

## ***MSI-Technik***

# ***Versuche an PE-Rundstahlbügeln unter quasistatischer Beanspruchung***

---

*17. August 2012*

*Prof. Dr.-Ing. Peter Häfele*

## ***Versuche an PE-Rundstahlbügeln unter quasistatischer Beanspruchung***

Auftraggeber	MSI Technik Hirschau 85 83355 Grabenstätt
Berichtsempfänger	Herr Martin Starzengruber Geschäftsleitung E-Mail: Martin.Starzengruber@MSI-Technik.de
Berichtsdatum	17.08.2012
Probeneingang	09.07.2012
Bearbeitungszeitraum	12.07.2012 – 17.08.2012
Projektnummer	BWF4479

Prof. Dr.-Ing. Peter Häfele

Dipl.-Ing. Thorsten Weissenrieder

**Probenaufbewahrungsfristen:**

Um Rücknahme der Prüfgegenstände wird gebeten. Lagerfähige Prüfgegenstände werden für 1 Monat, metallographische Schlitze für 3 Jahre aufbewahrt. Rücksendung oder längere Aufbewahrung nur auf Vereinbarung möglich.

Berichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der BWF-Leitung nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden. Falls im Bericht Prüfergebnisse enthalten sind, beziehen sich diese nur auf das untersuchte Probenmaterial. Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß EN ISO/IEC 17025. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

Nicht akkreditierte Verfahren werden in Prüfberichten als solche gekennzeichnet. Beratungstätigkeiten (Untersuchungen, Gutachten) sowie Forschung und Entwicklung liegen außerhalb der Akkreditierung.

---

<b>1 Hintergrund und Zielsetzung</b>	<b>4</b>
<b>2 Versuchsumfang</b>	<b>6</b>
<b>3 Untersuchte Bauteile</b>	<b>8</b>
<b>4 Versuchstechnik</b>	<b>10</b>
<b>5 Versuchsergebnisse</b>	<b>15</b>
5.1 Rundstahlbügel DN 100	16
5.2 Rundstahlbügel DN 250	23
5.3 Rundstahlbügel DN 300	30
<b>6 Schadensbilder</b>	<b>37</b>
<b>7 Zusammenfassung</b>	<b>43</b>

# **1**

# ***Hintergrund und Zielsetzung***

---

- Ziel der Untersuchung sind Versuche an PE-Rundstahlbügeln unter quasistatischer Beanspruchung.
- Mit den Versuchsergebnissen soll die statische Traglast der Bauteile für unterschiedliche Bauteilgrößen in verschiedenen Beanspruchungsrichtungen ermittelt werden.
  - Zugbelastung in z-Richtung
  - Zugbelastung in y-Richtung
  - Druckbelastung in x-Richtung

# 2

## *Versuchsumfang*

---

<b>Versuchsmatrix Versuche an Rundstahlbügeln</b>			
<i>Belastungs- richtung</i>	<i>DN 100</i>	<i>DN 250</i>	<i>DN 300</i>
x	3 x	3 x	3 x
y	3 x	3 x	3 x
z	3 x	3 x	3 x

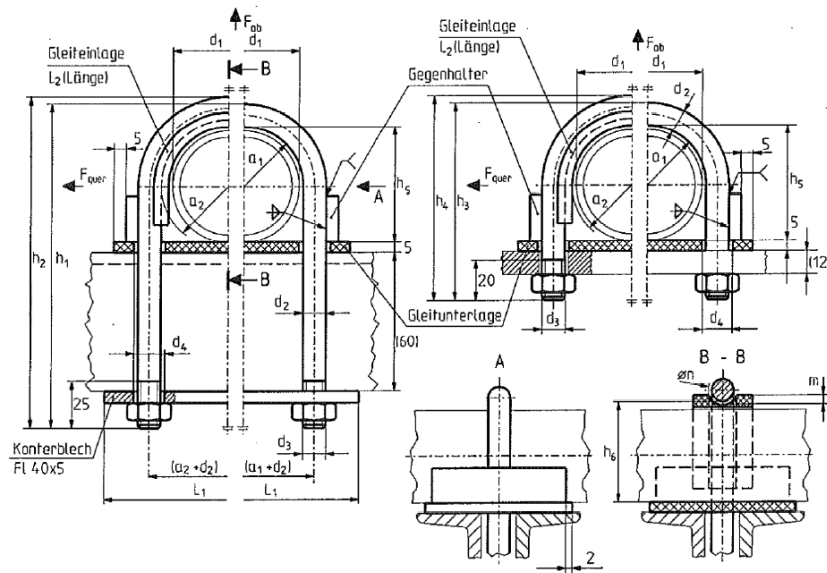
# 3

## *Untersuchte Bauteile*

---



# Untersuchte Rundstahlbügel



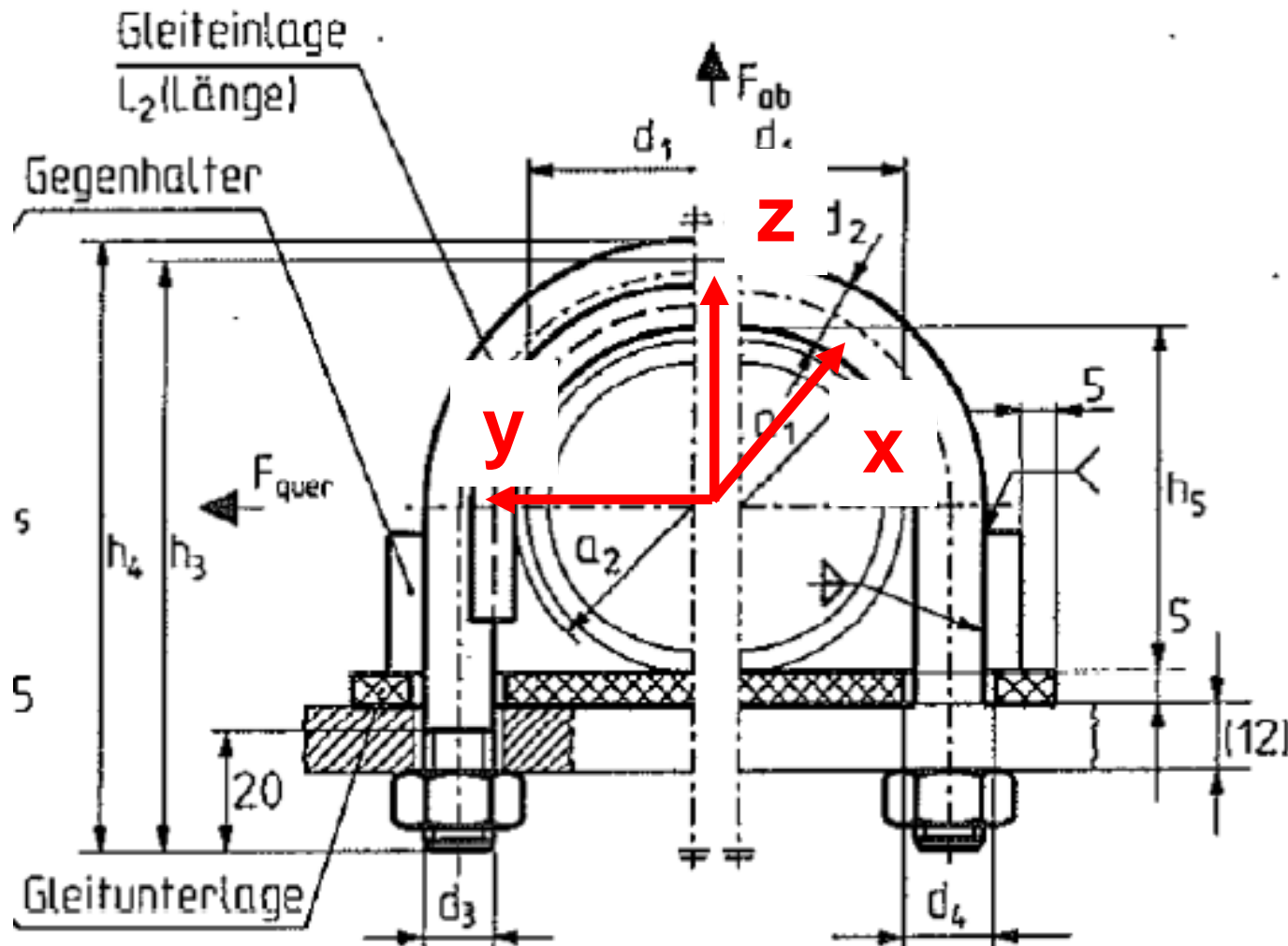
Nennmaß DN	Durchmesser		für rohr d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	Ge- winde d <sub>s</sub>	Bügelhöhe				lichte Höhe		Konterblech		Gegen- halter	Gleiteinlage			
	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>				h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	h <sub>5</sub>	h <sub>6</sub>	L <sub>1</sub>	d <sub>4</sub> <sup>1)</sup>		Flach	L <sub>2</sub>	Nut	
															m	Ø n		
15	25	29	21,3	8,8	M10	116	118	63	65	23	25	75	12	Flach 5 x 20 x 40	30 x 6	67	4	10
20	30	34	26,9			121	123	68	70	28,5	30,5	80				78		
25	38	42	33,7			129	131	76	78	36	39	88				97		
32	46	50	42,4			137	139	84	86	44	47	96				115		
40	52	56	48,3			143	145	90	92	50	53	102				129		
50	64	68	60,3			155	157	102	104	62	65	114				156		
65	82	86	76,1			173	175	120	122	79	82	132				198		
80	94	98	88,9			185	187	132	134	91,5	95	144				225		
100	120	124	114	10,6	M12	211	213	158	160	117	120	170	14	Flach 8 x 20 x 50	40 x 8	285	5	12
125	148	154	140			244	247	191	194	144	147	208				354		
150	176	182	168			272	275	219	222	175	175	236				420		
200	228	234	219			324	327	271	273	227	227	288				540		
250	282	288	273			378	381	325	328	281	281	342				664		
300																		
							M16											

