

Zum Abquetschen und Rückrunden von Kunststoffrohren

Kunststoffrohrleitungssysteme erfahren in den Gas- und Wasserverteilnetzen eine zunehmende Verbreitung: So beläuft sich der Anteil von Kunststoffrohren in der Gasverteilung bereits heute auf über 50 Prozent der gesamten installierten Rohrleitungslänge. Gleichzeitig wird aus Kostengründen immer häufiger auf die Installation von Absperrarmaturen verzichtet. Eine Möglichkeit, um trotz des Fehlens dieser Armaturen den Medienfluss unterbrechen zu können, ist das Quetschen des Rohres mit einer geeigneten Vorrichtung. Im Rahmen des DVGW-F&E-Vorhabens G 201607, vormals G3/05/13 „Abquetschen und Rückrunden von Kunststoffrohren. Untersuchung und Bewertung der Erweiterung der Anwendung auf Betriebsdrücke > 1 bar und neue Materialien“ und eines GERG-Projektes wurden Erkenntnisse über diese Absperrtechnologie erarbeitet.

von: Andreas Bilsing, Gert Müller-Syring (beide: DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH), Dr. Mirko Wenzel (SKZ - Das Kunststoff-Zentrum), Peter J. Postma (Kiwa Technology B. V.) & Werner Weißing (E.ON Metering GmbH)

Das Abquetschen von Kunststoffrohrleitungen ist eine Absperrmethode zur kurz- und langfristigen Gasflussunterbrechung von Gasnetzen und findet bei vielen Netzbetreibern Anwendung; typische Standard-Anwendungsfälle sind dabei Reparatur-, Einbinde- und Umverlegungsmaßnahmen. Weiterhin werden Abquetschvorrichtungen als Sicherungsmaßnahme beim Einsatz anderer Absperrtechnologien (z. B. Absperrblasen) vorgehalten, um im Versagensfall von Druck- und Dunstblase den Gasfluss unterbrechen zu können.

Absperrtechnologien für Kunststoffrohrleitungssysteme gewinnen zunehmend und rasch an Bedeutung, da Gasverteilnetze heute überwiegend in Kunststoffrohrleitungen ausgeführt werden. Deren Anteil in der Gasverteilung beläuft sich folglich inzwischen auf über 50 Prozent der gesamten installierten Rohrleitungslänge (ca. 220.000 km im ND/MD-Bereich).

Aufgrund der Betriebsdruckerhöhung durch den Einsatz des Rohrwerkstoffs PE 100 (SDR 11 bis 10 bar) und der aktuellen Materialentwicklungen (PA 12, HexelOne, Soluforce RLP) ist zu erwarten, dass in absehbarer Zukunft zunehmend auch Kunststoffleitungen zwi-

schen 1 und 16 bar Betriebsdruck temporär außer Betrieb genommen werden müssen. Ob das Abquetschen mit anschließender Rückrundung eine geeignete Methode sein könnte, sollte im DVGW-Forschungsprojekt G 201607 untersucht werden.

Der politisch gewollte Kostendruck auf den Netzbetrieb führt zu Einsparungen bei der Errichtung und dem Betrieb der Netze. So wird teilweise – je nach

Netzsituation – auf die Installation von Absperrarmaturen verzichtet. Operative Absperrmaßnahmen (Setzen von Absperrblasen oder Abquetschen) werden daher zum unverzichtbaren Instrument für den Netzbetrieb. Diese sind für höhere Drücke derzeit noch nicht bzw. nur eingeschränkt zugelassen. Das Abquetschen nach DVGW-Merkblatt GW 332 ist zurzeit auf 1 bar und das Setzen von Absperrblasen durch die DVGW-Vorläufige technische Prüfgrundlage G 5621-3 auf 5 bar Sperrdruck begrenzt.

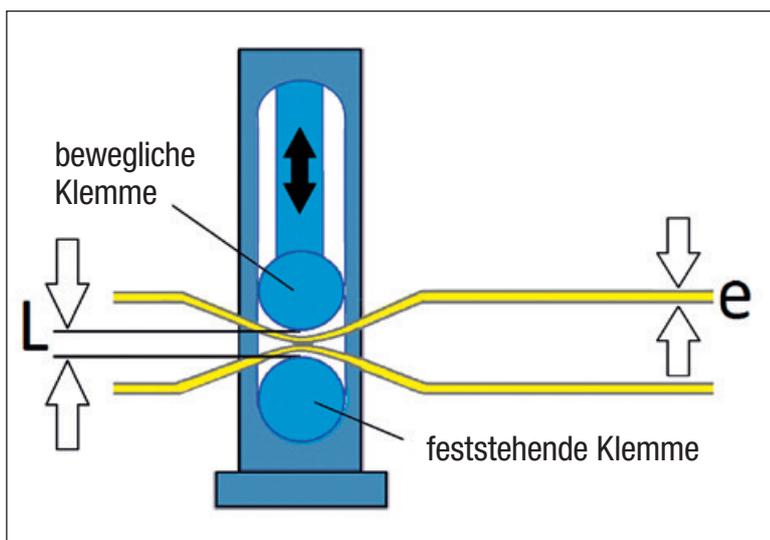
Durch die dynamischen Entwicklungen der Materialpopulation und die steigenden Betriebsdrücke besteht im Sinne des sicheren Netzbetriebes Klärungsbedarf mit Blick auf die Anwendbarkeit des Verfahrens und nachfolgend bei der Fortschreibung des DVGW-Regelwerkes. Obwohl das Abquetschen tägliche Praxis darstellt, fehlen bislang fundierte Angaben zu den folgenden Fragestellungen:

