



iro GmbH Oldenburg

Prüfbericht

Nr.: G 32 980

Ermittlung des Langzeit-Dichtverhaltens von TYTON[®]-Verbindungen mit Elastomer-Dichtungen durch Abschätzen des Dichtdrucks in Anlehnung an DIN EN 14741

Auftraggeber: Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR) e.V.
European Association for Ductile Iron Pipe Systems (EADIPS)
Im Leuschnerpark 4
D-64347 Griesheim

Auftragnehmer: iro GmbH Oldenburg
Ofener Straße 18
26121 Oldenburg

Datum 14.02.2013

Projektingenieur: Sebastian Rolwers, B. Eng.

Dieses Dokument hat 23 Seiten.

**Ermittlung des Langzeit-Dichtverhaltens von TYTON®-
Verbindungen mit Elastomer-Dichtungen durch
Abschätzen des Dichtdrucks in Anlehnung an
DIN EN 14741 (05/2006)**

Bericht

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	2
2	Prüfbedingungen/ -verlauf laut DIN EN 14741 [1].....	3
3	Prüfeinrichtung/-aufbau in Anlehnung an DIN EN 598 [2].....	5
4	Auswertung der Ergebnisse.....	7
5	Prüfung	8
6	Literatur.....	9
7	Anhang	9

1 Allgemeines

Die iro GmbH hat die nachfolgend näher spezifizierten Steckmuffen-Verbindungen hinsichtlich ihres Langzeit-Dichtverhaltens in Anlehnung an DIN EN 14741 [1] geprüft.

Inhalt dieser Norm ist ein Prüfverfahren für Verbindungen in Rohrleitungs- und Schutzrohrsystemen aus Thermoplasten für erdverlegte und drucklose Anwendungen, welches das Langzeit-Dichtverhalten der Elastomer-Dichtungen durch Abschätzen des Dichtdruckes ermittelt. In diesem speziellen Fall wurde jedoch ein duktiles Gussrohrsystem geprüft. Weiterhin wurden der Prüfaufbau und einige Prüfparameter aus der DIN EN 598 [2] adaptiert.

Die zu untersuchenden Prüfstücke entsprechen folgenden Spezifikationen (Herstellerangaben):

Tabelle 1: Prüfdaten 001

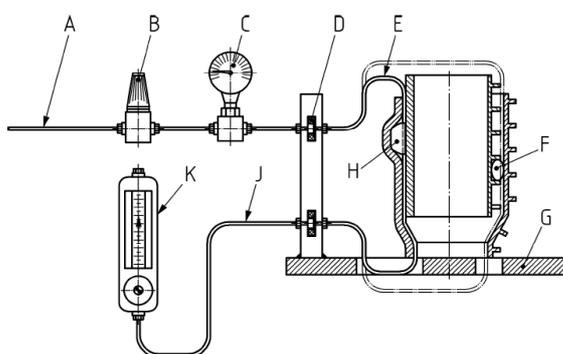
Prüfkörper 001			
Rohrverbindung		Dichtung	
Hersteller	Düker GmbH & Co. KGaA	Werkstofftyp	ERDM
Werkstoff	duktiles Gusseisen nach EN 598	Kennzeichnung	EN 681-1 WAL WCL 50 EPDM
Verbindungstyp	TYTON®	Härte	Soll: 55 +/-5 Shore A Ist: 56-57 Shore A
Nennweite	DN 200	Hersteller	Woco
Wanddicke	ca. 7,6 mm	Form	O-Ring mit Haltekralle
Form des Dichtbereiches	Parallel-zylindrisch	Typ	TYTON®
		Nennweite	DN 200

Tabelle 2: Prüfdaten 002

Prüfkörper 002			
Rohrverbindung		Dichtung	
Hersteller	Düker GmbH & Co. KGaA	Werkstofftyp	EPDM
Werkstoff	duktiles Gusseisen nach EN 598	Kennzeichnung	EN 681-1 WAL WCL 50 EPDM
Verbindungstyp	TYTON®	Härte	Soll: 55 +/-5 Shore A Ist: 56-57 Shore A
Nennweite	DN 400	Hersteller	Woco
Wanddicke	ca. 11,5 mm	Form	O-Ring mit Haltekralle
Form des Dichtbereiches	Parallel-zylindrisch	Typ	TYTON®
		Nennweite	DN 400

2 Prüfbedingungen/ -verlauf laut DIN EN 14741 [1]

Der Prüfkörper besteht aus einer Steckmuffen-Verbindung mit Elastomerdichtung und mindestens drei PTFE-Schläuchen, die zwischen Dichtung und Außenwand/Muffe zu montieren sind. (siehe Abb. 1)



Legende

- A Quelle von Stickstoff oder reiner Luft
- B Regler/Druckregler
- C Druckmessgerät
- D feste Steckverbindung
- E PTFE-Schlauch
- F Position des Schlauches in einer Verbindung mit dem Dichting auf dem Spitzende
- G Grundplatte der Prüfanordnung
- H Position des Schlauches in einer Verbindung mit dem Dichting auf der Muffe
- J Verbindungsschlauch
- K Durchflussmessgerät

Abb. 1: Prüfaufbau gemäß DIN EN 14741 [1]

Tabelle 3: Prüfanforderungen gemäß DIN EN 14741 [1]

Prüfmedium	Stickstoff, N
Umgebungstemperatur	23 °C, ± 2°C
Prüfdauer	max. 2000 h

Die Druckbeaufschlagung des im Prüfstück befindlichen PTFE-Schlauchs erfolgt mittels Stickstoff. Durch einen in der Zuleitung befindlichen Druckregler kann die kontinuierliche Steigerung des Druckes nach Vorgabe der DIN EN 14741 [1] eingestellt werden. Ein analoges Feinmessmanometer sowie ein digitaler Druckmesser ermöglichen die Einstellung und Aufzeichnung der Prüfergebnisse.

