



# **Statische Tragfähigkeit von Manschetten aus nichtrostendem Stahl (Entwurf 03.2013)**

**- Versuche und Berechnungen -**

**Prof. Dr.-Ing. Bernhard Falter  
Sebastian Fingerhut B. Eng.**

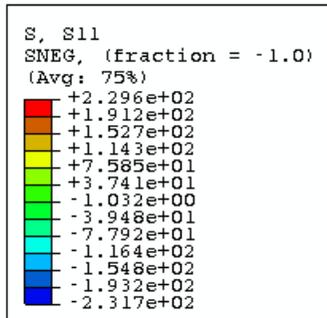


# Inhalt

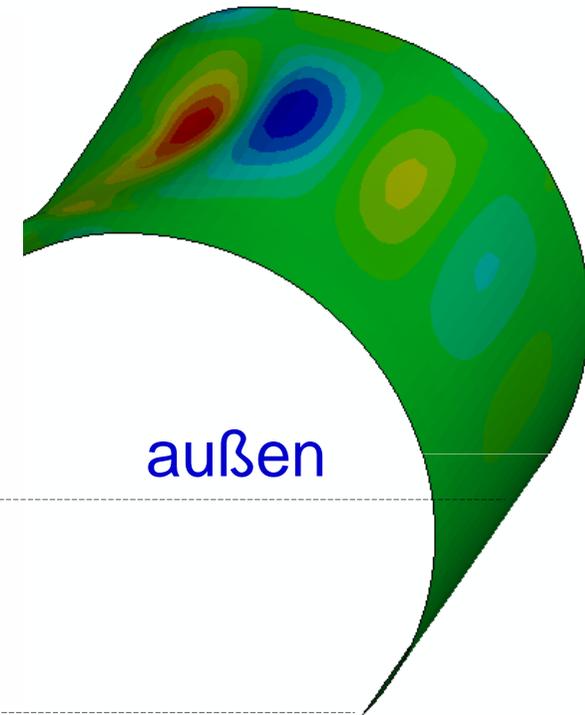
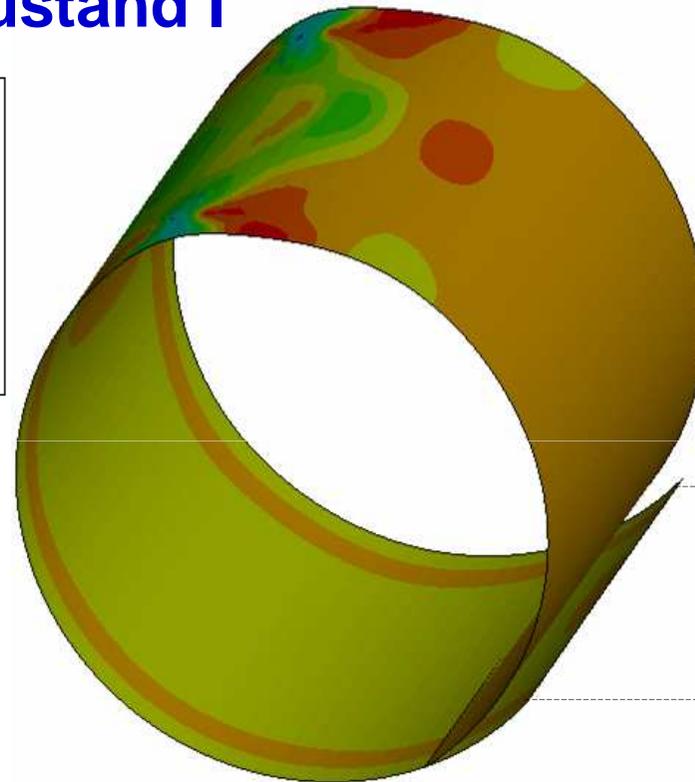
1. Tragfähigkeit der Quick-Lock Manschetten bei Altrohrzustand I (Altrohre ohne Längsrisse)
2. Traglast der Arretierungen (Ritzel, Zahnleisten)
3. Tragfähigkeit der Quick-Lock Manschetten in Steinzeug- und Stahlbetonrohren DN 200 bis DN 600 bei Altrohrzustand II (vierfach längs gerissene Altrohre, tragfähiges Altrohr-Bodensystem)
4. Tragfähigkeit der Quick-Lock Big Manschetten in GFK-Rohren DN 1000 und DN 1600
5. Fazit, erforderliche Wanddicken
6. Literatur



