

Das Unternehmen - Jansen AG

Die Jansen AG ist ein unabhängiges Familienunternehmen mit Sitz in Oberriet, im St.Galler Rheintal.

Bereits 1955 stellte die Jansen AG als einer der ersten Schweizer Betriebe Kunststoffrohre her. Im Extrusionsverfahren werden Rohre und Profile aus thermoplastischen Kunststoffen produziert.

Das breitgefächerte Jansen-Fabrikationsprogramm wird vorwiegend im Hoch- und Tiefbau eingesetzt: Anspruchsvolle Versorgung (Wasser, Gas, Strom, Telekommunikation), vielseitige Haustechnik (Sanitär, Heizung, Klima), saubere Entwässerung (Kanalisation, Sickerleitung) sowie optimale Lösungen für die Industrie (Kundenprofile und -rohre). Neben zuverlässigen und langlebigen Produkten stehen Ihnen bei Jansen auf allen Stufen Fachleute mit hervorragender Fachkompetenz zur Verfügung.

Seit 1992 sind wir im Besitz des Qualitätszertifikates EN/ISO 9001 der SQS. Das bestehende System wurde im Jahre 2001 zu einem integrierten Managementsystem ausgebaut. Die prozessorientierte Qualitätssicherung beinhaltet auch Aspekte wie Arbeitssicherheit und Umweltschutz. Das integrierte Managementsystem IMS bietet Gewähr für eine nachhaltige und optimale Produkte- und Dienstleistungsqualität.

Die Zertifikate ISO 9001 und ISO/TS 16949 stehen als Massstab für die Güte der Produkte und das Beherrschen der Prozesse in der Produktion, im Verkauf und in der Administration. Der Umweltschutz wird nach ISO 14001 und die Prozesssicherheit für die Mitarbeiter nach den gültigen gesetzlichen Grundlagen gewährleistet.



Der Werkstoff - Kunststoff

Lange galt Kunststoff als billiges Wegwerfprodukt. Doch das Ansehen von Kunststoff hat sich in vielen Bereichen stark geändert. Der synthetische Werkstoff gewinnt stetig an Bedeutung. Dank permanenter Forschung und Weiterentwicklung ist Kunststoff heute überall, in unterschiedlichsten Funktionen und Formen präsent. Vor allem in sicherheitsrelevanten Gebieten, beispielsweise in der Medizinal-, der Automobil- oder der Raumfahrttechnik, wird nicht mehr auf die Vielfältigkeit, Zuverlässigkeit und Hochwertigkeit von Kunststoff verzichtet.

Traditionelle Werkstoffe werden durch optimale Kunststoffe mit hervorragenden, massgeschneiderten Materialeigenschaften ersetzt. Kein anderer Werkstoff ist so umfassend normiert, erforscht und anwendungssicher wie Kunststoff.

Die Produkte - Entwässerung

Eine einwandfrei funktionierende Abwasserentsorgung ist aktiver Umweltschutz. Das Wegleiten und korrekte Entsorgen von Schmutzwasser gilt als generelles gesellschaftliches Anliegen.

Dank dem unübertroffenen Preis/Leistungs-Verhältnis eignet sich Kunststoff ideal für den Einsatz im Entsorgungsbereich. Bei Entwässerungssystemen steht die gesamte Werterhaltung im Zentrum. Gleichbleibende Qualität muss über die ganze Nutzungsdauer garantiert werden – Kunststoff vereint die bestmöglichen Materialeigenschaften.

Die Jansen AG produziert Entwässerungsröhre ausschliesslich für den Schweizer Markt. Unsere Produkte und Dienstleistungen richten wir nach den Bedürfnissen dieses Marktes aus. Dank unserem Fachwissen und der direkten Marktnähe pflegen wir den Kontakt mit Planern und Behörden und engagieren uns aktiv in verschiedenen Gremien und Arbeitsgruppen.

Falls Sie weitere Fragen zu unserer Firma und zu unseren Produkten haben wenden Sie sich an unsere Mitarbeiter im Innen- und Aussendienst, oder informieren Sie sich unter: **www.jansen.com**

0 Verständigung

0.1 Abkürzungen

0.1.1	Lateinische Buchstaben	5
0.1.2	Griechische Buchstaben	

0.2 Einheiten

0.2.1	Volumen-Umrechnung	9
0.2.2	Druckeinheiten-Umrechnung	9

0.3 Eigenschaften von Jansen-Kunststoffrohren

0.3.1	Aufbau	10
0.3.2	Mechanische Eigenschaften	10
0.3.3	Thermische Eigenschaften	11
0.3.4	Elektrische Eigenschaften	11

1 Allgemeines

1.1 Werkstoffe

1.1.1	Polypropylen PP	13
1.1.2	Polypropylen PP-QD	13
1.1.3	Polyethylen PE	13
1.1.4	Polyvinylchlorid PVC	13
1.1.5	Molekularer Aufbau	13

1.2 Anwendung

		14
--	--	----

1.3 Masse / Baulängen

1.3.1	Polypropylen PP	15
1.3.2	Polyethylen PE	15
1.3.3	Polyvinylchlorid PVC-U	15

1.4 Anwendung

1.4.1	Verfügbarkeit	16
1.4.2	Auswahlkriterien	16

1.5 Kennzeichnung

		17
--	--	----

1.6 Normierung

1.6.1	Normen für die Planung und Ausführung	18
1.6.2	Produktenormen	18

1.7 Richtlinien

		18
--	--	----

1.8 Zulassungen

		18
--	--	----

1.9 Lebensdauer

		19
--	--	----

1.10 Wirtschaftlichkeit

		19
--	--	----

1.11 Beständigkeit

1.11.1	Witterungsbeständigkeit	19
1.11.2	Temperaturbeständigkeit	19
1.11.3	Korrosionsbeständigkeit	20
1.11.4	Chemische Beständigkeit	20
1.11.5	Mechanische Beständigkeit	20

1.12 Ökologie

		20
--	--	----

1.13 Brandverhalten

		20
--	--	----

2 Einteilung von Entwässerungsrohren

2.1 Einteilung nach Rohrserien S

		21
--	--	----

2.2 Einteilung nach SDR

		21
--	--	----

2.3 Einteilung nach Ringsteifigkeit SN

		21
--	--	----

2.4 Normierte Ringsteifigkeiten

		21
--	--	----

2.5 Verhältnis Ringsteifigkeit SN und Rohrserie S

		22
--	--	----

2.6 Anwendungsbereich in der Grundstücksentwässerung

		22
--	--	----

2.7 Devisierung von Entwässerungsleitungen

2.7.1	Abkürzungen und Definitionen	23
2.7.2	Definition der Rohrtypen mit strukturiertem Wandaufbau	23
2.7.3	Einteilung	24
2.7.4	Dienstleistung	24
2.7.5	Auszug aus NPK 237 D/02	25

2.8 Zulässige Druckbelastungen für Entwässerungsrohre

2.8.1	Innerer Überdruck	28
2.8.2	Innerer Unterdruck; äusserer Überdruck	28
2.8.3	Betonierdruck	29

3 Verbindungstechnik

3.1 Steckmuffe

3.1.1	Montage der Steckmuffenverbindung	31
-------	-----------------------------------	----

3.2 Verschweissungen

3.2.1	Anwendung	32
3.2.2	Heizelement-Stumpfschweissung	32
3.2.3	Heizwendel-Schweissung	32

3.3 Flanschverbindung

3.3.1	Anwendung	34
3.3.2	Montage	34

3.4 Rohrkupplung

3.4.1	Anwendung	34
3.4.2	Montage	34

3.5 Übergänge auf andere Rohrmaterialien

3.5.1	Übergang von Kunststoff- auf Beton- oder Zementrohre	35
3.5.2	Übergang auf Steinzeugrohre	36
3.5.3	Übergang auf metallische Rohre	36