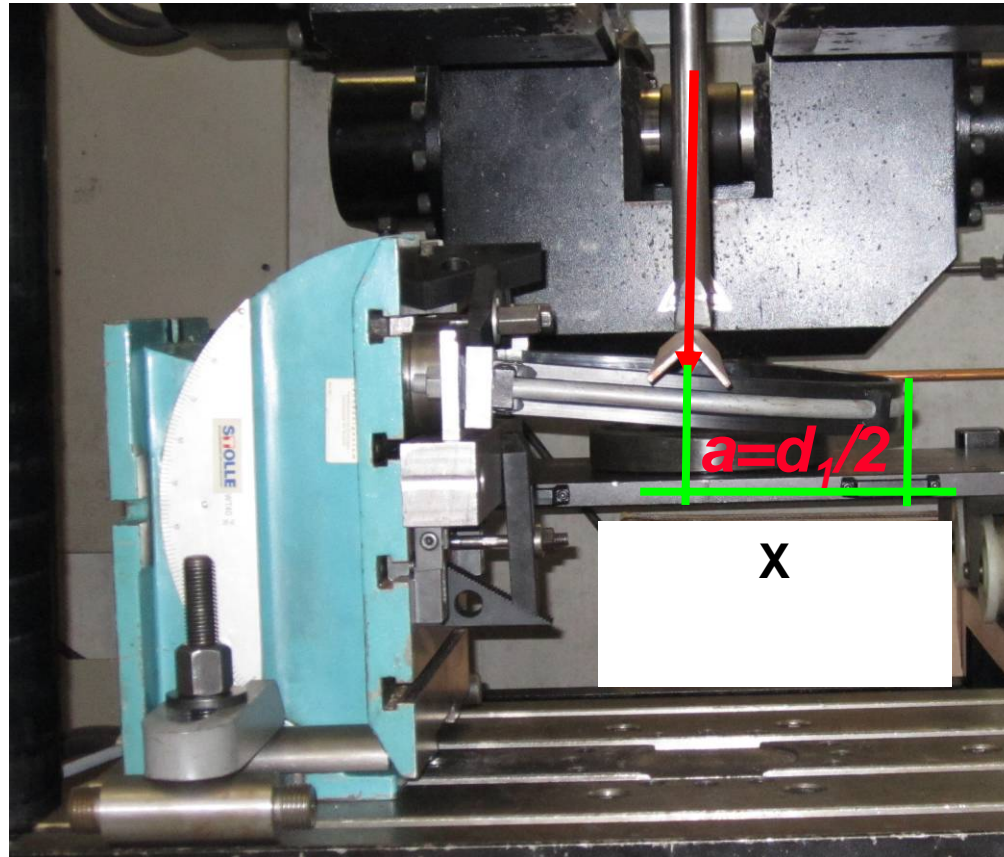
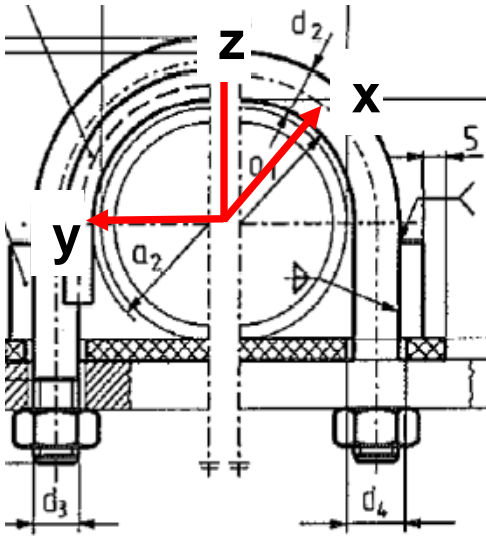
Quelle: MSI Technik

# 4

## *Versuchstechnik*

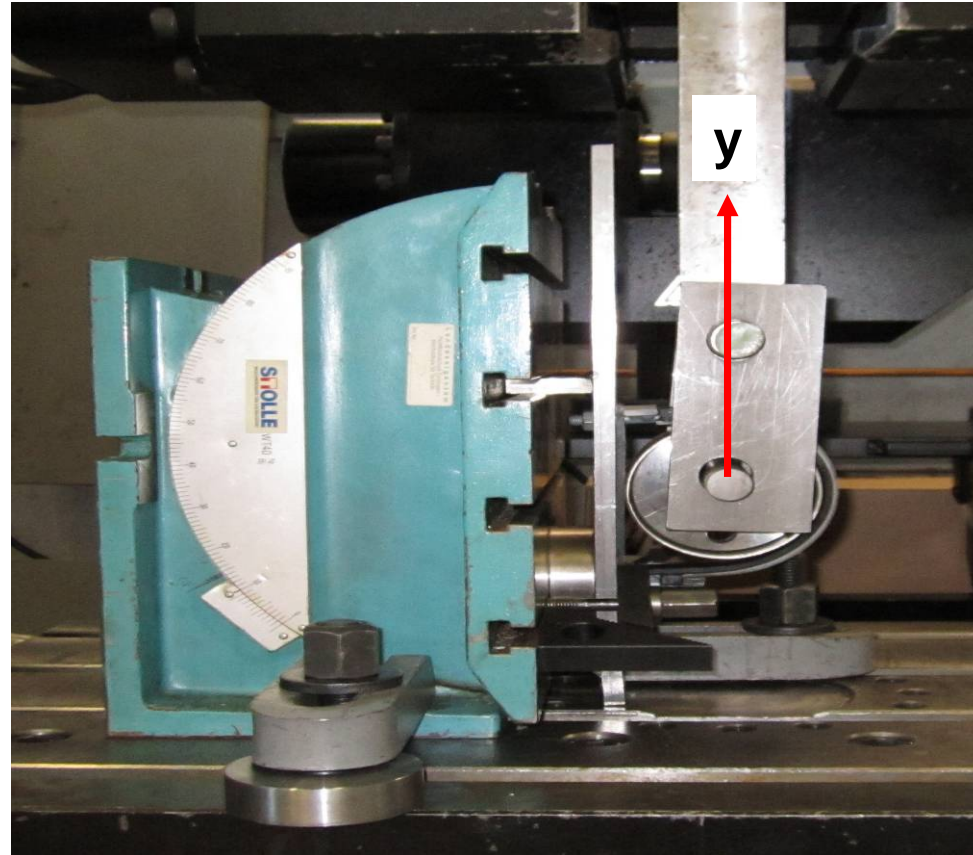
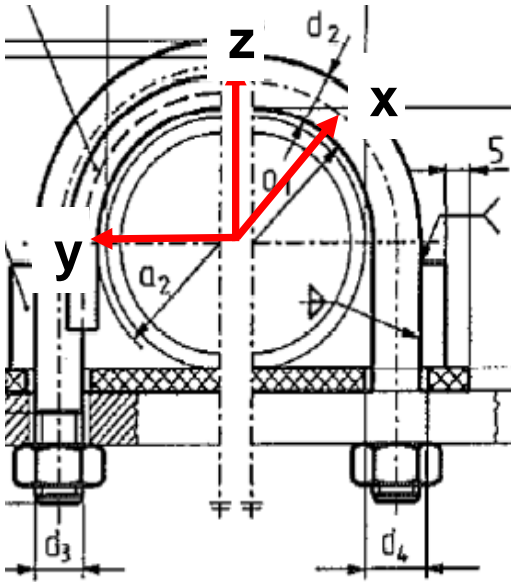
---