# 1. Altrohrzustand I



innen

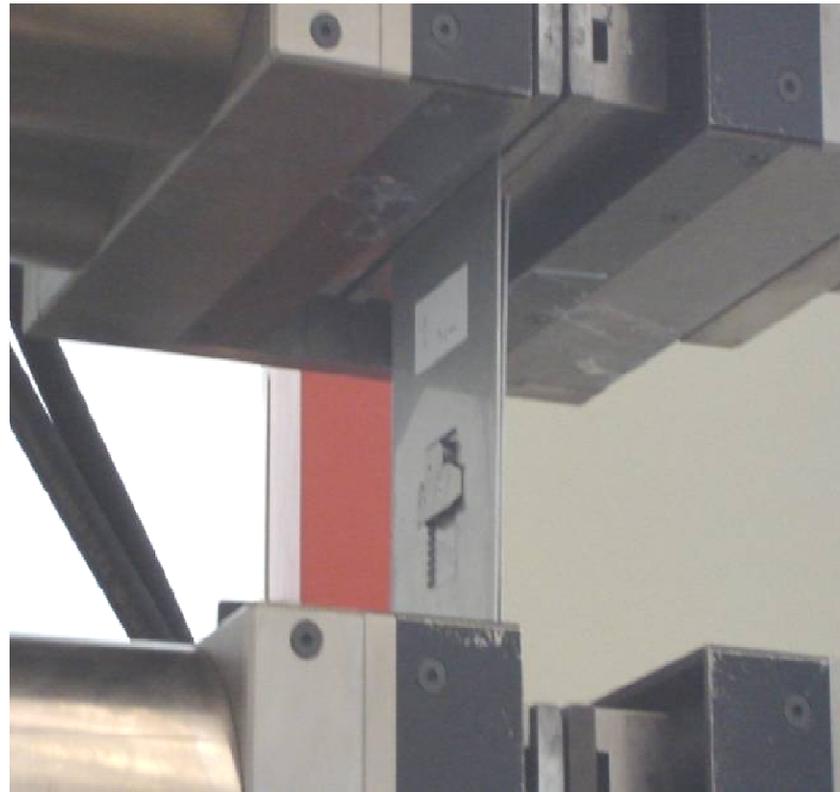


außen

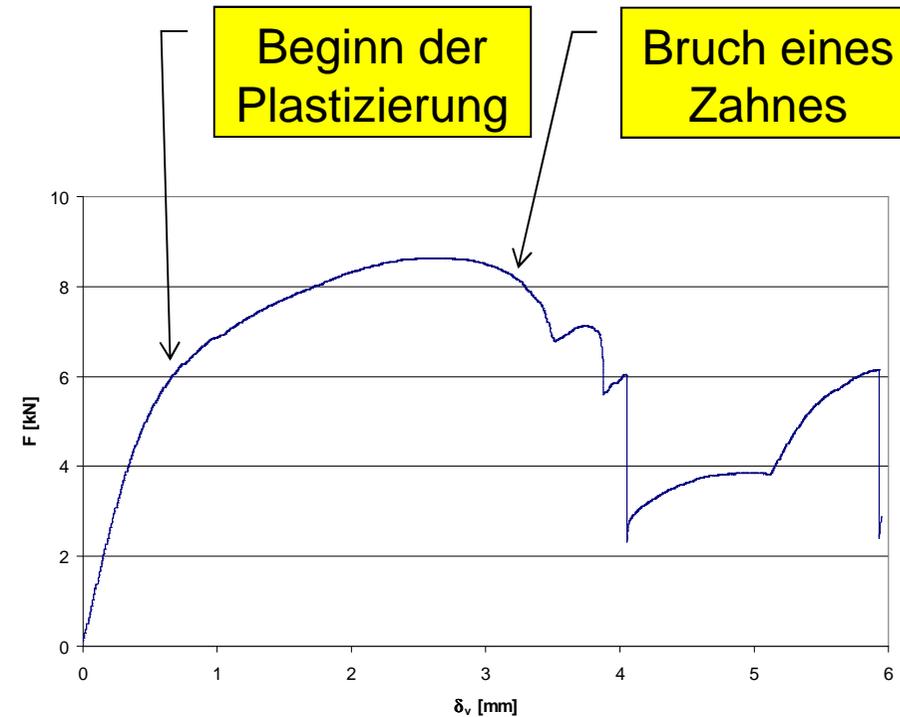
**Projekt 1: Manschette aus V4A, 3D-Berechnung der überlappten Schale unter Außendruck  $p_a$  mit der Finite Element Methode**



