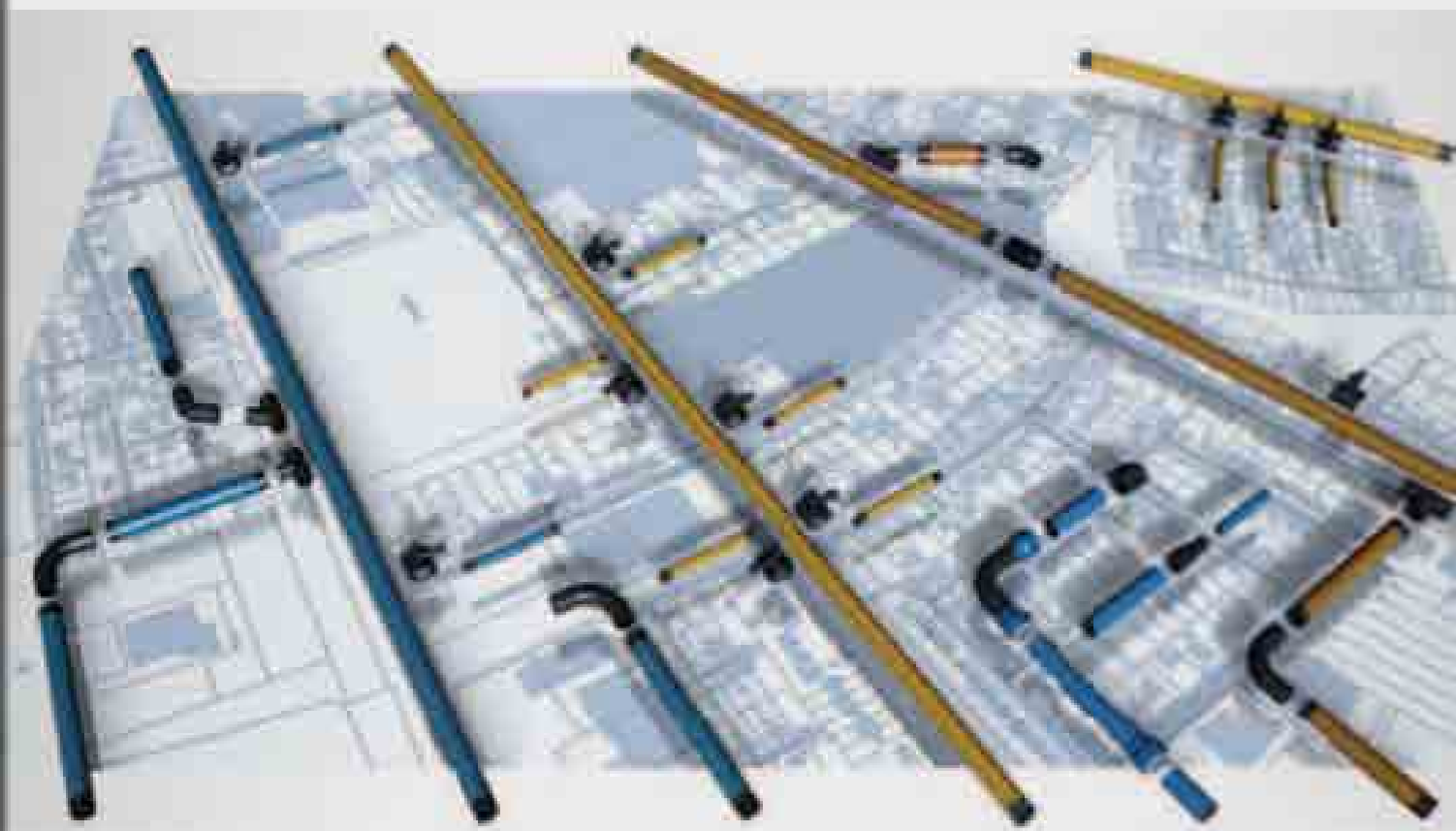


Drukbuissystemen uit polyethyleen

Planning



egeplast – toekomstgerelateerde buisleidingsystemen

egeplast is een zeer innovatieve fabrikant van kunststof leidingsystemen die al meerdere decennia lang de norm bepaalt. Klanten in meer dan 30 landen vertrouwen op de kwaliteitsproducten en adviezen van egeplast. Onder onze klanten bevinden zich enkele van de grootste en meest aansprekende nutsbedrijven en netbeheerders ter wereld.

Voor nagenoeg elke uitdaging van onze klanten biedt ons assortiment wel een oplossing. Het zwaartepunt vormen intelligente buissystemen voor moderne sleufloze installatie- en saneringsmethode. De producten bieden onze klanten een maximale zekerheid van de investeringen: egeplast buissystemen zijn toekomstbestendig.

Onderzoek en ontwikkeling staan bij egeplast in een traditie. Zo staat de onderneming bekend als investeringsbron voor meerlaagse buizen. Meer dan 60 patenten voor producten en productiemethodes vormen het bewijs voor ons technologisch leiderschap. Wereldwijd toonaangevende fabrikanten van kunststofmachines, zoals Krauss Maffei Berstorff en Battenfeld Cincinnati, behoren tot de licentiehouders van egeplast.

Egeplast, dat in 1908 werd opgericht door Engelbert Gröter, is ook vandaag met een vierde generatie nog altijd een familiebedrijf. De initialen van de oprichter zien we terug in de bedrijfsnaam. Hoog gekwalificeerde en gemotiveerde medewerkers zetten zich dagelijks in voor onze klanten.

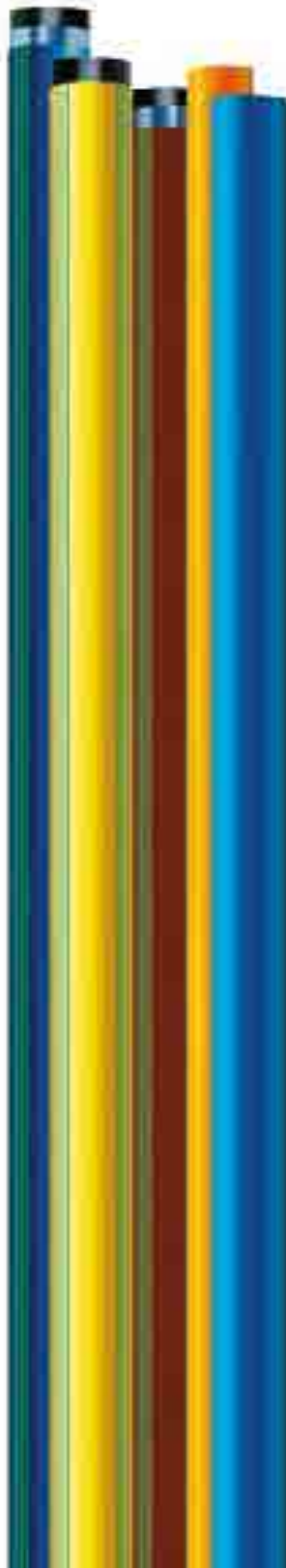
Hoofdkantoor en productielocatie is Greven/Westfalen. Hier exploiteert egeplast de modernste fabriek voor polymeerbuissystemen in Europa. In een apart technologiecentrum ontwikkelen we samen met onze klanten oplossingen op maat. Wij nodigen u van harte uit om kennis te maken met onze onderneming en gaan graag de dialoog met u aan.



De Jongh Pipesystems B.V.

De Jongh Pipesystems blijft voortdurend innoveren en nieuwe producten ontwikkelen om opdrachtgevers een totaaladvies en -concept voor te kunnen leggen.

Een gemotiveerd en goed opgeleid team met ruime ervaring in haar branche staat voor u klaar met een deskundig advies tijdens de ontwerp-, plannings- en uitvoeringsfase. Vanaf het eerste gesprek tot aan het afwerken op locatie is uw project in goede handen.



Het vertrouwde adres voor een gas- en waterdicht leidingnet

- **Breed assortiment aan producten en diensten**
PE-HD kunststof leidingssystemen, hulpstukken, betonbescherming, gereedschappen, werkplaats en ADPRON ont- en beluchters
- **Deskundig advies en ondersteuning op maat**
Tijdens de ontwerp-, plannings- en uitvoeringsfase
- **Slim afleveren maakt montage eenvoudig en voordelig**
Prefab laswerk voorbereidingen zorgen voor tijdswinst op de bouwplaats

www.dejonghpipesystems.nl



Inhoudsopgave

1. Algemeen	7
1.1 Voordelen van PE-buissystemen in dienstleidingen	7
1.2 Polyethyleen (PE) als buismateriaal	8
1.2.1 Onderscheidingskenmerken van verschillende PE-buismaterialen	8
1.2.2 Fysieke materiaalkencijfers van polyethyleen	9
1.2.3 Constante inwendige druktest-diagram conform DIN 8075	10
1.2.4 Gecontroleerde kwaliteitscontrole	11
1.2.5 Het materiaal PE 100-RC	12
1.2.6 Beoordeling in het kader van de wetgeving inzake levensmiddelen	14
1.2.7 Gedrag tegenover micro-organismes	15
1.2.8 Gedrag tegenover knaagdieren	15
1.2.9 Licht- en weerbestendigheid	15
1.2.10 Stralingsbestendigheid	15
1.2.11 Gedrag bij vlamwerking	15
1.2.12 Chemische bestendigheid (conform DIN 8075)	16
1.3 Ontwikkeling van netwerk	27
1.3.1 Hulpstukken	27
1.3.1.1 Op verschillende drukklassen afgestemde hulpstukken	27
1.3.1.2 Niet op verschillende drukklassen afgestemde hulpstukken	28
1.3.2 Verbindingstechnieken	29
1.3.2.1 Demontabele verbindingen	29
1.3.2.2 Niet demontabele verbindingen	30
1.3.3 Materiaalovergangen	34
1.3.3.1 Demontabele materiaalovergangen	34
1.3.3.2 Niet demontabele materiaalovergangen	34
1.3.4 Reparatiemogelijkheden	34
2. Planning van PE-buisleidingsystemen	36
2.1 Algemeen	36
2.2 Tracéplanning	36
2.2.1 Aanlegprocedé	37
2.2.1.1 Open installatie	37
2.2.1.2 Sleufloze installatie	39
2.2.1.3 Economische perspectieven	43
2.2.1.4 Ecologische perspectieven	45
2.2.2 Eis en risico's bij defecten	46
2.2.2.1 Risico van krassen en groeven	46
2.2.2.2 Risico van puntlasten	47
2.2.3 Keuze van buismateriaal	47
2.3 Buisleidingsplanning	49
2.3.1 Overzicht van buisseries	49
2.3.2 Toegestane bedrijfsoverdrukwaarden	50
2.3.3 Debieten	50
2.3.4 Drukverliesberekening	50
2.3.5 Toegestane instortdrukwaarden	53
2.3.6 Drukstoot	54

2.3.7	Toegestane buigstralen	54
2.3.8	Bepaling van de afmetingen van de bouwput	56
2.3.9	Toegestane trekkrachten	57
2.3.10	Inschatting van trekkrachten	58
2.3.11	Temperatuurrelateerde lengteverandering	59
2.3.12	Vaste puntbelasting	60
2.3.13	Axiale lagers	61
2.3.14	Buisgeleidingen en steunbreedten	61
2.3.15	Berekening opwaartse druk	63
2.4	Aansprakelijkheidsrisico's	64
2.5	Regels, normen en richtlijnen	66
2.6	Bouwbewaking	70
2.6.1	Buisopslag	70
2.6.2	Controle van de buizen	70
2.6.3	Lektests	71
2.6.3.1	Drinkwater conform DIN EN 805/DVGW-werkblad W400-2	71
2.6.3.2	Gasleidingen conform DVGW-werkblad G 469	74
3.	Goedkeuringen en kwaliteitscontrole	79
4.	Afkortingen en definities	81
	Verwijzingen	82
	Notities	83



1 Algemeen

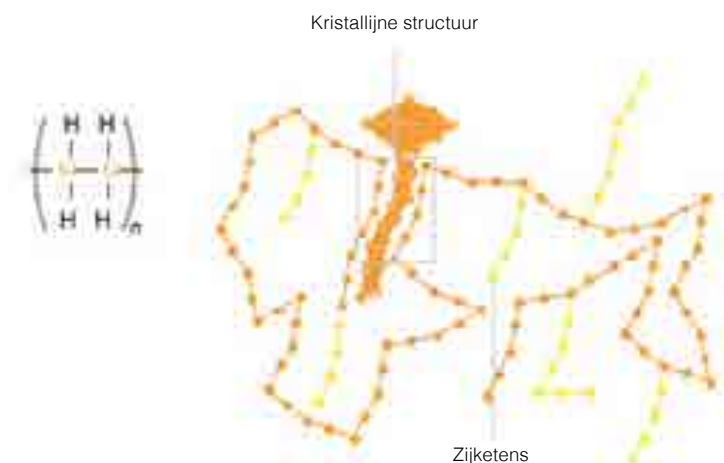
Het gebruik van kunststofsyste­men in de meest uiteenlopende toepassingsgebieden neemt gestaag toe. Reden hiervoor is de enorme veelzijdigheid alsmede de grote innovatiemogelijkheden. Hoge chemische bestendigheid tegenover een groot aantal zuren en logen, de goede flexibiliteit, het geringe gewicht en vooral de hoge levensverwachting van kunststofbuissyste­men staan garant voor efficiënte, economisch voordelige en duurzaam veilige oplossingen.

1.1 Voordelen van PE-buissyste­men in distributienetten

Buizen uit polyethyleen (PE) hebben in vergelijking tot buizen uit andere materialen enkele materiaalspecifieke voordelen. Metalen buizen hebben de neiging tot corrosie en moeten hiertegen bij gebruik worden beschermd. Keramische materialen zijn zeer breekbaar, wat bijzondere eisen stelt aan handling en bedding. Bij polyethyleen buizen daarentegen is dit niet het geval. Deze worden al sinds 1956 met succes gebruikt en hebben dankzij hun ideale eigenschappen een groot marktaandeel op verschillende toepassingsgebieden verworven.

- **Gering specifiek gewicht**
Buizen uit polyethyleen zijn heel licht en helpen daardoor bij het besparen op transportkosten en extra hefwerktuigen op de bouwplaats.
- **Geen corrosie**
Het materiaal polyethyleen is zeer duurzaam en hoeft niet tegen corrosie te worden beschermd.
- **Flexibiliteit**
De goede flexibiliteit van buizen uit polyethyleen vereenvoudigt de handling en maakt het mogelijk om zeer lange producten op te rollen en haspels te leveren.
- **Lasbaarheid**
Polyethyleen buizen kunnen eenvoudig en veilig worden gelast. De gangbare methode komt overeen met de stand der techniek en wordt in de DVS-regels beschreven. In Nederland is dit vastgelegd in NEN 7200 en NTA 8828.
- **Duurzaamheid**
Polyethyleen buizen worden al meer dan 50 jaar gebruikt en een levensduur van ten minste 100 jaar wordt tegenwoordig normatief gewaarborgd.
- **Geringe drukverliezen**
Dankzij de gladde oppervlakken ontstaan geen verkalkingen en daardoor slechts geringe drukverliezen.
- **Ductiliteit**
Polyethyleen is een zeer ductiel materiaal, dat ook bij winterse temperaturen onder nul niet breekbaar wordt.
- **Compensatie van drukgolven**
De hoge mate van flexibiliteit en ductiliteit van polyethyleen maakt PE-buizen ongevoelig voor drukgolven.
- **Milieuvriendelijkheid**
Het geringe gewicht en het minimale gebruik van grondstoffen maken buizen uit polyethyleen tot een zeer milieuvriendelijk product.
- **Complete buissyste­men**
De hoge beschikbaarheid van verbindingen en hulpstukken maakte polyethyleen buissyste­men zeer flexibel.

1.2 Polyethyleen (PE) als buismateriaal



Het materiaal polyethyleen bestaat uit langeketenmoleculen, die uit de basismolecuul ethyleen C_2H_4 zijn opgebouwd. De molecuulketens zijn niet uitsluitend rechtlijnig, maar hebben ook vertakkingen. Het aantal vertakkingen is daarbij in hoge mate bepalend voor de eigenschappen van het materiaal. De rechtlijnige delen van de molecuulketens vormen kristallijne bereiken, kristallite genoemd. Binnen het materiaal structuur zijn deze o.a. verantwoordelijk voor de mechanische stabiliteit van het materiaal.

De kristallieten op hun beurt zijn door middel van amorge, d.w.z. onderliggende bereiken met elkaar verbonden. Materiaaleigenschappen, zoals breukbestendigheid en kruipneiging worden in eerste instantie bepaald door deze amorge bereiken. Moderne PE-materialen zijn op het gebruik als drukbuismaterialen geoptimaliseerd. Classificatie van de uiteenlopende polyethylenen voor buisleidingen vindt plaats op basis van de stevigheid van het materiaal:

PE 100	(=MRS 10,0 N/mm ²)
PE 100-RC	(=MRS 10,0 N/mm ²)

De aanduiding PE 100 resp. PE 100-RC staat voor een materiaal met MRS 10 (Minimum Required Strength), d.w.z. een minimale stevigheid van 10,0 N. Dit betekent voor dit materiaal, dat bij een standtijd van 50 jaar, een temperatuur van 20 °C en water als testmedium de constante inwendige drukcurve bij een referentiespanning ten minste 10,0 behaalt. De aanduiding "RC" (Resistance to Crack) staat voor geselecteerde PE 100 materialen met een bijzondere breukbestendigheid, die voor extreme belastingen vereist is, zoals deze bij een zandbedvrije of sleufloze installatie optreden. Een constante inwendige druktestdiagram conform DIN 8075 voor PE 100 vindt u in paragraaf 1.2.3.

1.2.1 Onderscheidingskenmerken van verschillende PE-buismaterialen

Eigenschap	Afmeting	PE 100 PE-HD 003	PE 100-RC PE-HD 003
MRS	N/mm ²	10	10
Dichtheid	g/cm ³	>0,955	>0,955
E-module	N/mm ²	>1000	>1000
Treksterkte	N/mm ²	23	23
Rek	%	>500	>500
FNCT	h	>300	≥8760
Smeltindex MFR 190°C/5kg	g.10 min	0,3	0,3
Lasgroep		003	003
Belangrijkste toepassingsgebieden		Gas-, water-, afvalwater-, industriebuizen	Gas- en watervoorziening, afvalwaterdrukverwerking met moderne installatiemethodes
Verbindingstechniek		Alle gangbare lasmethodes	Alle gangbare lasmethodes

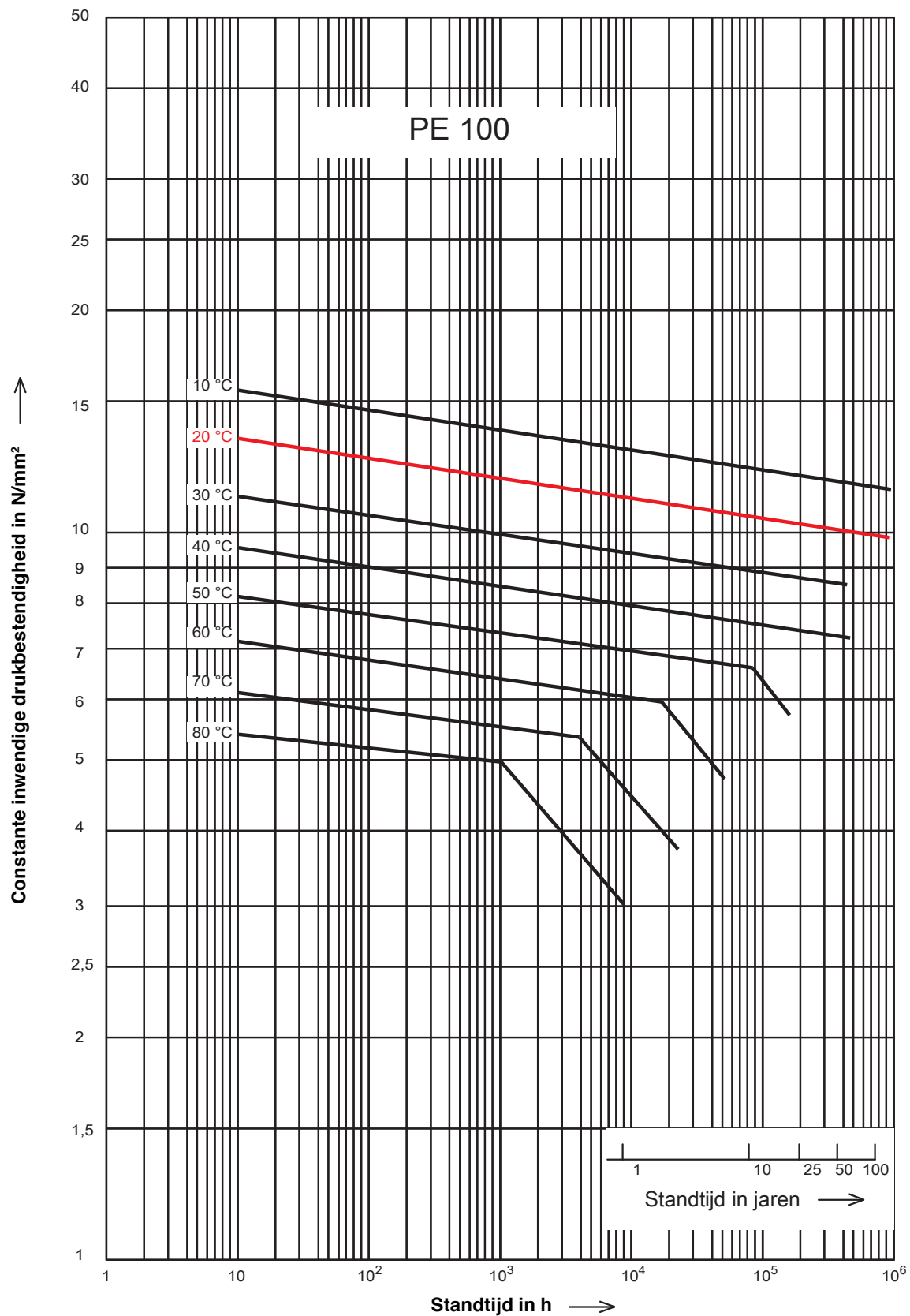
Tab 1-1: Vergelijking van verschillende PE-buismaterialen
Bij de vermelde waarden betreft het gemiddelde waarden. Afwijkingen komen afhankelijk van het materiaal voor.

1.2.2 Fysieke materiaalkencijfers van polyethyleen

Eigenschappen	Testnorm	Testmethode proefmonster	Afmeting	PE-HD
Mechan. eigenschappen				
Dichtheid	DIN 53479	Methode C	g/cm ³	0,96
Smeltindexgroep	DIN 16776	MFR 190/5 Groep	003	
Trekproef	DIN EN ISO 527	Testsnelheid 50 mm/min.		
Treksterkte			N/mm ²	22
Rek bij treksterkte			%	18
Rek		%	300	
Buigproef	DIN 53457	Testmonster		
Buig-E-module		120 x 10 x 4 [mm]	N/mm ²	1000
Botstest	DIN EN ISO 179	Charpy		
Slagvastheid	Kleine normsteek	kJ/m ²	breukloos	
Kerfweerstand		dto. met U-kerf	kJ/m ²	12
Oppervlakhardheid				
Kogelindrukhardheid	DIN 53456	H 132/30	N/mm ²	46
Shore-hardheid	DIN 53505	D	–	63
Thermische eigenschappen				
Kristal-smeltbereik	Polarisatie- microscop	°C	125-135	
Gem. therm. Lengterekcoëfficiënt	DIN 53752		K ⁻¹ (C ⁰⁻¹)	2-10 ⁻⁴
Warmtegeleidend vermogen	DIN 52612	Tweeplaatsproced.	W/m · K	0,43
Elektrische eigenschappen				
Diëlektrische sterkte	DIN 53481	K 20/P 50	kV/mm	47
spec. doorgangsweerstand	DIN 53482	Ringelektrode	Ohm · cm	10 ¹⁶
Oppervlakweerstand	DIN 53482	Elektrode A	Ohm	10 ¹⁴
Kruipstroombestendigheid	DIN 53480	Methode KC	V	600
Overige eigenschappen				
Ontvlambaarheid	DIN 4102	Klasse	B 2	B 2
Wateropname	DIN 53495	Methode C	%/24h	<0,01
Fysieke veiligheid	Aanbev.	BGA/KTW		ja
Chemisch weerstandsvormogen	DIN 8075 Bijlage			vervuld

Tab 1-2: De genoemde gegevens zijn richtwaarden en kunnen afhankelijk van de verwerkingsmethode variëren.
De geschiktheid van onze producten moet voor elk concreet toepassingsdoel door de gebruiker worden gecontroleerd.

1.2.3 Constante inwendige druktest-diagram conform DIN 8075



Afb. 1-3: Referentiecurves van de constante inwendige drukbestendigheid (minimumcurves) van leidingen uit PE 100, conform DIN 8075, versie 12/2011

1.2.4 Gecontroleerde kwaliteitscontrole

Materiaalproeven			
Eigenschap	Eis	Testprocedure	Frequentie
Smeltindex	conform specificaties	EN ISO 1133:1999 Voorwaarde T 5 kg, 190 °C, 10 minuten	min. 1 x per week, bij elke materiaalvervanging en bij alle afmetingen
Droogverlies	≤ 0,1%	Infraroodmethode	per batch
Homogeniteit	≤ graad 3	ISO 18553	per batch
Dichtheid	≥ 930 kg/m ³	DIN EN ISO 1183-2, DIN EN ISO 1872-1	per batch
Kleur	conform DVGW GW 335, deel A2	–	regelmatig
Weersbestendigheid	conform DVGW GW 335, deel A2 DIN EN 12201-1 DIN EN 1555-1	zwart conform ISO 6964, blauw en geel conform DIN EN 921 en DIN EN 1056	regelmatig
Thermische stabiliteit	> 20 minuten bij 200 °C	DIN EN 728	per batch
Microbiologie	conform KTW-aanbeveling alsmede DVGW GW 335, deel A2	DVGW W 270	goedkeuringstest
Snelle vorming van scheuren	conform DVGW GW 335, deel A2 DIN EN 12201-1 DIN EN 1555-1	ISO 13477	1 x jaarlijks
Gasbestendigheid	conform DVGW GW 335, deel A2 DIN EN 1555-1	DVGW GW 335, deel A2	goedkeuringstest
Hygiëne	conform KTW-aanbeveling alsmede DVGW GW 335, deel A2	–	goedkeuringstest
Reuk en smaak	conform KTW-aanbeveling alsmede DVGW GW 335, deel A2	–	per batch
Langzame vorming van scheuren	conform DVGW GW 335, deel A2 DIN EN 12201-1 DIN EN 1555-1	Notch-test DIN EN ISO 13479	jaarlijks
Langzame vorming van scheuren	–	FNCT ISO 16770 80 °C, 4 N/mm ² , 2% Arkopal	geen controle in de regelgeving vereist

Tabel 1-3: Kwaliteitscontrole van de materialen

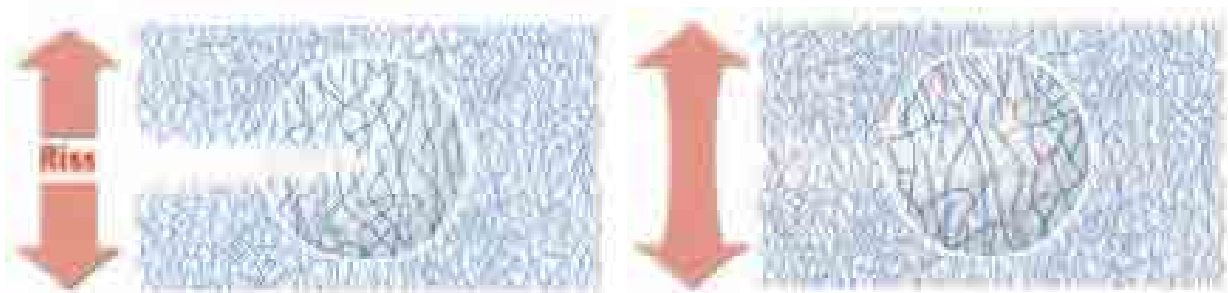
Extra controles van de vervaardigde buisleidingen			
Eigenschap	Eis	Testprocedure	Frequentie
Aanduiding	conform DVGW GW 335, deel A2 DIN EN 12201-2 DIN EN 1555-2	visuele controle	om de 2 uur
Kwaliteit	conform DVGW GW 335, deel A2	visuele controle	om de 2 uur
Kleur	conform DVGW GW 335, deel A2	visuele controle	om de 2 uur
Warmteopslag	conform DVGW GW 335, deel A2	visuele controle	1 x per week
Homogeniteit	conform DVGW GW 335, deel A2		1 x per week
Thermische stabiliteit	> 20 minuten bij 200 °C	DIN EN 728	1 x per week
Constante inwendige druktest	conform DVGW GW 335, deel A2 DIN EN 12201-2 DIN EN 1555-2	80 °C, 165 h; PE 100 = 5,5 N/mm ²	bij elk aanschuiven minimaal 1 x per week
Smeltindex	max. 20% verandering van materiaal	EN ISO 1133:1999 Voorwaarde T 5 kg, 190 °C, 10 minuten	bij elke vervanging en bij elke afmeting minimaal 1 x per week
Hygiëne	conform KTW-aanbeveling alsmede DVGW GW 335, deel A2	DVGW W 270 / KTW	1 x jaarlijks
Langzame vorming van scheuren	–	FNCT ISO 16770 80 °C, N/mm ² , 2% Arkopal	–
Puntlasttest	–	HESSEL PA PLP 2.2-2 2004-05 80 °C, 4 N/mm ² , 2% Arkopal	–

Tabel 1-4: Extra controles van de vervaardigde buisleidingen

1.2.5 Het materiaal PE 100-RC

In tegenstelling tot een open installatie in het zandbed – bij zorgvuldig gedefinieerde beddingsmaterialen en voorgeschreven vulmaterialen – worden bij een open installatie zonder zandbedding, bij de sleufarme installatie met ploeg- of freestechnieken en een sleufloze installatie verhoogde eisen gesteld aan de hierbij geplaatste materialen en buizen. Deze worden blootgesteld aan extra belastingen door stenen, scherven van oude buizen en andere in de bodem aanwezige materialen. Dergelijke, direct op de buis inwerkende krachten kunnen naast belastingen als gevolg van inwendige druk spanningsscheuren veroorzaken (langzame vorming van scheuren).