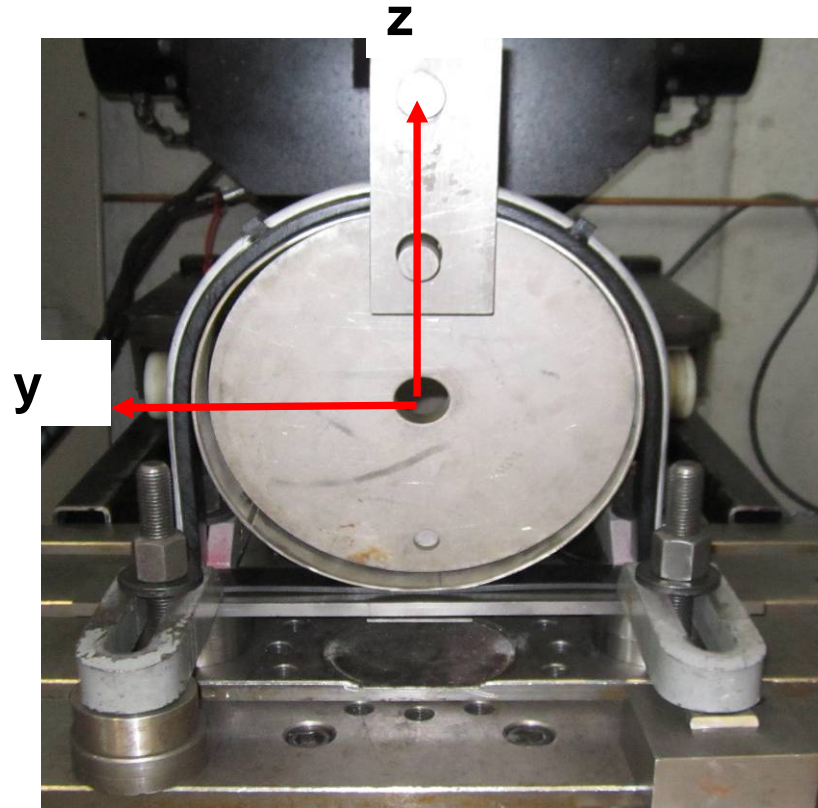
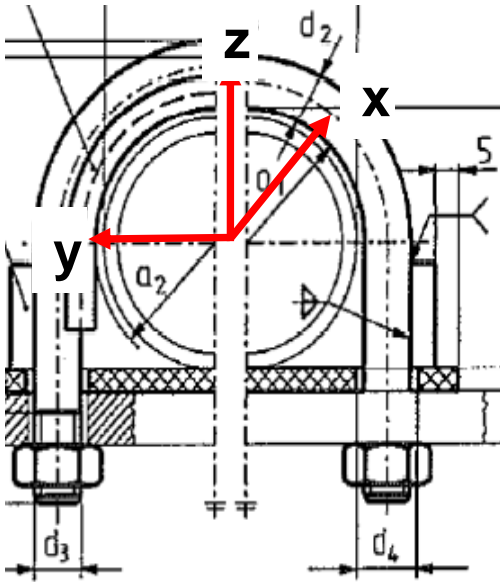


$a$  = Radius des Rohrs  
mit Durchmesser  $d_1$

Die Belastung in x-Richtung erfolgt über ein stirnseitig auf den Umfang aufgelegtes Stahlprofil



Für die Prüfung in y- und z-Richtung wird das mitgelieferte Rohrsegment in den Bügel geklemmt. Die Lasteinleitung erfolgt über eine Stahlscheibe über eine Gabel.



Für die Prüfung in y- und z-Richtung wird das mitgelieferte Rohrsegment in den Bügel geklemmt. Die Lasteinleitung erfolgt über eine Stahlscheibe über eine Gabel.

# 5

## *Versuchsergebnisse*

---

# **5.1**

## ***Rundstahlbügel DN 100***

---

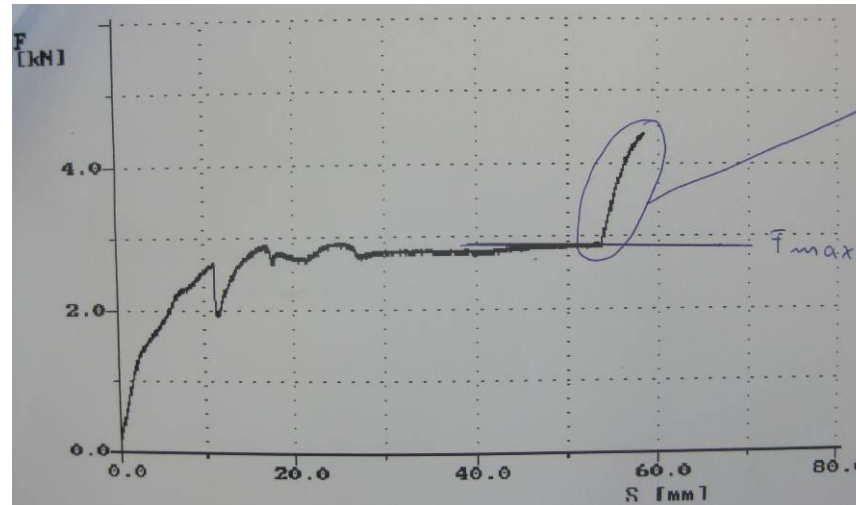


Rundstahlbügel DN 100 Belastung in x-Richtung		
Probe Nr.	Maximalkraft $F_{\max}$ [kN]	Bemerkung
DN 100-X-1	3,0	
DN 100-X-2	2,9	
DN 100-X-3	3,0	
<b>Mittelwert</b>	<b>3,0</b>	
Standardabweichung	0,05	

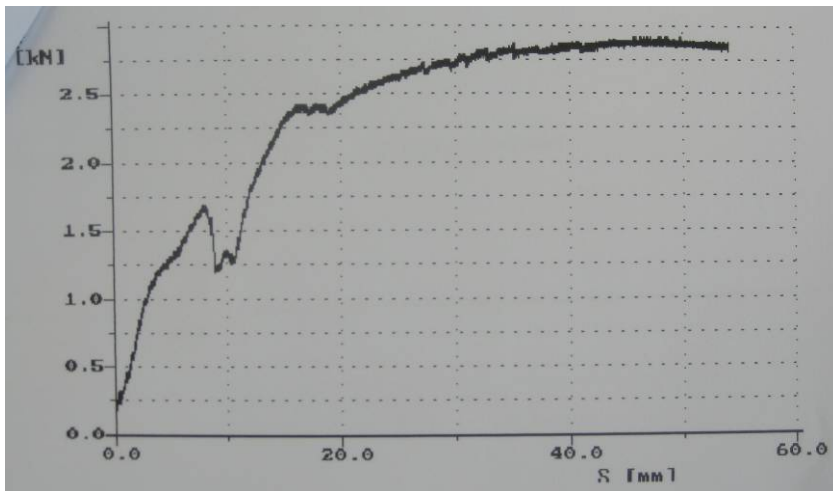
<b>Rundstahlbügel DN 100 Belastung in y-Richtung</b>		
<b>Probe Nr.</b>	<b>Maximalkraft <math>F_{\max}</math> [kN]</b>	<b>Bemerkung</b>
DN 100-Y-1	27,3	
DN 100-Y-2	27,2	
DN 100-Y-3	26,9	
<b>Mittelwert</b>	<b>27,1</b>	
<b>Standardabweichung</b>	<b>0,2</b>	

<b>Rundstahlbügel DN 100 Belastung in z-Richtung</b>		
<b>Probe Nr.</b>	<b>Maximalkraft <math>F_{\max}</math> [kN]</b>	<b>Bemerkung</b>
DN 100-Z-1	48,8	
DN 100-Z-2	54,6	
DN 100-Z-3	47,8	
<b>Mittelwert</b>	<b>50,4</b>	
<b>Standardabweichung</b>	<b>3,7</b>	