## 2. Traglast der Arretierung



**Projekt 2: a) Arretierung der Manschette aus V4A b) Zugversuch  
(Koop. mit dem Labor für Baustoffe, Prof. Dr. Müller-Rochholz)**

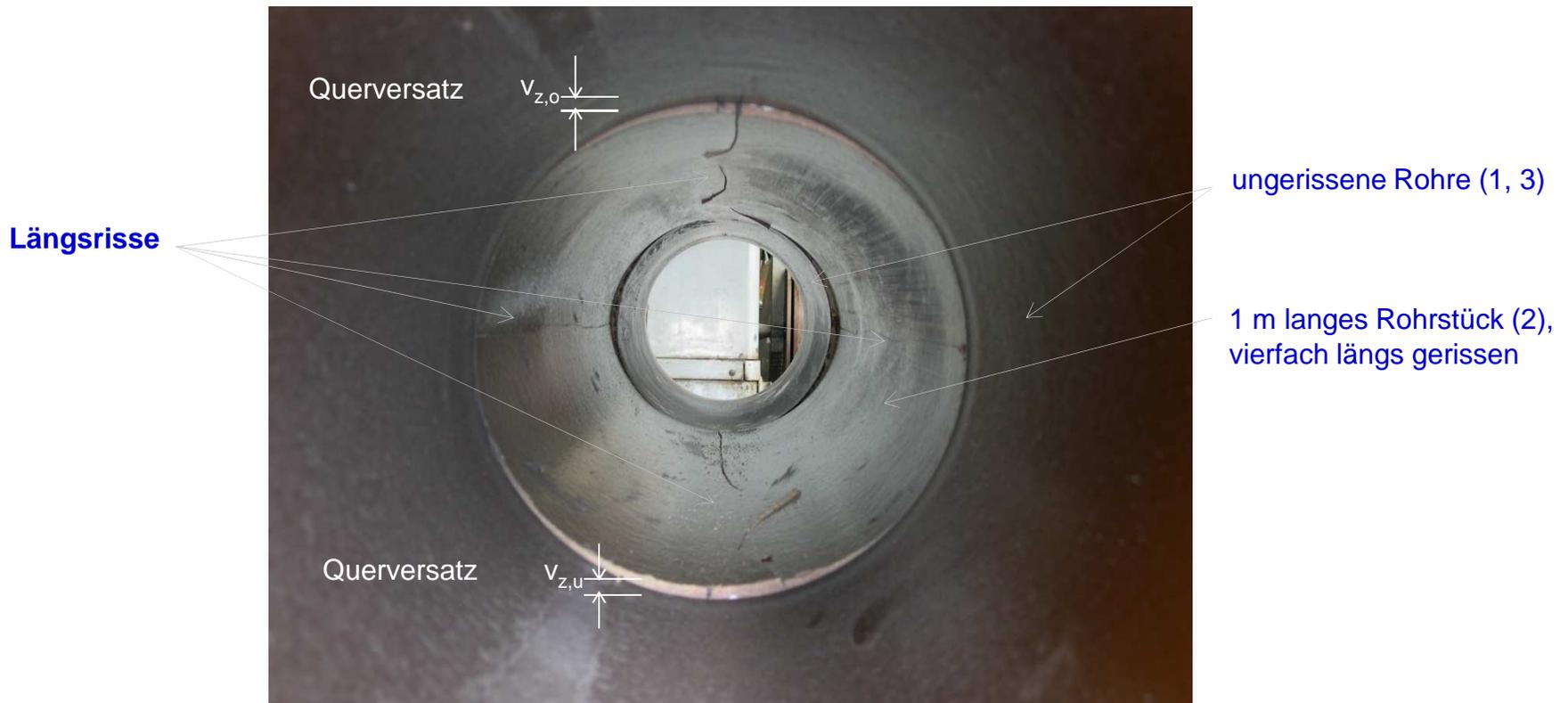


**Projekt 2: c) Versagen der Arretierung im Zugversuch  
d) Last-Verschiebungskurve der Arretierung beim Zugversuch  
(Koop. mit dem Labor für Baustoffe, Prof. Dr. Müller-Rochholz)**

