

UPPDATERINGAR AV STANDARDER FORSKNING UTVECKLING

DEN “NYA” EN12201

Svetsning
Inrespänningar
RC material
Dimensioner

SVENSK STANDARD
SS-EN 12201-1:2024

Plaströrssystem – Trycksatta rörsystem för vattendistribution
och för avlopp – PE (polyeten) – Del 1: Allmänt

Plastics piping systems for water supply, and for drains and
sewers under pressure — Polyethylene (PE) — Part 1: General



sis Svenska
Institutet för
Standarder

Språk: engelska/English
Utgåva: 3

EN12201-1 ALLMÄNT

- PE100-RC materialet har inkluderats samt vilka tester som ska utföras för att verifiera att det är ett PE100-RC material (SHT, CRB, AFNCT)
- Krav på OIT (oxidation induction time) har ökat från 200 °C till 210 °C

5.3 Fusion compatibility for PE 80, PE 100 and PE 100 RC materials

5.3.1 The compounds conforming to Table 1 shall be fusible. The compound manufacturer shall check that the requirement for the failure mode in a tensile test given in Table 2 is fulfilled for a butt fusion joint. The test sample shall be prepared by using the parameters specified in ISO 11414:2009, Annex A, at an ambient temperature of (23 ± 2) °C from pipes both manufactured from that compound.

Fusion compatibility shall be demonstrated by the compound manufacturer for each compound of his own product range.

For $(0,15 \leq \text{MFR} < 0,20)$ compounds, butt fusion compatibility of pipes with a diameter of > 200 mm and a wall thickness of > 20 mm shall be investigated to confirm compatibility. If electrofusion is used, testing in accordance with ISO 11413:2019, Clause 4.3 at an ambient temperature of (23 ± 2) °C shall be carried out to verify the fusion capability of such pipes.

SLS
Super Low Sag

EN12201-2 RÖR

SS-EN 12201-2:2011+A1:2013 (E)

SS-EN 12201-2:2024 (en)

Table 1 — Mean outside diameters and out-of-roundness

Dimensions in millimetres				
Nominal size DN/OD	Nominal outside diameter d_n	Mean outside diameter ^a		Maximum out-of- roundness (ovality) ^{b,d}
		$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	
16	16	16,0	16,3	1,2
20	20	20,0	20,3	1,2
25	25	25,0	25,3	1,2
32	32	32,0	32,3	1,3
40	40	40,0	40,4	1,4
50	50	50,0	50,4	1,4
63	63	63,0	63,4	1,5
75	75	75,0	75,5	1,6
90	90	90,0	90,6	1,8
110	110	110,0	110,7	2,2
125	125	125,0	125,8	2,5
140	140	140,0	140,9	2,8
160	160	160,0	161,0	3,2
180	180	180,0	181,1	3,6
200	200	200,0	201,2	4,0
225	225	225,0	226,4	4,5
250	250	250,0	251,5	5,0
280	280	280,0	281,7	9,8
315	315	315,0	316,9	11,1
355	355	355,0	357,2	12,5
400	400	400,0	402,4	14,0
450	450	450,0	452,7	15,6
500	500	500,0	503,0	17,5
560	560	560,0	563,4	19,6
630	630	630,0	633,8	22,1
710	710	710,0	716,4	24,9
800	800	800,0	807,2	28,0
900	900	900,0	908,1	—
1 000	1 000	1 000,0	1 009,0	—
1 200	1 200	1 200,0	1 210,8 ^c	—
1 400	1 400	1 400,0	1 412,6 ^c	—
1 600	1 600	1 600,0	1 614,4 ^c	—
1 800	1 800	1 800,0	1 816,2 ^c	—
2 000	2 000	2 000,0	2 018,0 ^c	—
2 250	2 250	2 250,0	2 270,3 ^c	—
2 500	2 500	2 500,0	2 522,5 ^c	—

^a In accordance with ISO 11922-1:1997 [7] grade B for sizes ≤ 630 and grade A for sizes > 710 except for dn 40 and 50.
^b In accordance with ISO 11922-1:1997 [7] grade N for sizes ≤ 630 and is measured at the point of manufacture.
^c Tolerance calculated as 0,009dn and does not conform to grade A in ISO 11922-1:1997 [7].
^d For straight lengths of pipe with diameters ≥ 900 the maximum out-of-roundness shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.



Table 1 — Mean outside diameters and out-of-roundness

Dimensions in millimetres				
Nominal size DN/OD ^a	Nominal outside diameter d_n	Mean outside diameter ^a		Maximum out-of- roundness (ovality) ^{c,d}
		$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	
16	16	16,0	16,3	1,2
20	20	20,0	20,3	1,2
25	25	25,0	25,3	1,2
32	32	32,0	32,3	1,3
40	40	40,0	40,4	1,4
50	50	50,0	50,4	1,4
63	63	63,0	63,4	1,5
75	75	75,0	75,5	1,6
90	90	90,0	90,6	1,8
110	110	110,0	110,7	2,2
125	125	125,0	125,8	2,5
140	140	140,0	140,9	2,8
160	160	160,0	161,0	3,2
180	180	180,0	181,1	3,6
200	200	200,0	201,2	4,0
225	225	225,0	226,4	4,5
250	250	250,0	251,5	5,0
280	280	280,0	281,7	9,8
315	315	315,0	316,9	11,1
355	355	355,0	357,2	12,5
400	400	400,0	402,4	14,0
450	450	450,0	452,7	15,6
500	500	500,0	503,0	17,5
560	560	560,0	563,4	19,6
630	630	630,0	633,8	22,1
710	710	710,0	716,4 (714,3 ^b)	24,9
800	800	800,0	807,2 (804,8 ^b)	28,0
900	900	900,0	908,1 (905,4 ^b)	31,5
1 000	1 000	1 000,0	1 009,0 (1 006,0 ^b)	35,0
1 200	1 200	1 200,0	1 210,8 (1 207,2 ^b)	42,0
1 400	1 400	1 400,0	1 412,6 (1 408,4 ^b)	49,0
1 600	1 600	1 600,0	1 614,4	56,0
1 800	1 800	1 800,0	1 816,2	63,0
2 000	2 000	2 000,0	2 018,0	70,0
2 250	2 250	2 250,0	2 270,3	—
2 500	2 500	2 500,0	2 522,5	—
2 800	2 800	2 800,0	2 825,2	—
3 000	3 000	3 000,0	3 027,0	—