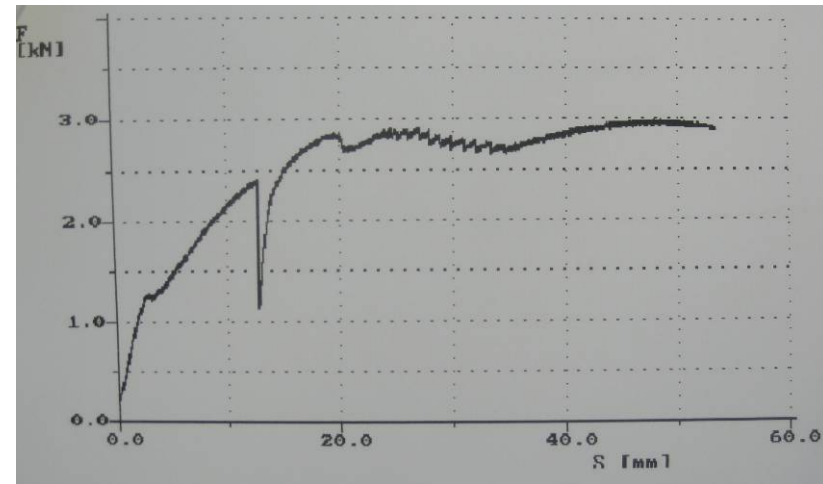
# Kraft-Weg Diagramme DN 100 x-Richtung



Probe\_1

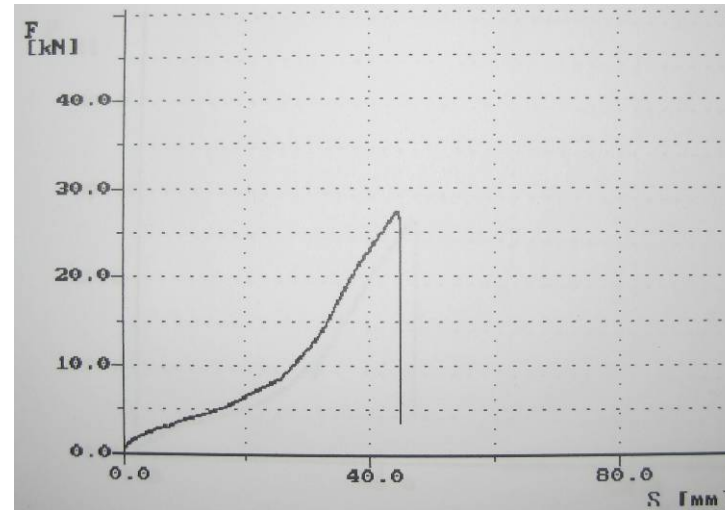


Probe\_2

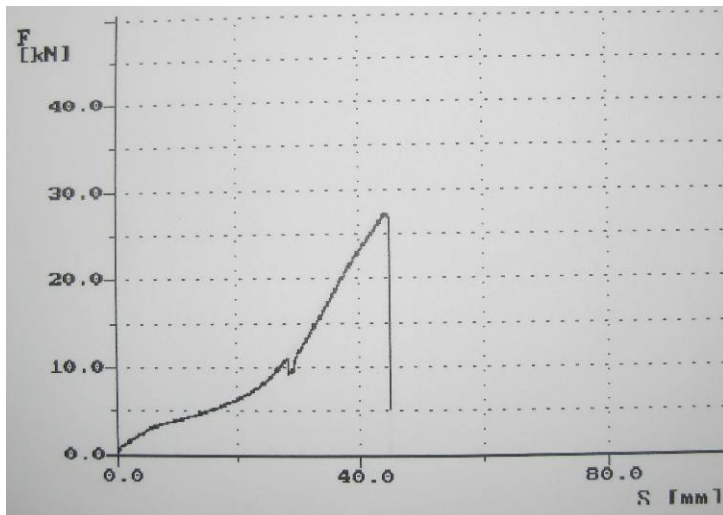


Probe\_3

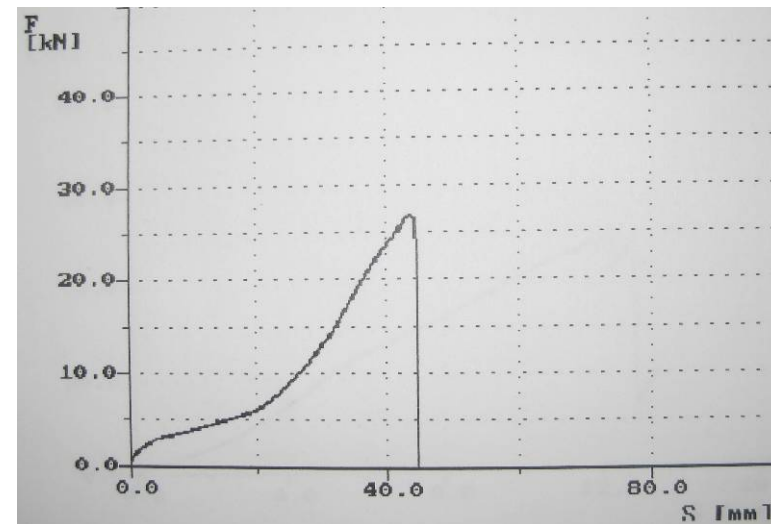
# Kraft-Weg Diagramme DN 100 y-Richtung



Probe\_1

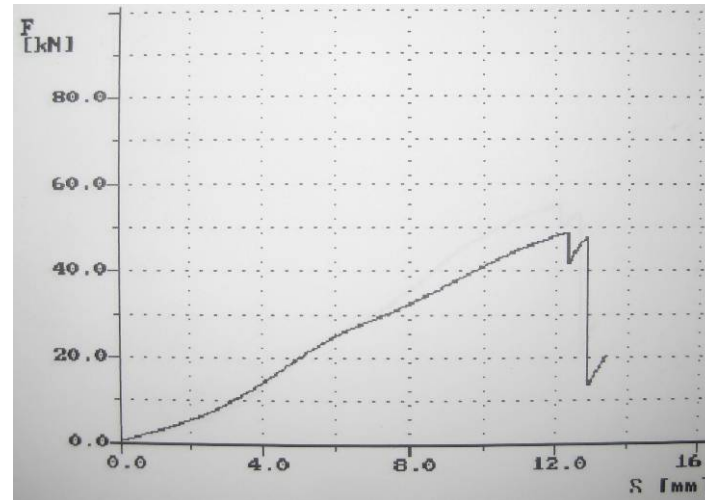


Probe\_2

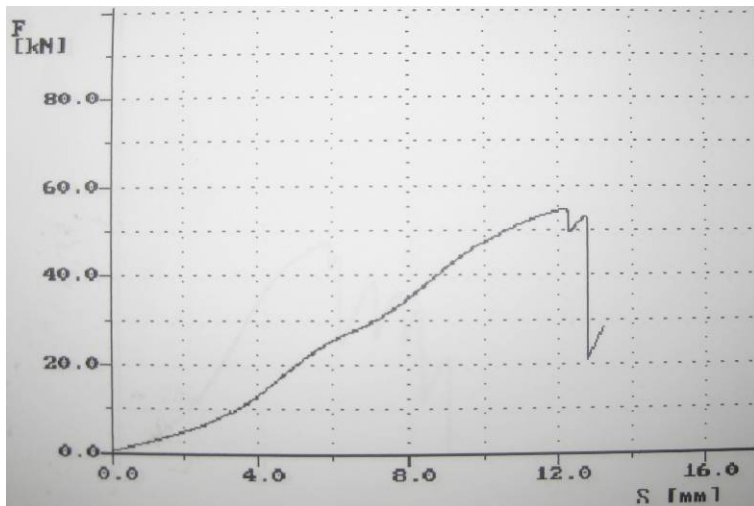


Probe\_3

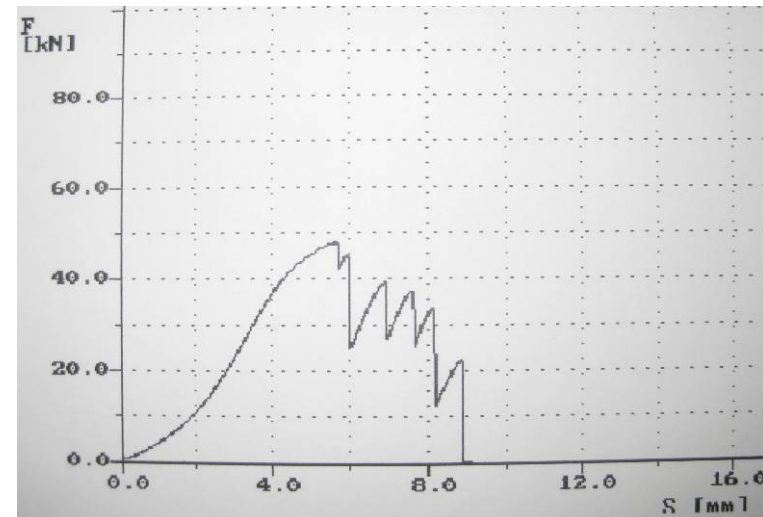
# Kraft-Weg Diagramme DN 100 z-Richtung



Probe\_1



Probe\_2



Probe\_3

## **5.2**

# ***Rundstahlbügel DN 250***

---

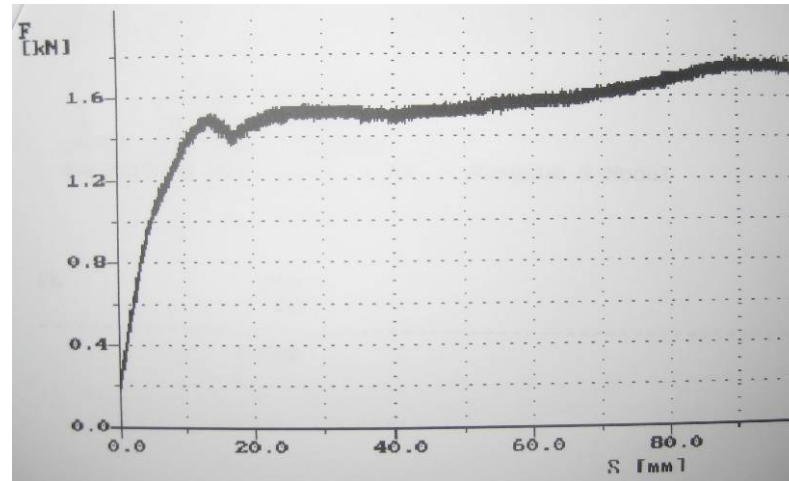
<b>Rundstahlbügel DN 250 Belastung in x-Richtung</b>		
<b>Probe Nr.</b>	<b>Maximalkraft <math>F_{\max}</math> [kN]</b>	<b>Bemerkung</b>
DN 250-X-1	1,8	
DN 250-X-2	1,8	
DN 250-X-3	1,9	
<b>Mittelwert</b>	<b>1,8</b>	
<b>Standardabweichung</b>	<b>0,04</b>	



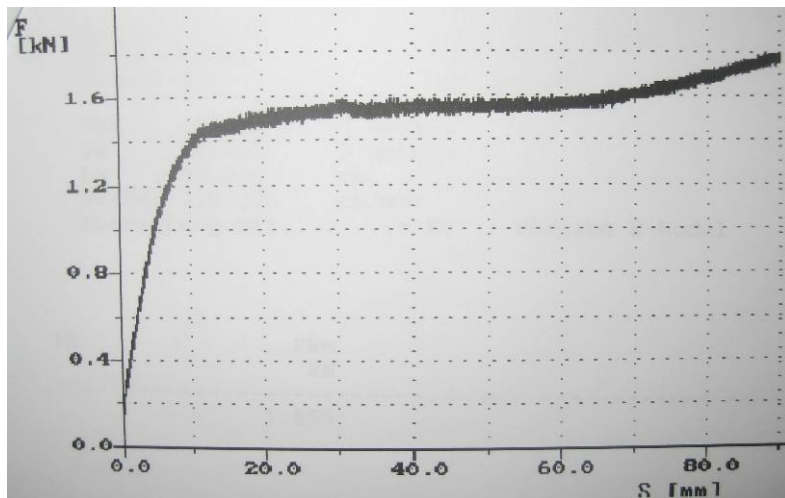
<b>Rundstahlbügel DN 250 Belastung in y-Richtung</b>		
<b>Probe Nr.</b>	<b>Maximalkraft <math>F_{\max}</math> [kN]</b>	<b>Bemerkung</b>
DN 250-Y-1	44,7	
DN 250-Y-2	34,6	
DN 250-Y-3	45,3	
<b>Mittelwert</b>	<b>41,5</b>	
<b>Standardabweichung</b>	<b>6,03</b>	

