0.333	0.425	0.505	0.572	0.628	0.674	0.711	0.740	0.783	0.820	0.849	0.868
1.5	0.121	0.238	0.345	0.440	0.525	0.596	0.650	0.703	0.742	0.774	0.820	0.861	0.894	0.916
2.0	0.124	0.244	0.355	0.454	0.540	0.613	0.674	0.725	0.766	0.800	0.849	0.894	0.930	0.956

Tabelle 5: Beiwert A_1 in Abhängigkeit der Abmessungen der Auflast.

SIA 190/Tab 12

Die Abkürzungen B , L und H siehe Bild 6

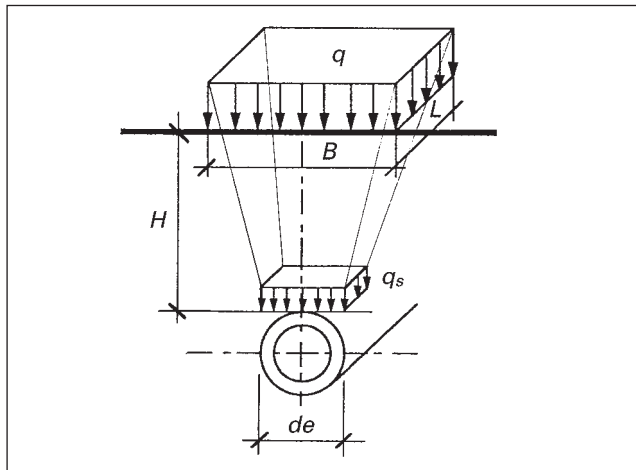


Bild 6

SIA 190/Fig 17

$$q_s = A_1 \cdot q$$

q_s : Flächenlast auf Höhe des Rohrscheitels [kN/m²]

A_1 : Beiwert gemäss Tabelle 5

q : Auflast als Flächenlast der Fläche $B \cdot L$ [kN/m²]

Hydrostatischer Aussendruck

Der Einfluss des Grundwassers auf die Statik ist vielseitig. Auf die Beanspruchung im Scheitel wirkt der horizontale Wasserdruck entlastend. Daher wird der hydraulische Aussendruck für die Belastungen nicht mehr berücksichtigt. Wesentlich wird der Grundwasserspiegel beim Beulverhalten.

Weitere Lasten

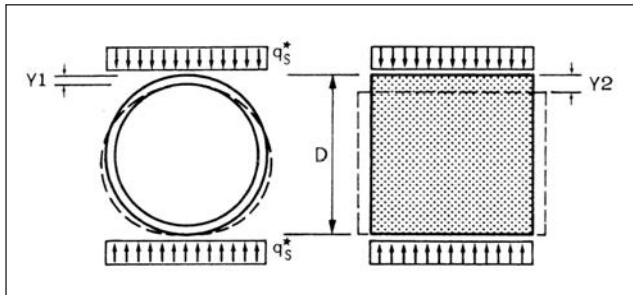
Weitere Einwirkungen wie Eigenlasten der Rohrleitung, Rohrfüllung sowie Temperaturdifferenzen, Beanspruchungen während einzelner Bauphasen, Setzungen, Erdbebeneinwirkungen, Quelldrücke des anstehenden Baugrundes, Innendrucke oder Unterdrücke (Sog) usw. sind nur zu berücksichtigen, wenn sie einen wesentlichen Beitrag zur Gesamtbeanspruchung des Bauwerkes ergeben und für dessen Tragsicherheit oder Gebrauchstauglichkeit massgebend sind. In speziellen Fällen darf auch hinterfragt werden, ob diese vereinfachte statische Berechnung gemäss SIA 190 nicht durch eine genauere Berechnung ersetzt werden müsste.

Statische Berechnung

Die Berechnungen erfolgen gemäss SIA-Norm 190
Ausgabe 2000

Die Systemfestigkeit

Die Systemfestigkeit SF_{kurz} gibt Aufschluss darüber, ob sich das Rohr biegeweich oder biegesteif verhält.
Es wird die Deformation eines Rohres gegenüber einem Bodenkörper unter gleicher Belastung verglichen.



Systemfestigkeit SF : Rohr links und Boden rechts

Die Systemfestigkeit SF_{kurz} ist abhängig von:

- dem Verformungsmodul des Rohres $E_{R,kurz}$ aus Kurzzeitmessungen
- dem Verformungsmodul des Bodens E_B in der Leitungszone

$$SF_{kurz} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{R,kurz}}{E_B} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3 \quad [-]$$

e_n = Wanddicke [mm]
 d = mittlerer Rohrdurchmesser ($d_n - e_n$) [mm]

$SF_{kurz} < 0,1$ → biegeweiches Rohr
 $SF_{kurz} \geq 0,1$ → biegesteifes Rohr

Erdverlegte Kanalisationsrohre aus Kunststoff, welche mit Aushubmaterial oder Kies-Sand umhüllt werden, gelten als biegeweiche Rohre.

Zur Bemessung biegeweicher Rohre ist zusätzlich die Langzeit-Systemsteifigkeit SF_{lang} notwendig.

SF_{lang} ist definiert als:

$$SF_{lang} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{R,lang}}{E_B} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3 \quad [-]$$

Die Systemsteifigkeit SF_{lang} ist abhängig von:

- dem Verformungsmodul des Rohres $E_{R,lang}$ aus Langzeitmessungen
- dem Verformungsmodul des Bodens E_B in der Leitungszone

Verformungsmodule

Für die Berechnung der Systemfestigkeiten kann mit folgenden Verformungsmodulen gerechnet werden.

Material	$E_{R,kurz}$ [N/mm ²]	$E_{R,lang}$ [N/mm ²]
PP-QD JANSEN ottimo TF	3000	1400
PP-HM JANSEN nuovo	1800	750
PEHD JANSEN bianco	1000	150

Die Werte für Polyethylen entsprechen den Angaben der SIA-Norm 190. Die Werte für PP beziehen sich auf unsere Produkte.

Nachweise

Es sind grundsätzlich zwei Nachweise zu führen:

- Nachweis der Tragsicherheit
- Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Tragsicherheit

Die Tragsicherheit eines Kanalisationsbauwerkes wird grundsätzlich gemäss Norm SIA 160 nachgewiesen.

$$S_d \leq \frac{R}{\gamma_R}$$

Wobei:

S_d = Bemessungswert der Beanspruchung
 R = Tragwiderstand des Kanalisationsbauwerkes
 γ_R = Widerstandsbeiwert

Bemessungswert der Beanspruchung

Der Bemessungswert der Beanspruchung wird ermittelt aus:

- der massgebenden Einwirkung, der sogenannten Leiteinwirkung
- den gleichzeitig auftretenden begleitenden Einwirkungen, den sogenannten Begleiteinwirkungen

Der Bemessungswert der Beanspruchung beträgt:

$S_d = S(\gamma_G \cdot G_m; \gamma_Q \cdot Q_r; \Sigma \psi \cdot Q_r)$
 G_m = Eigenlasten
 Q_r = Einwirkung
 $\gamma_G; \gamma_Q; \psi$ = Lastfaktoren gemäss Tabelle 7

Durch Variationen aller Möglichkeiten erhält man den Bemessungswert der Beanspruchung.

Für den Nachweis der Gesamtstabilität infolge Auftrieb gelten die folgenden Lastfaktoren:

– Auftrieb Q_r :	γ_Q	=	1.1
– Eigenlasten G_m :	γ_G	=	1.0
– Baugrund Q_{r1} :	ψ	=	0.8
– Auflasten, Verkehr, Füllung:	ψ	=	0

Dabei gilt:

$$\gamma_G \cdot Q_r \leq \gamma_G \cdot G_m + \psi \cdot Q_{r1}$$

Gebrauchstauglichkeit

Die Gebrauchstauglichkeit eines Kanalisationsbauwerkes wird grundsätzlich gemäss Norm SIA 160 nachgewiesen.

Das Verhalten eines Kanalisationsbauwerkes muss innerhalb vorgegebener oder genormter Grenzen liegen.

Diese beziehen sich insbesondere auf:

- den Rissenachweis bei biegesteifen Rohren
- den Verformungsnachweis bei biegeweichen Rohren

Beanspruchung

Für die Lastfaktoren γ und ψ gilt:

$$\gamma = \psi = 1.0$$

Leiteinwirkungen	Eigenlasten	Begleiteinwirkungen				
		Baugrund	Verkehr	Auflast	Rohrfüllung	hydrostatischer Aussendruck
Baugrund $\gamma_Q = 1.5$	$\gamma_G = 1.3$	–	$\psi = 0.8$	$\psi = 1.3$	$\psi = 1.0$	$\psi = 1.0$
Verkehr $\gamma_Q = 1.5$	$\gamma_G = 1.3$	$\psi = 1.3$	–	$\psi = 1.3$	$\psi = 1.0$	$\psi = 1.0$
Auflast $\gamma_Q = 1.5$	$\gamma_G = 1.3$	$\psi = 1.3$	$\psi = 0.8$	–	$\psi = 1.0$	$\psi = 1.0$
hydrostatischer Aussendruck $\gamma_Q = 1.5$	$\gamma_G = 1.3$	$\psi = 1.3$	$\psi = 0.8$	$\psi = 1.3$	$\psi = 0$	–

Tabelle 7: Lastfaktoren

SIA 190/Tab 2

Biegeweiche Rohre

Tragsicherheitsnachweis

Beulnachweis ohne Grundwasser

Das Beulen (Knicken) von runden, freiverlegten Rohren kann wie folgt definiert werden. Wird der Kreisring seitlich gestützt, erhöht sich die mögliche Belastung sehr stark. Die Formel wurde aufgrund der Auswertungen von Forschungsarbeiten definiert, die einer Annäherung entsprechen. Daher auch die relativ hohen Sicherheiten, die eingehalten werden müssen.

Für den Nachweis der Tragsicherheit biegeweicher Rohre ($SF_{kurz} < 0.1$) ohne Einwirkung des Grundwassers gilt:

$$q_{ds} \leq \frac{q_{Bl}}{2.0}$$

q_{ds} = Bemessungswert der Beanspruchung aller vertikalen Einwirkungen als Flächenlast im Rohrscheitel

q_{Bl} = Beulwiderstand mit der Systemsteifigkeit SF_{lang} wie folgt:

$$q_{Bl} = (0.26 - 0.54 \cdot \log(SF_{lang})) \cdot E_B \cdot \sqrt{SF_{lang}}$$

Beulnachweis unter Berücksichtigung des Wassers

Durch das Wasser reduziert sich die stützende Wirkung des seitlichen Materials.

Durch Deformation beim erdgestützten Rohr findet eine Lastumlagerung statt und somit wird die Belastung kleiner. Beim nachfließenden Wasser bleibt der Druck konstant, wobei sich durch die Deformation des Rohres, durch das Abweichen vom idealen Kreisring, der statische Widerstand reduziert. Somit reduziert sich die mögliche Beullast bei Grundwasser gegenüber dem gestützten Rohr ohne Wasser.

Wie das Zusammenwirken in der Praxis abläuft, ist wenig bekannt. Bei hohem Grundwasserspiegel empfiehlt sich eine exaktere Berechnung.

Für den Nachweis der Tragsicherheit biegeweicher Rohre mit Einwirkung des Grundwassers gilt:

$$q_{ds} \leq \frac{q_{Bl}}{2.0} \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{p_{w,d}}{k \cdot p_{cr}}\right)$$

q_{ds} = Bemessungswert der Beanspruchung [N/mm²]

q_{Bl} = Beulwiderstand [N/mm²]

$p_{w,d}$ = Bemessungswert des hydrostatischen Druckes als höchster Grundwasserstand, bezogen auf die Rohrachse [N/mm²]

k = Stützfaktor in Abhängigkeit der Rohrserie und der Bodenverdichtung, dieser Faktor ist mindestens mit 1.0 einzusetzen. [-]

Stützfaktor k

Mit dem Stützfaktor k kann die stützende Wirkung des Bodens in Abhängigkeit von Durchmesser, Wandstärke und Bodenverdichtung berücksichtigt werden. Da Erfahrungen fehlen oder auch schlechte Erfahrungen in Zusammenhang mit hohen Wasserdrücken bekannt sind, empfiehlt es sich, diesen Wert k nicht über 1.0 zu erhöhen.