^a In accordance with ISO 11922-1:2018 Grade B for sizes ≤ 630, except for d_n 40 and 50, and Grade A for sizes > 630.
^b Reduced outer diameter tolerance from improved extrusion technology, Grade B of ISO 11922-1:2018.
^c In accordance with ISO 11922-1:2018 Grade N for sizes ≤ 2 000 and is measured at the point of manufacture before packaging.
^d For straight lengths of pipe with diameters ≥ 2 250 mm the maximum out-of-roundness shall be agreed between the manufacturer and the end user.
^e For larger dimensions it is recommended to follow the R40 series in accordance with ISO 3.

Obs! Rördelar är bara specificerade med mått till dimension d800mm fortfarande

EN12201-2 RÖR

Krav på rör som tidigare bara återfanns i EN1555

9.3 Circumferential reversion of pipes with a d_n equal to or greater than 250 mm

The circumferential reversion of pipes with a d_n equal to or greater than 250 mm shall be determined at least 48 h after manufacture. The pipe shall be conditioned in water at 80 °C in accordance with EN ISO 1167-1:2006. The pipe test pieces shall be $3d_n$ in length. With the test piece at (23 ± 2) °C, circumferential measurement shall be made to establish d_{em} made at distance of $0,1d_n$ and $1,0d_n$ respectively from the end of the test piece. The difference between these d_{em} measurements shall not be greater than the d_{em} tolerance range specified in Table 1.

PE100-RC

A pipe can only be designated as an PE 100-RC pipe if it is produced from PE 100-RC materials, which fulfil the requirements of EN 12201-1:2024, Table 1 and 2, and is declared as PE 100-RC by the raw material producer, and fulfils the requirements of Table 3 and 5 of this document for PE 100-RC. A co-extruded pipe made of a combination of PE 100 and PE 100-RC layers shall be regarded as PE 100 and marked accordingly.

EN12201-3 RÖRDELAR

- Krav har införts på svetsaren vid tillverkning av segmentsvetsar

Annex B (normative)

Fabricated fittings

B.1 General

The fabricated fittings shall be in accordance with Tables B.1 and B.2, as applicable.

The pipes used for manufacturing these fittings shall be in accordance with EN 12201-2.

This annex applies only to fabricated fittings obtained by the butt fusion process. The fusion operator shall be qualified (e.g. in accordance with EN 13067). If other fusion techniques are used (e.g. extrusion welding), additional derating factors shall be taken into account.

- Sömlösa böjar får nu ha en mindre godstjocklek än tidigare

B.4 Swept bends

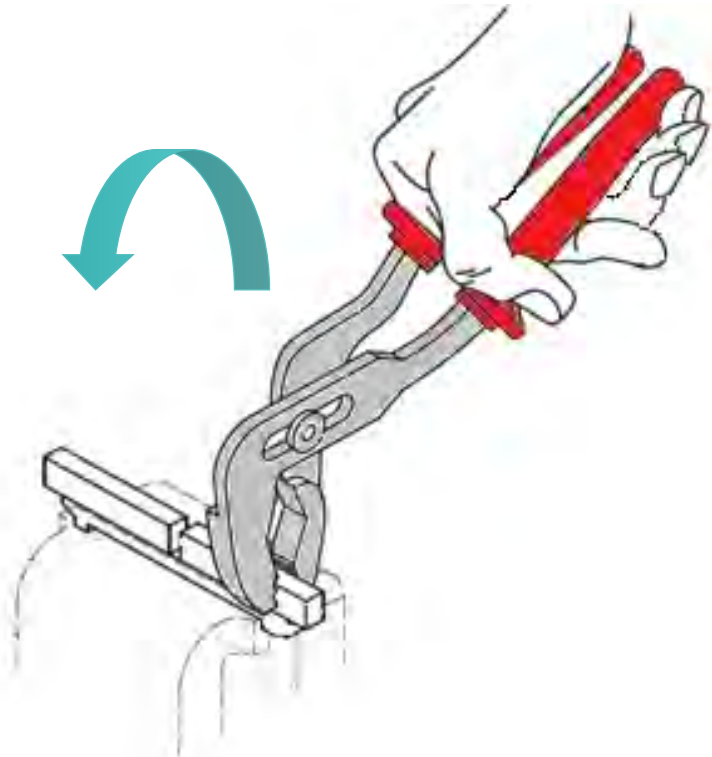
Swept pipe bends are not required to accord with the drawings given in Figure B.3. Only indicated dimensions shall be considered. A full set of dimensions shall be provided by the fitting manufacturer in their technical literature.

The minimum wall thickness of the pipe bend after bending shall be at least 90 % of the nominal wall thickness in accordance with EN 12201-2.

NOTE 1 During the bending process the outer part of the bend wall thickness tends to thin and reduce below nominal wall thickness. The 10 % reduction is related to the allowance for notches occurring in pipe during installation.

