



Düsseldorf
11.09.2018

Abquetschen und Rückrunden von Kunststoffrohren

Auswirkungen auf das Material und
Erweiterung der Einsatzgrenzen für die Praxis

The logo for e-on, featuring the word 'e-on' in a stylized, lowercase, red font.

e-on

Dipl.-Ing. Werner Weißing, Avacon Netz, Essen
Dipl.-Ing. Detlef Jagodzinski, DVGW, Bonn

Stand der Blasensetztechnik für PE-Kunststoffrohre



- **Stand der Blasensetztechnik zum Projektbeginn:**

Der max. Betriebsdruck für Gasleitungen betrug 1 bar (*DGUV 100-500, ehemals BGR 500*).

- **DVGW-Forschungsprojekt:**

Das DVGW-Forschungsprojekt zur Erhöhung der Einsetzbarkeit von 1 bar auf 5 bar (Gas) konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Die entsprechenden Nachweisbarkeits-Untersuchungen wurden beim Institut 'DBI' und bei 'engie' (*ehemals GdF Suez*) durchgeführt.

- **Vorläufige Technische Prüfgrundlagen:**

- DVGW G 621-3 (VP) März 2015
'Absperrblasen für Blasensetzgeräte bis 5 bar'
- DVGW G 620-2 (VP) März 2015
'Blasensetzgeräte für max. Betriebsdrücke bis 5 bar für die Gasverteilung'

Temporäre Absperrentechniken für Kunststoffrohre

- **DVGW Forschungsprojekt 'Abquetschen'** (G3/05/13)

Beteiligungen:

- Avacon Netz, Hr. Werner Weißing (**Projektleitung**)
- Evonik, Hr. Markus Hartmann
- engie (*ehemals GdF Suez*)

Institute:

- DBI, Hr. Andreas Bilsing
- SKZ, Hr. Dr. Mirko Wenzel
- Kiwa Technology, Hr. Peter Postma

- **E.ON (EMTG) Forschungsprojekt:** Kombiverfahren
(*Abquetschen plus Blasensetzen*)



Stand der Abquetschtechnik für PE-Kunststoffrohre

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'



- **Stand der Abquetschtechnik zum Projektbeginn:**
Der max. Betriebsdruck für Gasleitungen betrug 1 bar (GW 332)
 - **DVGW-Forschungsprojekt:**
Das DVGW-Forschungsprojekt zur Erhöhung der Einsetzbarkeit von 1 bar auf 5 bar (Gas) konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Die entsprechenden Nachweisbarkeits-Untersuchungen wurden bei den Instituten DBI, SKZ und Kiwa Technology (NL) durchgeführt.
- 

DBI GUT
Gas- und Umwelttechnik GmbH
- 

SKZ
Das Kunststoff-Zentrum
- 

kiwa
Partner for progress
- **Änderung der GW 332:**
Es werden zwei getrennte DVGW-Arbeitsblätter verfasst:
 - DVGW-Arbeitsblatt < 5bar (Gas)_ erster Entwurf liegt vor.
 - DVGW-Arbeitsblatt > 5bar (Gas)

Abquetschen in Europa: Anwendung

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'

Land	Material	Maximaler Durchmesser [mm]	Standard Dimension Ratio SDR	Maximaler Betriebsdruck (MOP) [bar]
Belgien	Alle	Alle	Alle	5 ¹⁾
Deutschland	Alle ²⁾	≤ 225	Alle	1
Frankreich	PE63, PE50 und PE80	≤ 125	SDR 11	4
Italien	Alle	≤ 315	Alle	5
Niederlande	Alle ³⁾	≤ 63 ⁴⁾	Alle	0,1 ⁴⁾
Spanien	Nur PE 80 und PE100	≤ 200	Alle	4

¹⁾ Keine Beschränkungen, aber in der Praxis nur bis 5 bar genutzt.

²⁾ Manche Unternehmen beschränken die Anwendung auf die zweite oder dritte PE-Generation und auf SDR 11 oder eine bestimmte minimale Wanddicke.

³⁾ Wenn PE der ersten Generation abgequetscht wird, muss das Material ersetzt werden.

⁴⁾ Die antwortenden Unternehmen nutzen es bis 63 mm und 0,1 bar, obwohl die niederländischen Standards größere Durchmesser und Drücke erlauben (bis 8 bar).

Abquetschen in Europa: Erfahrungen / Meinungen

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'

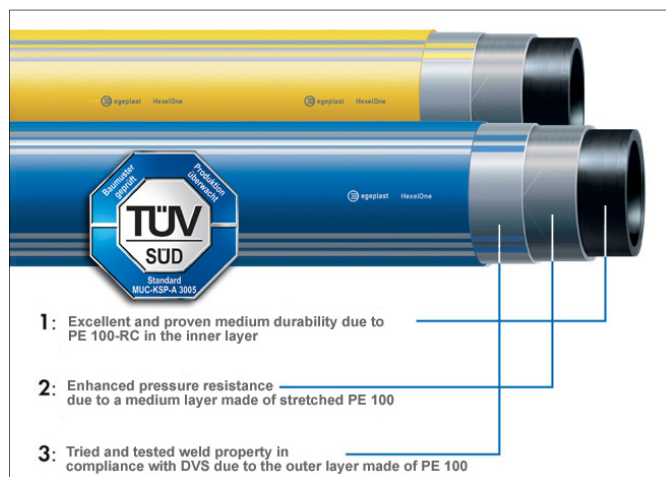


Land	Höhere Fehlerrate	Kosten-Ersparnis	Allgemeine Meinung	Argumente
Belgien	Unbekannt	-	Sollte so wenig wie möglich angewendet werden	Rohr wird beschädigt
Frankreich	Nein	Ja	Gute Technik	-
Deutschland	Unbekannt / Nein	Ja	Sollte so wenig wie möglich angewendet werden	Rohr wird beschädigt
Italien	Unbekannt	-	Gute Technik	Positive Wirkung auf die Sicherheit
Spanien	Unbekannt	Ja	Gute Technik	Schnell, sicher und sparsam
Niederlande	Unbekannt	Ja	Sollte so wenig wie möglich angewendet werden	Rohr wird beschädigt

Untersuchte Rohrmaterialien

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'

HexelOne®



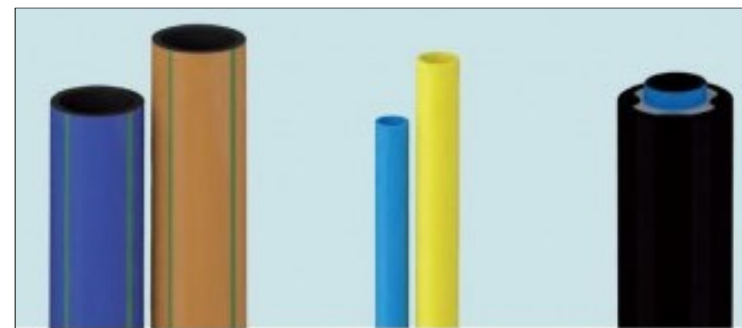
Soluforce® RTP



PA U180 (PA12)



Materialgruppe PE



Herstellung von Probekörpern für Zeitstandversuche

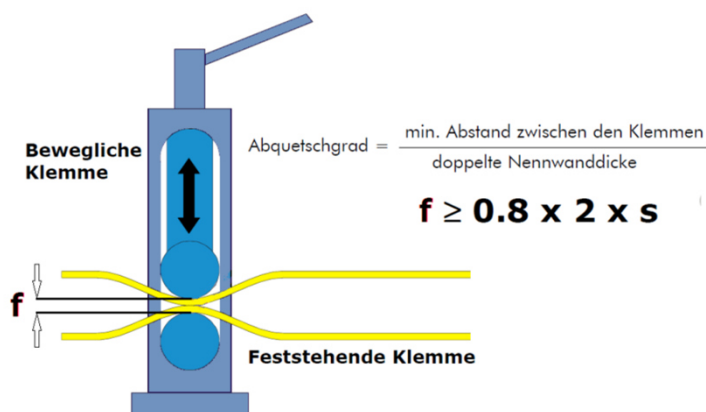
Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'



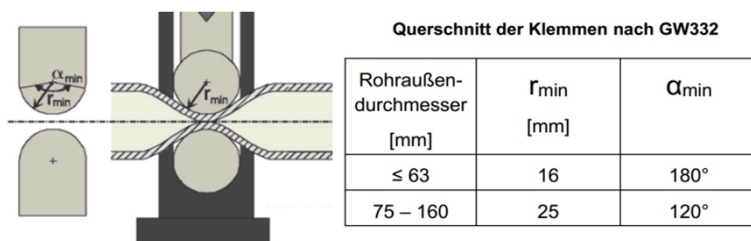
Definitionen und Versuchs-Parameter

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'

Definition 'Abquetschgrad' (DBI Darstellung)



Definition 'Winkel α ' (nach GW 332)