- Die Auswirkungen von Rohrdimension und Abquetschbedingungen auf die Gasdichtheit sollten systematisch überprüft und bewertet werden.
- Die Machbarkeit des Abquetschens für PE-Rohrleitungen mit Betriebs-



Quelle: DBI

Abb. 1: Beispiel für eine Rohrpresse



Quelle: DBI

Abb. 2: Definition des Abquetschgrades

drücken größer als 1 bar und (soweit möglich) bis hin zum maximal zulässigen Betriebsdruck sollte überprüft werden.

- Für neue Materialien mit höherem Betriebsdruck (HexelOne der Firma egeplast, PA 12 der Firma Evonik und Soluforce RLP der Firma PipeLife) sollte die Machbarkeit und Anwendbarkeit des Abquetschens und Rückrundens überprüft werden.
- Der Einfluss des Abquetschens und Rückrundens auf den Materialzustand und das Langzeitverhalten sollte ermittelt werden.
- Sicherheitstechnische Bewertung des Verfahrens, insbesondere vor dem Hintergrund der Erweiterung des Einsatzbereiches (höhere Drücke und neue Materialien).

Die im Rahmen der Forschungsaufgabe gewonnenen Erkenntnisse sind in entsprechende Handlungsempfehlungen umzusetzen, sowohl

für die Praxis als auch für die Weiterentwicklung des DVGW- Regelwerkes. Die Relevanz des Vorhabens wurde durch eine starke industrielle und forschungsseitige Unterstützung (finanzielle Mitförderung, Materialbereitstellung und Bereitschaft zur fachlichen Mitwirkung) sichergestellt.

Abquetschen und Rückrunden

Zum Betrieb von Gas- und Wasserrohrnetzen ist für Einbindungs- und Reparaturmaßnahmen das Absperrn des Mediumflusses erforderlich. Eine Möglichkeit dabei ist das Quetschen des Rohres mit einer geeigneten Vorrichtung. Hierbei werden zwei Klemmen an der Außenseite des Rohres angelegt und durch eine geeignete Mechanik aufeinander zubewegt, bis der Medienstrom schließlich unterbrochen wird.

Eine Abquetschvorrichtung, nachfolgend Rohr- presse (Abb. 1) genannt, besteht aus mindestens zwei Klemmen, die in geeigneter Weise geführt und arretiert werden können. Üblicherweise werden sie durch einen Rahmen gehalten. Hierbei ist eine Klemme fest und die andere beweglich angeordnet. Der Rahmen muss die beim Abquetschen auftretenden Kräfte sicher aufnehmen. Das zu sperrende Rohr wird zwischen diesen Klemmen angeordnet und die bewegliche Klemme mit einem Spindelantrieb oder einem Hydraulikzylinder gegen den Rahmen bewegt. Hierbei drückt diese Klemme auf das Rohr und deformiert es so weit, bis sich die Innenwände berühren. Hierbei wird zunächst der Medienstrom eingeschränkt und dann vollständig unterbrochen. Die Mindestwerte für

Tabelle 1: Übersicht über die Einschränkungen beim Abquetschen

Land	Temperatur [°C]	MOP [bar]	Sperrdauer	Platzierung
Belgien	An Geschwindigkeit angepasst	5*	Keine Restriktionen	50 cm von zweiter Abquetschung entfernt.
Frankreich	-5 bis +35	4	Anwesenheit von Personal	Genügend Platz für Rückrundungsklemmen
Deutschland	≥ 5	1	Anwesenheit von Personal	5 x DN von anderer Abquetschung oder Verbindung
Italien	-	5	Anwesenheit von Personal	Keine Einschränkungen
Spanien	-	4	Keine Restriktionen	3 x DN von Verbindungen und 5 x DN von anderer Abquetschung
Niederlande	≥ 0	8**	24 Stunden Anwesenheit von Personal	3 x DN von Verbindungen und 5 x DN von anderer Abquetschung

Quelle: Kiwa

*) keine Einschränkung, jedoch in der Praxis nicht oberhalb von 5 bar genutzt

**) die befragten Unternehmen quetschen bis 100 mbar ab, jedoch erlaubt der niederländische Standard höhere Drücke (bis 8 bar) und Durchmesser.

die Gestaltung des Querschnitts von Klemmen sind im DVGW-Merkblatt GW 332 angegeben. Um ein sicheres Ab-sperren des Rohres zu erzielen, muss das Rohr in einem bestimmten Ausmaß zusammengequetscht werden. Ein Maß hierfür sind der Abquetschgrad und das Kompressionsverhältnis (Abb. 2).