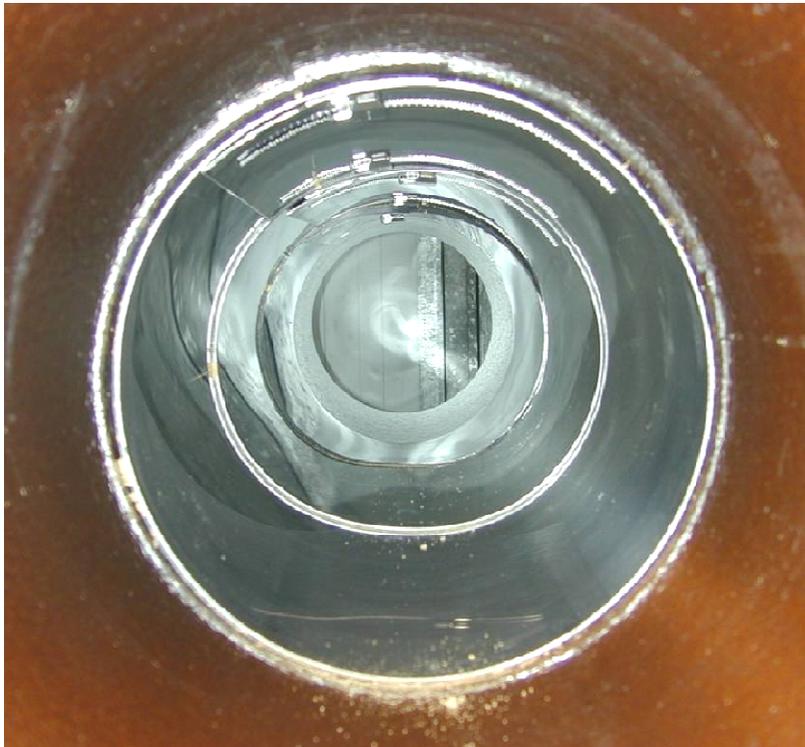




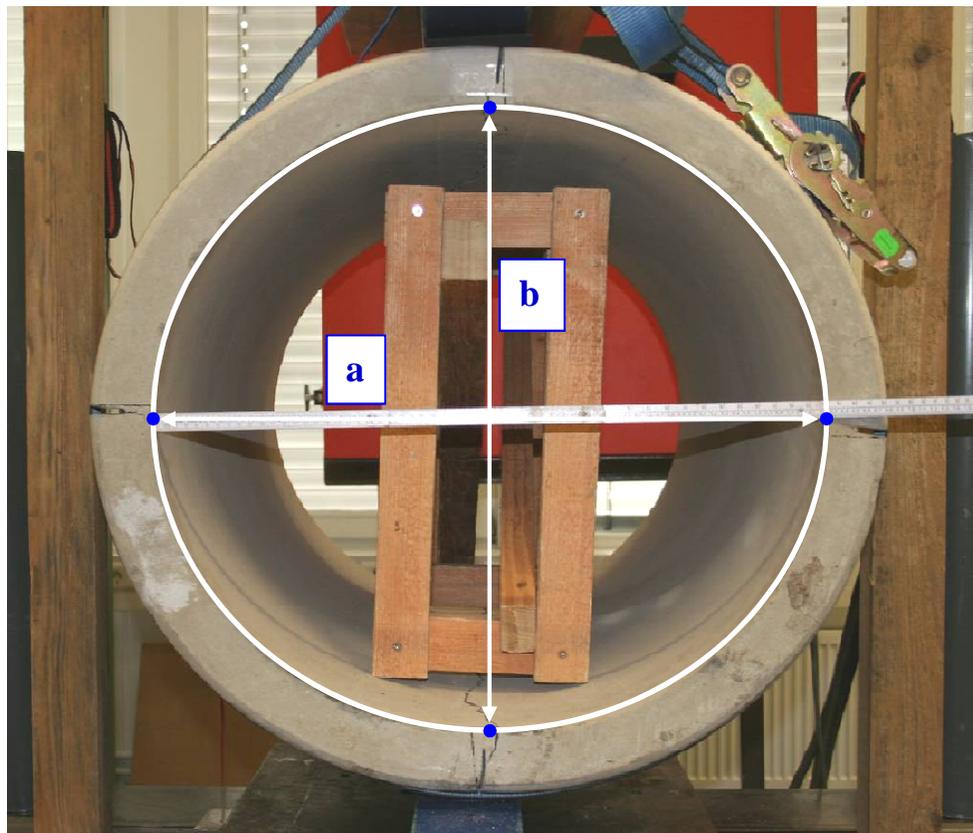
**Projekt 3: b) Druckkammer zur Prüfung von Quick-Lock-Manschetten für Altrohrzustand II (Labor für Baustoffe, August 2007)**



**Projekt 3: c) Vierfach längs gerissenes Steinzeugrohr DN 250 mit ca. 3% Ovalisierung in die Druckkammer eingebaut**



**Projekt 3: Quick-Lock-Manschetten zur Sanierung eines gerissenen Steinzeugrohres DN 300 (Altrohrzustand II) in der Druckkammer,  
d) links:  $p_a = 1,3$  bar, e) rechts :  $p_a = 1,5$  bar Außendruck,  
Beulen der 2. Manschette (Labor für Baustoffe, Dezember 2007)**



### Bildauswertung

Ellipse:  $a = 8,93 \text{ cm}$

$b = 8,20 \text{ cm}$

$r_m = (8,93 + 8,2) / 2 = 8,565 \text{ cm}$

Ovalisierung:

$\omega_{GR,v} = (8,565 - 8,2) / 8,565 \cdot 100$   
 $= 4,26 \%$

### Messung

Ellipse:  $a = 62,4 \text{ cm}$

$b = 57,3 \text{ cm}$

$r_m = (62,4 + 57,3) / 2 = 59,85 \text{ cm}$

Ovalisierung:

$\omega_{GR,v} = (59,85 - 57,3) / 59,85 \cdot 100$   
 $= 4,26 \%$