4 Verlegetechnik

4.1 Normen/Richtlinien

37

4.2 Begriffe

37

4.3 Transport und Lagerung

37

4.4 Verlegeprofile

4.4.1	Überdeckungshöhe H	38
4.4.2	Grabenbreite SB	38
4.4.3	Anforderungen an die Rohrumhüllung	39
4.4.4	Bettungsschicht HU	39
4.4.5	Verdämmung VD	40
4.4.6	Abdeckung HA	40
4.4.7	Schutzschicht HO	40
4.4.8	Verfüllung	40

4.5 Richtungsänderungen

4.5.1	Schächte	41
4.5.2	Formstücke	41
4.5.3	Biegeradien	41

4.6 Gefälle

4.6.1	Normanforderungen	41
4.6.2	Steilleitungen	41

4.7 Schachtanschlüsse

4.7.1	An NBR-Schächte	42
4.7.2	An Romold-Systemschächte	42

4.8 Anschlüsse an bestehende Leitungen

4.8.1	Einbau Abzweiger	43
4.8.2	Einbau Sattel verschraubt	43
4.8.3	Einbau Sattel verschweisst	44
4.8.4	Einbau Klebeschelle PVC-U	44

4.9 Abdichten bei Mauerdurchführung

45

4.10 Freiverlegte Leitungen

4.10.1	Einfluss der Temperatur	45
4.10.2	Montage mit Biegeschenkel	46
4.10.3	Rohrschellenabstände	48
4.10.4	Tragschalen	49
4.10.5	Starre Montage	49
4.10.6	Fixpunkte	49

4.11 Dichtheitsprüfungen

50

5 Rohrstatik

5.1 Allgemeines

5.1.1	Einleitung	51
5.1.2	Statisches Verhalten	51

5.2 Grundlagen

5.2.1	Rohrkennwerte	52
5.2.1.1	Einfluss Ringsteifigkeit	52
5.2.1.2	Rechenwerte	52
5.2.2	Verlegeprofil	52
5.2.2.1	Einfluss Grabenform	52
5.2.3	Bodenkennwerte	53
5.2.3.1	Bodenklassifikation	53
5.2.3.2	Raumgewicht Auffüllmaterial	53
5.2.3.3	Horizontaler Verformungsmodul E_B	53
5.2.3.4	Einfluss des gewachsenen Bodens	54
5.2.3.5	Ziehen von Spriessungen	54
5.2.4	Belastungen	54
5.2.4.1	Erdlasten	54
5.2.4.2	Verkehrslasten	55
5.2.4.3	Auflasten	58
5.2.4.4	Hydrostatischer Aussendruck	58
5.2.4.5	Weitere Lasten	58

5.3 Statische Berechnung

5.3.1	Die Systemfestigkeit	59
5.3.2	Verformungsmodule	59
5.3.3	Nachweise	59
5.3.4	Tragsicherheit	60
5.3.5	Gebrauchstauglichkeit	60

5.4 Biegeweiche Rohre

5.4.1	Tragsicherheitsnachweis	61
5.4.1.1	Beulnachweis ohne Grundwasser	61
5.4.1.2	Beulnachweis unter Berücksichtigung des Wassers	61
5.4.2	Gebrauchstauglichkeit	62
5.4.2.1	Spannungsnachweis	62
5.4.2.2	Deformationsnachweis	62

5.5 Biegesteife Rohre

5.5.1	Tragsicherheit	63
5.5.2	Gebrauchstauglichkeit	64
5.5.3	Betoneigenschaften	64

5.6 Kontrolle statische Berechnung

5.7 Beispiele

5.7.1	Biegeweiche Rohre	65
5.7.2	Biegesteife Rohre (einbetoniert)	67

6 Hydraulik

6.1 Anfallende Abwassermenge

6.1.1	Schmutzwasserabfluss	
	Liegenschaftsentwässerung	69
6.1.2	Regenwasseranfall	70
	Liegenschaftsentwässerung	
6.1.3	Schmutzwasserabfluss	70
	Siedlungsentwässerung	
6.1.4	Regenwasseranfall Siedlungsentwässerung	71
6.1.4.1	Listenrechnung nach Imhoff	71
6.1.4.2	Regenintensitätskurven	71
6.1.4.3	Anlaufzeit	72
6.1.4.4	Abflussbeiwerte	72

6.2 Querschnitt-Dimensionierung

6.2.1	FlieSSformeln	73
6.2.1.1	FlieSSformel nach Prandtl-Colebrook	73
6.2.1.2	FlieSSformel nach Strickler	73
6.2.2	Materialkennwerte	74
6.2.3	Teilfüllung	74
6.2.4	Nennweitenbestimmung	75
6.2.5	Steilleitungen	75

6.3 Nomogramme

6.3.1	JANolen ottimo Kanalrohr aus PP-QD	76
6.3.2	JANolen nuovo Kanalrohr aus PP	77
6.3.3	JANolen bianco Kanalrohr aus PE	78
6.3.4	JANOdur triplo Kanalrohr aus PVC-U	79
6.3.5	Nomogramm Steilleitungen	80

6.4 Hydraulik-Beispiele

6.4.1	Beispiel 1 mit Nomogramm	81
6.4.2	Beispiel 2 rechnerisch	81
6.4.3	Beispiel 3 Liegenschaft	82
6.4.4	Beispiel 4 Steilleitung	82

6.5 Randbedingungen aus Normen

6.5.1	Minimale Nennweiten	83
	Grundstückentwässerung	
6.5.2	Minimale Nennweiten Kanalisation	83
6.5.3	Gefälle Grundstückentwässerung	83
6.5.4	Gefälle Kanalisation	84
6.5.5	Minimale FlieSSgeschwindigkeiten	84
6.5.6	Zulässige Abflussbelastung (Q_{max}) für Abwasserleitungen ausserhalb des Gebäudes	84

6.6 Schluckvermögen von Sickerleitungen

6.7 Versickerungsvolumen bei Versickerungsrohren

0.1 Abkürzungen

0.1.1 Lateinische Buchstaben

		Einheit
A	Querschnittfläche	mm ² ; m ²
A ₁	Beiwert für Auflasten	–
A ₂	Spannungsbeiwert Dammbedingung	–
ATV	Abwassertechnische Vereinigung (D)	
α, α'	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	nom. Durchmesser, aussen kalibriert	mm
DN/ID	nom. 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
di	Rohrinnendurchmesser	mm
E _B	Verformungsmodul des Bodens	N/mm ²
EN	Europäische Norm	
ENV	Europäische Vornorm	
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (weiches Dichtungsmaterial)	

		Einheit
E _{R, lang}	Kriechmodul des Rohrmaterials (Langzeit-Elastizitätsmodul)	N/mm ²
E _{R, kurz}	Verformungsmodul des Rohrmaterials (Kurzzeit-Elastizitätsmodul)	N/mm ²
e _n	nomielle 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	Eigenlasten	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	Heizelementschweissmuffe gemäss Definition in NPK 237/D02	
HSS	Heizelementstumpfschweissung gemäss Definition in NPK 237/D02	
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	–