EN12201-5 SYSTEMANPASSNINGAR

- Bandbockning enligt ISO 21751 har införts som alternativ provningmetod för elmuffar och sadlar



6 Experimentella försök

6.1 Plastledning (PE)

Syftet med den laborativa experimentella delen var att verifiera och undersöka de utvalda procedurerna för täthetskontroll med avseende på praktisk genomförbarhet, jämförelse sinsemellan med avseende på för- och nackdelar samt metodernas detektionsgräns för repeterbara isolerade svetsfel (Figur 6.1) Undersökningen begränsades till svetsade fogar i rördimension d110mm och rörlängd maximalt 5 meter. Svetsning skedde enligt DVS2207-1. Enkäten visade att mekaniska kopplingar är en vanlig felkälla som upptäcks relativt enkelt. Därför togs inte mekaniska kopplingar med som en feltyp i de experimentella försöken.



Figur 6.1
Labbttest PE-ledning.

Materialet som användes för den experimentella delen var rör från tillverkaren AGRU. Rören var tillverkade i materialkvaliteten PE100-RC och med en dimension på d110mm SDR11 PN16. Rördelarna var i PE100-RC samt PE100 fabrikat AGRU (elsvetsmuffar samt sadlar) samt Plastitalia (sadlar).

Provkropparna sammanfogades med stumsvetsning samt elmuffs svetsning. Ett vanligt fel är otillräcklig renhet vid svetsarbetet. Detta fel är dock svårt att utföra som ett reproducerbart fel, då detta är väldigt beroende på utförare samt val av kontaminant enligt forskning i England (Troughton 2006; Troughton & Khamsehnezhad 2016).

För *stumsvetsning (A)* valdes tre följande förekommande fel vid svetsning:

- 1A. Glömt uppvärmning utan tryck. Efter den initiala vulstuppyggnaden för den specifika godstjockleken på 1,5 mm (uppvärmning med tryck), togs värmeplattan ut ur maskinen och rören fördes samman.
- 2A. För lågt svetsstryck - 50 %. Enligt DVS 2207-1 ska ett svetsstryck på 0,15N/mm² användas vid svetsning av PE. Trycket som valdes vid svetsningen var 0,075 N/mm².

- 3A. Misstolkning av svetstabell, ihopblandning av vulstuppyggnad och uppvärmningstid. En del svetsare använder sig av ett tidsmätt i stället för ett visuellt mått på den initiala vulstuppyggnaden. Tiden det tog för att bygga upp den initiala vulsten användes som uppvärmningstid och uppvärmningstiden användes som vulstuppyggnadstid.

För *elmuffs svetsning (B)* valdes tre följande förekommande fel vid svetsning:

- 1B. Fel på elmuffens SDR-intervall för sammanfogat rör. Elmuffen var anpassad för SDR17-26, medan rören som svetsades var SDR11.
- 2B. Halverad svetsstid. Svetsningen avbröts efter halva svetsstiden hade förflutit.
- 3B. Orent, ej skrapat rör. Elmuffen svetsades på ett oskrapat rör

För *elsadelsvetsarna (C)* valdes två olika fabrikat då detta var ett önskemål som lyftes på de workshoppar som hölls inom ramen för projektet. Även här valdes tre följande förekommande fel vid svetsning:

- 1C. Tillverkare A – Orent, ej skrapat rör.
- 2C. Tillverkare A – Halverad svetsstid.
- 3C. Tillverkare A – Fel på monteringen inför svetsning, sadel ej tillräckligt fastspänd på röret.
- 4C. Tillverkare B – Orent, ej skrapat rör
- 5C. Tillverkare B – Halverad svetsstid
- 6C. Tillverkare B – Fel på monteringen inför svetsning, sadel ej tillräckligt fastspänd på röret.

I förarbeten till projektet och under den inledande fasen av litteraturstudier gjordes ett urval av fem metoder för täthetskontroll. Dessa metoder reflekterar en viss spridning avseende ansats, dvs hur testet genomförs och analyseras. Metoderna beskrivs närmare i kapitlet *Kunskapsläge och metoder*.

Följande testmetoder ingick i de experimentella försöken:

- P78 med nuvarande rekommenderade tryck 1,3x PN.
- P78 med reducerat provningstryck 1,0 x PN.
- DVS2210 provningstryck vid 20 °C är 18 bar.
- EN805 – Kontraktionsmetoden, provningstrycket sattes till 16 bar.
- Kov – Kretslopp och vattens metod, provningstryck 10 bar.
- Luft – Täthetskontroll med luft, provningstryck 0,1 bar.

En översikt av resultaten från de experimentella försöken genomförda hösten 2022 sammanfattas i Tabell 6.1 och 6.2. Jämförelser mellan olika metoder och möjliga orsaker till resultatet diskuteras i nedanstående textavsnitt.

SVU – TÄTHETSPROVNING

		P78 1,3 x PN	P78 1,0 x PN	DVS2210	EN805	Kov	Luft
Fogningsmetod	Maxtryck under provningen	20,8 bar	16,0 bar	18,0 bar	16,0 bar	13,0 bar	0,1 bar
Stumsvets	1A	+	+	+	+	+	-
	2A	+	+	+	+	+	-
	3A	+	+	+	+	+	-
Elmuff	1B	+	+	+	+	+	-
	2B	Läckage i svets vid initial belastning på 9 bar	+	Läckage i svets vid initial belastning på 17 bar	Läckage i svets vid initial belastning på 16 bar	+	+
	3B	+	+	+	+	+	-
Elsadel	1C	+	+			+	-
	2C	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-	-	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-
	3C	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-	-	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-
	4C	+	+	-	-	+	-
	5C	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-	-	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-
	6C	+	+	-	-	+	-

+ Inget läckage, svetsen var godkänd vid täthetskontrollen
- Inget försök gjordes på dessa kombinationer

Tabell 6.1

Fogningsmetod	Resultat visuell kontroll enligt DVS2202	Metod för mekanisk provning	Resultat för den mekaniska provningen	Andel sprädbrott %
Stumsvets	1A U	ISO 13953	G	0
	2A U	ISO 13953	G	0
	3A G	ISO 13953	G	0
Elmuff	1B U	ISO 21751	U	100
	2B G	-	-	-
	3B U	ISO 21751	U	100
Elsadel	1C U	ISO 21751	U	100
	2C G	ISO 21751	U	100
	3C U	ISO 21751	U	50
	4C U	ISO 21751	U	100
	5C G	ISO 21751	U	100
	6C U	ISO 21751	G	30

Anm. Elmuff testades inte med mekanisk provning eftersom denna visade läckage (2B).