Der Abquetschgrad ist durch die folgende Formel definiert; dabei gibt „AQG“ den Abquetschgrad, „L“ den Abstand zwischen den Klemmen und „e“ die Wanddicke an:

$$AQG = \frac{L}{2 \cdot e} \cdot 100$$

Wenn der Abquetschgrad 100 Prozent beträgt, dann sind die Rohrwände nicht (!) komprimiert, die Innenseiten des Rohres berühren sich jedoch. Der Nachteil des Abquetschgrades besteht darin, dass mit einer stärkeren Kompression der Rohrwände eine kleinere Prozentzahl verknüpft ist, d. h., ein mit einem Abquetschgrad von 80 Prozent gequetschtes Rohr ist stärker komprimiert als eines mit 90 Prozent.

Nachdem die Sperrung aufgehoben und die Klemmen gelöst wird, formt sich das Kunststoffrohr relativ schnell von selbst bis zu einem bestimmten Punkt zurück. Eine vollständig kreisrunde Form nimmt der Querschnitt des Rohres von selbst jedoch erst nach längeren Zeiten wieder an. Um kurzfristig einen möglichst kreisförmigen Querschnitt wiederherzustellen, ist es notwendig, weitere Maßnahmen zu ergreifen: Das einfachste Baustellen-Verfahren besteht darin, die Rohrprese um 90° versetzt am Rohr anzusetzen und durch Krafteinwirkung das Rohr bis zum ursprünglichen Durchmesser zurückzurunden. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass die Kraft zum Zurückformen nur in einem Punkt (an jeder Seite) auf das Rohr übertragen wird, was zu einer weiteren Schädigung des Rohres führen kann. Zudem erfordert es einiges Geschick, um mit dem Werkzeug nicht abzurutschen. Eine bessere Lösung ist der Einsatz von Rundungsklemmen. Diese haben die Aufgabe, das abgequetschte Rohr wieder in die kreisrunde Form zurückzuformen. Die Rundungsklemme besteht aus zwei Halbschalen, die dem Außendurchmesser des Rohres entsprechen, und einer Vorrichtung, die das Bewegen der Halbschalen aufeinander zu ermöglicht.

Befragung von Unternehmen

Im Rahmen dieses Projekts wurden in einigen europäischen Ländern Befragungen zur Nutzung dieser Sperrtechnik durchgeführt. Die dabei erlangten Informationen basieren auf individuellen Antworten der befragten Unternehmen. Damit geben diese Informationen nicht notwendigerweise die Unterschiede zwischen den nationalen Standards wieder, zeigen jedoch Unterschiede in der Anwendung durch die verschiedenen Unternehmen.

Die Technik des Abquetschens wird üblicherweise bei Rohren aus Polyethylen (PE) angewendet. Es werden Rohre mit einem Durchmesser von bis zu 315 mm bei Betriebsdrücken bis zu

5 bar abgequetscht. Bei diesen Durchmessern kommen hauptsächlich handbetriebene Rohrpressen zum Einsatz, für größere Durchmesser werden hydraulische Rohrpressen verwendet. In allen betrachteten Ländern werden Systeme mit einer Klemme verschiedener Hersteller verwendet. Der Durchmesser der Klemme variiert abhängig vom Rohrdurchmesser: Je größer dieser ist, umso größer werden die Klemmen ausgelegt. In den meisten Ländern sind Firmennormen oder nationale Standards zum Abquetschen vorhanden, über die Standards hinausgehende Sicherheitsmaßnahmen gibt es gleichwohl nicht. Obwohl das Abquetschen unter vielfältigen Umständen durchgeführt werden kann, gibt es einige Einschränkungen, die in **Tabelle 1** aufgeführt sind.

Untersuchungen zur Dichtheit

Die praktischen Untersuchungen im Rahmen des Forschungsvorhabens verfolgten zwei Ziele: Zum einen sollten Prüfkörper unter definierten Bedingungen als Grundlage für die werkstofftechnischen Untersuchungen geschaffen werden. Zum anderen sollte ermittelt werden, welche Dichtheit durch die Technik des Abquetschens bei unterschiedlichen Betriebsdrücken, Nennweiten und SDR-Klassen erreicht werden kann. Für die Versuche stand eine Klimakammer zur Verfügung, sodass sämtliche Versuche mit Proben durchgeführt werden

Das Ganze sehen. 

JETZT ANMELDEN!