De verdere ontwikkeling van beproefde PE 100-materialen maakt het mogelijk om aan de verhoogde eisen van installatietechnieken te voldoen. Deze zogenaamde PE 100-RC materialen kenmerken zich door een significant betere breukbestendigheid. Door de hoge kwaliteitseisen wordt gewaarborgd dat schade door spanningsscheuren consequent worden uitgesloten.



Geringe spanningsbestendigheid

Hoge weerstand tegen spanningsscheuren

De eerdere normen voldoen niet of niet volledig aan de verhoogde eisen waaraan buis en materiaal bij gebruik in alternatieve installatietechnieken moeten voldoen. De PAS (Publicly available specification) 1075 „Buisen uit polyethyleen voor alternatieve installatietechnieken“ dient als aanvulling op bestaande normen en richtlijnen en legt verder gaande eigenschappen, eisen en testmethodes vast, die de in DIN EN-normen en DVGW-regels voorgeschreven eisen overschrijden. De PAS 1075 maakt onderscheid tussen goedkeuringstests en productiebewakingscontroles van buis en materiaal.

De betreffende eisen en tests worden in de volgende tabellen samengevat.

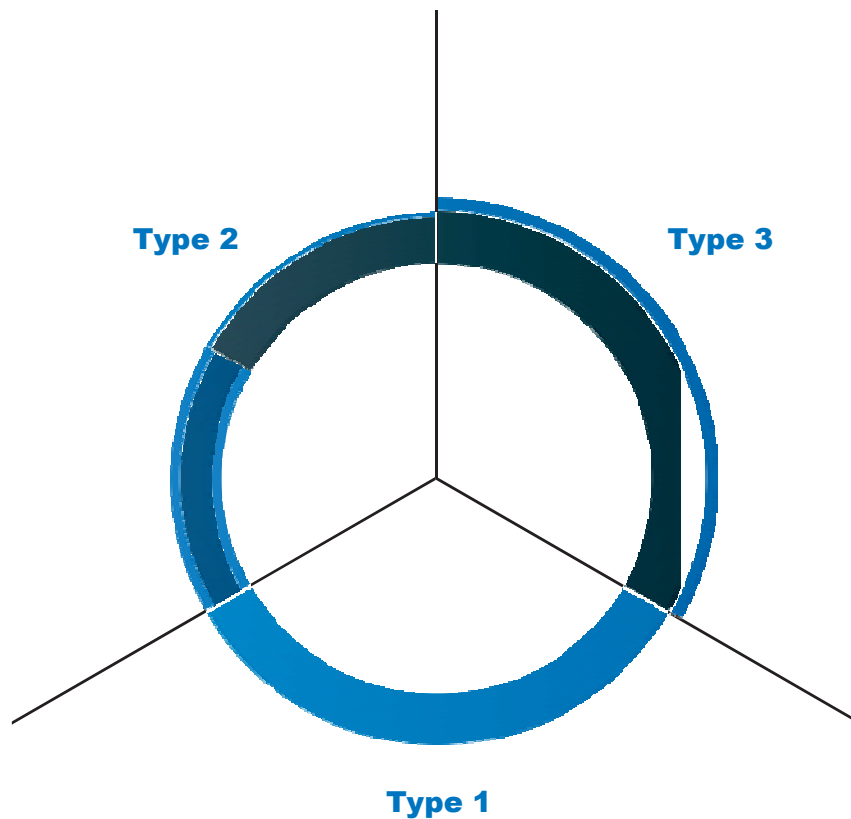
Materiaaleisen en -tests		
– Extra tests conform PAS 1075 –		
Control	Eis	Testprocedure
Langzame vorming van scheuren	> 8760 uur	FNCT, ISO 16770, 80 °C, 4 N/mm ² , 2% Arkopal of correlerende testmethodes
Puntlasttest	8760 h	HESSEL, PA PLP 2.2-2 2004-05 80°C, 4 N/mm ² , 2% Arkopal
Kerfproef	8760 h	Notch Test DIN EN ISO 13479

Buisen en -tests		
– Extra tests conform PAS 1075 –		
Control	Eis	Testprocedure
Langzame vorming van scheuren	> 3300 uur	FNCT, ISO 16770, 80 °C, 4 N/mm ² , 2% Arkopal of correlerende testmethodes
Puntlasttest	8760 h	HESSEL, PA PLP 2.2-2 2004-05 80°C, 4 N/mm ² , 2% Arkopal
Kerfproef	8760 h	Notch Test DIN EN ISO 13479

Tab 1-5

Buisclassificatie conform PAS 1075

Buissystemen uit PE 100-RC worden conform PAS 1075 in drie types geclassificeerd. Hierdoor worden de gebruikers in de gelegenheid gesteld om te differentiëren tussen de buisconstructies.



- **Type 1: Volwandbuizen uit PE 100-RC**
Enkellaagse volwandbuizen uit PE 100-RC conform DIN 8074
- **Type 2: Buizen met geïntegreerde beschermende lagen uit PE 100-RC**
Twee- en drielaagse buizen met geïntegreerde beschermende lagen uit PE 100-RC. De afzonderlijke lagen zijn door middel van coëxtrusie onlosmakelijk met elkaar verbonden.
- **Type 3: Buizen met afmetingen conform DIN 8074 / ISO 4065 uit PE 100-RC met extra uitwendige beschermmantel**
Buizen met afmeting conform DIN 8074 met beschermmantel bestaan uit een kernbuis uit PE 100-RC en een extra beschermmantel.

1.2.6 Beoordeling in het kader van de wetgeving inzake levensmiddelen

Het Duitse ministerie voor gezondheid en welzijn regelt in aanbeveling III „Polyethyleen“ het gebruik van polyethyleen in de zin van § 5 alinea 1 nr. 1 van de wet inzake voeding en consumptiegoederen. Onder consumptiegoederen worden goederen verstaan die bedoeld zijn om bij de productie, bewerking, op de markt brengen of consumeren van levensmiddelen te worden gebruikt en daardoor in contact komen met levensmiddelen en hierop invloed hebben (zie wet inzake voeding en consumptiegoederen § 5 alinea 1).

Voor openbare drinkwatersystemen gelden de „aanbevelingen voor gezondheidsbeoordeling van kunststoffen en andere niet metalen materialen voor drinkwatergebruik“, de zogenaamde KTW-aanbevelingen (kunststof-drinkwater-aanbevelingen) van het gezondheidsministerie in Berlijn.

De regels vereisen in de drinkwatervoorziening het gebruik van materialen die in overeenstemming zijn met de stand der techniek. In DIN 2000 wordt het gebruik van DVGW gecertificeerde materialen waarvan de functionaliteit en hygiënische veiligheid vaststaat, uitdrukkelijk vereist, voor zover deze beschikbaar zijn [DIN 2000, 6.6.3].

Alle door egeplast aangeboden buizen voor drinkwatervoorziening vervullen door hun materiaalsamenstelling de voorwaarden van de KTW-aanbevelingen, zoals deze zijn vastgelegd door signering met goedkeuring van vereniging inzake gas en water DVGW.

De gezondheidsbeoordeling van kunststoffen in de levensmiddelenwetgeving buiten Duitsland is per land verschillende, hoezeer er ook sprake is van vergelijkbare principes.

1.2.7 Gedrag tegenover micro-organismes

In de microbiologische en hygiënische vereisten wordt in DIN 2000, 6.6.1 beschreven dat voor de met water in contact komende installatiecomponenten alleen bouwstoffen en materialen, verfsoorten, afdichtingsmaterialen etc. mogen worden gebruikt die op waterbasis zijn en geen nadelig effect hebben. De KTW-aanbevelingen en het DVGWinformatieblad W 270 moeten in aanmerking worden genomen. Voor zover materialen, producten en installatiecomponenten beschikbaar zijn waarvoor een certificering van de functionaliteit en hygiënische veiligheid bestaat, bijv. krachtens een DVGW goedkeuring, moeten deze worden toegepast [DIN 2000, 6.6.3].

Naar aanleiding van onderzoeken in het botanische instituut van de TH Karlsruhe biedt PE-HD geen voedingsbodem voor bacteriën, schimmels, sporen e.d. Hierdoor is PE-HD resistent tegen alle vormen van microbiële corrosie.

In dit verband moet er ook op worden gewezen, dat sulfaatreducerende bacteriën in de aardbodem geen invloed hebben op PE-HD-buizen, aangezien de bestendigheid tegen zwavelzuren en sulfaten gegarandeerd is.

1.2.8 Gedrag tegenover knaagdieren

Beschadigingen van PE-buizen door knaagdieren zijn niet bekend. Op het gladde buisoppervlak hebben de tanden van knaagdieren onvoldoende houvast om schade te veroorzaken.

1.2.9 Licht- en weerbestendigheid

Bij een langdurige opslag buiten kan polyethyleen, zoals de meeste natuurlijke materialen en kunststoffen, onder invloed van weersinvloeden, met name bij UV straling veroorzaakt door zonlicht in combinatie met zuurstof uit de lucht, worden beschadigd.

PE-buizen van egeplast worden door UV stabilisatoren beschermd tegen dergelijke invloeden. Daarnaast worden er stabilisatoren aan het materiaal toegevoegd die een veroudering door warmte tegengaan.

De instructies en richtlijnen van DVGW m.b.t. de opslag van buizen en buisleidingscomponenten uit temperaturen lichtgevoelige materialen moeten in acht worden genomen.

1.2.10 Stralingsbestendigheid

Buizen uit PE-HD kunnen in principe binnen het bereik van energierijke straling worden gebruikt. Zo doen PE-buizen al meer dan 40 jaar dienst voor de afvoer van radioactief afvalwater uit laboratoria en als koelvloestofleidingen in kernenergie-techniek.

1.2.11 Gedrag bij vlamwerking

Polyethylen wordt als normaal ontvlambaar geclassificeerd (bouwmateriaalklasse B2 conform DIN 4102). Dit is ontvlambaar bij inwerking van vlammen, blijft met een zwak oplichtende vlam ook buiten de ontstekingsbron branden, waarbij druppelvorming optreedt. Hierbij ontstaat de bij koolwaterstoffen gebruikelijke verbrandingsproducten CO, CO₂ en water, maar geen corrosieve of milieu beschadigende resten. Volgens ASTM-D 1929 bedraagt de eigen ontstekingstemperatuur 348 °C en de externe ontstekingstemperatuur 340 °C.

1.2.12 Chemische bestendigheid (conform DIN 8075)

Doorstroomstof	Aandeel 1	Gedrag bij		
		20°C	40°C	60°C
A				
Aardgas ²⁾	TR	●	–	–
Acetaanhydride (azijnzuuranhydride)	TR	●	●	●
Acetaldehyde	TR	●	●	●
Acetofenon ²⁾	TR	●	–	–
Aceton	TR	●	●	●
Acrylnitril ²⁾	TR	●	●	●
Adipinezuur	GL	●	●	●
afvoergassen ²⁾ resp. lucht - gas - mengsels				
- bevat kooldioxide	elk	●	●	●
- bevat koolmonoxide	elk	●	●	●
- bevat nitrose (stikstofoxide)	sporen	●	●	●
- bevat waterstoffluoride	sporen	●	●	●
- bevat zoutzuren	elk	●	●	●
- bevat zwaveldioxide	elk	●	●	●
- bevat zwaveltrioxide (oleum)	sporen	○	○	○
- bevat zwavelzuur (vochtig)	elk	●	●	●
Allylalcohol (2-propeen-1-ol)	TR	●	●	●
Aluin (metaal (I)-metaal (III)-sulfaat)	L	●	●	●
Aluminiumchloride	GL	●	●	●
Aluminiumfluoride	GL	●	●	●
Aluminiumsulfaat	GL	●	●	●
Ammoniak, gasvormig	TR	●	●	●
Ammoniak, vloeibaar	TR	●	●	●
Ammoniakoplossing, waterig (ammoniakwater)	33%	●	●	●
Ammoniumaluminiumsulfaat (ammoniumaluin)	L	●	●	●
Ammoniumcarbonaat ²⁾ und –waterstofcarbonaat	GL	●	●	●
Ammoniumchloride	GL	●	●	●
Ammoniumfluoride	L	●	●	●
Ammoniumfosfaat ²⁾	GL	●	●	●
Ammoniumijzer (III) -sulfaat (ijzeraluin)	L	●	●	●
Ammoniumnitraat	GL	●	●	●
Ammoniumsulfaat	GL	●	●	●
Ammoniumsulfide	L	●	●	●
Amonia (ammoniakwater)	GL	●	●	●
Amylacetaat (isopeentylacetaat)	TR	●	●	●
Amylalcohol (C5-alkanol)	TR	●	●	●
Aniline	TR	●	●	●
Aniliniumchloride ²⁾ (Anilinhydrochloride)	GL	●	●	●
Anisol ²⁾	TR	●	●	○
Anon ²⁾ (cyclohexanon)	TR	●	●	●
Antimoon (III) –chloride, waterig	90%	●	●	●
Antivriesmiddel (KFZ) ²⁾	H	●	●	●
Appelsap ²⁾	H	●	●	●
Appelwijn ²⁾	H	●	●	●
Appelzuur ²⁾	L	●	●	●

Doorstroomstof	Aandeel 1	Gedrag bij		
		20°C	40°C	60°C
Aqua regia (HCl/HNO ₃)	TR	○	○	○
Arseenzuur (arseen (V) -oxide)	GL	●	●	●
Azijn (wijnazijn) ²⁾	H	●	●	●
Azijnzuur (ijsazijn), waterig	min. 96%	●	●	●
Azijnzuur, waterig	10%	●	●	●
Azijnzuuranhydride (acetaanhydride)	TR	●	●	●
Azijnzuurmethylester (methylacetaat) ²⁾	TR	●	●	—

B

Bariumcarbonaat	GL	●	●	●
Bariumchloride	GL	●	●	●
Bariumhydroxide	GL	●	●	●
Bariumsulfaat	GL	●	●	●
Barnsteenzuur ²⁾	GL	●	●	●
Benzaldehyde	TR	●	●	●
Benzeen	TR	●	●	●
Benzine (petroleum en normale benzine, alifatische koolstofhydride)	H	●	●	●
Benzoëzuur	GL	●	●	●
Benzoylchloride ²⁾	TR	●	●	●
Benzylalcohol ²⁾	TR	●	●	●
Bier	H	●	●	●
Biercouleur ²⁾	VL	●	●	●
Bijenwas ²⁾	H	●	●	●
Blauwzuur, waterig	10%	●	●	●
Blauwzuur ²⁾	TR	●	●	●
Bleekwater ²⁾ (natriumhypochloriet-oplossing)	20%	●	●	○
Boorzuur	GL	●	●	●
Borax (dinatrium-tetraboraat)	GL	●	●	●
Botzuur en isoboterzuur	TR	●	●	●
Brandolie ²⁾	H	●	●	●
Broom (broomwater) ²⁾	GL	●	—	—
Broom, gasvormig, droog	TR	○	○	○
Broom, vloeibaar	TR	○	○	○
Broomethaan (methylbromide) ²⁾	TR	○	○	○
Broomwaterstof, gasvormig	TR	●	●	●
Broomwaterstofzuur (waterstofbromide-oplossing), waterig	50%	●	●	●
Butaan, gasvormig	TR	●	●	●
1,3-Butadien, gasvormig ²⁾	TR	●	○	○
Butanol (1-butanol, 2-butanol, tertiair-butanol)	TR	●	●	●
1,2,4-butantriol	TR	●	●	●
2-buteen-1,4-diol ²⁾	TR	●	●	—
2-butin-1,4-diol ²⁾	TR	●	●	—
Buthylfalaat (dibutylfalaat) ²⁾	TR	●	●	●
Butylacetaat (azijszuur-butylester) ²⁾	TR	●	○	○
Butyleenglycol (1,4-butandiol) ²⁾	TR	●	●	●
Butylfenol ²⁾	GL	●	●	●
Butylfenon ²⁾	TR	○	—	—
Butylglycol ²⁾	TR	●	—	—

Doorstroomstof	Aandeel 1	Gedrag bij		
		20°C	40°C	60°C

C

Calciumcarbonaat	GL	●	●	●
Calciumchloraat	GL	●	●	●
Calciumchloride	GL	●	●	●
Calciumhydroxide	GL	●	●	●
Calciumhypochloriet (chloorkalk), waterig	Slurry	●	●	●
Calciumnitraat	GL	●	●	●
Calciumsulfaat	GL	●	●	●
Calciumsulfide	VL	●	●	●
Carbolineum ²⁾	H	●	–	–
Chloor-azijnzuur, waterig ²⁾	85%	●	●	●
Chloor-azijnzuur ²⁾	L	●	●	●
Chloor, gasvormig, droog	TR	●	○	○
Chloor, gasvormig, vochtig ²⁾	0,5%	●	–	○
Chloor, gasvormig, vochtig ²⁾	1%	○	○	○
Chloor, vloeibaar ²⁾	TR	○	○	○
Chloor, waterige oplossing (chloorwater)	GL	●	○	○
Chloorbenzeen ²⁾	TR	●	–	○
Chloorethaan (ethylchloride) ²⁾	TR	●	–	–
2-chloorethaan (ethylenchlorhydrine) ²⁾	TR	●	●	●
Chloorkalk, waterig	Slurry	●	●	●
Chloormethaan (methylchloride), gasvormig	TR	●	○	–
Chloorwater (chloor)	GL	●	–	○
Chloorwaterstof (waterstofchloride, zoutzuur), vochtig gas	TR	●	●	●
Chloorzuur, waterig ²⁾	1%	●	●	●
Chloorzuur, waterig ²⁾	10%	●	●	●
Chloorzwavelzuur (chloorsulfonzuur)	TR	○	○	○
Chloraal (trichloracetaldehyde) ²⁾	TR	●	●	●
Chloraalhydraat ²⁾	TR	●	●	●
Chloramine ²⁾	L	●	–	–
Chloroform	TR	●	●	○
Chroomaluin (aluin) ²⁾		●	●	●
Chroomzuur (chroom (VI)-oxide), waterig	20%	●	●	●
Chroomzuur (chroom (VI)-oxide), waterig	50%	●	●	●
Chroomzuur/zwavelzuur/water ²⁾ (chroomzwavelzuur)	15/35/50%	○	○	○
Citroenzuur	GL	●	●	●
Citroenzuur	GL	●	●	●
Crotonaldehyde ²⁾ ((E)-2-butenal)	TR	●	–	●
Cyaankalium (kaliumcyanide)	L	●	●	●
Cyclohexanol	TR	●	●	●
Cyclohexanon	TR	●	●	●

D

Decaline (decahydronaftaleen)	TR	●	●	●
Dennenaaldolie ²⁾	H	●	●	●
Dextrine	L	●	●	●
1,2-diaminoethaan (ethyleendiamine) ²⁾	TR	●	●	●
Di-ethanolamine ²⁾	TR	●	–	–

Doorstroomstof	Aandeel 1	Gedrag bij		
		20°C	40°C	60°C
Di-ethylether (ethylether)	TR	●	●	–
Di-glycolzuur	GL	●	●	●
Di-iso-octylftalaat ²⁾	TR	●	●	●
Di-isobutylketon ²⁾ (2,6-di-methyl-4-heptanon)	TR	●	–	–
Di-isopropylether ²⁾	TR	●	●	○
Di-n-butylether ²⁾	TR	●	○	○
Di-nonylftalaat ²⁾ (DNP)	TR	●	●	●
Di-octylftalaat	TR	●	●	●
Dibutylftalaat ²⁾ (Ftalzuur, dibutylester)	TR	●	●	●
Dichloorazijnzuur ²⁾	TR	●	●	●
Dichloorazijnzuur, waterig ²⁾	50%	●	●	●
Dichloorazijnzuurmethylester ²⁾	TR	●	●	●
Dichlooretheen ²⁾ (vinylideenchloride en vinylendichloride)	TR	○	–	–
Dieselbrandstof ²⁾	H	●	●	●
Dimethylamine, gasvormig	100%	●	●	●
1,4-dioxan	TR	●	●	●
Drinkwater, chloorhoudend ²⁾	TR	●	●	●
Druivensuiker (glucose)	GL	●	●	●

E

Ethanol (ethylalcohol), waterig	40%	●	●	●
Ethanol (ethylalcohol) ²⁾	TR	●	●	●
Ethanol, gedenatureerd met 20% tolueen ²⁾	96% (vol.)	●	–	–
Ethylacetaat (azijnzuurethylester)	TR	●	●	○
Ethylalcohol ²⁾	H	●	●	●
Ethylbenzeen ²⁾	TR	●	–	–
Ethylchloride, gasvormig (chloorethaan) ²⁾	TR	●	–	–
Ethyleenchloorhydrine (chloorethanol) ²⁾	TR	●	●	●
Ethyleenglycol (1,2-ethandiol)	TR	●	●	●
Ethyleenoxide, gasvormig (oxiraan)	TR	●	–	–

F

Fenol	L	●	●	●
Fluor, gasvormig	TR	○	○	○
Fluorkiezelzuur, waterig	40%	●	●	●
Fluorwaterstofzuur (waterstoffluoride-oplossing), waterig	4%	●	●	●
Fluorwaterstofzuur (waterstoffluoride-oplossing), waterig	60%	●	●	●
Formaldehyde, waterig	40%	●	●	●
Fosfaat, anorganische ²⁾	GL	●	●	●
Fosfor (III) –chloride ²⁾	TR	●	●	●
Fosforoxidechloride ²⁾	TR	●	●	●
Fosforzuur	50%	●	●	●
Fosforzuur	95%	●	●	●
Fosforzuurtrichloride	TR	●	●	●
Fosgeen, gasvormig ²⁾ (carbonylchloride)	TR	●	●	●
Foto-emulsies ²⁾	H	●	●	–
Foto-fixeerbaden	H	●	●	–
Foto-ontwikkelaar	H	●	●	●
Fructose (vruchtensuiker) ²⁾	L	●	●	●

Doorstroomstof	Aandeel 1	Gedrag bij		
		20°C	40°C	60°C
Ftalzuur	GL	●	●	●
Furfurylalcohol	TR	●	●	●

G

Gedistilleerde dranken van elk type ²⁾	H	●	●	●
Gelatine ²⁾	L	●	●	●
Gist	L	●	●	●
Glucose (druivensuiker)	GL	●	●	●
Glycerine (glycerol)	TR	●	●	●
Glycolzuur	L	●	●	●
Grondnotenolie ²⁾	TR	●	●	—

H

Hexaan ²⁾	TR	●	●	●
1,2,6-hexaantriol ²⁾	TR	●	●	●
Hexafluorkieselzuur, waterig	40%	●	●	●
Hydranzinehydraat ²⁾	TR	●	●	●
Hydrochinon	GL	●	●	○

I

IJzer (II) –chloride	GL	●	●	●
IJzer (III) –chloride	GL	●	●	●
IJzer (III) –nitraat	L	●	●	●
IJzer (II) –sulfaat	GL	●	●	●
IJzer (III) –sulfaat	GL	●	●	●
Isoamylalcohol	TR	●	●	●
Isobutanol	TR	●	●	●
Isooctaan ²⁾	TR	●	●	●
Isopropylalcohol (2-propanol) ²⁾	TR	●	●	●

J

Jodiumtinctuur ²⁾	H	●	●	●
------------------------------	---	---	---	---

K

Kalium-hexacyanoferraat (II) en (III)	GL	●	●	●
Kaliumaluminiumsulfaat (kaliumaluin)	L	●	●	●
Kaliumbromaat	GL	●	●	●
Kaliumbromide	GL	●	●	●
Kaliumcarbonaat	GL	●	●	●
Kaliumchloraat	GL	●	●	●
Kaliumchloride	GL	●	●	●
Kaliumchromaat	GL	●	●	●
Kaliumchroom (III) -sulfaat (chroomaluin)	L	●	●	●
Kaliumcyanide	L	●	●	●
Kaliumdichromaat	GL	●	●	●
Kaliumfluoride	GL	●	●	●
Kaliumfosfaat	GL	●	●	●
Kaliumhydroxide	L	●	●	●
Kaliumhypochloriet	L	●	●	●
Kaliumjodide ²⁾	GL	●	●	●

Doorstroomstof	Aandeel 1	Gedrag bij		
		20°C	40°C	60°C
Kaliumnitraat	GL	●	●	●
Kaliumperchloraat	GL	●	●	●
Kaliumpermanganaat, waterig	20%	●	●	●
Kaliumperoxodisulfaat (kaliumpersulfaat)	GL	●	●	●
Kaliumsulfaat	GL	●	●	●
Kaliumsulfide	L	●	●	●
Kaliumwaterstofcarbonaat (kaliumbicarbonaat)	GL	●	●	●
Kaliumwaterstofsulfaat (kaliumbisulfaat)	GL	●	●	●
Kaliumwaterstofsulfide (kaliumbisulfide)	L	●	●	●
Kamferolie ²⁾	TR	○	○	○
Keukenzout (natriumchloride)	GL	●	●	●
Kieselzuur, waterig ²⁾	elk	●	●	●
Koolgas ²⁾	H	●	–	–
Koolstofdioxide, gasvormig	TR	●	●	●
Koolstofmonoxide, gasvormig	TR	●	●	●
Koper (II) –chloride	GL	●	●	●
Koper (II) –nitraat	GL	●	●	●
Koper (II) –sulfaat	GL	●	●	●
Kresol ²⁾ , waterig	90%	●	●	●
Kresol ²⁾ , waterig	meer dan	●	●	●
Kwikzilver	TR	●	●	●
Kwikzilver (II) -chloride	GL	●	●	●
Kwikzilver (II) -cyanide	GL	●	●	●
Kwikzilver (II) -nitraat	L	●	●	●

L

Lanoline (wolvet) ²⁾	H	●	●	●
Lijnolie ²⁾	H	●	●	●
Lood (II) –acetaat	GL	●	●	●
Looizuur (tannine)	L	●	●	●
Lucht ²⁾	TR	●	●	●

M

Machineolie ²⁾	TR	●	●	○
Magnesiumcarbonaat	GL	●	●	●
Magnesiumchloride	GL	●	●	●
Magnesiumhydroxide	GL	●	●	●
Magnesiumnitraat	GL	●	●	●
Maleïnezuur	GL	●	●	●
Maltodextrine ²⁾	L	●	●	●
Melasse	H	●	●	●
Melk	H	●	●	●
Melkzuur	TR	●	●	●
Menthol ²⁾	TR	●	●	●
Menthylbenzoëzuur	GL	●	●	–
Mestzouten ²⁾	GL	●	●	●
Methanol	TR	●	●	●
Methoxybutanol ²⁾	TR	●	●	●
Methylacetaat (Essigsäuremethylester) ²⁾	TR	●	●	–

Doorstroomstof	Aandeel 1	Gedrag bij		
		20°C	40°C	60°C
Methylamine, waterig ²⁾	32%	●	–	–
Methylbromide (broommethaan) ²⁾	TR	●	–	○
Methylchloride (chloormethaan), gasvormig	TR	●	○	○
Methylenchloride (dichloormethaan) ²⁾	TR	●	●	○
Methylethylceton ²⁾	TR	●	●	●
2-methyl-2-butanol (tert amylalcohol)	TR	●	●	●
Mierenzuur	TR	●	●	●
Mineraalwater ²⁾	H	●	●	●
Minerale oliën	H	●	●	●
Motorsmeerolie ²⁾	TR	●	●	○

N

n-heptaan	TR	●	●	○
N,N-di-methylformamide	TR	●	●	●
Nafta ²⁾	H	●	○	○
Natriumacetaat ²⁾	GL	●	●	●
Natriumbenzoaat	GL	●	●	●
Natriumbenzoaat, waterig ²⁾	35%	●	●	●
Natriumboraat-waterstofperoxide ²⁾ (natriumperboraat)	GL	●	●	●
Natriumbromide	GL	●	●	●
Natriumcarbonaat	GL	●	●	●
Natriumchloraat	GL	●	●	●
Natriumchloride (keukenzout)	GL	●	●	●
Natriumchloriet, waterig ²⁾	2 tot 20%	●	●	○
Natriumcyanide	GL	●	●	●
Natriumdichroma ²⁾	GL	●	●	●
Natriumfluoride	GL	●	●	●
Natriumfosfaat	GL	●	●	●
Natriumhexacyanoferaat (II) (natriumferrocyanide)	GL	●	●	●
Natriumhexacyanoferaat (III) (natriumferricyanide)	GL	●	●	●
Natriumhydrogencarbonaat (natriumbicarbonaat)	GL	●	●	●
Natriumhydroxide, waterig	40%	●	●	●
Natriumhydroxide, waterig ²⁾	tot 60%	●	●	●
Natriumhypochloreit (15% werkzame chloor (bleekwater))	L	●	●	●
Natriumnitraat	GL	●	●	●
Natriumnitriet	GL	●	●	●
Natriumsilicaat (waterglas) ²⁾	L	●	●	●
Natriumsulfaat	GL	●	●	●
Natriumsulfide	GL	●	●	●
Natriumtetraboraat (borax)	GL	●	●	●
Natriumthiosulfaat ²⁾	GL	●	●	●
Natriumwaterstofsulfiet (natriumbisulfiet)	L	●	●	●
Nicotinezuur	VL	●	●	–
Nikkel (II) –chloride	GL ²⁾	●	●	●
Nikkel (II) –nitraat	GL	●	●	●
Nikkel (II) –sulfaat	GL	●	●	●
Nitrobenzeen ²⁾	TR	●	●	●
2-Nitrotoluol ²⁾	TR	●	●	○