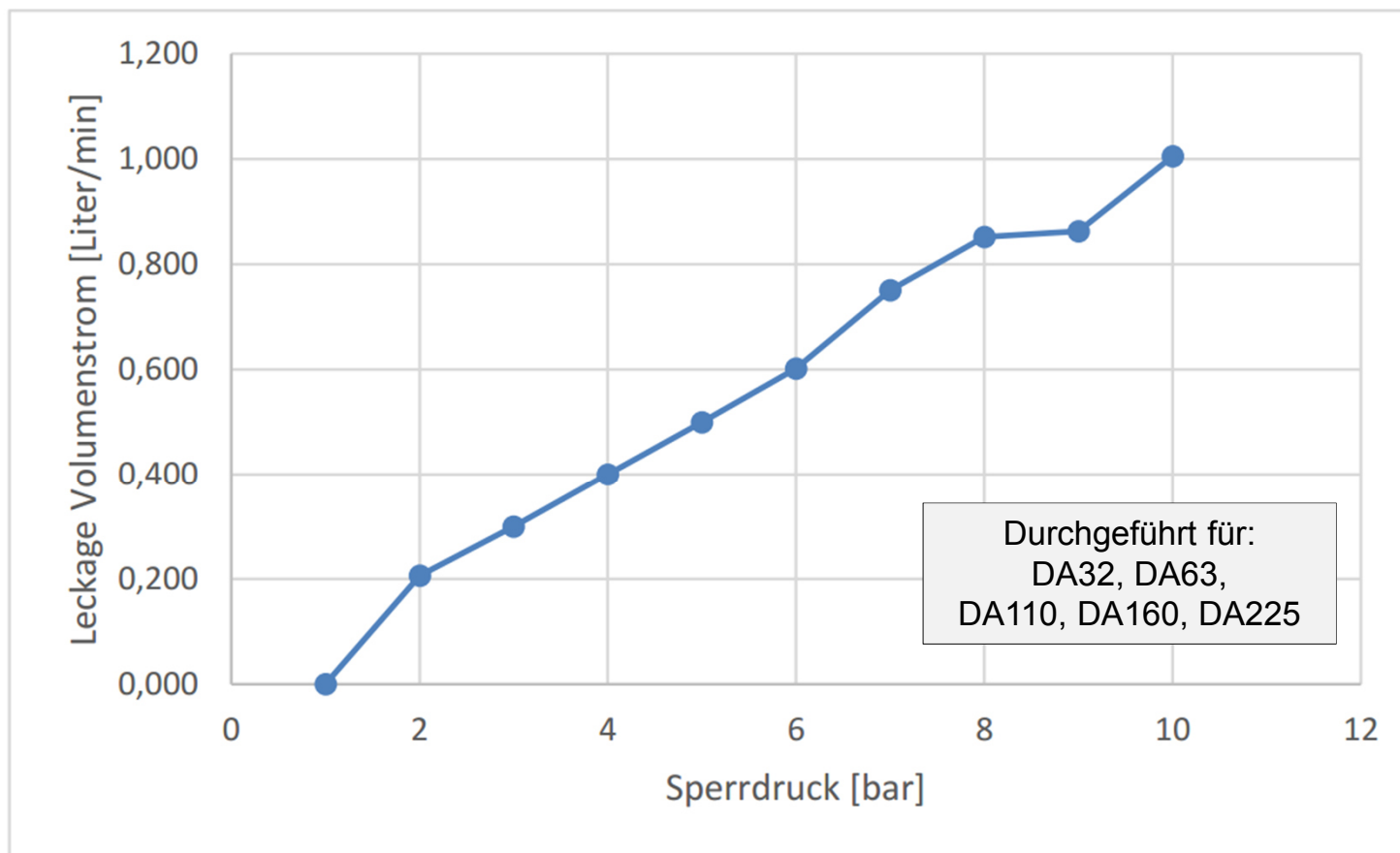
Parameter für Versuche

Parameter	Wert
Temperatur	5 °C
Abquetschgrad	80%
Dauer	2 Stunden
Abquetschgeschwindigkeit	≤ 50 mm/min
Öffnungsgeschwindigkeit	≤ 12 mm/min
Rückrundungsgeschwindigkeit	≤ 12 mm/min
Klemmendurchmesser (für D ≤ 63 mm)	32 mm
Klemmendurchmesser (für D 75 – 160 mm)	50 mm

Quelle: DBI

Dichtheitsmessungen (Schleichgasmengen)

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'



Schleichgasmengen für PE100 DA110 über Sperrdruck

Quelle: DBI

Dichtheitsmessungen (Schleichgasmengen)

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'

Nr.	Material	Da [mm]	Sperr- druck [bar]	Leckage [dm³/min]		Nr.	Material	Da	Sperr- druck [bar]	Leckage [dm³/min]
129	PE 80	32	5	0		151	PE 100RC	63	10	2,2
130	PE 80	32	5	0		152	PE 100RC	63	10	3,1
131	PE 80	63	5	2,5		153	PE 100RC	110	10	0
132	PE 80	63	5	0,27		154	PE 100RC	110	10	1,1
133	PE 80	110	5	3,4		155	PE 100RC	160	10	80
134	PE 80	110	5	2,7		156	PE 100RC	160	10	183,3
135	PE 80	160	5	2,5		157	PE 100RC	225	10	133,3
136	PE 80	160	5	5,7		158	PE 100RC	225	10	1500
139	PE 100	32	10	0						
140	PE 100	32	10	0		159	PE-X	32	8	0
141	PE 100	63	10	4,1		160	PE-X	32	8	0
142	PE 100	63	10	2,3						
143	PE 100	110	10	5,9		205/206	RTP	6"	5	0
144	PE 100	110	10	0,023						
145	PE 100	160	10	14,6		201	PA 12	32	10	0
146	PE 100	160	10	79,2		207/208	PA 12	110	16	0
147	PE 100	225	10	1400		210	PA 12	160	16	0,555
148	PE 100	225	10	1500						
149	PE 100RC	32	10	0		212	HexelOne	110	16	0
150	PE 100RC	32	10	0		213	HexelOne	160	16	1,210

Schleichgasmengen
(Leckagen) bei
maximal zulässigem
Sperrdruck
und einem
Abquetschgrad von
80 % (nach GW 332)

Die Messungen wurden
verantwortlich durch das
DBI (Hr. Bilsing)
durchgeführt.

Material	D [mm]	abgequetscht	rückgerundet	Spannung [MPa]	Zeit [h]	Bruch
PE80	32			5,5	0,1	duktil
PE80	32			4,5	2000	nein
PE80	32	X		4,5	2000	nein
PE80	32	X	X	4,5	2000	nein
PE80	63			5,5	1432	duktil
PE80	63	X		5,5		
PE80	63	X	X			
PE80	110					
PE80	110	X				
PE80	110	X				
PE80	160					
PE80	160	X				
PE80	160	X				

Material	D [mm]	abge				
PE100RC	32					
PE100RC	32					
PE100RC	32	X				
PE100RC	32	X				
PE100RC	63					
PE100RC	63	X				
PE100RC	63	X				
PE100RC	110					
PE100RC	110	X				
PE100RC	110	X	X			
PE100RC	160			5,5		
PE100RC	160	X		5,5	167	
PE100RC	160	X		5,0	1000	nein
PE100RC	160	X	X	5,5	82,7	duktil
PE100RC	160	X	X	5,0	1000	nein
PE100RC	225			5,5	2000	nein
PE100RC	225	X		5,5	2000	nein

[illegible]

führt.

Abquetschen und
 Zeitstandtest keine

					Zeit [h]	Bruch
					2000	nein
					2000	nein
					2000	nein

					Zeit [h]	Versagen
					29,1	4548
					29,1	>6335
					29,1	>6338
					29,1	>10364
					29,1	>6335
PA12					29,1	>6335
HexelOne					26,0	3890
HexelOne					26,0	7
HexelOne					26,0	45
HexelOne					26,7	>2600
HexelOne					24,0	3032
HexelOne					21,2	2
HexelOne					21,2	712
HexelOne					21,2	>2660

Ergänzende Untersuchungen wurden an Anomalie-auffälligen Rohren (PE80, gelb, Da160) nach mehr als 30 Jahre Einbauzeit durchgeführt. Es stellten sich nach Abquetschen und Rückrunden beim Zeitstandtest keine Auffälligkeiten ein.

Computer Tomographie (CT):

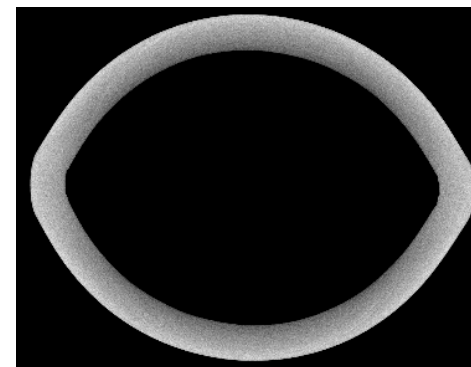
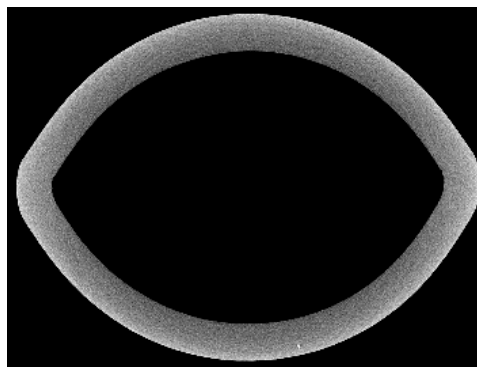
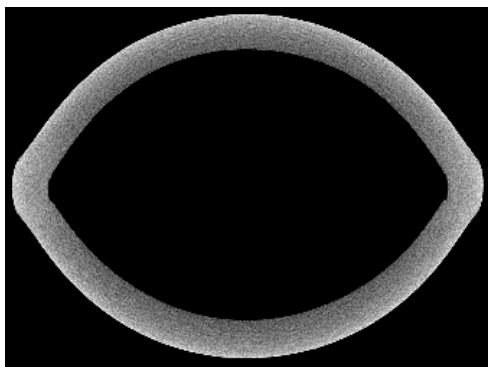
Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'

PE 100, DA 32

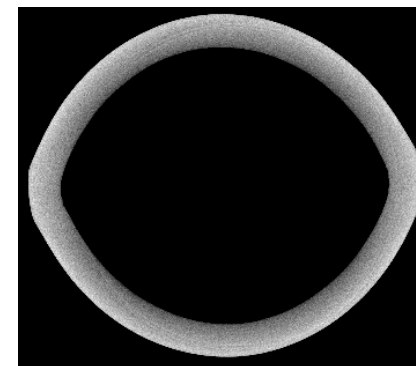
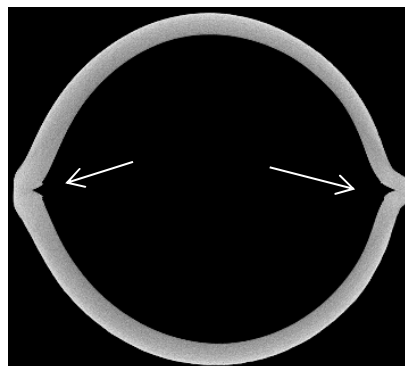
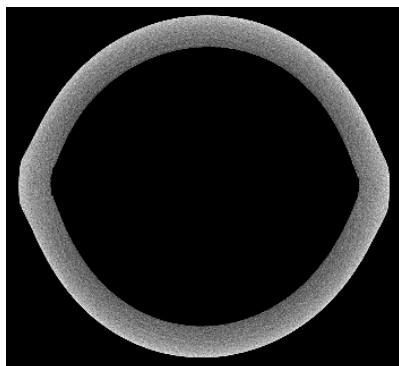
PE 100-RC, DA 32

PE 100, DA 110

Nach dem
Abquetschen



Nach dem
Abquetschen
und dem
Rückrunden



Quelle: SKZ



Ergebnisse der CT-Untersuchungen: 'PE-Materialien'

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'



Rohr-Materialien:

PE 80, PE 100, PE 100-RC und PE-Xa

Nach dem Abquetschen und dem Rückrunden:

- Bei allen untersuchten Rohren zeigten sich **keine** Hohlräume oder Fehlstellen im Material.
- An allen Abquetschstellen wurden leichte Unterschreitungen der **Sollwandstärke** nachgewiesen.
- Einzig für das Rohr aus PE 100-RC in DA 32 zeigte sich eine deutliche Ausbildung von Kerben nach dem Rückrunden im Bereich der **Abquetschfalte** und eine drastische Reduzierung der Wanddicke.