**Projekt 3: f) Stahlbetonrohr DN 600 bis zum Bruch belastet,  
Verformungsmessung und Vergleich mit Auswertung**



Tabelle 1: Rechnerische Beullasten für Stahlmanschetten, Altrohrzustand I (AZ I) mit  $\omega_{GR,v} = 0$  und Altrohrzustand II (AZ II) mit  $\omega_{GR,v} = 3\%$

Nr.	Nennweite	Manschettenwanddicke	Beullast AZ I charakteristischer Wert	Zulässiger Außendruck AZ I Gl. (13) <sup>2)</sup>	Ovalisierung <sup>1)</sup> für AZ II (rechnerischer Ansatz)	Abminderungsfaktor für AZ II Gl. (11) <sup>2)</sup>	Beullast AZ II charakteristischer Wert	Zulässiger Außendruck AZ II Gl. (13) <sup>2)</sup>
	DN	t	krit $p_{a,k}$	zul $p_a$	$\omega_{GR,v}$	$\kappa_U$	krit $p_{a,k}$	zul $p_a$
	mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%	-	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	200	1,0	0,154	0,077	3,0	0,750	0,116	0,058
2	250	1,2	0,174	0,084	3,0	0,750	0,130	0,065
3	300	1,2	0,132	0,062	3,0	0,750	0,099	0,050
4	400	1,5	0,154	0,077	3,0	0,750	0,116	0,058
5b	600	2,0	0,133	0,066	3,0	0,667	0,089	0,044

<sup>1)</sup> Mit „Ovalisierung“ ist die Gelenkringvorverformung nach ATV-M 127-2 gemeint.