Die Messung des Volumendurchflusses erfolgt durch einen digitalen Massendurchflussmesser. Angeordnet wird dieser gemäß den Anforderungen an den Prüfaufbau der DIN EN 14741 [1] (siehe Abb.1).

Der Öffnungsdruck für den geforderten Durchfluss von 120 ml/min über einen Zeitraum von 60 s wird dokumentiert.

Dieser Prüfablauf wird zu den vorgegebenen Zeitintervallen wiederholt (24 h, 168 h, 336 h, 504 h, 600 h, 696 h, 862 h, 1008 h, 1392 h und 2000 h). Abschließend wird nach der Ablesung des Druckwertes das System wieder in einen drucklosen Zustand versetzt.

Um die Prüftemperatur über die gesamte Dauer der Prüfung in den vorgegebenen Grenzen nach DIN EN 14741 [1] zu halten, erfolgt der Prüfaufbau im klimatisierten Labor der iro GmbH Oldenburg (siehe Abb. 2). Die geforderte Prüftemperatur von $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ wird eingehalten.



Abb. 2: Prüfaufbau DN 400 (vorne) und DN 200 (hinten)

3 Prüfeinrichtung/-aufbau in Anlehnung an DIN EN 598 [2]

Bei dem hier verwendeten Rohrleitungssystem aus duktilem Gusseisen werden neben den unter Kapitel 2 beschriebenen Kriterien noch der Einfluss einer nennweitenabhängigen Scherlast auf dem Einsteckende sowie die Auswirkung eines Maximal-Spaltes auf den Dichtdruck der Dichtung untersucht. Grundlage hierfür ist die DIN EN 598 [2], die bei der Typprüfung beweglicher Verbindungen gegen positiven Wasserinnendruck einen Maximal-Spalt innerhalb der zulässigen Maßabweichungen sowie das Aufbringen einer Scherlast (W) vorsieht. Die Scherlast wird durch die nachfolgende Formel ermittelt:

$$W = \frac{F \times c - M (c - b)}{c - a}$$

wobei a , b und c in Abb. 3 dargestellt sind.

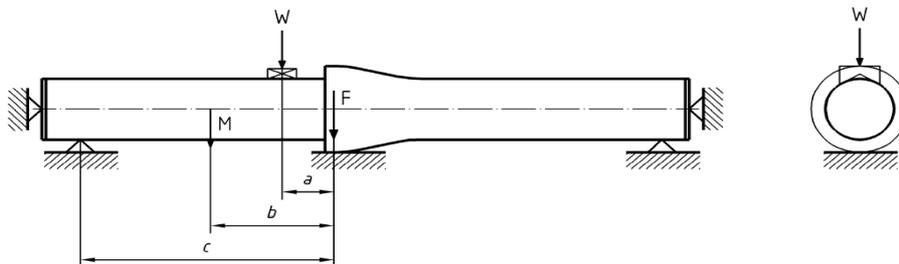


Abb. 3: Prüfaufbau nach DIN EN 598 [2] (Innendruck)

Dies ergibt für die geprüften Rohrsysteme folgende Scherlast:

Prüfkörper 001

DN 200

Berechnungsparameter

F	=	60,0 kg
M	=	18,5 kg
c	=	270,45 mm
b	=	135,23 mm
a	=	200 mm

Scherlast W

→

194,83 kg

Prüfkörper 002

DN 400

Berechnungsparameter

F	=	120,0 kg
M	=	66,6 kg
c	=	356,1 mm
b	=	178,05 mm
a	=	200 mm

Scherlast W

→

197,78 kg

Wie in Abb. 2 dargestellt, wird die zu prüfende Verbindung waagrecht montiert. Die Einleitung der Scherlast auf das Verbindungssystem erfolgt wie in der DIN EN 598 [2] gefordert über ein V-Förmiges Auflager mit einem Öffnungswinkel von $120^\circ (\pm 10^\circ)$. Der Abstand zwischen dem mittleren Angriffspunkt der Scherlast W und der Muffenstirn beträgt bei beiden Prüfkörpern 200 mm, dies ist der einzuhaltende Mindestabstand.

Bei der Position der PTFE-Schläuche wird auf Grund der aufgetragenen Scherlast und der damit zusammenhängenden Anpressung des Spitzendes an die Muffensohle keine Einteilung nach DIN EN 14741 [1] gewählt. Die Anordnung ist in Abb. 4 aufgeführt. Es wird zusätzlich noch ein vierter Schlauch eingesetzt, der mit dem Kürzel d gekennzeichnet wird.

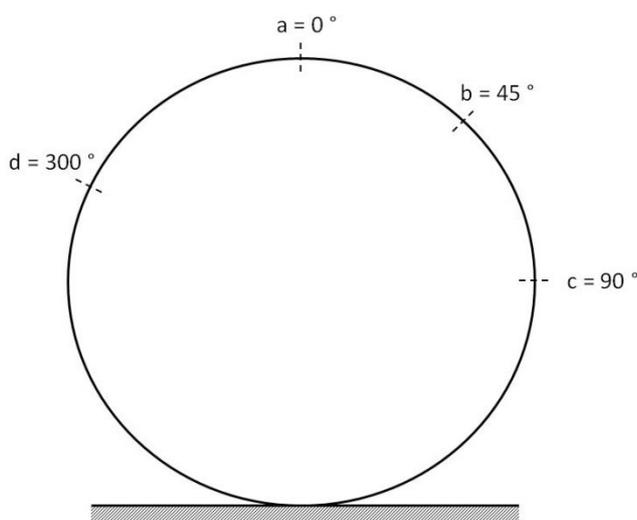


Abb. 4: Anordnung der Prüfschläuche

4 Auswertung der Ergebnisse

Nach der Ermittlung aller Druckwerte wird der Dichtdruck für 100 Jahre durch Extrapolation berechnet.

