

Sonderversuch Federkonstante

Sonderversuch zum Hookschen Gesetz und die Abhängigkeit der
Federkonstanten von den Parametern Federdurchmesser und
Wichlungszahl bei der Firma Schnöring



Ziele

Einfluss der Parameter
Federaußendurchmesser
und Federwindungszahl
auf die
Federkonstante bzw. Federrate





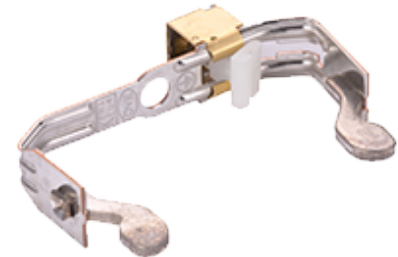
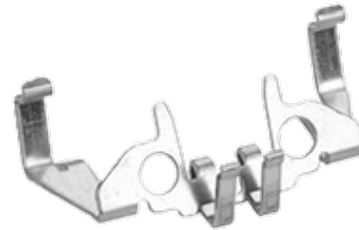
Schnöring

- Sauerland
- Produktion nach Kundenwünschen
- Große Mengen für viele Anwendungen



Bereiche

- Stanzbiegeteile
- Drahtbiegeteile
- Baugruppen
- Federn



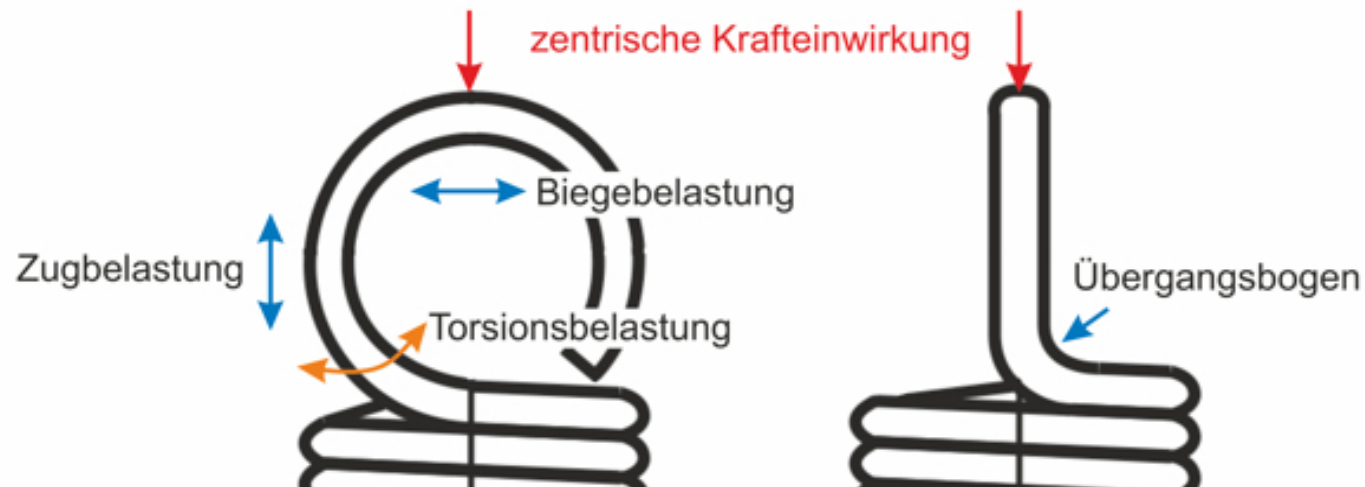
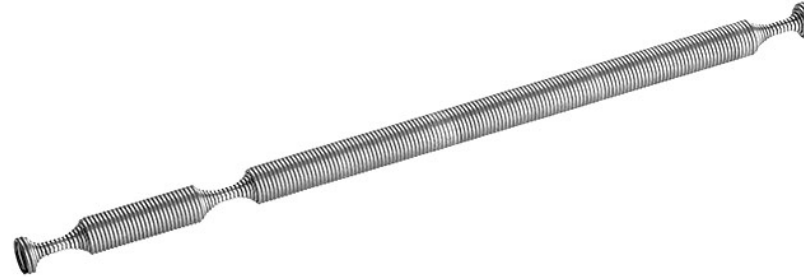
Federn

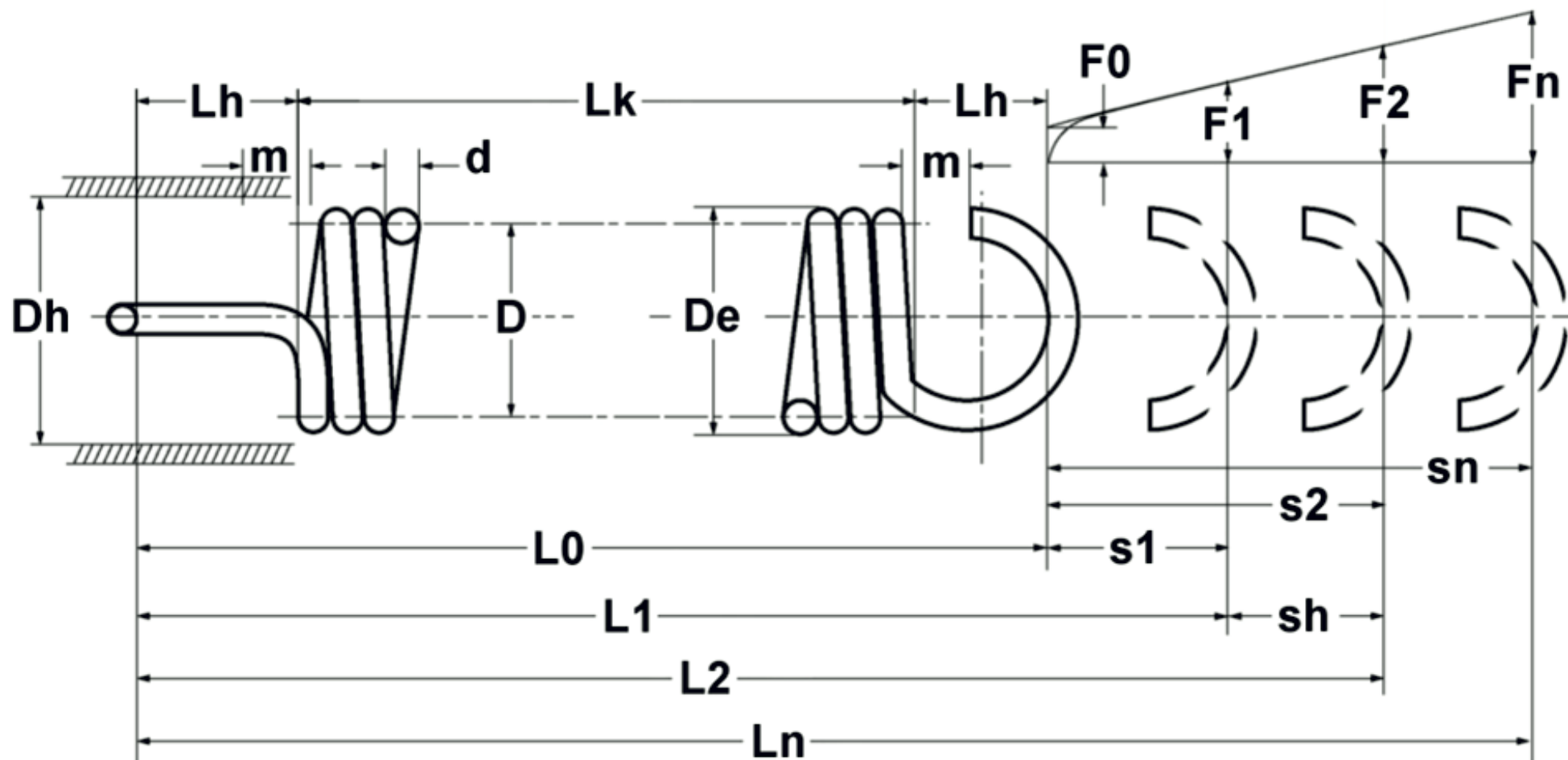
- Schenkelfedern
- Druckfedern
- Zugfedern