O

Oleum ($H_2SO_4 + SO_3$) ²⁾	TR	○	○	○
Oliën en vetten, voedings-	H	●	●	●
Oliezuur	TR	●	●	●
Olijfolie ²⁾	TR	●	●	●
Oxaalzuur	GL	●	●	●
Ozon, gasvormig	TR	●	○	○

P

Paraffine-emulsies ²⁾	H	●	●	●
Paraffine-olie ²⁾	TR	●	●	●
1-Pentanol (n-amylalcohol)	TR	●	●	●
2-Pentanol (sec.-n-amylalcohol)	TR	●	●	●
Pepermuntolie ²⁾	TR	●	–	–
Perchloorzuur, waterig	20%	●	●	●
Perchlorethyleen (tetrachloretheen) ²⁾	TR	●	●	○
Petrolether ²⁾	TR	●	●	●
Petroleum ²⁾	TR	●	●	●
Picrinezuur	GL	●	●	–
Propaan, gasvormig ²⁾	TR	●	●	–
1-Propanol ²⁾ (propylalcohol)	TR	●	●	●
Propargylalcohol, waterig ²⁾ (2-propine-1-ol)	7%	●	●	●
Propionzuur	TR	●	●	●
Propionzuur, waterig	50%	●	●	●
Propyleenglycol ²⁾ (propaandiol)	TR	●	●	●
Pyridine	TR	●	●	●

R

Ricinusolie ²⁾	TR	●	●	●
---------------------------	----	---	---	---

S

Salicylzuur	GL	●	●	●
Salpeterzuur, waterig	25%	●	●	●
Salpeterzuur, waterig	50%	●	●	○
Salpeterzuur, waterig	75%	○	○	○
Siliconen emulsie ²⁾	H	●	●	●
Siliconenolie	TR	●	●	●
Soda (natriumcarbonaat) ²⁾	50%	●	●	●
Sodaloog	tot 60%	●	●	●
Sojabonenolie ²⁾	TR	●	●	●
Spindelolie ²⁾	TR	●	●	●
Suikersiroop ²⁾	H	●	●	●
Sulfurylchloride ²⁾ (sulfonylchloride)	TR	○	○	○

T

Tannine (looizuur)	L	●	●	●
Terpentineolie ²⁾	TR	●	●	●
Testbenzine ²⁾	TR	●	●	○
Tetrachlorethaan ²⁾	TR	●	●	○

Doorstroomstof	Aandeel 1	Gedrag bij		
		20°C	40°C	60°C
Tetrachloretheen (perchlooretheen) ²⁾	TR	●	●	–
Tetrachlormethaan (tetrachloorkoolstof)	TR	●	○	○
Tetraethyllood ²⁾	TR	●	–	–
Tetrahydrofuraan ²⁾	TR	●	●	○
Tetrahydronaftaleen (tetraline) ²⁾	TR	●	●	○
Thiofeen ²⁾	TR	●	●	○
Thionylchloride (sulfynylchloride)	TR	○	○	○
Tin (II) –chloride	GL	●	●	●
Tin (IV) –chloride	GL	●	●	●
Tolueen	TR	●	○	○
Transformatorolie (isolatieolie) ²⁾	TR	●	●	●
Trichloorazijnzuur, waterig	50%	●	●	●
Trichlorethyleen (trichloretheen)	TR	○	○	○
Triëthanolamine (2,2',2''-nitrilotriethanol)	L	●	●	●
Trikresylfosfaat (fosforzuurtritolyester) ²⁾	TR	●	●	●
Trioctylfosfaat ²⁾	TR	●	●	●

U

Ureum	L	●	●	●
Urine		●	●	●

V

Vaseline-olie ²⁾	TR	●	●	●
Vetzuren (vanaf C ₄) ²⁾	TR	●	●	●
Vinylacetaat ²⁾	TR	●	●	●
Vinylidenchloride (1,1-dichlorethyleen) ²⁾	TR	○	–	–
Vruchtendranken en vruchtensappen ²⁾	H	●	●	●

W

Wasmiddel ²⁾	VL	●	●	●
Water	TR	●	●	●
Waterstof, gasvormig	TR	●	●	●
Waterstofperoxide, waterig	30%	●	●	●
Waterstofperoxide, waterig	90%	●	●	○
Wijnazijn	H	●	●	●
Wijnen en gedistilleerde dranken	H	●	●	●
Wijnzuur	L	●	●	●

X Y Z

Xyleen	TR	●	○	○
Zeewater ²⁾	H	●	●	●
Zetmeel ²⁾	elk	●	●	●
Zetmeelstroop ²⁾	elk	●	●	●
Zilveracetaat	GL	●	●	●
Zilvercyanide	GL	●	●	●
Zilvernitraat	GL	●	●	●
Zinkcarbonaat	GL	●	●	●
Zinkchloride	GL	●	●	●
Zinkoxide	GL	●	●	●
Zinksulfaat	GL	●	●	●

Doorstroomstof	Aandeel 1	Gedrag bij		
		20°C	40°C	60°C
Zoutzuur, waterig	37%	●	●	●
Zuurstof	TR	●	●	●
Zwavel dioxide, gasvormig	TR	●	●	●
Zwaveligzuur, waterig	30%	●	●	●
Zwavelkoolstof (carbondisulfide)	TR	●	○	○
Zwaveltrioxide	TR	○	○	○
Zwavelwaterstof, gasvormig (diwaterstofsulfide)	TR	●	●	●
Zwavelzuur	98%	● ³⁾	●	○
Zwavelzuur, rokend	H	○	○	○
Zwavelzuur, waterig	80%	●	●	●

1) Voor de samenstelling van de doorstroomstoffen worden de volgende afkortingen gebruikt:

- Als niet achter de vermelding van het percentage „(Vol.)“ wordt aangegeven, betreft het het massapercentage in % (eerder gew.-%)
VL: waterige oplossing, waarvan het massapercentage <10% bedraagt
L: waterige oplossing, waarvan het massapercentage <10% bedraagt
GL: verzadigde (bij 20 °C), waterige oplossing
TR: doorstroomstof is ten minste in technische zin zuiver
H: universele samenstelling
- Volumepercentage in % (eerde vol.-%); dit wordt met „(Vol.)“ aangeduid.
Bij kleinere dan in de tabel genoemde massa- of volumepercentages en temperaturen wordt de chemische bestendigheid van buizen en buiscomponenten over het algemeen niet verminderd.

2) Deze informatie over chemische bestendigheid is niet in ISO/ TR 7474 opgenomen.

3) De chemische bestendigheid is in ISO/TR 7474 één groep gunstiger beoordeeld.

Het gedrag van de buizen en buiscomponenten in vergelijking tot doorstroomstoffen is in de volgende groepen onderverdeeld:

● Bestendig

Het buismateriaal wordt over het algemeen als geschikt beoordeeld

● Voorwaardelijk bestendig

De geschiktheid van het buismateriaal moet voor het betreffende gebruik worden gecontroleerd; eventueel moeten er verdere tests plaatsvinden

○ Niet bestendig

Het buismateriaal wordt over het algemeen als ongeschikt beoordeeld

– Informatie over de chemische bestendigheid zijn niet beschikbaar



1.3 Ontwikkeling van het leidingnetwerk

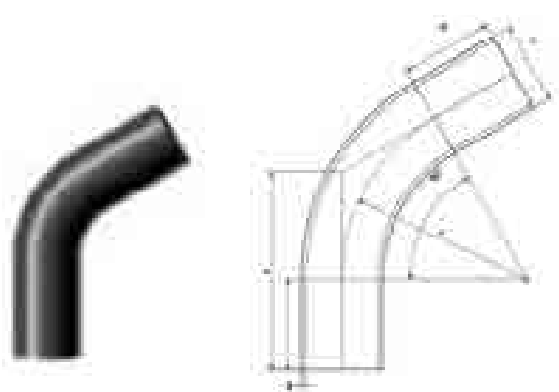
1.3.1 Hulpstukken

Voor de bouw van een leiding zijn, behalve buizen of hulpstukken voor verbindingen, richtingsveranderingen, overgangen naar andere materialen en aftakkingen nodig. Bij de verbindingstechniek van kunststofbuizen wordt in principe onderscheid gemaakt tussen demontabele (bijv. flenzen) en niet demontabele verbindingen (bijv. elektro- en stuiklassen). Bij de keuze van de verbindingstechniek moet worden overwogen of de verbinding al dan niet bestand moet zijn tegen axiale krachten. Hulpstukken zijn in principe in een korte en een lange uitvoering verkrijgbaar. Korte hulpstukken, die voor een deel onvoldoende lange cilindervormige uiteinden voor het inklemmen hebben, moeten met voldoende smalle spanklemmen worden bewerkt. Lange hulpstukken kunnen met standaard stuiklasapparaten en equipment alsmede door middel van elektrolassen worden verwerkt.

1.3.1.1 Op verschillende drukklassen afgestemde hulpstukken

Als op de drukklasse afgestemde hulpstukken komen alle componenten in aanmerking die bestand zijn tegen de volledige binnendruk van de gebruikte buisleiding. Hiertoe behoren bijvoorbeeld:

Naadloze bochtstukken

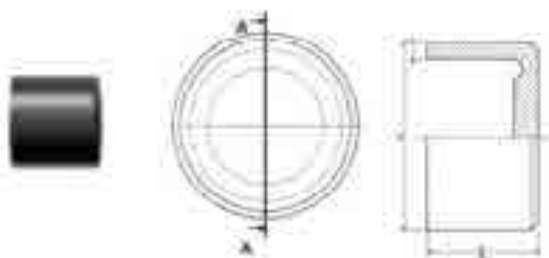


Naadloze bochtstukken worden in navolging van DIN EN 12201 met een tolerantie van $\pm 5^\circ$ vervaardigd. Er moet rekening mee worden gehouden dat bij een langdurige opslag of bij inwerking van warmte het bochtstuk als gevolg van het memoryeffect omhoog kan komen. Om dit effect tegen te gaan wordt bij grote bochtstukken het gebruik van buisfixeringen aanbevolen.

In principe kunnen dimensiegerelateerde standaardradii van $r = 1,5 \times d$ in standaardhoeken van 11° , 22° , 30° , 45° , 60° , 90° geproduceerd worden.

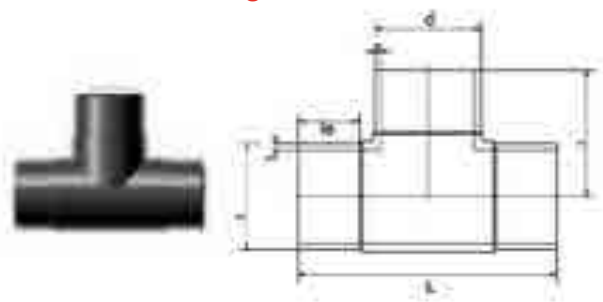
Projectgerelateerd kunnen de graadgetallen en radii individueel aan uw project worden aangepast. Naadloze bochtstukken zijn standaard voor elektrolassen en voor stuiklassen ontwikkeld.

Eindkappen



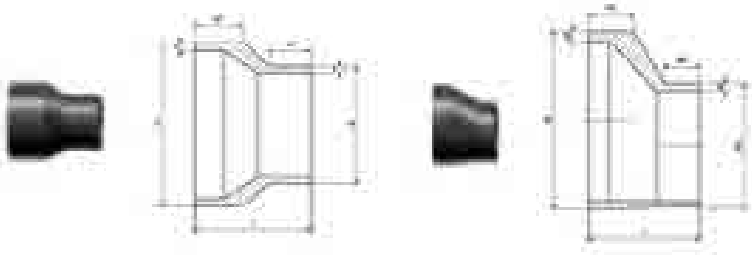
Eindkappen uit PE 100 voor het op de drukklasse afgestemd afsluiten van buisuiteinden.

T-stukken/aftakkingen



Op de drukklasse afgestemde T-stukken en aftakkingen uit PE 100 voor druktoepassingen waarbij segmenthulpstukken met een verzwakkingsbijwaarde ontoereikend zijn.

Reduceerstukken



Reduceerstukken onderscheiden zich in de centrische (concentrische) of excentrische (funderingsgelijke) constructie.

1.3.1.2 Niet op verschillende drukklassen afgestemde hulpstukken

Segmenthulpstukken worden uit voor de toepassing vereiste buis vervaardigd. Standaard zijn deze voor elektrolassen en stuiklassen ontwikkeld.

Uit buissegmenten vervaardigde hulpstukken vallen vanwege de lasnaden in principes niet binnen de drukklassen en moeten daarom met een reductiewaarde (bedrijfsdrukverminderingfactor) in de planning worden meegenomen. Desondanks worden ze dikwijls gebruikt, wanneer de toegestane inwendige drukbestendigheid van het hulpstuk toereikend is voor de bedrijfsdruk in de leiding.

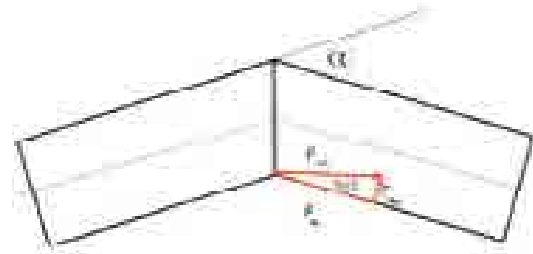
De reductiewaarde bedraagt voor:

Segmentbochtstukken: 0,8

Segment-T-stukken normaal: 0,6

Segment-T-stukken gereduceerd: 0,5

Y-stukken: 0,6



Voorbeeld: Een segmentbochtstuk uit buis, SDR17 (PN10), is op basis hiervan ontwikkeld voor een maximale bedrijfsdruk van 8 bar.

De reductiewaarde houdt rekening met de neiging van een segmentbochtstuk om zich onder inwendige druk weer "recht te drukken". Wanneer men rekening houdt met de optredende krachten bij de voegen aan de binnenzijde van het bochtstuk en de resulterende vormt, blijkt de invloed van de snijhoek $/2$ op de resulterende. Hoe kleiner de snijhoek $/2$, des te geringer is de invloed op de resulterende. $/2 = 0^\circ$ normale stuiklas.

Van een getrokken bochtstuk dat in de drukklasse valt kan men zich een segmentbochtstuk met oneindig veel segmenten voorstellen. Zo kunnen er – bij een voldoende aantal individuele segmenten – segmentbochtstukken worden vervaardigd die in de drukklasse vallen. Juist bij grotere afmetingen is dit een voordelig alternatief voor naadloze bochtstukken.

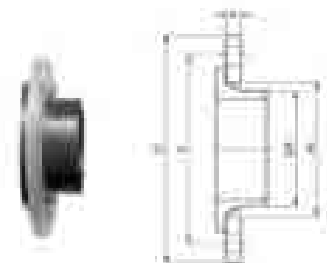
1.3.2 Verbindingstechnieken

In principe wordt onderscheid gemaakt tussen demontabele verbindingen, die met behulp van gereedschappen herhaaldelijk kunnen worden gedemonteerd en weer worden verbonden, alsmede permanente, niet scheidbare verbindingen.

1.3.2.1 Demontabele verbindingen

Alle demontabele verbindingen hebben gemeen dat ze uit een combinatie van verschillende materialen zijn samengesteld. De waarschijnlijk bekendste scheidbare verbinding is de flensverbinding.

De onderverdeling vindt in principe plaats in vaste flens (met stijf flensblad) en losse flens (met een vrij draaibaar flensblad).



Voorlaskraag met losse flens

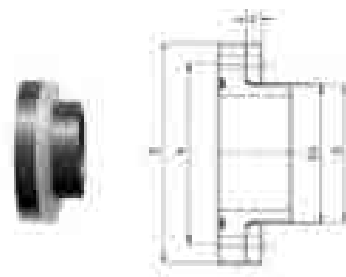
D	Grootste diameter van de flens
k	Steekcirkel
b	Flensdikte
DA	Buitendiameter Buis
di	Binnendiameter flens

Meestal wordt de voorlaskraag met vrij draaibare losflens gebruikt, waarbij de voorlaskraag op de buisleiding wordt gelast. Voorlaskragen zijn er in korte en lange uitvoering.

Flenzen dichten altijd via een afdichting, die tussen de afdichtvlakken van de flens geplaatst of als O-ring-afdichting wordt uitgevoerd. Afdichtingsmaterialen en -vormen zijn in vele uitvoeringen verkrijgbaar. Voor kunststofflenzen is de profielafdichting met staalinzet de stand der techniek. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de keuze van de boutkwaliteit in combinatie met het vereiste aanhaalmoment, om een voor de dichtheid van de flens vereiste vlakaandrukking te realiseren.

Aangezien oorspronkelijk gebruik werd gemaakt van metalen buisleidingen, oriënteren de flensmaten zich aan die van gietijzeren en stalen buizen. De uiteenlopende uitlijningen van de buissystemen – metalen buisleidingen op basis van de binnendiameter, kunststofleidingen op basis van de buitendiameter – kunnen een „onharmonisch“ dimensieverloop binnen het buisnetwerk als gevolg hebben.

Dit zijn speciale, geperforeerde kragen (vaste flenzen) met geplaatste stalen flenzen (RVS, staal met een kunststofcoating of verzinkt), waarvan de nominale breedte DN één niveau minder is in vergelijking tot de losse flenzen en daardoor ook dienen voor buisleidingaansluiting in overeenstemming met nominale breedte. Voorbeeld aan de hand van een 355-leiding:



Speciale flensverbinding

Om dit te voorkomen en te voldoen aan de uiteenlopende eisen, kan gebruik worden gemaakt van speciale flensverbindingen voor PE-buissystemen die binnen de branche algemeen verkrijgbaar zijn.

Losse flensverbinding → Voorlaskraag d 355/Losse flens DN 350 → Armatuur DN 350
Speciale flensverbinding → Speciale flens d 355 DN 300 → Armatuur DN 300

1.3.2.2 Niet demontabele verbindingen

Het lassen van PE-buizen en hulpstukken behoort tot de niet demontabele verbindingen. Het onderling lassen van PE 100/PE 100-RC buizen alsmede met genormaliseerde hulpstukken is op basis van de parameters van DVS-richtlijn 2207, deel 1, uitgave 08/2015 voor PE-HD voor: stuiklassen en elektrolassen mogelijk. Behalve lassen kan ook de insteekmofverbinding (in een geschikte uitvoering) worden gerekend tot de niet demontabele verbindingstechnieken.

Elektrolassen



Afbeelding 1-4



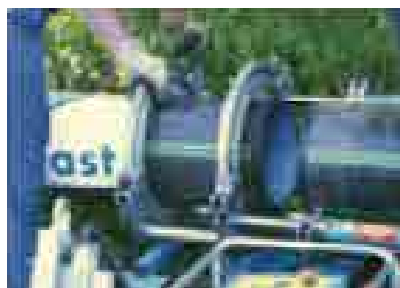
Afbeelding 1-5

De eisen uit DVS-richtlijn 2207 deel 1 en de NTA 8828 voor elektrolassen zijn van toepassing. De rondheid van de buizen moet indien nodig door ronddrukklemmen worden gewaarborgd. Als nog toelaatbare onrondheid binnen het lasbereik geldt 1,5% van de buitendiameter, maximaal echter 3 mm. Bij elektrolassen worden voor het verbinden hulpstukken gebruikt die zijn voorzien van weerstandsdraden. Gedurende een vooraf vastgelegde periode en vooraf bepaalde stroomwaarde worden buis en hulpstuk met elkaar vastgelast. Het hulpstuk is in constructieve zin bepalend voor de lasdruk. De fabrikanten van de hulpstukken bepalen de lasparameters. Bij elektrolassen moet de nominale diameter van de buis bekend zijn. Het lasbereik moet met pluivrij, ongekleurd papier en een PE-reiniger worden schoongemaakt. De insteekdiepte van de fitting wordt op het oppervlak gemarkeerd, de uiteinden worden ontbraamd en het oppervlak van de buis bij de laszone wordt afwerkt. Na reiniging van de fitting wordt de insteekdiepte ter controle op de buis worden overgebracht, zonder dat er contact wordt gemaakt met het vetvrije oppervlak. Het hulpstuk wordt geplaatst, met de contactpunten van het lasapparaat verbonden en vastgelast. Door de las te voorzien van datum en einde van de afkoeltijd worden misverstanden voorkomen.

Stuiklassen



Afbeelding 1-6



Afbeelding 1-7

Het Institut für Kunststoff-verarbeitung in Industrie und Hand-werk an der Rhein.-Westf.-Technischen Hochschule Aachen e.V. biedt checklists aan voor stuiklassen conform de DVS 2207, deel 1 en NEN 7200.

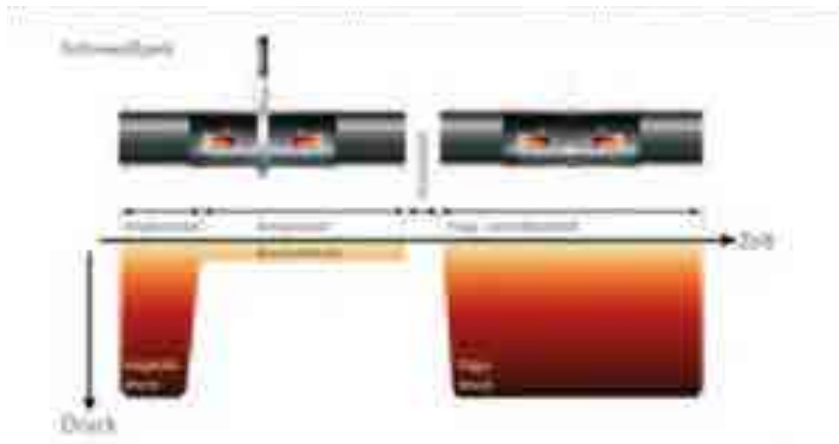
De maximaal toegestane verschuiving ten opzichte van te lassen buisleidingen conform DVS 2207, deel 1 bedraagt minder dan 10% van de wanddikte. Indien nodig moet de rondheid van de buizen door middel van ronddrukklemmen worden gewaarborgd. Als nog toegestane onrondheid geldt 1,5% van de buitendiameter, maximaal echter 3 mm. Informatie over de maximaal toegestane spleetbreedten conform DVS 2207-1 vindt u in tabel 1-7

$OD \leq 355 \text{ mm}$	spleetbreedte $\leq 0,5 \text{ mm}$
$400 \text{ mm} \leq OD < 630 \text{ mm}$	spleetbreedte $\leq 1,0 \text{ mm}$
$630 \text{ mm} \leq OD < 800 \text{ mm}$	spleetbreedte $\leq 1,3 \text{ mm}$
$800 \text{ mm} \leq OD \leq 1000 \text{ mm}$	spleetbreedte $\leq 1,5 \text{ mm}$
$OD > 1000 \text{ mm}$	spleetbreedte $\leq 2,0 \text{ mm}$

Tabel 1-7: Maximaal toegestane spleetbreedten volgens DVS 2207, deel 1



Afbeelding 1-8 Principe van stuiklassen



De buisleidingen worden naar het verwarmingselement (aanbevolen temperatuur $220 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$) gevoerd en onder druk ($0,15 \text{ N}$) verwarmd, totdat er een rondom lopende ril is gevormd (zie tab. 1-8). Vervolgens volgt nagenoeg drukloos een verwarming tot aan lasbaarheid van de buizen. De verwarmingstijd in seconden voldoet aan DVS 2207 deel 1 10-voudig van de wanddikte van de buizen. Na afloop van de opwarmtijd wordt het verwarmingselement verwijderd en worden de buizen onder druk (eveneens $0,15 \text{ N}$) aangesloten. De omzettingstijd moet zo kort mogelijk worden gehouden. De buizen moeten spanningsvrij onder aansluitdruk afkoelen. Hierbij wordt de afkoeltijd bepaald door de omgevingstemperatuur.

Richtwaarden voor stuiklassen van buizen en buisleidingdelen uit PE bij een matige luchtcirculatie

Nominale wanddikte s	Compenseren stuikhoogte bij verwarmings-element na afloop van compensatietijd (compenseren onder 0,15 N/mm ² +/- 0,01)	Verwarmen verwarmingstijd = 10 x nominale wanddikte (verwarmen p ≤ 0,01 N/mm ²)	Omzetten maximumtijd	Aansluiten	Afkoeltijd onder aansluitdruk p = 0,15 ± 0,01 N/mm ²
	Minimumwaarden			Opbouwdruk aansluitdruk s	Minimumwaarden
mm	mm	seconden	seconden	seconden	minuten
tot 4,5	0,5	tot 45	5	5	Zie tabel 1-9
4,5...7	1,0	45...70	5...6	5...6	
7...12	1,5	70...120	6...8	6...8	
12...19	2,0	120...190	8...10	8...11	
19...26	2,5	190...260	10...12	11...14	
26...37	3,0	260...370	12...16	14...19	
37...50	3,5	370...500	16...20	19...25	
50...70	4,0	500...700	20...25	25...35	
70...90	4,5	700...900	25...30	35	
90...110	5,0	900...1100	30...35	35	
110...130	5,5	1100...1300	max. 35	35	

Tabel 1-8: Bron: DVS 2207, deel 1

Afkoeltijden van buizen en buisleidingsdelen uit PE afhankelijk van de omgevingstemperatuur

Nominale wanddikte s (mm)	Afkoeltijd (minimumwaarden) bij aansluitdruk p = 0,15 ± 0,01 N/mm ² Afhankelijk van de omgevingstemperatuur [min]		
	tot 15 °C	15 °C ... 25 °C	25 °C ... 40 °C
tot 4,5	4,0	5,0	6,5
4,5...7	4,0 ... 6,0	5,0...7,5	6,5...9,5
7...12	6,0 ... 9,5	7,5...12	9,5...15,5
12...19	9,5 ... 14	12...18	15,5...24
19...26	14 ... 19	18...24	24 ...32
26...37	19 ... 27	24...34	32...45
37...50	27 ... 36	34...46	45...61
50...70	36 ... 50	46...64	61...85
70...90	50 ... 64	64...82	85...109
90...110	64 ... 78	82...100	109...133
110...130	78 ... 92	100...118	133...157

Tabel 1-9: Bron: DVS 2207, deel 1

Tussenwaarden moeten correct worden geïnterpoleerd!

$$\text{Afkoeltijd}_{\text{geïnterpoleerd}} = \text{Afkoeltijd}_{\text{klein}} = \left(\frac{s_{\text{werkelijk}} - s_{\text{klein}}}{s_{\text{groot}} - s_{\text{klein}}} \right) \cdot (\text{Afkoeltijd}_{\text{groot}} - \text{Afkoeltijd}_{\text{klein}}) \text{ [in minuten]}$$

waarbij:

$s_{\text{werkelijk}}$ = wanddikte van de te lassen buisleiding

s_{klein} = kleinere nominale wanddikte volgens tabel 1-9

s_{groot} = grotere nominale wanddikte volgens tabel 1-9

$\text{Afkoeltijd}_{\text{klein}}$ = afkoeltijd van de kleine nominale wanddikte, conform tabel 1-9

$\text{Afkoeltijd}_{\text{groot}}$ = afkoeltijd van de grote nominale wanddikte, conform tabel 1-9

Voorbeeld:

PE 100-buis, OD 160 mm SDR11, wanddikte s=14,6 mm, omgevingstemperatuur 15°C. Volgens tabel 1-9 bedraagt de afkoeltijd voor 12 mm wanddikte 12 minuten, voor 19 mm op basis van 18 minuten (minimumwaarden)

$$\text{Afkoeltijd}_{\text{geïnterpoleerd}} = 12 \text{ min} + \left(\frac{14,6 \text{ mm} - 12 \text{ mm}}{19 \text{ mm} - 12 \text{ mm}} \right) \cdot (18 \text{ min} - 12 \text{ min}) \approx 15 \text{ min}$$

Insteekmofverbinding

De insteekmofverbinding kan bij een overeenkomstige uitvoering tot de niet scheidbare verbindingstechnieken worden gerekend.



De insteekmof is een beproefde buisverbindingstechniek, die dankzij de eenvoudige montage al tientallen jaren wordt toegepast in de drinkwatervoorziening. Deze vormt een praktisch alternatief voor het lassen en biedt, in het bijzonder bij kleine deelsecties, vele voordelen.

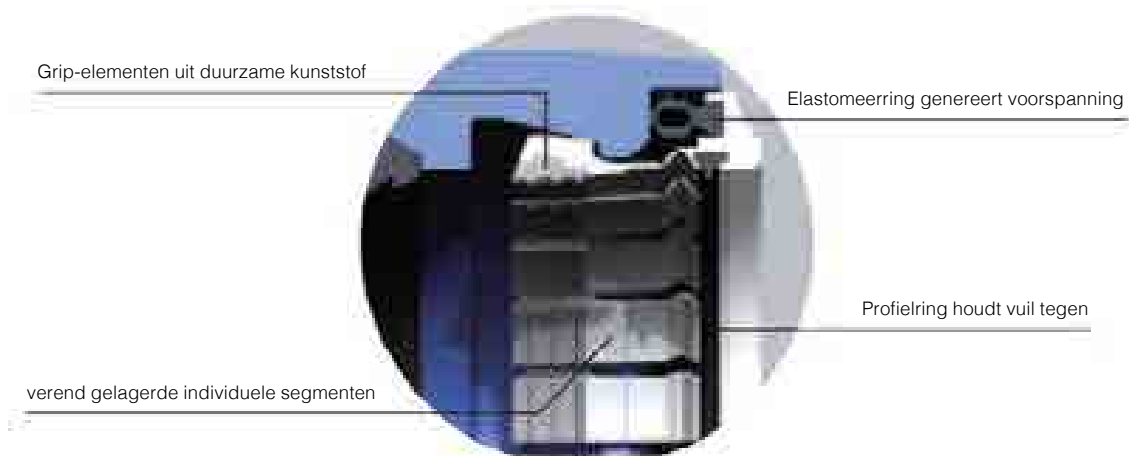
Korte aanleg- en verwerkingstijden dankzij een eenvoudige en snelle montage en geringe voorbereidingstijden, weersonafhankelijke verwerking en het wegvallen van lassen- en lasequipment – zonder dat dit ten koste gaat van de gebruikelijke flexibiliteit, een permanente dichtheid en drukbestendigheid. Een optimale oplossing ook voor relatief kleine bedrijven, die niet over eigen PE-lassers beschikken.



