

4 Ergebnisse

4.1 Elementanalyse der Nickel-Titan-Legierung

Die Ergebnisse der quantitativen Elementanalyse der Nickel-Titan-Legierung mittels energiedispersiver Röntgenmikrobereichanalyse (EDAX) sind in der Tab. 6 dargestellt. Die Konzentrationen der ermittelten Elemente sind in Massenprozent angegeben.

Offensichtlich sind alle untersuchten Instrumente aus 55-Nitinol hergestellt. Die geringfügigen Unterschiede in der Zusammensetzung lassen sich durch Meßungenauigkeiten erklären.

Instrument	Ni	Ti	Fe	Al	Co + Cr
ProFile	54,26	45,42	0,04	max. 0,01	0,26
HERO	54,37	45,32	0,04	max.0,01	0,26
FlexMaster	55,28	44,42	0,03	max. 0,01	0,24
K³	54,55	45,12	0,04	max. 0,01	0,27
RaCe	55,25	44,49	0,03	max. 0,01	0,21

Tab. 6: Die Legierungszusammensetzung der untersuchten Nickel-Titan-Instrumente [in Massenprozent].

4.2 Instrumentendurchmesser und Konizität

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind tabellarisch dargestellt. Die Meßwerte, die im Abstand von 3 und 13 mm von der Instrumentenspitze des Wurzelkanalinstrumentes ermittelt wurden (vgl. Kapitel 3.3), sind in den unten aufgeführten Tabellen mit D_3 bzw. D_{13} bezeichnet. Um die ermittelten Meßwerte interpretieren zu können, ist die Angabe der Normwerte, wie sie in der ISO-Norm 3630-1 für ISO-genormte Instrumente festgelegt sind, hilfreich.

Der D_1 -Wert (Abb. 4) entspricht der ISO-Größe des Instruments in 1/100 mm. Der Durchmesser nimmt definitionsgemäß bei jedem Wurzelkanalinstrument kontinuierlich von dem D_1 -Wert, der Spitze des Instruments, bis zum Ende des Arbeitsteils, dem D_2 -Wert (Abb. 4), zu. Um wieviele Millimeter aber der Instrumentendurchmesser zunimmt, ist von der Konizität abhängig. So nimmt der Durchmesser bei einem Wurzelkanalinstrument mit 2 %-iger Konizität um 0,02 mm, bei einem mit 4 %-iger um 0,04 mm und bei einem mit 6 %-iger um 0,06 mm pro mm des Arbeitsteiles zu.

4.2.1 Auswertung der ermittelten Daten

Die experimentell ermittelten Werte des Instrumentendurchmessers an den beiden Meßpunkten, welche jeweils 3 mm (D_3) bzw. 13 mm (D_{13}) von der Instrumentenspitze entfernt lagen (jeweils das arithmetische Mittel aus $n=12$ Messungen) sind in der Tabelle 7 dargestellt.

Es resultierte bei der Bestimmung der Instrumentendurchmesser eine weitgehende Übereinstimmung mit den maßlichen Vorgaben der ISO-Norm 3630-1, nach der die zulässige Toleranz für die Instrumente mit 2 %-iger Konizität $\pm 0,02$ mm, beträgt.

Bei einigen Instrumenten ist der gemessene Durchmesser tendenziell eher an der oberen Grenze der Normvorgaben (z. B. HERO 2 % Größe 30, HERO 6 % Größe 25, K³ 4 % Größe 30, FlexMaster 6 % Größe 30), bei einigen eher an der unteren Grenze der Normvorgaben (z. B. ProFile 6 % Größe 30, RaCe 4 % Größe 30).

4.3 Biegeverhalten

In der ISO-Norm 3630-1 sind für die Nickel-Titan-Instrumente Mindestanforderungen bezüglich des Biegeverhaltens nicht definiert. Vergleicht man die Ergebnisse hinsichtlich des Biegeverhaltens jedoch mit den herkömmlichen Edelstahlinstrumenten, für die in der ISO-Norm 3630-1 Mindestanforderungen bezüglich des Biegeverhaltens definiert sind, so stellt man fest, daß diese Vorgaben durch die Nickel-Titan-Instrumente ausnahmslos erfüllt wurden.