0 VERSTÄNDIGUNG

		Einheit
KGEZ	Übergangsstück aus PVC-U (zum Ausmörteln)	
KGKZ	Übergangsstück aus PVC-U (mit verjüngendem Spitzende)	
KGUM	Übergangsstück aus PVC-U (Schrumpfmuffe) glattendig	
KGUMS	Übergangsstück aus PVC-U (Schrumpfmuffe) mit Muffe	
KGUS	Übergangsstück aus PVC-U auf STZ	
kN	Kilonewton	kN
K _s	hydraulischer Widerstandsbeiwert	m ^{1/3} /s
K _r	Ortskonstante abhängig von der Häufigkeit z _r	-
k	Stützfaktor in Abhängigkeit der Rohrserie und der Bodenverdichtung	-
k	Korrekturwert Wasserzugabe	
kb	Rauhigkeitswert	mm
l	betrachteter Rohrabschnitt	mm
L _b	Länge Biegeschenkel	mm
L _{RS}	Rohrschellenabstand	mm
M	Biegemoment	Nm
MFR	Schmelzindex (Melt Flow Rate)	g/10'
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/D02	
PE-S	Polyethylen Sickerrohr gemäss Definition in NPK 237/D02	
PEHD	Polyethylen hoher Dichte	
PEZE	Übergangsstück aus PE (mit verjüngendem Spitzende)	
PP	Polypropylen	
PP-QD	Polypropylen, verstärkt mit Silikat (Q) in Pulverform (D)	
PP-R	Polypropylen Rohr gemäss Definition in NPK 237/D02	

		Einheit
PP-S	Polypropylen Sickerrohr gemäss Definition in NPK 237/D02	
prEN	provisorische europäische Norm	
PVC	Polyvinylchlorid	
PVC-U	Polyvinylchlorid ohne Weichmacher	
PVC-U-R	PVC-U Rohr gemäss Definition in NPK 237/D02	
PVC-U-S	PVC-U Sickerrohr gemäss Definition in NPK 237/D02	
PVC-U-VS	PVC-U Versickerungsrohr gemäss Definition in NPK 237/D02	
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 von Betonkonsistenz und Temperatur	N/mm ²
p _w	Rohrbelastung infolge Wasserdruck	kN/m ²
P _{w,d}	Bemessungswert des hydrostatischen Druckes	N/mm ²
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}	Scheitel-Bruchlast	kN/m
q _{ds}	Bemessungswert der Beanspruchung als Flächenlast	N/mm ²
q* _{ds}	Bemessungswert der Beanspruchung als Linienlast	kN/m

0 VERSTÄNDIGUNG

		Einheit
q_s	vertikale Belastung auf Höhe des Rohrscheitels	kN/m ²
q_{s1}	vertikale Rohrbelastung auf Höhe Rohrscheitel infolge Erdlast	kN/m ²
q_{s2}	vertikale Rohrbelastung auf Höhe Rohrscheitel 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	Gesamtbetriebs-Koeffizient (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 kantonaler Feuerversicherungen	
SN	Schweizer Norm	
SN	Stiffness Number (Ringsteifigkeit)	kN/m ²
SNV	Schweizerische Normen Vereinigung	
SSIV	Schweizerischer Spenglermeister- und Installateur- Verband (suissetec)	
STM	Steckmuffe gemäss Definition in NPK 237/D02	
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

		Einheit
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	Ultra-Violett Strahlung der Sonne	
V1	Normalverlegeprofile V-Gräben	
V3	Normalverlegeprofile V-Gräben	
V4	Normalverlegeprofile V-Gräben	
VD	Höhe der Verdämmung	m
VKR	Verband für Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile	
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	-
ZE	Einbauziffer	-
ZEPE	Übergangsstück aus PE (zum Ausmörteln)	
z	Füllungsgrad	-
z_R	Anzahl Jahre, innert welcher die Intensität r einmal erreicht oder überschritten wird	-

0.1.2 Griechische Buchstaben

		Einheit
α	Längenänderungskoeffizient	mm/m K
β	Böschungswinkel	°
β_{bz}	Biegezugfestigkeit des Betons	kg/cm 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	Temperatur-Differenz	°C ; K
ϵ	Dehnung (Längenänderung pro Längeneinheit)	–
σ	Spannung	N/mm ²
σ_{Rb}	Ringbiegespannung	N/mm ²
$\sigma_{Rb,adm}$	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 $\nu = 1,3 \cdot 10^{-4}$)	m ² /s
ϕ	Innerer Reibungswinkel des gewachsenen Bodens	°
ϕ	dynamischer Beiwert der Belastung	–
ψ	Abflussbeiwert	–
ψ	Lastfaktor	–
μ	Querdehnungszahl	–

0.2 Einheiten

0.2.1 Volumen-Umrechnung

	m ³	dm ³ (Liter)	cm ³	mm ³	
1 m³ =	1	1000	10 ⁶	10 ⁹	
1 dm³ (1 Liter) =	0,001	1	1000	10 ⁶	
1 cm³ =	10 ⁻⁶	0,001	1	1000	
1 mm³ =	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	0,001	1	

0.2.2 Druckeinheiten-Umrechnung

	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/mm² =	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/m² =	1000	0,001	0,01	0,1	1

0.3 Eigenschaften von Jansen-Kunststoffrohren

Richtwerte

0.3.1 Aufbau

Eigenschaften	Einheit	JANOlenn ottimo PP-QD	JANOlenn nuovo PP	JANOlenn bianco PE	JANOdur triplo PVC-U	JANOlenn Druckrohr PE 100
Aufbau	[-]	3-Schicht Kern mineral- verstärkt	1-Schicht	2-Schicht	3-Schicht Kern geschäumt	1-Schicht
Farbe	[-]	rotbraun Kern grau innen hellgrau	orange- braun	schwarz innen hellgrau	orange- braun	schwarz mit Streifen blau (Wasser) gelb (Gas)
Chemikalienbeständigkeit	[-]	siehe unter www.jansen.com/d/k/techinfo/index.html				
Witterungsbeständigkeit Mittel-Europa	Jahre	≥ 2	1 bis 2	> 10	1 bis 2	> 10

0.3.2 Mechanische Eigenschaften

Bezogen auf 23°C

Eigenschaften	Einheit	JANOlenn ottimo PP-QD	JANOlenn nuovo PP	JANOlenn bianco PE	JANOdur triplo PVC-U	JANOlenn Druckrohr PE 100
Dichte	g/cm ³ t/m ³	1,15 Mittelwert	0,90	0,95	1,05 Mittelwert	0,96
Streckspannung	N/mm ²	28*	28	19 -22	50 - 60	23
Streckdehnung	%	12*	12	10	5	9
Ringbiegespannung $\sigma_{Rb,adm}$	N/mm ²	8,0*	8,0	8,0	25,0	8,0
Elastizitätsmodul E_0 (Kurzzeit)	N/mm ²	2800	1200-1500	800 - 1000	3600	900-1100
Rechenwert $E_{R, kurz}$ für Statik	N/mm ²	2800	1250	1000	3000	1000
Kriechmodul R_{kl} (Langzeit)	N/mm ²	800	300	150 - 200	1750	200 - 300
Rechenwert $E_{R, lang}$ für Statik	N/mm ²	700	300	150	1500	200
Ringsteifigkeit SN Mindestwert	kN/m ²	8	4 (S 16)	4 (S 12,5) 2 (S 16)	2	16 (S 8)
Querdehnungszahl	[-]	0,35	0,40	0,40	0,38	0,4