<b>Rundstahlbügel DN 250 Belastung in z-Richtung</b>		
<b>Probe Nr.</b>	<b>Maximalkraft <math>F_{\max}</math> [kN]</b>	<b>Bemerkung</b>
DN 250-Z-1	79,1	
DN 250-Z-2	79,6	
DN 250-Z-3	83,3	
<b>Mittelwert</b>	<b>80,7</b>	
<b>Standardabweichung</b>	<b>2,3</b>	

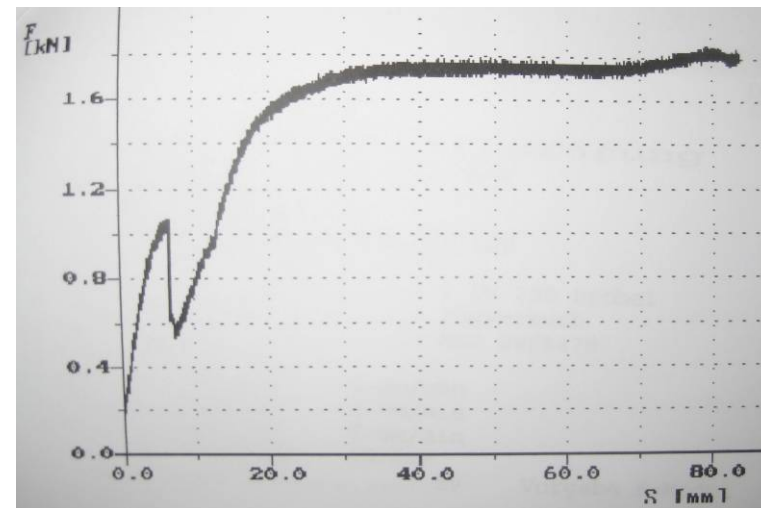
# Kraft-Weg Diagramme DN 250 x-Richtung



Probe\_1

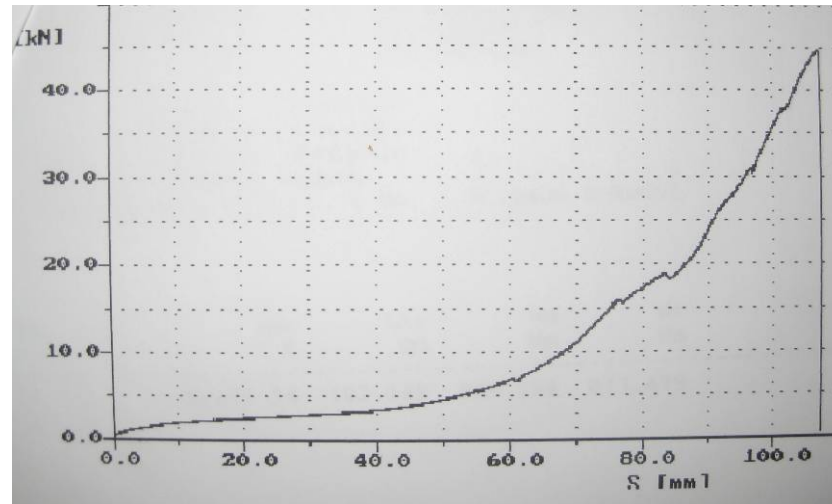


Probe\_2

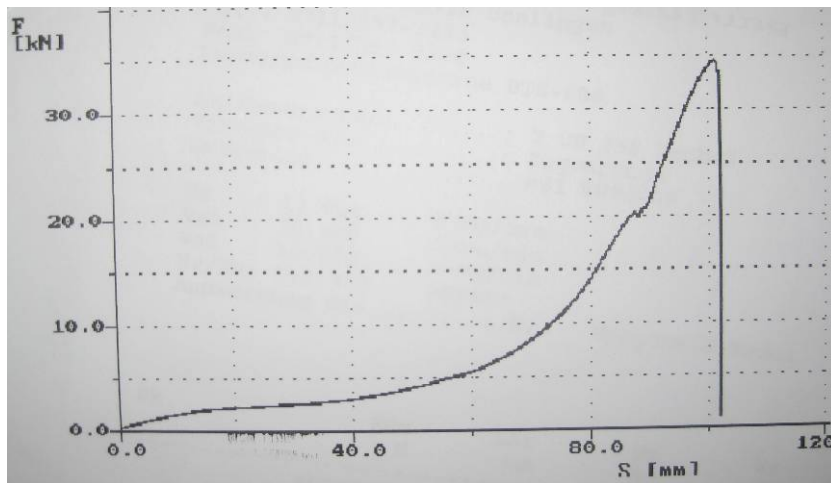


Probe\_3

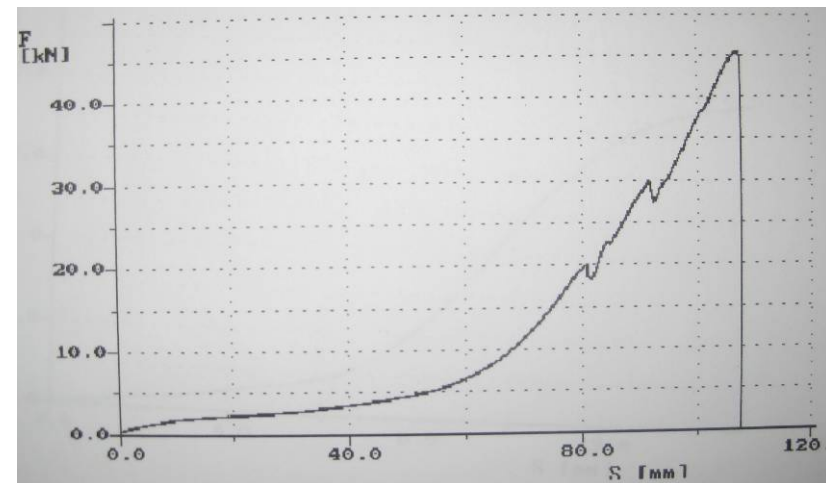
# Kraft-Weg Diagramme DN 250 y-Richtung



Probe\_1

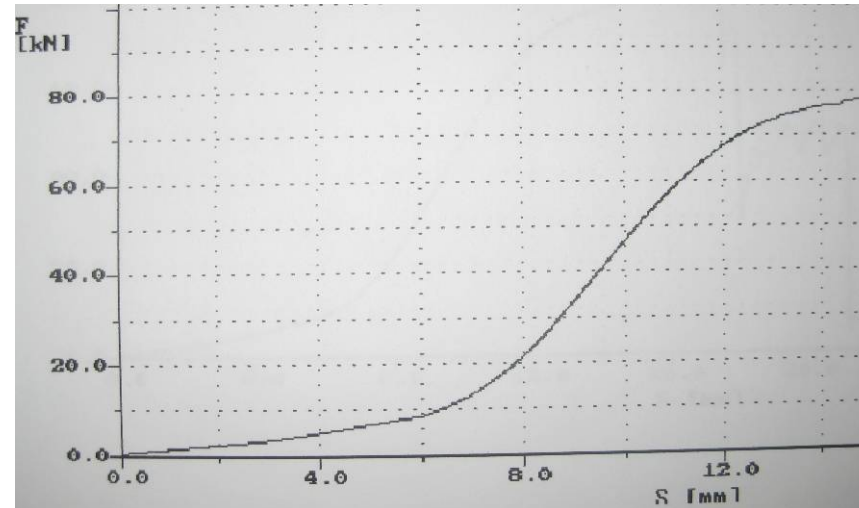


Probe\_2

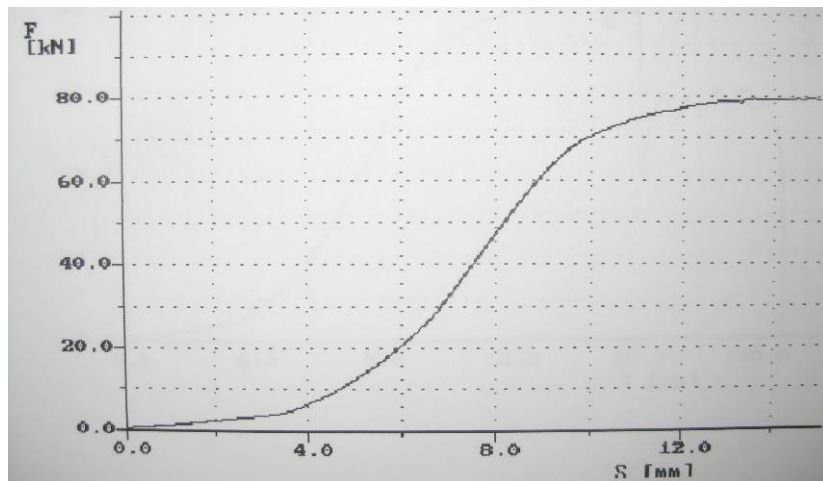


Probe\_3

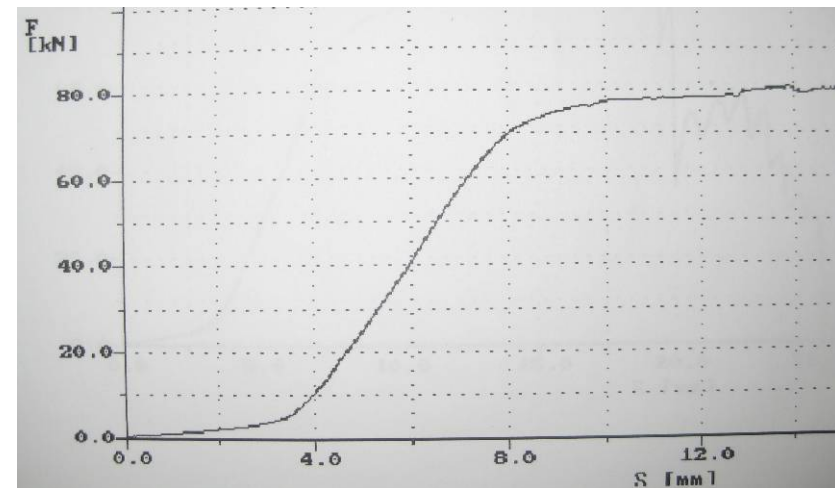
# Kraft-Weg Diagramme DN 250 z-Richtung



Probe\_1



Probe\_2



Probe\_3

## **5.3**

# ***Rundstahlbügel DN 300***

---

<b>Rundstahlbügel DN 300 Belastung in x-Richtung</b>		