Mehr Informationen finden Sie im Arbeitsblatt ATV A-127 der Abwassertechnischen Vereinigung Deutschland, wobei der dort verwendete Durchschlagbeiwert αD nicht direkt dem Faktor k entspricht, sondern hergeleitet werden muss.

p_{cr} = kritischer Beuldruck

$$p_{cr} = \frac{2 \cdot E_R}{1 - \mu^2} \cdot \left(\frac{e_n}{d}\right)^3 \cdot \left(\frac{1 - \frac{x}{d}}{1 + \frac{x}{d}}\right)^3 \quad [\text{N/mm}^2]$$

1 bar = 0.1 N/mm²

E_R = Verformungsmodul des Rohres [N/mm²]

μ = Querdehnungszahl des Rohrmaterials [-]

e_n = Wanddicke des Rohres [mm]

d = mittlerer Rohrdurchmesser $d_n - e_n$ [mm]

x = Deformation des vertikalen Rohrdurchmessers [mm]

Material	$E_{R,kurz}$ N/mm ²	$E_{R,lang}$ N/mm ²	μ -	$\sigma_{Rb adm}$ N/mm ²
PP-QD JANSEN ottimo TF	3000	1400	0.35	8.0
PP-HM JANSEN nuovo	1800	750	0.40	8.0
PEHD JANSEN bianco	1000	150	0.40	8.0

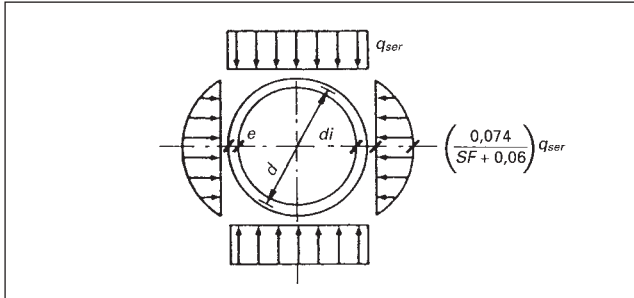
 = Produktwerte

 = Vorgaben SIA 190

Gebrauchstauglichkeit

Spannungsnachweis

Die stützende Wirkung des Bodens kann als Druckfeder betrachtet werden, wobei die Wirkung durch die zunehmende Kompression des Materials nicht linear ist. Vereinfacht wird angenommen, dass die Belastung im Scheitel sowie in der Sohle gleichmässig ist, und die seitliche Reaktion parabolisch wirkt.



Berechnungsmodell

Für die Grössenordnung der seitlichen Reaktion wurde eine Näherungsformel anhand von weitergehenden Versuchen und Berechnungen bestimmt.

Mit dieser Annahme und dem vereinfachten Modell werden die Momente und Kräfte berechnet und die maximalen Spannungen im Rohr ermittelt.

$$\sigma_{Rb} = \frac{q_{ser} \cdot d}{2 \cdot F_R} \pm \frac{\left(0,25 - \frac{0,0145}{SF + 0,06}\right) \cdot q_{ser} \cdot d^2 \cdot l}{4 \cdot W} \leq \sigma_{Rb,adm}$$

$$\sigma_{Rb} = \text{Ringbiegespannung} \quad [N/mm^2]$$

$$\sigma_{Rb,adm} = \text{zulässige Ringbiegespannung} \quad [N/mm^2]$$

$$q_{ser} = \text{gleichmässige Flächenlast aller vertikalen Einwirkungen } Q_{ser} \text{ im Rohrscheitel} \quad [N/mm^2]$$

$$d = \text{mittlerer Rohrdurchmesser } d_n - e_n \quad [mm]$$

$$F_R = \text{Rohrwandfläche im Längsschnitt} \quad [mm^2]$$

$$F_R = l \cdot e_n$$

$$SF = \text{Systemsteifigkeit} \quad [-]$$

- Langzeit für Einwirkung des Baugrundes
- Kurzzeit für Einwirkung des Verkehrs

$$W = \text{Widerstandsmoment der Rohrwand im Längsschnitt} \quad [mm^3]$$

$$W = \frac{e_n^2 \cdot l}{6}$$

$$l = \text{Länge des betrachteten Rohrabschnittes (1 mm)} \quad [mm]$$

Deformationsnachweis

Die zulässige Deformation wird auf 5% begrenzt. Die Formel für den Deformationsfaktor wurde aufgrund verschiedener Forschungsergebnisse definiert. Kurzzeitdeformation aus Verkehrslasten und Langzeitdeformation aus Erdaufasten etc. werden summiert. Die Gebrauchstauglichkeit von biegeweichen Rohrleitungen ($SF_{kurz} < 0.1$) in Bezug auf Verformungen ist nachgewiesen, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\frac{x}{d} = \frac{0,125}{SF + 0,06} \cdot \frac{q_{ser}}{E_B} \leq 0,05 \quad [-]$$

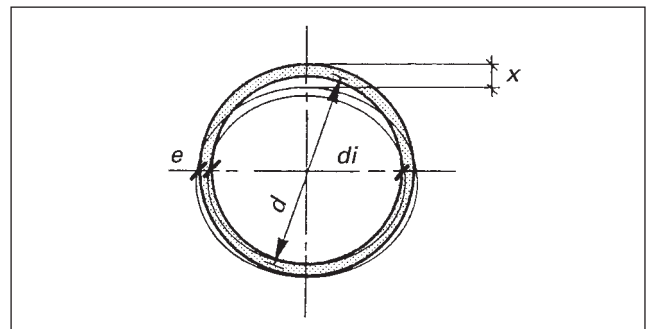
$$x = \text{vertikale Deformation des Rohrdurchmessers} \quad [mm]$$

$$d = \text{mittlerer Rohrdurchmesser } d_n - e_n \quad [mm]$$

$$q_{ser} = \text{gleichmässige Flächenlast aller vertikalen Einwirkungen } Q_{ser} \text{ im Rohrscheitel} \quad [N/mm^2]$$

$$SF = \text{Systemsteifigkeit, Langzeit und Kurzzeit, je nach Art der Einwirkung} \quad [-]$$

$$E_B = \text{Verformungsmodul des Bodens gemäss} \quad [N/mm^2]$$



Rohrdeformation

Biegesteife Rohre

Wird die Systemsteifigkeit $SF_{kurz} \geq 0.1$, ist die statische Berechnung nach der Theorie für biegesteife Rohre zu führen.

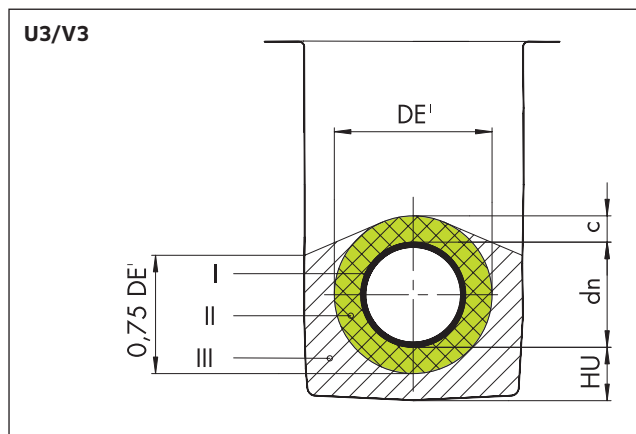
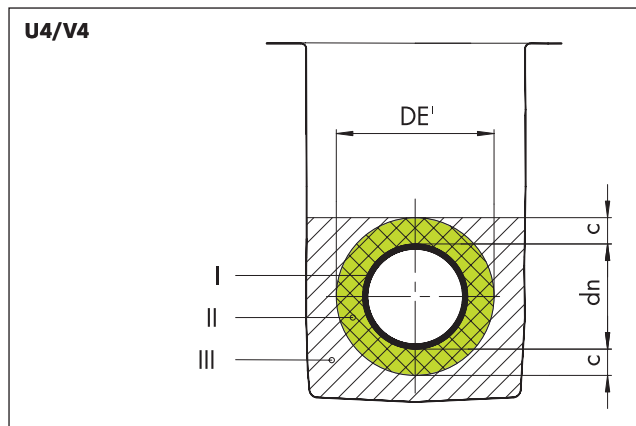
Es kann kein Nachweis gemäss SIA 190 erfolgen, wenn ein nicht einbetoniertes Kunststoffrohr biegesteif wird, da keine Scheitelbruchlast angegeben werden kann.

Einbetonierte Kunststoffrohre (gemäss Profil U4/V4) sind biegesteif und dementsprechend zu berechnen.

Die Berechnung erfolgt mittels einem Tragelement aus Beton von 100 mm Stärke um das Kunststoffrohr. Das Kunststoffrohr wird nicht in die Berechnung einbezogen.

Die biegesteife Berechnung berücksichtigt üblicherweise alle Verlegeprofile. Für einbetonierte Kunststoffrohre gilt generell U4/V4 wobei auch eine Berechnung mit Profil U3/V3 möglich ist.

Verlegeprofile



- I Kunststoffrohr
- II Tragelement mit der Wandstärke c, mit welchen die statischen Nachweise geführt werden
- III Hüllbeton

Tragsicherheit

Für den Nachweis der Tragsicherheit biegesteifer Rohre ($SF_{kurz} \geq 0.1$) gilt:

$$q_{ds}^* \leq \frac{ZE \cdot q_{Br}}{1.2}$$

q_{ds}^* = Bemessungswert der Beanspruchung aller vertikalen Einwirkungen als Linienlast auf den Rohrscheitel = $S_d/1m'$ [kN/m]

q_{Br} = Mindestwert der Scheiteldruck-Bruchlast [kN/m]

ZE = Einbauziffer gemäss SIA 190
für U4/V4 = 7.0
für U3/V3 = 6.0

Die Scheitelbruchlast des Tragelementes kann anhand folgender Formel bestimmt werden:

$$q_{Br} = \frac{\sigma_{Rbz,adm} \cdot c^2 \cdot \pi}{3(d_n + c)} \quad [N/mm]$$

d_n = Rohraussendurchmesser [mm]

c = Wandstärke des Tragelementes
üblicherweise c = 100 mm [mm]

DE' = Aussendurchmesser des Tragelementes [mm]

$\sigma_{Rbz,adm}$ = Biegezugfestigkeit des Tragelementes
1.05 N/mm² [N/mm²]

Gebrauchstauglichkeit

Die Gebrauchstauglichkeit der biegesteifen Rohrleitungen ist nachgewiesen, wenn die folgende, vorsichtig gewählte Bedingung erfüllt ist:

$$\sigma_{\text{Rbz}} = \frac{f \cdot q_{\text{ser}} \cdot c^2 \cdot l}{4 \cdot W} \leq \sigma_{\text{Rbz,adm}}$$

σ_{Rbz} = Ringbiegezugspannung des Tragelementes 1.05 [N/mm²]

$\sigma_{\text{Rbz,adm}}$ = zulässige Ringbiegespannung [N/mm²]

f = Faktor in Abhängigkeit des Verlegeprofils ohne Berücksichtigung der horizontalen Einwirkungen, des Rohreigengewichtes und der Rohrfüllung gemäss SIA 190
für Profil U4/V4 $f = 0.112$
für Profil U3/V3 $f = 0.16$

q_{ser} = gleichmässige Flächenlast aller vertikalen Einwirkungen auf Höhe des Rohrscheitels [N/mm²]

d = mittlerer Durchmesser des Tragelementes $d_n + c$ [mm]

W = Widerstandsmoment des Tragelementes im Längsschnitt [mm³]

$$W = \frac{c^2 \cdot l}{6}$$

l = betrachteter Rohrabschnitt (1 mm) [mm]

Ein Verformungsnachweis ist für biegesteife Rohrleitungen im Allgemeinen nicht erforderlich.

Betoneigenschaften

Beim unarmierten Beton ist sowohl für die Biegezugfestigkeit, wie auch für die Ringbiegezugspannung die Betonzugfestigkeit massgebend.

Gemäss SN EN 206-1 für Beton bis C 20/25 beträgt die mittlere Zugfestigkeit 1.6 N/mm².

Da der Hüllbeton meist von geringer Qualität ist, empfehlen wir, einen maximalen Wert für die Zugfestigkeit $\sigma_{\text{Rbz, adm}} \leq 1.05$ N/mm² zu wählen.

Kontrolle statische Berechnung

Als Dienstleistung für unsere Kunden bieten wir eine statische Berechnung nach SIA 190, Ausgabe 2000, für biegeeweiche Rohre an.

Die Resultate beziehen sich nur auf unsere Produkte. Die Berechnung ist als Kontrolle gedacht, die Richtigkeit der Resultate müssen überprüft werden. Aus verständlichen Gründen kann aufgrund unserer statischen Berechnung keine Verantwortlichkeit abgeleitet werden.

Beispiele

Biegeweiche Rohre

Beispiel 1:

Gegeben: Rohr = JANSEN ottimo TF SN 16
 d_n = 315 mm
 Überdeckungs-
 höhe H = 3.00 m
 EB = 3 N/mm²
 γE = 20 kN/m³
 Verlegeprofil = U1
 Lage = innerhalb Strassenbreich
 (Lastmodell 1+2+3)
 ohne Grundwasser
 ohne zusätzliche Auflast

Gesucht: Nachweise

Rohr

Verformungsmodule $E_{R,kurz}$ = 3000 N/mm²
 $E_{R,lang}$ = 1400 N/mm²
 Querdehnungszahl μ = 0.35
 Aussendurchmesser d_n = 315 mm
 Wandstärke e_n = 12.1 mm
 Innendurchmesser d_i = 290.8 mm
 Mittlerer Durchmesser d = 302.9 mm

Systemsteifigkeit

$$SF_{kurz} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{R,kurz}}{E_B} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{3000}{3} \cdot \left(\frac{12.1}{302.9} \right)^3 = 0.0425 < 0.1$$

$$SF_{lang} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{R,lang}}{E_B} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{1400}{3} \cdot \left(\frac{12.1}{302.9} \right)^3 = 0.0198$$

$$SF_{kurz} < 0.1 \rightarrow \text{biegeweich}$$

Einwirkungen

$$\text{Baugrund: } q_{s1} = \gamma_E \cdot H = 60.0 \text{ kN/m}^2$$

Verkehrslast:

Lastmodell 1+2+3

$$\text{aus Diagramm 4 mit } H = 3.0 \text{ m}$$

$$\rightarrow q_s = 14.3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{mit dynamischen Beiwert } \phi = 1.3$$

$$q_{s2} = \phi \cdot q_s = 18.6 \text{ kN/m}^2$$

Bemessungswert der Beanspruchung

(Angabe der Leiteinwirkung):

Der Bemessungswert ergibt sich aus der ungünstigsten Kombination von Leit- und Begleiteinwirkung.