* bezieht sich auf Aussen- oder Innenschicht

0.3.3 Thermische Eigenschaften

Eigenschaften	Einheit	JANOlén ottimo PP-QD	JANOlén nuovo PP	JANOlén bianco PE	JANOdur triplo PVC-U	JANOlén Druckrohr PE 100
Längenänderungskoeffizient linear	mm/m K	0,04	0,14	0,18	0,08	0,18
Dauereinsatztemperatur generell maximal	°C	40	40	40	40	40
Kurzzeit-Wärmebeständigkeit max. (spannungsfrei) <1h	°C	110	110	90	70	100
Kältesprödigkeit	°C	-25	-25	-40	0	<-40
Brandkennziffer SI/VKF	[-]	4.3	4.3	4.3	5.2	4.3
Baustoffklasse DIN 4102	[-]	B2	B2	B2	B1	B2

0.3.4 Elektrische Eigenschaften

Eigenschaften	Einheit	JANOlén ottimo PP-QD	JANOlén nuovo PP	JANOlén bianco PE	JANOdur triplo PVC-U	JANOlén Druckrohr PE 100
Elektrische Leitfähigkeit		nicht leitend				
Oberflächenwiderstand	Ohm	> 10 ¹²				

1.1 Werkstoffe

Für die Herstellung von Entwässerungs-Systemen 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 gute chemische Beständigkeit. Geringe Abriebwerte und eine glatte Innenfläche ergeben beste hydraulische Eigenschaften und verhindern Ablagerungen.

Und sehr wichtig: Kunststoff kennt keine Korrosion.

1.1.1 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.

1.1.2 Polypropylen verstärkt PP-QD

Durch die Verwendung von mineralstoff-verstärktem Polypropylen (PP-QD) wird das plastische Verhalten eingeschränkt. Der Verbund aus Polypropylen und Magnesiumsilikat (mit einem sehr hohen E-Modul) ergibt eine höhere Tragfähigkeit, geringere Langzeitverformung (Kriechen) und geringere Temperaturexpansion.

Kennzeichnung QD gemäss SN EN ISO 1043-2
Kennbuchstaben für den Verstärkungstoff: Q für Silikat
Kennbuchstaben für die Form oder Struktur des Verstärkungstoffes: D für Pulverform.

1.1.3 Polyethylen PE

Entwässerungs-Rohrsysteme aus PE 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 Verschweisbarkeit.

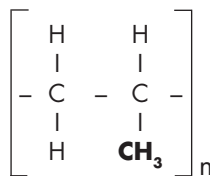
Ausgehend vom Monomer Ethylen, dem einfachsten Olefin entsteht durch Polymerisation Polyethylen, ein Polyolefin. Zunehmende Dichte wirkt sich in der Erhöhung von Zugfestigkeit, Steifigkeit sowie Chemikalienbeständigkeit aus. Verwendet wird PE hoher Dichte (PE-HD)

1.1.4 Polyvinylchlorid PVC

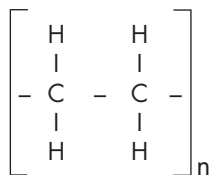
Polyvinylchlorid (PVC) ist ein thermoplastischer Kunststoff, der durch Polymerisation von monomerem Vinylchlorid hergestellt wird.

Die in vielen flexiblen PVC-Anwendungen als Zuschlagstoff eingesetzten sogenannten Weichmacher werden in harten PVC-Anwendungen nicht eingesetzt; somit spricht man von PVC-U (unplasticised PVC).

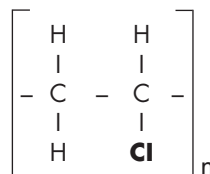
1.1.5 Molekularer Aufbau



Polypropylen (PP)



Polyethylen (PE)



Polyvinylchlorid (PVC)

C : Kohlenstoff
H : Wasserstoff
Cl : Chlor

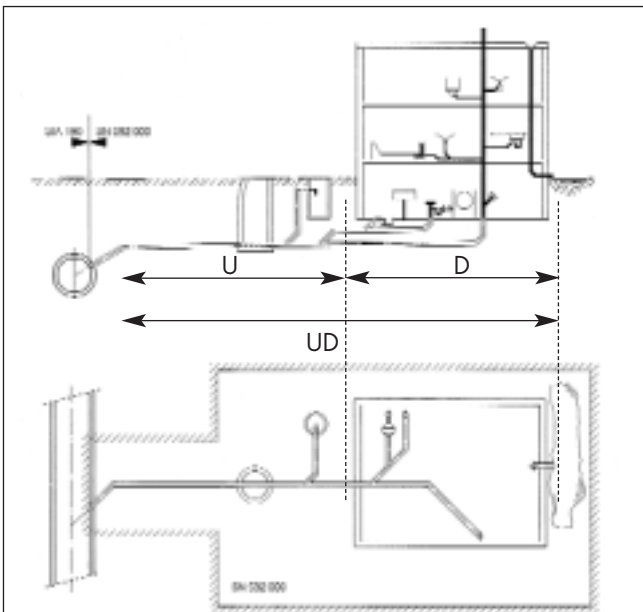
1.2 Anwendung

Jansen-Entwässerungsröhre haben sich dank ihren vorteilhaften Eigenschaften seit Jahrzehnten als Schmutz- und Regenabwasser-Röhre bestens bewährt.

Sie sind ideale Leitungsrohre für Freispiegel-Kanalisationen im Abwasserbereich.

Die Entwässerungsröhre werden grundsätzlich erdverlegt. Als freiverlegte Leitungen empfehlen sich JANOLen bianco-Röhre aus Polyethylen.

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



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

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

Das Anwendungsgebiet wird durch «U» bzw. «UD» angezeigt. Im Anwendungsbereich UD muss die Ringsteifigkeit SN mindestens 4 kN/m² betragen.

Für Spezialanwendungen stehen auch unsere isolierten Doppelwandrohre zur Verfügung (siehe Katalog Register 4).

Weitere Anwendungsgebiete:

- Rohr-in-Rohr-Systeme für Grundwasser-Schutzgebiete
- Industrie (Absaugung von Abgasen)
- Erdregister

1.3 Masse / Baulängen

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

Detailmasse siehe Mass- und Preisliste.

Der folgende Abschnitt beschränkt sich auf Standardprodukte. Spezialgrößen und -längen sind auf Anfrage erhältlich.

Die Definition von Serie, SDR und Ringsteifigkeit werden im Kapitel 2 «Einteilung von Entwässerungsröhren» ausführlich erklärt.

1.3.1 Polypropylen PP

JANOlén ottimo

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

Rohre mit angeformter Steckmuffe d_n 160 – 500 mm.