Afbeelding 1-10

Voorbeeld van een niet demontabele verbindingstechniek die bestand is tegen axiale krachten door middel van insteekmoffen:

- In de koppeling geïntegreerde grip-elementen uit duurzame kunststof garanderen een hoge rekveiligheid en bestendigheid tegen axiale krachten
- Verend gelagerde individuele segmenten voorkomen beschadigingen tijdens het in elkaar steken en passen zich flexibel aan het buitenoppervlak van de buis aan
- Een geplaatste elastomeerring zorgt voor voorspanning reeds bij de aanleg
- Een vuilwerende profielring houdt vuil uit de buurt van het verbindingspunt



1.3.3 Materiaalovergangen

Overgangen naar andere buismaterialen kunnen in demontabele uitvoering worden gerealiseerd.

1.3.3.1 Demontabele materiaalovergangen

Tot de meest gebruikelijke uitvoeringen wordt de demontabele flensverbindingen gerekend. Deze maakt dankzij de genormaliseerde flensmaten (DIN EN 1092-1) een materiaalovergang mogelijk. Er dient rekening te worden gehouden met de juiste nominale breedte en op het drukniveau aan weerszijden van de verbinding. Een ander scheidbare materiaalovergang vormt de groep insteekmoffen die zowel in trekvraste als in niet trekvraste uitvoering leverbaar is.

1.3.3.2 Niet demontabele materiaalovergangen

Niet demontabele materiaalovergangen zijn bijvoorbeeld overgangsbuisverbindingen, die fabrieksmatig reeds uit de beide te verbinden materialen vervaardigd (bijv. staal op PE-HD) en op bouwlocatie slechts in de leiding gelast hoeven te worden. Niet scheidbare materiaalovergangen op basis van persverbinders blijven beter op hun plaats zitten en bieden een betere intrek in de buisleidingbouw bij kleinere afmetingen. Hierbij wordt meestal een metalen materiaal samen met de buis in axiale richting op een steunelement geperst. Het steunelement is met een metalen buis uitgerust, die genormaliseerd is en overeenkomstig op de metalen buis kan worden gelast. Oplossingen met schroefdraad zijn eveneens beschikbaar.

1.3.4 Reparatiemogelijkheden

Beschadigde buisleidingen kunnen op verschillende manieren worden gerepareerd.

Onder een beschadiging wordt conform de DVGW-normen een groefdiepte van meer dan 10% van de buiswanddikte verstaan. Terwijl bij kleine diameters het verwijderen en vervangen van de betreffende deelgebieden economisch zinvol is, zijn voor grote afmetingen (OD 560 mm tot OD 1200 mm) bijv. oplosbare reparatiezadels geschikt. Ook voor relatief kleine diameters zijn deze en vergelijkbaar; deze bieden zelfs de mogelijkheid van reparatie bij wegstromende media.



Afbeelding 1-11

Aangezien een lasverbinding altijd een droog materiaaloppervlak vereist, wat op de bouwplaats niet altijd realiseerbaar is, zijn er eveneens mechanische verbindingen voor reparatiedoeleinden leverbaar. Wanneer buisleidingen moeten worden gerepareerd die meerdere jaren in bedrijf waren, verdienen deze verbindingselementen aanbeveling, aangezien de buisleiding een vergrote buitendiameter kan hebben. Dit is het gevolg van de rek door de inwendige druk en vormt geen nadeel in het gebruik, doordat de rek reeds bij de ontwikkeling van de buisleiding in aanmerking is genomen. Wanneer er geen materiaal moet worden vervangen, is het gebruik van kunststof insteekmoffen als reparatiekoppeling geschikt. Deze zijn zowel in trekvraste als in niet trekvraste uitvoering leverbaar.



2 Planning van PE-buisleidingsystemen

2.1 Algemeen

Maatgevend voor planning en bouw van waterleidingen zijn de DVGW-voorschriften W400 „Technische regels voor waterdepots (TRWW), deel 1: Planning en deel 2: Bouw en controle“. Als er voor drukbuisleidingen van aangrenzende delen, zoals aangevoerd, gebruikt en afvalwater, geen specifieke technische regels bestaan, worden deze voorschriften voor zover van toepassing en rekening houdend met de specifieke eisen ook voor deze gebieden toegepast. Voor de planning en bouw van gasleidingen uit polyethyleen geldt o.a. het DVGW-werkblad G 472 "Gasleidingen tot 10 bar bedrijfsdruk uit polyethyleen – Bouw". Voor uitvoering van de buissleuf gelden o.a. DIN-norm 4124: „Bouwputten en greppels, glooiingen, werkruimtebreedten, sleufbekistingen“ alsmede de uitvoeringen van DIN EN 805 „Watervoorziening - Eisen aan distributiesystemen buitenshuis, in de Duitse versie EN 805: 2000“. Aanwijzingen bevatten daarnaast de richtlijnen KRV A 135/99-15, A 435/96-10 en A 735/94-12. Voor beoordeling van het vulmateriaal zijn o.a. DIN 18196 „Grondwerk en funderingen; Bodemclassificatie voor bouwtechnische doeleinden en methoden voor het herkennen van bodemgroepen“ alsmede DIN EN ISO 14688 „Identificatie en classificatie van grond“ maatgevend. De genoemde normen willen niet volledig zijn. Alle leidingonderdelen moeten op een zodanige diepte worden gelegd, dat ze niet kunnen bevriezen. De minimum dekkingen bedragen voor gasleidingen 0,6 tot 1,0 m, waarbij voor stukken tot ca. 2,0 m lang zonder bijzondere belasting (voortuinen, trottoirs) de overlapping tot 0,5 m mag worden verminderd. Drinkwaterleidingen moeten op een diepte van 1,0 tot 1,8 m (afhankelijk van de klimaat- en bodemomstandigheden) worden gelegd, zodat ze niet kunnen bevriezen. De sleuffundering moet zo worden uitgevoerd, dat de buisleiding overal gelijkmatig ligt. Bij een rotsachtige of stenen ondergrond moet de sleuffundering dieper worden uitgegraven en worden vervangen door een geschikt bodemmateriaal. De korrelgrootte mag evenmin beschadigingen aan de buis veroorzaken. Op deeltracés moet het drainage-effect van de buissleuf door middel van geschikte maatregelen worden tegengegaan, aangezien anders de buisbedding kan worden weggespoeld en de buis wordt geërodeerd. Verder moet de buisleiding worden beschermd tegen wegglijden. Wisselende bodemlagen en uiteenlopende belastingscapaciteiten komen we bijv. tegen bij een dikkere zandbedding. De bedding moet zodanig worden uitgevoerd dat voorkomen wordt dat fijne deeltjes wegspoelen.

2.2 Tracéplanning

De huidige distributieleidingen zijn, nagenoeg overal beschikbaar. Om die reden worden innovatie en renovatie, in het bijzonder door alternatieve, gesloten aanlegmethodes, steeds belangrijker dan nieuwbouw.

Ook de DVGW raadt in richtlijn W 400-1 het testen van de doelmatigheid van sleufloze technieken aan:

„Bij vernieuwing van leidingen moet de doelmatigheid van toepassen van sleufloze renovatie- resp. nieuw aanlegmethode worden gecontroleerd: deze kunnen zorgen voor een wezenlijke afname van de begeleiding van het bouwproject en aanzienlijke kostenbesparingen, alsmede milieurelevante voordelen opleveren [zie ook DVGW GW 320 (A), DVGW GW 321 (A) en DVGW GW 323 (M)].“ Gelet op de gesloten constructie is het niet mogelijk om de aangelegde, nieuwe leiding te onderwerpen aan een kwaliteitscontrole, aangezien deze door een black-box wordt getrokken, wat het risico van schade als gevolg van beschadigingen aan de buisintrek verhoogt. Bovendien moet de nieuwe leiding tijdens bedrijf zonder beschermende buisbedding kunnen worden gebruikt, wat extra risico's en puntbelastingen met zich meebrengt.

Sleufloze methodes stellen hierdoor hogere eisen aan de gebruikte buissystemen. Daarom moet technisch gewaarborgd worden, dat het buissysteem bij gebruik van sleufloze of sleufarme aanlegmethodes dezelfde gebruiksduur bereikt als bij een open installatie in het zandbed.

Afb. 2-1: Black-box als kenmerk van sleufloze/gesloten constructies



2.2.1 Aanlegmethode



Afb. 2-2 Standaardbuizen worden in een zandbed gelegd.



Afb. 2-3: Wanneer er geen zandbed wordt gebruikt, wordt het gebruik van buisleidingen met geïntegreerde beschermlagen aanbevolen.

2.2.1.1 Open installatie

Open installatie met zandbed

Bij open installatie met zandbedding wordt de buisleidingszone exact gedefinieerd en wordt de buis in een beschermend zandbed gelegd.

Vervolgens moeten de oppervlakken worden hersteld.

Met betrekking tot de uitvoering moeten de voorschriften van onder andere de Duitse norm DIN 4124 "bouwputten en werkkuilen" in acht worden genomen.

Deze norm legt nauwkeurig vast hoe breed de werkruimten moeten zijn en hoe de wanden moeten worden gebouwd. De buis moet vrij zijn van groeven en krassen, de grond rondom de buis wordt daarbij zodanig geprepareerd dat de drukdragende buis wordt beschermd tegen invloeden van buitenaf. Volgens de norm DIN EN 805 en DVGW-richtlijn W 400-2 moet de buis in zand of kiezelzand worden ingebed.

DVGW-informatieblad W 400-2 staat hiervoor een korrelgrootte van max.

22 mm bij rond materiaal en max. 11 mm bij gemalen gesteente-split toe.

Punt- en lijnvormige belastingen van de buisleidingen worden zo constructief uitgesloten.

Open installatie zonder zandbed

Bij een open installatie zonder zandbed wordt de buis rechtstreeks in de buissleuf gelegd. Vervolgens moeten de oppervlakken worden hersteld.

Stijgende kosten dwingen veel exploitanten ertoe om na te gaan of een kostbare zandbedding van de nieuwe leiding wel noodzakelijk is. Als de bodemafraving kan worden afgedicht, kan deze opnieuw worden gebruikt voor het opvullen – in plaats van het zand. Voorwaarde voor een dergelijke aanleg is een buissysteem dat bestand is tegen de hierbij optredende, verhoogde belastingen. Door geen gebruik te maken van een zandbedding kunnen stenen gedurende een langere periode mogelijk punt- of lijnlast op de buitenwand van de buis veroorzaken – naast de bedrijfslasten zoals inwendige druk, bodem- en verkeersbelasting.

Als er geen beschermende zandbedding wordt aangelegd, moet

het uitgekozen buizensysteem bestand zijn tegen de typische

oppervlaktebeschadigingen door krassen en in het bijzonder door puntlasten, zodat de beschadigingen niet tot breuken kunnen leiden.

Een wezenlijk voordeel van deze installatiewijze zit hem in de lagere kosten, doordat er geen bodem van de leidingzone meer hoeft te worden vervangen.

Ploegmethode

Bij deze methode wordt de nieuwe buis ononderbroken ingeploegd en wordt de buissleuf vervolgens meteen weer gesloten. De invloed van de ploeg op de bodem is relatief gering. Een grondwaterverlaging is bij deze aanlegmethode niet nodig. Daarom is deze aanleg-methode, ook dankzij de minimale schade aan de vloer, zeer milieuvriendelijk. De methode kan worden toegepast tot bodemklasse 5 in onbebouwde gebieden. Per bodemklasse kunnen aanlegdiepten tot 2 meter worden gerealiseerd.



Afb. 2-4: Bij installatie met de ploeg wordt het gebruik van buisleidingen met geïntegreerde beschermlagen aangeraden.

De installatie volgens de ploegmethode is met een tot 5.000 meter geplaatste buisleiding per werkdag de meest economische vorm van het nieuw plaatsen van de buisleiding. De aanlegunit bestaat uit de aanlegploeg met ploegzwaard en installatiebak en een op een vrachtwagen of rupsvoertuig geïnstalleerde lier. De aanlegunit wordt door de lier in de richting van dit voertuig getrokken. Zodra de ploeg het voertuig bereikt, wordt de lier naar het volgende tracéput in stelling gebracht en wordt de methode herhaald. In de startsleuf wordt het ploegzwaard op de gewenste installatiediepte neergelaten. Afhankelijk van de buisdiameter, er is een installatie tot OD 225 mm mogelijk, kunnen we meerdere buisleidingen gelijktijdig worden ingeploegd. In de

nagevoerde installatiebakken worden de buisleidingen van bovenaf in de bodem geleid. De buis wordt, vergelijkbaar met open installatie, in de bodem gelegd. De bodem sluit weer achter het ploegzwaard als gevolg van het lege gewicht; de methode kan echter door gebruik van een machine worden versneld.

Voorwaarde voor een dergelijke installatie is een buissysteem dat bestand is tegen de hierbij optredende, verhoogde belastingen. Afhankelijk van de bodemcondities is het mogelijk dat de nieuw aangelegde buisleiding op het oppervlak bekrast wordt (max. 10% van de wanddikte is hierbij toegestaan). Bovendien kunnen stenen gedurende een langere periode punt- of lijnlast op de buitenwand van de buis veroorzaken – naast de bedrijfslasten zoals inwendige druk, bodem- en verkeersbelasting. Puntlasten als gevolg van bijv. stenen in de bodem, kunnen de buisleiding beschadigen. Om de gewenste minimale gebruiksduur ook werkelijk te bereiken, moeten buisleidingen worden gebruikt die zijn vervaardigd uit een materiaal met een beproefde spanningsbestendigheid.

Een variant van de ploegmethode, in het bijzonder voor buismaterialen, waarvan de toegestane buisradii te groot zijn voor een normale ploeg, betreft de raketploegmethode. Het verloop van deze methode is identiek, maar het inbrengen van de buisleiding vindt plaats in lengterichting. Dit betekent dat de buisstreng samen met het ploegzwaard over de volledige installatielengte wordt getrokken. Als gevolg van de merkbaar hogere mechanische belastingen moeten de buisleidingen zijn uitgerust met een extra, uitwendige buisbescherming. Let hierbij op dat de toegestane trekkrachten van de buisleiding en de verbinding niet worden overschreden. De lengte van de buisstreng wordt begrensd door de trekkrachten.

Freemethode

Speciale apparaten frezen een smalle buissleuf waarin tegelijkertijd de flexibele buis wordt gelegd. De uitgegraven grond wordt gebruikt als opvulmateriaal. Afhankelijk van de bodemcondities is het mogelijk dat de nieuw aangelegde buisleiding op het oppervlak bekrast wordt (max. 10% van de wanddikte is hierbij toegestaan). Bovendien kunnen stenen gedurende een langere periode leiden tot punt- of lijnlast aan de buitenwand van de buis – naast de bedrijfslasten zoals inwendige druk, bodem- en verkeersbelasting – en zo schade veroorzaken. Een motor aangedreven frees opent een smalle sleuf met een breedte van maximaal 60 cm en een diepte van maximaal 2,5 m. In deze sleuf wordt de buis ingebracht waarbij de buissleuf bijna gelijktijdig wordt opgevuld,

Afb. 2-5: Bij de freemethode wordt de afgegraven bodem als opvulmateriaal gebruikt; daarom wordt het gebruik van buissystemen met geïntegreerde beschermlagen aanbevolen.



in principe met het afgegraven materiaal. In tegenstelling tot de ploegmethode kunnen op basis van deze methode ook moeilijke bodems tot bodemklasse 7 worden bewerkt. De installatiecapaciteit is in hoge mate afhankelijk van de aanwezige bodemklasse, is echter geringer dan bij installatie op basis van de ploegmethode. Aangezien bij deze methode in de regel geen installatie van de buisleiding in een zandbed volgens de regels van de techniek plaatsvindt, moeten er buisleidingen met een materiaal met een beproefd hoge spanningsbestendigheid worden gebruikt.

2.2.1.2 Sleufloze installatie

Het voordeel van een sleufloze installatie betreft een zuiniger gebruik van middelen, de kostenefficiëntie en de snellere afhandeling van de bouwmaatregelen in vergelijking tot open installatiemethodes. Het nadeel betreft de hogere belasting van de gebruikte buizen. Tot de in bijzondere mate het buismateriaal belastende installatiemethodes behoren o.a. het horizontale spoelboren, berstlining en relining. Bij al deze installatiemethodes kan de toestand van de mediumbuis tijdens en na de installatie niet worden gecontroleerd. Het risico bestaat dat er stenen, rotsachtige bodems of scherven van oude buizen de geïnstalleerde buis beschadigen. Om dit risico uit te sluiten wordt het gebruik van buizen met een extra, uitwendige beschermmantel aanbevolen. In de technische regels van de DVGW wordt aan deze aanbeveling voldaan: In DVGW-werkblad GW 321-1 „Aanstuurbare horizontale spoelboormethodes voor gas- en waterbuisleidingen – eisen, kwaliteitsgarantie en controle“ wordt het volgende gesteld: „In de praktijk is als uitwendige buisbescherming bijv. een polyolefinmantel effectief gebleken. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de kernbuis na het intrekken groefvrij is“. Het informatieblad GW 323 „Sleufloze vervanging van gas- en waterleidingen op basis van berstlining; eisen, kwaliteitsgarantie en controle“ beveelt eveneens een extra beschermmantel voor buizen uit PE-HD. De beschermmantel vangt alle krassen en groeven op, die zowel tijdens transport als bij installatie van de buizen kunnen ontstaan. Achteraf aangebrachte huisaansluitingen, armaturen, zadels, etc. kunnen na verwijdering van de mantellaag op de onbeschadigde buiswand worden gelast. Een lasmethode die niet conform de regels is op bekraste buisoppervlakken wordt uitgesloten.

Bodemverdringing/grondraket

Door middel van een grondraket worden huisaansluitleidingen meestal over een lengte van enkele meters door de grond 'geschoten'. De omgevende bodem kan de nieuwe buis ontoelaatbaar diep bekrassen. Er is een maximale groefdiepte van 10% in de buiswand toegestaan. Omliggende stenen veroorzaken hierbij puntbelasting. De installatiemethode waarbij bodemverdringing met een grondraket plaatsvindt, wordt meestal voor huisaansluitingen gebruikt. Een pneumatisch aangedreven hamer veroorzaakt een holle ruimte, waarin de nieuwe buisleiding wordt ingebed. Hiervoor moet de bodem voldoende kunnen worden verdrongen. In losse en zachte bodem is een statische ondersteuning van de grondraket noodzakelijk, aangezien er onvoldoende wrijving met de bodem voor een eigen voorwaartse beweging wordt opgebouwd. De uitvoering van het kanaal voor de voorwaartse beweging is daarom in steenachtige bodems voor zijdelingse verdringing van de stenen nauwkeuriger, het zijdelings losbreken van de grondraket vindt in geringe mate plaats. De peiling van het doel vindt plaats in de startsleuf. Op basis van deze methode kunnen er buisleidingen tot dia. 200 mm worden geïnstalleerd.

Afb. 2-6: Bij installatie met een grondraket kan de „ingesloten“ leiding worden beschadigd. Daarom is het gebruik van buisleidingen met extra beschermlagen vereist.



Relining

Relining is geschikt voor herstel van defecte buisleidingen. Afhankelijk van de toestand van de oude buis komen er krassen en kerven in de nieuwe buis. Met name stalen buizen die met een V-naad aan elkaar zijn gelast, lopen een groot risico op dergelijke beschadigingen.

Relining behoort tot de sleufloze renovatiemethodes.

De functionaliteit van de aanwezige leidingen wordt volledig of gedeeltelijk rekening houdend met de oorspronkelijke substantie en gebruikmakend van het bestaande leidingtracé hersteld. Er worden industrieel

geprefabriceerde en geteste kunststofbuizen gebruikt, die met of zonder ringvormige ruimte in de oude buis worden getrokken resp. worden geschoven. Bij buisrelining wordt de complete buislengte buiten de intreksleuf gelegd; bij lange buisrelining worden de buizen tijdens het intrekken in de intreksleuf onderling verbonden.



Afb. 2-7: Bij relining kan de nieuwe leiding worden beschadigd. Daarom is het gebruik van buisleidingen met extra beschermlagen vereist

Afhankelijk van de toestand van de oude buis moet de nieuwe buis behalve de afdichtingsfunctie ook statische taken overnemen. Relining gaat gepaard met een vermindering van de diameter die omwille van capaciteitsaanpassingen, bijv. door wegtrekkende industrie, bedrijven en bevolking eveneens wenselijk is. De nieuwe kunststofbuizen hebben stromingstechnisch relatief geringe weerstandswaarden. De praktijk laat zien dat deze ondanks een verminderde diameter dikwijls zorgen voor een verhoging van de capaciteit in vergelijking tot oude buizen die moeten worden gesaneerd.

Relining met ringvormige ruimte

De ringvormige ruimte tussen oude leiding en PE-buisleiding wordt na afloop van het bouwproject geïsoleerd. Geleidingen en afstandshouders fixeren en beveiligen de buisleiding in de gewenste positie. Een balastverzwaring met water werkt ondersteunend. Bij isolatie moet rekening worden gehouden met de bestendigheid van de buisleiding tegen instortdruk, om een diametervervorming te voorkomen. Een drainage-effect als gevolg van toevoer van grondwater wordt door isolatie voorkomen. Oude buisleidingen bevatten heel vaak armaturen, lasresten en/of ruwe lasnaadoppervlakken, die oppervlakbeschadigingen tijdens het intrekken van de nieuwe buis kunnen veroorzaken.

Relining zonder ringvormige ruimte

Als een ringvormige ruimte niet wenselijk is of als de benodigde capaciteit alleen bij een volledige doorgang kan worden bereikt, is relining zonder ringvormige ruimte een oplossing. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van verschillende methodes:

Swagelining

Er wordt een PE-buis gekozen met een zodanige diameter, dat de buis in rechte toestand net niet in de oude buisleiding past. Wanneer de buis nu door een matrijs wordt getrokken, waarbij de visco-elastische eigenschappen van PE zodanig worden benut dat de buitendiameter verkleind wordt, kan de saneringsbuis in de oude buis worden getrokken. De saneringsbuis blijft tijdens de intrek continu onder spanning staan, die vergelijkbaar is met een lang uitgerekt elastiek. Wanneer de spanning na afloop van de intrek van de buis wordt weggenomen, maakt deze „close fit“ contact met de buiswand van de oude buis. De ringvormige spleet wordt gesloten.

Close-Fit-Lining

Bij Close-Fit-Lining met PE-buizen worden buisleidingen efficiënt, permanent en tegelijkertijd milieuvriendelijk door een fabrieksmatig vervaardigde PE-buis vervangen. De nieuwe buis wordt hiervoor tijdens de productie speciaal thermomechanisch vervormd resp. gevouwen. Afhankelijk van de nominale breedte kunnen door de verminderde diameter van de nieuwe buis honderden meters in één werkhandeling worden geïnstalleerd. Onder toevoer van stroom en druk vormt de nieuwe buis zichzelf terug naar zijn oorspronkelijk ronde vorm en pas zich daarbij als statisch autonome buis aan de oude buisleiding aan.



Afb. 2-8: Close-Fit-Lining

Vooraf wordt de oude buisleiding open gebroken. Na camera inspectie worden afzettingen en obstakels verwijderd. Indien nodig wordt tijdens de bouwperiode een tijdelijke maatregel getroffen om de aanvoer naar de afnemer te waarborgen. Vervolgens wordt de Close-Fit-Liner door middel van een bekrachtigde kabellier in de te saneren leiding getrokken. Daarna wordt de liner onder hete stoom verwarmd. Daarbij wordt het „memory-effect“ geactiveerd. Door toevoer van stoom en druk spant de close-fit-buis in zijn eigenlijke, ronde vorm open en past deze zich tijdens het ontvouwen exact aan de wanden van de oude buis aan. De gesaneerde drukbuisleiding wordt, veilig verbonden door middel van elektromofflassen, weer opgenomen in het bestaande netwerk.

Overall waar geen of te weinig ruimte is, zijn saneringsmethodes zoals Close-Fit-Lining een ideale oplossing. Hierdoor kunnen oude buisleidingen worden gesaneerd bij een geringe vermindering van de diameter, waarbij door de kleine bouwsleuven slechts weinig ruimte vereist is. Het verkeer kan daarom nagenoeg ongehinderd doorstromen en het milieu wordt slechts minimaal belast. Dankzij de economische Close-Fit-Lining worden korte saneringstijden gerealiseerd en worden de kosten voor ondergrondse werken tot een minimum beperkt.

HDD–horizontaal spoelboren

Het horizontaal-spoelboren (HDD) is een aanstuurbare natteboormethode. Bij HDD kan het verloop van de buisleiding door aansturing van het boorproces volgens de planning worden bepaald. Afhankelijk van de samenstelling van de bodem en de boorradius vormen krassen, kerven en puntlasten door stenen een gevaar voor de nieuw gelegde buis. Horizontaal-spoelboren is een methode die bijvoorbeeld wordt toegepast bij installaties in lengterichting, duikerconstructies en gebouwondergravingen, bij drainage- en irrigatietaken, voor het leggen van kabels in verkeerregelsystemen en bij helling- en damverstevingen. De boring vindt plaats door draaiing van een afgehoekte pilotboorkop in het boorgat. Een boorsuspensie stroomt onder hoge druk uit de boorkop, maakt de bodem en gesteente los en transporteert het boorgruis uit het boorgat. De boorsuspensie wordt afgestemd op de betreffende ondergrond en kan behalve bentoniet, een kleinmineraal, extra bestanddelen bevatten, die bijv. een extra ondersteunend effect op het boorkanaal hebben.



Afb. 2-9: Bij installatie op basis van de HDD-methode kan de leiding worden beschadigd. Daarom is het gebruik van buisleidingen met extra beschermlagen vereist.

Afhankelijk van de gewenste buisdiameter zijn er na de pilotboring meerdere ruimingsboringen nodig, om het boorkanaal voor te bereiden op het inspoelen van de medium geleidende leiding. Een slagmechanisme, dat in steenachtige bodems tot bodemklasse 5, deels ook bodemklasse 6, kan worden ingeschakeld, vergemakkelijkt niet alleen de voorwaartse beweging, maar ook het besturingsproces. Bij rotsboringen wordt een boorgatmotor met getande rollen voorgeschakeld. Tijdens het intrekproces mogen de trekkrachten op de buizen niet boven de toegestane waarden uitkomen. Volgens DVGW-werkblad GW 321 resp. op wens van de opdrachtgever moeten daarom de direct op de mediumbuis inwerkende trekkrachten worden gemeten en in protocollen worden vastgelegd. De metingen vinden plaats met een trekkrachtmeetinstallatie, die vóór de in te trekken buis is gemonteerd. Volgens DVGW werkblad GW 321 „Stuurbare horizontale spoelboormethodes voor gas- en waterbuisleidingen – eisen, kwaliteitsgarantie en -controles“ moeten de buisleidingen voor vervanging in het drinkwaternet minimaal een drukniveau van 10 bar aankunnen. Op grond van de bij deze installatiemethode ontstane mechanische belastingen moeten met name bij kleine buisdiameters echter alleen buisleidingen uit de serie SDR 11 worden gebruikt. De gebruiksduur van de nieuw geplaatste buisleiding is afhankelijk van de mate waarin deze intact is. Beschadigingen van max. 10% van de buiswanddikte worden door het materiaal getolereerd. Grotere krassen en groeven verminderen de gebruiksduur van de voorzieningsleiding. Om deze reden wordt ook in het DVGW-werkblad GW 321 het gebruik



Afb. 2-10 Dynamische berstlining (Pipe Cracking)



Afb. 2-11: Statische berstlining

Pipe-cracking

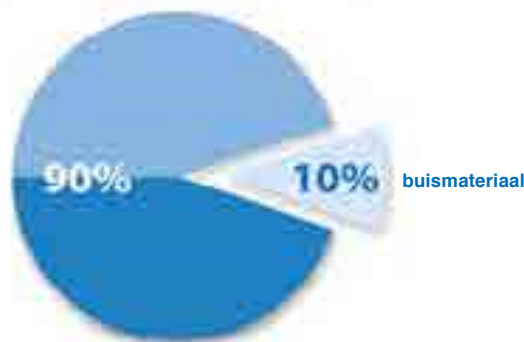
Bij berstlining wordt er een speciale breker of snijelement aan de kop van de slang gekoppeld en door de oude buis getrokken. Hierdoor worden de buisscherven in de bodem weggedrukt en wordt gelijktijdig een industrieel voorgedrukt buis met even grote of grotere diameter naar binnen getrokken. De omliggende bodem moet kunnen worden weggedrukt, positie en toestand van parallel lopende leidingen moeten bekend zijn. Er bestaan dynamisch en statisch functionerende systemen, waarmee nagenoeg alle buismaterialen, ook verstevigde betonbuizen, kunnen worden opengebroken. Afhankelijk van het materiaal en de toestand van de oude buis komen er krassen en kerven in de nieuwe buis. Scherven en stenen veroorzaken tijdens de levensduur puntlasten. De energietoevoer voor bersting van de buizen vindt plaats op basis van een dynamisch proces: hierbij worden speciale grondraketten of rammen ingezet. Het berst- en vergrootelement wordt door middel van kabel en lier stabiliserend in de buis gevoerd. Dynamische processen zijn bijzonder geschikt voor gebruik in verdichte of steenachtige bodems en voor brosse en breekbare oude buizen uit gietijzer, stenen of beton. De hydraulisch gegenereerde berstkracht wordt via stangen overgebracht op het berst- en vergrootelement. De statische berstlining wordt toegepast voor bersting van oude buizen uit breekbare en ductiele materialen; deze worden met een speciale rolmeter in de buisondergrond gesneden. Door middel van een daarop volgende vergroting wordt de oude buis verdrongen en het berst voor het intrekproces gekalibreerd. Als gevolg van bersting en intrekken wordt de nieuwe buis sterk belast. Oude buisscherven veroorzaken krassen en groeven, stenen veroorzaken puntbelastingen in de eindpositie. Om die reden wordt in de DVGW-regels GW 323 (M) het gebruik van buizen met beschermmantel aanbevolen. Voor het overige gelden ook hier de eisen aan een maximale beschadigingsdiepte en naleving van de toegestane trekspanningen, net als voor de overige sleufloze installatiemethodes. van buizen met beschermende mantel aanbevolen.