Baugrund:

$$q_{ds} = q_{s1} \cdot \gamma_Q + q_{s2} \cdot \psi = 60 \cdot 1.5 + 18.6 \cdot 0.8$$

$$= 104.9 \text{ kN/m}^2 = 0.105 \text{ N/mm}^2$$

Verkehrslast:

$$q_{ds} = q_{s2} \cdot \gamma_Q + q_{s1} \cdot \psi = 18.6 \cdot 1.5 + 60 \cdot 1.3$$

$$= 105.9 \text{ kN/m}^2 = 0.106 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Massgebend } q_{ds} = 0.106 \text{ N/mm}^2$$

Tragsicherheit

Ohne Einwirkung des Grundwassers

$$q_{ds} \leq \frac{q_{Bl}}{2}$$

$$q_{Bl} = (0.26 - 0.54 \cdot \log SF_{lang}) \cdot E_B \cdot \sqrt{SF_{lang}}$$

$$= (0.26 - 0.54 \cdot \log 0.0198) \cdot 3 \cdot \sqrt{0.0198}$$

$$= 0.498 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{ds} = 0.106 \text{ N/mm}^2 < 0.249 \text{ N/mm}^2 = \frac{q_{Bl}}{2}$$

Tragsicherheitsnachweis erfüllt

Gebrauchstauglichkeit

$$\text{Lastfaktoren} = 1$$

$$\text{Baugrund } q_{ser} = 60.0 \text{ kN/m}^2$$

$$= 0.060 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Verkehrslast } q_{ser} = 18.6 \text{ kN/m}^2$$

$$= 0.019 \text{ N/mm}^2$$

Ringbiegespannungen

$$\sigma_{Rb} < \sigma_{Rb,adm}$$

$$\sigma_{Rb} = \frac{q_{ser} \cdot d}{2 \cdot F_R} \pm \frac{\left(0.25 - \frac{0.0145}{SF + 0.06} \right) \cdot q_{ser} \cdot d^2 \cdot \iota}{4 \cdot W}$$

$$FR = \text{Rohrwandfläche im Längsschnitt}$$

$$= l \cdot e_n = 1 \cdot 12.1 = 12.1 \text{ mm}^2$$

$$W = \text{Widerstandsmoment der Rohrwand im Längsschnitt}$$

$$= \frac{1}{6} \cdot e_n^2 \cdot \iota = \frac{1}{6} \cdot 12.1^2 \cdot 1 = 24.40 \text{ mm}^3$$

Baugrund als Langzeiteinwirkung

$$SF_{\text{lang}} = 0.0198$$

$$\sigma_{\text{Rbd}} = \frac{0.060 \cdot 302.9}{2 \cdot 12.1} \cdot \frac{\left(0.25 - \frac{0.0145}{0.0198 + 0.06}\right) \cdot 0.060 \cdot 302.9^2 \cdot 1}{4 \cdot 24.40}$$

$$= 4.61 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{Rbz}} = \frac{0.060 \cdot 302.9}{2 \cdot 12.1} \cdot \frac{\left(0.25 - \frac{0.0145}{0.0198 + 0.06}\right) \cdot 0.060 \cdot 302.9^2 \cdot 1}{4 \cdot 24.40}$$

$$= 3.10 \text{ N/mm}^2$$

=

Verkehr als Kurzeinwirkung

$$SF_{\text{kurz}} = 0.0425$$

$$\sigma_{\text{Rbd}} = \frac{0.019 \cdot 302.9}{2 \cdot 12.1} \cdot \frac{\left(0.25 - \frac{0.0145}{0.0425 + 0.06}\right) \cdot 0.019 \cdot 302.9^2 \cdot 1}{4 \cdot 24.40}$$

$$= 2.13 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{Rbz}} = \frac{0.019 \cdot 302.9}{2 \cdot 12.1} \cdot \frac{\left(0.25 - \frac{0.0145}{0.0425 + 0.06}\right) \cdot 0.019 \cdot 302.9^2 \cdot 1}{4 \cdot 24.40}$$

$$= 1.66 \text{ N/mm}^2$$

=

Baugrund und Verkehrslasten

$$\sigma_{\text{Rbd}} = 4.61 + 2.13 = 6.74 \text{ N/mm}^2 < 8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{Rbz}} = -3.10 - 1.66 = -4.76 \text{ N/mm}^2 > -8 \text{ N/mm}^2$$

Bedingungen erfüllt

Deformation:

$$\frac{x}{d} = \frac{0.125}{SF + 0.06} \cdot \frac{q_{\text{ser}}}{E_b} \leq 0.05$$

Baugrund als Langzeitwirkung $SF_{\text{lang}} = 0.0198$

$$\frac{x}{d} = \frac{0.125}{SF + 0.06} \cdot \frac{q_{\text{ser}}}{E_b} \leq 0.05$$

Verkehr als Kurzeinwirkung $SF_{\text{kurz}} = 0.0425$

$$\frac{0.125}{0.0425 + 0.06} \cdot \frac{0.019}{3} = 0.008$$

Baugrund und Verkehrslasten:

$$\frac{x}{d} = 0.031 + 0.008 = 0.039 < 0.05$$

Bedingung erfüllt

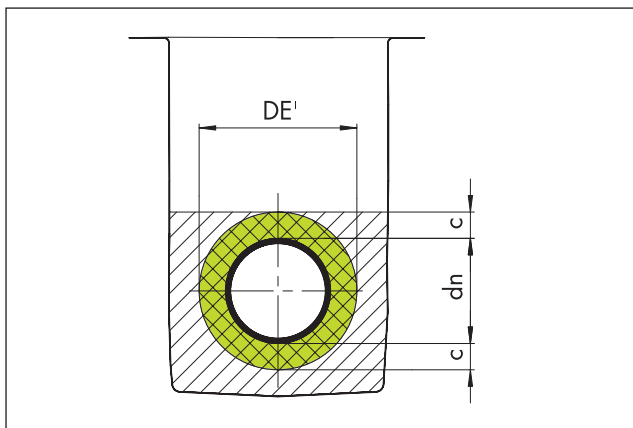
Gebrauchstauglichkeit erfüllt

Biegesteife Rohre (einbetoniert)

Beispiel 2:

Gegeben: Rohr = JANSEN bianco S 16
 d_n = 315 mm
 DE' = 515 mm
 c = 100 mm
 Überdeckungs-
 höhe H = 3.50 m
 Hüllbeton = C 12/15
 $\gamma_B = 24 \text{ kN/m}^3$
 Verlegeprofil = U4
 Auffüllung γ_E = 20 kN/m³
 Lage = innerhalb Strassenbereich
 (Lastmodell 1+2+3)
 ohne Grundwasser
 ohne zusätzliche Auflast

Gesucht: Nachweise



Einwirkungen

Baugrund q_{s1} :

Ausladungsziffer

→ Setzungs-Durchbiegungsziffer $C2 = 0.60$

→ Ausladungsziffer $C3 = 0.25$

→ Ausladungszahl $C1 = C2 \cdot C3 = 0.15$

Dammbedingung

$q_{s1} = A_2 \cdot \gamma_E \cdot H$

A_2 = aus Diagramm 2 = 1.29

$q_{s1} = 1.29 \cdot 20 \cdot 3.5 = 90.3 \text{ kN/m}^2$

Eigenlast q_{sG} :

$c = 100.0 \text{ mm}$

Ersatzlast = Kreisring Beton
 $\pi/4 \cdot (DE^2 - d_n^2) \cdot \gamma_B = 3.1 \text{ kN/m}$

Ersatzlast pro m²
 q_{sG}/DE ergibt Flächeneinheit = 6.1 kN/m²

Verkehrslast q_{s2} :

Lastmodell 1 + 2 + 3

aus Diagramm 4; Seite 65

mit $H = 3.5 \text{ m} \rightarrow q_s = 12.5 \text{ kN/m}^2$

mit dynamischen Beiwert $\phi = 1.3$

$q_{s2} = \phi \cdot q_s = 16.3 \text{ kN/m}^2$

Bemessungswert der Beanspruchung

(Angabe der Leiteinwirkung):

Der Bemessungswert ergibt sich aus der ungünstigsten Kombination aus Leit- und Begleiteinwirkung.

Baugrund:

$q_{ds} = (q_{s1} \cdot \gamma_Q + q_{sG} + \gamma_G + q_{s2} \cdot \psi)$
 $= (90.3 \cdot 1.5 + 6.1 \cdot 1.3 + 16.3 \cdot 0.8)$
 $= 156.3 \text{ kN/m}^2 = 0.156 \text{ N/mm}^2$

Verkehrslast:

$q_{ds} = (q_{s2} \cdot \gamma_Q + q_{sG} \cdot \gamma_G + q_{s1} \cdot \psi)$
 $= (16.3 \cdot 1.5 + 6.1 \cdot 1.3 + 90.3 \cdot 1.3)$
 $= 149.7 \text{ kN/m}^2 = 0.150 \text{ N/mm}^2$

Massgebend:

$q_{ds} = 0.156 \text{ N/mm}^2$
 $q_{ds}^* = DE' \cdot q_{ds} = 80.5 \text{ N/mm}$

Tragsicherheit

Ohne Einwirkung des Grundwassers

$$q_{ds}^* \leq \frac{ZE \cdot q_{Br}}{1.2}$$

ZE = 7 für Profil 4

Scheitelbruchlast:

$$q_{Br} = \frac{\sigma_{Rbz, adm} \cdot c^2 \cdot \pi}{3(d_n + c)}$$

$$\sigma_{Rbz, adm} = 1.05 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{Br} = \frac{1.05 \cdot 100^2 \cdot \pi}{3 \cdot (315 + 100)} = 26.5 \text{ N/mm}$$

Reduzierter Widerstand:

$$q_R^* = \frac{ZE \cdot q_{Br}}{1.2} \cdot \frac{7 \cdot 26.6}{1.2} = 154.6 \text{ N/mm}$$

$$q_{ds}^* = 80.5 \text{ N/mm} < 156.8 \text{ N/mm} = q_R^*$$

Tragsicherheitsnachweis erfüllt

Gebrauchstauglichkeit

Lastfaktoren = 1

Baugrund q_{s1} = 90.3 kN/m²
= 0.090 N/mm²

Eigenlast q_{sG} = 6.1 kN/m²
= 0.006 N/mm²

Verkehrslast q_{s2} = 16.3 kN/m²
= 0.016 N/mm²

Einwirkungswert (Gebrauchszustand):

$$q_{ser} = q_{s1} + q_{s2} + q_{sG} = 0.090 + 0.006 + 0.016 = 0.113 \text{ N/mm}^2 \text{ (gerundet)}$$

Ringbiegezugspannung

$$\sigma_{Rbz} < \sigma_{Rbz, adm} = 1.05 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Rbz} = \frac{f \cdot q_{ser} \cdot d^2 \cdot l}{4 \cdot W}$$

f = 0.112 für Profil 4

W = Widerstandsmoment der Rohrwand

$$= \frac{1}{6} \cdot c^2 \cdot l = \frac{1}{6} \cdot 100^2 \cdot 1 = 1666 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{Rbz} = \frac{0.112 \cdot 0.112 \cdot (315 + 100)^2 \cdot 1}{4 \cdot 1666} = 0.33 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Rbz} = 0.33 \text{ N/mm}^2 < 1.05 \text{ N/mm}^2 = \sigma_{Rbz, adm}$$

Gebrauchstauglichkeit erfüllt

Hydraulik

Anfallende Abwassermenge

Die hydraulische Bemessung hat zu zeigen, dass die Kanalisation die anfallenden Zuflüsse abzuführen vermag und beim Bemessungsabfluss Q_{Dim} grundsätzlich teilgefüllt bleibt. Der Bemessungsabfluss Q_{Dim} ist ein nach dem GEP (Genereller Entwässerungsplan) vorsichtig gewählter Erwartungswert. In der Folge werden Möglichkeiten der Dimensionierung eines Leitungsquerschnittes aufgezeigt. Unter Berücksichtigung der Anforderungen aus der SIA Norm 190 Kanalisationen (Ausgabe 2000) und SN 592 000 Liegenschaftsentwässerung (Ausgabe 2012).