Sickerrohre d_n 160 – 400 mm auf Anfrage

Ringsteifigkeit SN 8 kN/m²

Baulänge: Standard 6 m

segmentierte Formstücke

Farbe kupferbraun, Innenfarbe hellgrau

VSA-Zulassungsempfehlung Nr. 15'003



JANOlén nuovo

Rohre mit angeformter Steckmuffe d_n 110 – 160 mm

Rohre mit aufgesteckter Muffe d_n 200 mm

Sickerrohre d_n 110 – 200 mm

Serie 16, SDR 33

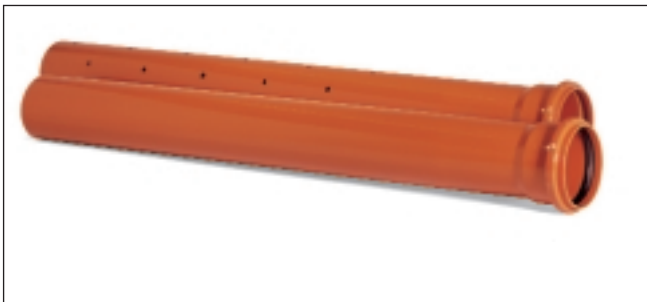
Ringsteifigkeit SN 4 kN/m²

Baulänge: Standard 6 m

gespritzte Formstücke

Farbe orangebraun

VSA-Zulassungsempfehlung Nr. 15'004



1.3.2 Polyethylen PE

JANOlén bianco

Rohre mit angeformter Dilatationsmuffe d_n 110 – 400 mm

Rohre glattendig d_n 110 – 500 mm

Sickerrohre d_n 110 – 400 mm

Serie 12.5, SDR 26,

Ringsteifigkeit SN 4 kN/m²

d_n 110 - 160 mm

Serie 16, SDR 33,

Ringsteifigkeit SN 2 kN/m²

d_n 200 – 500 mm

Baulänge: Standard 6 m oder 10 m,

segmentierte Formstücke

Farbe schwarz, Innenfarbe hellgrau

VSA-Zulassungsempfehlung Nr. 11'016



1.3.3 Polyvinylchlorid PVC-U

JANOdur triplo

Rohre mit angeformter Steckmuffe d_n 110 – 630 mm

Sickerrohre d_n 110 – 400 mm

Versickerungsrohre (auf Anfrage)

analog Serie 25, SDR 51

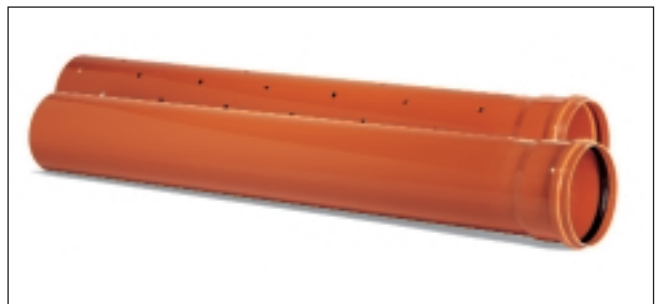
Ringsteifigkeit SN 4 kN/m² d_n 110 - 125 mm

Ringsteifigkeit SN 2 kN/m² d_n 160 - 630 mm

Baulänge: Standard 5 m

gespritzte Formstücke

Farbe orangebraun



1 ALLGEMEINES

1.4 Anwendung

1.4.1 Verfügbarkeit

Die folgende Grafik zeigt unser Standardprogramm. Detaillierte Angaben über die Verfügbarkeit finden Sie in der aktuellen Mass- und Preisliste.

Werkstoff			Durchmesser mm									
	Ringsteifigkeit	Serie	110	125	160	200	250	315	355	400	500	630
PP	SN 8		JANOl en ottimo					ottimo				
	SN 4	S 16	JANOl en nuovo									
PEHD	SN 2	S 16	JANOl en bianco									
	SN 4	S 12,5	JANOl en bianco									
PVC-U	SN 2	(S 25)	JANOdur triplo					Serie 25				
	SN 4		triplo									

1.4.2 Auswahlkriterien

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

Anwendung	Rohrsysteme				Bemerkungen/Kriterien
	PP		PE	PVC-U	
	JANOl en ottimo	JANOl en nuovo	JANOl en bianco	JANOdur triplo	
Liegenschaftsbereich	X	X X X	X	X X	Preise Formstücke, Ökologie
Strassenbereich	X X X	X X	X X	X	Belastbarkeit
Sanierungsleitungen	X X	X X	X X X	X	Flexibilität
Sickerleitungen	X X	X X X	X X X	X X	Formstücke
Stark kalkhaltiges Sickerwasser	X X X	X X X	X X X	X	Unterhalt
Saurer Boden, Torf	X X X	X X	X X	X	Beständigkeit, Statik
Grundwasser	X X X	X X	X X	X X	Wasserdruck
Gefälle kleiner < 2 %	X X X	X X	X X	X X	Längslage, Genauigkeit
Gefälle grösser > 30 %	X X	X X	X X X	X	Flexibilität, Gewicht
Gewässerschutzzone	X	X	X X X	X	Verschweissbarkeit, Doppelrohrsysteme
Isolierte Leitungen	X	X	X X X	X	Anpassungsfähigkeit
Freiverlegte Leitungen	X	X	X X X		UV-Beständigkeit, Verschweissbarkeit

1.5 Kennzeichnung

Die Rohre sind in regelmässigen Abständen mit folgenden Angaben gekennzeichnet:

1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13
 JANOlén ottimo Kanalrohr PP SN 8 dn 200 * prEN 13476 UD VSA 15003 Q 13 02 03 1521

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13
 JANOlén nuovo Kanalrohr PP SN 4 S 16 dn 200 * EN 1852 UD VSA 15004 Q 13 02 03 1521

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13
 JANOlén bianco Kanalrohr PE SN 2 S 16 dn 315 prEN 12666 U VSA 11016 Q 13 02 03 1521

1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 12 | 13
 JANOdur triplo Kanalrohr PVC-U SN 2 dn 200 prEN 13476 U 13 02 03 1521

- 1 = Produktebezeichnung
- 2 = Einsatzbereich (Kanal oder Druck)
- 3 = Werkstoffbezeichnung
- 4 = Ringsteifigkeit kN/m²
- 5 = Rohrserie
- 6 = Dimension (Aussendurchmesser)
- 7 = Eiskristall (Kälteschlagtest)
- 8 = Normierung
- 9 = Anwendungsbereich (siehe 2.6)
- 10 = VSA-Zulassungs-Empfehlung
- 11 = Gütezeichen der ARGE Liegenschaftsentwässerung
suissetec/VSA: «Q-plus Swiss Quality»
- 12 = Produktionsdatum
- 13 = Code für Material und Rückverfolgbarkeit

1.6 Normierung

Europäische Normen werden in das Schweizerische Normenwerk integriert. Die gesamte Europäische Normung ist im Gange und so sind Normen in verschiedenen Stadien vorhanden.

SN EN Europäische Norm, die bereits im Schweizerischen Normenwerk integriert ist.

prEN provisorische Europäische Norm im fortgeschrittenen Entwurfsstadium, die noch nicht in das Schweizerische Normenwerk integriert ist, wird jedoch bereits für längerfristige Planungen berücksichtigt.

1.6.1 Normen für die Planung und Ausführung

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

SIA-Norm 190	Kanalisationen
SN EN 1610 (SIA 190.203)	Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -Kanälen
SN 592'000	Liegenschaftsentwässerung

1.6.2 Produktnormen

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 SN 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 1401	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen, weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U)
prEN 12666	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen, Polyethylen (PE)

prEN 13476 Kunststoff-Rohrleitungssysteme aus Thermoplasten für drucklose erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen, Rohrleitungssysteme mit strukturierter Wandung aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE)

SN 592'012 Schmutz- und Regenwasser-Rohrleitungssysteme, Bau-, Funktions- und Prüfnorm

1.7 Richtlinien

SN ENV 1046 Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme – Kunststoffsysteme ausserhalb von Gebäuden – Empfehlungen für die ober- und unterirdische Verlegung.