<sup>2)</sup> aus [5] zitierte Gleichungen:

(11) red  $\kappa = \kappa_1 \cdot \kappa_U$  mit  $\kappa_U = 1,5 - 0,5 \cdot (\text{vorh } U / \text{zul } U)$ , U = Ovalisierung, Bezeichnung nach DIN 18800-4 [7]

(13)  $\text{zul } p_a = \text{krit } p_{a,k} / \gamma$



Tabelle 2: Vergleich der Versuchsergebnisse mit Berechnungen in Anlehnung an DIN 18800-4 [7] und DIBt-Zulassung [2]

Nr.	Nennweite	Altrohrmaterial	Ovalisierung, Messwert	Grenzlast im Versuch	Beullast AZ II (Altrohrzustand II) charakteristischer Wert	Verhältnis zwischen Versuchslast und Beullast, AZ II
	DN	-	$\omega_{GR,v}$	$\max p_{a,test}$	krit $p_{a,k}$	$\max p_{a,test} / \text{krit } p_{a,k}$
	mm	-	%	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-
1	200	Steinzeug	3,0	0,12	0,116	1,03
2	250		3,0	0,15	0,130	1,15
3	300		2,5	0,13 <sup>1)</sup>	0,116	1,12
4	400		2,7	0,11 <sup>1)</sup>	0,127	0,87
5b	600	Stahlbeton	2,5	0,12	0,107	1,12

<sup>1)</sup> Die Manschetten mit den Nennweiten DN 300 und DN 400 versagten durch Beulen, die übrigen durch Undichtigkeit.

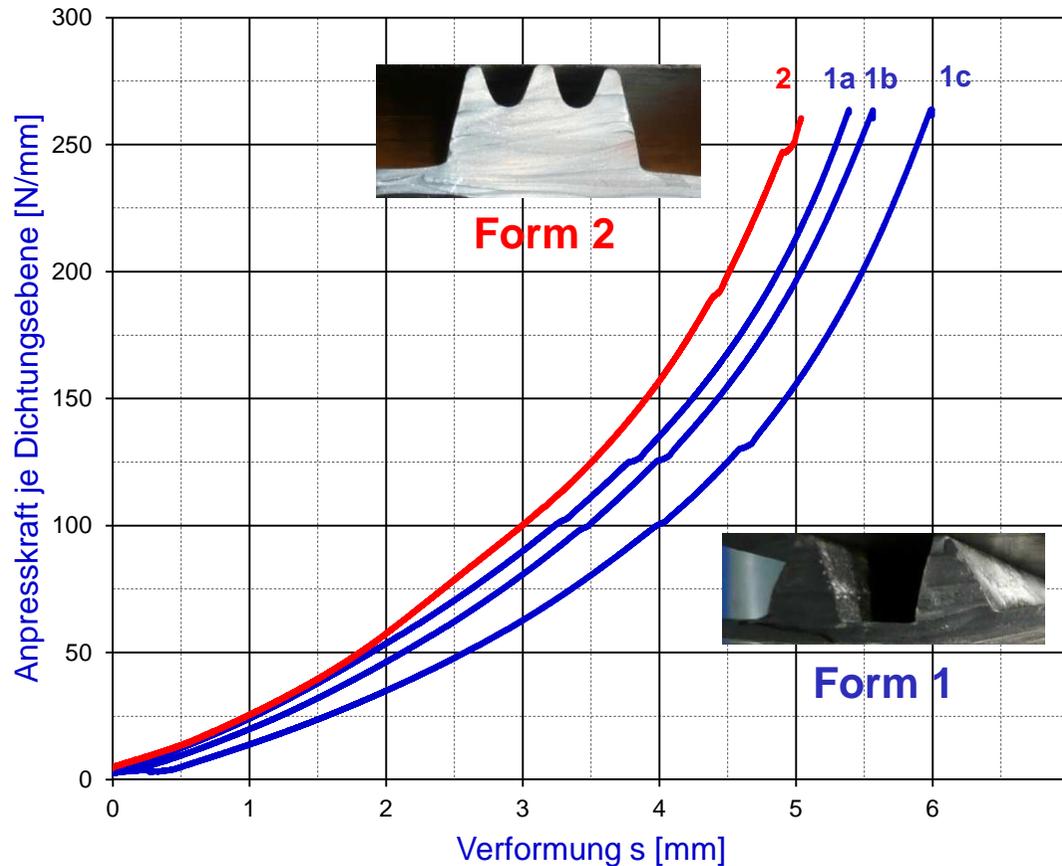
**Die letzte Spalte zeigt, dass die rechnerischen Nachweise durch die Versuche bestätigt werden.**