Dieser Dichtdruck (p_{xa} , p_{xb} , p_{xc} , p_{xd}) wird für alle vier Schläuche (vgl. Kapitel 3) jeweils separat ermittelt. Hierzu werden die Werte mit Hilfe der einfachen linearen Regression statistisch analysiert. Somit kann die Regressionsgrade durch die Methode der kleinsten Quadrate ermittelt werden.

Wegen des von der DIN EN 14741 [1] abweichenden Prüfaufbaus (waagrecht liegende Achse der Verbindung, Dezentrierung der Verbindung durch eine Scherlast, Anordnung der Prüfschläuche nur auf der entlasteten Hemisphäre der Dichtung) wird kein Mittelwert der Öffnungsdrücke, wie in DIN EN 14741 gefordert, gebildet.

Die Ergebnisse sind den Tabellen 3 u. 4 zu entnehmen.

Tabelle 3: Prüfergebnis Prüfkörper 001 (extrapolierter mittlerer Druck nach 100 Jahren)

Prüfkörper 001	extrapolierter Druck nach 100 Jahren
Schlauch a	7,19 bar
Schlauch b	7,79 bar
Schlauch c	7,84 bar
Schlauch d	7,86 bar

Tabelle 4: Prüfergebnis Prüfkörper 002 (extrapolierter mittlerer Druck nach 100 Jahren)

Prüfkörper 002	extrapolierter Druck nach 100 Jahren
Schlauch a	7,72 bar
Schlauch b	7,97 bar
Schlauch c	7,83 bar
Schlauch d	7,51 bar

Weitere Ergebnisse der Prüfungen und Details sind den Prüfprotokollen des Anhangs 1 zu entnehmen.

5 Prüfung

Die Prüfung des Langzeit-Dichtverhaltens von TYTON[®]-Verbindungen mit Elastomer-Dichtungen sind an den vorstehend genannten Bauteilen im Zeitraum vom 20.08. 2012 bis 20.11.2012 in dem Labor der iro GmbH Oldenburg durchgeführt worden.

Die Prüfstücke wiesen bei der Eingangskontrolle keine augenscheinlichen Materialschäden in Form von Fehlern und Oberflächen-Unvollkommenheiten auf und wurden zur Prüfung freigegeben.

Oldenburg, 14.02.2013



i. V. Dipl.-Ing. Bernd Niedringhaus
Projektingenieur



i. A. Sebastian Rolwers B. Eng.
Projektingenieur

6 Literatur

- [1] DIN EN 14741 (Ausgabe 05/2006): Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme aus Thermoplasten – Verbindungen für erdverlegte drucklose Anwendungen – Prüfverfahren für das Langzeit-Dichtverhalten von Verbindungen mit Elastomer-Dichtungen durch Abschätzen des Dichtdruckes; Deutsche Fassung EN 14741:2006
- [2] DIN EN 598 (Ausgabe 10/2009): Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für die Abwasser-Entsorgung – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 598:2007+A1:2009

7 Anhang

1. Prüfprotokolle mit Fotodokumentation

Protokoll

Prüfung des Langzeit-Dichtverhaltens nach DIN EN 14741



Projekt: G 32 980
Prüfzeitraum: 20.08.2012 – 20.11.2012
Prüfer: SRo
Auftraggeber European Association for Ductile Iron Pipe Systems EADIPS®/ Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR®) e. V.
Im Leuschnerpark 4
D-64347 Griesheim