Zugfedern

- Trompetenfeder





	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K																																																																																
1																																																																																											
2	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Anzahl der federnden Windungen Active coils</td> <td>$i_f = 110,7\text{mm}$</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Windungsrichtung Coiling direction</td> <td>rechts (X) links (O)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Ösenform und Ösenstellung Eyelet shape and position</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>a) Ösen nach DIN 2097 Bild eyelets according to DIN 2097 figure</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>b) Ösen- bzw. Hakenöffnungen gegeneinander versetzt um (im Sinne der Rechtsschraube) eyelet or hook notch oppositely offset by (in terms of the right-hand thread)</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Arbeitsweg (Hub) Excursion</td> <td colspan="2">siehe Tab.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Federkonstante Spring constant</td> <td>$c =$</td> <td>N/mm</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Lastspielfrequenz Stress cycle frequency</td> <td>$n =$</td> <td>1/mm</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Arbeitstemperatur Application temperature</td> <td>von 0 bis 40 °C from to °C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Oberflächenschutz: Surface treatment:</td> <td>gewachst (O) geölt (X)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td colspan="3">Toleranzen nach DIN 2097 Tolerances to DIN 2097</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Gütegrad Grade</td> <td>grob rough</td> <td>mittel middle</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$D_s, D_i (D_e)$</td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L_s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>F_0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>F_1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>F_1 bis F_n</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>e_1, e_2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ösenstellung Eyelet position</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Drahtdurchmesser Wire diameter</td> <td colspan="2">siehe Tab.</td> </tr> </table>											1	Anzahl der federnden Windungen Active coils	$i_f = 110,7\text{mm}$	*	2	Windungsrichtung Coiling direction	rechts (X) links (O)		3	Ösenform und Ösenstellung Eyelet shape and position				a) Ösen nach DIN 2097 Bild eyelets according to DIN 2097 figure				b) Ösen- bzw. Hakenöffnungen gegeneinander versetzt um (im Sinne der Rechtsschraube) eyelet or hook notch oppositely offset by (in terms of the right-hand thread)			4	Arbeitsweg (Hub) Excursion	siehe Tab.		5	Federkonstante Spring constant	$c =$	N/mm	6	Lastspielfrequenz Stress cycle frequency	$n =$	1/mm	7	Arbeitstemperatur Application temperature	von 0 bis 40 °C from to °C		8	Oberflächenschutz: Surface treatment:	gewachst (O) geölt (X)		9	Toleranzen nach DIN 2097 Tolerances to DIN 2097				Gütegrad Grade	grob rough	mittel middle		$D_s, D_i (D_e)$		x		L_s				F_0				F_1				F_1 bis F_n				e_1, e_2				Ösenstellung Eyelet position				Drahtdurchmesser Wire diameter	siehe Tab.	
1	Anzahl der federnden Windungen Active coils	$i_f = 110,7\text{mm}$	*																																																																																								
2	Windungsrichtung Coiling direction	rechts (X) links (O)																																																																																									
3	Ösenform und Ösenstellung Eyelet shape and position																																																																																										
	a) Ösen nach DIN 2097 Bild eyelets according to DIN 2097 figure																																																																																										
	b) Ösen- bzw. Hakenöffnungen gegeneinander versetzt um (im Sinne der Rechtsschraube) eyelet or hook notch oppositely offset by (in terms of the right-hand thread)																																																																																										
4	Arbeitsweg (Hub) Excursion	siehe Tab.																																																																																									
5	Federkonstante Spring constant	$c =$	N/mm																																																																																								
6	Lastspielfrequenz Stress cycle frequency	$n =$	1/mm																																																																																								
7	Arbeitstemperatur Application temperature	von 0 bis 40 °C from to °C																																																																																									
8	Oberflächenschutz: Surface treatment:	gewachst (O) geölt (X)																																																																																									
9	Toleranzen nach DIN 2097 Tolerances to DIN 2097																																																																																										
	Gütegrad Grade	grob rough	mittel middle																																																																																								
	$D_s, D_i (D_e)$		x																																																																																								
	L_s																																																																																										
	F_0																																																																																										
	F_1																																																																																										
	F_1 bis F_n																																																																																										
	e_1, e_2																																																																																										
	Ösenstellung Eyelet position																																																																																										
	Drahtdurchmesser Wire diameter	siehe Tab.																																																																																									
10	<table border="1"> <tr> <td colspan="4">Fertigungsausgleich durch Production compensation through</td> </tr> <tr> <td>a) wenn eine Federkraft, die zugehörige gespannte Länge und L_0 vorgeschrieben sind if a spring resistance, the associated length of tensed spring and L_0 are specified</td> <td>F_0</td> <td>(O)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>b) wenn eine Federkraft, die zugehörige gespannte Länge und F_0 vorgeschrieben sind if a spring resistance, the associated length of tensed spring and F_0 are specified</td> <td>L_0, i, d</td> <td>(O)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>L_0, D_s</td> <td>(O)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>c) wenn zwei Federkräfte und die zugehörigen gespannten Längen vorgeschrieben sind if two spring resistances and associated lengths of tensed spring are specified</td> <td>i, d</td> <td>(X)</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td></td> <td>F_0, D_s</td> <td>(X)</td> <td></td> </tr> </table>											Fertigungsausgleich durch Production compensation through				a) wenn eine Federkraft, die zugehörige gespannte Länge und L_0 vorgeschrieben sind if a spring resistance, the associated length of tensed spring and L_0 are specified	F_0	(O)		b) wenn eine Federkraft, die zugehörige gespannte Länge und F_0 vorgeschrieben sind if a spring resistance, the associated length of tensed spring and F_0 are specified	L_0, i, d	(O)			L_0, D_s	(O)		c) wenn zwei Federkräfte und die zugehörigen gespannten Längen vorgeschrieben sind if two spring resistances and associated lengths of tensed spring are specified	i, d	(X)	*		F_0, D_s	(X)																																																									
Fertigungsausgleich durch Production compensation through																																																																																											
a) wenn eine Federkraft, die zugehörige gespannte Länge und L_0 vorgeschrieben sind if a spring resistance, the associated length of tensed spring and L_0 are specified	F_0	(O)																																																																																									
b) wenn eine Federkraft, die zugehörige gespannte Länge und F_0 vorgeschrieben sind if a spring resistance, the associated length of tensed spring and F_0 are specified	L_0, i, d	(O)																																																																																									
	L_0, D_s	(O)																																																																																									
c) wenn zwei Federkräfte und die zugehörigen gespannten Längen vorgeschrieben sind if two spring resistances and associated lengths of tensed spring are specified	i, d	(X)	*																																																																																								
	F_0, D_s	(X)																																																																																									
	<p>Bemerkungen : Remarks:</p> <p>Prüfkriterium für Pos.6: 250 000 Doppelhübe nach HS 129. Hubzahl muß montiert in BG. Selbstschließvorrichtung erreicht werden. Test criterion for pos.6: 250 000 double strokes according to HS 129. Stroke rate must be realised assembled in self-closing component.</p> <p>Anlassen bei 180° Anneal at 180°</p>																																																																																										