2.2.1.3 Economische perspectieven

De keuze van buismaterialen en -systemen bij ondergrondse werken heeft extreem lange, maar vooral ook economische effecten. Na het installeren zijn de buisleidingen, die voor meer generaties zijn ontwikkeld, amper nog te bereiken.

- Er ontstaan waardevol afgesloten oppervlakken.
- Bij schade achteraf ontstaan enorme kosten
- Het verkeer omleiden of straten afsluiten is bij de hedendaagse verkeersdichtheid vrijwel niet meer te doen

Efficiency komt neer op een goede prijs-kwaliteitverhouding, rekening houden met gebruiksduur, bedrijfs- en onderhoudskosten. Externe kosten, zoals verkeersopstoppen, lawaai en CO₂-uitstoot ontbreken tegenwoordig nog in de kostenvergelijkingen- resp. efficiencyberekeningen van de besluitvormers. Deze kosten moeten vandaag de dag door de samenleving worden gedragen.



Afb. 2-12: Kosten voor ondergrondse werken tot 90%, waarvan max. 50% voor oppervlakherstel. Buis materiaal: ca. 10%

Als gevolg van de kostenrelaties voor ondergrondse werken worden alternatieve, sleufloze installatietechnieken ook economisch interessant. De buisprijs bedraagt maar zelden meer dan 15%, de totale kosten worden voor 85% of meer bepaald door ondergrondse werken resp. oppervlakherstel. Door gebruik te maken van sleufloze installatietechnieken kunnen er vaak grote kostenbesparingen worden gerealiseerd.

De afweging m.b.t. ondergrondse werken om gebruik te maken van een gesloten dan wel open constructie, is in vele gevallen gebaseerd op de schat aan ervaring waarover de betreffende kostenbegroter beschikt, op via generaties van medewerkers verkregen rekengrondslagen en dikwijls ook op basis van grove schattingen. Hieruit resulteren in veel gevallen dan ook de keuze van de installatiemethode en de bouwuitvoering. egeplast biedt met de webkalkulator²⁴ een tool waarmee online een vergelijking tussen de verschillende installatiemethodes kan worden gemaakt en die de gebruiker o.a. ook de mogelijkheid biedt om de kosten voor stuiklasverbindingen op de bouwlocatie gedifferentieerder te onderzoeken. Dit is met name voor grotere buitendiameters van belang, aangezien de stilstandtijden door gebruik van een tweede of derde lasapparaat kunnen worden teruggedrongen en er hierdoor een aanzienlijke kostenbesparing kan worden behaald.



Afb. 2-13



Afb. 2-14

De **webkalkulator24**

(www.web-kalkulator24.de) biedt de verschillende gebruikersgroepen verschillende middelen om zich met deze onderwerpen bezig te houden:

- Vergelijking tussen verschillende installatiemethodes
- Vergelijking tussen verschillende buissystemen
- Raming van aanbestedingsprijzen
- Eenvoudige aanpassing aan specifieke bouwomstandigheden op de bouwlocatie.



Afb. 2-15: Start- en resultatenpagina webkalkulator24

De basisversie werkt met vaste invoerwaarden, waarvoor berekeningsroutines met praktijkgerelateerde bestekken zijn vastgelegd. De premium versie maakt door de invoer van individuele waarden en prijzen een meer gedetailleerde beschouwing van de projecten mogelijk.

In slechts enkele stappen kunnen de methodes kostengerelateerd worden vergeleken. Met de aldus behaalde resultaten kunnen er conclusies over de voor de specifieke toepassing voordeligste methode worden getrokken. Uit de resultatenweergave blijkt, hoe de kosten over de individuele posities kunnen worden verdeeld. Voor de vergelijkende berekening van leidingswerkzaamheden zijn verschillende installatie- en vervangingsmethodes beschreven. Aan de methodes zijn verschillende bereiken toegewezen:



Lokaal bereik:

- Open installatie met zandbedding
- Open installatie zonder zandbedding
- Installatie met spoelboormethode

Lang tracébereik:

- Installatie met ploeg
- Installatie met sleuffrees

Vervangingsbereik:

- Sanering met relining-methode
- Vervanging met berstlining-methode

De kosten voor een stuiklasverbinding worden in principe bepaald door de afkoeltijd. Een middel om de productie te verhogen, vormt het gelijktijdige gebruik van meerdere lasapparaten. Juist voor projecten met grote buizen betekent dit een significante toename van de productiviteit en daardoor een afname van de totale projectkosten.

Er kan eveneens een **kostenbepaling en -optimalisatie van een stuiklasverbinding** in de webkalkulator24 worden uitgevoerd. Op basis van de reeds eerder uitgevoerde berekeningen kan een inschatting van het op een werkdag mogelijke aantal lasverbindingen plaatsvinden, waarna de resultaten door een aanpassing van de loonkosten en werktijden of door het aantal lassers en apparaten kunnen worden geoptimaliseerd.

De geoptimaliseerde kosten kosten ten slotte in de totale berekeningen worden overgenomen.

2.2.1.4 Ecologische perspectieven

Sleufloze installatie of vervanging van buisleidingen voor aan- en afvoer alsook voor telecommunicatie is inmiddels wijd verbreid. De positieve aspecten voor bevolking, infrastructuur, milieu en natuur staan niet ter discussie, maar niet elke planmatige of gunnende instantie is zich hiervan bewust. Dikwijls worden sleufloze installatie- en vervangingsmethodes door netwerkexploitanten en ontwikkelaars reeds vooraf op grond van veronderstelde hoge projectkosten buiten beschouwing gelaten. Hetzelfde geldt voor de vraag, of er op traditionele wijze met een zandbedding met open installatie moet worden gebouwd, of dat er breukbestendige (slow crack resistant) buismaterialen zullen worden gebruikt, die kostenbesparingen bij de installatie mogelijk maken.

Een reden om gebruik te maken van jarenlang toegepaste methodes, is de schat aan ervaring op het gebied van een conventionele constructie, d.w.z. installatie van de buizen in open sleuven. De voordelen van een gesloten installatie of van vervanging worden niet onderkend, doordat kennis over de methode of de verwachte kosten ontbreekt.

Ook de effecten van zogenaamde soft facts met hun indirecte kosten zullen in de toekomst steeds vaker deel gaan uitmaken van het besluitvormingsproces. In stedelijke gebieden leidt de open constructie met wegversperringen en omleidingen tot files en verkeershinder, die door burgers en bedrijven niet langer worden geaccepteerd. De bouw-tijden vormen een directe maat voor de mogelijke duur en intensiteit van de schade en ook kosten voor de burgers resp. handel en industrie die hieronder te lijden hebben.

Daarbij komt dat met de gesloten constructie niet alleen de directe maar ook de indirecte kosten tijdens en vooral na de bouwtijd belangrijk zijn. Juist de indirecte kosten die uit een open constructie kunnen voortvloeien, komen achteraf dikwijls als directe kosten z.B. in de vorm van herstel aan oppervlakken of het verhelpen van vegetatieschade voor rekening van de leidingexploitant.

Bij de economische kosten moeten, bij een uniforme beschouwing van bouwmaatregelen, de ecologische kosten worden opgeteld, die dikwijls ook wel soft facts worden genoemd.

Onder soft facts kunnen alle installatiehandelingen worden verstaan, waarvan de effecten bouwtechnisch, milieugere-lateerd maar ook bedrijfsmatig en economisch van aard kunnen zijn. Hierbij ontstaan tijdens of nog lang na oplevering van het bouwproject indirecte kosten. De kosten worden dan meestal door de (openbare) opdrachtgever resp. de belastingbetaler gedragen. Verder behoren milieugereleerde effecten, zoals uitstoot of het ontzien van resources alsmede de (vermijdbare) nadelen voor de bevolking en infrastructuur hiertoe. Meer informatie voor een inschatting van de methodes voor het installeren van nieuwe en sanering van oude systemen kunt u nalezen in de GSTT-informatie-bladen nr. 1 en 11. Uittreksel uit GSTT informatieblad nr.11

	Ervaringscijfers	Rekeningscijfers	Rekeningscijfers
Materialen	Standaard: 1000000 Buisdiameter	Standaard: 1000000 Buisdiameter: 1000000 Buisdiameter: 1000000	Standaard: 1000000 Buisdiameter: 1000000 Buisdiameter: 1000000
Rekenen	Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000	Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000	Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000
Rekeningscijfers	Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000	Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000	Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000
Rekenen	Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000	Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000	Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000 Rekenen: 1000000

Uittreksel uit GSTT informatieblad nr.11
Buisleidingen uit polyolefineen zijn ideaal voor sleufloze installatietechnieken. Het gebruik van sleufloze technieken kenmerkt zich tijdens de bouwfase door een voortreffelijke CO-balans en een geringe belasting als gevolg van lawaai en fijnstof.

Afb. 2-17

2.2.2 Eisen en risico's bij defecten

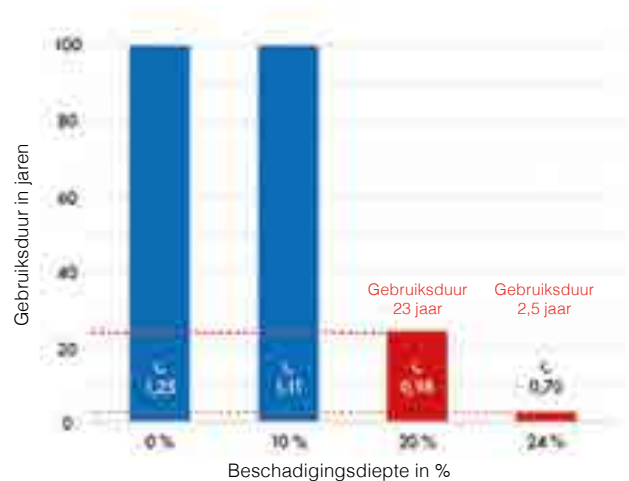
Ondergrondse infrastructuur wordt via ondergrondse werken gemaakt. Daarom is het doel van iedere exploitant om een nieuwe buisleiding zo lang mogelijk zonder schade te kunnen gebruiken. Buizen uit polyethyleen bieden bij een deskundige installatie een gebruiksduur van minimaal 100 jaar. Wanneer ze echter bij installatie worden beschadigd, kan de gebruiksduur hier deels aanzienlijk worden verkort.

2.2.2.1 Risico van krassen en groeven

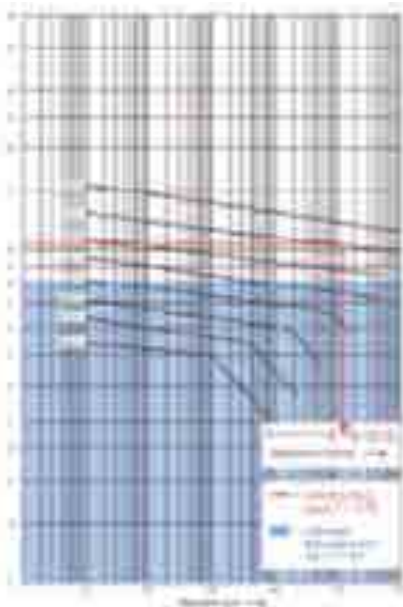
De oorzaak hiervoor kunnen beschadigingen of verzwakkingen aan de buiswand bij het intrekken zijn (zie afb. 2-18). Aangezien de genormaliseerde wanddikte exact – echter verbreed met de veiligheidsfactor – op de bedrijfsdruk is afgestemd, betekent elke verzwakking een beperking van de ingenieurtechnische veiligheidsfactor en daardoor de verhoging van de waarschijnlijkheid van het risico of bij een duidelijke beschadiging zelfs een directe vermindering van de drukbestendigheid van de nieuwe buisleiding en daardoor een verkorting van de gebruiksduur.



Afb. 2-18: Beschouwing van de veiligheidsfactor C in relatie tot de groefdiepte



Afb. 2-19: Diagram Gebruiksduur in relatie tot de beschadigingsdiepte



Afb. 2-20: Standtijd in uren van een onbeschadigde en een met 20% verzwakte buisleiding uit PE 100-RC

Een beschadigingsdiepte van 10% van de buiswand is volgens de regels toegestaan, aangezien ondanks een vermindering van de veiligheidsfactor een verkorting van de gebruiksduur van de buisleiding niet waarschijnlijk is. Gevaarlijk echter is een lagere verzwakking van de buiswand.

Een vergelijking tussen een onbeschadigde en een beschadigde buiswand:

Afmetingen: 110 x 10,0 mm, SDR 11 drinkwaterleiding PE 100-RC, toegestane bedrijfsdruk 16 bar.

Bij een beschadigingsdiepte van 20% neemt op die plaats de wanddikte af tot 8,0 mm, waardoor er een verhoogde proefspanning optreedt van plaatselijk 10,20 N/mm². Om de berekening te vereenvoudigen worden de kerfgeometrie en de effecten op de component hier niet in aanmerking genomen. Het effect op de gebruiksduur kan in de referentiecurves van de constante inwendige drukbestendigheid (minimumcurves conform DIN 8075) van buizen uit PE 100 worden afgeleid. Er resteert een gebruiksduur van slechts 23 jaar. Deze beschouwing aan de hand van de vlakke, d.w.z. ductiele as van de curve geldt alleen voor de breukbestendige PE 100-RC materialen conform PAS 1075. Bij kerfgevoeligere standaardkwaliteiten van PE 100 moet bij een dergelijke kerfdiepte van een nog vroeger defect raken als gevolg van breukvorming worden uitgegaan.

2.2.2.2 Risico van puntlasten

Een verdere operationele risicofactor voor een niet in een zandbedding aangebrachte PE-buisleiding vormen puntlasten. Deze worden bijv. door bovenop liggende stenen veroorzaakt, die op de buiswand drukken. Bij een inferieure resp. ontoereikende materiaalkwaliteit kan ook hierdoor een vroegtijdige schade als gevolg van spanningsbreuken in de buiswand ontstaan (zie afb. 2-21).

Bepalend voor de levensverwachting van de buizen onder extreme omstandigheden is de weerstand van het buismateriaal tegen door puntlasten veroorzaakte spanningsbreuken, om de normatieve gebruiksduur van 100 jaar ondanks verhoogde eisen te bereiken.

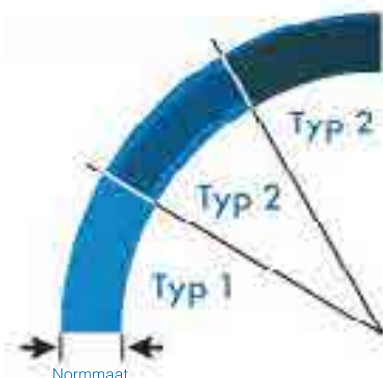


Afb. 2-21: Spanningsbreuk aan de buisbinnenzijde als gevolg van puntlasten bij een verkeerde materiaalkeuze (Bron: HESSEL Ingenieurtechniek)

2.2.3 Keuze van buismateriaal

Bepalend voor de keuze van het buismateriaal is de gekozen installatiemethode en dienovereenkomstig het beschadigingsrisico van de gebruikte buissystemen.

Geïntegreerde indicatorlaag

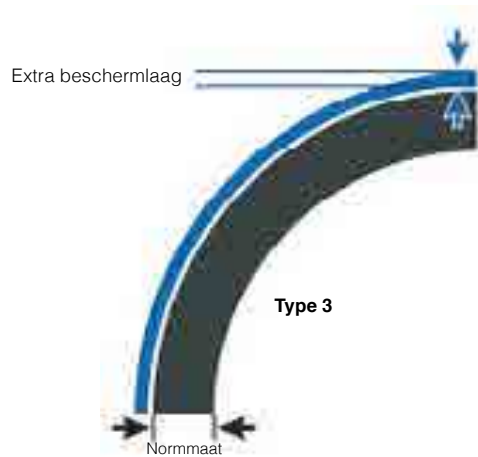


Afb. 2-22: Buizen met geïntegreerde bescherm lagen conform DIN 8074/ISO 4065 uit PE 100-RC conform PAS 1075 type 1 en 2



Afb. 2-23: Open installatie zonder zandbed

Bij een **open installatie** zonder zandbedding moet rekening worden gehouden met optredende puntlasten door stenen of scherven die op de buiswand drukken. Het gebruik van polyethyleenbuizen uit RC-materialen met geïntegreerde bescherm lagen en een maximale weerstand tegen een langzame scheurprogressie is voor dit installatietype onvermijdelijk. De buizen moeten voldoen aan PAS 1075 type 1 of 2. Deze buisconstructie beschikt niet over een kerfbescherming.

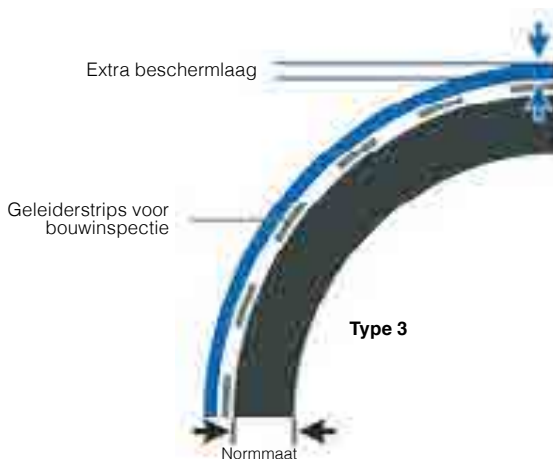


Afb. 2-24: Buizen met afmetingen conform DIN 8074/ISO 4065 uit PE 100-RC conform PAS 1075 type 3 en 2 (met extra beschermlaag)



Afb. 2-25: Black-box-methode / gesloten constructie

Sleufloze installatietechnieken belasten de in te bouwen buizen extreem. Bij installatie van nieuwe buizen of een sanering van oude buizen zijn kerven in de buis niet te vermijden. buizen met extra beschermlaag zijn daarom voor black-box-methode vereist, zodat een schadevrij bedrijf van de leiding kan worden gewaarborgd. Buissystemen met beschermmantel voldoen aan PAS 1075 type 3.



Afb. 2-26: Buizen met afmetingen conform DIN 8074/ISO 4065 uit PE 100-RC conform PAS 1075 type 3 en 2 (met extra beschermlaag en kwaliteitsattest)



Afb. 2-27: Continuïteitscontrole als bewijs van het intact zijn van de nieuwe buisleiding

In de regels voor sleufloze installatiemethodes is een complete documentatie van alle relevante processen binnen het bouwproject een vereiste. In de geldige DVGW-regels wordt hiervoor een intensieve goederenontvangstcontrole van de buisleiding en buisleidingscomponenten vóór de open en sleufloze installatie aanbevolen. Met name bij een sleufloze installatie wordt aangeraden om de vrijliggende delen van de nieuw geïnstalleerde buisleidingssectie visueel op ontoelaatbare beschadigingen, voorafgaand aan de druktest, te controleren. Hierbij worden de niet zichtbare buisleidingsdelen (black-box) niet gecontroleerd; een bewijs van intact zijn is hierdoor niet mogelijk. Buizen met geïntegreerde geleiderstrips bieden de mogelijkheid van een kwaliteitscontrole en dichten dit hiaat.

Bij gebruik van buissystemen met kwaliteitsbewijs dient de protocolvoering van de continuïteitscontrole als bewijs van het intact zijn van de nieuw ingevoerde leiding.

2.3 Buisleidingsplanning

2.3.1 Overzicht van buisklassen

Door de nieuwe vastlegging van de veiligheidscoëfficiënten en indelingen van de PE-HD-types in verschillende MRS-klassen (Minimum Required Strength = vereiste minimale stevigheid) ontstaan bij gelijke buitendiameterwanddikte-verhoudingen verschillende toelaatbare bedrijfsoverdrukwaarden.

Als relatie tussen de buitendiameter en de wanddikte worden SDR-aanduidingen gebruikt (SDR = Standard Dimension Ratio).

SDR	33	26	17,6	17	11	7,4
OD [mm]	s [mm]	s [mm]	s [mm]	s [mm]	s [mm]	s [mm]
16						2,3
20					2,0	3,0
25					2,3	3,5
32			2,0	2,0	3,0	4,4
40		1,8	2,3	2,4	3,7	5,5
50	1,8	2,0	2,9	3,0	4,6	6,9
63	2,0	2,5	3,6	3,8	5,8	8,6
75	2,3	2,9	4,3	4,5	6,8	10,3
90	2,8	3,5	5,1	5,4	8,2	12,3
110	3,4	4,2	6,3	6,6	10,0	15,1
125	3,9	4,8	7,1	7,4	11,4	17,1
140	4,3	5,4	8,0	8,3	12,7	19,2
160	4,9	6,2	9,1	9,5	14,6	21,9
180	5,5	6,9	10,2	10,7	16,4	24,6
200	6,2	7,7	11,4	11,9	18,2	27,4
225	6,9	8,6	12,8	13,4	20,5	30,8
250	7,7	8,6	14,2	14,8	22,7	34,2
280	8,6	9,6	15,9	16,6	25,4	38,3
315	9,7	10,7	17,9	18,7	28,6	43,1
355	10,9	13,6	20,1	21,1	32,2	48,5
400	12,3	15,3	22,7	23,7	36,6	54,7
450	13,8	17,2	25,5	26,7	40,9	61,5
500	15,3	19,1	28,3	29,7	45,4	68,3
560	17,2	21,4	31,7	33,2	50,8	
630	19,3	24,1	35,7	37,4	57,2	
710	21,8	27,2	40,2	42,1	64,5	
800	24,5	30,6	45,3	47,4		
900	27,6	34,4	51,0	53,3		
1000	30,6	38,2	56,6	59,3		
1200	36,7	45,9	68,0			

Tab 2-1: Afmetingen overeenkomstig DIN 8074

2.3.2 Toegestane bedrijfsoverdrukwaarden

Ketelformule

De toegestane bedrijfsoverdruk MOP (Maximum Operating Pressure) wordt o.a. conform DIN EN 12201 als volgt berekend:

$$MOP = \frac{20 \cdot MRS}{C \cdot (SDR - 1)}$$

$$C_{water} = 1,25$$

$$C_{gas} = 2,0$$

$$MRS: PE 100 = 10$$

De hieronder beschreven maximale bedrijfsoverdrukwaarden (in bar) kunnen conform DVGW worden toegepast:

Gas- en waterdistributie – SDR-series – toegestane bedrijfsdrukwaarden		
SDR	Gas	Water
	PE 100	PE 100
7,4	-	-
11,0	10 bar	16 bar
17,6	4 bar	-
17,0	5 bar	10 bar

Tab 2-2: Bronnen: DVGW G 472; DVGW GW 335-A2; DVGW W 400-1.

2.3.3 Doorstromingssnelheid

De doorstromingssnelheid in een buisleiding is niet alleen van invloed op het rendement binnen de voorziening, maar ook op de bedrijfsveiligheid.

Hoge stromingssnelheden veroorzaken hoge drukverliezen, geringe stromingssnelheden daarentegen hebben lange verblijftijden tot gevolg – uit hygiënisch oogpunt (kiemvorming en vertroebeling etc.) moet er echter voor voldoende waterverversing worden gezorgd.

Als richtwaarden voor economische doorstromingssnelheden kan voor vloeistoffen van het volgende worden uitgegaan:

$$w = 0,5 \text{ tot } 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ voor zuigleidingen}$$

$$w = 1,0 \text{ bis } 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ voor drukleidingen}$$

Voor gassen kunnen de debieten met:

$$w = 10 \text{ tot } 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

worden aangezet.

Gedetailleerdere informatie voor installatiecomponenten in de drinkwaterinstallatie vindt u in het DVGW-werkblad W 400-1.

2.3.4 Drukverliesberekening

het **drukverlies in rechte buisleidingdelen** is het resultaat van:

$$\Delta p = \lambda \frac{l \cdot w^2 \cdot \rho \cdot 10^{-5}}{2 \cdot g \cdot ID} [\text{bar}]$$

Als energiehoogteverlies weergegeven:

$$h_v = \lambda \cdot \frac{l \cdot w^2}{2 \cdot g \cdot ID} [m]$$

waarbij: ID = binnenbuisdiameter [mm]

w = stromingssnelheid [$\frac{\text{m}}{\text{s}}$]

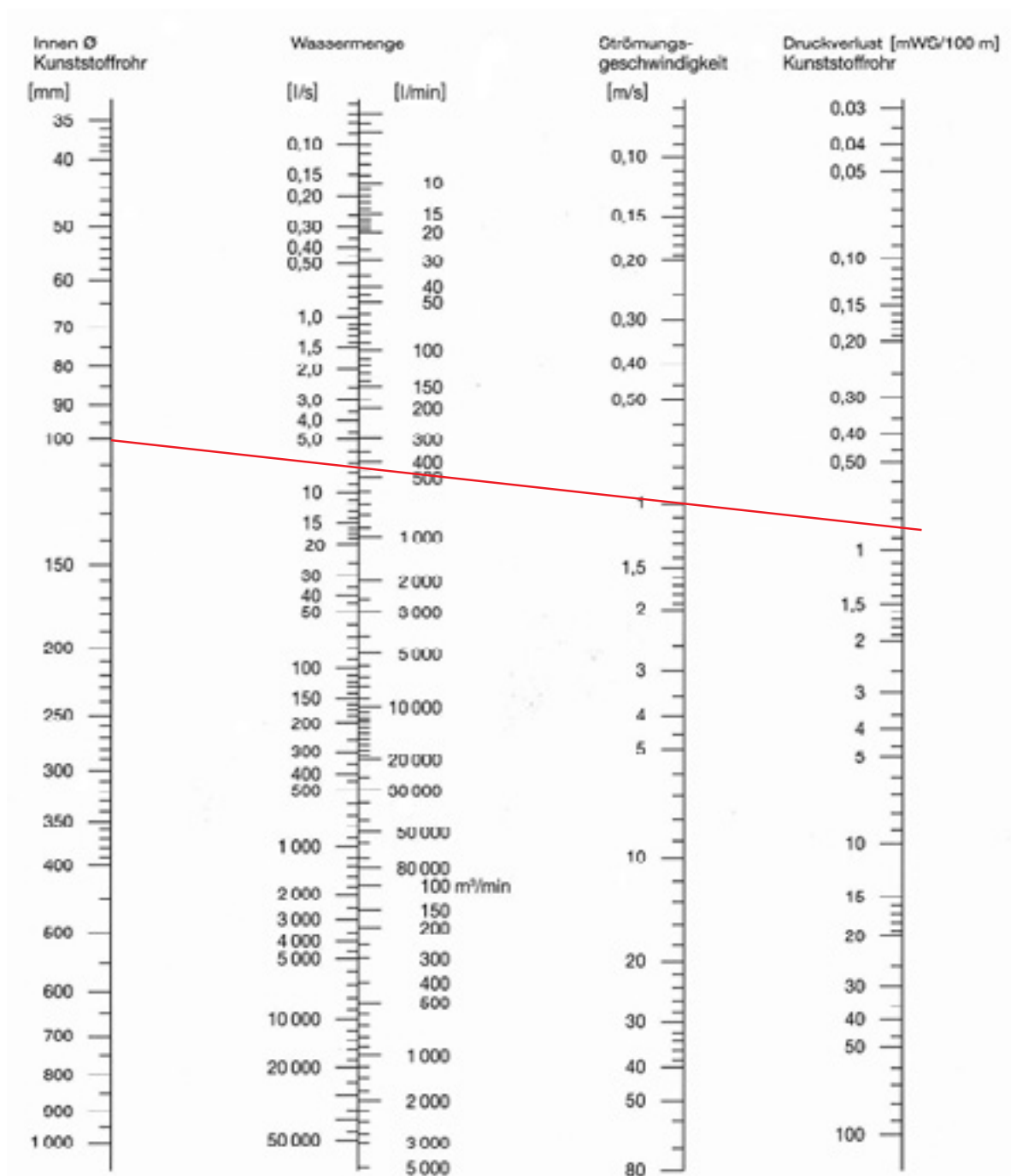
λ = buiswrijvingscijfer [–]

l = buisleidinglengte [m]

ρ = dichtheid van het medium [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]

g = zwaartekrachtversnelling [$9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$]

Voor een indicatieve bepaling van drukverliezen kan het volgende nomogram worden gebruikt. Dit is ontwikkeld voor water met een temperatuur van 10 °C en een buisruwheid $k=0,007$ mm.



Afb. 2-28 — = voorbeeld: Bij een binnendiameter van 100 mm en een debiet van 1 m/s ontstaat een debiet van 450 l/min en een drukverlies van ca. 0,85 mWS/100 m (0,085 bar)

Voor drukverliezen in drukleidingverbindingsplaatsen, stuiklasnaden of mofverbindingen geldt conform DVS 2210 deel 1 een ζ -waarde van $\zeta_{\text{buisverbinding}} = 0,1 [-]$.