<b>Probe Nr.</b>	<b>Maximalkraft <math>F_{\max}</math> [kN]</b>	<b>Bemerkung</b>
DN 300-X-1	5,4	
DN 300-X-2	4,6	
DN 300-X-3	4,4	
<b>Mittelwert</b>	<b>4,8</b>	
<b>Standardabweichung</b>	<b>0,5</b>	

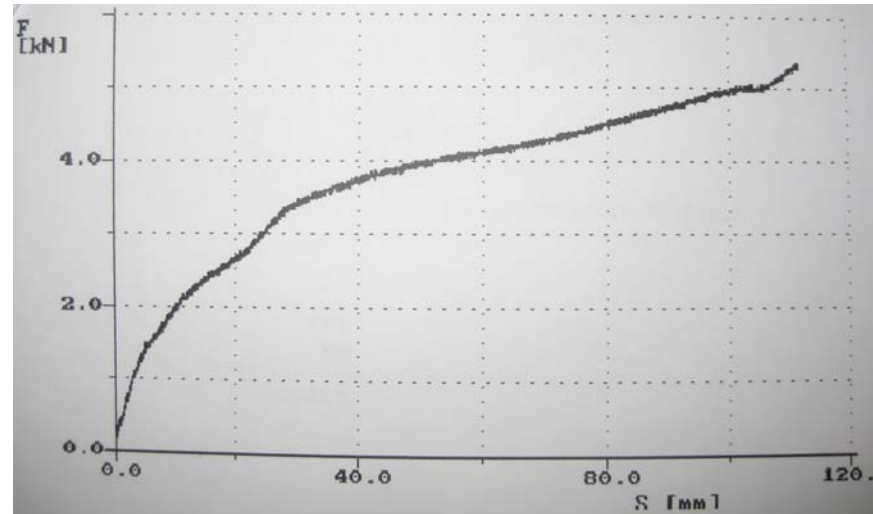
<b>Rundstahlbügel DN 300 Belastung in y-Richtung</b>		
<b>Probe Nr.</b>	<b>Maximalkraft <math>F_{\max}</math> [kN]</b>	<b>Bemerkung</b>
DN 300-Y-1	65,4	Kein Bruch
DN 300-Y-2	60,3	Kein Bruch
DN 300-Y-3	60,5	Kein Bruch
<b>Mittelwert</b>	<b>62,0</b>	
<b>Standardabweichung</b>	<b>2,9</b>	



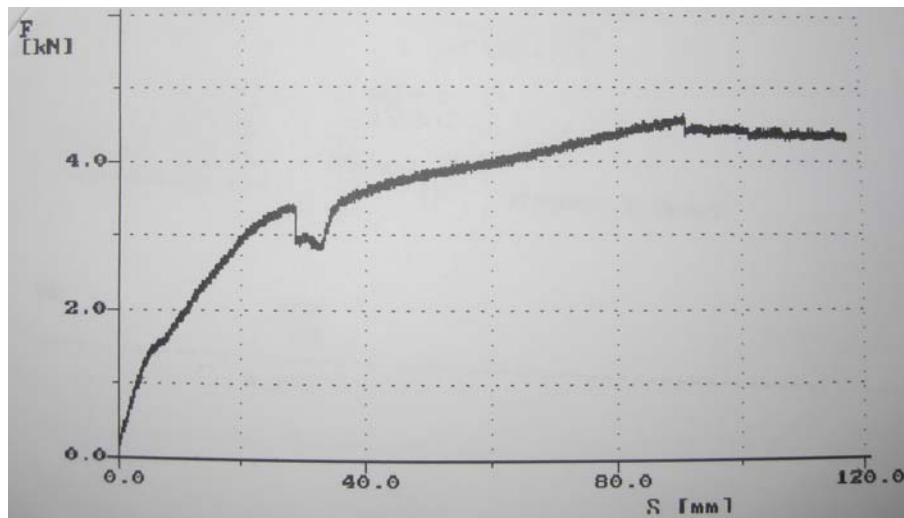
Rundstahlbügel DN 300 Belastung in z-Richtung		
Probe Nr.	Maximalkraft $F_{\max}$ [kN]	Bemerkung
DN 300-Z-1 <sup>1)</sup>	118,5	Durchbiegung der Vorrichtung zu groß
DN 300-Z-2	151,4	
DN 300-Z-3	147,3	
<b>Mittelwert</b>	<b>149,4</b>	
Standardabweichung	2,9	