Quelle: SKZ

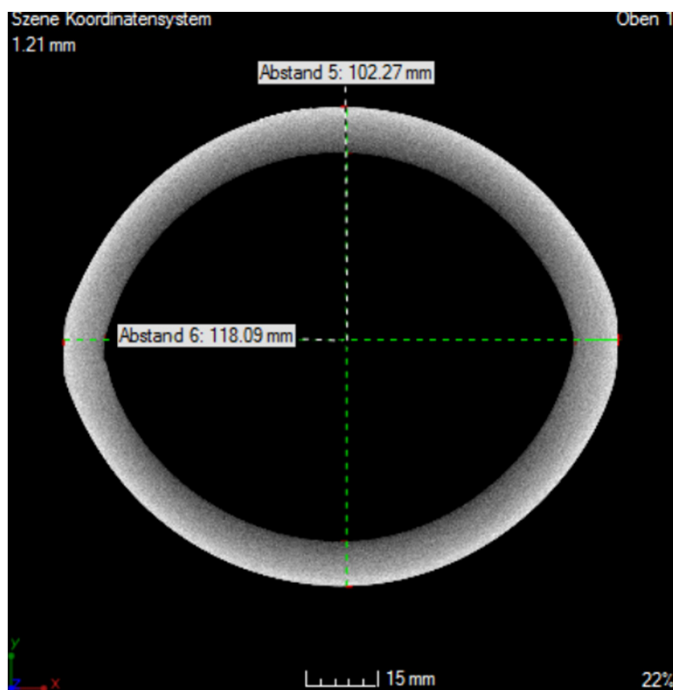
Computer Tomographie (CT):

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'

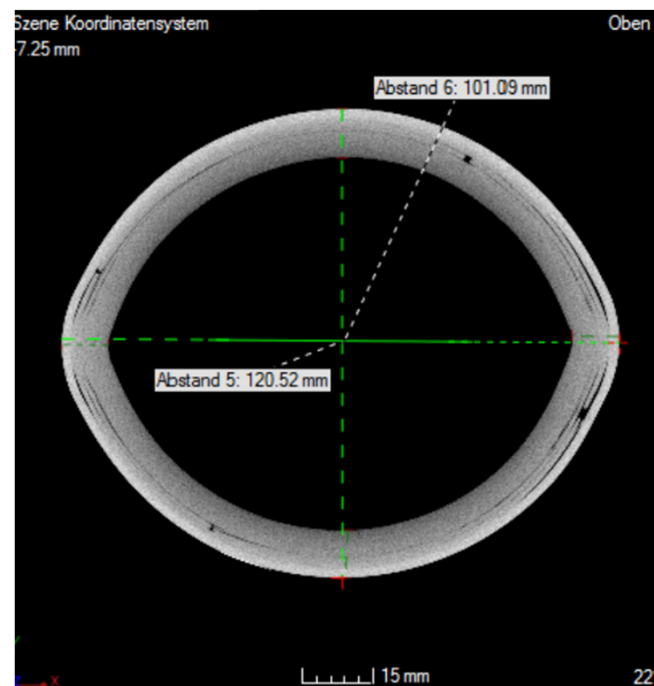
PA12 - Rohr

Nach Abquetschen

HexelOne®-Rohr



- kleine Falten und etwas Weißfärbung
- keine Risse und keine Hohlräume
- Ovalität ca. 12 %
- Wanddicke ca. 10 % geringer an den „Ohren“



De-Laminierung sichtbar

Quelle: Kiwa Technology

Ergebnisse der Abquetsch-Untersuchungen

Quelle: DVGW-Forschungsvorhaben 'G3/05/13'

- **Rohre aus Polyethylen bis 5 bar:**

- PE80, PE100, PE100-RC mit Ø bis 125 mm lassen sich bis 5 bar sicher mit einer Quetsche sperren.
- Für Ø > 125 mm: Einsatz von zwei Quetschen, Zwischenraum entspannen.

Beschlussfassung des TK 'Gasverteilung' im DVGW:

Überarbeitung des Merkblattes GW 332

Betriebsdruck ≤ 16 bar, wobei bei Druckstufe < 5bar und > 5bar eingeführt werden soll.

(vergleichbar zu G 472, G 465,...)

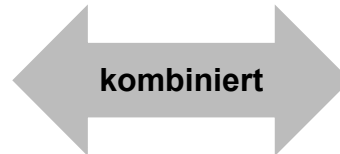
- Die gestellten Anforderungen an Rohre nach GW 335 wurden auch nach dem Abquetschen und Rückrunden erfüllt.
 - An Rohren mit der Dimension DA 32 waren Indikationen zu erkennen.
 - Zugversuche (Strain-Hardening-Tests) zeigten keine Auffälligkeiten.
 - keine wesentliche Veränderung von E-Modul, Streckspannung und Bruchdehnung gegenüber den Werten des nicht abgequetschten Ausgangszustands.
- **Abquetschen ist eine sichere Absperrmethode für die Praxis.**

Quelle: Kiwa Technology

E.ON Forschungsprojekt: Neues Kombi-Absperrverfahren: Abquetschen und Blasensetzen



1. Abquetschen



2. Blasensetzen

**Neues Kombi-Absperrverfahren
zur Erweiterung des Einsatzbereiches für Kunststoff-Rohre
für größere Durchmesser und Betriebsdrücke ≤ 16 bar.**

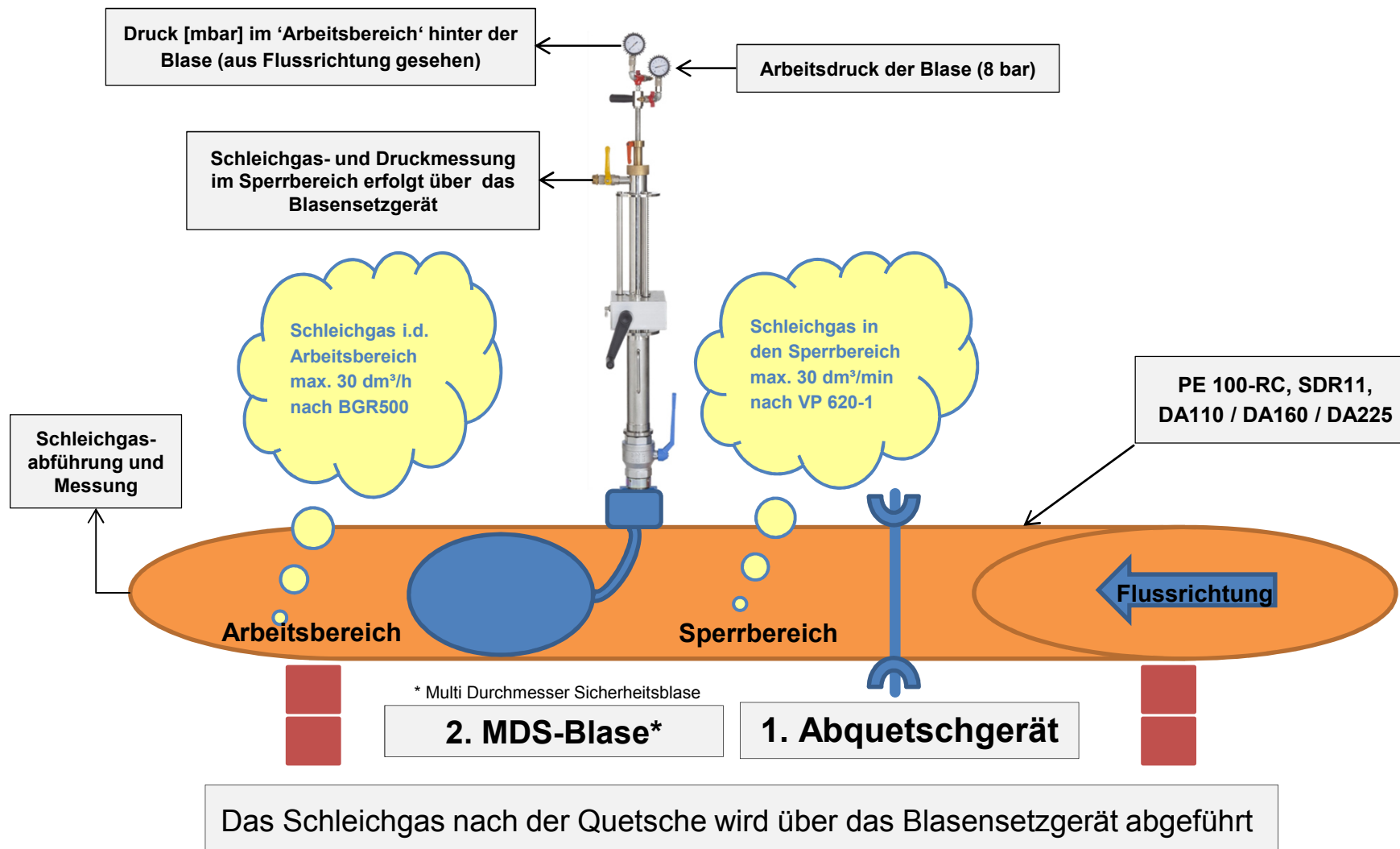
Problemstellung:

- Im Druckbereich $>1\text{bar}$ und bei DA $>110\text{ mm}$ besteht bei den Netzbetreibern noch eine große Unsicherheit hinsichtlich der Einsetzbarkeit temporärer Absperrsysteme.
- In Druckbereichen $> 5\text{ bar}$ ohne Druckabsenkung wird zur Zeit die Anbohr- und Absperrtechnik (Stopp-Verfahren) angewendet.

Ziel der Untersuchungen:

- Ermittlung von Schleichgasmengen und Drücken im Arbeitsbereich bei unterschiedlichen Rohrnennweiten (DA110/DA160/DA225) für die Materialien PE 100-RC und PA12 (HexelOne®).
- Nachweis der Einsetzbarkeit des Kombi-Absperrverfahrens in Gasversorgungsnetzen mit Betriebsdrücken $>5\text{ bar}$ unter besonderer Berücksichtigung der Baustellensituation, Arbeitszeit, Sicherheit, Qualifizierung des Bedienungspersonals und Kosten je Maßnahme.
- Abstimmungsgespräche mit der Berufsgenossenschaft 'BG-ETEM'.