Gleichmäßig konisch symmetrischer
Übergang des Trompetenauslaufes
über 3 bis 4 Windungen!
Federenden eng anliegend.
Wickelende darf nicht über D_a
überstehen !

FEDERBERECHNUNG

Werkstoff: x10CrNi18-8 DIN EN 10270-3

Drahtdurchmesser	d	=	0.430	mm
äußerer Federdurchmesser	De	=	3.600	mm
Abweichung D	AD	= ±	0.100	mm *
Anzahl der wirksamen Windungen	n	=	121.526	
Länge der unbelasteten Feder, Innenkante Ösen	Lo	=	64.796	mm
innere Vorspannkraft	Fo	=	1.849	N
zulässiges Fo	Fozul	=	1.520	N *
Länge der belasteten Feder, Innenkante Ösen	L1	=	105.000	mm
Federkraft bei L1	F1	=	5.000	N
Abweichung von F1	AF1	= ±	0.250	N *
Länge der belasteten Feder, Innenkante Ösen	L2	=	142.000	mm
Federkraft bei L2	F2	=	7.900	N
Abweichung von F2	AF2	= ±	0.300	N *
Länge des unbelasteten Federkörpers mit Vorsp.	Lk	=	52.471	mm
größte zulässige Prüflänge der Feder	Ln	=	157.697	mm
höchste zulässige Federkraft bei Ln	Fn	=	9.130	N
Federrate	R	=	0.078	N /mm

innere Schubspannung, zugeordnet Fo	to	=	187.717	N /mm ²
zulässige innere Schubspannung, zugeordnet Fo	tozul	=	154.305	N /mm ²
Schubspannung, zugeordnet F1	ti1	=	507.650	N /mm ²
Schubspannung, zugeordnet F2	ti2	=	802.086	N /mm ²
Hubspannung, zugeordnet Fh = F2 - F1	tih	=	294.437	N /mm ²
zulässige Schubspannung	tzul	=	927.000	N /mm ²

korrigierte Schubspannung, zugeordnet F1	tk1	=	603.475	N /mm ²
korrigierte Schubspannung, zugeordnet F2	tk2	=	953.490	N /mm ²
korrigierte Hubspannung, zugeordnet Fh	tkh	=	350.015	N /mm ²
korrigierte zul. Oberspannung	tk0	=	873.418	N /mm ²
korrigierte zul. Hubspannung, zugeordnet Fh	tkH	=	269.944	N /mm ²
Spannungsbeiwert abhängig von w	k	=	1.189	

Spannungsbeiwert abhängig von w	q	=	1.124	
---------------------------------	---	---	-------	--

Wickelverhältnis	w	=	7.372	
Ösenhöhe LH1 + LH2	2LH	=	12.325	mm
eine "se LH = Di *		=	2.249	

zulässige Abweichungen nach DIN 2097:

Gütegrad 2	Gütegrad 1	
AD ± 0.150	± 0.100	mm
AF1 ± 0.489	± 0.308	mm
AF2 ± 0.532	± 0.335	mm