Tabell 6.2

10 Slutkommentar – en bredare syn på hur vi följer upp kvalitet och livslängd

Kvalitet och lång livslängd är hållbart då det bland annat minskar resursåtgång för att åtgärda akuta störningar och skyddar resursen vatten från att förloras via läckage. Täta ledningsnät är även mycket viktigt för att föroreningar ej ska kunna tränga in under leverans av livsmedlet dricksvatten.

Ett helt nytt utvecklat tänk kring kompetenskrav och koll på hela rörsystemet med alla komponenter behövs. Täthetskontroll måste *ta hänsyn till* och kontrollanten måste *känna till* rörsystemet och alla dess anordningar.

Figur 10.1 sammanfattar de olika delar som bör ingå i *kontrollfilosofin* när VA-ledningsnät ska byggas, besiktigas och tas i drift. För en utförlig beskrivning (mer tips) av kontroller som bör göras under byggfas, se *Kontroll- och byggledarhandboken VA* (Mårtensson red. 2022).

Täthetskontroll

- Huvudledning och anslutningar
- Undvik oprovade sträckor/delar

Kontrollprogram och uppföljning byggfas

- Löpande ex i dagbok entreprenör
- Svetsprotokoll
- Åtdragning flänsar
- Arbetsberedning
- Ofta dokumentation i efterhand
- Sträckor/delar

Materialstandard och mottagningskontroll

- Välja rätt kvalitet i projekteringsfas
- Rätt material, certifiering, standardmärkning etc
- Måttkontroll, dimension PE
- Skador (ex repor, korrosionsskydd)

Besiktning och inspektioner under byggfas

- Förstörande prov
- Oförstörande prov (röntgen, ultraljud etc)
- Visuell kontroll

Utbildning och Kompetens

- Förstå varför och vad vi gör vid kontroller
- Beställarkompetens
- Certifiering/ackreditering (även svetsutbildning mm)

FORSCHUNGSFRONTEN



**Department of Mechanical Engineering
Institute of Materials Handling, Conveying and Plastics Engineering
Professorship of Plastics Technology – Prof. Dr.-Ing. Andreas Seefried**



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Heated Tool Welding of Thick-Walled Components

Speaker: Fabian Friedrich, M.Sc.

Authors: Fabian Friedrich, M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde
Prof. Dr.-Ing. Andreas Seefried



**Kunststoffe
im Anlagenbau**

Erfahrung und Entwicklung
im industriellen Einsatz

10. – 11. Oktober
2023,
München



FORSKNINGSFRONTEN



Motivation at TU Chemnitz

State of the art

- Reports from users about problems with heated tool welding of components with large wall thicknesses
- Experimental scientific work carried out only with wall thicknesses up to 20 mm
→ Linearly extrapolated parameter sets for high wall thicknesses in the DVS guideline



Comparison between usual laboratory dimensions (10 mm) and higher wall thicknesses (100 mm)

➤ Issues arising:

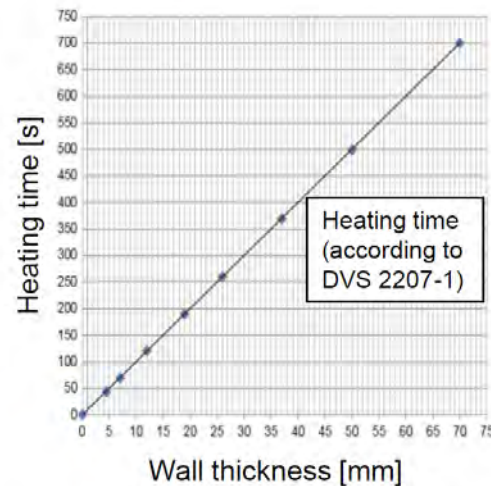
- Larger shear and strain flow ranges?
- Inhomogeneous cooling conditions?
- Unexplored weld seam morphology?
- Unknown residual stress?

} Influence on mechanical properties?

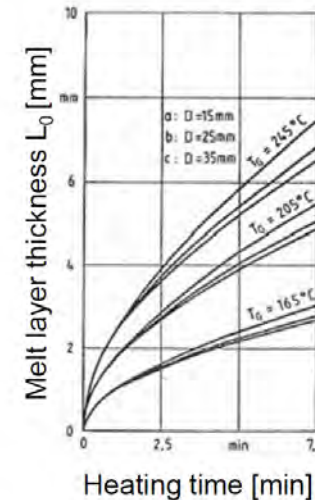
FORSKNINGSFRONTEN

Motivation at TU Chemnitz

- Linear increase of the heating time as a function of the wall thickness according to DVS
→ Degressive increase in the melt layer thickness



Specification for the heating time as a function of the wall thickness according to DVS