Schmutzwasserabfluss (Q_{ww})

Liegenschaftsentwässerung

Die Berechnung des Schmutzwassers erfolgt analog SN 592 000 Liegenschaftsentwässerung und basiert auf der Ermittlung der angeschlossenen Entwässerungsgegenstände und derer Schmutzwasserwert (DU).

Die Anlage wird nicht auf die Summe aller DU dimensioniert. Aufgrund der nicht gleichzeitig genutzten Entwässerungsgegenstände wird die wahrscheinliche Höchstbelastung mit folgender Näherungsformel bestimmt.

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

Q_{ww} = Schmutzwasserabfluss [l/s]

K = Abflusskennzahl [-]

$\sum DU$ = Summe der Schmutzwasserwerte [l/s]

Abflusskennzahl (K)

Typische Abflusskennzahlen auf Grund unterschiedlicher Häufigkeit der Benützung der Entwässerungsgegenstände sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Gebäudeart	K
unregelmässige Benützung, z.B. in Wohnhäusern, Pensionen, Büros	0.5
regelmässige Benützung, z.B. in Krankenhäusern, Schulen, Restaurants, Hotels	0.7
häufige Benützung, z.B. in öffentlichen Toiletten und/oder Duschen	1.0
spezielle Benützung z.B. Labor	1.2

Empfehlung:

Auf Grund der Erfahrungen wird empfohlen, in der Regel mit dem Wert $K = 0.5$ zu rechnen.

Schmutzwasserwerte (DU)

Der Schmutzwasserwert entspricht dem für die Bemessung angenommenen Abfluss eines Entwässerungsgegenstandes in l/s (1 DU = 1 l/s) und ist durch dessen Funktion bestimmt. Für die Bemessung sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Werte massgebend.

Entwässerungsgegenstand	DU	Geruchsverschlussausgang Empfehlung
	l/s	DN
Urinal wasserlos	0.1	
Waschtisch, Wandbecken Bidet Urinal mit Druckspüler Schulwandbrunnen Waschrinne bis 3 Entnahmestellen	0.5	40
Dusche nicht staubar	0.6	
Bodenablauf DN 50	0.8	50
Dusche staubar Urinal mit Spülkasten Badewanne Spültisch 1- und 2-fach Wandausgussbecken Waschrinne 4-10 Entnahmestellen Waschtrog ¹⁾ Geschirrspülmaschine Haushalt ²⁾ Waschmaschine bis 6 kg	0.8	56
Bodenablauf DN 56	1.0	60
Waschmaschine 7-12 kg Geschirrspülmaschine Gewerbe Bodenablauf DN 70	1.5	70
Klosettanlage 7,5 l Spülwassermenge	2.0	
Klosettanlage 9 l Spülwassermenge Stand-/Wandausguss (Fäkalien/Putzwasser) Waschmaschine 13-40 kg Steckbeckenapparat	2.5	90
Bodenablauf DN 100	2.0	
Grosswanne, Saunatauchbecken	2.5	100

¹⁾ Der DU eines Waschtroges, der an den hinteren Einlauf eines Bodenablaufes angeschlossen ist, wird für die Bemessung nicht berücksichtigt.

²⁾ Der DU einer Haushaltgeschirrspülmaschine, die an einem Geruchsverschluss eines Einfach- oder Doppelbeckens angeschlossen ist, wird für die Bemessung nicht berücksichtigt. Die Leistung von Sicherheitsventilen, Rohrnetztrennern, Filterrückspülungen usw. ist bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Hinweis:

Die Bezeichnung DU entstammt der Europäischen Norm EN 12056 und ist die Abkürzung des englischen Ausdrucks «Design Unit». Als Abkürzung wird dieser Begriff in allen drei CEN-Sprachen (Deutsch, Französisch, Englisch) unverändert als DU verwendet.

Regenwasser

Berechnung des Regenwasserabflusses (Q_R)

$$Q_R = A \cdot r \cdot C \cdot S_F$$

wobei

Q_R	Regenwasserabfluss pro Teil- oder Gesamtfläche	[l/s]
A	wirksame beregnete Fläche (Horizontalprojektion)	[m ²]
r	Regenspende	[l/s m ²]
C	Abflussbeiwert (dimensionslos)	[-]
S_F	Sicherheitsfaktor (dimensionslos)	[-]

Sind Teilflächen mit unterschiedlichen Abflussbeiwerten (C) vorhanden, so muss für jede einzelne Fläche der Regenwasserabfluss (Q_{R1} , Q_{R2} , Q_{Rn} ...) bestimmt werden. Die einzelnen Regenwasserabflüsse sind dann zu addieren.

Regenspende r

Für schweizerische Verhältnisse ist mit einer Regenspende $r = 0.03 \text{ l/sm}^2$ zu rechnen. Je nach Region ist eine höhere Regenspende zu berücksichtigen. Der effektive Wert ist bei der zuständigen Stelle zu erfragen.

Sicherheitsfaktor S_F

Kann eindringendes Regenwasser in das Gebäude infolge Verstopfung der Entwässerungsanlage zu hohen Schäden führen, muss die Regenspende mit einem Sicherheitsfaktor (S_F) gemäss der folgenden Tabelle multipliziert werden. Der Sicherheitsfaktor ist unabhängig von der gewählten Regenspende festzulegen.

Gebäudeart	S_F
Gebäude, bei denen eindringendes Regenwasser grössere Schäden verursachen kann.	
Beispiele: - Fabriaktions- und Lagerhallen - Labors - Einkaufszentren - usw.	1.5
Gebäude, für die ein aussergewöhnliches Mass an Schutz notwendig ist.	
Beispiele: - Krankenhäuser - Theater/Konzertsäle - Museen oder Gebäude, in denen besondere Kulturgüter aufbewahrt werden - EDV- und PC-Zentren oder TV-Studios - Fabriken/Lagerhallen der chemischen Industrie - Munitionsfabriken - usw.	2.0

Abflussbeiwert C

Der Abflussbeiwert C berücksichtigt die Beschaffenheit der beregneten Fläche, die daraus resultierende Abminderung und die Verzögerung des Abflusses. Da die C-Werte ausschliesslich auf Einzelobjekte angewendet werden, liegen diese Werte höher als die im generellen Entwässerungsplan (GEP) angewandten Abflussbeiwerte.

Beregnete Fläche	C												
Schräg- und Flachdächer (unabhängig von Material und Dachhaut)	1.0												
Flachdächer mit Kies (unabhängig von der Aufbaudicke)	0.8												
Begrünte Flachdächer ¹⁾ , Aufbaudicke	<table> <tr> <td>> 50 cm</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>> 25-50 cm</td><td>0.2</td></tr> <tr> <td>> 10-25 cm</td><td>0.4</td></tr> <tr> <td>≤ 10 cm</td><td>0.7</td></tr> </table>	> 50 cm	0.1	> 25-50 cm	0.2	> 10-25 cm	0.4	≤ 10 cm	0.7				
> 50 cm	0.1												
> 25-50 cm	0.2												
> 10-25 cm	0.4												
≤ 10 cm	0.7												
Plätze und Wege	<table> <tr> <td>- mit Hartbelag</td><td>1.0</td></tr> <tr> <td>- mit Kiesbelag</td><td>0.6</td></tr> <tr> <td>- mit Oekosystem (Splittfugen)</td><td>0.6</td></tr> <tr> <td>- mit sickerfähigem Belag</td><td>0.6</td></tr> <tr> <td>- mit Sickersteinen</td><td>0.2</td></tr> <tr> <td>- mit Rasengittersteinen</td><td>0.2</td></tr> </table>	- mit Hartbelag	1.0	- mit Kiesbelag	0.6	- mit Oekosystem (Splittfugen)	0.6	- mit sickerfähigem Belag	0.6	- mit Sickersteinen	0.2	- mit Rasengittersteinen	0.2
- mit Hartbelag	1.0												
- mit Kiesbelag	0.6												
- mit Oekosystem (Splittfugen)	0.6												
- mit sickerfähigem Belag	0.6												
- mit Sickersteinen	0.2												
- mit Rasengittersteinen	0.2												

¹⁾ gültig bis 15° Dachneigung
(C um 0.1 erhöhen, wenn Neigung grösser)

Bei Verwendung von Substraten ist der Abflussbeiwert (C) zu überprüfen. Gärten, Wiesen und Kulturland tragen in der Regel nichts zum massgebenden Regenwasserabfluss bei. Sie sind deshalb nur in begründeten Fällen zu berücksichtigen.

Schmutzwasserabfluss

Siedlungsentwässerung

Überall wo keine messbaren Angaben vorhanden sind, wird die Bemessung des Trockenwetteranfall (Q_{TW}) in der Regel durch die Multiplikation der Einwohnerzahl mit dem spezifischen Verbrauch $q_{TW} = 0.01 \text{ l/s} \cdot E$ bestimmt. Dabei ist zu beachten, dass gewerbliche / industrielle Abwasser nicht berücksichtigt sind. Häusliche Abwässer bestehen vorwiegend aus dem verbrauchten Versorgungswasser. Als Annäherung kann der Abwasseranfall daher dem Wasserverbrauch gleichgesetzt werden. Die Einwohnerzahl wird durch die Einwohnergleichwerte in Rechnung gestellt, wobei Korrekturen gemäss nachfolgender Tabelle einfließen.

Zuverlässige Angaben aus gewerblichen und industriellen Betrieben sind nur durch Messungen vor Ort möglich. Wobei mit wenigen Ausnahmen der Wasserverbrauch grösser als die Abwassermenge ist. Keine Aussage kann über die Schwankungen der anfallenden Abwassermenge gesagt werden. Ob gleichmässig, stossweise oder saisonale Unterschiede. Allfällige Fremdwasser müssen ermittelt und berücksichtigt werden.

Einwohnergleichwerte

Verhältniszahlen zu ständigen Einwohner	
Ständige Einwohner	1.00
Schulhäuser (pro Schüler)	0.25
Verwaltung, Büros (pro Person)	0.30
Gastgewerbe	
Hotel (pro Bett)	1.00
Restaurant (pro Sitzplatz)	0.30
Stark frequentierte Berggasthäuser usw. (pro Sitzplatz)	bis 2.00
Spitäler (pro Bett)	2.00 – 2.50
Zugpendler	0.25 – 0.35
Wegpendler	0.65 – 0.75
Camping (pro ha)	80
Ferienhäuser, Ferienwohnungen	0.80

Regenwasseranfall**Siedlungsentwässerung**

Grundlagen zur hydraulischen Bemessung von Regenwasseranfall bildet üblicherweise der Bemessungsabfluss der innerhalb des GEP definierte Erwartungswert.

Die Berechnung der Regenwassermenge basiert auf statistisch ausgewerteten Regendaten.

Die Regendaten sind abhängig von der Region und der Dauer des Regens.

Die Ermittlung der Bemessungswerte erfolgt heute oft durch Computersimulation.

Eine Möglichkeit zur groben Bestimmung des Regenwasseranfalles ist die Listenrechnung nach Imhoff.

Listenrechnung nach Imhoff

Durch folgende Beziehung wird die Abflussmenge Q bei Regenwetter an einem bestimmten Punkt im Kanal erfasst:

$$Q = r \cdot \psi \cdot F_A \quad [l/s]$$

$$r = \text{Regenintensität} \quad [l/s \text{ ha}]$$

abhängig von: Dauer des Regens
Ort
Häufigkeit

$$\psi = \text{Abflussbeiwert } (\leq 1) \quad [-]$$

abhängig von: Bebauung
geologischen Verhältnissen
Terrainneigung

$$F_A = \text{Fläche des Teileinzugsgebietes} \quad [ha]$$

Für die Berechnung der maximalen Regenwassermenge ist jene Regenintensität zu wählen, deren Regendauer der Anlauf- und Fliesszeit vom Kanalanfang bis zum Berechnungspunkt entspricht.

Diese Regel gilt jedoch nur dann, wenn das Einzugsgebiet ungefähr rechteckförmig ist, annähernd homogen überbaut wurde und einheitliche Gefällsverhältnisse aufweist. Treffen diese Voraussetzungen nur bedingt oder überhaupt nicht zu, ergibt sich unter Umständen eine grössere Regenwassermenge, wenn gegenüber dem vorstehend beschriebenen Vorgehen nur ein unterer Teil der Gesamteinzugsfläche in die Berechnung einbezogen würde. In diesem Fall ist die Berechnung mit derjenigen Regenintensität durchzuführen, deren Regendauer der Fliess- und Anlaufzeit von der oberen Begrenzung dieses Flächenteiles bis zum Berechnungspunkt entspricht. Der so verkleinerten Summe der reduzierten Einzugsflächen stünde eine wegen der verkürzten Fliesszeit ungleich stärker vergrösserte Regenintensität gegenüber, sodass das Produkt dieser zwei Faktoren, die Regenwassermenge, grösser würde. Die maximale, massgebende Regenwassermenge ergibt sich durch Variationen der Grösse des angenommenen Flächenteiles.