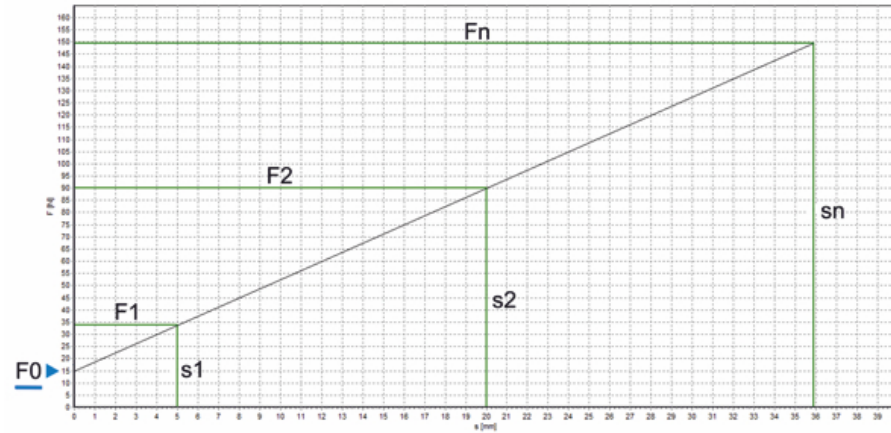
Fertigungsausgleich: Fo, Lo, n und d

Bemerkung: Theoretische gestr. Drahtlänge 1476 mm - Gewicht: 1,694 kg / 1000 Stück

Hooksches Gesetz

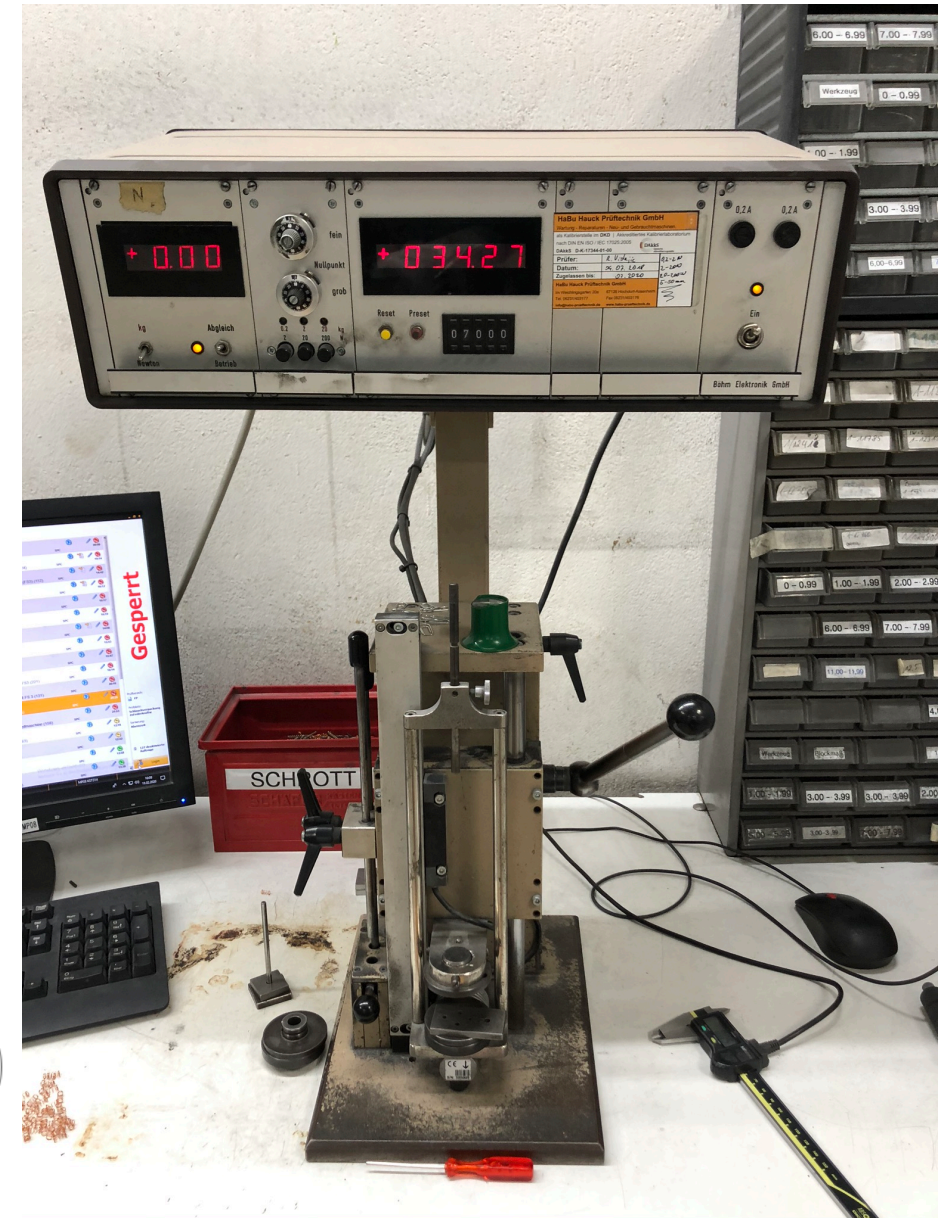
$$F = \frac{Gd^4 s}{8D^3 n_{wirk}} + F_0 = R \cdot s + F_0,$$