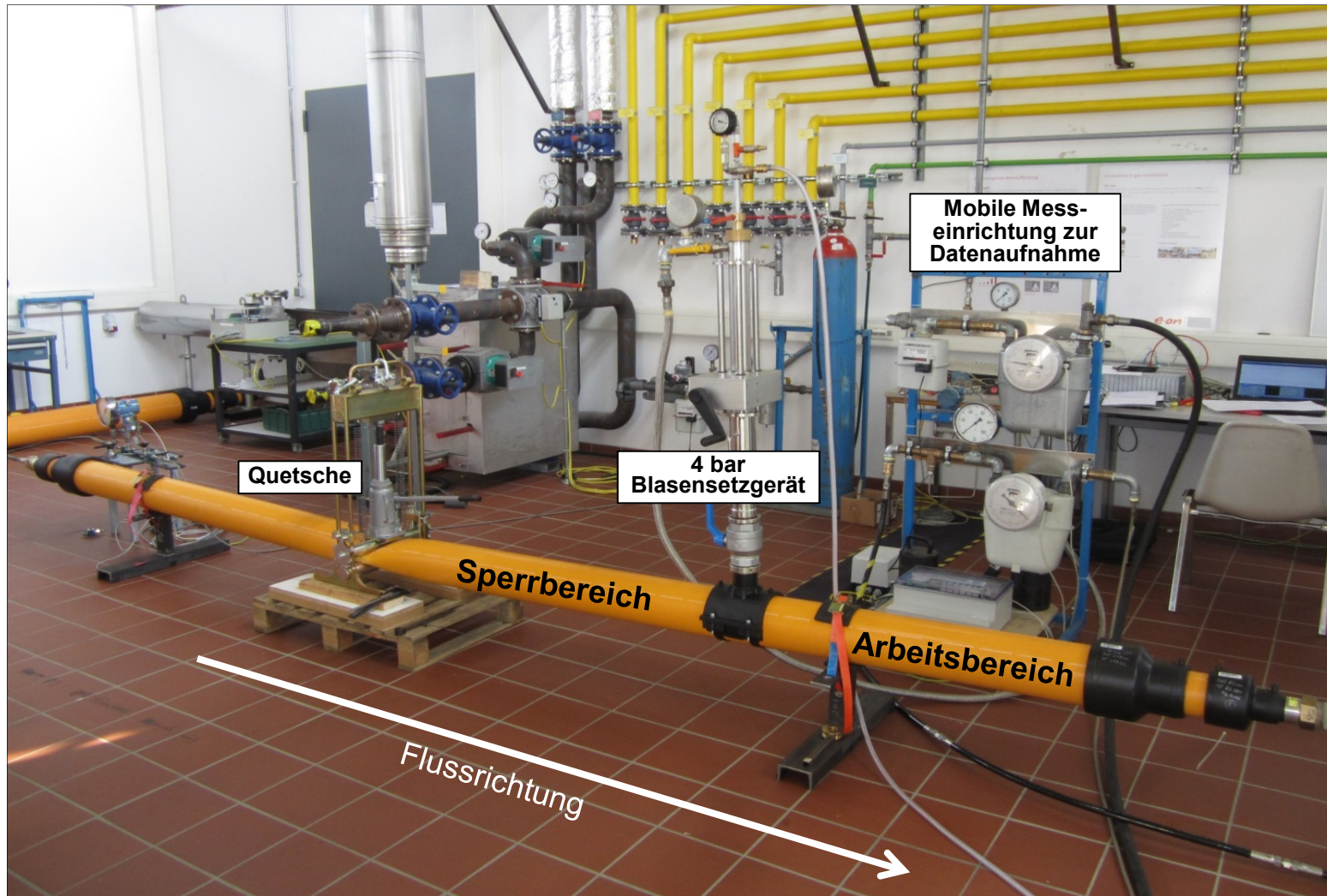
Prüfstands Aufbau - mit Schleichgasabführung



Vorteile aus der Kombination von 'Quetsche und Blase' für den Netzbetreiber

- Keine Druckabsenkung bei Kunststoffrohren bei Einbindungsarbeiten im Netz erforderlich.
- Keine Versorgungseinschränkungen durch eine vorgezogene Druckabsenkung für den Betrieb.
- Geringerer Installationsaufwand bzw. schnellerer Aufbau, da nur ein Blasensetzgerät installiert werden muss.
- Höhere Sicherheit durch den festen Sitz der mechanischen Quetscheinrichtung.
- Geringere Anschaffungskosten als bei einem Doppelblasensetzgerät in Hochdruckausführung.

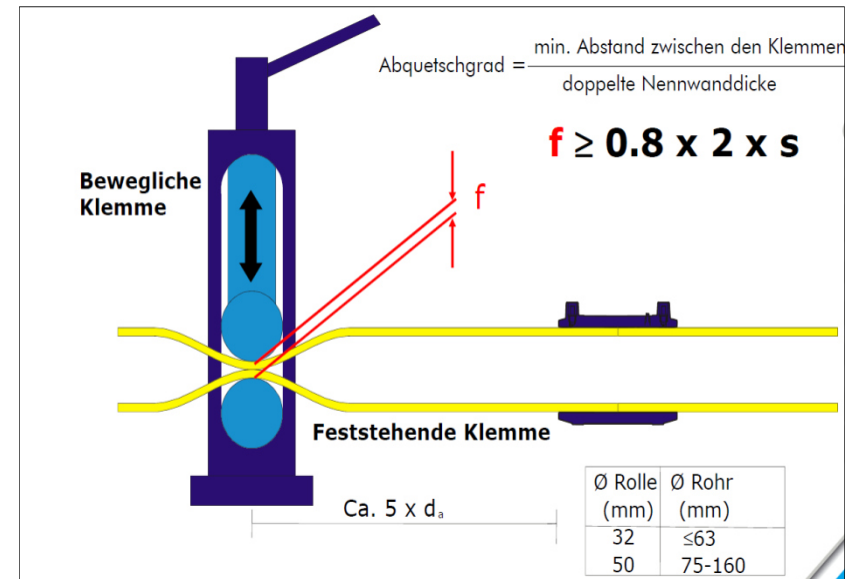
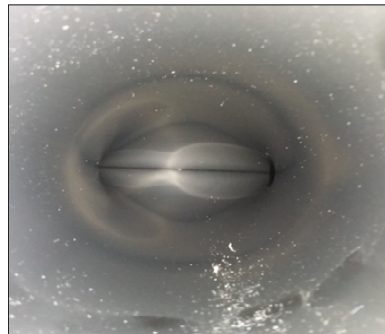
Versuchsdurchführung bei E.ON in Altenessen



Versuchsdurchführung bei E.ON in Altenessen



Rohr: vor, nach
bzw. während
der Quetschung



Bei allen Rohrnennweiten wurde gemäß **DVGW-Merkblatt 332** ein Abquetschgrad von 0,8 eingestellt, der nicht in allen Fällen mit der Abquetscheinrichtung erreichbar war.

Ergebnisse mit dem Kombiverfahren

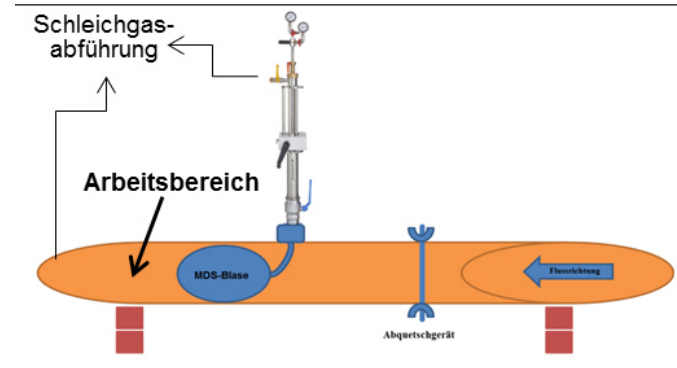
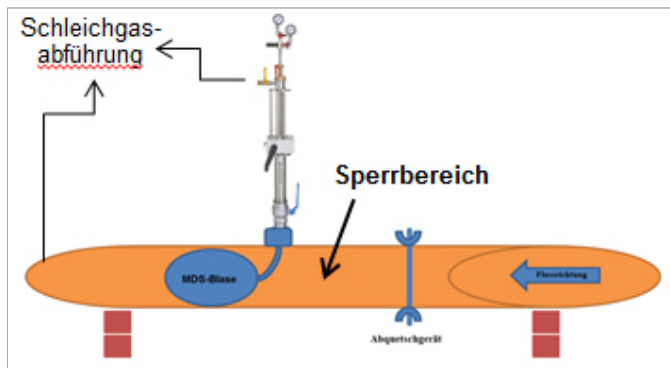
Messtechnisches Programm

Bis 10 bar: PE

- | | |
|-------------------------|---------------|
| 1. PE 100 und PE 100-RC | (DA110) |
| 2. PE 100 und PE 100-RC | (DA160) |
| 3. PE 100 und PE 100-RC | (DA225) |
| 4. PE 100 und PE 100-RC | (alle Proben) |