Die einzelnen Kanalstränge werden schrittweise von oben nach unten mittels der Listenrechnung nach Imhoff durchgerechnet.

Nimmt die berechnete Regenwassermenge von oben nach unten in einem bestimmten Bereich nicht zu, sondern ab, hat die Kanaldimensionierung logischerweise für den weiter oben berechneten Maximalwert zu erfolgen.

Nach Kanalvereinigungen kann in der Regel mit der längeren Anlauf- und Fliesszeit gerechnet werden (evtl. Kontrolle mit der kürzeren Regendauer, analog dem vorstehend beschriebenen Verfahren). Näherungsweise gilt, dass nach einem Regenauslass mit der Berechnung neu begonnen wird, wobei jedoch die Wassermenge, bei der die Entlastung beginnt, als konstante Grösse dazu gezählt werden muss.

Regenintensitätskurven

Die nachstehenden Angaben beruhen auf den Auswertungen von Regenmessstreifen durch die EAWAG Zürich. Dabei wurde vereinfachend angenommen, dass während der ganzen Regendauer T_R eine gleichmässige Regenintensität r aufgetreten ist.

Die Gleichung für die Regenintensität lautet:

$$r = \frac{K_R}{T_R + B_R}$$

$$r = \text{Regenintensität eines Regens von } T \text{ Minuten Dauer; } r \text{ wird im Durchschnitt alle } z_R \text{ Jahre erreicht oder überschritten.} \quad [l/s \text{ ha}]$$

$$K_R = \text{Ortskonstante abhängig von der Häufigkeit } z_R \quad [-]$$

$$B_R = \text{Ortskonstante} \quad [\text{min}]$$

$$T_R = \text{Regendauer} \quad [\text{min}]$$

$$z_R = \text{Anzahl Jahre, innert welcher die Intensität } r \text{ einmal erreicht oder überschritten wird} \quad [-]$$

Die Häufigkeit z_R ist unter Berücksichtigung der Besiedlungsart und im Einvernehmen mit dem zuständigen Gewässerschutzamt zu wählen:

- Grosse Städte, grosse Industriegebiete, dichte Besiedlung $z_R = 10 \div 20$
- Kleine und mittlere Städte $z_R = 10$
- Dörfer, lockere Überbauung $z_R = 5$

Werte $K_R = f(z_R)$								B_R
Ort	$z_R = \text{Anzahl Jahre}$							in Min.
	1	2	5	10	15	20	30	
Altdorf	2480	3520	4620	5560	6150	6600		12
Basel	2875	3588	4652	5552	6112	6540	7160	8
Bern	4000	4984	6484	7796	8636	9208	10216	12
Davos	1950	2438	3159	3762	4128	4397	4822	10
Lausanne	3159	3810	4760	5560	6068	6394	6978	12
Locarno-Monti	7068	8446	10418	12044	13040	13810	14878	23
Neuchâtel	2650	3289	4131	4770	5144	5409	5782	10
St.Gallen	4002	5106	6787	8252	9188	9905	10945	14
Schaffhausen	3000	3840	5130	6240	6940	7530	8340	10
Sion	1050	1382	1821	2160	2347	2347	2679	6
Thun	3886	4873	6361	7616	8413	9004	9886	14
Uster	3400	4280	5590	6705	7408	7935	8710	10
Zürich	3036	3664	4569	5313	5771	6114	6606	8
Como	6342	7636	9525	11079	12056	12766	13813	27

Anlaufzeit

Die Anlauf- oder Retentionszeit ist jene Zeitdauer, welche das Regenwasser benötigt, um von Dächern, Gärten, Höfen usw. oder von angrenzenden Hanggebieten in das obere Ende eines Kanalstranges zu gelangen. In der Regel nimmt man diese mit 5 Minuten, in steilen Gebieten mit 3 Minuten und in Flachgebieten mit 10 Minuten an.

Abflussbeiwerte

Der Abflussbeiwert ψ gibt an, welcher Anteil des Regens in die Kanäle abfließt. Es ist abhängig von

- Art der Überbauung
- geologischen Verhältnissen
- Terrainneigung

Ort	Abflussbeiwert ψ
Geschäftsviertel:	
- in Tieflgebieten, Altstadtzentren	0.70 - 0.95
- in Nachbargebieten	0.50 - 0.70
Wohnviertel:	
- Landhäuser	0.25 - 0.40
- Einfamilienhäuser	0.30 - 0.50
- Einzel-Mehrfamilienhäuser	0.40 - 0.60
- Reihen-Mehrfamilienhäuser	0.60 - 0.75
Industrien:	
- lockere Überbauung	0.50 - 0.80
- dichte Überbauung	0.60 - 0.90
Parks, Friedhöfe	0.10 - 0.25
Bahngebiete	0.20 - 0.40
Nicht ausgenützte Gebiete	0.10 - 0.30

Querschnitt-Dimensionierung

Fliessformeln

Die allgemeine Abflussformel lautet:

$$Q_{\text{Dim}} = A \cdot v \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Wobei:

$$Q_{\text{Dim}} = \text{Abfluss, den der Kanal ableiten soll} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$A = \text{benetzter Fliessquerschnitt} \quad [\text{m}^2]$$

$$v = \text{mittlere Fliessgeschwindigkeit} \quad [\text{m/s}]$$

Zur Ermittlung der Fliessgeschwindigkeit in der Leitung stehen grundsätzlich zwei Fliessformeln zur Verfügung: Die Formeln nach Prandtl-Colebrook oder nach Strickler. Sie gelten für den sogenannten Normalabfluss (Energienliniengefälle = Sohlengefälle).

Die Berechnungen sind Annäherungsrechnungen, die praxisnahe Ansätze beinhalten, und dementsprechend praxisnahe Lösungen bringen. Sie können aber nie exakte Resultate liefern. Dementsprechend sind die Resultate zu relativieren.

Grundsätzlich werden die Formeln wie folgt angewendet:

Prandtl-Colebrook-Formel bei:

- Kreisprofilen oder kreisähnlichen Profilen mit Vollfüllung oder Teilfüllung (vorzugsweise mindestens halbvoll).

Strickler-Formel bei:

- teilgefüllten Rechteckkanälen und zusammengesetzten Profilen, ebenso bei Rohren mit kleinsten Fülltiefen (z.B. zur Kontrolle der Minimalgeschwindigkeit etc.). Wobei die Stricklerformel aufgrund ihrer einfacheren Struktur auch bei geschlossenen Rohrleitungen Anwendung findet. Die Bestimmung der Abwassermenge beinhaltet oft grosse Ungenauigkeiten und Annahmen. Aus dieser Betrachtung ist die Anwendung der einfacheren Strickler-Formel genügend genau.

Fliessformel nach Prandtl-Colebrook

$$|v| = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R_h \cdot J_e} \cdot \log \left(\frac{k_b}{3.71 \cdot 4 \cdot R_h} + \frac{2.51 \cdot v}{4 \cdot R_h \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R_h \cdot J_e}} \right)$$

wobei:

$$v = \text{mittlere Fliessgeschwindigkeit} [\text{m/s}]$$

$$g = \text{Erdbeschleunigung} \quad [9.81 \text{ m/s}^2]$$

$$R_h = \text{hydraulischer Radius (A/U)} \quad [\text{m}]$$

$$A = \text{benetzter Fliessquerschnitt} \quad [\text{m}^2]$$

$$U = \text{benetzter Umfang} \quad [\text{m}]$$

$$J_e = \text{Energienliniengefälle} \quad [-]$$

$$d_i = \text{Rohrinnendurchmesser} \quad [\text{m}]$$

$$k_b = \text{Rauigkeitswert} \quad [1.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}]$$

$$\nu = \text{kinematische Zähigkeit} \quad [1.3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}]$$

Fliessformel nach Strickler

$$v = K_s \cdot J_s^{1/3} \cdot R_h^{2/3}$$

wobei:

$$v = \text{mittlere Fliessgeschwindigkeit} \quad [\text{m/s}]$$

$$K_s = \text{hydraulischer Widerstandsbeiwert} \quad [85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}]$$

$$J_s = \text{Sohlengefälle} \quad [-]$$

$$R_h = \text{hydraulischer Radius (A/U)} \quad [\text{m}]$$

Materialkennwerte

Nebst den geometrischen Grössen, wie Querschnitt und Gefälle, beeinflusst die Wandrauigkeit des Rohres das Durchflussvermögen. Zum Thema Wandrauigkeit sind schon einige Untersuchungen mit verschiedenen Ergebnissen durchgeführt worden. Man unterscheidet zwischen der Materialrauigkeit, Wandrauigkeit und der betrieblichen Rauigkeit.

Materialrauigkeit

Kunststoff, unabhängig ob PP, PE oder PVC-U hat eine Materialrauigkeit von 0.007 mm. Dieser Wert hat aber mit der praktischen Anwendung wenig zu tun.

Wandrauigkeit

Die Wandrauigkeit wirkt im Zusammenspiel mit verschiedenen Faktoren, wie z.B. Strömungsgeschwindigkeit und Strömungsart (laminar, turbulent), oder Temperatur und Viskosität des Mediums (Wasser). Da auch hier wechselnde Verhältnisse in der Praxis vorkommen, kann keine allgemein gültige Aussage gemacht werden. Zudem ist die Wandrauigkeit nur auf das Rohr bezogen.

Betriebliche Rauigkeit

Untersuchungen haben gezeigt, dass der Einfluss der Wandrauigkeit auf den hydraulischen Transport in der Praxis oft eine untergeordnete Rolle spielt. Massgebend sind die Rohrverbindungen, Bögen, Einbauten, Abgänge und zu einem sehr grossen Teil Schächte mit Bögen.

Diese praktischen Einflüsse lassen sich aber schwer in eine rechnerische Grösse fassen.

Somit gibt es je nach Literatur und Untersuchungen eine breite Streuung der Rechenwerte und Empfehlungen.

Für Prandtl-Colebrook

allgemein für Kanalrohre aus Kunststoff mit Schächten: $k_b = 1.0 \text{ mm}$

weitere Werte:

für gerade Leitungen ohne Schächte:	$k_b = 0.5 \text{ mm}$
für Leitungen mit seitlichen Anschlüssen und Schächten:	$k_b = 1.5 \text{ mm}$

Für Strickler

Generell wird für Kanalisationsrohre ein K_s -Wert von $85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ empfohlen

Obwohl Kunststoffrohre optimalste hydraulische Eigenschaften besitzen, wird in der Fachliteratur darauf verzichtet den hydraulischen Widerstandswert (K_s -Wert) für verschiedene Materialien zu definieren.

Teilfüllung

Der Einfluss der Querschnittfläche auf das Abflussvermögen wird durch die Grösse der Fläche und des wandberührten Umfangs bestimmt.

Dadurch ergibt sich die maximale Durchflussleistung nicht bei voller Füllung sondern bei etwa 85% Teilfüllungsgrad.

Um die Zirkulation der Luft in der Leitung zu gewährleisten und keine saugende Wirkung zu erhalten, sollte die Leitung auf Teilfüllung dimensioniert werden. Das heisst, dass die maximale Wassermenge abtransportiert werden kann, ohne dass das Rohr vollläuft.

Kanalisation SIA 190

Die SIA 190 sieht vor, die Leitung auf volle Füllung zu dimensionieren.

Wobei dies nur eine Berechnungsgrösse darstellt. Aus dem Teilfüllungsnomogramm (siehe nächste Seite) ist ersichtlich, dass bei voller Füllung dieselbe Wassermenge wie bei ca. 80% Teilfüllungsgrad abgeleitet werden kann. Beim Ansteigen des Wasserspiegels kann demzufolge die dimensionierte Wassermenge bei Erreichen des Teilfüllungsgrades von 0.8 abgeleitet werden.

Liegenschaftsentwässerung SN 592 000

Im Bereich der Liegenschaftsentwässerung wird ein Teilfüllungsgrad von 0,7 (70%) als Basis für die Berechnung vorgegeben.

Teilfüllungsnomogramm

Aus dem Teilfüllungsnomogramm lässt sich das Verhältnis der Füllhöhe zum Volumen oder zur Geschwindigkeit gegenüber voller Füllung herauslesen.

Für ein Teilfüllungsgrad von 0,7 ergibt sich ein $Q\%$ von 85% (siehe nächste Seite).

Nennweitenbestimmung

Auf volle Füllung dimensioniert, kann direkt mit dem bekannten Abwasservolumen und dem bekannten Gefälle in den Abflussnomogrammen der Produkte die entsprechende Dimension herausgelesen werden.

Bei Teilfüllung (h%) wird zuerst aus dem Teilfüllungsnomogramm der entsprechende Umrechnungsfaktor für das Volumen (Q%) bestimmt.

zum Beispiel bei $h = 0.7$ $Q = 0.85$

Das abzuleitende Volumen entspricht also 85 % der vollen Füllung (Qv).