Produkt: Düker GmbH & Co. KGaA, TYTON®



Abbildung 1: Prüfeinrichtung der iro GmbH Oldenburg

Protokoll

Prüfung des Langzeit-Dichtverhaltens nach DIN EN 14741

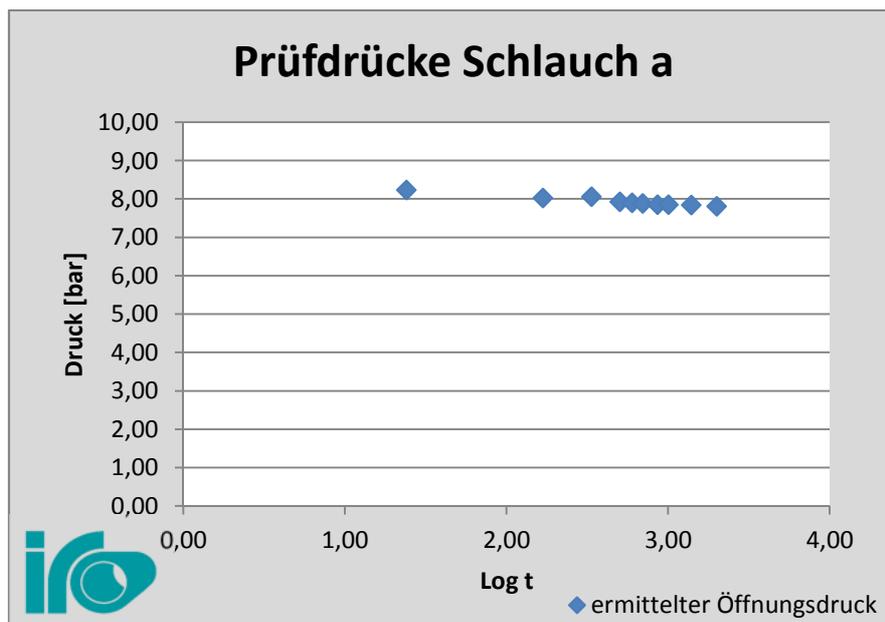


Prüfkörper 001: Düker GmbH & Co. KGaA, TYTON®, DN 200

Schlauch a										
Messbereich					Lineare logarithmische Regression der Daten					
Messpunkt- nummer	Zeit		Druck p [bar]		Bereich der Mess- punkte	M	B	R	p _t = M * log t + B	
	[h]	Log t							p _x : 100 y [bar]	p _y : 24 h [bar]
1	24	1,38	p ₂₄	8,23	1 bis 10	-0,2292	8,5511	0,93343	7,19	8,23
2	168	2,23	p ₁₆₈	8,02	2 bis 10	-0,2374	8,5750	0,82347	7,16	8,25
3	336	2,53	p ₃₃₆	8,06	3 bis 10	-0,2796	8,7006	0,79624	7,04	8,31
4	504	2,70	p ₅₀₄	7,92	4 bis 10	-0,1729	8,3757	0,92650	7,35	8,14
5	600	2,78	p ₆₀₀	7,90	5 bis 10	-0,1548	8,3194	0,91651	7,40	8,11
6	696	2,84	p ₆₉₆	7,88	6 bis 10	-0,1331	8,2513	0,91329	7,46	8,07
7	862	2,94	p ₈₆₂	7,85						
8	1008	3,00	p ₁₀₀₈	7,85						
9	1392	3,14	p ₁₃₉₂	7,84						
10	2000	3,30	p ₂₀₀₀	7,81						

höchster Korrelationskoeffizient

Darstellung aller Prüfdrücke



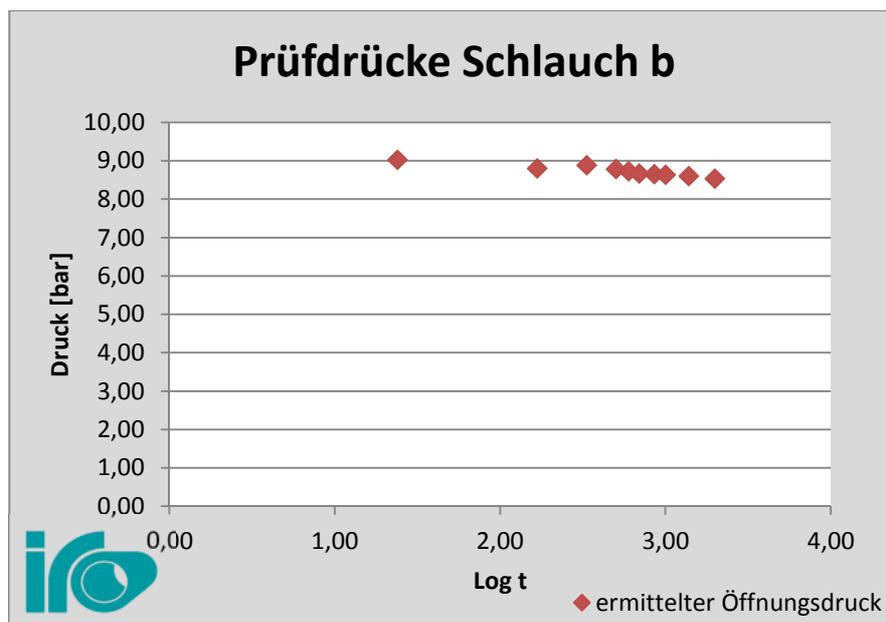


Prüfkörper 001

Schlauch b										
Messbereich					Lineare logarithmische Regression der Daten					
Messpunkt- nummer	Zeit		Druck		Bereich der Mess- punkte	M	B	R	p _t = M * log t + B	
	[h]	Log t	p	[bar]					p _x : 100 y [bar]	p _y : 24 h [bar]
1	24	1,38	p ₂₄	9,02	1 bis 10	-0,2495	9,3965	0,88279	7,91	9,05
2	168	2,23	p ₁₆₈	8,80	2 bis 10	-0,3051	9,5575	0,80602	7,74	9,14
3	336	2,53	p ₃₃₆	8,88	3 bis 10	-0,4294	9,9284	0,93815	7,38	9,34
4	504	2,70	p ₅₀₄	8,78	4 bis 10	-0,3701	9,7476	0,92963	7,55	9,24
5	600	2,78	p ₆₀₀	8,72	5 bis 10	-0,3189	9,5885	0,94951	7,69	9,15
6	696	2,84	p ₆₉₆	8,66	6 bis 10	-0,2832	9,4764	0,95447	7,79	9,09
7	862	2,94	p ₈₆₂	8,65						
8	1008	3,00	p ₁₀₀₈	8,63						
9	1392	3,14	p ₁₃₉₂	8,60						
10	2000	3,30	p ₂₀₀₀	8,53						