Achievable melt layer thickness as a function of the heating time*

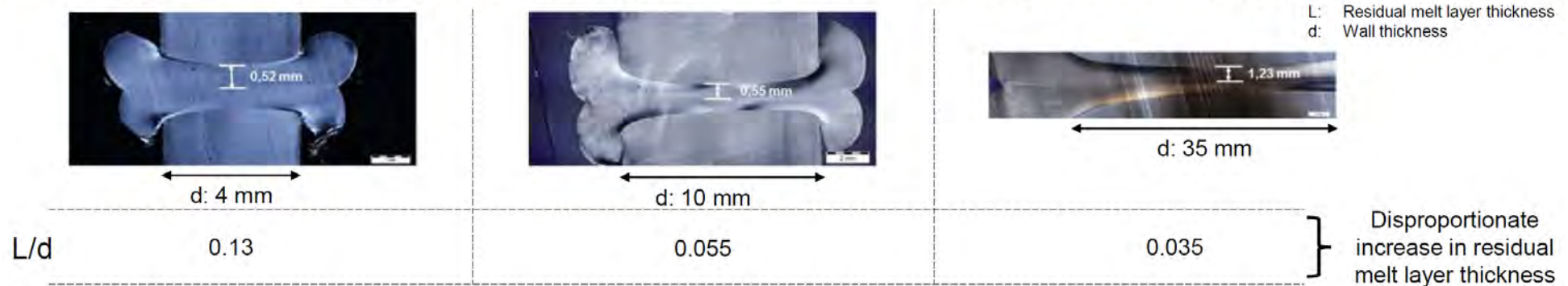
→ Linear relationship between heating time and wall thickness neither theoretically justified nor experimentally verified

*Source: P. Tappe; Modellgesetze beim Heizelementstumpfschweißen teilkristalliner Thermoplaste

FORSKNINGSFRONTEN

Motivation at TU Chemnitz

- Heating element butt welds made of polyethylene of different wall thickness, welded according to DVS 2207-1:



- Change in rheological behaviour depending on wall thickness
- Influence on morphological seam formation (and mechanical properties?)

- Two IGF projects on heated tool welding of thick-walled components at Chemnitz University of Technology, Professorship of Plastics Technology:

- „Quality-compliant heated tool butt welding of thick-walled semi-finished products made of polyethylene“
– Duration: 01.09.2017 – 31.08.2019

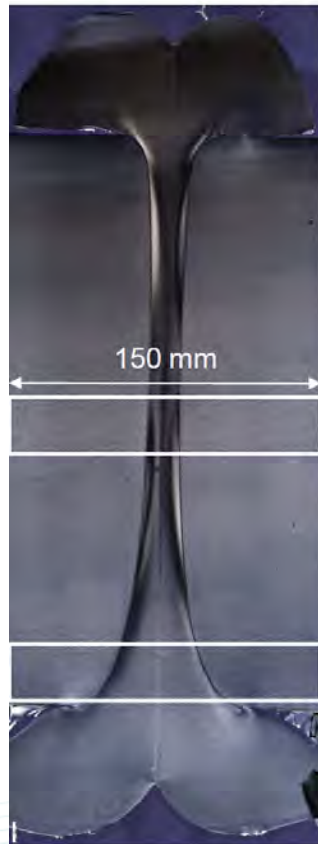


- „Strength gradient of thick-walled, heated tool welded semi-finished products“
– Duration: 01.04.2023 – 31.03.2025

FORSKNINGSFRONTEN

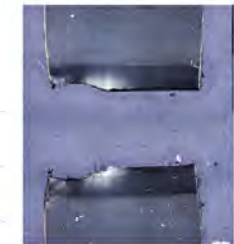
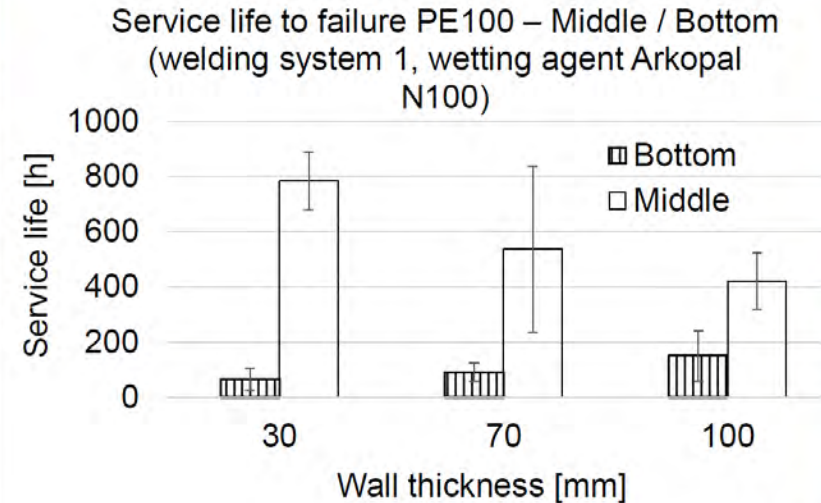
Results

Tensile creep test of PE100, wall thickness 30 – 100 mm (parameters according to DVS)



Test conditions	
Guideline	DVS 2203-4
Temperature	95 °C
Test load	4 MPa
Sample dimensions	150 mm x 10 mm x 10 mm

- Test specimens from the middle and the bottom of the weld seam
- Removal of the welding bead notch



100 mm,
middle,
538 h



100 mm,
bottom,
26 h

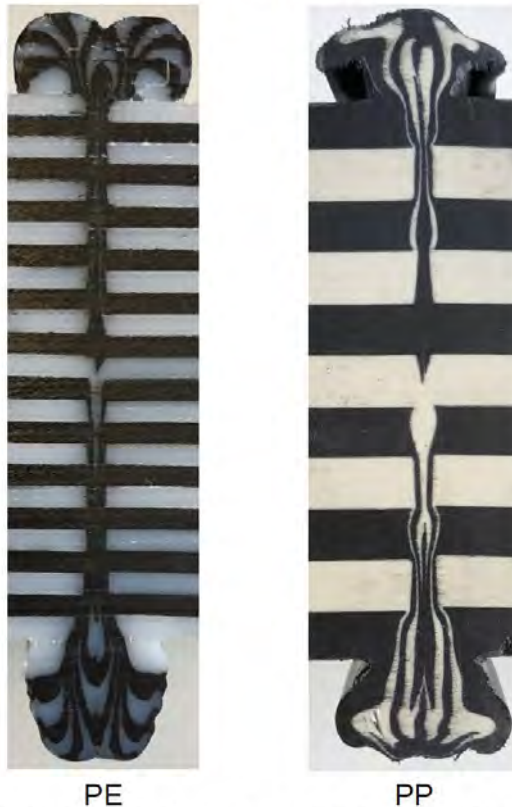
➤ Fracture initiation and progression completely in the joining area