Die Dimensionierungsgrösse Qv errechnet sich somit mit $Q_v = Q/Q\%$

Bei Teilfüllungsgrad 0.7:
 $Q_v = Q/0.85$

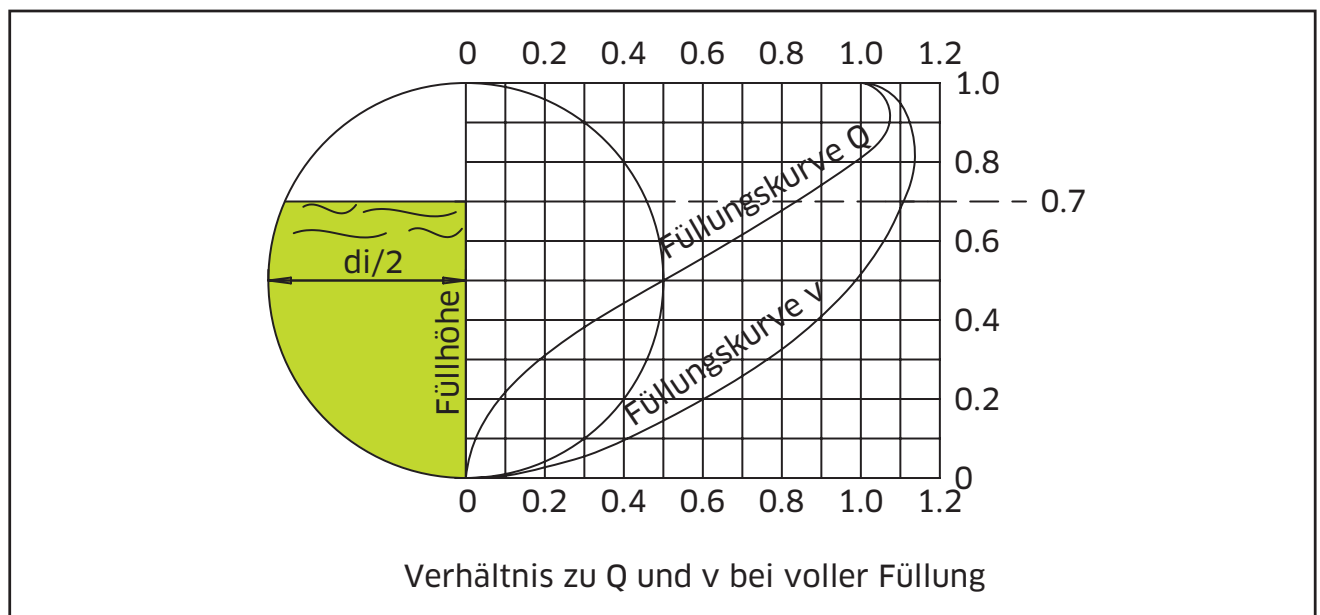
Mit diesem Wert Qv kann nun analog der vollen Füllung im entsprechenden Abflussnomogramm die Dimension bestimmt werden.

Steilleitungen

Die Bildung eines Wasser-Luft-Gemisches verlangt nach einem vergrößerten Innenquerschnitt der Leitungen.

Zur Gewährleistung der Teilfüllung in Steilleitungen sind grössere Rohrdurchmesser zu wählen, die auch Raum für das Gemisch bieten und ein Zuschlagen der Leitung ausschliessen. Das Bemessungsdiagramm erlaubt den Innendurchmesser direkt zu bestimmen. Die Trennlinie A-A veranschaulicht, ab welcher Rohrneigung der Lufteintrag überhaupt einsetzt, vorausgesetzt es fliesst der höchstzulässige Abfluss. Die entsprechenden Längsneigungen liegen je nach Durchmesser bei etwa 7% bis 12%, also im Bereich der steilsten Strassengefälle. Die Bemessung erfolgt mit einer Wandrauigkeit $k_b = 1.0$ mm. Der Lufteintrag ist abhängig von der Fliessgeschwindigkeit und der Fliessentiefe. Der Einfluss der Wandrauigkeit auf diese beiden Grössen ist gegenläufig und kompensiert sich im Anwendungsgebiet der Kanäle.

Zu berücksichtigen gilt bei der Dimensionierung eventuell eine Beschleunigungsstrecke. Zum Beispiel bei einem Ausfluss aus einem Becken in eine Steilleitung wird die errechnete Geschwindigkeit erst später erreicht, das heisst, dass für dasselbe Abflussvolumen im Beschleunigungsbereich eine grössere Dimension erforderlich ist. Es empfiehlt sich daher am Anfang einer Steilleitung den Kanal entsprechend aufzuweiten. Das Bemessungsdiagramm bezieht sich auf den Innendurchmesser.