höchster Korrelationskoeffizient

Darstellung aller Prüfdrücke



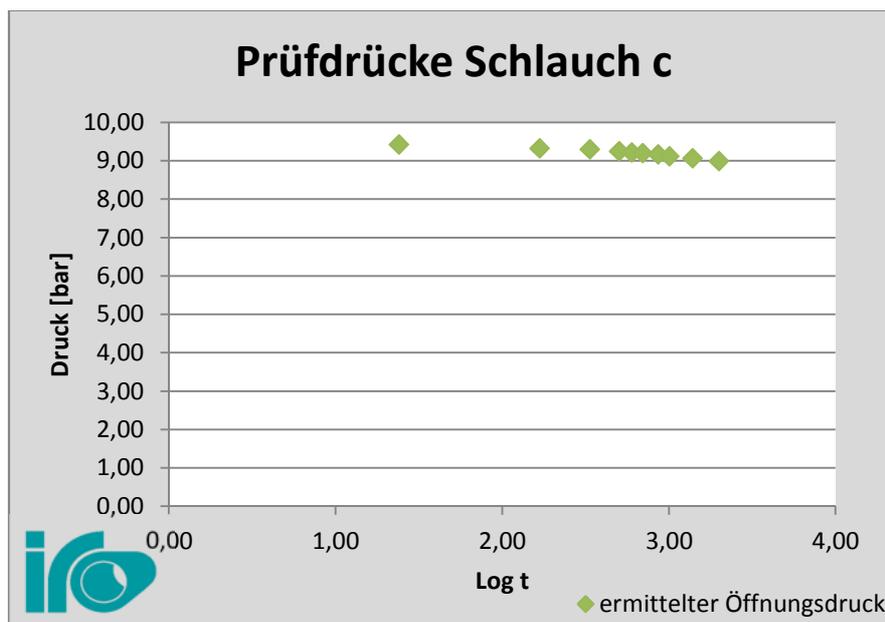


Prüfkörper 001

Schlauch c										
Messbereich					Lineare logarithmische Regression der Daten					
Messpunkt- nummer	Zeit		Druck		Bereich der Mess- punkte	M	B	R	$p_t = M * \log t + B$	
	[h]	Log t	p [bar]						$p_x : 100 \text{ y}$ [bar]	$p_y : 24 \text{ h}$ [bar]
1	24	1,38	p_{24}	9,42	1 bis 10	-0,2158	9,7813	0,85384	8,50	9,48
2	168	2,23	p_{168}	9,32	2 bis 10	-0,3253	10,0980	0,92462	8,16	9,65
3	336	2,53	p_{336}	9,30	3 bis 10	-0,4109	10,3533	0,98902	7,91	9,79
4	504	2,70	p_{504}	9,25	4 bis 10	-0,4357	10,4287	0,99261	7,84	9,83
5	600	2,78	p_{600}	9,21	5 bis 10	-0,4378	10,4355	0,98986	7,83	9,83
6	696	2,84	p_{696}	9,20	6 bis 10	-0,4566	10,4945	0,99171	7,78	9,86
7	862	2,94	p_{862}	9,16						
8	1008	3,00	p_{1008}	9,11						
9	1392	3,14	p_{1392}	9,06						
10	2000	3,30	p_{2000}	8,99						

höchster Korrelationskoeffizient

Darstellung aller Prüfdrücke



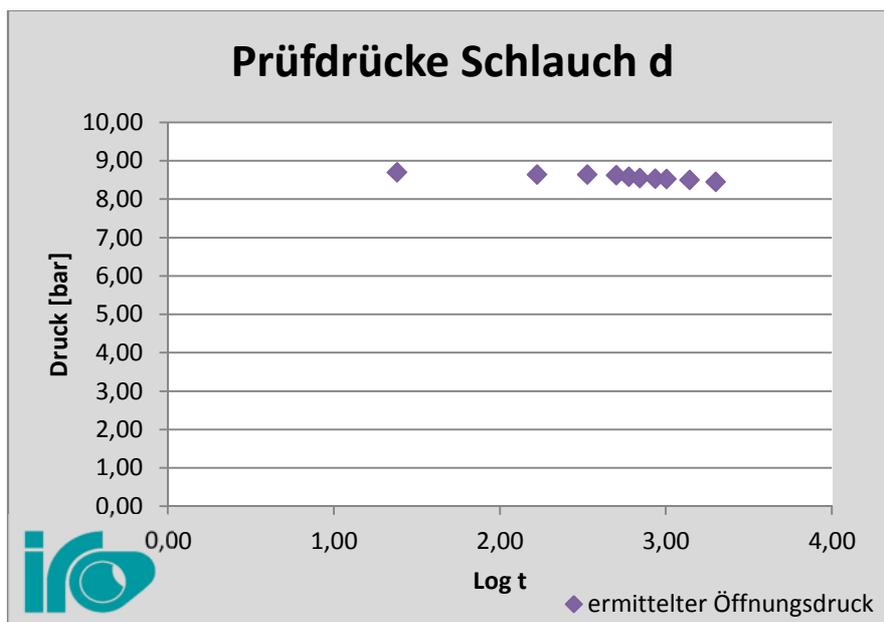


Prüfkörper 001

Schlauch d										
Messbereich					Lineare logarithmische Regression der Daten					
Messpunkt- nummer	Zeit		Druck		Bereich der Mess- punkte	M	B	R	p _t = M * log t + B	
	[h]	Log t	p	[bar]					p _x : 100 y [bar]	p _y : 24 h [bar]
1	24	1,38	p ₂₄	8,70	1 bis 10	-0,1270	8,9137	0,82914	9,16	8,74
2	168	2,23	p ₁₆₈	8,64	2 bis 10	-0,1935	9,1062	0,89464	7,96	8,84
3	336	2,53	p ₃₃₆	8,64	3 bis 10	-0,2499	9,2746	0,96742	7,79	8,93
4	504	2,70	p ₅₀₄	8,62	4 bis 10	-0,2551	9,2903	0,95139	7,77	8,94
5	600	2,78	p ₆₀₀	8,58	5 bis 10	-0,2251	9,1970	0,97079	7,86	8,89
6	696	2,84	p ₆₉₆	8,55	6 bis 10	-0,2081	9,1438	0,97068	7,91	8,86
7	862	2,94	p ₈₆₂	8,53						
8	1008	3,00	p ₁₀₀₈	8,52						
9	1392	3,14	p ₁₃₉₂	8,50						
10	2000	3,30	p ₂₀₀₀	8,45						

höchster Korrelationskoeffizient

Darstellung aller Prüfdrücke



Protokoll

Prüfung des Langzeit-Dichtverhaltens nach DIN EN 14741



Gesamtauswertung Prüfkörper 001:

extrapolierte Dichtdrücke

Schlauch a:

theoretischer Wert nach 100 Jahren	= 7,19 bar
theoretischer Wert nach 24 Stunden	= 8,23 bar
theoretischer Druckabfall	= 12,6367 %

Schlauch b:

theoretischer Wert nach 100 Jahren	= 7,79 bar
theoretischer Wert nach 24 Stunden	= 9,09 bar
theoretischer Druckabfall	= 14,3014 %