VKR RL 03-02 Anwendung von Kunststoff-Rohrsystemen – Erdverlegte, drucklos betriebene Rohrleitungen aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchlorid (PVC-U) – Leitfaden und Verlegerichtlinien des Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile (VKR).

Spezielle Richtlinien und Anforderungen an Abwasserrohrleitungen können von den Gemeinden erlassen werden. z.B. Entsorgung + Recycling Zürich: Kanalisation, Rohrleitungssystem aus Hart-Polyethylen im öffentlichen Grund auf dem Gebiet der Stadt Zürich.

Nebst den leitungsspezifischen Richtlinien gelten die üblichen bauspezifischen Anforderungen an Sicherheit und Unfallschutz der SUVA und an den Umweltschutz (Gewässerschutz).

1.8 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). Für den Bereich der Grundstück- und Gebäudeentwässerung vergibt die ARGE Liegenschaftsentwässerung (suissetec/VSA) eine Zulassungsempfehlung ohne Verbindlichkeit.



Zur optischen Erkennung von zertifizierten Produkten mit Zulassungsempfehlung, hat die ARGE Liegenschaftsentwässerung suissetec/VSA das Gütezeichen «Q-plus Swiss Quality» eingeführt.

1.9 Lebensdauer

Kunststoff-Rohrleitungssysteme haben sich während mehr als 50 Jahren 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 verhielten. Kunststoff ist somit ein planbarer Werkstoff.

1.10 Wirtschaftlichkeit

Kunststoff-Rohrleitungen sind wirtschaftlich. Ihr niedriges Gewicht senkt die Transportkosten und vereinfacht das Verlegen entscheidend (siehe Kapitel 4 «Verlegetechnik»). Durch den Einsatz von **JANOl en ottimo** 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.

1.11 Beständigkeit

1.11.1 Witterungsbeständigkeit

JANOl en ottimo und JANOl en nuovo aus PP

sind gegen Witterungseinflüsse wenig empfindlich. Ein leichtes Ausbleichen der Farbe ist je nach Jahreszeit und Exposition möglich. Eventuelle Verfärbungen sind auf einen photomechanischen Effekt unter Sonnenbestrahlung zurückzuführen. Nach einer Lagerdauer an der Sonne während ca. 2 Jahren bleichen die Rohre allmählich aus. Eine qualitative Beeinträchtigung liegt nicht vor. Eine geschützte Lagerung auch gegen Verschmutzung ist angebracht.

JANOl en bianco aus PE

sind UV-stabilisiert und nicht empfindlich gegen Witterungseinflüsse. Optimales Rohr für Aussenanwendungen.

JANOdur triplo aus PVC-U

sind gegen Witterungseinflüsse wenig empfindlich. Leichtes Ausbleichen der Farbe je nach Jahreszeit und Exposition. Eventuelle Verfärbungen sind auf einen photomechanischen Effekt unter Sonnenbestrahlung zurückzuführen. In den Sommermonaten, bei intensiver Sonneneinwirkung, beginnt das Ausbleichen nach etwa drei Monaten. Eine qualitative Beeinträchtigung liegt zu diesem Zeitpunkt nicht vor. Nach einer Lagerdauer von ca. 1 Jahr tritt eine zunehmende Weissfärbung mit matter und später kroidender Oberfläche auf. Die Rohre werden zunehmend spröde und schlagempfindlich. Solche Rohre sollten vorsichtshalber nicht mehr eingesetzt werden.

Eine geschützte Lagerung auch gegen Verschmutzung ist angebracht. Eine mehrmonatige intensive Sonnenexposition sollte vermieden werden.

Bei tiefen Temperaturen reagiert PVC-U schlagempfindlich. Zu beachten ist dies vor allem beim Handling und bei der Montage bei Temperaturen unter 5°C.

1.11.2 Temperaturbeständigkeit

Generell sollte die Dauereinsatz-Temperatur des Mediums 40° nicht überschreiten.

Kurzzeitig (bis 1 Stunde, spannungsfreie Lage) können höhere Temperaturen toleriert werden:

JANOl en ottimo und JANOl en nuovo aus PP: 110°C
nur mit Verwendung spezieller Gummidichtungen,
sonst max. 95°C

JANOl en bianco aus PE: 90°C

JANOdur triplo aus PVC-U: 70°C

1.11.3 Korrosionsbeständigkeit

Korrosion ist die Werkstoff-Zerstörung 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.

1.11.4 Chemische Beständigkeit

Kunststoffe weisen gegenüber Chemikalien und anderen Medien verschiedenster Art und Zusammensetzung eine ausgezeichnete Beständigkeit auf. Kunststoff-Rohrleitungen widerstehen auch allen chemischen Einflüssen von natürlich vorkommenden Böden.

Die vollständige Liste der Widerstandsfähigkeit gegenüber Chemikalien und anderen Medien finden Sie unter www.jansen.com/d/k/techinfo.

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

1.11.5 Mechanische Beständigkeit

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.

Ablagerungen in Rohren entstehen durch mitgeführte Schwebestoffe 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. Besser wird mit grösseren Wassermengen, anstelle von grösseren Drücken, gearbeitet. Bei korrektem Spülvorgang ist keine mechanische Beeinflussung an Kunststoffrohren erkennbar.

1.12 Ökologie

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

Rohre aus Kunststoffen sind kein Gefahrgut, haben keine schädliche Wirkung auf die Umwelt und sind chemisch inaktiv.

1.13 Brandverhalten

JANOLEN ottimo / JANOLEN nuovo / JANOLEN bianco

PP und PE brennen ausserhalb der Flamme weiter. Diese Werkstoffe gelten als mittelbrennbar und mittel bis schwach qualmend, Brandkennziffer gemäss SI/VKF: 4.3 bis 4.2. Die Wirkung ist vergleichbar mit Holz.

JANODUR triplo

Brennendes PVC erlischt ausserhalb der Flamme. Der Werkstoff ist schwerbrennbar, mittel qualmend, Brandkennziffer gemäss SI/VKF: 5.2. Im Brandfall werden korrosive Gase freigesetzt. Brennbares Material (PE, PP, Holz etc.) nicht zusammen mit PVC lagern, da PVC mit Stützfeuer brennt bzw. sich durch Hitzeeinwirkung zersetzt.

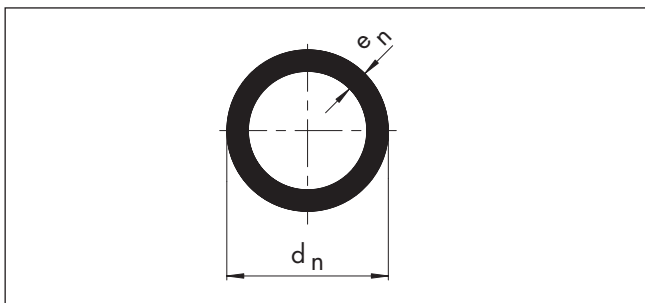
2.1 Einteilung nach Rohrserien S

Kunststoffrohre für die Ver- und Entsorgung wurden bis anhin in Rohrserien eingeteilt. Gebräuchlich sind in der Entsorgung:

PE Serie S 12,5 und 16
PVC-U Serie S 25

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

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



2.2 Einteilung nach SDR

Oft wird auch der SDR-Wert (Standard Dimension Ratio) verwendet. Er ist das direkte Verhältnis zwischen Durchmesser und Wandstärke. Er wird vor allem bei PVC-U und Formstücken verwendet.

$$\text{SDR} = \frac{d_n}{e_n} \quad \text{entspricht ca. } 2 S + 1$$

Serie 16 = SDR 33
Serie 25 = SDR 51

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.