## 4. Quick-Lock Big Manschetten



**Projekt 4: a) Druckprüfungen an Quick-Lock Big Manschetten  
in GFK-Rohren DN 1000 und DN 1600, b) Entlüftungsventil**



- Kurve 1a:** symmetrische Lage der Dichtlippen der Form 1
- Kurve 1b:** mit verdrehten Dichtlippen, innen untergelegter Blechstreifen
- Kurve 1c:** mit verdrehten Dichtlippen, außen untergelegter Blechstreifen
- Kurve 2:** symmetrische Lage der Dichtung Form 2

## Projekt 4: c) Last-Verschiebungskurven für verschiedene Dichtungen, Optimierung der Dichtungsform, d) Dichtung im Druckversuch



## 5. Fazit, erforderliche Wanddicken

- **Quick-Lock Manschetten DN 200 bis DN 600** sind für Außendrucke bis ca. 1 bar durch statische Berechnungen und Versuche nachgewiesen (Manschetten und Arretierungen), vgl. [3] bis [5].
- Eine Berechnung des überlappten Stahlblechs als Kreiszylinder-schale ist zulässig, vgl. Projekt 1.
- Die erforderlichen Wanddicken sind der Tabelle 1 zu entnehmen.
- Bei Altrohrzustand II (längs gerissene Rohre) sind Versätze im Bereich der Rohrverbindungen, die den zulässigen Wert der Verlegeanleitung [6] überschreiten, durch Fräsen abzuarbeiten.
- Die Tragfähigkeit und Dichtigkeit der **Quick-Lock Big Manschetten** wird zurzeit durch Versuche bis ca. 1 bar nachgewiesen.
- Zwischen Quick-Lock Big Manschette und Altrohr ist ein gleichmäßiger Anpressdruck anzustreben (Kontrolle durch Spaltmessung).
- Es ist eine gegen seitliche Verschiebungen und Seitenkräfte unempfindliche Dichtung einzusetzen (vgl. Form 2).
- Die erforderliche Wanddicken sind in Tab. 3 zusammengefasst.



## Arbeitsgebiet Statik und Bauinformatik

Tabelle 3: erforderliche Wanddicken für Quick-Lock Manschetten in mm (Werte aus Tabelle 1 und Projekt 4)

DN	erf t
200	1,0
250	1,2
300	1,2
400	1,5
600	2,0
1000	2,9
1600	4,0

Die Wanddicken enthalten den Sicherheitsfaktor  $\gamma = 2,0$ .