Bildquelle: Netze BW GmbH

Seminar Durchfluss- und Mengenmessung in Rohrleitungen am Dienstag, 06. März 2018 Leitung: Prof. Dr.-Ing. A. Brümmer, TU Dortmund & Dr.-Ing. C. Jansen, KÖTTER Consulting Engineers

9. Workshop Gasmengenmessung – Gasanlagen – Gastechnik 2018

07. und 08. März 2018
KCE-Akademie in Rheine

In Kooperation mit
 technische universität dortmund

KÖTTER Consulting Engineers · workshop@koetter-consulting.com
Anmeldung: www.koetter-consulting.com

konnten, die auf eine Temperatur von exakt +5 °C temperiert waren. Die hierzu erforderliche Verweildauer in der Klimakammer vor dem Versuch wurde nach ISO 1167-1 (prEN 12106) bestimmt. Zum Abquetschen der Proben wurden Rohrpressen verschiedener Größen und als Einzelsystem (Single Bar System) mit zwei gegenüberliegenden beweglichen Klemmen verwendet. Die verwendeten Rohrpressen waren für Rohre aus PE ausgelegt. Es sollte sich herausstellen, dass die Pressen für andere Werkstoffe nicht oder nur bedingt geeignet sind. Zum Rückrunden kamen entsprechende Rückrundungsklemmen zum Einsatz. Rohrpressen und Rückrundungswerkzeuge entsprachen den im DVGW-Merkblatt GW 332 definierten Bedingungen.

Für die Dichtheitsuntersuchungen wurden die Rohrproben mit Endkap-

pen versehen, bei den Materialien PE und Polyamid (PA) konnten diese geschweißt werden. Die Endkappen verfügten über Prüfanschlüsse für den Ein- und Austritt des Prüfgases (Druckluft). Für die Hochdruck-Rohrsysteme HexelOne und Soluforce RLP wurden spezielle Prüfkappen verwendet.

Dichtheit der Materialgruppe PE

Aus der Materialgruppe PE wurden insgesamt 32 Prüfkörper aus PE 80, PE 100, PE 100-RC und PE-Xa untersucht. Die Testrohre der Materialgruppe PE in der Dimension DN 32 ließen sich bis zum maximal zulässigen Sperrdruck (5 bar) zuverlässig abdichten (kein Schleichgas). Das PE-Xa in DN 32 war bis zum zulässigen Betriebsdruck von 8 bar dicht. Bei Dimensionen von DN 63 bis DN 160 wurden mit steigendem

Durchmesser zunehmende Schleichgasmengen festgestellt. **Abbildung 3** zeigt die Schleichgasmenge für die Dimension DN 110 und die Materialien PE 80, PE 100 und PE 100-RC. Höhere Schleichgasmengen entstehen bei Rohrdimensionen ab DN 160.

Die Versuche haben gezeigt, dass sich die Rohre aus PE 80, PE 100 und PE 100-RC bis zu einem Druck von MOP 5 bar und einem Durchmesser von DN 110 durch Abquetschen sicher sperren lassen; nur vereinzelt treten geringe Schleichgasmengen auf. Oberhalb von DN 110 hingegen ist eine sichere Sperrung mit einem einzelnen Abquetschgerät nicht mehr gegeben. Hier wäre eine Sperrung mit zwei Geräten und dem Entspannen des dazwischen liegenden Volumens eine Möglichkeit, um einen gasfreien Arbeitsbereich zu erzielen.

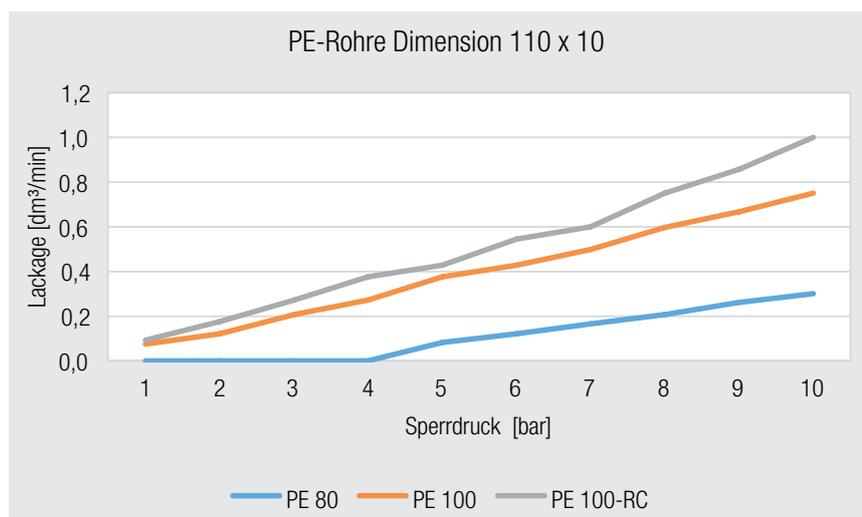


Abb. 3: Schleichgas bei PE-Rohren der Nennweite DN 110

Die von PE 80 über PE 100 zu PE 100-RC ansteigende Steifigkeit scheint eine Zunahme der Schleichgasmengen zu bewirken, was aber aufgrund der zu geringen Anzahl an Prüfungen und wegen des Einflusses schwankender Wanddicken nicht belastbar bewertet werden kann.