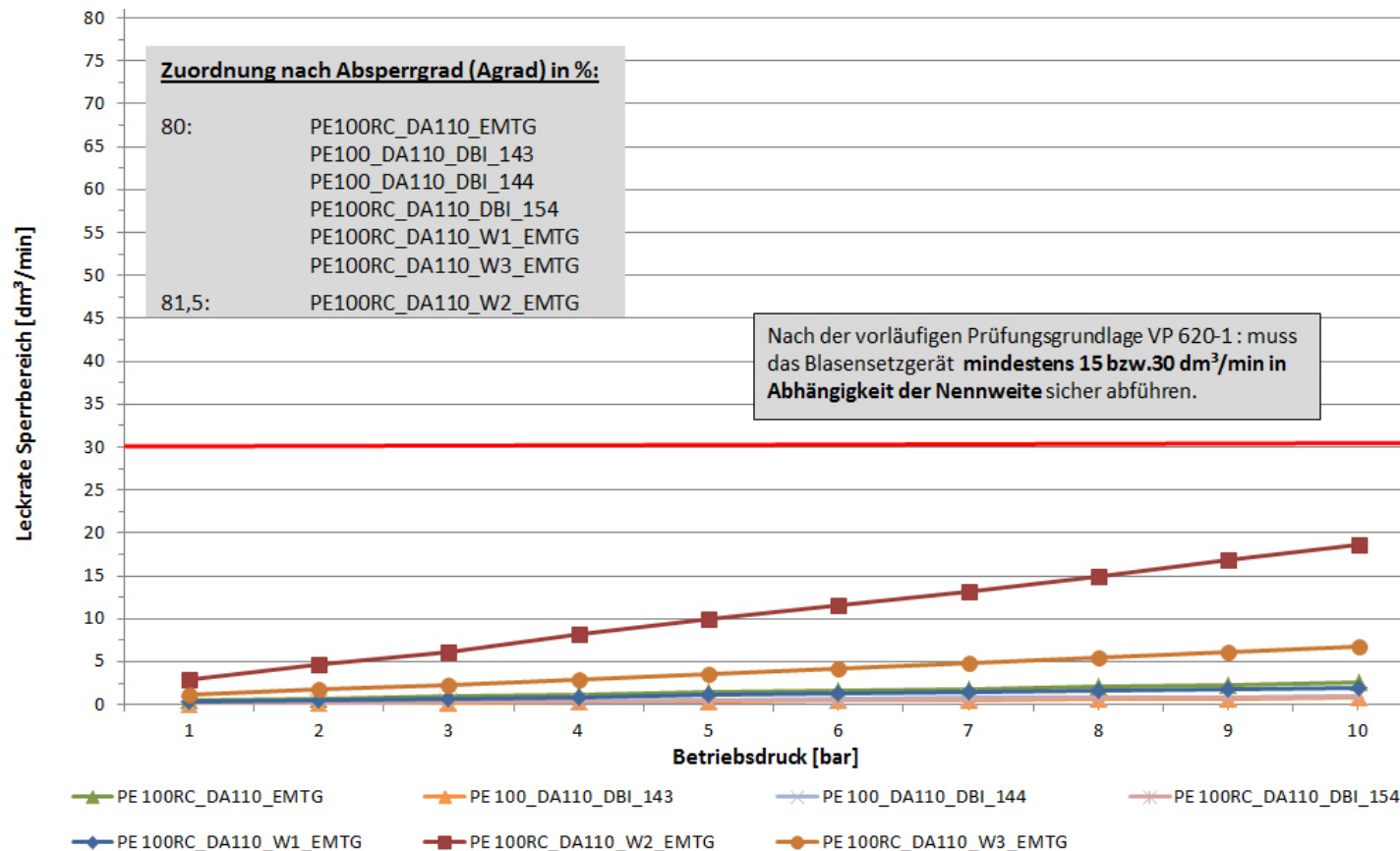
Bis 16 bar: PA12

- | | |
|---------|-------------------|
| 1. PA12 | (DA110 und DA160) |
|---------|-------------------|



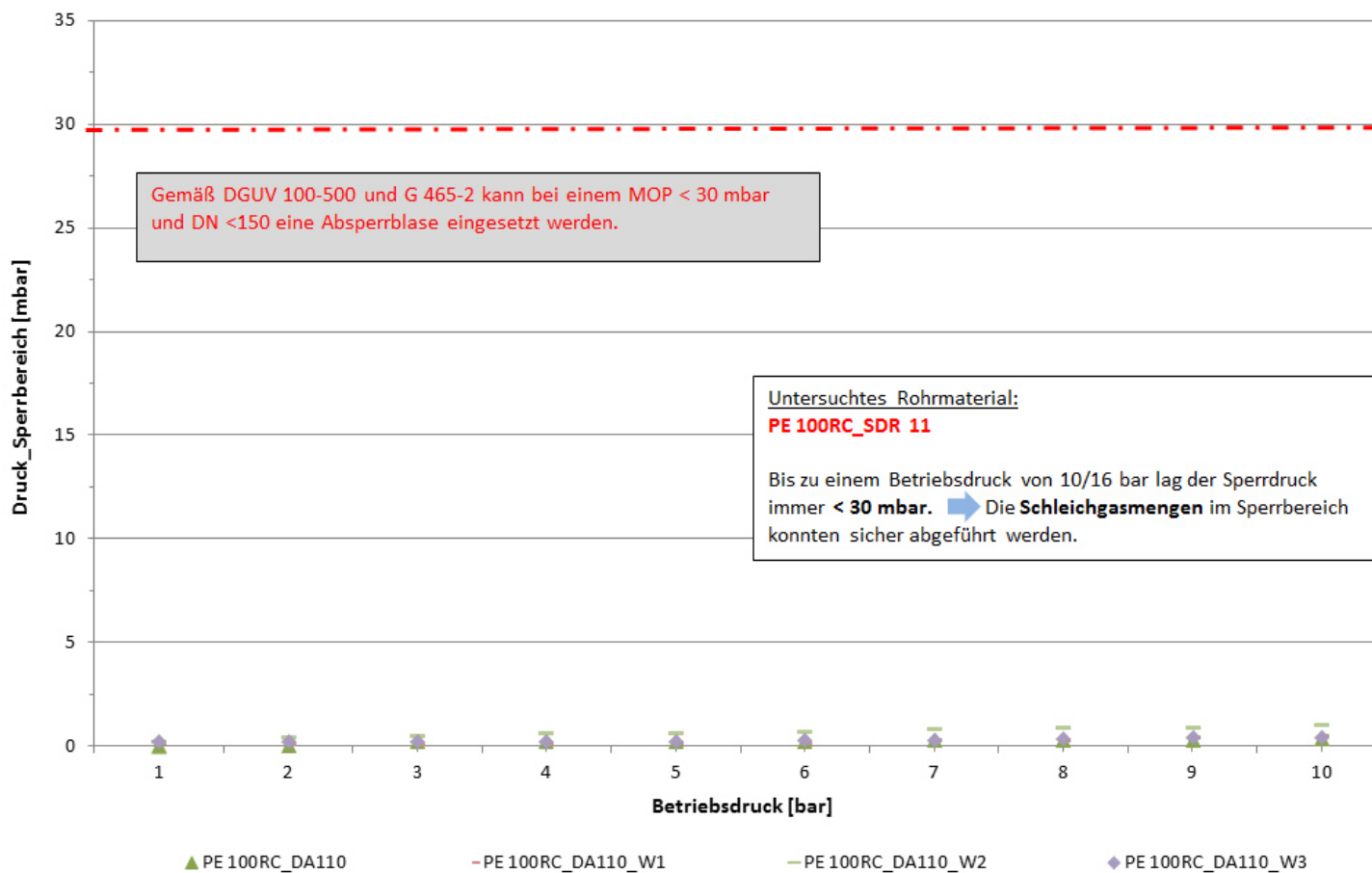
Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 10 bar)

Leckrate im Sperrbereich (PE100/ PE100-RC, DA110, DBI und E.ON)



Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 10 bar)

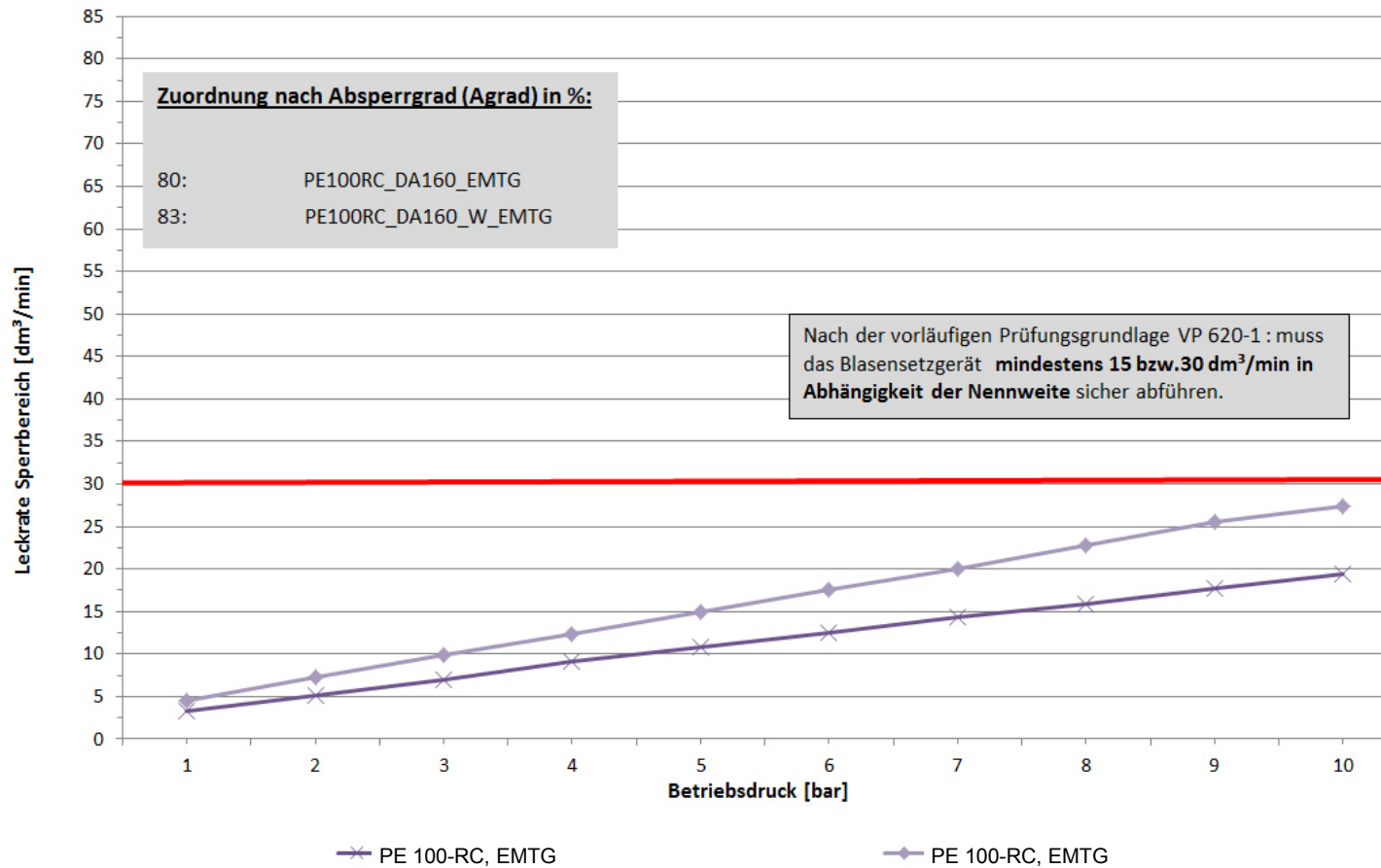
Druck im Sperrbereich (PE100-RC, DA110, E.ON)



Weder Leckage noch Druckanstieg im Arbeitsbereich festgestellt.