- Short service life to failure in the strongly curved, lower edge area of the welds for all wall thicknesses (30 mm, 70 mm, 100 mm)

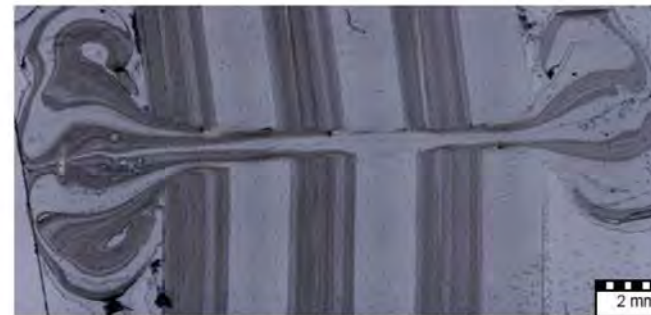
FORSKNINGSFRONTEN

Results

Visualisation of the squeeze flow



PE (wall thickness 100 mm) PP (wall thickness 66 mm)

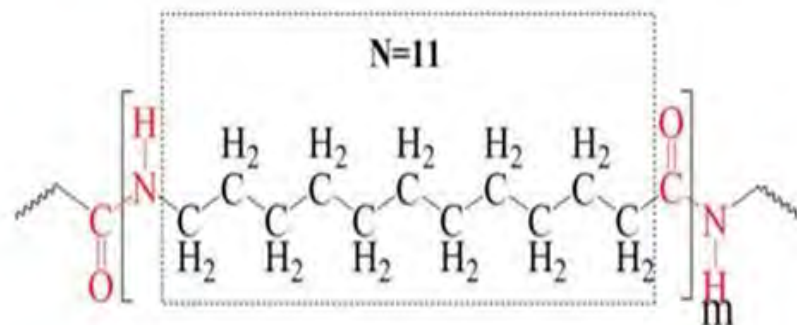
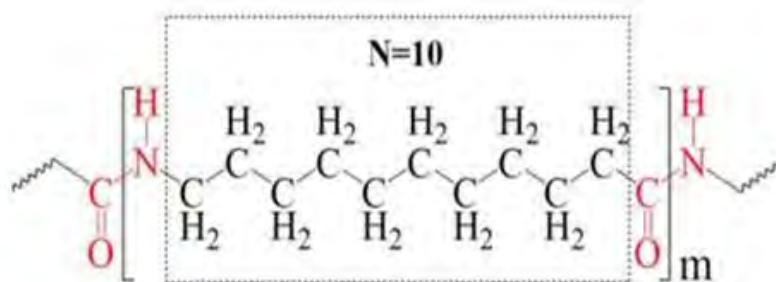


Microscopic image of flow processes during heated tool butt welding of PP-H (soot-filled and natural-colored 2 mm plates alternately layered)



Outermost layer of the weld bead from the middle area of the joining part

- Melt flow from the centre to the bead area
- Melt flow volume increasing towards the edge
- Flow lines of different lengths
- Local flow velocities in the melt channel vary



PA-U (POLYAMIDE UNPLASTICIZED)

SS-EN ISO 16486:2021 Plaströrssystem för distribution av gasformiga bränslen –
(PA-U) rörssystem med smätsvetsning och mekaniska kopplingar

På gång

ISO/DIS 21036 - Plastics piping systems for industrial applications — Unplasticized
Polyamide (PA-U) — Metric series for specifications for components and system

PA-U (POLYAMIDE UNPLASTICIZED)

A.6 Butt fusion equipment, cycle and parameters

A.6.1 Single low-pressure butt fusion jointing procedure

The reference values for the fusion jointing parameters in each phase applicable to fusion jointing of PA-U are given in [Tables A.1](#) and [A.2](#).

Table A.1 — Single low-pressure butt fusion cycle and parameters

Parameters		Values	Units
Heater-plate temperature, T		245 ± 20	$^{\circ}\text{C}$
Phase 1	Pressure, p_1^a	$0,3 \pm 0,05$	MPa
	Time, t_1	Measured as the time until B_1 is reached	s
	Bead width, B_1	See Table A.2	mm
Phase 2	Pressure, p_2^a	$0,03 \pm 0,02$	MPa
	Time, t_2	See Table A.2	s
Phase 3	Time, t_3	See Table A.2	s
Phase 4	Time, t_4	See Table A.2	s
Phase 5	Pressure, p_5^a	$0,3 \pm 0,1$	MPa
	Time, t_5	See Table A.2	min
Phase 6	Time, t_6	Minimum value: $1,5 e_n$	min
		Maximum value: 20	min

^a This pressure is the interface pressure and is related to d_n , e_n and the butt fusion equipment used.