Dichtheit neue Materialien

Das Material PA 12 in der Dimension DN 32 SDR 11 ließ sich bis zu einem Sperrdruck von 10 bar zuverlässig abdichten (kein Schleichgas). Ebenfalls dicht war eine Probe dieses Materials in der Dimension DN 110 SDR11. Bei der Nennweite DN 160 traten hingegen Schleichgasmengen auf (**Abb. 4**).

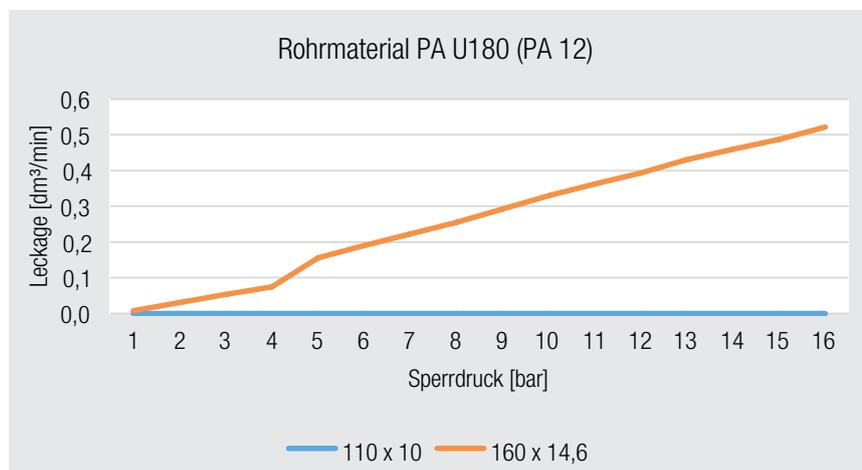


Abb. 4: Schleichgas bei PA 12-Rohren der Nennweiten DN 110 und DN 160

Soluforce RLP (Reinforced Line Pipe) ist ein Rohrsystem für Anwendungen im Hochdruckbereich, das aus einem inneren Kern aus Polyethylen (PE 100), einem Verstärkungsband und einer speziellen äußeren Beschichtung aus UV-beständigem PE 100 besteht. Im Versuch konnte für ein 6“-Rohr die Dichtheit bis 5 bar nachgewiesen werden. Versuche bei höheren Drücken ließen sich nicht durchführen, weil die Abdichtung des Rohres mit den zur Verfügung stehenden Prüfkappen nicht möglich war.

Tabelle 2: Übersicht der Zeitstand-Innendruckprüfungen bei 80 °C mit erhöhter Anforderung der Umfangsspannung von 5,5 MPa (a: abgequetscht, a + r: abgequetscht und rückgerundet)

D [mm]	PE 80		PE 100		PE 100-RC		PE-Xa	
	a	a + r	a	a + r	a	a + r	a	a + r
32			X	X	X	X	X	X
63	X	X	X	X	X	X		
110	X	X	X	X	X	X		
160	X	X	X	X	X	X		
225			X		X			

Quelle: SKZ

Tabelle 3: Vorzeitige Brüche im Zeitstand-Innendruckversuch bei 80 °C mit erhöhter Umfangsspannung von 5,5 MPa (a: abgequetscht, a + r: abgequetscht und rückgerundet)

Material	D [mm]	a	a + r	Zeit [h]
PE 100	32		X	30,4
PE 100-RC	32		X	565
PE 100-RC	160	X		167
PE 100-RC	160		X	82,7

Quelle: SKZ

Das HexelOne-Rohrsystem der Firma egeplast ermöglicht Anwendungen im Hochdruckbereich mit zulässigen Betriebsdrücken von 30 bar für Wasser und 16 bar für Gas. Nach Herstellerangaben weist das Rohr aufgrund der Verstärkungsschicht aus einem hochfesten PE-Band eine doppelt so hohe Festigkeit wie Vollwandrohre aus PE 100 auf. Ein Ergebnis für DN 110 zeigt, dass sich ein Rohr aus HexelOne prinzipiell bis 16 bar abquetschen lässt und dabei kein Schleichgas auftritt. Bei allen anderen Versuchen wurden vergleichsweise hohe Schleichgasmengen ermittelt. Ob und wie stark dieses sehr differenzierte Verhalten von der Verbundstruktur des Rohres beeinflusst wird, kann hier nicht kommentiert werden, einerseits aufgrund der zu geringen Anzahl an Versuchen und andererseits aufgrund der nicht geeigneten Rohrpressen.

Schleichgas bei Nennweiten ≥ DN 160

Beim Abquetschen von Rohren mit Nennweiten ab 160 mm treten unabhängig vom Werkstoff teilweise höhere Schleichgasmengen auf. Die Versuche bei den großen Nennweiten mussten mehrfach wiederholt werden, da

die Rohrpressen nicht die notwendige Schließkraft für eine sichere Sperrung auf das Rohr übertragen konnten. Dadurch ließ sich der notwendige Abquetschgrad zunächst nicht erreichen. Weiterhin verformte sich die untere Klemme und bog sich bis zu 6 mm durch.