4.3.1 Auswertung der ermittelten Daten

Die statistischen Auswertungen erfolgten entweder mittels einfacher Varianzanalyse (ANOVA und post-hoc Student-Newman-Keuls-Test) für Mehrfachvergleiche oder anhand des t-Tests zum Vergleich zweier Mittelwerte.

• Instrumente mit 2 %-iger Konizität

Konizität	Instrument	Größe	\bar{X}	s	Min	Max	Signifikanz
2%	HERO	25	14,11	2,69	10,01	16,51	P = 0,176
	FlexMaster	25	15,64	2,66	10,84	21,68	
	HERO	30	31,34	2,23	28,37	35,86	P < 0,0001
	FlexMaster	30	25,22	1,78	22,52	27,52	
	HERO	35	41,14	5,55	31,69	50,04	P = 0,057
	FlexMaster	35	37,25	3,76	31,79	46,7	

Tab. 8: Biegemoment der untersuchten Instrumente mit 2 %-iger Konizität.

• Instrumente mit 4 %-iger Konizität

Konizität	Instrument	Größe	\bar{X}	s	Min	Max	Signifikanz
4%	ProFile	25	25,09	3,81	20,02	30,86	
	HERO	25	34,75	6,22	27,52	46,7	*
	FlexMaster	25	33,29	5,91	23,35	40,87	*
	K ³	25	46,5	4,15	40,03	54,21	
	RaCe	25	17,58	2,2	15,01	21,68	
	ProFile	30	24,74	4,43	39,19	52,54	
	HERO	30	51,43	6,36	37,53	58,38	*
	FlexMaster	30	52,68	6,61	44,2	65,05	*
	K ³	30	77,14	3,53	70,89	82,56	
	RaCe	30	24,74	2,64	21,68	30,02	
	ProFile	35	65,33	6,17	53,37	73,39	
	K ³	35	116,62	11,51	96,74	134,27	
	RaCe	35	36,76	3,75	30,86	44,2	

* Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich.

Tab. 9: Biegemoment der untersuchten Instrumente mit 4 %-iger Konizität.

• Größe 25

Die Instrumente der Firma Kerr K³ zeigten die größten (46,5 gcm) durchschnittlichen Biegemomente. Die geringsten (17,58 gcm) und damit die besten Biegemomente wiesen die RaCe-Instrumente auf.

• Größe 30

Bei den Untersuchungen dieser Instrumentengruppe zeigten ebenfalls die K³-Instrumente die größten (77,14 gcm) und die RaCe-Instrumente die geringsten (24,74 gcm) mittleren Biegemomente.

• Größe 35

Auch bei diesen Instrumenten wiesen die K³-Instrumente die größten (116,62 gcm) und die Race-Instrumente die geringsten (36,76 gcm) Biegemomente auf.

• Instrumente mit 6 %-iger Konizität

Konizität	Instrument	Größe	\bar{X}	s	Min	Max	Signifikanz
6%	ProFile	25	46,07	5,05	39,19	55,04	
	HERO	25	73,25	4,89	65,05	80,89	*
	FlexMaster	25	66,51	6,57	60,05	80,06	*
	K ³	25	92,16	8,02	75,89	103,42	
	ProFile	30	67,41	5,84	56,71	75,04	
	HERO	30	113,01	13,56	87,57	137,61	
	FlexMaster	30	85,97	4,76	80,06	95,57	
	K ³	30	139,9	8,28	127,6	151,78	
	ProFile	35	100,78	6,36	91,74	111,76	
	FlexMaster	35	127,05	1,56	122,59	128,44	
	K ³	35	139,56	11,98	113,42	155,96	

* Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich.

Tab. 10: Biegemoment der untersuchten Instrumente mit 6 %-iger Konizität.

• Größe 25

Die größten (92,16 gcm) Biegemomente wiesen K³-Instrumente auf und die geringsten (46,07 gcm) Biegemomente zeigten die Race-Instrumente.

• Größe 30

Bei den Instrumenten der Größe 30 waren die K³-Instrumente durch die größten (139,9 gcm) Biegemomente gekennzeichnet. Die geringsten (67,41 gcm) Werte waren bei den ProFile-Instrumenten zu beobachten.

• Größe 35

Hier zeigten sich die größten (139,56 gcm) Biegemomente bei den K³-Instrumenten. Die geringsten (100,78 gcm) Biegemomente wiesen die ProFile-Instrumente auf.