Dit resulteert in het **drukverlies aan verbindingsplaatsen** uit:

$$\Delta p_{\text{buisverbinding}} = 0,1 \cdot \frac{\rho_F}{2 \cdot 10^5} \cdot w^2 \cdot [\text{bar}]$$

waarbij: ρ_F = dichtheid van het medium [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]

$\zeta_{\text{buisverbinding}} = 0,1 [-]$

$\zeta_{\text{hulpstukken}} = \text{zie DVS 2210 deel 1}$

w = debiet van het medium [$\frac{\text{m}}{\text{s}}$]

De **drukverliezen in buishulpstukken** en armaturen zijn het resultaat van:

$$\Delta p_{\text{hulpstukken}} = \zeta_{\text{hulpstukken}} \frac{\rho_F}{2 \cdot 10^5} \cdot w^2 \cdot [\text{bar}]$$

Een selectie van weerstandsbijwaarden voor verschillende buishulpstukken vindt u in de bijlage van de DVS 2210 deel 1, zie het volgende uittreksel. Armaturen-weerstandsbijwaarden vindt u in de fabrikantinformatie.

Soort	Parameter R	Weerstandsbijwaarde ζ	
Bochtstuk 90°	1,0 · OD	0,51	
	1,5 · OD	0,41	
	2,0 · OD	0,34	
	4,0 · OD	0,23	
Bochtstuk 45°	1,0 · OD	0,34	
	1,5 · OD	0,27	
	2,0 · OD	0,20	
	4,0 · OD	0,15	
Hoekstuk (kniestuk)	45°	0,30	
	30°	0,14	
	20°	0,05	
	15°	0,05	
	10°	0,04	
Soort	Parameter V_z/V_s	Weerstandsbijwaarde ζ	
T-stukken (buisaftakking 90°) stroomvereniging $V_s = V_a + V_z$		ζ_z	ζ_d
	0,0	-1,20	0,06
	0,2	-0,40	0,20
	0,4	0,10	0,30
	0,6	0,50	0,40
	0,8	0,70	0,50
	1,0	0,90	0,60
Soort	Parameter V_a/V_s	Weerstandsbijwaarde ζ	
T-stukken (buisaftakking 90°) stroomvereniging $V_s = V_a + V_z$		ζ_a	ζ_s
	0,0	0,97	0,10
	0,2	0,90	-0,10
	0,4	0,90	-0,05
	0,6	0,97	0,10
	0,8	1,10	0,20
	1,0	1,30	0,35

Tab 2-3: Bron: DVS-richtlijn 2210 deel 1

Vervolg op de volgende pagina

Vervolg:

Soort	Parameter OD ₂ /OD ₁	Weerstandsbijwaarde ζ		
Reductiestukken concentrisch (buisverbreding) ζ-waarden voor λ _R = 0,025	Hoek α	4...8°	16°	24
	1,2	0,10	0,15	0,20
	1,4	0,20	0,30	0,50
	1,6	0,50	0,80	1,50
	1,8	1,20	1,80	3,00
	2,0	1,90	3,10	5,30
Reductiestukken concentrisch (buisverbreding) ζ-waarden voor λ _R = 0,025	Hoek α	4°	8°	20°
	1,2	0,046	0,023	0,010
	1,4	0,067	0,033	0,013
	1,6	0,076	0,038	0,015
	1,8	0,031	0,041	0,016
	2,0	0,034	0,042	0,017

Tab 2-3: Bron: DVS-richtlijn 2210 deel 1

positieve ζ-waarden = drukdaling
negatieve ζ-waarden = drukstijging

V_a = afnemende volumestroom
V_d = permanente volumestroom
V_s = totale volumestroom
V_z = binnenkomende volumestroom
OD₁ = in stroomrichting bekeken eerste diameter
OD₂ = in stroomrichting bekeken tweede diameter

Het **totale drukverlies** van een installatie is het resultaat van de som van de individuele drukverliezen:

$$\Delta p_{\text{totaal}} = \Delta p_{\text{buisleiding}} + \Delta p_{\text{inbouwcomponent}} + \Delta p_{\text{verbindingpunt}} + \Delta p_{\text{armatuur}}$$

2.3.5 Toegestane knikdrukwaarden

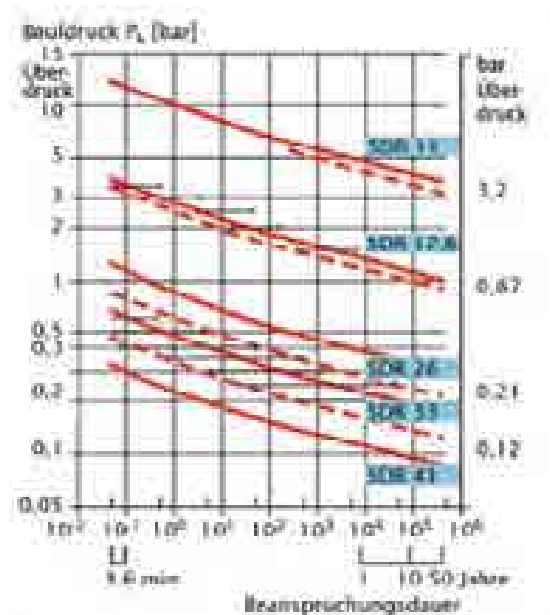
Knikdrukwaarden betreffen de niervormige vervorming van de buisdiameter onder een uitwendige overdruk en/of inwendige onderdruk. De kritieke over- resp. onderdruk van een ronde en niet in de bodem ingebedde buis is het resultaat van:

$$p_{\text{knik krit.}} = \frac{E_{\text{buis}}}{4 \cdot (1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{e}{r_m}\right)^3$$

waarbij:

E_{buis} = elasticiteitsmodule van het buismateriaal [$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$]
E_{buis langdurig} = 200 [$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$] voor PE 100 en 20°C
E_{buis kortstondig} = 1200 [$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$] voor PE 100 en 20°
r_m = gemiddelde buisradius [mm]
e = wanddikte van de buis [mm]
μ = Dwarscontractie van het materiaal
voor buizen uit polyethyleen μ = 0,4

Kortstondige overdrukwaarden tot theoretisch 0 bar, d.w.z. vacuüm, zijn rekening houdend met instortdruk mogelijk.



Afb. 2-29: Knikdruk van polyethyleenbuizen bij een uitwendige waterdruk en 20 °C. De getekende horizontale tracés geven het vervormingsbegin en knikdrukeinde aan.
Bron: basell Polyolefins

2.3.6 Drukstoot

Drukstoten kunnen door het openen en sluiten van armaturen alsmede door gebruik van pompen ontstaan. De maximale grootte is het resultaat van:

$$p_{stoot} = a \cdot w \cdot \rho \cdot 10^{-5} [bar]$$

waarbij:

w = stromingssnelheid van het medium [$\frac{m}{s}$]

ρ = dichtheid van het medium [$\frac{kg}{m^3}$]

a = snelheid van de drukgolf [$\frac{m}{s}$]

$$a = \sqrt{\frac{\frac{E_M}{\rho}}{1 + \frac{E_M}{E_{buis}} \cdot \frac{d_m}{e}}} [\frac{m}{s}]$$

waarbij:

E_{buis} = elasticiteitsmodule van het buismateriaal [$\frac{N}{mm^2}$]

20 °C $E_{buis} = 1680 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$

40 °C $E_{buis} = 1230 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$

60 °C $E_{buis} = 760 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$

E_M = elasticiteitsmodule van het stromende medium [$\frac{N}{mm^2}$]

$E_{water} = 2100 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$

ρ = dichtheid van het medium [$\frac{kg}{m^3}$]; $\rho_{water} = 1000 [\frac{kg}{m^3}]$

d_m = gemiddelde buisdiameter [mm]

e = wanddikte van de buis [mm]

Wanneer de nominale druk niet permanent door drukstoten wordt overschreden, veroorzaken deze geen schade. Voor afzonderlijke, kortstondige drukstoten (seconden) kunnen de stevigheidsreserves van de buis gebruikt worden. Polyethyleen buisleidingen met een totaal bedrijfscoëfficiënt C van 1,25 verwerken drukpieken met een kortstondige overschrijding van 50% van de nominale druk zonder schade te veroorzaken bij temperaturen tot 20 °C.

2.3.7 Toegestane buigstralen

De onderstaande buigstralen moeten minimaal worden aangehouden. Voor kleinere stralen moeten bochten of moffen worden gebruikt.

Toegestane buigstralen PE 100/PE 100-RC

Buiswand-temperatuur [°C]	Kleinst toegestane buigstraal Rmin [in mm]				
	SDR 33	SDR 26	SDR 17/17,6	SDR 11	SDR 7,4
0	100 x OD	75,0 x OD	50,0 x OD	50,0 x OD	50,0 x OD
10	70,0 x OD	52,5 x OD	35,0 x OD	35,0 x OD	35,0 x OD
20	40,0 x OD	30,0 x OD	20,0 x OD	20,0 x OD	20,0 x OD
Toeslagfactor voor egeplast SLM® 3.0, SLM® DCT, SLA® Barrier Pipe en 3L Leak Control: 1,5 x R _{min}					

Tab 2-4: Conform installatiehandleiding A 135/99-15 en A 435/96-10 van het Kunststoffrohrverband, DVGW-werkblad GW 320, GW 321, GW 324, GW 325 en DVGW-informatieblad GW 323

OD = buitendiameter buis [in mm]

① De buigradii voor egeplast buizen met beschermmantel richten zich naar de buigradii conform KRV en DVGW. Door de extra beschermmantel vergroten de radii zich met de factor 1,5.

Bij buiswandtemperaturen tussen 0 °C en 20 °C kan de desbetreffende toegestane buigstraal door lineaire interpolatie bepaald worden. **Voorbeeld:** een egeplast 9010® RCplus-buis met een buitendiameter van 160 mm, SDR 11, moet bij een temperatuur van 5 °C worden geplaatst. Als toegestane buisradius ontstaat dan:

$$R_{\text{geïnterpoleerd}} = R_{20\text{ °C}} + \left[\frac{R_{0\text{ °C}} - R_{20\text{ °C}}}{20\text{ °C}} \right] \cdot (20\text{ °C} - \vartheta_{\text{buiswand}})$$

$$R_{\text{geïnterpoleerd}} = 160 \cdot \left[20 + \left[\frac{(50 - 20)}{20\text{ °C}} \right] \cdot (20\text{ °C} - 5\text{ °C}) \right]$$

waarbij:

$R_{\text{geïnterpoleerd}}$ = gezochte buigstraal [mm]

$R_{0\text{ °C}}$ = buigradius van de buis bij 0 °C [mm]

$R_{20\text{ °C}}$ = buigradius van de buis bij 20 °C [mm]

$\vartheta_{\text{buiswand}}$ = temperatuur van de buiswand bij het plaatsen [°C]

Kortstondig toegestane buigstralen voor bijv. sleufloos plaatsen

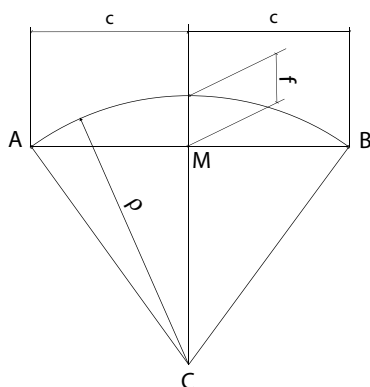
Buiswand-temperatuur [°C]	Kortstondig toegestane buigstralen $R_{\min}$ [in mm] inherent aan temperaturen de bouwwijze voor bijv. sleufloos plaatsen	
	SDR 17	SDR 11
0	37,5 x OD	25 x OD
20	15 x OD	10 x OD
Toeslagfactor voor egeplast SLM® 3.0, SLM® DCT, SLA® Barrier Pipe en 3L Leak Control: $1,5 \times R_{\min}$		

Tab 2-5: Conform DVGW-werkblad GW 320-1

OD = buitendiameter buis [in mm]

① Als vanwege de toegepaste methode de minimaal toegestane buigstralen even niet kunnen worden aangehouden, moeten beschadigingen door knikken bij buigen of overmatig oprekken op constructieve wijze worden uitgesloten.

① De buigradii voor egeplast buizen met beschermmantel richten zich naar de buigradii conform KRV en DVGW. Door de extra beschermmantel vergroten de radii zich met de factor 1,5.



Afb. 2-30

De werkelijke buigradius op locatie kan aan de hand van de volgende vergelijking worden bepaald:

$$\rho = \frac{f^2 + c^2}{2 \cdot f}$$

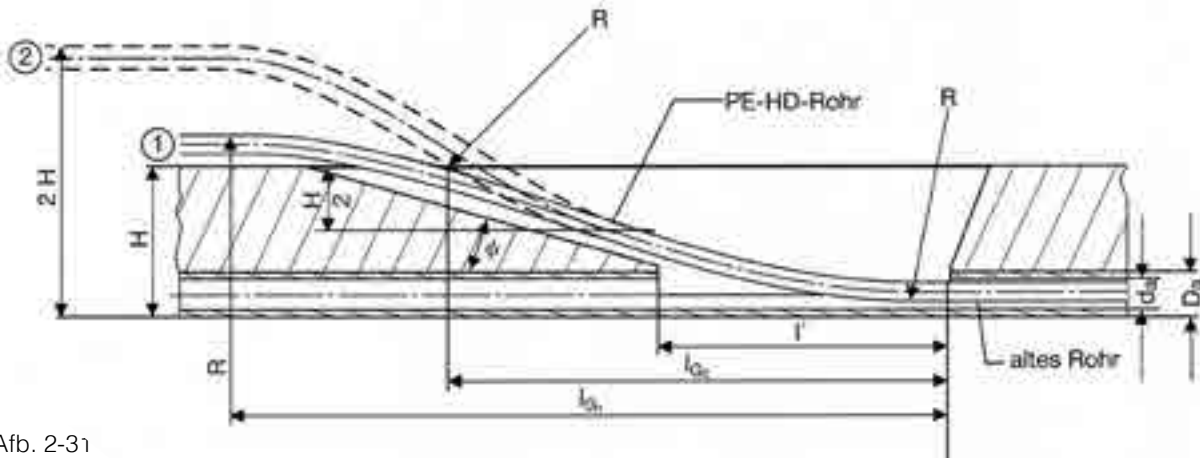
Hierbij is:

ρ = buigradius [in m]

f = pijlhoogte [in m]

c = halve reqlengte [in m]

2.3.8 Bepaling van de afmetingen van de bouwput



Afb. 2-31

De lengte van de bouwput is het resultaat van:

$$l_{G1} = \sqrt{H(4 \cdot R - H)} [mm]$$

Hieruit volgt voor de verschillende installatietemperaturen:

$$l_{G1,20^{\circ}C} = \sqrt{H(80 \cdot d_a - H)} [mm]$$

$$l_{G1,10^{\circ}C} = \sqrt{H(140 \cdot d_a - H)} [mm]$$

$$l_{G1,0^{\circ}C} = \sqrt{H(200 \cdot d_a - H)} [mm]$$

Als vuistregel geldt:

$$l_{G1} \approx 13 \cdot \sqrt{H \cdot d_a} [mm]$$

De lengte van de putfundering is het resultaat van:

$$l' = \sqrt{D_a(2 \cdot R - D_a)} [mm]$$

of bij benadering:

$$l' \approx \sqrt{2 \cdot R \cdot D_a} [mm]$$

De stijging van de bouwput is het resultaat van:

$$\tan \Psi = \frac{H - D_a}{l_G - l'}$$

waarbij:

H = diepte van de buisondergrond [mm]

R = toegestane buigradius [mm]

D_a = buitendiameter van de oude buis [mm]

d_a = buitendiameter van de nieuwe PE-HD buis [mm]

Door het verhogen van de buis naar 2·H vanaf het terreinoppervlak wordt de vereiste bouwputlengte gereduceerd tot:

$$l_{G2} \approx \sqrt{H(2 \cdot R - H)} [mm]$$

2.3.9 Toegestane trekkrachten

De volgende waarden gelden voor buizen van PE 100, PE 100-RC evenals voor beschermende mantelbuizen van egeplast (omdat alleen de mediumvoerende drukbuis bij het intrekken van de buis belast wordt). Meet en documenteer deze. Overschrijding van de toegestane trekkrachten leidt tot blijvende beschadiging van de buisleiding en moet door geschikte maatregelen worden tegengegaan.

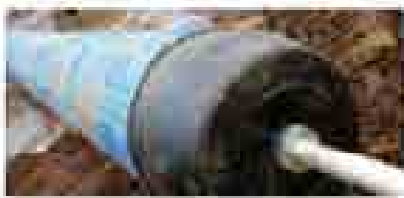
Bij buizen met een beschermmantel wordt geadviseerd gebruik te maken van speciale trekkoppen. Om stootranden te vermijden en zeker te stellen dat de beschermmantel bij het intrekken geen extra aangrijpingsvlak vormt, worden normaal gesproken trekkoppen met een buitenhuls gebruikt die de beschermmantel omsluit. Als alternatief kan de stootrand door de constructie op zich (bijv. door een lasnaad) worden beschermd.

Trekkracht: Toegestane trekkracht in kN voor buizen van PE 100 en PE 100-RC bij een buiswandtemperatuur van 20 °C

Aanwijzing: Bij een intrekduur > 30 min. moeten de waarden met 10% en bij een intrekduur van > 20 uur met 25% worden vermindert.

Buitendiameter OD (mm)	Toegestane trekkracht voor buizen van PE 100 en PE 100-RC			
	SDR 17,6 [kN]	SDR 17 [kN]	SDR 11 [kN]	SDR 7,4 [kN]
16				0,95
20			1,08	1,51
25		1,31	1,64	2,36
32	1,71	1,80	2,65	3,81
40	2,72	2,83	4,22	5,96
50	4,29	4,43	6,56	9,34
63	6,71	7,06	10,42	14,69
75	9,55	9,96	14,56	20,93
90	13,60	14,34	21,06	30,01
110	20,51	21,43	31,40	45,00
125	26,28	27,33	40,66	57,94
140	33,16	34,32	50,76	72,83
160	43,12	44,89	66,66	94,97
180	54,38	56,88	84,25	120,04
200	67,51	70,29	103,90	148,50
225	85,29	89,03	131,64	187,81
250	105,14	109,30	162,01	231,74
280	131,85	137,29	203,06	290,67
315	166,99	173,98	257,20	367,97
355	211,37	221,22	326,38	466,77
400	268,93	280,03	414,55	593,08
450	339,90	354,89	525,39	750,23
500	420,55	438,59	648,06	925,83
560	525,86	549,18	812,24	
630	666,20	695,93	1028,79	
710	845,48	882,92	1307,33	
800	1073,50	1073,50	1120,14	
900	1359,59	1359,59	1417,05	
1000	1679,43	1751,60		
1200	2417,05			

Tab 2-6: Zie ook DVGW-werkbladen GW 320, GW 321, GW 324, GW 325 en DVGW-informatieblad GW 323



Afb. 2-32



Afb. 2-33

Toegestane trekspanning PE-materialen

Als toegestane trekspanning bij een buiswandtemperatuur van 20 °C kan van het volgende worden uitgegaan:

$$\sigma_{\text{toegestaan, PE 100}} = 10 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

De toegestane trekspanning kan voor afwijkende temperaturen eveneens worden berekend:

$$\sigma_{\text{toegestaan, PE 100, v}} = 10 \frac{\log 438000 + 38,9375 - \frac{24483,467}{273,15 + T}}{-38,9789} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

waarbij:

T = buiswandtemperatuur in [°C]

$$\sigma_{\text{toegestaan, PE 80, v}} = 10 \frac{\log 438000 + 40,9578 - \frac{23596,3495}{273,15 + T}}{-37,5758} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Toegestane trekkracht bij een gelijktijdige trek- en buigbelasting

$$F_{\text{toegestaan}} = \pi \cdot (OD - s) \cdot s \cdot (\sigma_{\text{toegestaan}} - E_{t,t} \cdot \frac{OD}{2 \cdot R}) [N]$$

waarbij:

OD = buitendiameter [mm]

s = wanddikte [mm]

$\sigma_{\text{toegestaan}}$ = toegestane trekspanning, temperatuur- en tijdgerelateerd [N/mm²]

$E_{t,t}$ = elasticiteitsmodule, temperatuur- en tijdgerelateerd $E_{\text{PE100,1h,20°C}} = 450 \text{ N/mm}^2$

R = radius [mm]

Door keuze van de E-module wordt bepaald in welke mate de toegestane trekkracht wordt verminderd.

Afwijkingen van de aanbevolen waarde van

$E_{\text{PE100,1h,20°C}} = 450 \text{ N/mm}^2$ zijn mogelijk; een praktijkgebruik kan echter niet worden afgeleid.

Wanneer voor de langdurige E-module wordt gekozen, valt de reductie veel geringer uit.

De installatiemethode moet echter, met name de intreksnelheid, worden aangepast, hetgeen economisch niet zinvol is. Om deze reden moet niet voor de kortstondige E-module worden gekozen: aan de intreksnelheid zijn grenzen gesteld.

2.3.10 Inschatting van trekkrachten

De bij sleufloze installatie optredende trekkrachten worden bepaald door vele factoren. Ze kunnen echter, zoals hierna wordt beschreven, bij benadering worden bepaald.

Inschatting van trekkrachten bij spoelboren

$$F_{\text{schatting}} = L \cdot OD \cdot \pi \cdot 0,4$$

waarbij:

$F_{\text{schatting}}$ = geschatte waarde van de vereiste trekkracht [kN]

L = buislengte [m]

OD = buitendiameter [m]

Voor een gedetailleerdere schatting zie ook www.hdd-planer.de

Inschatting van trekkrachten bij relining

Intrekkraft F is, rekening houdend met steiging of helling, het resultaat van: Hieruit kunnen dimensie- en SDR-afhankelijk de volgende maximale intrek lengten worden afgeleid:

$$F = q_r \cdot l \cdot 10^3 (\mu \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha)$$

$$\begin{aligned} l_{\text{toegestaan}} & 20^\circ\text{C} \approx 680 \text{ m} \\ l_{\text{toegestaan}} & 40^\circ\text{C} \approx 425 \text{ m} \end{aligned}$$

of door omzetting naar $l_{\text{toegestaan}}$:

$$l_{\text{toegestaan}} = \frac{\sigma_{\text{toegestaan}} \cdot f_s}{0,97 \cdot 10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (\mu \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha)} \cdot 10^{-3} [\text{m}]$$

Zoals bij alle sleufloze installatiemethodes moet ook bij relining gezorgd worden voor een zo laag mogelijke gemiddelde buiswandtemperatuur. De temperatuurgerelateerde toegestane trekkrachten moeten altijd in acht worden genomen.

waarbij:

- q_r = uit het buisgewicht resulterende grootte [$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$]
- l = lengte van de buis [m]
- μ = wrijvingscoëfficiënt, afhankelijk van de ondergrond tot 0,8 [-]
- α = neigingshoek
- $\sigma_{\text{toegestaan}}$ = toegestane trekspanning, temperatuur- en tijdgerelateerd [$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$]
- f_s = lasnaadfactor 0,8 tot 1,0

2.3.11 Temperatuurgerelateerde lengteverandering

Bij het op lengte snijden van PE-buizen moet de temperatuurgerelateerde lengteverandering in acht worden genomen. Bij een temperatuurstijging verlengt resp. bij een temperatuurdaling verkort 1m PE-buis met $0,2 \frac{\text{mm}}{\text{mK}}$ ($\Delta 1^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$)

Deze lengteverandering is voor vrij bewegende (bijv. bovengronds geïnstalleerde) buisleidingen relevant. Rondom verdichte buisleidingen worden door de schuifkrachten ten opzichte van de rondomliggende bodem gefixeerd.

$$\Delta L = L \cdot \Delta \theta \cdot 0,2 \frac{\text{mm}}{\text{mK}} [\text{mm}]$$

- ΔL = lengteverandering [m]
- $\Delta \theta$ = temperatuurverschil [K]
- $0,2 \frac{\text{mm}}{\text{mK}}$ = gemiddeld uitrekcoëfficiënt van polyethyleen

Voorbeeld: Een 100 m lange PE-buisleiding verwarmt overdag van 8°C 's morgens tot 48°C 's middags.

Hieruit resulteert met

$$\Delta \theta = 48^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C} = 40\text{K}$$

een lengteverandering van:

$$\Delta L = 100\text{m} \cdot 40\text{K} \cdot 0,2 \frac{\text{mm}}{\text{mK}} = 800 \text{ mm} = 80 \text{ cm}$$

Geselecteerde gemiddelde lineaire uitzettingscoëfficiënten van verschillende materialen:

Materiaal	mm/mK
IJzer	0,012
Staal, ferritisch	0,011 - 0,015
Staal, austenitisch	0,022 - 0,025
PE	0,2
PP	0,16

Tab 2-7

2.3.12 Vaste puntbelasting

Wanneer een PE-buisleiding niet vrij kan uittrekken, maar door vaste punten in zijn positie wordt gefixeerd, ontstaat in de vaste punten een kracht FFP.

In principe moet de tracéplanning zodanig plaatsvinden, dat er geen vaste puntbelasting optreedt. Als dit niet mogelijk is, moeten de volgende lastvallen in aanmerking worden genomen:

- lastval warmterek
- lastval inwendige drukrek
- Lastval zwelling (alleen bij de doorvoer van organische verbindingen en de oplossingen en mengsels)

Kracht FFP kan als volgt worden beschreven:

$$F_{FP} = A_{Buis} \cdot E_{PE} \cdot \varepsilon$$

De berekening van de lineaire rek vindt afhankelijk van de lastval plaats:

Lastval warmterek

$$\varepsilon = 0,2 \cdot \Delta \vartheta$$

Lastval inwendige druk

$$\varepsilon = \frac{0,02 \cdot \rho}{E_{PE} \cdot \left(\frac{OD^2}{ID^2} - 1 \right)}$$

Lastval inwendige druk

$$\varepsilon = 0,025 \dots 0,04^i$$

waarbij F_{FP} = vaste puntbelasting [N]

A_{buis} = kopse kant van de buisleiding [mm²]

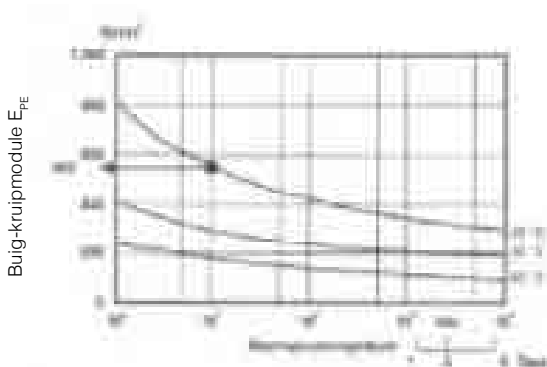
E_{PE} = kruipmodule van PE100 voor de onderzochte belastingsperiode [N/mm²]

ε = lineaire rek als gevolg van belastingsval [-]

OD = buitendiameter van de buis [mm]

ID = binnendiameter van de buis [mm]

ρ = inwendige overdruk [bar]



Het diagram kan worden gebruikt voor het bepalen van de kruipmodule. De tijdrelatie van de kruipmodule is duidelijk herkenbaar. Hieruit kan worden afgeleid, dat de vaste puntbelasting bij een kortstondige verandering van de gemiddelde buistemperatuur aanzienlijk hoger uitvalt dan bij een langdurige, bijvoorbeeld seizoensafhankelijke, verandering. Voor bijv. op bruggen opgehangen leidingen zorgt een kortstondig onderzoek daarom voor een overdimensionering van de axiale lagere en buisgeleidingen.

Afb. 2-34: Voorbeeld voor PE-materialen met een minimale buigkruipmodule van 560 N/mm² conform DIN 8074/DIN 8075 met ob= 2 N/mm²

2.3.13 Steunpunten

Voor in de bodem geïnstalleerde PE-buisleidingen hoeven geen steunpunten te worden gebruikt, voor zover de las-verbindingen conform DVS 2207-1 uitgevoerd of tegen axiale krachten bestendige verbindingen worden gebruikt. Als er toch krachten op de bodem moeten worden overgebracht, moeten de steunpunten worden berekend op basis van DVGW werkblad GW 310.

2.3.14 Buisgeleidingen en steunbreedten

De vereiste steunafstanden van kunststof buisleidingen moeten, rekening houdend met de toegestane buig-spanningen en een begrensde doorbuiging van de buisstreng worden bepaald. Gebruikelijke steunbreedten voor buizen uit PE-HD kunnen worden afgeleid uit de volgende tabel.

Steunbreedten (LA) in mm bij buiswandtemperatuur (TR)					
buis-OD [mm]	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C
16	500	450	450	400	350
20	575	550	500	450	400
25	650	600	550	550	500
32	750	750	650	650	550
40	900	850	750	750	650
50	1050	1000	900	850	750
63	1200	1150	1050	1000	900
75	1350	1300	1200	1100	1000
90	1500	1450	1350	1250	1150
110	1650	1600	1500	1450	1300
125	1750	1700	1600	1550	1400
140	1900	1850	1750	1650	1500
160	2050	1950	1850	1750	1600
180	2150	2050	1950	1850	1750
200	2300	2200	2100	2000	1900
225	2450	2350	2250	2150	2050
250	2600	2500	2400	2300	2100
280	2750	2650	2550	2400	2200
315	2900	2800	2700	2550	2350
355	3100	3000	2900	2750	2550
400	3300	3150	3050	2800	2700

Tab 2-8: De vermelde steunbreedten zijn conform DVS 2210-1 voor buizen met buigkruipmodule voor materiaaltipe PE-HD (DIN 8074/75).

Omrekenfactoren f1 en f2

Afhankelijk van de buiswanddikte en het doorstroommateriaal moeten de volgende omrekenfactoren in acht worden genomen:

Materiaal	Nominale druk PN	Doorstroommateriaal				Wanddikte
		Gas	Water	andere		
ρ [$\frac{g}{cm^3}$]						
Factor		< 0,01	1,00	1,25	1,50	
PE-HD		f1				f2
PE-HD	6	1,47	1,00	0,96	0,92	0,91
PE-HD	10	1,30	1,00	0,96	0,92	1,00
PE-HD	16	1,21	1,00	0,96	0,92	1,07

Tab 2-9: Tussenliggende waarden mogen conform DVS 2210-1 lineair worden geïnterpoleerd

De vereist steunbreedte L_{nst} is het resultaat van:

$$L_{nst} = L_A \cdot f_1 \cdot f_2$$

Voorbeeld:

een buis met afmeting 110 mm SDR 11 moet in een hal onder het plafond worden geplaatst. Het medium is water met een temperatuur van 50 °C.