Teilfüllungsnomogramm

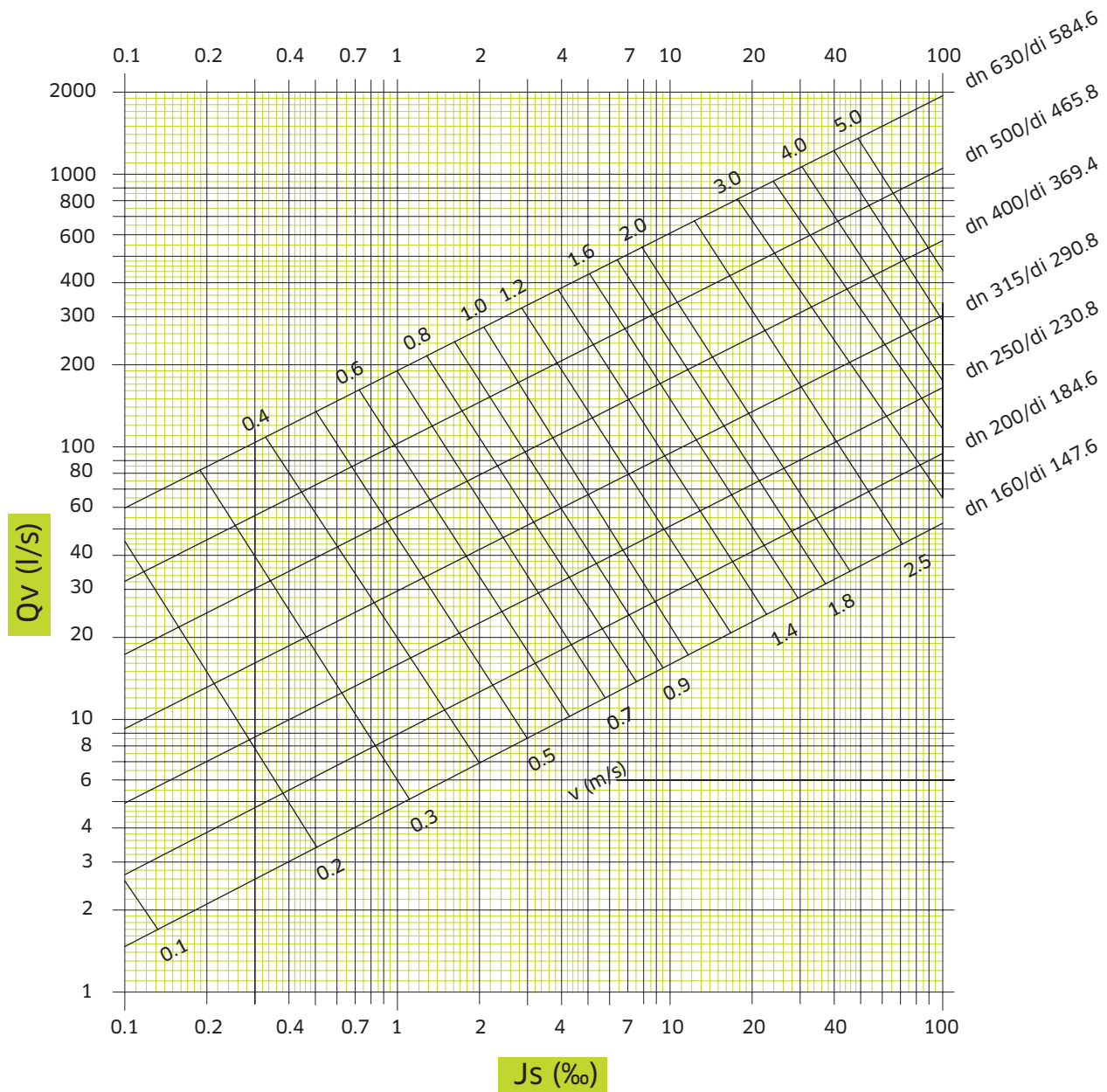
Nomogramme

JANSEN ottimo TF Kanalrohr aus PP-QD SN 16

Basis: Fließformel nach Prandtl-Colebrook

Betriebliche Wandrauigkeit $k_b = 1.0 \text{ mm}$

JANSEN ottimo TF

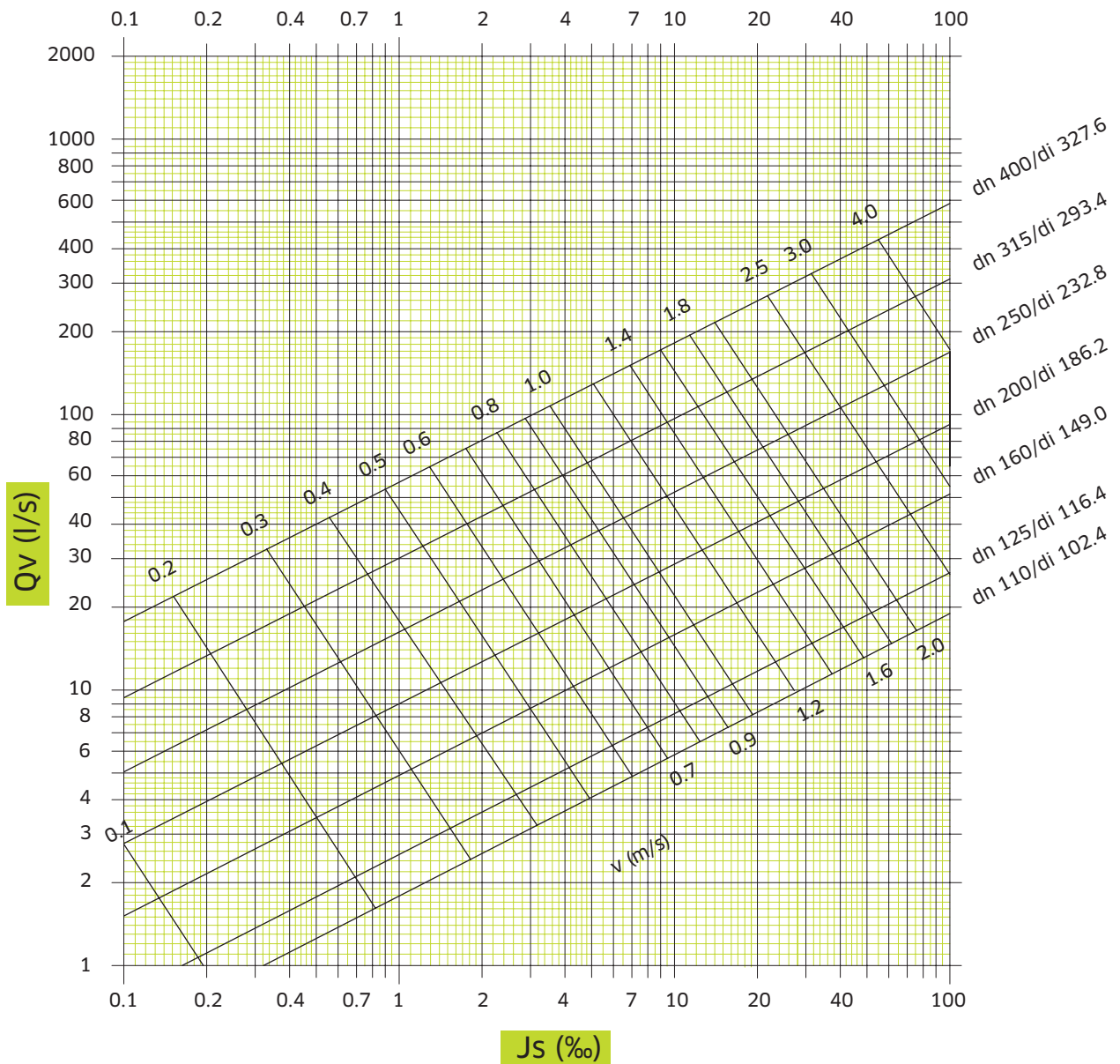


JANSEN nuovo Kanalrohr aus PP-HM SN 8

Basis: Fließformel nach Prandtl-Colebrook

Betriebliche Wandraugigkeit $k_b = 1.0 \text{ mm}$

JANSEN nuovo

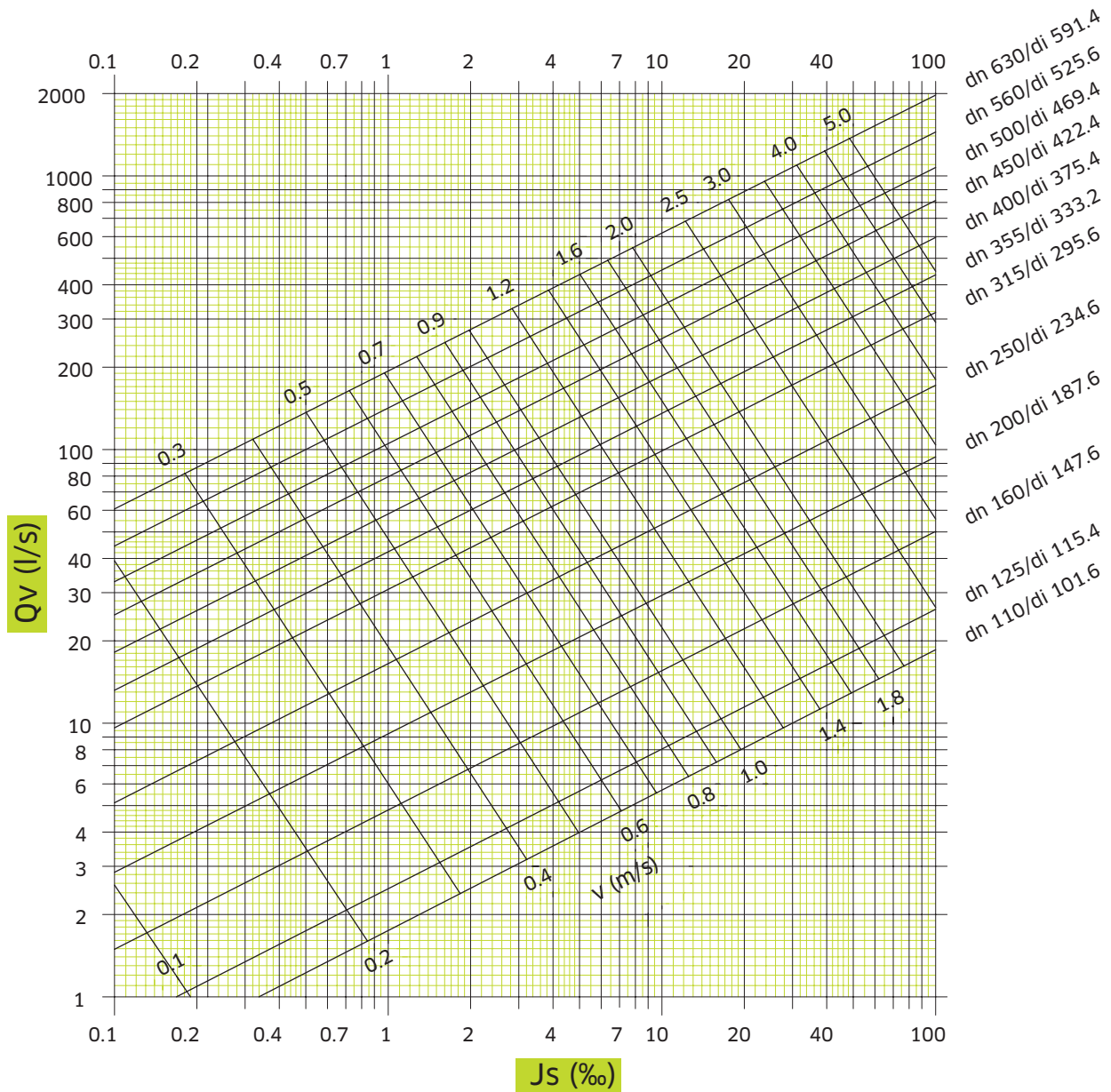


JANSEN bianco Kanalrohr aus PEHDd_n 110–160 mm Serie 12,5 SN 4d_n 200–630 mm Serie 16 SN 2

Basis: Fließformel nach Prandtl-Colebrook

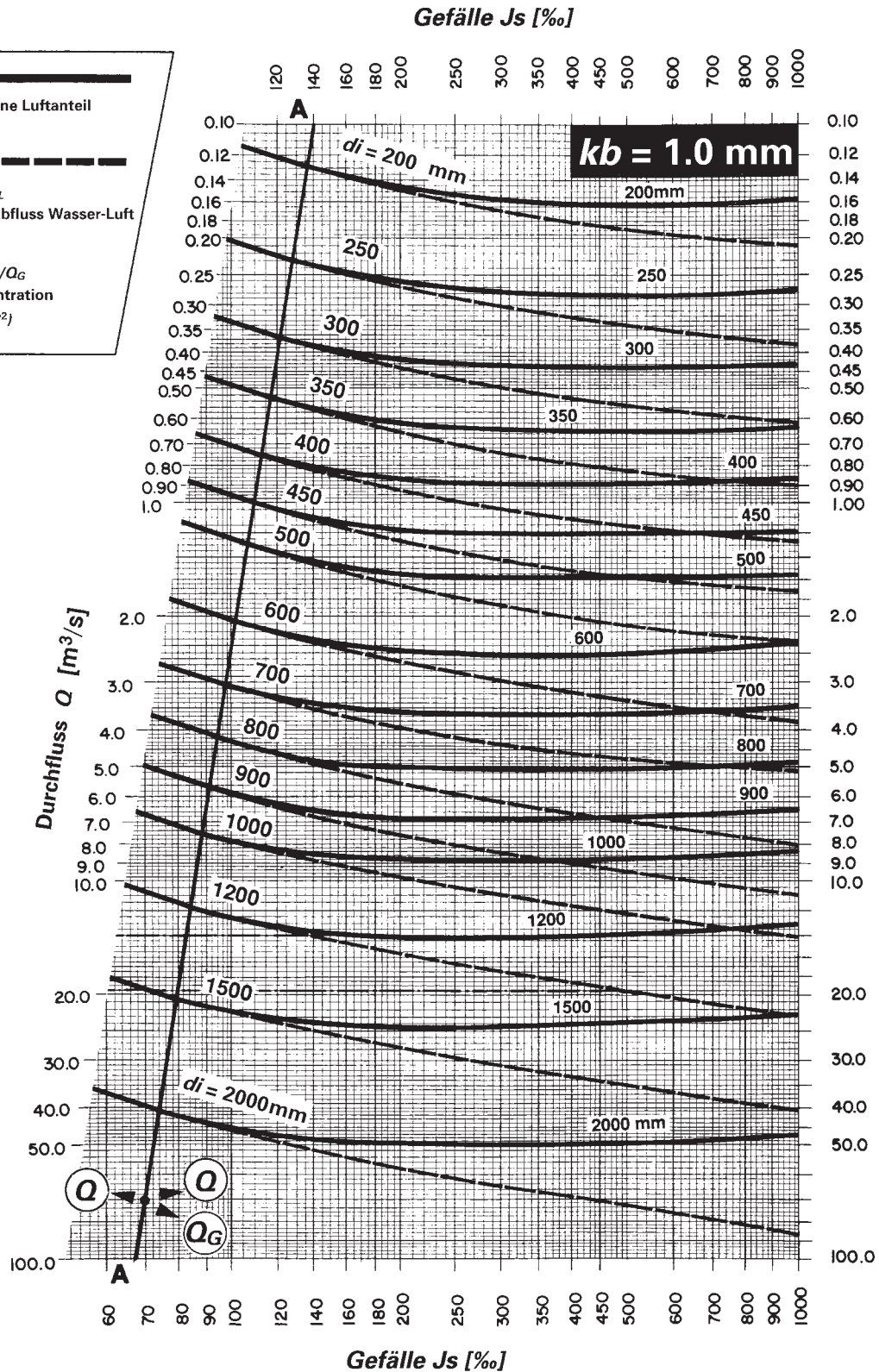
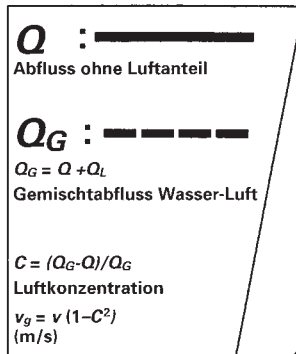
Betriebliche Wandraugigkeit $k_b = 1.0 \text{ mm}$

JANSEN bianco



Nomogramm Steilleitung

Basis: Fließformel nach Prandtl-Colebrook

 Betriebliche Wandrauigkeit $k_b = 1.0 \text{ mm}$


Hydraulik-Beispiele

Beispiel 1: mit Nomogramm

Nennweitenbestimmung für eine Kanalisation

Gegeben: Abflussmenge $Q = 130 \text{ l/s}$
Gefälle $J_s = 3.2\%$

Gesucht: Dimension JANSEN ottimo TF aus PP-QD

Für Kanalisationen wird direkt auf volle Füllung dimensioniert

Somit können die Werte direkt aus dem Nomogramm für JANSEN ottimo TF heraus gelesen werden.

Mit $Q = 130 \text{ l/s}$ und $J_s = 3.2\%$ ergibt sich die erforderliche Dimension von d_n 315 mm.

Beispiel 2: rechnerisch

Gegeben: JANSEN ottimo TF aus PP-QD
 d_n 315 mm; d_i 290.8 mm
 $J_s = 3.5\%$

Gesucht: Abfluss Q

Nach Prandtl-Colebrook, rechnerisch

$$Q = v \cdot A$$

$$A = \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0.2912 \cdot \pi}{4} = 0.067 \text{ m}^2$$

$$|v| = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R_h \cdot J_s} \cdot \log \left(\frac{k_b}{3.71 \cdot 4 \cdot R_h} + \frac{2.51 \cdot v}{4 \cdot R_h \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R_h \cdot J_s}} \right)$$

wobei:

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$R_h = \frac{d_i}{4} = 0.073 \text{ m (volle Füllung)}$$

$$J_s = 0.035$$

$$k_b = 0.001 \text{ m}$$

$$\psi = 1.3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$|v| = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot 9.81 \cdot 0.073 \cdot 0.035} \cdot \log \left(\frac{0.001}{3.71 \cdot 4 \cdot 0.073} + \frac{2.51 \cdot 1.3 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 0.073 \cdot \sqrt{8 \cdot 9.81 \cdot 0.073 \cdot 0.035}} \right)$$

$$|v| = 2 \cdot 0.4490 \cdot \log (918.0 \cdot 10^{-6} + 24.75 \cdot 10^{-6})$$

$$|v| = 0.898 \cdot (-3.025) \rightarrow v = 2.70 \text{ m/s}$$

$$Q = v \cdot A = 2.70 \cdot 0.067 = 0.179 \text{ m}^3/\text{s} = 179 \text{ l/s}$$

Gemäss SIA 190 entspricht Q_{voll} einem Teilfüllungsgrad von 80%.

Beispiel 3: Liegenschaft

Nennweitenbestimmung für eine Liegenschaftsentwässerung

Gegeben: Abflussmenge $Q = 15 \text{ l/s}$
Gefälle $J_s = 1.4\%$

Gesucht: Dimension JANSEN nuovo aus PP-HM

Für die Liegenschaftsentwässerung wird auf ein Teilfüllungsgrad von 0.7 dimensioniert:

Aus dem Teilfüllungsnomogramm wird bei $h = 0.7$ der Wert $Q\% = 0.85$ herausgelesen.

Für die Rohrdimensionierung erforderliches Q_v errechnet sich wie folgt: $Q_v = Q / Q\% = 15 / 0.85 = 17.6 \text{ l/s}$

Aus dem Nomogramm für JANSEN nuovo kann die erforderliche Dimension heraus gelesen werden.

Mit $Q = 17.6 \text{ l/s}$ und $J_s = 1.4\%$ ergibt sich die erforderliche Dimension von d_n 160 mm.

Beispiel 4: Steilleitung

Nennweitenbestimmung für Steilleitung

Gegeben: Abflussmenge $Q = 470 \text{ l/s}$
Gefälle $J_s = 45\%$

Gesucht: Dimension JANSEN bianco aus PEHD bei einem Teilfüllungsgrad von 0.6

Aus dem Teilfüllungsnomogramm wird bei $h = 0.6$ der Wert $Q\% = 0.68$ herausgelesen.

Für die Rohrdimensionierung erforderliches Q_v errechnet sich wie folgt: $Q_v = Q / Q\% = 470 / 0.68 = 691 \text{ l/s} = 0.7 \text{ m}^3$

Einstieg in das Nomogramm Steilleitung

Aus dem Steilleitungsdiagramm ist bei J_s 450‰ folgendes herauszulesen:

- Beim Innendurchmesser 350 ist ein Abfluss ohne Luftanteil von ca. 0.66 m^3 möglich (ergibt ein totales Gemischvolumen von $Q_G = 0.82 \text{ m}^3$).
- Beim Innendurchmesser 400 ist ein Abfluss ohne Luftanteil von ca. 0.90 m^3 möglich (ergibt ein totales Gemischvolumen von $Q_G = 1.15 \text{ m}^3$).

Das Nomogramm bezieht sich auf den Innendurchmesser.