Die Biegemomente sind graphisch in den Abbildungen 10 a-e als Mittelwert und Standardabweichung dargestellt:

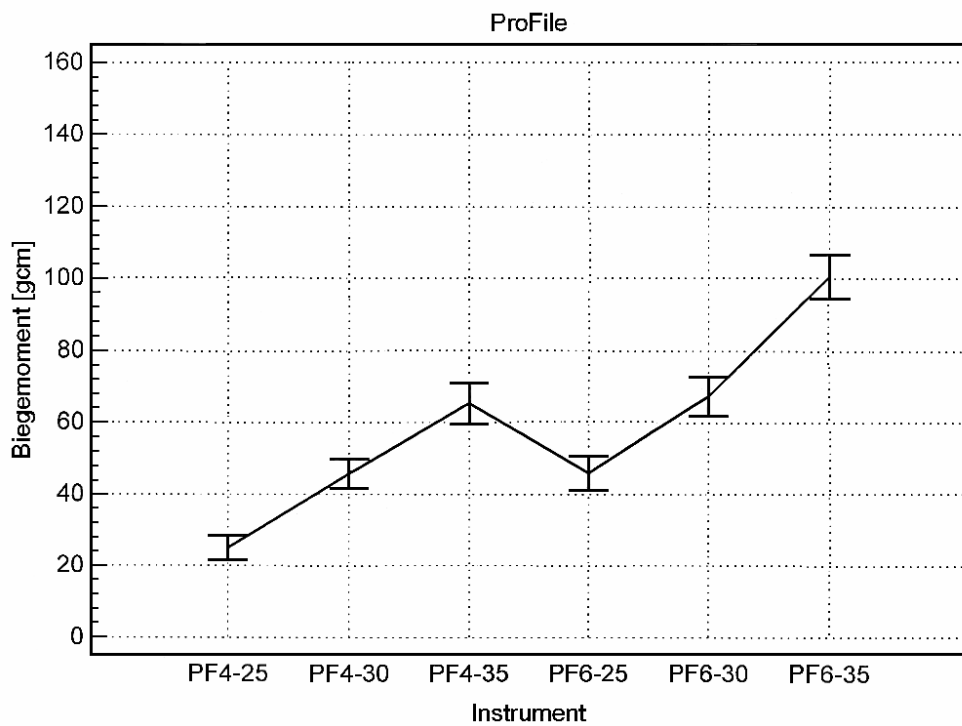


Abb. 10a: Biegemoment [gcm] der untersuchten ProFile-Instrumente.