2.3 Einteilung nach Ringsteifigkeit SN

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

Bei solchen Produkten ist eine Verhältniszahl zwischen Durchmessern und Wandstärke nicht mehr aussagekräftig genug, um die Belastbarkeit des Rohres zu erkennen. Um geometrisch verschiedene Produkte vergleichen zu können, wurde die Ringsteifigkeit eingeführt. Die Ringsteifigkeit kann aber nicht alleine als vergleichende Grösse dienen.

2.4 Normierte Ringsteifigkeiten

Die Ringsteifigkeit ist eine durch einen normierten Versuch ermittelte Scheiteltragfähigkeit. Aus der Ringsteifigkeit lässt sich nicht direkt die Tragfähigkeit von umhüllten Rohren ableiten.

Eingeteilt wird in drei Normkategorien:

SN 2 SN 4 SN 8 [kN/m²]

SN bedeutet Stiffness Number.

Ebenfalls ist eine französische Bezeichnung möglich.

CR 2 CR 4 CR 8 [kN/m²]

CR heisst Classe de Resistance und bedeutet dasselbe wie SN.

Die Einteilung erfolgt mittels Laboruntersuchung: 21 Tage nach der Produktion wird das Rohr mit einer Flächenlast bis 3% deformiert. Die dafür erforderliche Flächenlast wird gemessen und das Rohr in der nächst tiefer liegenden Kategorie klassifiziert.

SN 2 oder CR 2 bedeutet demnach, dass für die Deformation des Rohres von 3% eine Prüflast von mindestens 2 kN/m² erforderlich waren.

Da es sich um einen Versuch nach 21 Tagen handelt, ist die Aussage eine Kurzzeitbetrachtung und ohne Praxisbezug. Das heisst, dass sich die Rohre in ihrem plastischen Langzeitverhalten unterscheiden können. In der statischen Berechnung wird die Ringsteifigkeit nicht verwendet. Dort sind nebst der Geometrie und dem Kurzzeit- E-Modul auch der Langzeit- E-Modul massgebend (siehe Kapitel 5 «Rohrstatik»).

2 EINTEILUNG VON ENTWÄSSERUNGSRÖHREN

2.5 Verhältnis Ringsteifigkeit SN und Rohrserie S

Dieser Vergleich ist nur bei Vollwandrohren sinnvoll. Vollwandrohre sind sowohl mit der Serie, als auch mit der Ringsteifigkeit normiert. Es wird damit verhindert, dass bei genügender Steifigkeit eine dünnere Wandstärke eingesetzt werden kann.

Für strukturierte Rohre hat die Serie keine wesentliche Bedeutung (siehe Pkt. 2.3).

2.6 Anwendungsbereich in der Grundstückentwässerung

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

D: Anwendungszeichen 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.

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

Das Anwendungsgebiet wird durch «U» bzw. «UD» angezeigt. Im Anwendungsbereich UD muss gemäss Normen die Ringsteifigkeit mindestens SN 4 kN/m² betragen.

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

Werkstoff	SN 2	SN 4	SN 8	Normen	Jansen-Produkte
PP	Serie 20	Serie 16 d _n 110 - 200	Serie 11,2	SN EN 1852	JANOlén nuovo
PP strukturiert			d _n 160 – 500	prEN 13476	JANOlén ottimo
PE	Serie 16 d _n 200 - 400	Serie 12,5 d _n 110 - 160	Serie 10	prEN 12666	JANOlén bianco
PVC-U	Serie 25 d _n 355 - 630	Serie 20	Serie 16,5	SN EN 1401	JANOdur kompakt
PVC-U strukturiert	d _n 160 – 315	d _n 110 – 125		prEN 13476	JANOdur triplo

2.7 Devisierung von Entwässerungsleitungen

Entwässerungsleitungen werden im NPK Kapitel 237 «Entwässerungen» devisiert.
Die Ausgabe 2002 wurde neu konzipiert und enthält einige Neuerungen.

2.7.1 Abkürzungen und Definitionen

Abkürzungen und Definitionen sind im NPK 237 D/02 wie folgt definiert:

Material

PE	Polyethylen
PVC-U	weichmacherfreies Polyvinylchlorid
PP	Polypropylen

Rohrbezeichnungen

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

-R	Geschlossenes Rohr
-S	Sickerrohr
-VS	Versickerungsrohr

Rohrverbindungen

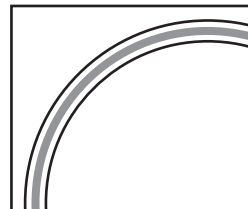
STM	Steckmuffe
SE	Spitzende
DM	Doppelmuffe
HSM	Heizwendelschweissmuffe, bisher: Elektroschweissmuffe
HSS	Heizelementstumpfschweissung, bisher: Spiegelschweissung
SF	Schraubflansch

Abmessungen

DN/OD	Nomineller Durchmesser, Aussen kalibriert Entspricht der übliche Bezeichnung dn 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)
-------	---

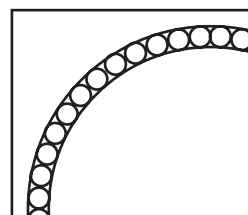
2.7.2 Definition der Rohrtypen mit strukturiertem Wandaufbau

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

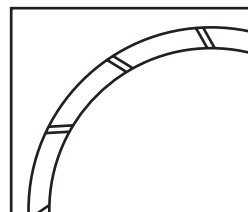


Rohrtyp A1

Mehrschichtrohr oder
Hohlwandprofil mit
längsverlaufenden Kammern



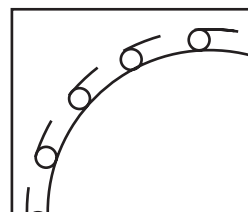
Rohre mit glatter Innen- und Aussenoberfläche, bei denen die innere und äussere Rohrwand durch längsverlaufende Stege zwischen den Kammern oder eine kerngeschäumte bzw. nicht geschäumte Mittelschicht aus Thermoplasten miteinander verbunden ist, werden als Rohrtyp A1 bezeichnet.



Rohrtyp A2

Hohlwandprofil mit
spiralförmig 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 ist, werden als Rohrtyp A2 bezeichnet.



Rohrtyp B

Rippen- oder Wellkonstruktionen

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

2 EINTEILUNG VON ENTWÄSSERUNGSRÖHREN

2.7.3 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.

2.7.4 Dienstleistung

Für unsere Entwässerungsleitungen aus Polypropylen JANOl en ottimo und JANOl en nuovo bieten wir Musterleistungsverzeichnisse für den NPK 237 D/02 an. Versand auf Papier oder in digitaler Form auf Diskette oder per Mail, zum direkten Import in die Devisierung über die SIA Schnittstelle 451.