Tabel 2-8 levert de steunbreedte L_A bij 50 °C met $L_A=1450$ mm op. de nominale druk PN 16 bar en medium water met $f_1=1,00$ en $f_2=1,07$.

$$L_{nst} = L_A \cdot f_1 \cdot f_2 = 1450 \text{ mm} \cdot 1,00 \cdot 1,07 = 1551,50 \text{ mm} \approx 1550 \text{ mm}$$

Bij bovengronds geleide buisleidingen waarvan de lengteverandering niet kan worden gecompenseerd de buisleiding niet axiaal kan uitwijken, moeten buisgeleidingen met vastgelegde afstanden worden aangebracht. Doel is om op veilige wijze te voorkomen dat de buisleiding knikt. Met een veiligheidsfactor van 2 kan uit:

$$L_{knikken} = 3,17 \sqrt{\frac{\frac{\pi}{64} (OD^4 - ID^4)}{\epsilon \cdot A_{buis}}}$$

de afstand tegen knikken worden berekend. Als de berekende afstand $L_{knikken}$ kleiner is dan de berekende steunbreedteafstand L_{nst} , moet de afstand $L_{knikken}$ worden gekozen.

Voor een toepassingstemperatuur ≥ 45 °C geldt:

$$L_{knikken, \geq 45^\circ C} = 2,53 \sqrt{\frac{\frac{\pi}{64} (OD^4 - ID^4)}{\epsilon \cdot A_{buis}}}$$

waarbij

$L_{knikken}$ = Afstand buisgeleidingen tegen knikken [mm]

A_{buis} = kopse kant van de buisleiding [mm²]

ϵ = lineaire rek als gevolg van belastingsval [-]

OD = buitendiameter van de buis [mm]

ID = binnendiameter van de buis [mm]

2.3.15 Berekening opwaartse druk

Door de opwaartse druk te berekenen wordt er een veilige positie van de duiker of de buisleiding in het grondwater of een boorspoeling op basis van een berekening vastgesteld.

Voor het massagerelateerd naar buiten trimmen van de buis voor het bereiken van minimale intrekkrachten tijdens spoelboringen is een berekening van de opwaartse druk vereist. Bij het berekenen van de opwaartse druk moeten de opwaartse krachten tegenover de neerwaartse krachten worden gesteld. Als verdrongen vloeistof moet de spoeling met daarin het boorgruis in aanwezige of gewenste dichtheid worden aangehouden.



Afb 2-35

De opwaartse druk wordt berekend op basis van

$$F_{\text{opwaartse druk}} = V \cdot \rho \cdot g \text{ [N]}$$

waarbij

V = volume van het verdrongen medium [m^3]

ρ = dichtheid van het verdrongen medium [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]

ρ_{water} = $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\rho_{\text{suspensie}}$ = $1020 - 1040 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\rho_{\text{PE 100}}$ = $960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

g = zwaartekrachtversnelling [$9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$]

Voor de berekening kan 1 meter van het buistracé worden gebruikt.

Voorbeeld:

Beschermende mantelbuis OD 110 mm

SDR 11 (ODtotaal = 115 mm)

$$V_{\text{buis}} = \frac{\pi}{4} OD^2 \cdot 1m = \frac{\pi}{4} (0,115 \text{ m})^2 \cdot 1m = 0,01039 \text{ m}^3$$

$$F_{\text{opwaartse druk}} = 0,01039 \text{ m}^3 \cdot 1040 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 106 \text{ N}$$

$$F_{G, \text{buis}} = \pi (0,115 \text{ m} - 0,010 \text{ m}) \cdot 0,010 \text{ m} \cdot 1m \cdot 960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 31,07 \text{ N}$$

$$F_{\text{res}} = F_{\text{opwaartse druk}} - F_{G, \text{buis}}$$

$$F_{\text{res}} = 106 \text{ N} - 31,07 \text{ N} = 74,93 \text{ N}$$

$$F_{\text{opwaartse druk}} > F_{G, \text{buis}} \rightarrow \text{de buis beweegt naar boven}$$

2.4 Aansprakelijkheidsrisico's

Onder risico verstaat de wetenschappelijke adviescommissie voor mondiale milieuveranderingen (WBGU, zie jaarrapport, 1998) de waarschijnlijkheidskans en ernst van een voorval resp. mate van schade m.b.t. het product.

Onder de waarschijnlijkheidskans wordt de frequentie verstaan waarmee een gebeurtenis binnen een bepaald tijdsinterval optreedt.

De eenheid van de mate van schade hangt af van de betreffende kwestie en van de situatie. Dit kunnen waarden zijn die zich in geld uitdrukken (EUR), maar het kan ook om milieuschade of materiële schade of zelfs om letselschade gaan. Met name schade aan gasleidingen met gasexplosies halen de krantenkoppen. Schade aan afvalwaterleidingen daarentegen veroorzaakt milieuschade.

Wat betreft de eisen aan voor alternatieve installatiemethodes te kiezen buizen bestaan er momenteel geen juridisch bindende normen. Tegelijkertijd moeten de algemeen geformuleerde eisen uit bovengeschiedte wetten/regels worden vervuld, bijv. de bepalingen van de „basisveiligheidseisen“ voor buisleidingen conform Bijlage I van de DGRL richtlijn 97/23/EG of de eisen uit de bedrijfsveiligheidsverordening.“

egeplast heeft derhalve het advocatenbureau FRESHFIELDS BRUCKHAUS DERINGER de opdracht gegeven om de aansprakelijkheidsvraag van verschillende marktdeelnemers (buizenfabrikant, ontwikkelaar, verwerker en netwerkexploitant) bij de installatie van buizen in zandbedvrije en sleufloze methodes te onderzoeken.

Onderzocht worden mogelijke eisen m.b.t. productiefouten, schade op grond van een gebrekkige geschiktheid van de huizen voor de geselecteerde methode, plannings-/specificatiefouten en schade bij het intrekken van de buizen.

	Materiaal		Verwerker		Netwerkexploitant
	contractueel jegens opdrachtgever	contractueel op basis van onrechtmatige daad (jegens [ook jegens derden] opdrachtgever)		Op basis van onrechtmatige daad (ook jegens derden)	Ook jegens derden
Onderwerp	- Foutieve planning (hiertoe behoort ook de keuze van ongeschikte bouwmaterialen /installatiemethodes) - Controleplicht - Aannemer van bezorgdheid op de hoogte stellen - Conform punt 5.4.2 DVGW werkblad GW 321 aanvullende bescherming buisbuitenkant bij bepaalde bodemomstandigheden	Schade als gevolg van verwijtbare foutieve planning of keuze van ongeschikte materialen/ installatiemethodes	- Beschadiging bij installatie - Controleplicht m.b.t. geschiktheid van bouwmaterialen en bouwgrond (bij twijfel belastingtest uitvoeren) - Conform punt 5.4.2 DVGW werkblad GW 321 aanvullende bescherming buisbuitenkant bij bepaalde bodemomstandigheden - Aanpassing van rechten inzake gebreken bij overeenkomst van VOB/B mogelijk	Schade als gevolg van verwijtbare beschadiging bij installatie of schending van de controleplicht m.b.t. bouwmaterialen en bouwgrond	- Verwijtbaar veroorzaakte schade door keuze van foutieve producten (-) bij inzet van externe vaklieden - Verwijtbaar gerelateerde aansprakelijkheid als eigenaar van buisleidingsystemen voor door het systeem veroorzaakte materiële schade of letsel (-) wanneer installatie aan erkende regels van de techniek voldoet
Kwaliteitsgarantie	Bewijs van installatie zonder gebreken door gebruikmaking van buizen met integriteitscontrole				Gunning met vermelding dat vereiste installatie zonder gebreken aan de hand van buizen met kwaliteitscontrole bij afname moet worden gedocumenteerd

Tab 2-10: Potentiële aansprakelijkheidsrisico's van ontwikkelaars, verwerkers en netwerkexploitanten (bron: Advies FRESHFIELDS BRUCKHAUS DERINGER).

Momenteel bestaan er geen (juridisch) bindende normen waarin gedetailleerde technische regels voor de keuze van buizen bij alternatieve installatiemethodes alsmede de eisen aan installatie zijn beschreven. Daarom zijn aan de betrokken partijen hoge gesteld wat betreft de keuze van materialen en methodes om te voldoen aan de algemeen geformuleerde eisen voortvloeiend uit de vigerende wetgeving, richtlijnen en verordeningen. Een van de foutoorzaken waarvoor ontwikkelaars, verwerkers en netwerkexploitanten aansprakelijk kunnen worden gesteld, betreft ongeschikte materialen resp. installatiemethodes. Voor de buisleidingsbouw is bijv. punt 5.4.2 van de DVGW werkblad GW 321 bepalend, op basis waarvan bij bepaalde bodemverhoudingen een extra beschermende buismantel, bijv. een polyolefinomhulsel, moet worden gebruikt.

Er kan op grond van het bovenstaande uitsluitend worden aanbevolen om buissystemen te gebruiken waarvan de geschiktheid en een installatie zonder gebreken vanuit vaktechnisch oogpunt zonder bezwaar kan worden gecontroleerd en gedocumenteerd. Voor zover de schade niet eerder is ontstaan, kunnen ontwikkelaars, verwerkers en netwerkexploitanten evt. tot 30 jaar aansprakelijk worden gesteld.

2.5 Regels, normen en richtlijnen

Regels

Voor een veilige en betrouwbare gas- en watervoorziening (maar ook de afvoer van afvalwater) zijn uniforme technische basisprincipes en regels vereist. Deze vereisen rationalisering en kwaliteitswaarborging, dienen voor de veiligheid van personen en materiaal en daardoor voor het algemeen nut [GW100]. De technische regels worden in Duitsland in principe opgesteld door technisch-wetenschappelijke organen, zoals DIN en DVGW en in Europa door het Europese normalisatiebureau CEN. Op het gebied van gas en water zijn in Duitsland de DVGW-regels bindend voorgeschreven.

DIN

DVGW

PAS

Algemeen erkende regels der techniek

Bij de algemeen erkende regels van de techniek betreft het volgens de heersende opinie technische regels voor ontwerp en uitvoering van werkinstallaties, die boven iedere twijfel verheven zijn en daardoor als theoretisch correct zijn erkend en vaststaan, alsmede in het bijzonder binnen de kring van de voor toepassing van de betreffende regels maatgevende met de meest recente kennis van zaken opgeleide technici door en door bekend en op grond van continue praktijkervaring als technisch geschikt en als noodzakelijk zijn erkend (MüKO, BGB, 4e oplage, § 633, nr. 17 etc.). Deze regel hinkt achter een meer vooruitstrevende technische ontwikkeling aan:

Stand der techniek

De stand der techniek bestaat uit regels die echter nog niet als algemeen erkend kunnen worden aangemerkt, echter tot aan een bepaald tijdstip de stand van de technische inzichten weerspiegelen en ingang hebben gevonden in de bedrijfsmatige praktijk (MüKO, a.a.O, § 633 nr. 19). Een mogelijkheid om een gevestigde stand der techniek vast te leggen die nog niet deel uitmaakt van de klassieke technische regels, vormt een Publicly Available Specification (PAS), d.w.z. een openbaar toegankelijke specificatie. De publicatie van deze industriernorm door het Deutsche Institut für Normung e.V. verleent hieraan bijzondere betekenis en biedt de mogelijkheid om een beschreven minimumkwaliteit door onafhankelijke certificeringsinstanties te bewaken.

Regels van de DVGW

Kwaliteitseisen aan buizen uit polyethyleen voor conventionele installatie in het zandbed worden beschreven in DVGW werkblad GW 335. Als alternatieve installatiemethodes heeft de DVGW methodebeschrijvingen en instructies als werk- resp. informatiebladen in de GW 32x reeks gepubliceerd. De kwaliteitseisen aan te plaatsen buizen zijn in de regels der techniek tot dusver niet uitvoerig beschreven. De DVGW-regels vereisen momenteel slechts, dat de buisleidingen voldoen aan de eisen van installatie en doet slechts aanbevelingen. Als gevolg hiervan gelden voor sleufloos geïnstalleerde polyethyleen buizen nog altijd dezelfde eisen als voor buizen die in het zandbed worden gelegd. Dit komt niet overeen met de stand der techniek.

DVS-informatiebladen/-richtlijnen

Voor de verbinding van kunststof buizen door middel van lassen van de buisuiteinden gelden de DVS informatiebladen en richtlijnen. Deze regels gelden onafhankelijk van het installatietype van de buizen.

Regels voor installatiemethodes, buismateriaal en verbindingstechniek

Type installatie	Regels installatiemethode	Informatie en aanbeveling van de regels voor installatiemethodes t.a.v. het te gebruiken buismateriaal	DVS-richtlijnen verbindingstechniek DVS 2207-1 Beoordeling van de lasverbinding conform DVS 2202-1
Open buisinstallatie met zand	W 400 – 2 (water) G 472 (gas) DIN EN 805	• GW 335 • max. 10 % groefdiepte	0,1 x s echter max. 0,5 mm bij beoordelingsgroep 1 Verbindingsdefect bij HM als gevolg van kerven in het buisoppervlak zijn in alle 3 de beoordelingsgroepen ontoelaatbaar. Een definitie van de kerfdiepte is door aanpassing van de DVS 2202 niet langer vereist
Open buisinstallatie zonder zand/ ploegen/frezen	GW 324 W 400 – 2 (water) G 472 (gas)	• max. 10 % groefdiepte • Puntlastbestendigheid en bescherming tegen ontoelaatbare groefvorming in relatie tot de bouwgrond	0,1 x s echter max. 0,5 mm bij beoordelingsgroep 1 Verbindingsdefect bij HM als gevolg van kerven in het buisoppervlak zijn in alle 3 de beoordelingsgroepen ontoelaatbaar. Een definitie van de kerfdiepte is door aanpassing van de DVS 2202 niet langer vereist
Nieuwe installatie door middel van buisintrek Spoelboren (black-box-methode)	GW 321 W 400 – 2 (water) G 472 (gas)	• max. 10 % groefdiepte • Polyolefineomhulsel als bescherming van de buisbuitenkant wordt aanbevolen	0,1 x s echter max. 0,5 mm bij beoordelingsgroep 1 Verbindingsdefect bij HM als gevolg van kerven in het buisoppervlak zijn in alle 3 de beoordelingsgroepen ontoelaatbaar. Een definitie van de kerfdiepte is door aanpassing van de DVS 2202 niet langer vereist
Nieuwe installatie door middel van buisintrek Grondraket (black-box-methode)	GW 325 W 400 – 2 (water) G 472 (gas)	• max. 10 % groefdiepte • Afhankelijk van de bouwgrond- en beddingsomstandigheden is een geschikte bescherming van de buisbuitenkant vereist	0,1 x s echter max. 0,5 mm bij beoordelingsgroep 1 Verbindingsdefect bij HM als gevolg van kerven in het buisoppervlak zijn in alle 3 de beoordelingsgroepen ontoelaatbaar. Een definitie van de kerfdiepte is door aanpassing van de DVS 2202 niet langer vereist
Sanering door buisintrek Relining (black-box-methode)	GW 320 -1 (met ringvormige ruimte) W 400 – 2 (water) G 472 (gas)	• max. 10 % groefdiepte	0,1 x s echter max. 0,5 mm bij beoordelingsgroep 1 Verbindingsdefect bij HM als gevolg van kerven in het buisoppervlak zijn in alle 3 de beoordelingsgroepen ontoelaatbaar. Een definitie van de kerfdiepte is door aanpassing van de DVS 2202 niet langer vereist
Sanering door buisintrek Pipe-cracking (black-box-methode)	GW 323 W 400 – 2 (water) G 472 (gas)	• max. 10 % groefdiepte • Polyolefineomhulsel als bescherming van de buisbuitenkant wordt aanbevolen • PE 100 met FNCT > 3300 h	0,1 x s echter max. 0,5 mm bij beoordelingsgroep 1 Verbindingsdefect bij HM als gevolg van kerven in het buisoppervlak zijn in alle 3 de beoordelingsgroepen ontoelaatbaar. Een definitie van de kerfdiepte is door aanpassing van de DVS 2202 niet langer vereist
Sanering door buisintrek Swagelining (black-box-methode)	GW 320 – 2 (zonder ringvormige ruimte) W 400 – 2 (water) G 472 (gas)	• max. 10 % groefdiepte	0,1 x s echter max. 0,5 mm bij beoordelingsgroep 1 Verbindingsdefect bij HM als gevolg van kerven in het buisoppervlak zijn in alle 3 de beoordelingsgroepen ontoelaatbaar. Een definitie van de kerfdiepte is door aanpassing van de DVS 2202 niet langer vereist

Tab 2-12: Regels voor installatiemethodes, buismateriaal en verbindingstechniek

Normen en richtlijnen (in alfabetische volgorde)

- ASTM D 1929, 2011
Controle en ontbrandbaarheid van kunststoffen
- DIN 2000, 10.00
Richtlijnen voor eisen aan drinkwater, planning, bouw, bedrijf en onderhoud aan voorzieningssystemen, technische regels van de DVGW
- DIN 4102
Brandgedrag van materialen en componenten
- DIN 4124, 01:12
Bouwputten en greppels, glooiingen, werkruimtebreedten, sleufbekistingen
- DIN 8074, 12:11
Buizen uit polyethyleen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD –maten
- DIN 8075, 12:11
Buizen uit polyethyleen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – algemene kwaliteitseisen, tests
- DIN 16928, 04.79
Buisleidingen uit thermoplastische kunststoffen; buisverbindingen; buisleidingcomponenten; installatie – algemene richtlijnen
- DIN 18196, 05:11
Grondwerk en funderingen – bodemclassificatie voor bouwtechnische doeleinden
- DIN EN 1555-1, 12.10
Kunststof buisleidingsystemen voor de gasvoorziening – polyethyleen (PE) – deel 1: Algemeen
- DIN EN 1555-2, 12.10
Kunststof buisleidingsystemen voor de gasvoorziening – polyethyleen (PE) – deel 2: Buizen
- DIN EN 1555-3, 08:11
Eisen aan hulpstukken uit polyethyleen voor lasverbindingen en aan hulpstukken voor mechanische verbindingen – gasvoorziening
- DIN EN 12007-1, 08.00
Gasvoorzieningssystemen – buisleidingen met een maximaal toegestane bedrijfsdruk tot en met 16 bar, deel 1: Algemene functionele aanbevelingen
- DIN EN 12007-2, 08.00
Gasvoorzieningssystemen – buisleidingen met een maximaal toegestane bedrijfsdruk tot en met 16 bar, deel 2: Bijzondere functionele aanbevelingen voor polyethyleen
- DIN EN 12201-1, 11:11
Kunststof buisleidingsystemen voor de watervoorziening – Polyethyleen (PE) - deel 1: Algemeen
- DIN EN 12201-2, 11:11
Kunststof buisleidingsystemen voor de watervoorziening – Polyethyleen (PE) - deel 2: Buizen
- DIN EN 12201-3, 11:11
Kunststof buisleidingsystemen voor de watervoorziening – Polyethyleen (PE) - deel 3: Hulpstukken
- DIN EN 12201-5, 11:11
Kunststof buisleidingsystemen voor de watervoorziening – Polyethyleen (PE) – deel 5: Gebruiksgeschiktheid van het systeem
- DIN EN 805, 03.00
Watervoorziening — eisen aan waterverzorgingssystemen en de componenten ervan buiten gebouwen
- DIN EN ISO 14688-1, 06.11
Geotechnisch onderzoek – aanduiding, beschrijving en classificatie van bodems – deel 1: Aanduiding en beschrijving
- DIN EN ISO 14688-2, 06.11
Geotechnisch onderzoek – aanduiding, beschrijving en classificatie van bodems – deel 2: Basisprincipes voor bodemclassificaties
- DIN EN ISO 14689-1, 06.11
Geotechnisch onderzoek – aanduiding, beschrijving en classificatie van rots – deel 1: Aanduiding en beschrijving
- DIN EN ISO 178, 04.11
Kunststoffen – bepaling van buigeigenschappen
- DIN EN ISO 179-1, 11:10
Kunststoffen – bepaling van charpy-slageigenschappen – Deel 1: Niet geïnstrumenteerde botsproef
- DVGW G 459-1, 07.98
Gas-huisaansluitingen voor bedrijfsdrukwaarden tot 4 bar – Planning en bouw
- DVGW G 469, 06.10
Druktestmethode gastransport/gasdistributie
- DVGW G 472, 08.00
Gasleidingen tot een bedrijfsdruk van 10 bar uit polyethyleen (PE 80, PE 100 en PE-Xa); bouw
- DVGW GW 320-I, 02.09
Vervanging van gas- en waterbuisleidingen door buisintrek of buisinschuiving met ringvormige ruimte
- DVGW GW 320-II, 06:00
Herstel van gas- en waterbuisleidingen door middel van PE-relining zonder ringvormige ruimte – eisen, kwaliteitsgarantie en controle

- DVGW GW 321, 10.03
Aanstuurbare horizontale spoelboormethodes voor gas- en waterbuisleidingen – eisen, kwaliteitsgarantie en controle
- DVGW GW 323, 07:04
Sleufloze vervanging van gas- en watertoevoerleidingen door middel van berstlining – eisen, kwaliteitsgarantie en controle
- DVGW GW 324, 08:07
Frees- en ploegmethodes voor gas- en waterbuisleidingen – eisen, kwaliteitsgarantie en controle
- DVGW GW 325, 03:07
Sleufloze methodes voor gas- en wateraansluitleidingen – eisen, kwaliteitsgarantie en controle
- DVGW GW 330, 11:00
Lassen van buizen en onderdelen uit polyethyleen (PE 80, PE 100 en PE-Xa) gas- en watertoevoerleidingen – les- en toetsplan
- DVGW GW 331, 10.94
Toezicht op laswerkzaamheden aan PE-HD-leidingen voor gas- en waterleidingen – les- en toetsplan
- DVGW GW 332, 09:01
Afknijpen van buisleidingen uit polyethyleen in de gas- en waterdistributie
- DVGW GW 335-A 2, 11.05
Kunststofbuisleidingsystemen in de gas- en waterdistributie; eisen en tests – buizen uit PE 80 en PE 100
- DVGW W 400-1, 02.15
Technische regels waterdistributie-installaties (TRWV) -planning
- DVGW W 400-2, 09:04
Technische regels waterdistributie-installaties (TRWV) -bouw en controle
- DVS-richtlijn 2202-1, 07.06
Fouten aan lasverbindingen uit thermoplastische kunststoffen – kenmerken, beschrijving, beoordeling
- DVS-richtlijn 2203-1, 01:03
Testen van lasverbindingen uit thermoplastische kunststoffen – eisen
- DVS-richtlijn 2203-2, 08:10
Testen van lasverbindingen uit thermoplastische kunststoffen – trekproef
- DVS-richtlijn 2203-3, 04:11
Testen van lasverbindingen uit thermoplastische kunststoffen – slagtrekproef
- DVS-richtlijn 2203-4, 07.97
Testen van lasverbindingen uit thermoplastische kunststoffen – constante trekproef
- DVS-richtlijn 2203-5, 08.99
Testen van lasverbindingen uit thermoplastische kunststoffen – technologische buigproef
- DVS-richtlijn 2207-1, 08:15
Lassen van lasverbindingen uit thermoplastische kunststoffen – lassen met een verwarmingselement van buizen, componenten en oppervlakken uit PE
- DVS-richtlijn 2210-1, 04.97
Industriële buisleidingen uit thermoplastische kunststoffen – projectie en uitvoering, bovengrondse buissystemen
- EN ISO 1167-1, 05.06
Buizen en hulpstukken uit thermoplastische kunststoffen voor transport van vloeistoffen – bestendigheid tegen inwendige overdruk
- EN ISO 1167-3, 02:08
Buizen en hulpstukken uit thermoplastische kunststoffen voor transport van vloeistoffen – bestendigheid tegen inwendige overdruk - voorbereiding
- EN ISO 1167-4, 02:08
Buizen en hulpstukken uit thermoplastische kunststoffen voor transport van vloeistoffen – bestendigheid tegen inwendige overdruk - voorbereiding
- EN ISO 3126, 05.05
Kunststofbuisleidingssystemen – buisleidingcomponenten uit kunststoffen – maatvoering
- KRV installatiehandleiding A 135/99-15, 6e oplage
voor buisleidingen uit polyethyleen met een hoge dichtheid (PE 80 en PE 100) in de drinkwatervoorziening buiten gebouwen
- KRV installatiehandleiding A 435/96-10, 5e oplage
voor buisleidingen uit polyethyleen (PE) voor gasdistributie buiten gebouwen
- PAS 1031, 09.04
Materiaal polyethyleen (PE) voor vervaardiging van drukbuizen en hulpstukken – eisen en tests
- PAS 1075, 04:09
Buizen uit polyethyleen voor alternatieve installatietechnieken – afmetingen, technische eisen en tests
- R 14.3.1 DA, 01.98
Drukbuizen uit PE 80 en PE 100 algemeen, met het waarmerk van de Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V.
- R 14.3.1 G, 01.98
Drukbuizen uit PE 80 en PE 100 voor gas, met het waarmerk van de Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V.
- R 14.3.1 TW, 01.98
Drukbuizen uit PE 80 en PE 100 voor drinkwater, met het waarmerk van de Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V.

2.6 Inspecties



2.6.1 Buisopslag

Alle door egeplast aangeboden drukbuizen uit PE 100 en PE 100-RC zijn voor buitenopslag in Europa gedurende een periode van 2 jaar tegen zonlicht geschikt gemaakt. Desondanks raden we aan om de buisleidingen te beschermen tegen direct zonlicht. Vóór gebruik van meer dan twee jaar buiten opgeslagen buizen moet een speciaal bewijs van geschiktheid voor gebruik worden verkregen (bijv. inwendige druktest conform DVGW GW 335, deel A2). De buisleidingen moeten zo worden opgeslagen dat ze niet kunnen worden verontreinigd. Ze mogen niet in contact komen met brandstoffen, oplosmiddelen, oliën, vetten, verfsoorten of warmtebronnen. Ongunstige opslagomstandigheden kunnen ertoe leiden dat een correcte installatie bemoeilijkt wordt. De buisleidingen moeten op een zo egaal mogelijke ondergrond, zonder scherpe en puntige voorwerpen, worden opgeslagen. Als de buisleidingen worden gestapeld, moeten de afzonderlijke lagen gespreid worden geplaatst, zonder dat er houten tussenleggers worden geplaatst. De buizenstapel moet tegen zijdelings wegglijden worden beschermd. De stapel mag niet meer dan 1,5 m hoog zijn. Als nominale breedte 500 mogen er nog slechts twee lagen worden gestapeld. Buizenrollen moeten zo veel mogelijk liggend of beschermd in geschikte voorzieningen worden bewaard. De verpakkingsbanden moeten pas kort vóór het inbouwen worden verwijderd. Het SLE van de buizenlengte en -rollen over de grond is, zoals in de KRVinstallatiehandleiding A 135 beschreven, niet toegestaan.

2.6.2 Controle van de buizen

Buizen moeten direct na het transport / lossen alsmede vóór installatie in de buissleuf worden gecontroleerd op een perfecte staat en volledige aanduiding volgens de DVGW-bepalingen. Groeven, krassen en aantasten van het oppervlak zijn op PE-buizen tot 10% van de minimale wanddikte toegestaan. Buizen die ernstiger zijn beschadigd, mogen niet worden ingebouwd.

2.6.3 Lektests

2.6.3.1 Drinkwater conform DIN EN 805/DVGW-werkblad W400-2

Van toepassing zijn de normen en richtlijnen in de actuele versie.

Testdruk

Voor alle buisleidingen moet op basis van de maximale systeembedrijfsdruk (MDP) de systeemproefdruk (STP) als volgt worden berekend:

Bij een berekende drukstoot: $STP = MDP_c + 1 \text{ bar}$

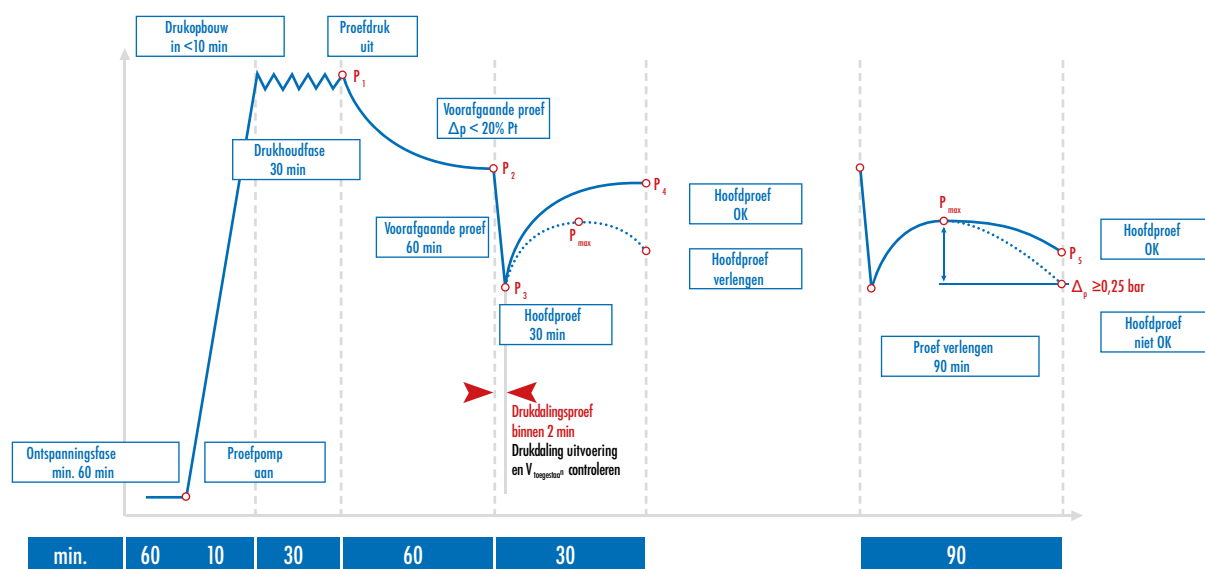
Bij een veronderstelde hoogte van de drukstoot:

$STP = MDP_a \cdot 1,5 \text{ of}$

$STP = MDP_a + 5 \text{ bar}$

Van toepassing is de laagste waarde. De minimale proefdruk MDP wordt volgens het DVGW-werkblad W 400-2 voor dienstleidingen met 10 bar vastgelegd. Buisleidingen uit PE100 SDR 17 mogen slechts bij een proefdruk van $STP \leq 12 \text{ bar}$ worden getest. Voor buisleidingen uit PE-HD met volume $>20 \text{ m}^3$ alsmede buisleidingen uit PE 100 SDR 17 wordt in het werkblad W 400- 2 toepassing van de normale methode aanbevolen. Op basis van geschikte meet- en testtechniek kunnen echter ook systemen $>20 \text{ m}^3$ volumes via de contractiemethode testen.