1) Mittelwert ohne diese Probe ermittelt

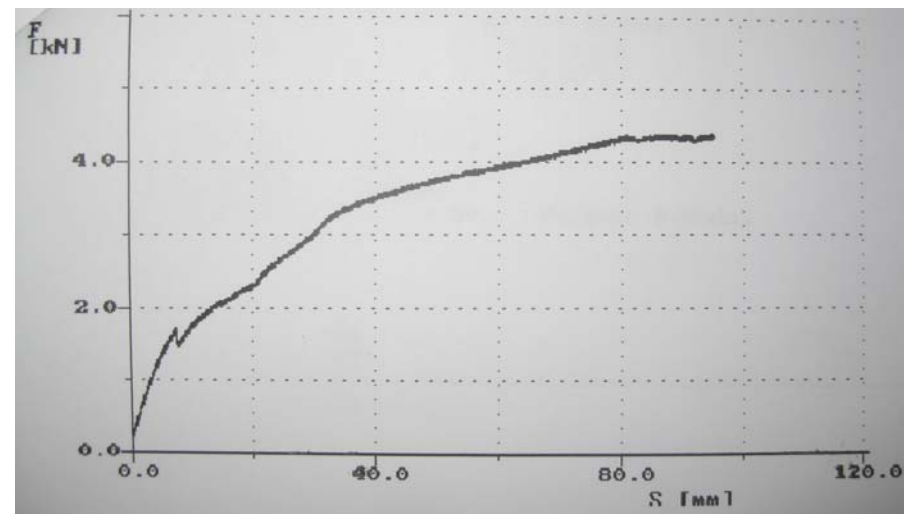
# Kraft-Weg Diagramme DN 300 x-Richtung



Probe\_1

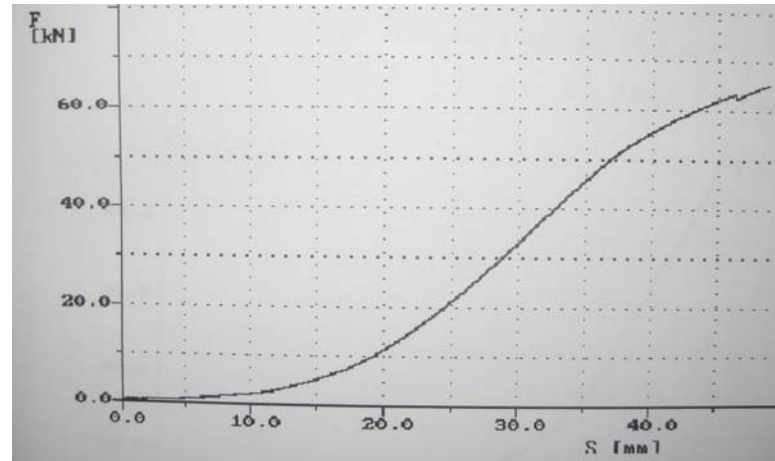


Probe\_2

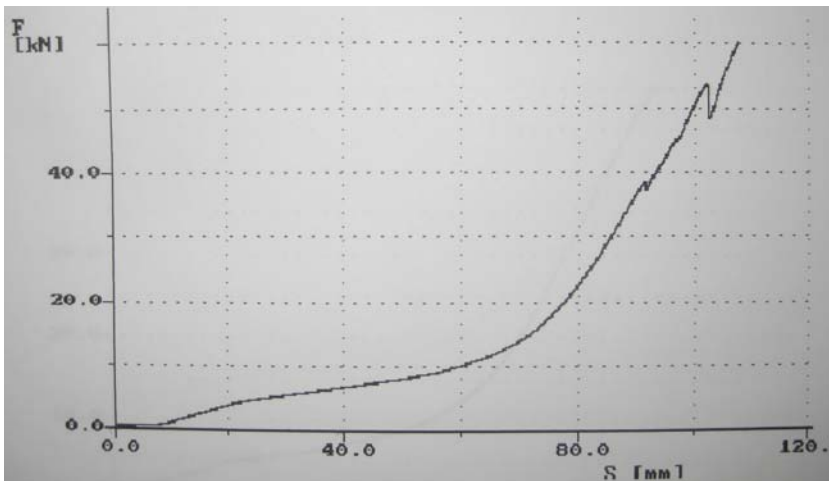


Probe\_3

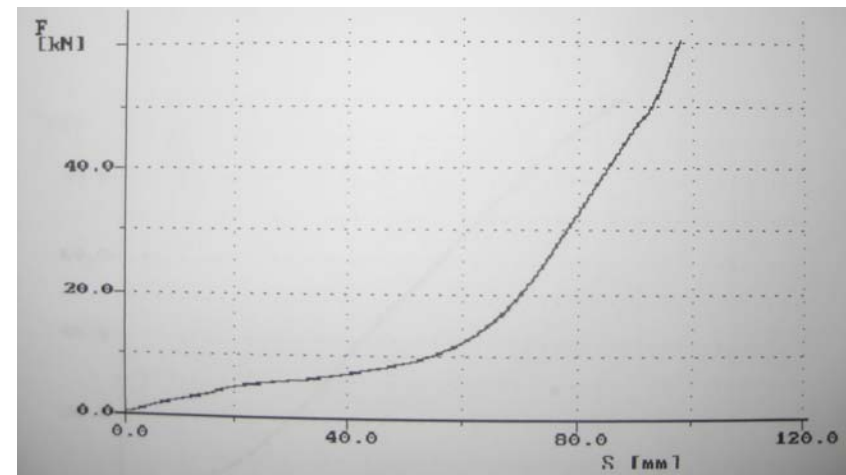
# Kraft-Weg Diagramme DN 300 y-Richtung



Probe\_1

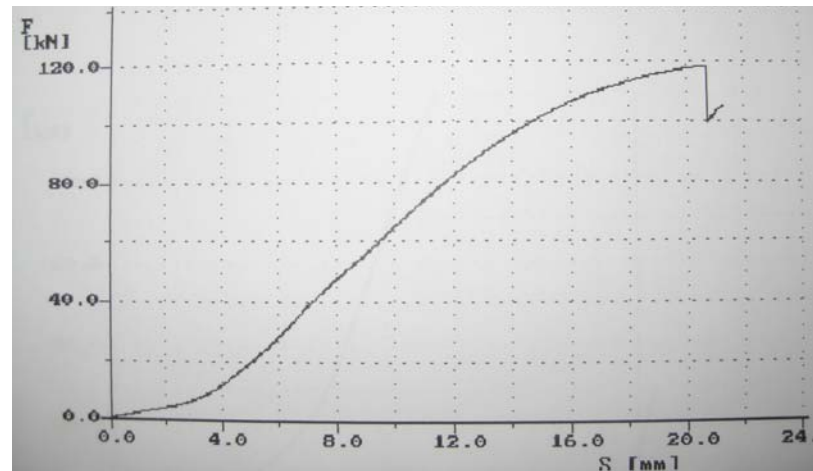


Probe\_2

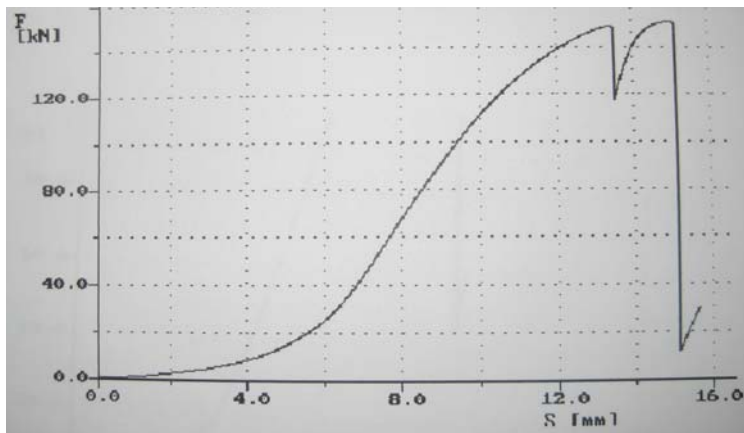


Probe\_3

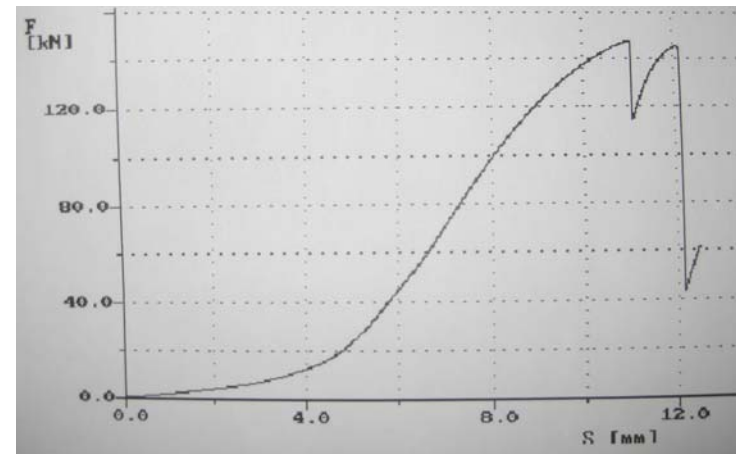
# Kraft-Weg Diagramme DN 300 z-Richtung



Probe\_1



Probe\_2

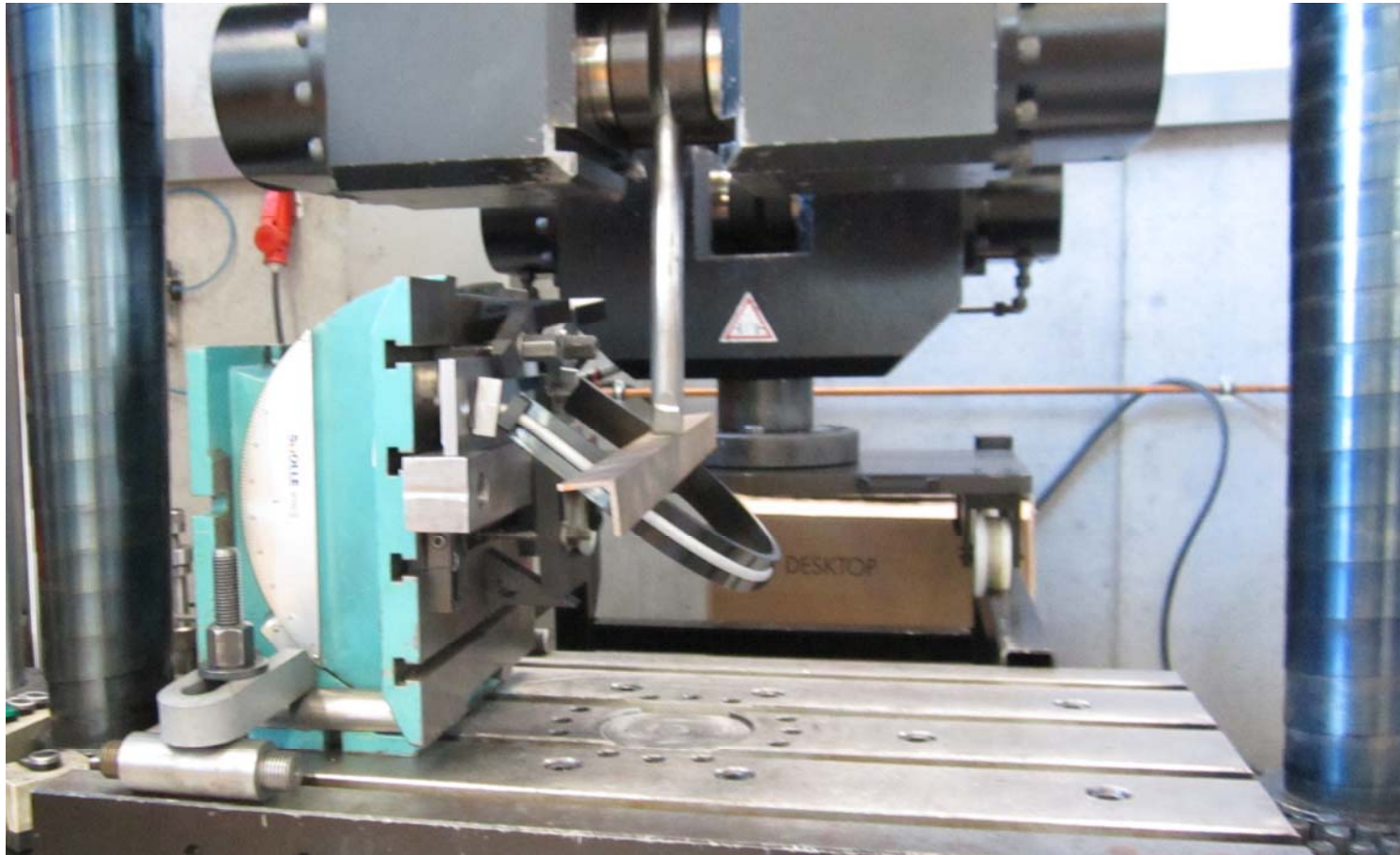


Probe\_3

# 6

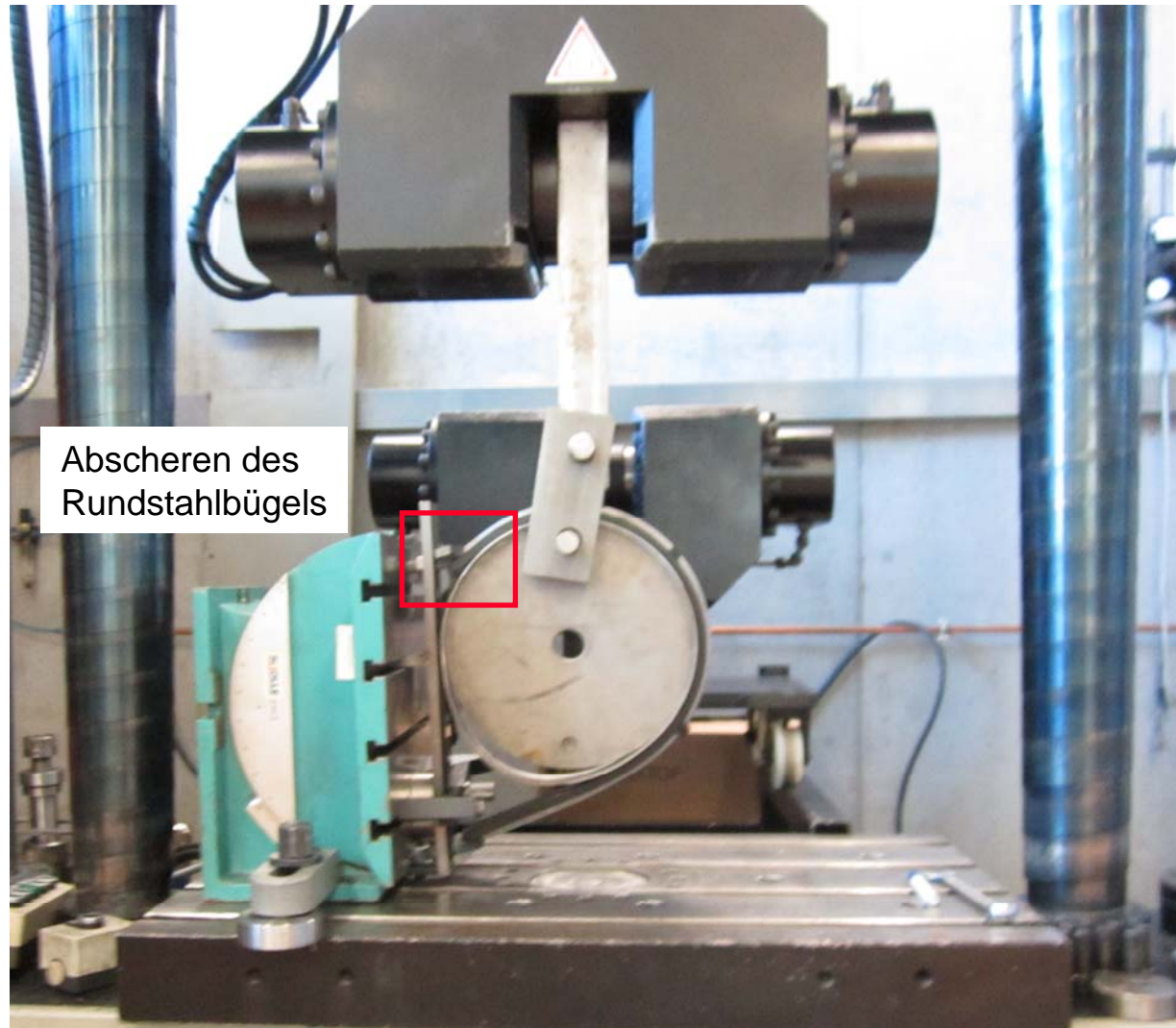
## *Schadensbilder*

---