Eignung von Rohrpressen

Ein wesentliches Ergebnis dieser Untersuchungen ist, dass die derzeit bei den Netzbetreibern und Dienstleistern im Umlauf befindlichen Rohrpressen schon bei PE 100 und PE 100-RC unter 10 bar bei Zunahme von Wanddicke bzw. Durchmesser > DN 110 zu ansteigenden Schleichgasmengen führen. Die marktüblichen Geräte sind somit konstruktionsbedingt im Durchmesserbereich > DN 110 nur bedingt geeignet. Beim Einsatz der Rohrpressen sind die Herstellerangaben zu beachten.

Bei Gasdruckrohrleitungen gelten für den Betrieb bei 16 bar besondere Sicherheitsanforderungen, weshalb diese Abquetschgeräte für Hochdruckmaterialien nicht geeignet sind. Die Vorrichtungen sind für das Abquetschen von Rohren aus PE 80 (ggf. noch für PE 100) konstruiert und ausgelegt. Zum

Abquetschen von Rohren aus Polyamid und Verbundwerkstoffen sind hingegen wesentlich höhere Kräfte als beim Abquetschen von Rohren aus PE 80 bzw. PE 100 notwendig.

Eine Zertifizierung von Rohrpressen durch eine technische Prüforganisation ist nicht üblich und nicht vorgeschrieben. Bei einer Überarbeitung des DVGW-Merkblattes GW 332 sollten technische Vorgaben gestellt werden, die ein sicheres Abquetschen auch für größere Nennweiten und für alle Kunststoffmaterialien eröffnet. Dazu gehören Konstruktion (Stabilität), Schließkraft, Festigkeit der Klemmen und die Möglichkeit, die Öffnungsgeschwindigkeit zu begrenzen.

Einfluss des Abquetschens und Rückrundens auf die Materialeigenschaften

Für die Materialgruppe PE (PE 80, PE 100, PE 100-RC und PE-Xa) und für die neuen Materialien (PA 12, Soluforce RLP und HexelOne) wurde im Rahmen des F&E-Vorhabens auch der Einfluss des Abquetschens und Rückrundens auf die Materialeigenschaften und das Langzeitverhalten untersucht. Dazu wurden an den Rohren vor und nach dem Abquetschen (und Rückrunden) Zugversuche, Zeitstand-Innendruckversuche, mikroskopische Beurteilungen und Untersuchungen mittels Röntgen-Computertomografie durchgeführt. Die an den abgequetschten Rohren der Materialgruppe PE durchgeführten Zugversuche zeigen keine wesentliche Veränderung von E-Modul, Streckspannung und Bruchdehnung gegenüber den Werten des nicht abgequetschten Ausgangszustands. Die Beurteilung des Langzeitverhaltens erfolgte über Zeitstand-Innendruckversuche bei 80 °C. Hier wurden die Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes GW 335 (1.000 h Mindestzeit bei einer Umfangsspannung von 4 MPa für PE 80 bzw. 5 MPa für PE 100 und PE 100-RC) von allen untersuchten Rohren erfüllt. Da die PE-Rohre im Neuzustand diese Anforderung in der Regel deutlich übertreffen, wurden Prüfungen mit einer erhöhten Spannung von 5,5 MPa für alle

Tabelle 4: Übersicht Materialien mit höherem Betriebsdruck

Material	Hersteller	Durchmesser [mm]	Wanddicke [mm]
PA 12	Evonik	110	10
		160	14.6
HexelOne (multilayer)	egeplast	110	10
		160	14.6
Soluforce RLP (multilayer)	PipeLife	150 (170 außen)	20

Quelle: SKZ

Rohre der Materialgruppe PE durchgeführt. **Tabelle 2** zeigt die Übersicht der bei der erhöhten Anforderung untersuchten PE-Qualitäten und Durchmesser (alle SDR 11). Für PE 80 handelte es sich bei der Dimension D = 32 mm um PE-MD-Rohre, sodass diese bei der erhöhten Anforderung nicht geprüft werden konnten; für die Dimension D = 225 mm standen keine Rohre zur Verfügung. Für die Werkstoffe PE 100 und PE 100-RC wiederum war ein Rückrunden für die Dimension D = 225 mm nicht möglich. Da PE-Xa nur im Bereich der Hausanschlüsse Verwendung findet, wurde hier nur die Dimension D = 32 mm untersucht. Die gegenüber DVGW-Arbeitsblatt GW 335 erhöhte Anforderung wurde von der überwiegenden Mehrzahl der Rohre mit einer Standzeit von 2.000 h sogar übertroffen. Vorzeitiges Versagen zeigte sich lediglich für PE 100 und PE 100-RC in der Dimension D = 32 mm jeweils am rück-

gerundeten Rohr. Für PE 100-RC in der Dimension D = 160 mm versagten sowohl das abgequetschte als auch das abgequetschte und rückgerundete Rohr vorzeitig (**Tab. 3**). Mittels CT-Messungen konnten in den PE-Rohren keine Fehlstellen oder Hohlräume im Grundmaterial nachgewiesen werden, dies lässt auf eine andere Versagensursache schließen.