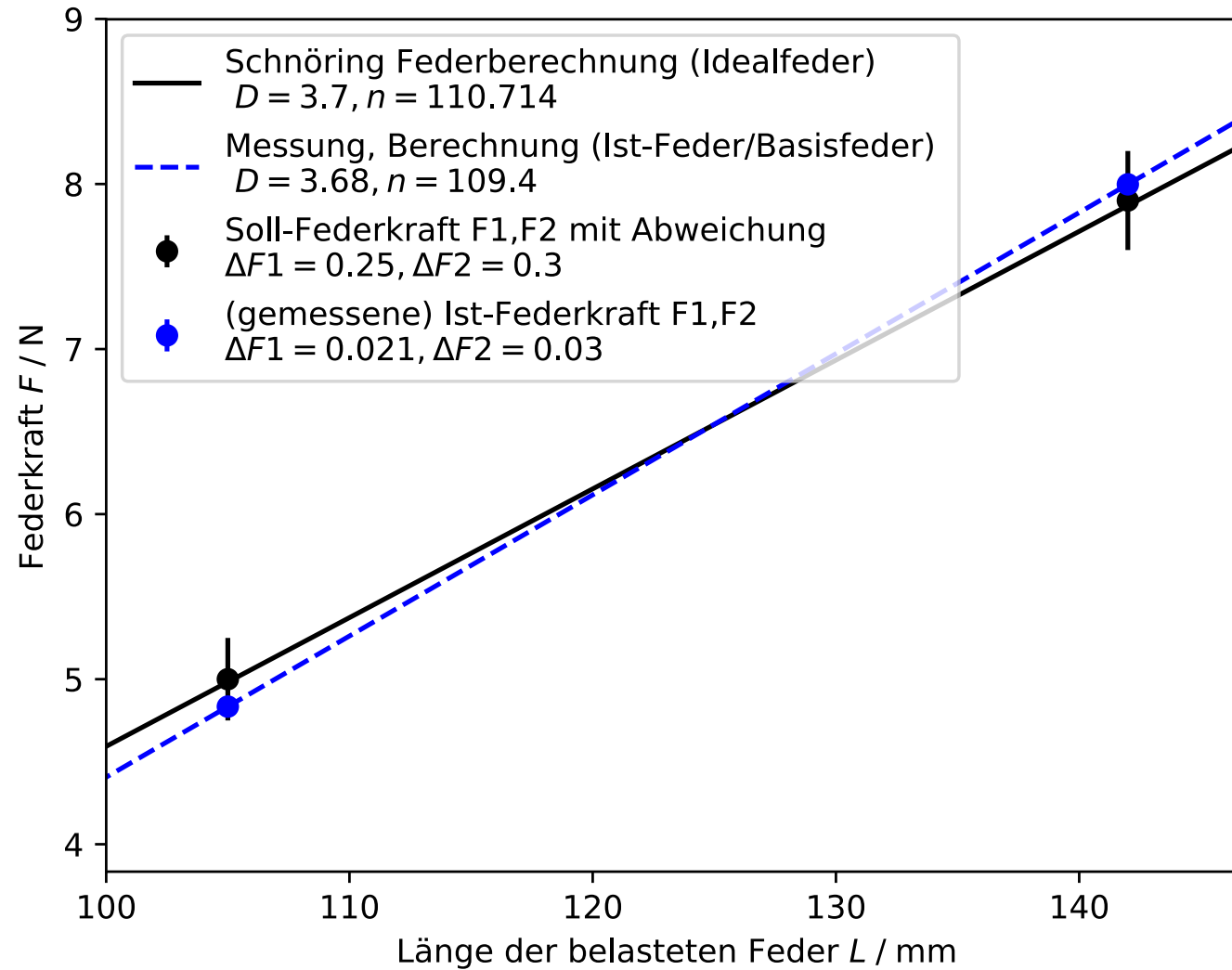
$$R = \frac{\Delta F}{s} = \frac{Gd^4}{8D^3 n_{wirk}}$$



Durchführung des Versuchs

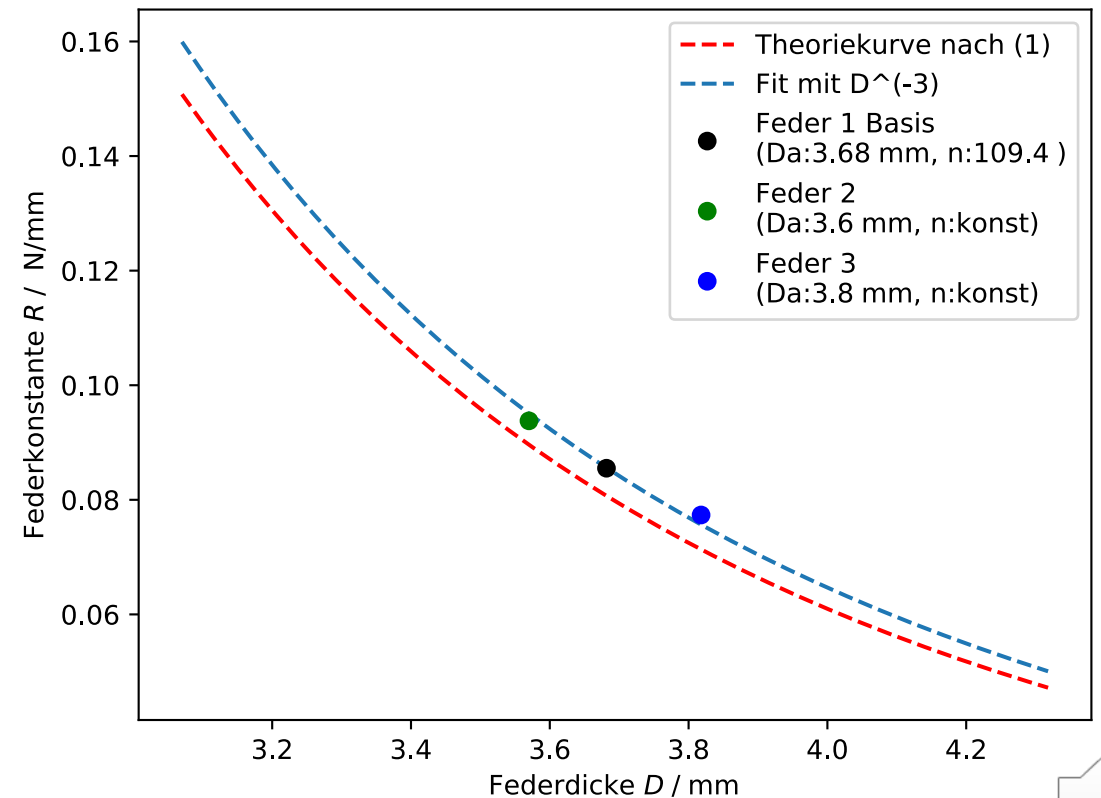
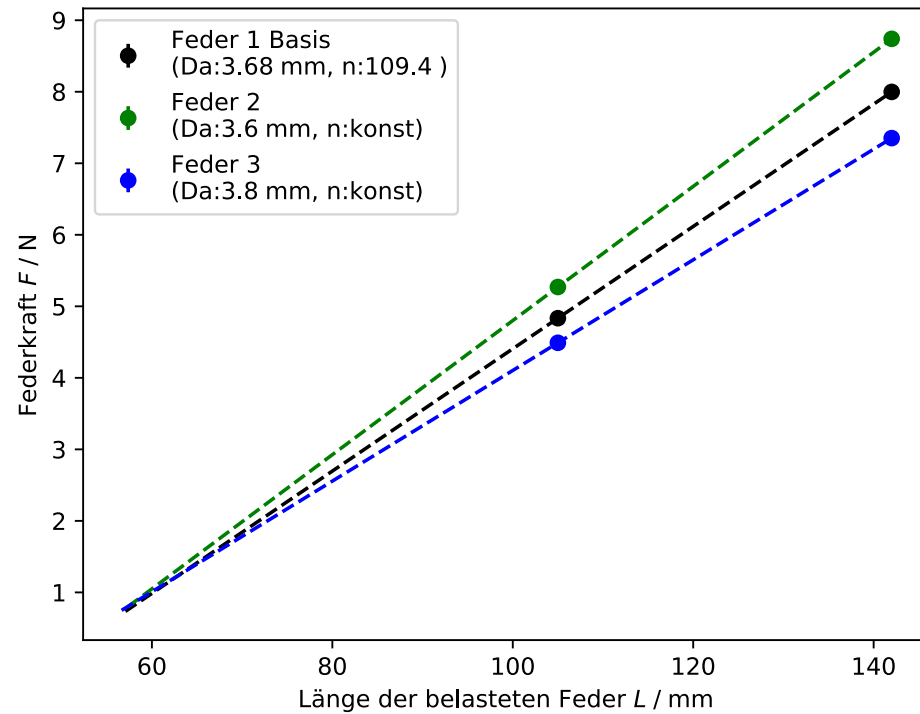
- Basisfeder Stückzahl 6
- 2 x Feder mit verändertem Durchmesser
- 2 x Feder mit veränderter Windungszahl
- Stückzahl jeweils 5