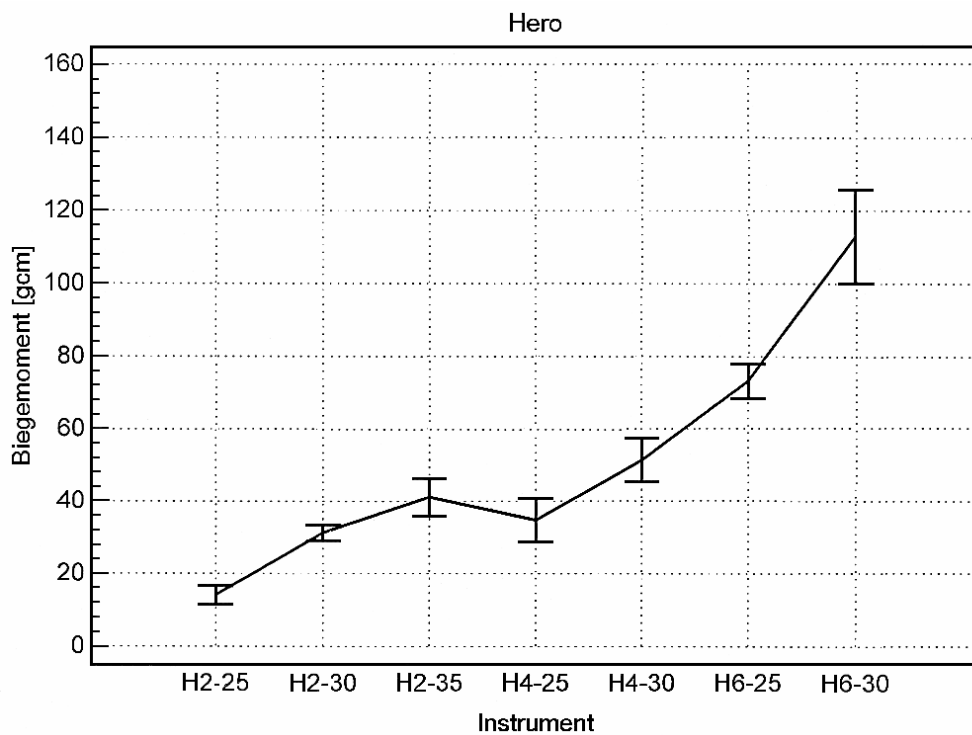


Abb. 10b: Biegemoment [gcm] der untersuchten HERO-Instrumente.

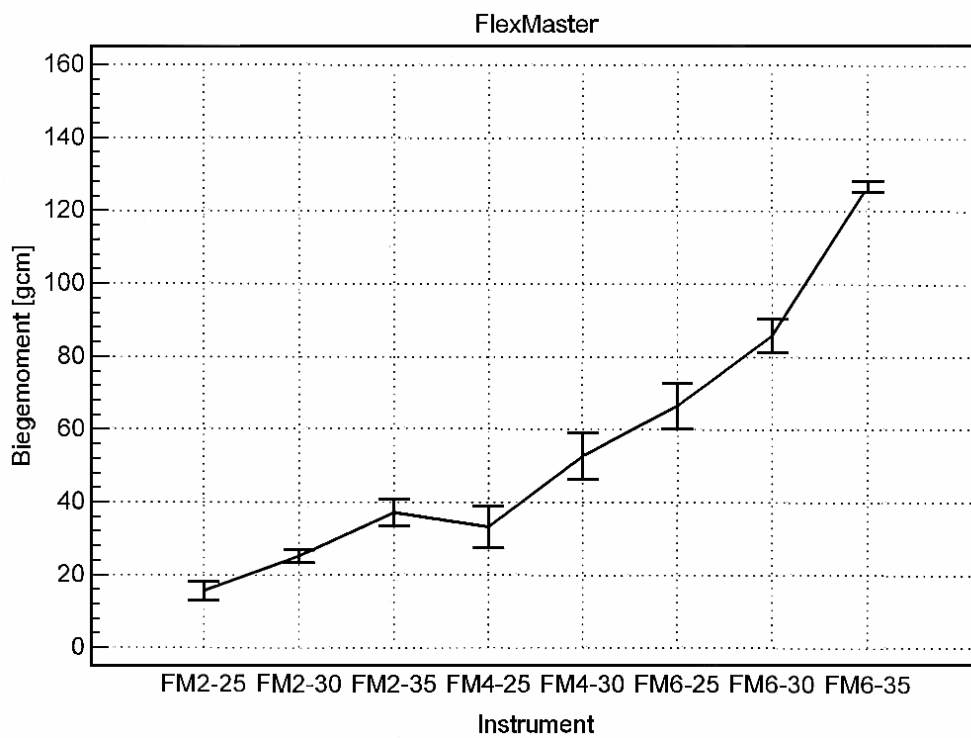


Abb. 10c: Biegemoment [gcm] der untersuchten FlexMaster-Instrumente.