Schlauch c:

theoretischer Wert nach 100 Jahren	= 7,84 bar
theoretischer Wert nach 24 Stunden	= 9,83 bar
theoretischer Druckabfall	= 20,2442 %

Schlauch d:

theoretischer Wert nach 100 Jahren	= 7,86 bar
theoretischer Wert nach 24 Stunden	= 8,89 bar
theoretischer Druckabfall	= 11,5861 %

mittlerer theoretischer Druckabfall (Schlauch a, b, c, d)

$$D = \frac{p_{24 h} - p_{100 y}}{p_{24 h}} * 100 \%$$

$$\underline{\underline{D = 14,69 \%$$

Protokoll

Prüfung des Langzeit-Dichtverhaltens nach DIN EN 14741



weitere geprüfte Eigenschaften des Prüfkörpers 001:

Spaltmaß der Verbindung zwischen Spitzende und Muffeneingang
(ermittelt im Scheitel und am linken und rechten Kämpfer)

im belastetem Zustand

linker Kämpfer	3,25 mm
Scheitel	2,95 mm
rechter Kämpfer	3,25 mm

nach entfernen der Belastung

linker Kämpfer	3,25 mm
Scheitel	3,25 mm
rechter Kämpfer	3,25 mm

nach einem Zeitabstand von 48 Stunden

linker Kämpfer	3,50 mm
Scheitel	3,30 mm
rechter Kämpfer	3,00 mm

nach einem Zeitabstand von 168 Stunden bzw. 1 Woche

linker Kämpfer	3,55 mm
Scheitel	2,95 mm
rechter Kämpfer	3,55 mm

Zusätzliche Ermittlung des Öffnungsdrucks nach entfernen
der Belastung, mit einem Zeitabstand von 168 Stunden bzw. 1 Woche

Schlauch a	8,10 bar
Schlauch b	8,60 bar
Schlauch c	8,87 bar
Schlauch d	8,52 bar

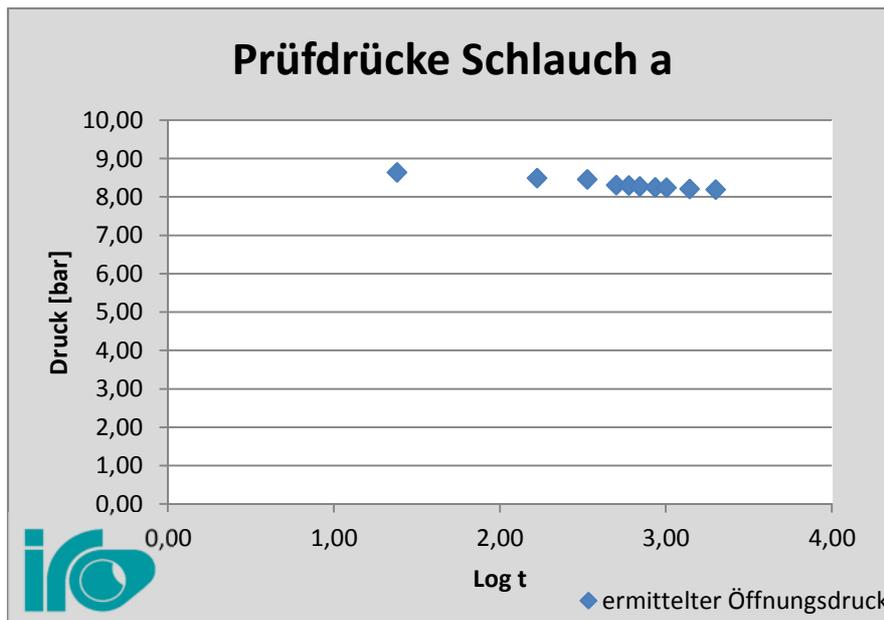


Prüfkörper 002: Düker GmbH & Co. KGaA, TYTON®, DN 400

Schlauch a										
Messbereich					Lineare logarithmische Regression der Daten					
Messpunkt- nummer	Zeit		Druck p [bar]		Bereich der Mess- punkte	M	B	R	p _t = M * log t + B	
	[h]	Log t							p _x : 100 y [bar]	p _y : 24 h [bar]
1	24	1,38	p ₂₄	8,64	1 bis 10	-0,2517	9,0261	0,94084	7,50	8,67
2	168	2,23	p ₁₆₈	8,49	2 bis 10	-0,3111	9,1822	0,91217	7,33	8,75
3	336	2,53	p ₃₃₆	8,46	3 bis 10	-0,3110	9,1819	0,84148	7,33	8,75
4	504	2,70	p ₅₀₄	8,31	4 bis 10	-0,2074	8,8663	0,97308	7,63	8,58
5	600	2,78	p ₆₀₀	8,30	5 bis 10	-0,2009	8,8462	0,96365	7,65	8,57
6	696	2,84	p ₆₉₆	8,27	6 bis 10	-0,1763	8,7690	0,99053	7,72	8,53
7	862	2,94	p ₈₆₂	8,25						
8	1008	3,00	p ₁₀₀₈	8,24						
9	1392	3,14	p ₁₃₉₂	8,21						
10	2000	3,30	p ₂₀₀₀	8,19						