	SN 2	SN 4	SN 8	Jansen-Produkte
Vollwandrohre				
PVC-U	✓ Teilbereich	X	X	JANOdur kompakt
PEHD	✓ Teilbereich	✓ Teilbereich	X	JANOl en bianco
PP	X	✓	X	JANOl en nuovo
strukturierte Rohre				
PVC-U	✓ Teilbereich	✓ Teilbereich	X	JANOdur triplo
PEHD	X	X	X	
PP	X	X	✓	JANOl en ottimo

✓ = erhältlich

X = nicht erhältlich

2 EINTEILUNG VON ENTWÄSSERUNGSRÖHREN

2.7.5 Auszug aus NPK 237 D/02

In unserer «Masstabelle und Preisliste» (Register 2) finden Sie zu jedem Produkt die entsprechende Positionsnummer aus dem NPK 237 D/02.

NPK Bau
237 D/02 Kanalisationen und Entwässerungen
Abschnitt Rohrleitungssysteme

450 Rohre und Formstücke aus Polyethylen

451 Polyethylenrohre PE-R verlegen.

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

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

.111 DN/OD 160.

.112 DN/OD 200.

....
..

.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.....

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

**S 12,5 /16 neu getrennt
S 16 ab dn 200 mm
verfügbar**

**S 12,5 dn 110 - 160 mm
verfügbar**

**Neu wird unterschieden
nach Schweissverfahren,
mit Muffe oder Spiegel**

2 EINTEILUNG VON ENTWÄSSERUNGSRÖHREN

NPK Bau
237 D/02 Kanalisationen und Entwässerungen
Abschnitt Rohrleitungssysteme

- 460 Rohre und Formstücke aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid

- 461 Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid
PVC-U-R verlegen.

- .100 PVC-U-R mit STM, elastisch dichten.
 01 Marke, Typ..**JANOdur triplo**.....
- .110 Nenn-Ringsteifigkeit SN 2,
 Rohrreihe **SDR 51**.
- .111 DN/OD 110

 ..
- .120 Nenn-Ringsteifigkeit SN 4,
 Rohrreihe SDR 41.
- .131 01 DN/OD.....
 02 Nenn-Ringsteifigkeit SN....
 03 Rohrreihe SDR....

 ..
- 465 Rohre und Formstücke aus PVC-U mit strukturierten Wandungen verlegen.
- .100 Rohre.
- .110 Rohrtyp A1.
 01 Marke, Typ **JANOdur triplo**
- .111 **01 OD-Reihe.**
 02 ID-Reihe
 03 DN.....
 04 Nenn-Ringsteifigkeit SN
 05 Tatsächliche Ringsteifigkeit SD....
 06 Rohrreihe SDR.....
 07 Rohrverbindung
 08 Dichtungsart
- .112
 ..

Das ist die bekannte Serie 25

JANOdur triplo ist ein Mehrschichtrohr, konzipiert und nachweislich geprüft wie SDR 51. Es ist einfacher unter dieser Pos. zu devisieren. Korrekterweise müsste unter Pos. 465 devisiert werden, dort muss mehr definiert werden.

OD heisst aussenkalibriert, Vollwand- und Mehrschichtrohre sind generell aussenkalibriert

Üblich SN 2

Die tatsächliche Ringsteifigkeit SD kennt nur der Hersteller, und ist nicht von Interesse. SDR ist bei strukturierten Rohren ohne Bedeutung

2 EINTEILUNG VON ENTWÄSSERUNGSRÖHREN

NPK Bau
237 D/02 Kanalisationen und Entwässerungen
Abschnitt Rohrleitungssysteme

470 Rohre und Formstücke aus Polypropylen

471 Polypropylenrohre PP-R verlegen.

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

.110 Nenn-Ringsteifigkeit SN 4,
Rohrreihe S 16.

.111 DN/OD 160.

.112 DN/OD 200.

....

.117 01 DN/OD ...**110**....

.118 01 DN/OD ...**125**....

**Gibt es ab dn 110
dn 110 und 125 müssen in
den offenen Pos. devisiert
werden.**

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

**Nur als Stecksystem
ausschreiben.
Schweisdaten nicht bekannt.**

476 Rohre und Formstücke aus PP mit strukturierten Wandungen verlegen.

.100 Rohre

.110 Rohrtyp A1
01 Marke, Typ ...**JANOl en ottimo...**

.111 01 OD-Reihe

02 ID-Reihe

03 DN ...

04 Nenn-Ringsteifigkeit **SN.8..**

05 Tatsächliche Ringsteifigkeit....

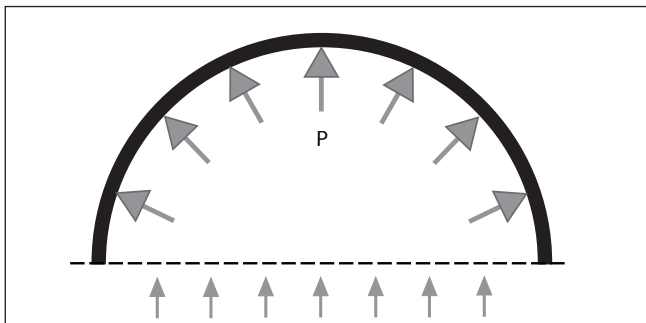
06 Verbindungsart.....

07 Dichtungsart.....

**Mehrschichtrohre sind OD
Ringsteifigkeit SN 8
damit ist alles definiert.**

.120 Rohrtyp A2.

2.8 Zulässige Druckbelastungen für Entwässerungsröhre



2.8.1 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 (siehe Pkt. 4.11).

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

2.8.2 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 (kleiner 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 (siehe Kapitel 5) wird dies berücksichtigt.

Beuldruck-Berechnung

Der zulässige Beuldruck errechnet sich folgendermassen:

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

S = Sicherheitsfaktor ≥ 2

P_{cr} = kritischer Beuldruck in N/mm^2

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

1 bar = 0,1 N/mm^2

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/mm^2]

μ = Querdehnungszahl Rohrmaterial [-]

Entwässerungssystem	$E_{R, \text{kurz}}$	$E_{R, \text{lang}}$	μ
JANOl en PP ottimo	2800	700	0.35
JANOl en PP nuovo	1250	300	0.40
JANOl en PE bianco	1000	150	0.40
JANOdur PVC-U triplo	3000	1500	0.38

Für eine Leitung ohne Vordeformation errechnen sich folgende zulässigen Beuldrücke:

Entwässerungssystem	Zulässiger Beuldruck $p_{k, \text{zul.}}$ [N/mm^2]	
	Kurzzeitwert <1h	Langzeitwert
JANOl en ottimo	0.139	0.035
JANOl en nuovo	0.049	0.012
JANOl en bianco S 12.5	0.076	0.011
JANOl en bianco S 16	0.039	0.006

Leichte Abweichungen durch Masstoleranzen möglich.

$p_{k, \text{zul.}}$ von 0,035 N/mm^2 bedeutet, dass für das ungestützte runde Rohr ein Grundwasserspiegel von max. 3,5 m zulässig ist.

2 EINTEILUNG VON ENTWÄSSERUNGSRÖHREN

2.8.3 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 Abbinde-temperatur des Betons.

Der maximale Betonierdruck entspricht normalerweise dem hydrostatischen Druck:

$$ph = \gamma \times h$$

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

Beispiel: Betonierhöhe $h = 0,5 \text{ m}$
 $ph = 24 \cdot 10^{-6} \times 500 = > 0,012 \text{ N/mm}^2$

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 Betonierdruck in Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit

pv2 Betonierdruck 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 auszusteiern.

Die Rohre müssen gegen Auftrieb gesichert werden.

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

Betonkonsistenz	Betontemperatur beim Einbringen				
	10°	15°	20°	25°	30°
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