Abbildung 5 zeigt exemplarisch CT-Aufnahmen für die PE-Rohre mit einem Durchmesser von D = 32 mm. Der Einfluss des Abquetschens und Rückrundens auf Wandstärke und Ovalität konnte ebenfalls mittels CT-Messungen untersucht werden. Hier zeigt sich eine geringfügige Abnahme der Wandstärke durch Fließvorgänge. In einem Fall (rückgerundetes Rohr aus PE 100-RC mit D = 32 mm) wurde eine starke Abnahme der Wandstärke und eine Rissentstehung im Bereich der Abquetsch-

falte festgestellt. Hier lag offensichtlich eine Überbelastung während des Abquetschens und Rückrundens vor. Insgesamt ist also für die untersuchten Rohre der Materialgruppe PE ein Abquetschen und Rückrunden mit einem Abquetschegrad von 80 Prozent möglich, ohne dass die Rohre anschließend ersetzt werden müssten. Für Rohre mit kleineren Dimensionen (bis D = 63 mm) empfiehlt es sich darüber hinaus, abgequetschte und rückgerundete Rohre mit einer Schelle zu rehabilitieren. Besser wäre es, im unteren Nennweitenbereich auf eine Rückrundung zu verzichten.

Die für die Materialien PA 12, HexelOne und Soluforce RLP untersuchten Rohrdimensionen sind in **Tabelle 4** zusammengefasst. Die an PA 12 durchgeführten Zugversuche an Ringsegmenten zeigen etwas niedrigere Werte für Streckspannung und Bruchdehnung der abgequetschten Rohre im Vergleich zu neuen Rohren. Da die Belastungen der Rohre im Betrieb jedoch deutlich unterhalb der Streckspannung liegen, ist dies als unkritisch einzustufen. Im Zeitstand-Innendruckversuch bei 80 °C zeigen alle untersuchten Rohre bei einem Prüfdruck von 29,1 bar eine Mindeststandzeit von 2.000 h. Die durchgeführten CT-Messungen zeigen ähnlich wie bei den untersuchten PE-Roh-

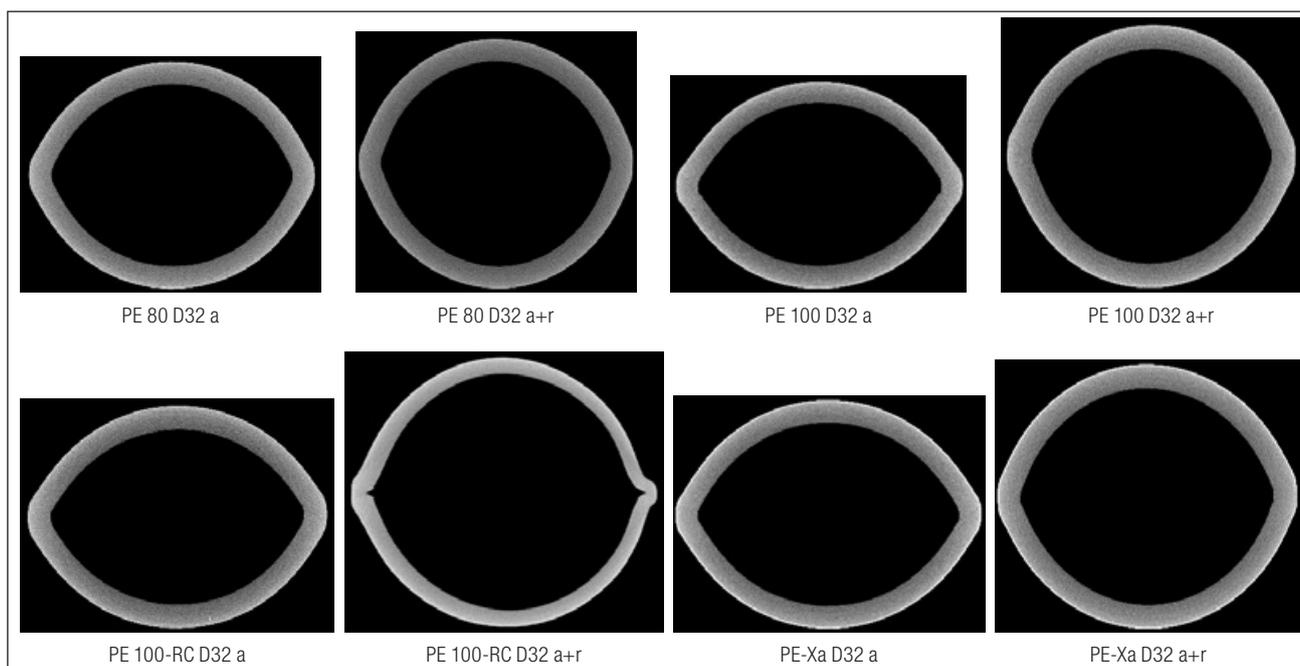


Abb. 5: Übersicht der CT-Messungen an abgequetschten (und rückgerundeten) Rohren aus PE

Quelle: SKZ

ren keine Fehlstellen oder Hohlräume im Grundmaterial. Basierend auf den Untersuchungen an den Rohren aus PA 12, kann geschlussfolgert werden, dass diese mit einem Abquetschgrad von 80 Prozent gequetscht werden können, ohne dass die Rohre ersetzt oder durch Schellen rehabilitiert werden müssen.