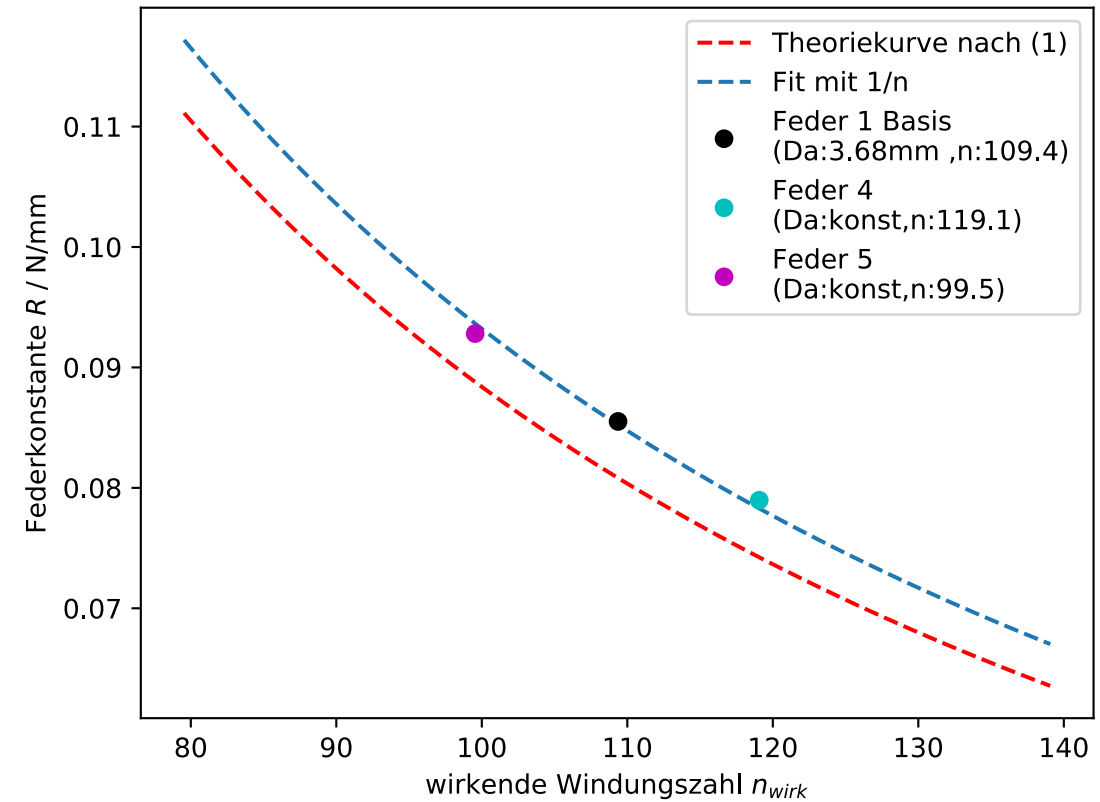
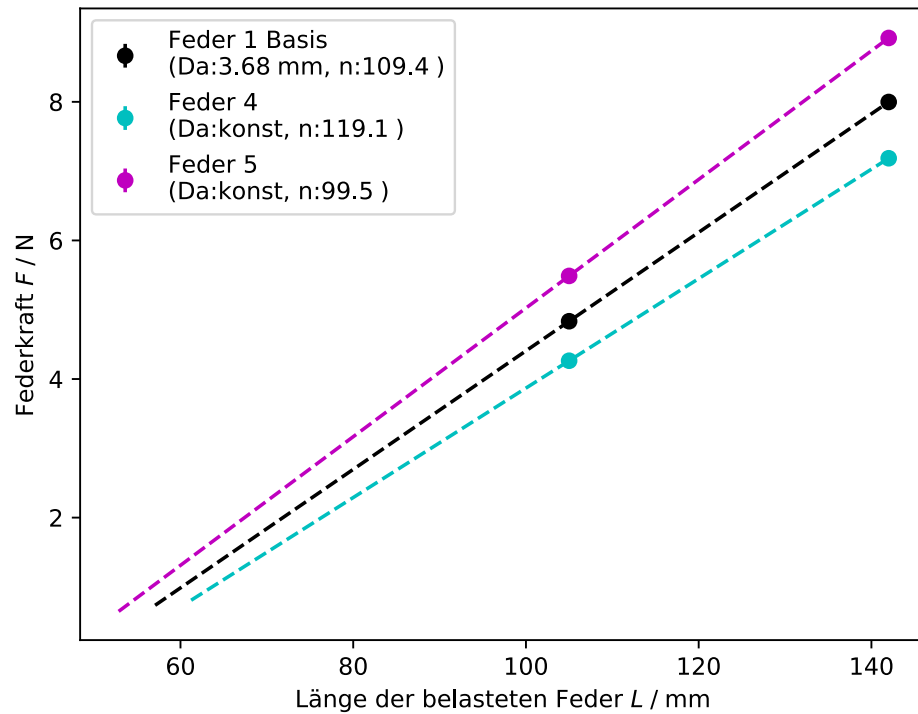