Table A.2 — Wall thickness dependant butt fusion parameters^a

Wall thickness e_n mm	B_1 mm	t_2 s	t_3 s	t_4 s	t_5 min
$\leq 4,5$	0,5	45	5	5	6
$4,5 < e_n \leq 7$	1,0	45 to 70	5 to 6	5 to 6	6 to 10
$7 < e_n \leq 12$	1,5	70 to 120	6 to 8	6 to 8	10 to 16
$12 < e_n \leq 19$	2,0	120 to 190	8 to 10	8 to 11	16 to 24
$19 < e_n \leq 26$	2,5	190 to 260	10 to 12	11 to 14	24 to 32
$26 < e_n \leq 37$	3,0	260 to 370	12 to 16	14 to 19	32 to 45

^a If other parameters are considered, they shall be agreed between the pipe/fitting manufacturer and the end-user.

DVS – DEUTSCHER VERBAND FÜR SCHWEISSEN UND VERWANDTE VERFAHREN E.V.	Welding of thermoplastics Heated tool welding of pipes and piping parts made of Polyamide 12	DVS Technical Code DVS 2207-16
---	---	---

Table 1. Guide values for the heated tool butt welding of pipes and fittings made of PA 12 at an outdoor temperature of approx. 20°C with moderate air movement (intermediate values must be interpolated).

1	2	3	4	5	
Nominal wall thickness s [mm]	Alignment	Heating-up	Changeover	Joining	
	Heated tool temperature $230 \pm 10^{\circ}\text{C}$		Changeover time	Joining pressure build-up time	Cooling time under joining pressure
	Bead height at the heated tool at the end of the alignment time (minimum values) (alignment $p = 0.25 \text{ N/mm}^2$)	(Heating-up time $p \leq 0.01 \text{ N/mm}^2$) 12 x wall thickness s	(maximum time)		(minimum values) $p = 0.25 \text{ N/mm}^2 \pm 0.05$
	[mm]	[s]	[s]	[s]	[min]
up to 4.5	0.5	up to 54	5	5	6
4.5 ... 7	1.0	54 ... 84	5 ... 6	5 ... 6	6 ... 10
7 ... 12	1.5	84 ... 144	6 ... 8	6 ... 8	10 ... 16
12 ... 19	2.0	144 ... 228	8 ... 10	8 ... 11	16 ... 24

PA-U (POLYAMIDE UNPLASTICIZED)

Proceedings of the 20th Plastic Pipes Conference
PPXX
September 6-8, 2021, Amsterdam, Netherlands

Lizenziert für GPA Flowsystem AB (960554210) - 01.05.2024

Fachbeiträge Peer-reviewed Papers

INVESTIGATION OF THE QUALITY CHARACTERISTICS OF POLYAMIDE 12 PIPE WELDS

M. Eckes & Dr. B. Baudrit
SKZ – Das Kunststoff-Zentrum
Würzburg, Bavaria, Germany

Dr. M. Troughton & D. Wylie
TWI Ltd
Cambridge, Great Abington, UK

H. van Laak & J. Fritz
Evonik Resource Efficiency
Marl, North Rhine-Westphalia, Germany

SHORT SUMMARY

Two research institutes, the German Plastics Center (SKZ) and TWI, examined the established quality tests for welds in PA-U12 pipes. The aim was to investigate to what extent the current quality criteria are transferable to PA-U12. This includes destructive tests such as the technological bending test as well as non-destructive tests like phased array ultrasonic testing.

KEYWORDS

Polyamide 12, Butt fusion, Electrofusion, Mechanical properties, Non-destructive

CONCLUSIONS

The results of the technological bending test show the material is generally easy to HS weld. In individual cases, a test specimen of a welded joint did not achieve the minimum bending angle or ram displacement (bending way) acc. to DVS. However, the welds with the lowest bending angles were predominately located at the lower end of the process window (220°C and 0.2 MPa). All welds at the upper end of the process window (230-240°C and 0.3 MPa) were above the minimum requirement according to DVS 2203-1 supplement 3. A significant influence of the joining pressure is shown here.

In the LSV all specimens met the requirements of DVS 2203-1 with regards to the flawless percentage of joining zone length of 66,6 %.

The results of the shear tests show that PA-U12 meets all quality standards when welded with a fusion gap between 0.1 to 0.74 mm. A fusion gap greater or equal 0.8 mm causes the formation of bigger voids and decreases the mechanical strength as well as the percentage of ductile fracture below the required value. In respect to the low number of investigated HM welds, the test results gives an indication that fusion gaps lower or equal to 0.74 mm lead to an acceptable quality and lower or equal to 0.6 mm effect a high quality.

Langzeiteigenschaften von Stumpfschweißnähten an Gas-Druckrohren aus weichmacherfreiem Polyamid 12

Long-term properties of butt fusion welds on gas pressure pipes made of unplasticised Polyamide 12

Kurzfassung

Das weichmacherfreie Polyamid 12 (PA-U 12) „Vestamid NRG 2101 ye“ (ye steht für gelb) (Evonik Operations GmbH, Marl) ist ein gemäß ISO 16486-1, ISO/TS 16486-7 sowie DVGW GW 335 zertifiziertes PA-U 12 180 für den Rohrleitungsbau. In der Gasverteilung bietet dieses Polyamid-Compound oberhalb von Polyethylen (PE-HD) für Drücke bis 16 bar eine Alternative zu Stahl. Hierbei ist für Rohre mit einem Wanddicken-Außendurchmesser-Verhältnis (standard dimension ratio, SDR) von 11 der maximale Betriebsdruck von 18 bar durch den CEN auf 16 bar reduziert. Für erdverlegte Gasrohrleitungssysteme und oberirdische Industrierohrleitungssysteme werden derzeit die normativen Voraussetzungen für den Einsatz geschaffen [1]. Hierbei rücken aktuell insbesondere die Langzeiteigenschaften der Schweißverbindungen in den Fokus.