Vollplastischer Zustand im  
Rundstahlbügel (Kollaps)

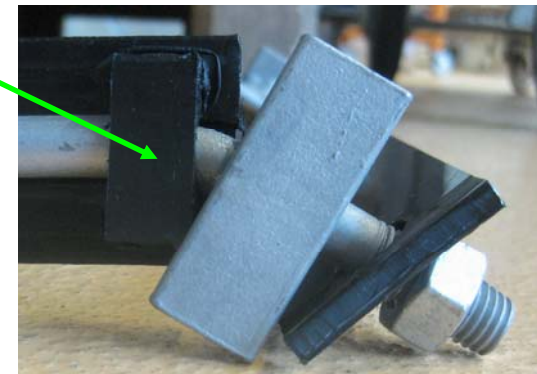
# Schadensbilder in Aufbauzustand y-Richtung



DN 250

DN 300

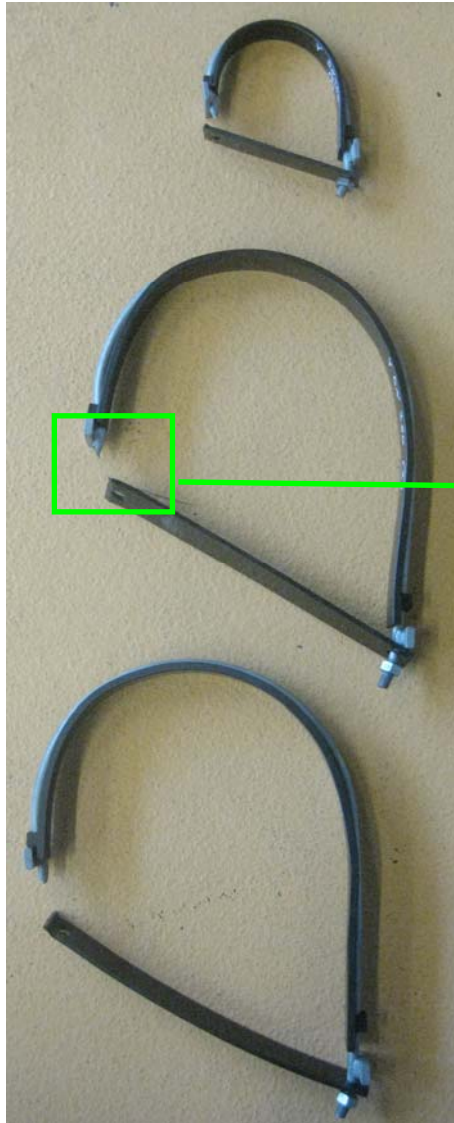
DN 100



Vollplastischer Zustand im  
Rundstahlbügel (Kollaps)

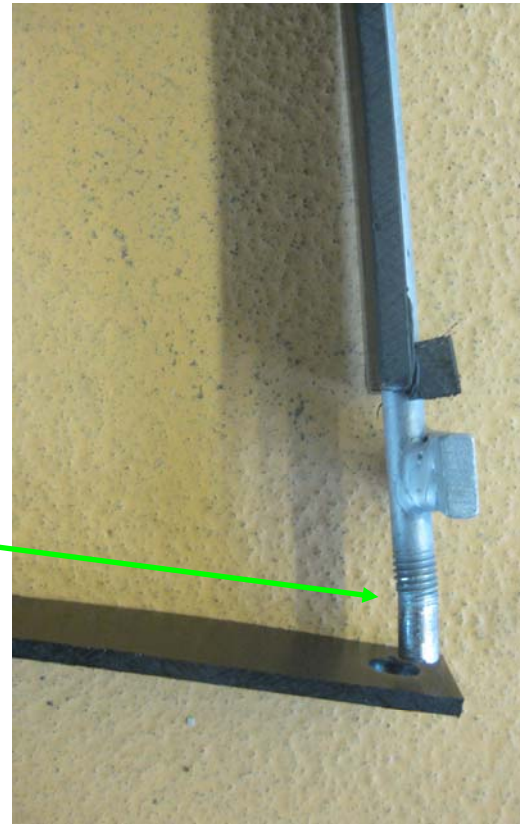


DN 100



Abscheren des  
Rundstahlbügels

# Schadensbilder z-Richtung



Abschälen des  
Gewindes

# **7**

# ***Zusammenfassung***

---

<b>Zusammenfassung Maximalkraft <math>F_{\max}</math> [kN]</b>			
<b>Belastungsrichtung</b>			
	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>
DN 100	3,0	27,1	50,4
DN 250	1,8	41,5	80,7
DN 300	4,8	62,0	149,4

# Zusammenfassung Maximalkräfte