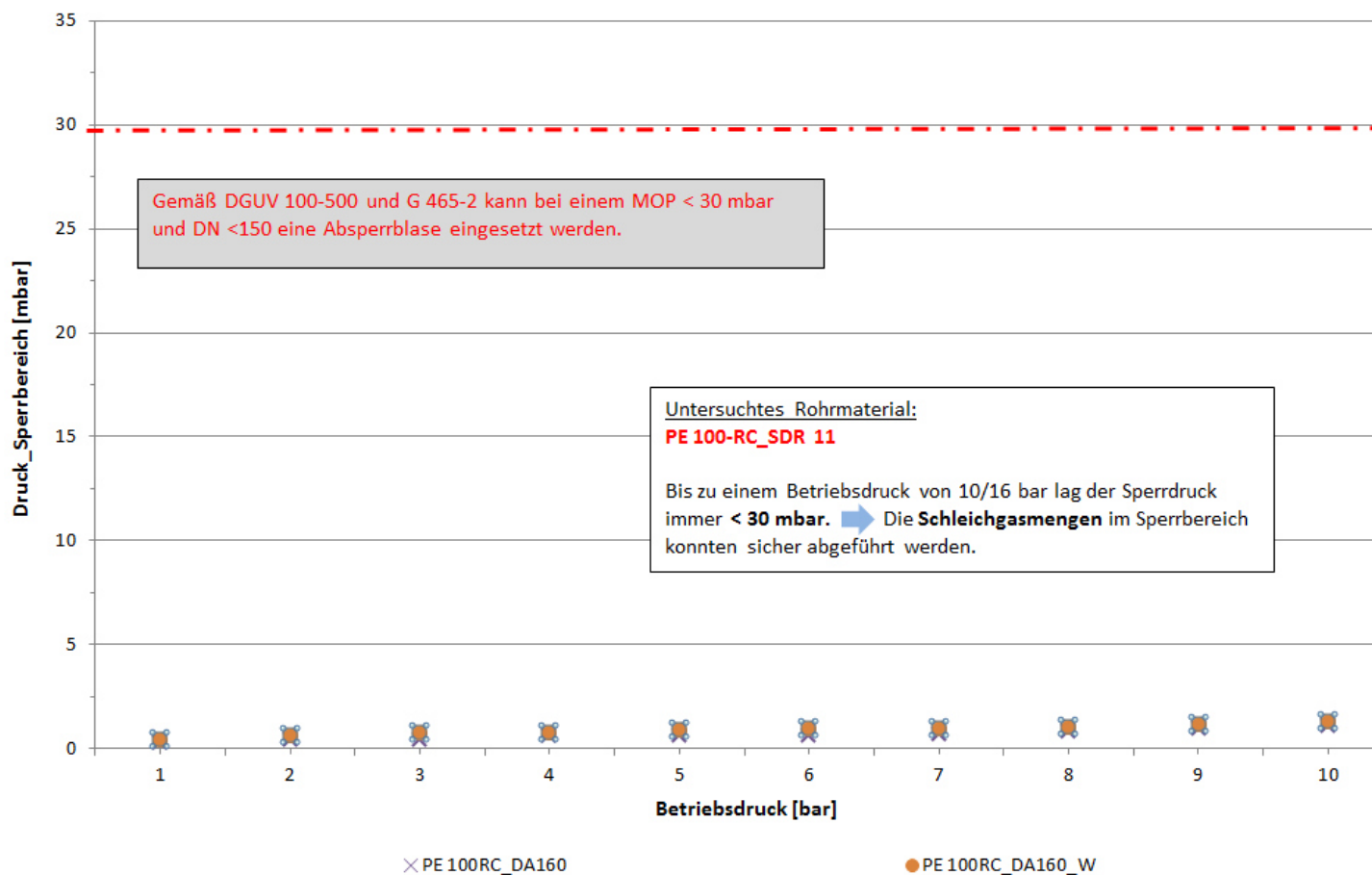
Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 10 bar)

Leckrate im Sperrbereich (PE100-RC, DA160, E.ON)



Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 10 bar)

Druck im Sperrbereich (PE100-RC, DA160, E.ON)

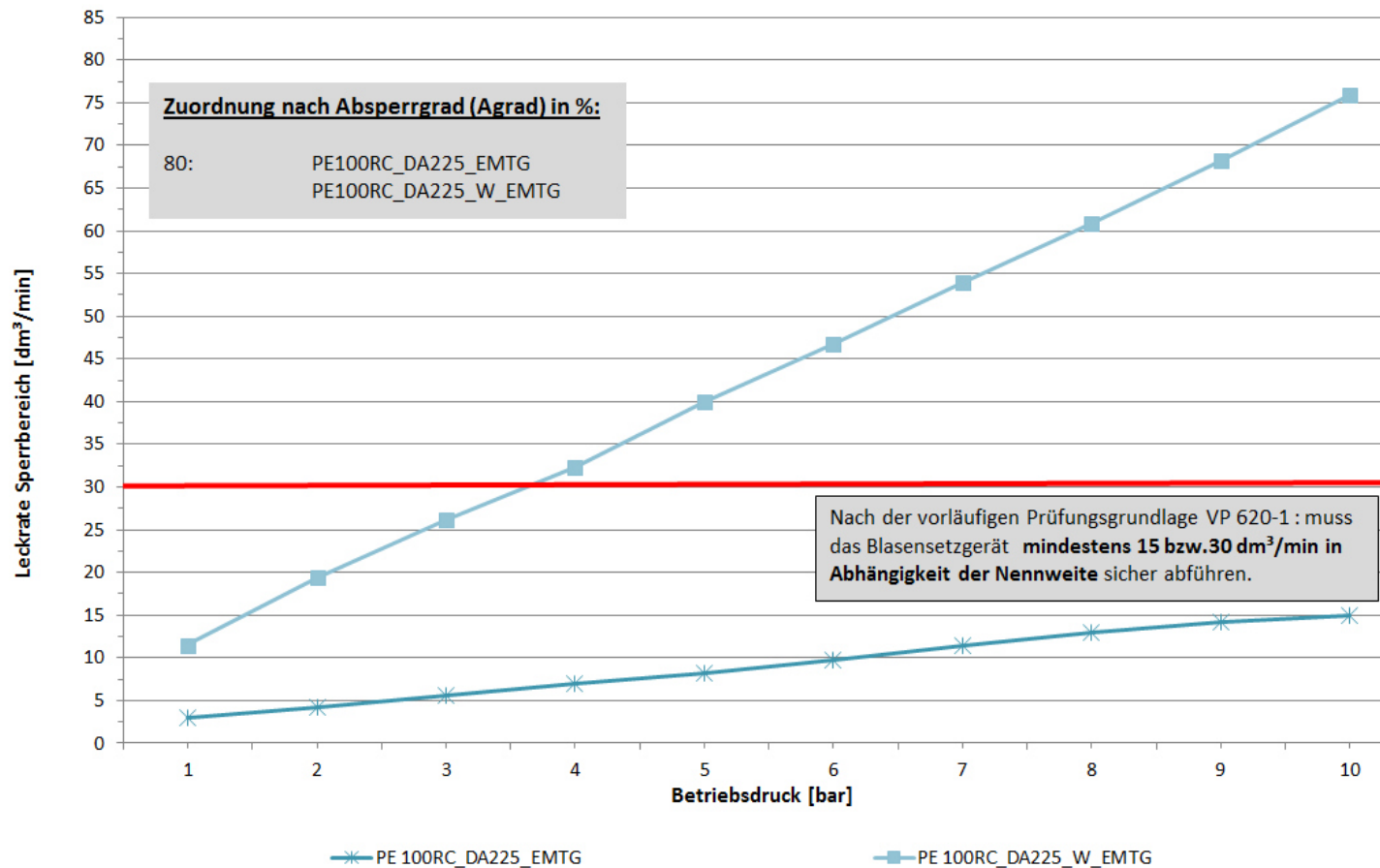


Weder Leckage noch Druckanstieg im Arbeitsbereich festgestellt.

e-on

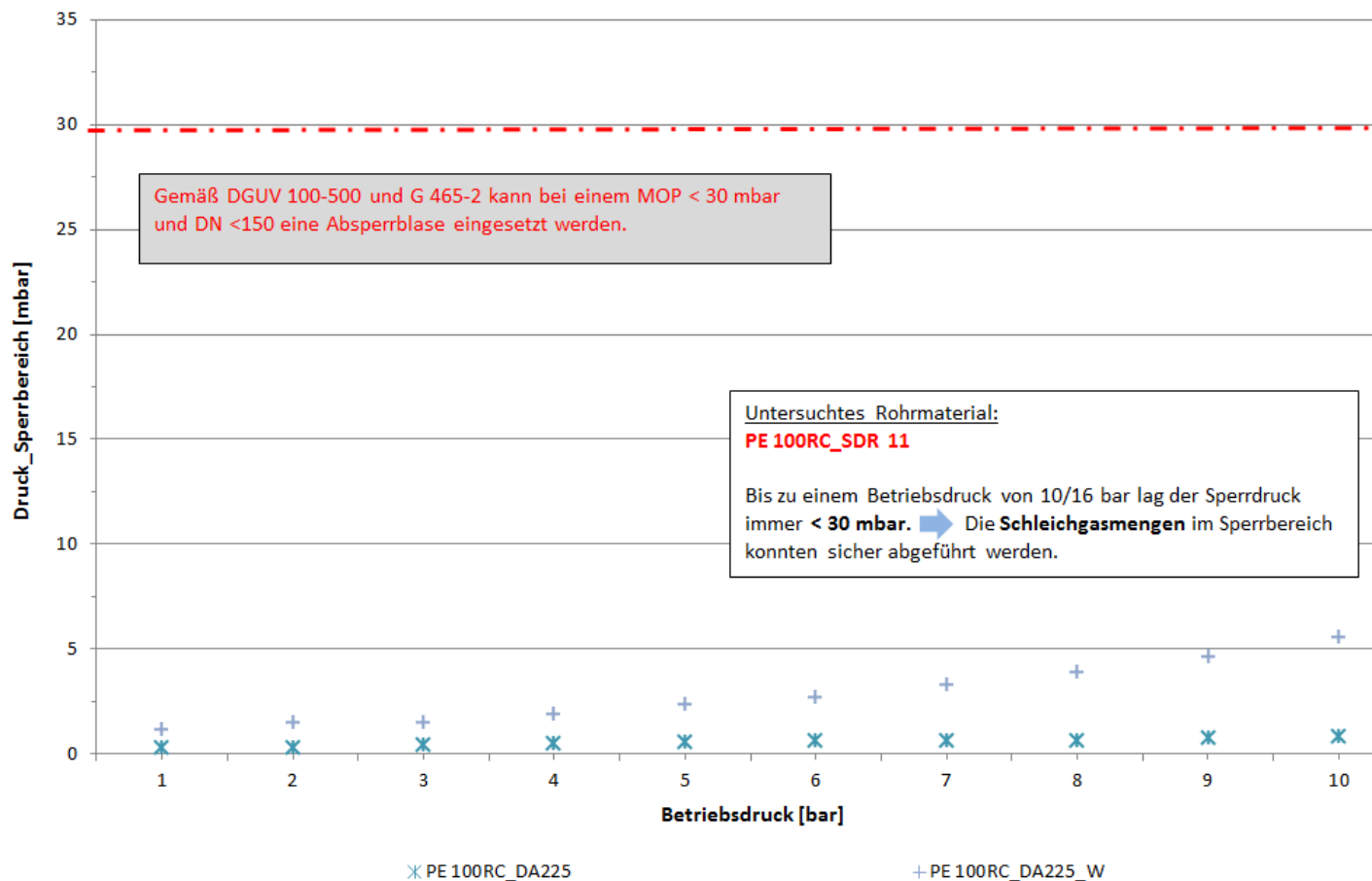
Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 10 bar)