Contractiemethode



Afb 2-36

Voorafgaande proef

Na het luchtvrije vullen (spoelsnelheid $>1 \text{ m/s}$), eventueel met 'pigging' van de leiding, volgt een ontspanningstijd, die 1 uur duurt, waarbij de vergrendelarmatuur op het hoogste punt van de installatie wordt geopend. De leiding wordt gesloten, de systeemtestdruk STP wordt binnen 10 minuten opgebouwd en door continu bijpompen gedurende 30 minuten op peil gehouden. Daarna vindt er een ontspanningsfase plaats, die 1 uur duurt, waarbij de druk in de leiding met maximaal 20% van de proefdruk STP mag dalen. Als de drukdaling groter is, is er sprake van een lekkage of werd de buisleiding aan een ongeoorloofde temperatuurstijging blootgesteld. De test moet dan worden afgebroken. Voordat de voorgaande proef opnieuw wordt uitgevoerd, moet altijd een ontspanningstijd van 1 uur worden aangehouden. Na afloop van een geslaagde voorgaande proef mag de hoofdproef plaatsvinden.

Hoofdttest met geïntegreerde drukdalingstest

Door een snelle drukdaling in minder dan 2 minuten kan de expansie van de buisleiding worden onderbroken. De uit te voeren drukdaling wordt in de volgende tabel beschreven.

Buismateriaal	E-module in $\frac{N}{mm^2}$	SDR	Druk daling in P_{ab}
PE 100	1200	17	2,0
PE 100	1200	11	3,2

Tab 2-13: Uit te voeren drukdaling p_{ab} in bar

Het afgevoerde watervolume V_{ab} moet met geschikte meetapparaten worden gemeten. De druk moet tijdens de totale testtijd continu worden geregistreerd; de drukstijging die na de drukdaling plaatsvindt, moet tijdens de contracttijd, die een half uur duurt, worden bewaakt. Er is sprake van voldoende luchtvrigheid, wanneer het afgevoerde watervolume V_{ab} kleiner dan of gelijk aan het maximaal toegestane watervolume $V_{toegest}$ is.

Er geldt:

$$V_{af} \leq V_{toegestaan} \text{ mit } V_{toegestaan} = V_k \cdot L$$

waarbij:

V_k = berekend watervolume op basis van formule of tabel [$\frac{ml}{m}$]

$$V_k = 0,1 \cdot f \cdot \frac{\pi \cdot ID^2}{4} \cdot p_{af} \cdot \left(\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{E_R \cdot s} \right)$$

$V_{toegest}$ = max. toegest. watervolume in ml

p_{ab} = drukdaling volgens tabel [bar]

OD = buitendiameter buis in mm

ID = binnendiameter buis in mm

E_w = compressiemodule van water [2027 $\frac{N}{mm^2}$]

E_R = elasticiteitsmodule van de buis n
[PE100=[1200 $\frac{N}{mm^2}$]

s = wanddikte rekening houdend met de gemiddelde buiswandtoleranties

f = 1,05 compensatiefactor voor lucht en temperatuur afhankelijke E-module-afwijking alsmede invloed van contracties

L = lengte van het geteste tracé [m]

OD	PE 100 SDR 17	PE 100 SDR 11
32		1,28
40		1,95
50		3,10
63		4,95
75	8,30	7,22
90	12,01	10,35
110	18,02	15,57
125	23,76	20,04
140	29,81	25,39
160	38,93	32,90
180	49,26	41,79
200	60,81	51,74
225	79,96	65,41
250	95,90	81,27
280	120,17	102,17
315	151,94	129,22
355	192,81	164,48
400	246,02	208,76

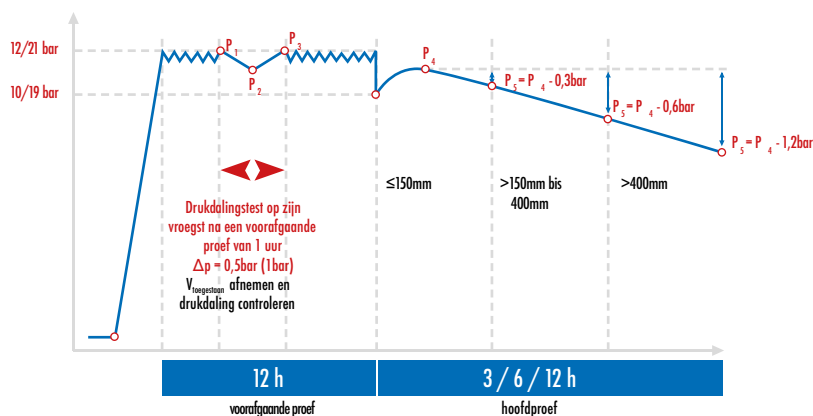
Tab 2-14: Berekend watervolume V_k in $\frac{ml}{m}$

De geteste buisleiding geldt als dicht, wanneer zich in de loop van de testtijd van een half jaar t_k een licht stijgende tot gelijkblijvende drukverandering ontstaat. De testtijd kan in geval van twijfel worden verlengd tot 1,5 jaar. De drukdaling Δp_{zul} mag hierbij, gerelateerd aan de in de testtijd gemeten maximum waarde, niet meer dan 0,25 bar bedragen.

Inwendige druktest op basis van de normale methode voor alle buismaterialen

Voorafgaande proef

De testdruk voor PE-buisleidingen wordt gedurende een bepaalde duur volgens tabel 2-15 door herhaaldelijk bijpompen (uiterlijk na een drukdaling van 1-2 bar) op peil gehouden.



Afb. 2-37: Schematisch verloop van de normale methode

Drukdelingstest

De drukdelingstest dient om te controleren of de buisleiding voldoende wordt ontluicht. In aansluiting aan voorgaande proef, bij voorkeur echter 1 uur na aanvang van de voorgaande proef, moet ΔV worden afgenomen en gemeten. De drukdaling moet ten minste $\Delta p = 0,5$ bar bedragen. Bij kleine nominale breedten en korte proeftracés zijn drukdalingen van meer dan 1 bar zinvol. De maximaal toegestane volumeverandering $\Delta V_{\text{toegestaan}}$ wordt op basis van de volgende vergelijking bepaald:

$$\Delta V_{\text{toegestaan}} = 0,1 \cdot f \cdot \frac{\pi \cdot ID^2}{4} \cdot L \cdot \Delta p \cdot \left(\frac{1}{E_W} + \frac{ID}{E_R \cdot s} \right)$$

waarbij

$\Delta V_{\text{toegest}}$ = max. toegest. watervolume [in ml]

Δp = gemeten drukdaling [0,5 bar of 1 bar]

ID = binnendiameter buis [in mm]

E_W = compressiemodule van water [2027 $\frac{N}{mm^2}$]

E_R = elasticiteitsmodule van de buis [PE100=1200 $\frac{N}{mm^2}$]

s = wanddikte rekening houdend met de gemiddelde buiswandtoleranties

f = 1,05 compensatiefactor voor onvermijdelijke luchtbelletjes

L = lengte van het geteste tracé [m]

Er is sprake van voldoende lucht vrijheid, wanneer het afgevoerde watervolume ΔV kleiner dan of gelijk aan het maximaal toegestane watervolume $\Delta V_{\text{toegest}}$ is. Als dit niet het geval is, moet de te controleren leidingsectie opnieuw worden ontluicht.

Hoofdtest

Na de voorgaande proef en de drukdelingstest volgt de hoofdproef. De proefdruk wordt opnieuw aangebracht en de drukdaling en de testperiode worden gedocumenteerd. De toegestane drukdaling en de duur van de hoofdproef staan in de volgende tabel 2-15. De proef is geslaagd, wanneer de vastgestelde drukdaling kleiner is dan de maximaal toegestane drukdaling.

Buis materiaal	MDP bar	DN	Voorafgaande proef		Hoofdproef		Toegestane drukdaling bar/h
			Druk/STP bar	Tijd h	Druk/STP bar	Tijd h	
PE 100 SDR 11	16	≤ 150	21	12	19	3	0,1
PE 100 SDR 11	16	200 tot 400	21	12	19	6	0,1
PE 100 SDR 11	16	> 400	21	12	19	12	0,1
PE 100 SDR 17	10	≤ 150	12	12	10	3	0,1
PE 100 SDR 17	10	200 tot 400	12	12	10	6	0,1
PE 100 SDR 17	10	> 400	12	12	10	12	0,1

Afb. 2-37: Schematisch verloop van de normale methode

Basisinstructies voor de druktests

De buisleiding moet in zijn geheel en, alleen indien noodzakelijk, in secties onderverdeeld worden getest. Hierbij moeten de testsecties zodanig worden vastgelegd, dat de testdruk op het laagste punt van elke testsectie wordt bereikt. Op het hoogste punt van elke testsectie moet ten minste de 1,1-voudige waarde van de maximale systeembedrijfsdruk (MDP) worden bereikt. Testsecties kunnen daarom ook reeds uit de verticale sectie van het leidingtracé worden afgeleid. Aan de hand van het voorbeeld van een SDR 11 buisleiding ontstaat een maximaal hoogteverschil binnen een testsectie van ca. 34 m.

Voorbeeld: PE 100 SDR 11; $MDP_a = 16 \text{ bar}$

$$STP_{min} = 1,1 \cdot MDP = 1,1 \cdot 16 \text{ bar} = 17,6 \text{ bar}$$

$$\Delta STP = STP - STP_{min} = 21 \text{ bar} - 17,6 \text{ bar} = 3,4 \text{ bar}$$



Afb. 2-38

Reeds bij aanvang van de planning moet met deze secties rekening worden gehouden, zodat de leiding zonder problemen kan worden afgenomen.

Ook met de benodigde hoeveelheden water, met name voor de contractietest, moeten rekening worden gehouden, even als met het probleemloos afvoeren van het proefmedium na afloop van de test.

Tevens wordt aanbevolen om aan het vulwater een desinfecterend middel toe te voegen, dat qua soort en dosis in overeenstemming is met de drinkwaterverordening.

Aangezien er in de regel onvoldoende water beschikbaar is om de leiding luchtvrij te spoelen, moet er direct bij aanvang een 'pigging' worden gepland.

Ook wanneer het testmedium water in hoge mate onsamendrukbaar is, moeten de optredende krachten en de hieruit resulterende, mogelijke schade niet worden onderschat en moeten de druktests in een veiligheidsconcept worden meegenomen.

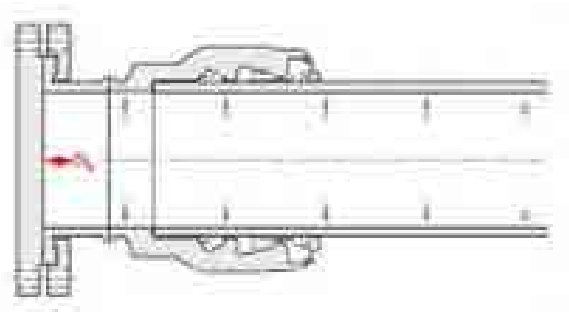
Het DVGW-werkblad GW 310 „Axiale lagere uit beton, meetprincipes“ biedt de volgende formule voor berekening van de effectieve kracht op een eindkap.

$$N_k = 0,1 \cdot STP \cdot \frac{\pi \cdot OD^2}{4} [N]$$

Voor een leiding OD 63 mm en een testdruk van 21 bar resulteert uit:

$$N_k = 0,1 \cdot 21 \text{ bar} \cdot \frac{\pi \cdot (63 \text{ mm})^2}{4} = 6546 \text{ N} = 6,55 \text{ kN}$$

dus ca. 667 kg.



Afb. 2-39: Bron: DVGW werkblad GW 310

2.6.3.2 Gasleidingen conform DVGW-werkblad G 469

Na gereedstelling van een leiding of installatie moet worden aangetoond dat deze geschikt is voor gebruik met de hiervoor bedoelde bedrijfsdruk. Werkblad G 469 beschrijft in deze relatie de voor leidingen en installaties voor gasvoorziening toepasbare druktestmethodes. Druktests dienen ter beoordeling van de stevigheid en/of dichtheid van het geteste systeem en dragen bij aan de veiligheid van de leidingen of installaties. Doorgaans worden druktests op gebruik van het testmedium onderscheiden, waarbij in principe vloeibare media (water) of gasvormige media (lucht, bedrijfsgas) kunnen worden gebruikt.

Testmedium Testprocedure	Water		Lucht	Bedrijfsgas
	eenmalig	tweemaalig		
	1	2	2	4
Visuele inspectiemethode	A1	A2	A3	A4
Drukmethode		B1	B3	-
Precisiedrukmeetprocedure		-	C3	-
Druk-/volumemmeetmethode		D2		-

Hieronder worden geselecteerde methodes in het kort beschreven; gedetailleerde informatie en verdere methodes vindt u in het boven beschreven werkblad.

Drukmeetmethode met lucht B3

Bij deze drukmeetmethode wordt de dichtheid beoordeeld op basis van de door fijnmeting vastgestelde drukverandering tijdens de druktest. Deze methode vindt daarom met name plaats bij in de grond geïnstalleerde leidingen, die niet voor inspecties toegankelijk zijn en wordt bij zo volledig mogelijk ingebedde leidingen gebruikt. In andere gevallen moet met de temperatuurinvloed op vrij liggende leidingcomponenten rekening worden gehouden.

De testdruk moet met minimaal 2 bar boven de maximaal toegestane bedrijfsdruk liggen.

De druk in de leiding moet tijdens de meting door middel van een registrerend drukmeetapparaat worden vastgelegd.

De drukmeting moet met een mechanische drukschrijver met een verborgen testdruk bereik +/- 1 bar of met elektronisch registrerende drukmeetapparaten en met controlemanometers plaatsvinden, waarvan het meetbereik ongeveer het 1,5-voudige van de testdruk bedraagt.

Voor meetapparaten die voor de druktest worden gebruikt (druk- en temperatuurmeetapparaten etc.) moeten de meetonzekerheden worden bepaald en aantoonbaar worden gedocumenteerd. Een toegestane drukverandering van 50 mbar bijvoorbeeld vereist een drukmeetapparaat met een meetonzekerheid van 17 mbar of minder.

De duur van de druktest moet als volgt worden bepaald:

$$t = 0,5 \frac{h}{m^3} \cdot x \cdot V_{geo}$$

Hierbij betekent:

t = testduur in seconden

V_{geo} = geometrisch leidingvolume in m³

Uitvoering van deze druk-/volume-meetmethode vereist een direct hierop volgende lekttest met een verminderde testdruk analoog aan drukmeetmethode B2.

De minimale testduur bedraagt 30 minuten, bij vrij gelegde leidingen bedraagt de minimale testduur 2 uur.

De toegestane drukverandering bedraagt 50 mbar. Er wordt gemeten nadat de testdruk is aangebracht (druktoename max. 3 bar/min. tot aan de testdruk) en zodra een stabiele toestand is bereikt. Als richtlijn voor een temperatuuraanpassing na het vullen kan per 1 bar testdruk een wachttijd van 1 h worden aangehouden. Een compressor met nakoeling kan deze periode verkorten.

Druk- / volumemethode D

De uitvoering van de druk-/volumemethode wordt in het VdTÜV-informatieblad buisleidingen 1060 „Richtlijnen voor uitvoering van de stresstest“ beschreven. Deze methode wordt als waterdruktest uitgevoerd, die drukmeetmethode B zoveel mogelijk benadert. Tijdens uitvoering van deze test worden de buizen en bochtstukken tot aan de treksterktegrens rekening houdend met de toegestane integrale plastische vervorming belast.

Deze test

- maakt in het bijzonder het detecteren van zwakke punten mogelijk en heeft als voordeel een integrale en relevante eindinspectie.
- vergroot de mogelijkheid om kerven en scheurtjes te herstellen, doordat de ontstane uitstekende kerf en scheurdeeltjes worden glad gemaakt en afgerond.
- biedt de mogelijkheid van een spanningsvermindering in de lasnaden, die uiteindelijk gelijkstaat aan een thermische ontspanning.

Precisiedrukmeetprocedure met lucht C3

Basis voor de berekening van de testdruk STP is de maximaal toelaatbare bedrijfsdruk op basis van de formule:

$$STP = 1,1 \cdot MOP$$

De testdruk STP moet echter minimaal met 2 bar boven de maximaal toelaatbare bedrijfsdruk MOP liggen.

$$STP = MOP + 2bar$$

Van toepassing is de hoogste waarde.

De vulling met lucht vindt plaats bij een druk van maximaal 3 bar/min; het gebruik van gekoelde compressoren wordt dringend aangeraden. Om onder zo stabiel mogelijke testvoorwaarden te kunnen werken, moet als richtlijn voor de temperatuuraanpassing een wachttijd van 1 h per bar testdruk worden aangehouden. De testperiode wordt bepaald aan de hand van:

$$t_{min} = 0,5 \frac{h}{m^3} \cdot V_{geo}$$

met V_{geo} = geometrisch volume van de leiding

echter minimaal 2 uur bij meting van de bodemtemperatuur resp. minimaal 24 h zonder meting van de bodemtemperatuur. Of deze methode met of zonder meting en rekening houdend met de bodemtemperatuur moet worden toegepast, wordt bepaald door de deskundige, die ook de duur van de meting bepaalt. Na afloop van de stabilisatietijd wordt de afvoertest uitgevoerd, die dient voor het vaststellen van de meetnauwkeurigheid. Na afvoer van 1/1000 van het volume via een gasmeter of een gekalibreerde drukmeetvat moet de resulterende drukverandering 1 mbar bedragen. Bij leidingvolumes van minder dan 1 m³ kan het afvoervolume door de deskundige naar 10/1000 worden verlaagd. Er moet hierbij een drukverandering van 10 mbar ± 1 mbar optreden om de vereiste meetnauwkeurigheid aan te kunnen tonen. De meting van het gasvolume vindt na afloop van de ontspanning plaats met een geschikte meetinstallatie. De test omvat een beoordeling van de druk in de leiding gedurende de testperiode (evt. rekening houdend met temperatuurveranderingen). Vrij liggende leidingcomponenten moeten tegen temperatuursinvloeden worden beschermd.

De toelaatbare drukverandering tijdens de testperiode bedraagt:

$$\Delta p_{toegestaan} = \pm p_{abs} \cdot 1,4 \cdot 10^3 [mbar]$$

De beoordeling vindt plaats op basis van temperatuurcompensatie:

$$\Delta T_f = \left(\frac{V_a}{100} \right) \cdot (T_{f1} - T_{f2}) [K]$$

$$\Delta p_a = \left(\left(\frac{p_{abs1}}{T_{f1}} \right) \Delta T_f \right) [mbar]$$

$$\Delta p = p_{abs1} - p_{abs2} - p_a [mbar]$$

waarbij:

V_a = relatief volumepercentage van de vrij liggende leiding [%]

p_{abs} = absolute druk in de leiding [mbar]

Δ_p = drukverandering [mbar]

Δ_{pa} = drukverandering door temperatuursinvloeden [mbar]

$\Delta_{ptoegest.}$ = toelaatbare drukverandering door temperatuursinvloeden [mbar]

T_f = drukverandering [mbar]

ΔT_f = temperatuur van de vrij liggende leidingcomponenten [K]

Index 1 en 2 aan begin en einde van de meetperiode Als er geen absolute drukmeting plaatsvindt, moet de veranderde luchtdruk gedurende de testperiode in aanmerking worden genomen. Afname van de buisleiding tijdens de test procedure C3 vindt plaats door een deskundige. Van toepassing zijn de normen en richtlijnen in de actuele versie.





3 Goedkeuringen en kwaliteitscontrole

Kwaliteits-, milieu- en energiemangement

Al tientallen jaren zijn wij door middel van intelligente innovaties toonaangevend in de productie van kunststofbuissystemen. Duurzaamheid betekent daarbij voor ons dat we ook met het oog op toekomstige generaties handelen. Wij voelen ons verantwoordelijk voor onze klanten, medewerkers en de maatschappij.

Het is ons doel om de kwaliteit en milieuvriendelijkheid van onze producten en diensten continu te verbeteren. Een spaarzaam gebruik van energie en resources is voor ons even belangrijk als het welzijn van onze medewerkers en naleving van de ARBO regels.



Het kwaliteitsgarantieteam bij egeplast waarborgt daarom niet alleen de permanente kwaliteit van de producten, processen en grondstoffen, maar zorgt ook voor naleving van regels voor een verantwoorde omgang met milieu- en energiebronnen.

Kwaliteit

Om haar klanten te garanderen van een permanent hoge kwaliteit heeft egeplast een company-wide kwaliteitsmanagementsysteem ingevoerd, dat de hoge kwaliteitsnormen van de producten, grondstoffen en processen waarborgt. Deze kwaliteitsgarantie is gebaseerd op de nationale en internationale regels. Maar egeplast gaat m.b.t. kwaliteitsgarantie verder dan deze regels. Elke dag weer voeren gekwalificeerde en gemotiveerde medewerkers controles en tests met de modernste technieken uit.

Producten en processen worden hierbij niet alleen gecontroleerd. Op een company-wide kwaliteit wordt van te voren reeds geanticipeerd en deze wordt continu bewaakt, zodat eventuele defecten bij voorbaat worden uitgesloten in plaats van dat deze achteraf moeten worden verholpen. Het kwaliteitsmanagementsysteem wordt continu verbeterd, zodat dit permanent aan de hoogste eisen voldoet.

Controles door neutrale, externe controle-instanties complementeren de uitgebreide zelfcontrole.

Kwaliteit heeft echter niet alleen betrekking op de producten en de gebruikte grondstoffen. Kwaliteit wordt bij egeplast gedurende de complete orderbewerking gewaarborgd – vanaf de bestelling en het productieproces tot en met de oplevering en nabewerking.

Milieu

egeplast voelt zich verantwoordelijk voor het milieu en spant zich in voor een milieuvriendelijke productie van de technisch veeleisende buissystemen. Het egeplast milieuprogramma houdt niet alleen rekening met de natuur, maar let ook op de verbruikte energieën, de materialen en niet op de laatste plaats de mens, die zich inzet voor een verantwoordelijke productie van het buissysteem. Alle betrokken medewerkers houden rekening met een verantwoordelijke omgang met energie, materialen en water. Het egeplast-milieumanagementsysteem werd in 2009 voor het eerst door SKZ conform DIN EN ISO 14001 gecertificeerd.

Energie

De productie van PE-buizen vereist het gebruik van stroom voor gebruik van extruders. Om transmissieverlies van stroom te vermijden, zijn de transformatoren vlakbij de extruders aangebracht. Wij hebben daarbij gekozen voor moderne luchtgekoelde transformatoren, om de aan oliegekoelde systemen gerelateerde veiligheidsrisico's te vermijden. De feitelijke energetische uitdaging betreft echter koeling van de productiestraten. De geëxtrudeerde buizen moeten bij het doorlopen van de installatie worden gekoeld. Hiervoor zijn aanzienlijke hoeveelheden koelwater nodig. De restenergie die dit oplevert wordt optimaal benut. Bovendien wordt het water binnen een gesloten koelcircuit gevoerd. Het koelsysteem is gebaseerd op drie pijlers: Bij lagere buitentemperaturen nemen luchtkoelers voor een groot deel het werk over. Stijgt de buitentemperatuur, wordt het grondwaterkoelsysteem ingeschakeld.

Bij een diepte van twee tot drie meter wordt het koelwater in PE-buisslangen door het grondwater gevoerd en zo gekoeld. De derde pijler wordt ten slotte gevormd door een warmtewisselaar, die gebruik maakt van circulerende diep grondwater als koelmedium. Dit ultramoderne systeem maakt bovendien aanzienlijke energiebesparingen mogelijk bij het verwarmen van de productiehal alsmede van de kantoor-, recreatie- en wasruimten. Behalve een hercertificering conform DIN EN ISO 14001:2009 voor milieumanagementsystemen werd in 2012 voor het eerst het egeplast-energiemanagementsysteem conform DIN EN ISO 50001:2011 gecertificeerd. Daarmee loopt egeplast voorop in zaken als energie-efficiency. egeplast was in staat om binnen twee jaar zowel de vraag naar energiebehoefte als naar water voor de productie van één meter buis te verlagen met een tweecijferig %-bedrag.

4 Afkortingen en definities

Definities conform DIN EN 805

Afkortingen ¹	Nederlands	Engels	Frans	
DP	systeembedrijfsdruk	design pressure	pression de calcul en régime permanent	Systeem-gerelateerd
MDP	maximale systeembedrijfsdruk	maximum design pressure	pression maximale de calcul	
STP	systeemtestdruk	system test pressure	pression d'épreuve du réseau	
PFA	toelaatbare component-bedrijfsdruk	allowable operating pressure	pression de fonctionnement admissible	Component-gerelateerd
PMA	maximale toelaatbare component-bedrijfsdruk	allowable maximum operating pressure	pression maximale admissible	
PEA	toelaatbare component-bedrijfsdruk op de bouwlocatie	allowable site test pressure	pression d'épreuve admissible su	
OP	bedrijfsdruk	operating pressure	pression de fonctionnement	Systeem-gerelateerd
SP	voedingsdruk	service pressure	pression de service	

¹ = geldig voor alle talen

DN/OD	nominale breedte, gerelateerd aan de buitendiameter
DN/ID	nominale breedte, gerelateerd aan de binnendiameter
OD	buitendiameter
ID	binnendiameter
LCL	betrouwbaarheidsondergrens (en: lower confidence limit)
MFR	smeltindex (en: melt mass-flow rate)
MRS	vereiste minimale sterkte (en: minimum required strength)
OIT	oxidatie-inductietijd
PE	Polyethyleen
PFA	toelaatbare componentbedrijfsdruk (fr: pression de fonctionnement admissible)
PN	nominale druk
S	buisserie S conform ISO 4065
SDR	verhouding diameter-wanddikte (en: standard dimension ratio)

Tab 4-1

Verwijzingen

Polyethyleen als buismateriaal is in vergelijking tot de traditionele materialen nog relatief jong, hoewel men reeds kan terugkijken op een ervaring van meer dan vijftig jaar. Dankzij de probleemloze installatie, de voortreffelijke duurzame eigenschappen en het hoge rendement is polyethyleen de nummer 1 in materialen voor aan- en afvoer door buizen. In de loop van de jaren zijn de PE-materialen op het gebied van kwaliteit en functionaliteit van de buizen consequent verbeterd. Daarnaast is er een reeks regels en normen ontstaan, die het toepassingsspectrum van PE-buizen beschrijven.

Deze brochure dient om ontwikkelaars en gebruikers een overzicht te geven van de belangrijkste regels van de techniek. Hierbij worden basisberekeningen voor de ontwikkeling van buisleidingen voorgesteld en wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste installatiemethodes. De informatie in dit document komt overeen met de stand der techniek op het moment dat dit document werd opgemaakt. De informatie is niet noodzakelijkerwijs compleet; deze dient uitsluitend ter instructie en als advies en is niet bindend. Wijzigingen voorbehouden.

Voor vragen over inbouw, gebruik, onderhoud of reparaties van polyethyleen leidingsystemen of voor andere vragen kunt u altijd contact met ons opnemen. Bovendien staan onze medewerkers graag tot uw beschikking voor technisch advies.

Uitgave:
Maart 2016

Contactgegevens: De Jongh Pipesystems BV
Telefoon: 0167 - 521739
Fax: 0167 - 521837
e-mail: info@dejonghpipesystems.nl

Wij willen u erop wijzen dat elke garantie vervalt, indien en voor zover de in deze documentatie opgenomen informatie over correcte inbouw en verwerking evenals voor correct gebruik van onze producten genegeerd wordt. De overeenkomstige veiligheidsvoorschriften alsmede de actueel geldige normen, richtlijnen en regels en andere relevante voorschriften moeten in acht worden genomen.

Voor verkoop en levering van onze producten gelden uitsluitend onze actuele Algemene verkoop-, leverings-, en aannemingsvoorwaarden, die u kunt opvragen op onze website.

www.dejonghpipesystems.nl

Notities

[illegible]

Notities

Handwriting practice area with 20 sets of horizontal dotted lines.

Notities

[illegible]



Meer weten?

Neem contact op met De Jongh Pipesystems B.V. en een ervaren, gemotiveerd en goed opgeleid team staat voor u klaar.



Postbus 11 - 4670 AA Dinteloord
Industrieterrein Dintelmond - Sluisweg 2
4794 SW Heijningen
Telefoon 0031 (0) 167 521739
E-mail info@dejonghpipesystems.nl
Internet www.dejonghpipesystems.nl

Het vertrouwde adres voor een gas- en waterdicht leidingnet