höchster Korrelationskoeffizient

Darstellung aller Prüfdrücke



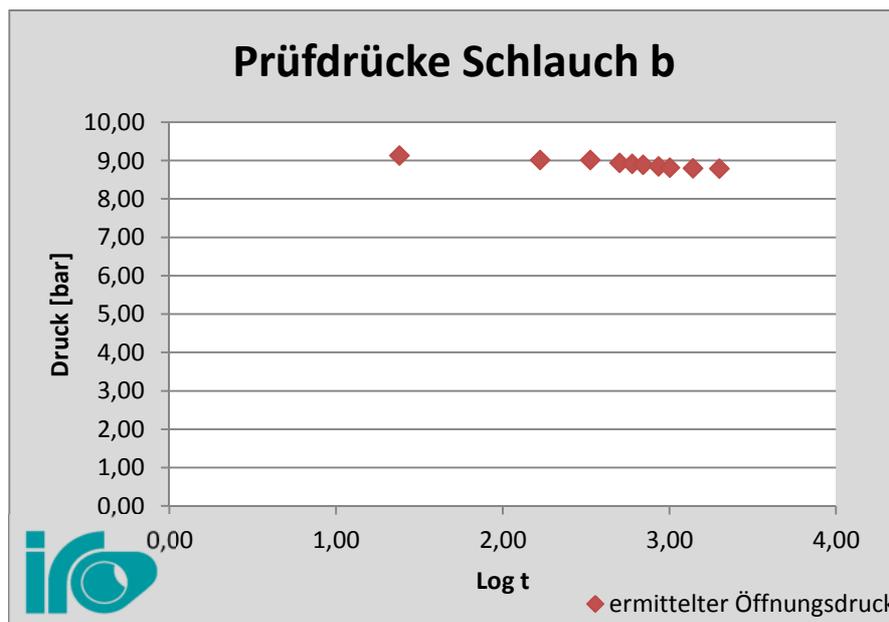


Prüfkörper 002

Schlauch b										
Messbereich					Lineare logarithmische Regression der Daten					
Messpunkt- nummer	Zeit		Druck p [bar]		Bereich der Mess- punkte	M	B	R	$p_t = M * \log t + B$	
	[h]	Log t							$p_x : 100 y$ [bar]	$p_y : 24 h$ [bar]
1	24	1,38	p_{24}	9,13	1 bis 10	-0,1917	9,4285	0,91395	8,29	9,19
2	168	2,23	p_{168}	9,01	2 bis 10	-0,2503	9,5980	0,90867	8,11	9,25
3	336	2,53	p_{336}	9,01	3 bis 10	-0,2994	9,7445	0,92400	7,97	9,33
4	504	2,70	p_{504}	8,94	4 bis 10	-0,2638	9,6362	0,89032	8,07	9,27
5	600	2,78	p_{600}	8,91	5 bis 10	-0,2373	9,5538	0,85462	8,14	9,23
6	696	2,84	p_{696}	8,89	6 bis 10	-0,2055	9,4537	0,79735	8,23	9,17
7	862	2,94	p_{862}	8,85						
8	1008	3,00	p_{1008}	8,81						
9	1392	3,14	p_{1392}	8,80						
10	2000	3,30	p_{2000}	8,79						

höchster Korrelationskoeffizient

Darstellung aller Prüfdrücke



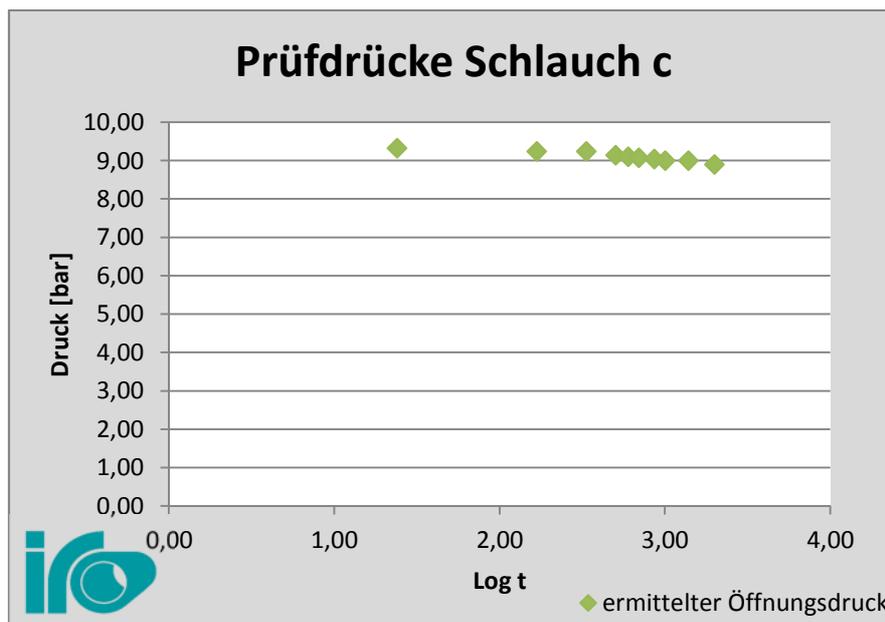


Prüfkörper 002

Schlauch c										
Messbereich					Lineare logarithmische Regression der Daten					
Messpunkt- nummer	Zeit		Druck p [bar]		Bereich der Mess- punkte	M	B	R	p _t = M * log t + B	
	[h]	Log t							p _x : 100 y [bar]	p _y : 24 h [bar]
1	24	1,38	p ₂₄	9,32	1 bis 10	-0,2177	9,6892	0,84195	8,40	9,39
2	168	2,23	p ₁₆₈	9,24	2 bis 10	-0,3365	10,0329	0,92984	8,03	9,57
3	336	2,53	p ₃₃₆	9,24	3 bis 10	-0,4064	10,2414	0,96097	7,83	9,68
4	504	2,70	p ₅₀₄	9,14	4 bis 10	-0,3654	10,1166	0,95420	7,95	9,61
5	600	2,78	p ₆₀₀	9,10	5 bis 10	-0,3483	10,0634	0,93835	7,99	9,58
6	696	2,84	p ₆₉₆	9,07	6 bis 10	-0,3397	10,0366	0,91024	8,02	9,57
7	862	2,94	p ₈₆₂	9,04						
8	1008	3,00	p ₁₀₀₈	9,00						
9	1392	3,14	p ₁₃₉₂	9,00						
10	2000	3,30	p ₂₀₀₀	8,90						