Auswertung

$$R = \frac{\Delta F}{s} = \frac{Gd^4}{8D^3n_{wirk}}$$



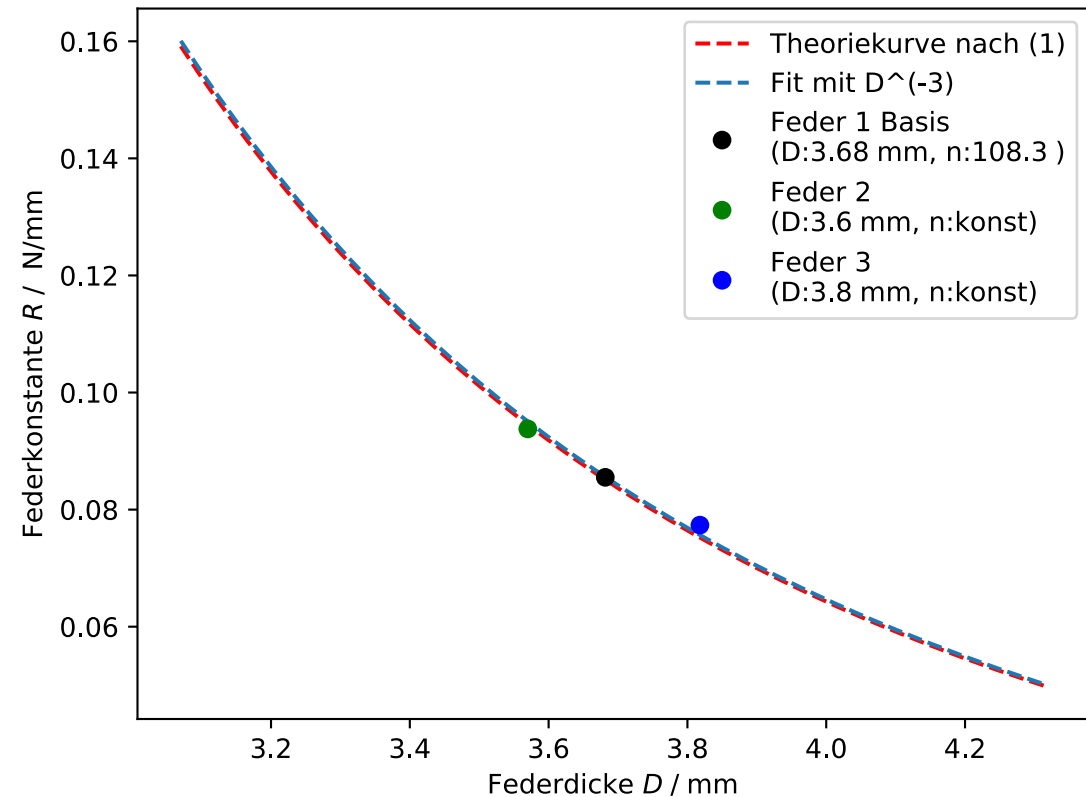
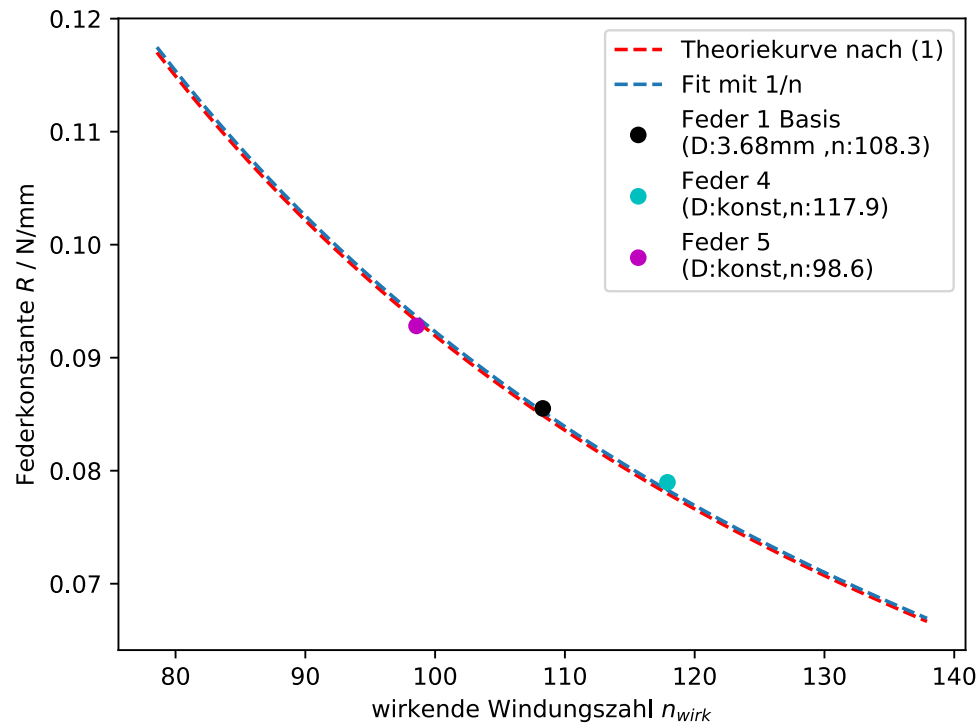
$$R = \frac{\Delta F}{s} = \frac{Gd^4}{8D^3n_{wirk}}$$