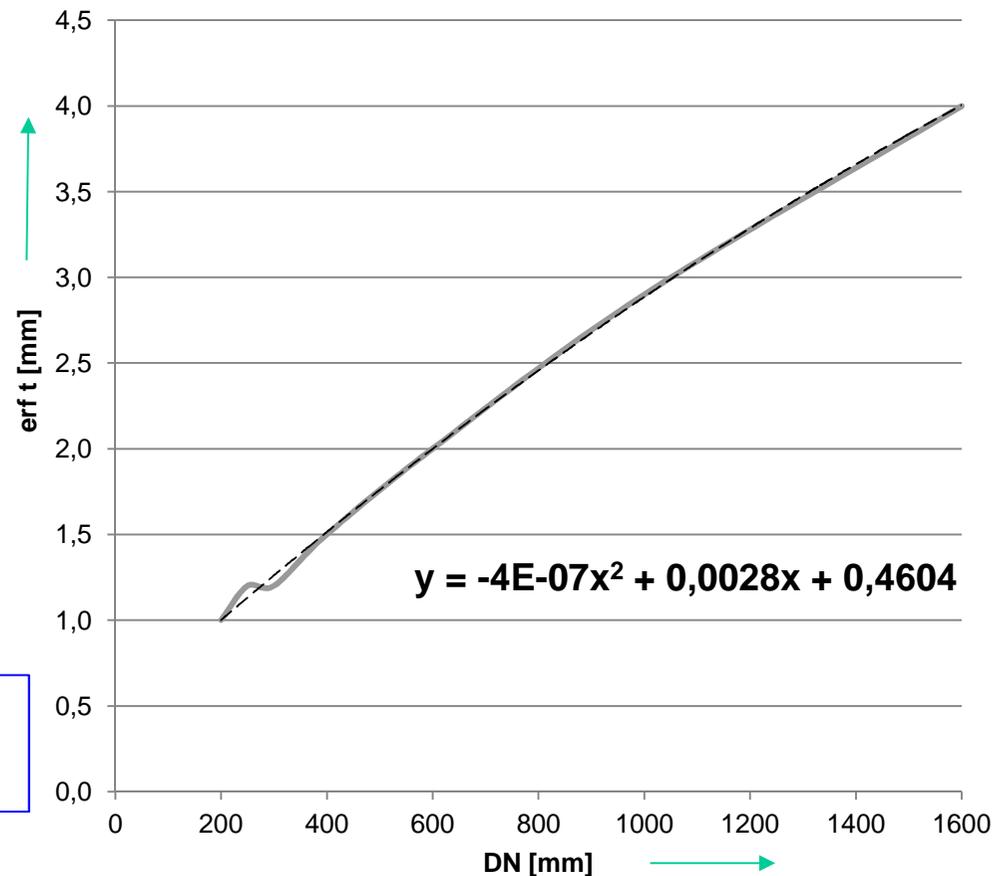


Bild 1. Erforderliche Wanddicken für Quick-Lock Manschetten bei einem Außendruck infolge 5 m WS (Versagen bei 10 m), Interpolationsformel



## 6. Literatur, Unterlagen

1. Merkblatt ATV-M 127-2 (01.2000): Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren, Ergänzung zum Arbeitsblatt ATV-A 127, Hennef
2. Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 vom 5. Dezember 2003. Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen. Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
3. FH Münster: Untersuchungen zur Standsicherheit von Quick-Lock-Kanallinern DN 250, Statische Berechnungen vom 01.12.2004
4. FH Münster: Zugversuche am Zahnleistenverschluss zur Beurteilung der Tragfähigkeit von Quick-Lock-Stahlmanschetten, Bericht vom 08.05.2006
5. FH Münster: Dichtheitsprüfungen an Quick-Lock Manschetten DN 200 bis DN 600 für Altrohrzustand II. Bericht vom 31.03.2008
6. Uhrig Kanaltechnik GmbH, Geisingen: Quick-Lock - Handbuch für Anwender
7. DIN 18800-4 (11.2008): Stahlbauten, Stabilitätsfälle, Schalenbeulen. Beuth-Verlag, Berlin
8. FH Münster: Außendruckprüfung an Quick-Lock Big Stahlmanschetten für die Nennweiten DN 1.000 und DN 1.600. Bericht vom 07.01.2013 (Entwurf)



### Kontakt

**Prof. Dr.-Ing. Bernhard Falter**  
**Arbeitsgebiet Statik, Stahlbau und Bauinformatik**

**Fachhochschule Münster**  
**Fachbereich Bauingenieurwesen**  
**Postfach 3020**  
**48016 Münster**

**Tel. 0251/83-65218**

**Fax. 0251/83-65239**

**Email: [falter@fh-muenster.de](mailto:falter@fh-muenster.de)**

**Homepage: [www.fh-muenster.de/falter](http://www.fh-muenster.de/falter)**