Leckrate im Sperrbereich (PE100-RC, DA225, E.ON)



Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 10 bar)

Druck im Sperrbereich (PE100-RC, **DA225**, E.ON)

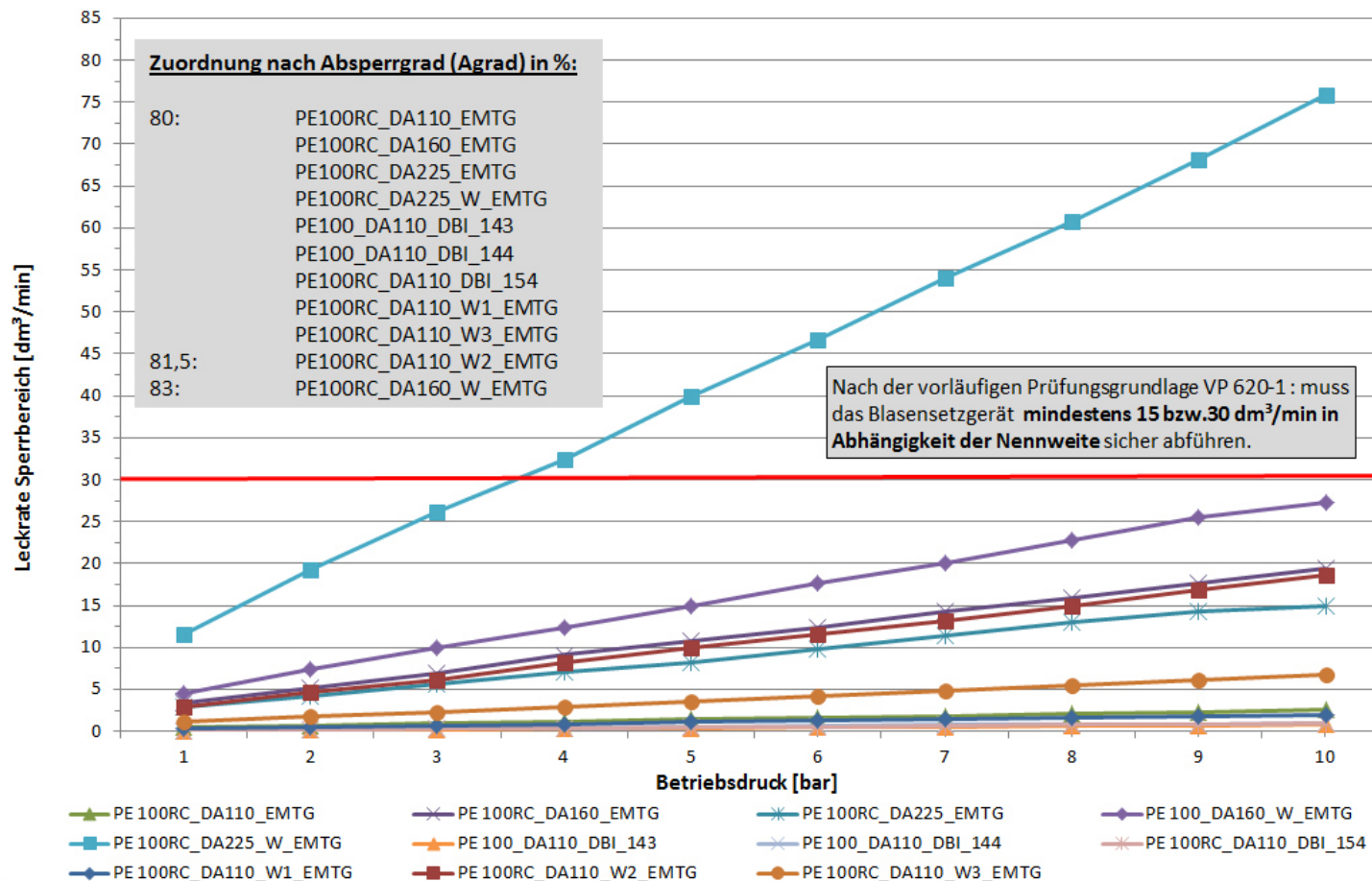


Keine Leckage sowie Druckanstieg im Arbeitsbereich festgestellt.

e-on

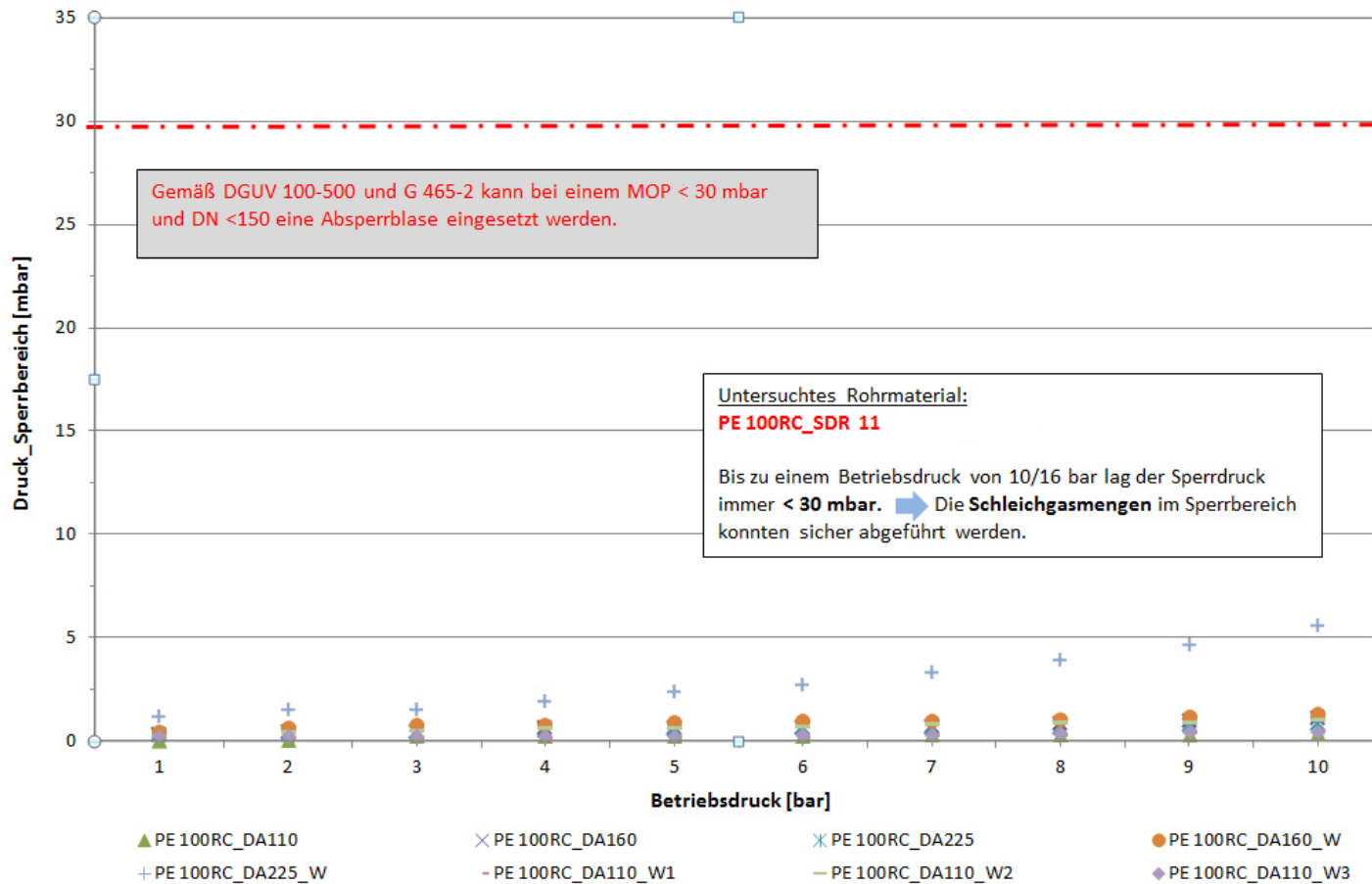
Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 10 bar)

Leckrate im Sperrbereich (alle PE-Proben)



Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 10 bar)

Druck im Sperrbereich (PE100-RC, DA110-DA225, E.ON)