Diskussion

$$d_{ang} \approx 0.435 \text{ mm}$$

$$\Delta d = d - d_{ang} = 0.005 \text{ mm}$$



Theorie zur Masse

$$\vec{x}(\phi) = \begin{pmatrix} R \cos(\phi) \\ R \sin(\phi) \\ \frac{a}{2\pi} \phi \end{pmatrix} \quad \vec{x}'(t) = \begin{pmatrix} -R \sin(\phi) \\ R \cos(\phi) \\ a \end{pmatrix}$$

$$a = \frac{L}{n \cdot 2\pi} \quad R = \frac{1}{2}D$$

$$L = \int_0^{2\pi n} \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} d\phi = \phi \sqrt{R^2 + \frac{a^2}{4\pi^2}} \Big|_0^{2\pi n} = 2\pi n \sqrt{R^2 + \frac{a^2}{4\pi^2}}$$



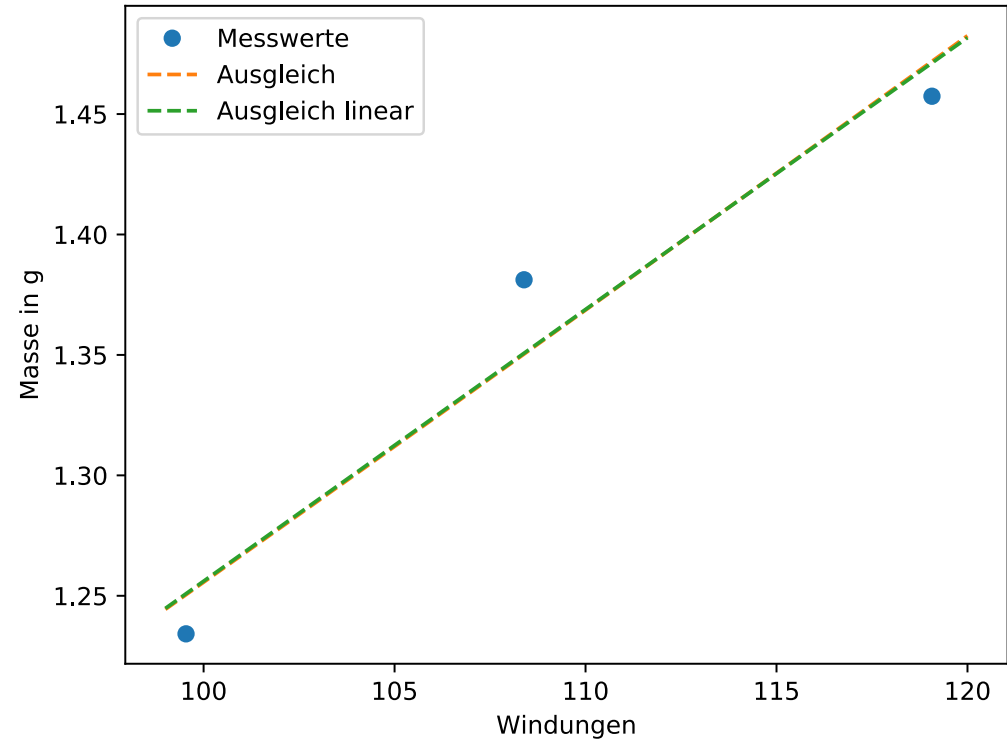
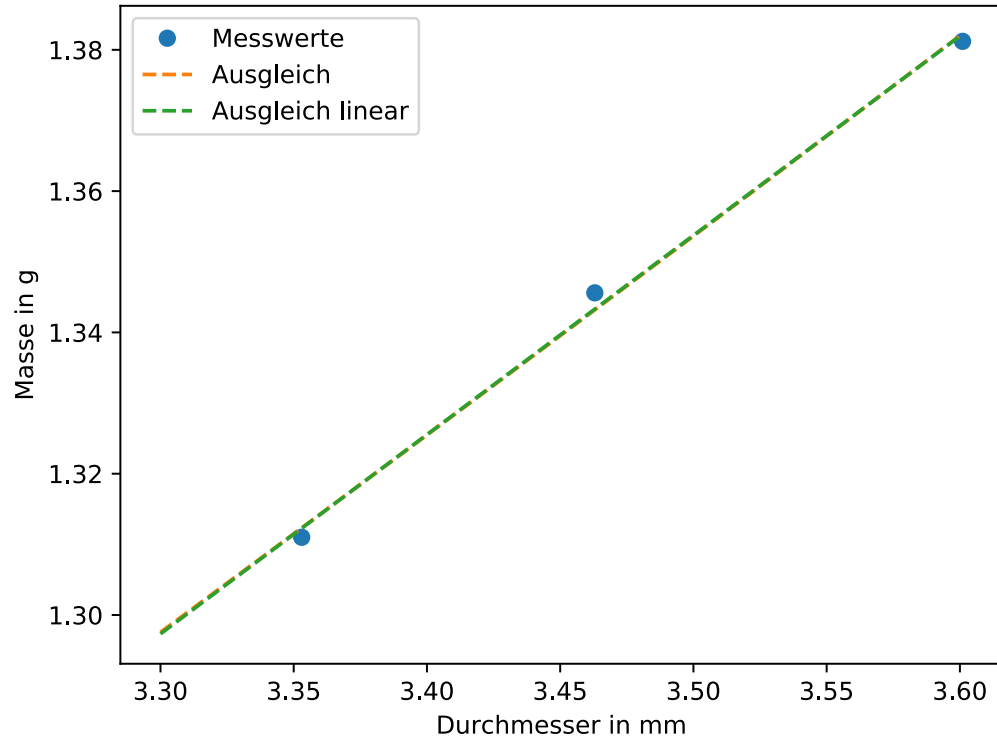
$$M = V \cdot \rho$$

$$L = 2\pi n \sqrt{R^2 + \frac{a^2}{4\pi^2}}$$

$$M = V \cdot \rho = \pi r^2 L \rho = 2\pi^2 r^2 n \sqrt{R^2 + \frac{a^2}{4\pi^2}} \rho.$$

$$M = \frac{2\pi^2 r^2 d^4 s \rho}{8D^3 (F - F_0)} \sqrt{\frac{1}{4} D^2 + \frac{r^2}{\pi^2} \rho}$$





- Modell erstellt aber nicht Zielführend
- Modell lässt sich nicht überprüfen



Quellen

- www.schnoering.de