höchster Korrelationskoeffizient

Darstellung aller Prüfdrücke



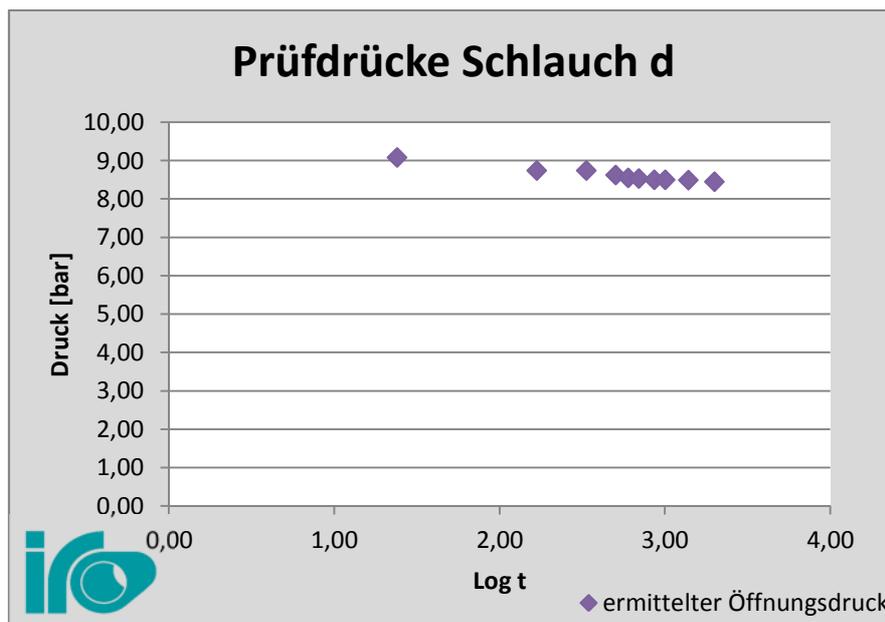


Prüfkörper 002

Schlauch d										
Messbereich					Lineare logarithmische Regression der Daten					
Messpunkt- nummer	Zeit		Druck p [bar]		Bereich der Mess- punkte	M	B	R	p _t = M * log t + B	
	[h]	Log t							p _x : 100 y [bar]	p _y : 24 h [bar]
1	24	1,38	p ₂₄	9,08	1 bis 10	-0,3402	9,5331	0,96233	7,51	9,06
2	168	2,23	p ₁₆₈	8,74	2 bis 10	-0,3118	9,4509	0,87751	7,60	9,02
3	336	2,53	p ₃₃₆	8,74	3 bis 10	-0,3388	9,5313	0,82085	7,52	9,06
4	504	2,70	p ₅₀₄	8,62	4 bis 10	-0,2339	9,2120	0,82598	7,82	8,89
5	600	2,78	p ₆₀₀	8,55	5 bis 10	-0,1706	9,0153	0,92930	8,00	8,78
6	696	2,84	p ₆₉₆	8,53	6 bis 10	-0,1528	8,9592	0,91343	8,05	8,75
7	862	2,94	p ₈₆₂	8,50						
8	1008	3,00	p ₁₀₀₈	8,50						
9	1392	3,14	p ₁₃₉₂	8,49						
10	2000	3,30	p ₂₀₀₀	8,45						

höchster Korrelationskoeffizient

Darstellung aller Prüfdrücke



Protokoll

Prüfung des Langzeit-Dichtverhaltens nach DIN EN 14741



Gesamtauswertung Prüfkörper 002:

extrapolierte Dichtdrücke

Schlauch a:

theoretischer Wert nach 100 Jahren	= 7,72 bar
theoretischer Wert nach 24 Stunden	= 8,53 bar
theoretischer Druckabfall	= 9,4959 %

Schlauch b:

theoretischer Wert nach 100 Jahren	= 7,97 bar
theoretischer Wert nach 24 Stunden	= 9,33 bar
theoretischer Druckabfall	= 14,5766 %

Schlauch c:

theoretischer Wert nach 100 Jahren	= 7,83 bar
theoretischer Wert nach 24 Stunden	= 9,68 bar
theoretischer Druckabfall	= 19,1116 %

Schlauch d:

theoretischer Wert nach 100 Jahren	= 7,51 bar
theoretischer Wert nach 24 Stunden	= 9,06 bar
theoretischer Druckabfall	= 17,1082 %

mittlerer theoretischer Druckabfall (Schlauch a, b, c, d)

$$D = \frac{p_{24 h} - p_{100 y}}{p_{24 h}} * 100 \%$$

$$\underline{\underline{D = 15,07 \%$$

Protokoll

Prüfung des Langzeit-Dichtverhaltens nach DIN EN 14741



weitere geprüfte Eigenschaften des Prüfkörpers 002:

Spaltmaß der Verbindung zwischen Spitzende und Muffe
(ermittelt im Scheitel und am linken und rechten Kämpfer)

im belastetem Zustand

linker Kämpfer	3,60 mm
Scheitel	4,30 mm
rechter Kämpfer	2,80 mm

nach entfernen der Belastung

linker Kämpfer	3,10 mm
Scheitel	4,30 mm
rechter Kämpfer	2,80 mm

nach einem Zeitabstand von 48 Stunden

linker Kämpfer	3,25 mm
Scheitel	4,30 mm
rechter Kämpfer	2,80 mm

nach einem Zeitabstand von 168 Stunden bzw. 1 Woche

linker Kämpfer	3,25 mm
Scheitel	3,95 mm
rechter Kämpfer	2,85 mm

Zusätzliche Ermittlung des Öffnungsdrucks nach entfernen
der Belastung, mit einem Zeitabstand von 168 Stunden bzw. 1 Woche

Schlauch a	8,48 bar
Schlauch b	8,94 bar
Schlauch c	8,91 bar
Schlauch d	8,49 bar