JANSEN bianco d_n 400 mm hat ein d_i von 375.4 mm. Aus der Interpolation der oberen Werte kann abgeschätzt werden, dass dadurch ca. $0.70 \text{ m}^3/\text{s}$ ohne Luftanteil abgeleitet werden kann. Somit ist $Q > Q_v$ erfüllt: $0.80 > 0.70 \text{ m}^3/\text{s}$

Je nachdem, wie vorsichtig der Teilfüllungsgrad gewählt wurde, empfiehlt sich eventuell zusätzliche Reserven zu berücksichtigen.

Gewählte Dimension JANSEN bianco d_n 400 mm.

Randbedingungen aus Normen

In der SN 592 000 Liegenschaftsentwässerung (Ausgabe 2012) und SIA Norm 190 (Ausgabe 2000) sind einige Randbedingungen definiert, die bei hydraulischen Berechnungen berücksichtigt werden müssen.

Minimale Nennweiten

Grundstückentwässerung

Gemäss SN 592 000 dürfen folgende minimalen Nennweiten nicht unterschritten werden:

Grundleitung:

DN 100 mindestens jedoch DN der angeschlossenen Fallleitung entspricht d_n 110 mm für Kunststoffrohre

Grundstückanschlussleitung:

DN 125 für Einfamilienhaus entspricht d_n 125 mm für Kunststoffrohre

DN 150 für Mehrfamilienhäuser entspricht d_n 160 mm für Kunststoffrohre

Minimale Nennweiten Kanalisation

Gemäss SIA 190 Ausgabe 2000 betragen die Mindestollweiten der Rohre in Baugebieten 250 mm

Gefälle Grundstückentwässerung

In der SN 592 000 werden für die Liegenschaftsentwässerung folgende Minimal- und Maximalgefälle vorgegeben:

Art der Leitung	Gefälle in %		
	min.	ideal	max.
Schmutzwasserleitungen bis DN 200 (Grund- und Grundstückanschlussleitungen)	2	3	5
Schmutzwasserleitungen über DN 200 (Grund- und Grundstückanschlussleitungen)	1.5	3	5
Regenwasserleitung	1	3	5
Sickerleitungen	0.5	0.5	1

Nennweite	Mindestinnendurchmesser gemäss Norm	JANSEN ottimo TF PP-QD		JANSEN nuovo PP-HM		JANSEN bianco PEHD			
		d_n	d_i	d_n	d_i	d_n	d_i	d_n	d_i
						S 12.5		S 16	
DN	ID min [mm]	d_n	d_i	d_n	d_i	d_n	d_i	d_n	d_i
100	96			110	102.4	110	101.6		
125	113			125	116.4	125	115.4		
150	146	160	147.6	160	149.0	160	147.6		
200	184	200	184.6	200	186.2	200	184.6	200	187.6
250	230	250	230.8	250	232.8	250	230.8	250	234.6
300	290	315	290.8	315	293.4	315	290.8	315	295.6

Gefälle Kanalisation

In der SIA Norm 190 wird kein Minimalgefälle definiert, dafür die minimale Fliessgeschwindigkeit.

Minimale Fliessgeschwindigkeiten

In der SIA 190 finden sich Minimalanforderungen an die Kanalisation.

Um Ablagerungen zu verhindern sind folgende minimale Fliessgeschwindigkeiten erforderlich:

di < 400 mm	vmin = 0.6 m /s
di 400-1000 mm	vmin = 0.8 m /s
di > 1000 mm	vmin = 1.0 m /s

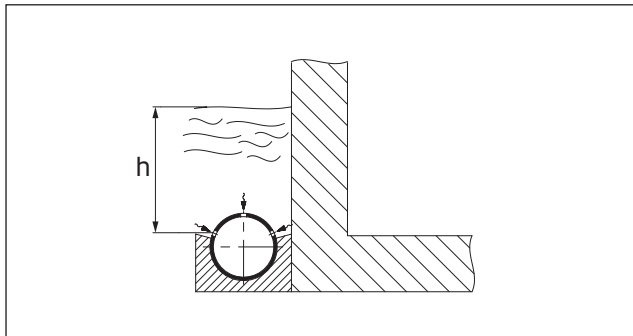
Zulässige Abflussbelastung ($Q_{\max}$) für Abwasserleitungen ausserhalb des Gebäudes

Gerechnet gemäss SN 592 000 nach Prandtl-Colebrook mit einem Betriebsrauigkeit $k_b = 1$ mm und einem Füllungsgrad h/ID von 0.7.

Zulässige Abflussbelastung $Q_{\max}$ (l/s)									Nennweite d_n
Gefälle (Minimalgefälle berücksichtigen)									
1%	1.5%	2%	2.5%	3%	3.5%	4%	4.5%	5%	
4.2	5.1	5.9	6.7	7.3	7.9	8.4	8.9	9.4	110
6.8	8.3	9.6	10.8	11.8	12.8	13.7	14.5	15.3	125
12.8	15.7	18.2	20.3	22.3	24.1	25.8	27.3	28.8	160
23.7	29.1	33.6	37.6	41.2	44.5	47.6	50.5	53.3	200
44.9	55.0	63.6	71.1	77.9	84.2	90.0	95.5	100.7	250
80.6	98.8	114.2	127.7	140.0	151.2	161.7	171.5	180.8	315

Schluckvermögen von Sickerleitungen

Das Schluckvermögen von Sickerrohren ist abhängig von der Wassereintrittsfläche und der mittleren Wasserstandshöhe. Die Zuflussgeschwindigkeit des Grundwassers wird vernachlässigt. Berücksichtigt wird ein Eintrittsverlust in die Sickerlöcher. Diese Berechnung ist eine grobe Abschätzung. Einflüsse der Sickerpackung oder Erdmaterialien können nicht berücksichtigt werden. Zudem ist zu beachten, ob der Querschnitt der Sickerleitung die zulaufenden Wassermengen ableiten kann.



Maximale Wassermenge die durch die Löcher in die Rohre eindringen kann:

$$Q_{zu} = \alpha \cdot A_s \sqrt{2g \cdot h}$$

α = Ein- oder Austrittsverlustfaktor $\sim 0,5$ [-]
Tief gewählt, damit weitere Verluste (z.B. Leitungsverluste) auch berücksichtigt sind.

Q_{zu} = Zulaufvolumen pro Laufmeter [l/s]

A_s = Wassereintrittsfläche pro Laufmeter gem. Tabelle [dm²/m']

g = Erdbeschleunigung $\sim 9,8 \text{ m/s}^2 = \sim 100$ [dm/s²]

h = Höhendifferenz zwischen Einstauhöhe und Mitte Einlauf/Auslauf [dm]

Lochung von Sickerrohren:

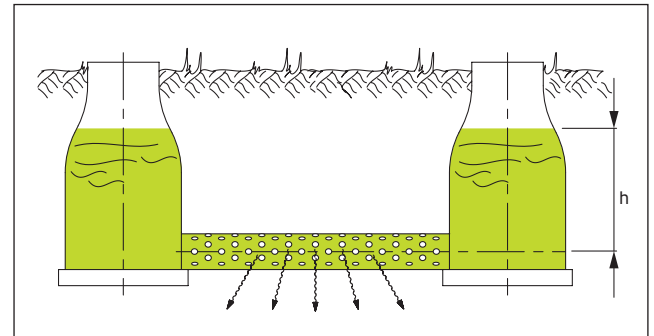
Nennweite	Anzahl Lochreihen	Anzahl Löcher	Lochdurchmesser	Wassereintrittsfläche A_s
d_n		pro m	mm	dm ² /m
110	3	15	12	0.17
125	3	15	12	0.17
160	4	20	12	0.23
200	5	25	12	0.28
250	5	25	12	0.28
315	6	30	12	0.34
355	6	30	12	0.34
400	6	30	12	0.34

Versickerungsvolumen bei Versickerungsrohren

Die Berechnung der maximalen Wassermenge, die durch die Löcher in den Rohren austreten kann, erfolgt analog der Kontrolle statischer Berechnung (S. 72).

Wobei es zu berücksichtigen gilt, dass das Schluckvermögen des Bodens und die Zulaufkapazität der Leitung begrenzt sind.

Lochung der Versickerungsrohre:



Nennweite	Anzahl Löcher	Lochdurchmesser	Wasseraustrittsfläche A
d_n	pro m	mm	dm ² /m
160	213	12	2.4
200	213	12	2.4
250	213	12	2.4
315	425	12	4.8
355	425	12	4.8
400	425	12	4.8

Geschlitzte Drainagerohre

Bei stark beanspruchten Drainagen, besonders bei Versinterungen im Tunnelbau, aber auch bei Drainagen mit starker Verschammung ist die Reinigung der glatten Innenseite und der Schlitzung ein wichtiger Faktor für eine gut funktionierende Drainagewirkung. Verschiedene Verfahren, die hohe Anforderungen an das Rohr stellen, führen hier zum Ziel.

Qualitätsvorschriften

Unsere Drainagerohre erfüllen die Ausführungs- und Qualitätsvorschriften für Tunnel- und Fahrbahmentwässerung der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB).

Optimierte Wassereintrittsfläche

Mit verschiedenen Laborprüfungen haben wir die optimale Form und Anordnung der Wassereintrittsfläche ermittelt. Mittels FEM-Berechnung wurde der Nachweis erbracht, dass sich die maximalen Spannungen am Rohrscheitel befinden. Die Ringsteifigkeit gemäss EN ISO 9969 wird trotz Schlitzung eingehalten.

Langzeitverhalten

Durch den Einsatz von erstklassigen Materialien und der optimalen Auslegung der Perforation ist eine lange Lebensdauer gemäss SBB-Vorschrift sichergestellt.

Hochdruckspülverfahren

Hier wird Spülwasser mittels einer Hochdruckpumpe aus einem Wassertank durch einen Schlauch gepumpt, an dessen Ende eine Reinigungsdüse installiert ist. In der Reinigungsdüse (rotierend oder statisch) befinden sich Bohrungen mit Düseneinsätzen, welche die mit hoher Geschwindigkeit austretenden Wasserstrahlen bündeln und auf die Rohrwandung mit ≥ 200 bar richten.

Dabei entsteht eine Reaktionskraft in der Reinigungsdüse, die diese und den Schlauch in der ersten Phase gegen die Fliessrichtung vom Startschacht zum Zielschacht befördert. Nach Ankunft der Reinigungsdüse im Zielschacht wird diese in der zweiten Phase am Spülschlauch langsam in Fliessrichtung zurückgezogen. Die austretenden Wasserstrahlen erhöhen die Fliessgeschwindigkeit des Abwassers, lösen die Ablagerungen, wirbeln sie auf und transportieren sie als Suspension zum Startschacht, wo sie mit einem Schlauch abgesaugt werden. Kettenschleuderverfahren.

Das Kettenschleuderverfahren ist ein Verfahren zur Reinigung von Rohrleitungen mit einem rotierenden Schleuderwerkzeuge, der sogenannten Kettenschleuder. Dabei werden Ablagerungen abgeschlagen oder abgeschliffen und entgegen der Vortriebsrichtung ausgespült. Der gleichmässige Vorschub des Kettenschleudergerätes wird durch eine Winde ermöglicht.

Drainagerohr JANSEN ottimo TF SN 16 aus PP-QD

Dimension d _n mm	Wandstärke e _n mm	Innendurchmesser d _i mm	Baulänge m	Wassereintrittsfläche cm ² /m
160	6.2	147.6	6	163
200	7.7	184.6	6	163
250	9.6	230.8	6	163
315	12.1	290.8	6	163
400	15.3	369.4	6	163

Drainagerohr JANSEN nuovo SN 8 aus PP-HM, Serie 14 / SDR 29

Dimension d _n mm	Wandstärke e _n mm	Innendurchmesser d _i mm	Baulänge m	Wassereintrittsfläche cm ² /m
110	3.8	102.4	6	163
125	4.3	116.4	6	163
160	5.5	149.0	6	163
200	6.9	186.2	6	163
250	8.6	232.8	6	163
315	10.8	293.4	6	163
400	13.7	372.6	6	163

Drainagerohr JANSEN bianco SN 2 / SN 4 aus PEHD

Dimension d _n mm	Wandstärke e _n mm		Innendurchmesser d _i mm		Baulänge m	Wassereintrittsfläche cm ² /m
	SN 2	SN 4	SN 2	SN 4		
110	4.2		101.6		6	163
125	4.8		115.4		6	163
160	6.2		147.6		6	163
200	6.2	7.7	187.6	184.6	6	163
250	7.7	9.6	234.6	230.8	6	163
315	9.7	12.1	295.6	290.8	6	163
355	10.9	13.6	333.2	327.8	6	163
400	12.3	15.3	375.4	369.4	6	163

**JANSEN Druckrohre aus PE 100 RC,
in Stangen à 10 m, glattendig**

Ringsteifigkeit kN/m ²	Serie SDR	Dimensionen d _n mm
25	8 / 17	110 - 400
90	5 / 11	110 - 400
300	3.2 / 7.4	110 - 400

Weitere Bearbeitungsvarianten sowie statische Nachweise auf Anfrage.

Jansen AG

Plastic Solutions
Industriestrasse 34
9463 Oberriet
Schweiz
jansen.com

JANSEN