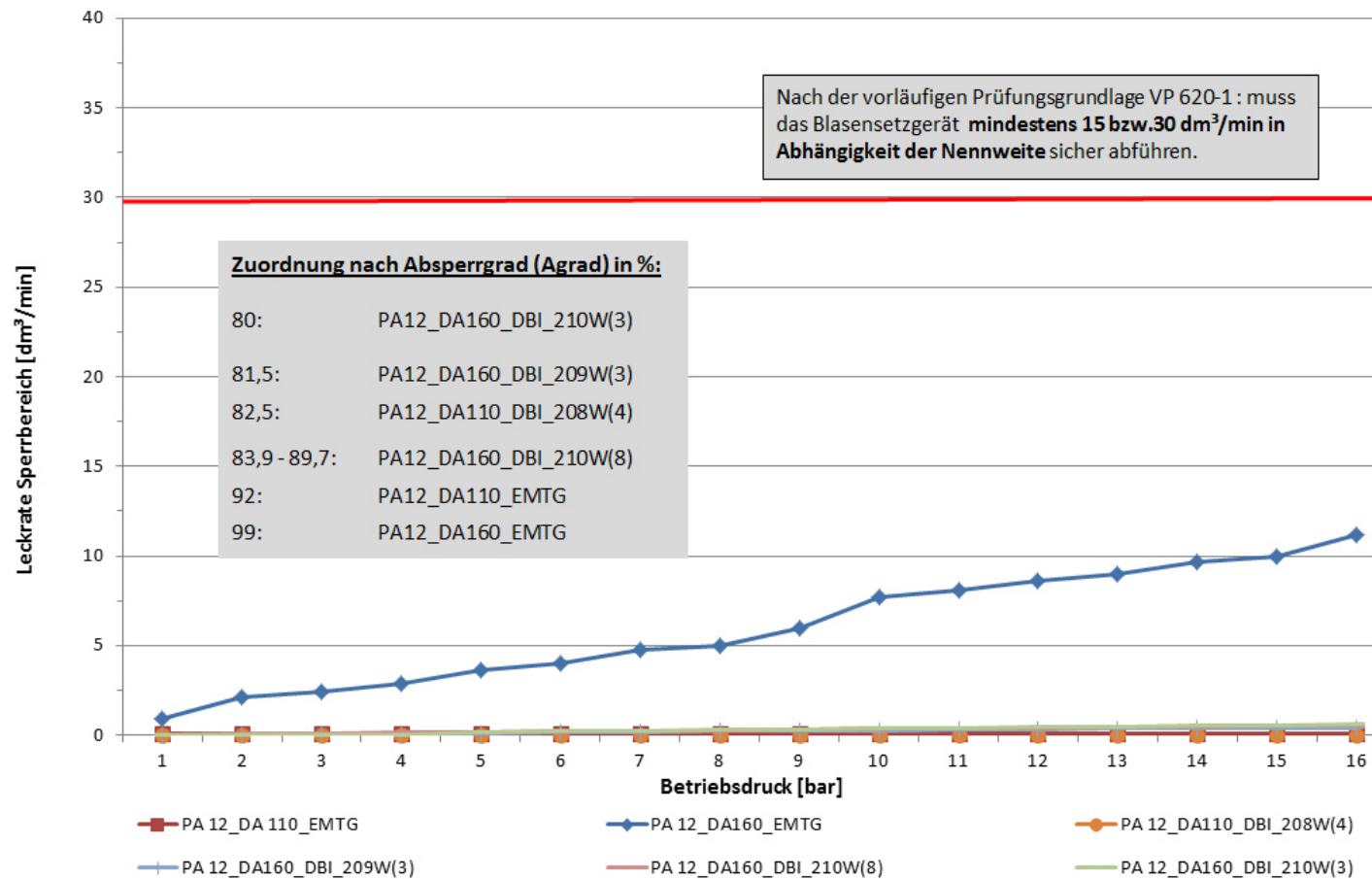


Weder Leckage noch Druckanstieg im Arbeitsbereich festgestellt.

e-on

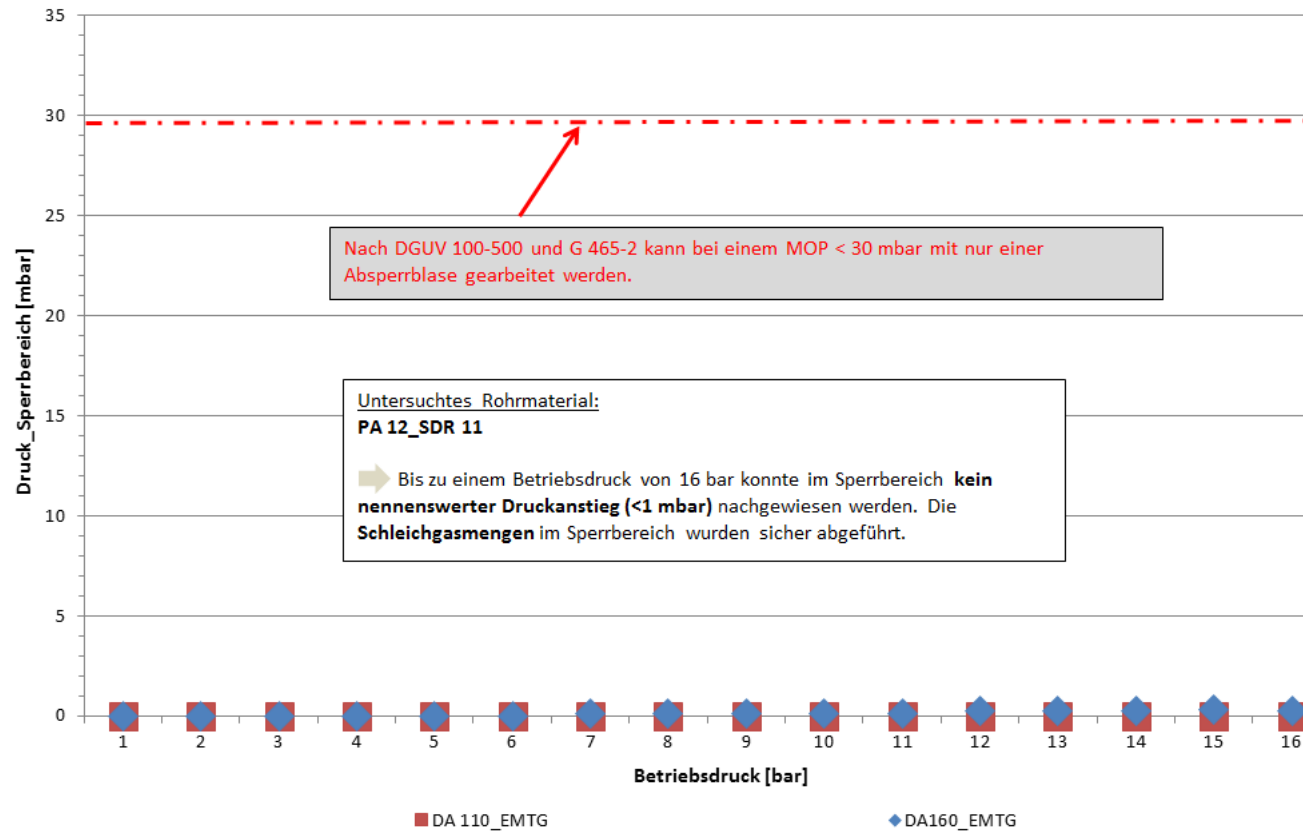
Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 16 bar)

Leckrate im Sperrbereich (PA12, DA110/DA160, DBI und E.ON)



Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (*bis 16 bar*)

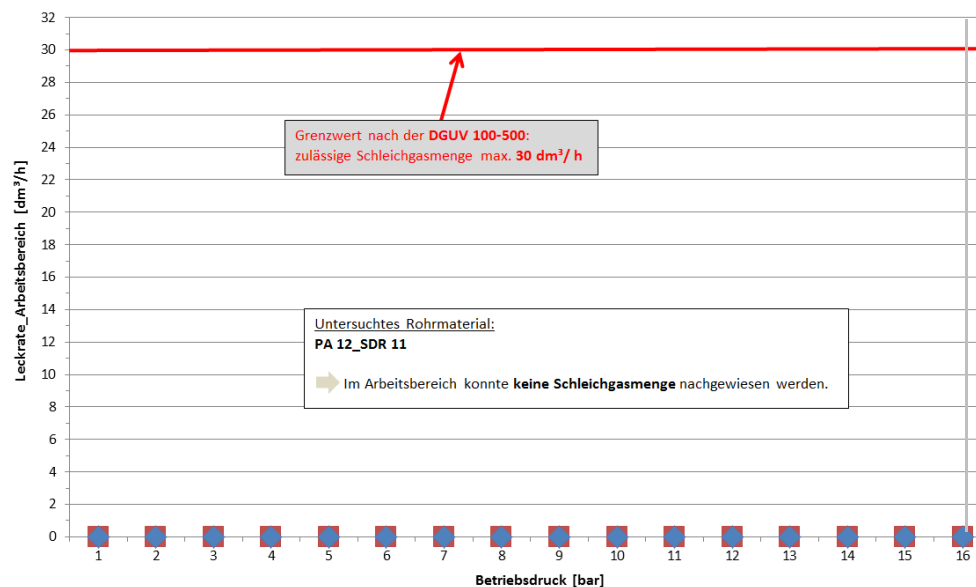
Druck im Sperrbereich (*PA12, DA110/DA160, E.ON*)



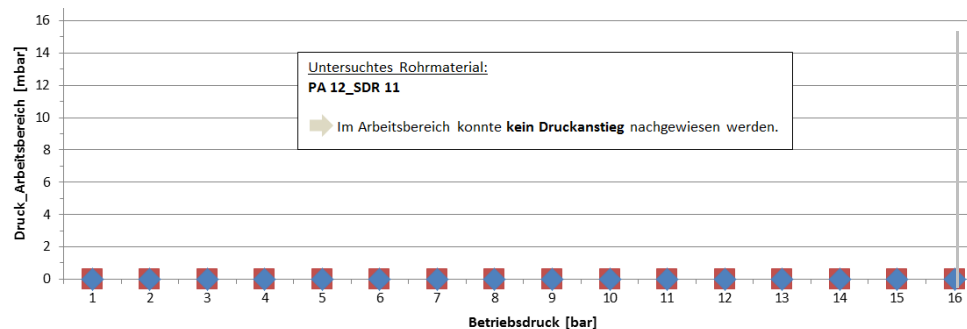
Ergebnisse mit dem Kombiverfahren (bis 16 bar)

Leckrate und Druck im Arbeitsbereich (PA12, DA110/DA160, E.ON)

Leckrate



Druck



DA 110
DA 160

Weder Leckage noch Druckanstieg im Arbeitsbereich festgestellt.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Erkenntnisse aus den E.ON Versuchen

Rohrmaterial: PE 100-RC / PA12 (DA110 / DA160 / DA225)

- Die Schleichgasmengen in den Arbeitsbereich hinein (an der Blase) lagen bei allen Rohrnennweiten weitestgehend bei Null und erfüllten damit die Anforderungen gemäß VP 620-1.
- Ein Druckanstieg im Arbeitsbereich mit Schleichgasabführung konnte messtechnisch nicht festgestellt werden.
- Erkenntnis: Es konnte die sichere Einsatzfähigkeit des Kombi-Systems bis zu einem Betriebsdruck von 16 bar unter den gegebenen Testbedingungen nachgewiesen werden.

Gesamt-Fazit:

Der Projektkreis empfiehlt, das Kombiverfahren (*Abquetschen/Blase*) in die GW 332 aufzunehmen, damit der Einsatzbereich hinsichtlich Nennweite und Betriebsdruck bei temporären Absperrungen ausgeweitet werden kann.

Für weitere Fragen



stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.