Für die Rohre aus HexelOne zeigen die Ringzugversuche signifikant niedrigere Werte der Streckspannung und der Bruchdehnung. Im Zeitstand-Innendruckversuch bei 80 °C und Prüfdrücken zwischen 21,2 bar und 26,7 bar weisen die abgequetschten Rohre deutlich niedrigere Standzeiten als die neuen Rohre auf. Die durchgeführten CT-Messungen (Abb. 6) machen im Bereich der Abquetschebene eine deutliche Delamination sichtbar. Die Untersuchungen an den Rohren aus HexelOne zeigen, dass ein Abquetschen mit einem Abquetschgrad von 80 Prozent zwar möglich ist – die Rohre müssen jedoch anschließend mit den vom Hersteller vorgeschriebenen Reparaturschellen aus Metall rehabilitiert werden. Im Projekt durchgeführte Zeitstand-Innendruckversuche an abgequetschten Rohren mit Reparaturschellen zeigen, dass dadurch die Langzeitfestigkeit wiederhergestellt ist.

An den abgequetschten und rückgerundeten Soluforce RLP-Rohren wurden Berstdruckversuche im Labor des Herstellers durchgeführt. Dabei versagten die Rohre jeweils im Bereich der Quetschung. Die dabei beobachteten Berstdrücke lagen jedoch in der Regel im Bereich der Werte der Rohre im Ausgangszustand. Da die Rohrkonstruktion durch das Abquetschen lokal beschädigt wird und die durchgeführten Berstdruckversuche keine Aussage über das Langzeitverhalten ermöglichen, ist ein Austausch der Rohrleitung nach der Abquetschmaßnahme empfehlenswert.

Fazit

Im Rahmen des F&E-Vorhabens wurde durch die beteiligten Institute untersucht, wie sich die Absperrtechnologie „Abquetschen und Rückrunden“ in Bezug auf die Dichtheit der Sperrung und das Rohrmaterial auswirkt. Dabei wurde die Erkenntnis gewonnen, dass die auf dem Markt verfügbaren Rohrpressen insbesondere in Bezug auf neue Rohrmaterialien für den Kunststoff-Hochdruckbereich noch konstruktiv angepasst werden müssen. Aus materialtechnischer Sicht konnte gezeigt werden, dass Rohre im Da-Bereich < DN 63 durch eine nachträgliches Rückrunden beeinträchtigt werden.

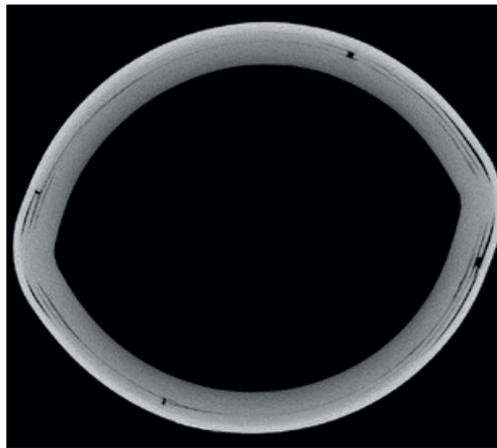


Abb. 6: CT-Messung an einem abgequetschten Rohr aus HexelOne

Das Abquetschen ist eine sichere und einfache zu handhabende Technologie zur Unterbrechung des Gasstroms. Um auch in Zukunft mit dieser Technik weiterreichend über alle Kunststoffmaterialien arbeiten zu können, werden die Ergebnisse dieser DVGW-Untersuchung in die geplante Überarbeitung des DVGW-Merkblattes GW 332 einfließen. ■

Die Autoren

Dipl.-Ing. Andreas Bilsing ist Projektingenieur bei der DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH.

Dipl.-Ing. (FH) Gert Müller-Syring ist Fachgebietsleiter Gasnetze bei der DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH.

Dr. Mirko Wenzel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschung und Entwicklung am SKZ - Das Kunststoff-Zentrum.

B. Eng. Peter J. Postma ist Berater für Piping Systems & Materials bei der Kiwa Technology B.V.

Dipl.-Ing. Werner Weßing ist Programmmanager Gasverteilung und Teamleiter Wärme, Kälte und Netze bei der E.ON Metering GmbH.

Kontakt:

Andreas Bilsing
DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
Karl-Heine-Str. 109/111
04229 Leipzig
Tel.: 0341 24571-22
E-Mail: andreas.bilsing@dbi-gruppe.de
Internet: www.dbi-gut.de