Abstract

The unplasticised Polyamide 12 (PA-U 12) „Vestamid NRG 2101 ye“ (ye stands for yellow) (Evonik Operations GmbH, Marl) is a PA-U 12 180 certified for pipeline construction according to ISO 16486-1, ISO/TS 16486-7 and DVGW GW 335. In gas distribution, this polyamide compound offers an alternative to steel above polyethylene (PE-HD) for pressures up to 16 bar. In this respect, the maximum operating pressure of 18 bar has been reduced to 16 bar by CEN for pipes with a wall thickness to outer diameter ratio (standard dimension ratio, SDR) of 11. For underground gas pipeline systems and overground industrial pipeline systems, the normative prerequisites for utilisation are being created at present [1]. Here, attention is currently focusing on the long-term properties of the welded joints in particular.

1. Einleitung

Basierend auf anderthalb Jahrzehnten Erfahrung ist das Heizelement-Stumpfschweißen (HS) von weichmacherfreiem Polyamid-12-Materialien (PA-U 12) für konventionelle Schweißmaschinen bei DVS, CEN und ISO umfassend standardisiert.

2. Material und Prüfmethoden

2.1 Material
Für die Untersuchungen wurden Rohrabrischnitte der Dimension „D110 SDR11“ verwendet, sodass sich eine Sollwanddicke von 10 mm ergibt. Diese wurden aus dem Material „Vestamid NRG 2101 ye“ (Evonik Operations GmbH, Marl) hergestellt.

2.2 Herstellung der Stumpfschweißungen

Die HS-Verbindungen der PA-U-12-Rohre erfolgten auf Basis der ISO 16486-5. Dabei wurden die in Tabelle 1 dargestellten Schweißparameter (Varianten 1 bis 3) verwendet. Während Variante 1 den üblicherweise in Europa standardisierten Fügeparametern entspricht, werden in Nord-

schen die Durchführung und Ergebnisse der Untersuchungen werden im Folgenden vorgestellt.

1. Introduction

Based on one and a half decades of experience, DVS, CEN and ISO comprehensively standardised the butt fusion welding (BF) of unplasticised Polyamide 12 (PA-U 12) materials for conventional welding machines. Furthermore, Hessel obtained a long-term welding factor for PA-U 12 BF joints in tensile creep tests with reference to DVS 2203-4, Supplement 3 [2]. On this basis, a tensile creep welding factor of ≥ 0.8 was indicated in Table 2 in the first edition (2010) of DVS 2207-16. Based on PAS 1075 which was used for proof, the utilised surfactant was NMS (Hessel Ingenieurentechnik GmbH, Roetgen). Its effect on PA-U 12 has not been investigated systematically. For this reason, its exclusivity conflicts with any inclusion in international standardisation. PAS 1075 has been withdrawn in the meantime.

Against this background, tests were carried out at the German Plastics Centre (SKZ), Würzburg, in order to investigate various testing methods with regard to the applicability to PA-U 12 pipes joined by means of BF. The execution and results of the investigations are presented below.

2. Material and testing methods

2.1 Material
Pipe sections with „OD110 SDR11“ dimensions were used for the investigations, thus resulting in a nominal wall thickness of 10 mm. These were manufactured from the „Vestamid NRG 2101 ye“ material (Evonik Operations GmbH, Marl).

2.2 Manufacture of the butt welds

The BF joints of the PA-U 12 pipes were produced on the basis of ISO

Tabelle 1: Verwendete Schweißparameter
Table 1: Utilised welding parameters

Varianten	Heizelementtemperatur Heated tool temperature in °C	Umgebungstemperatur Ambient temperature in °C	Fügedruck Joining pressure in MPa	ISO 16486-5
1	245 ± 5	23 ± 2	0,30 ± 0,02 0,30 ± 0,02	Tabelle Tabelle A.3 „Normal“
2	245 ± 5	23 ± 2	0,50 ± 0,02 0,50 ± 0,02	Tabelle Tabelle A.4 „Normal“
3	230 ± 5	15 ± 2	0,28 ± 0,02 0,28 ± 0,02	Tabelle Tabelle A.3 „Minimum“

PA-U (POLYAMIDE UNPLASTICIZED)

Genrellt när det kommer till polyamid/nylon

- Väldigt känslig för fukt

WELDING SUPERVISOR ACCORDING TO DVGW GW 331

CERTIFIED HDPE PIPE WELDING SUPERVISOR GW331

15th to 19th July 2024

SKZ i Würzburg

Course Fees:
USD 3,290.00

[REGISTER](#)

Minimum 6 deltagare
Pris - 15-20 000:-
Någon intresserad ?

Supervisor for the welding of pipelines made of High Density Polyethylene (HDPE) for Gas and Water applications as per the standards of the German Technical and Scientific Association for Gas & Water (DVGW).

This 4 days training includes Theory & Practice, SKZ Documentation and SKZ Certificate & License (max 10 attendees).

Focus: Materials Science - Welding Procedures - Test Methods
- Fault Detection and Monitoring - Producing, Testing and Evaluating of Welded Joints

Show More

Requirements:

The attendees shall be a holder of an engineering diploma and shall have good knowledge in English language (both written and spoken) and training subject to such an extent that the teaching can be followed and the theoretical qualification test can be taken (Holders of a GW330 Welder License may request permission to enroll for the course without providing an engineering diploma in case of provable and substantial work experience in the field of HDPE pipe welding for more than 3 years)



Certified Trainer

Germany
Johannes Kocksch
32 Years Experience

TIPS



XXII. Plastic Pipes Conference & Exhibition

15-17 September 2025, Hilton Warsaw, Warsaw, Poland

[Video of PPXXI, Lake Buena Vista, USA >>](#)

**THE COUNTDOWN HAS STARTED,
JOIN TO ONE OF THE BIGGEST INDUSTRY CONFERENCE!**

This event is a unique opportunity to connect with industry leaders, experts, and innovators from around the globe to explore new technologies, share insights, and shape the future of plastic pipes.