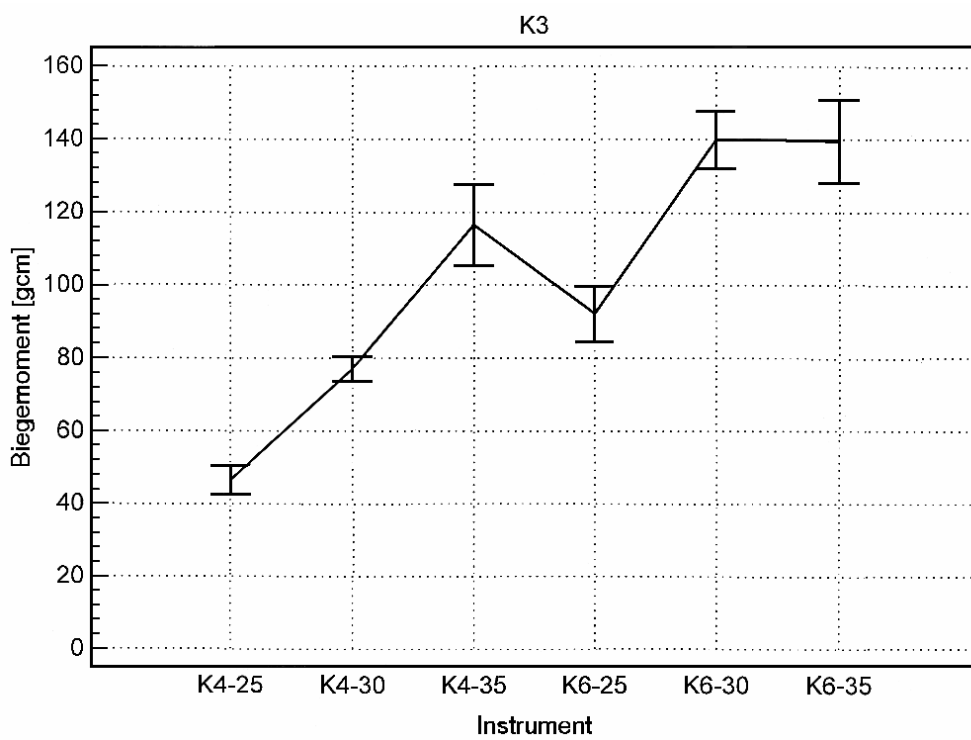


Abb. 10d: Biegemoment [gcm] der untersuchten K³-Instrumente.

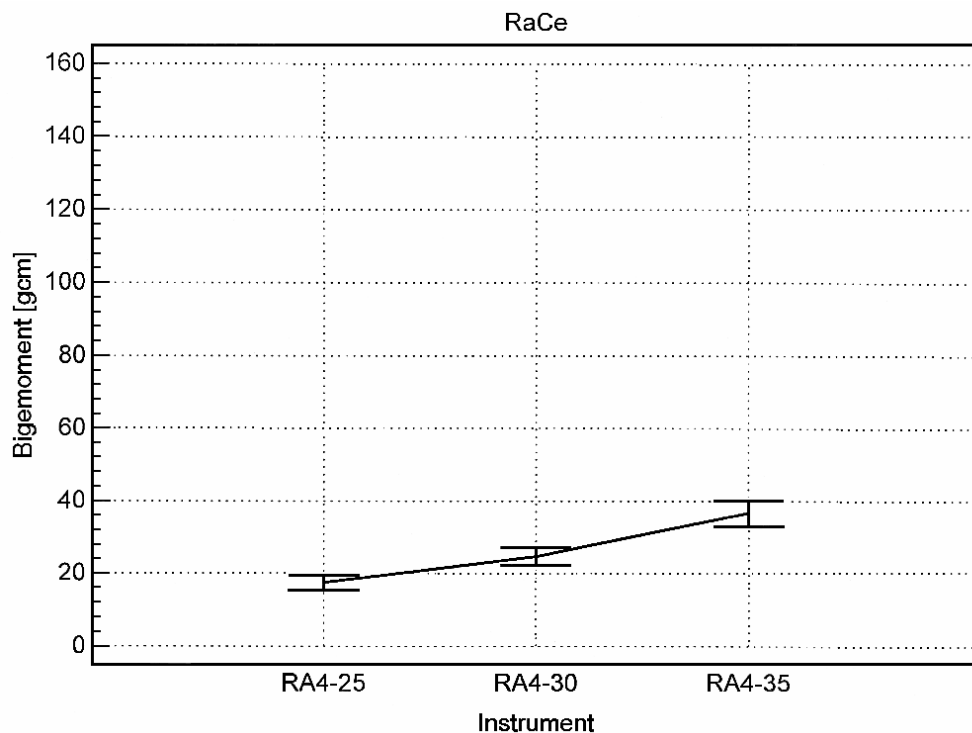


Abb. 10e: Biegemoment [gcm] der untersuchten RaCe-Instrumente.

4.4 Frakturverhalten

Hinsichtlich des Frakturverhaltens, sind in der ISO-Norm 3630-1 gesonderten Mindestanforderungen für Nickel-Titan-Instrumente mit größeren Konizität nicht definiert.

Werden jedoch die Mindestanforderungen hinsichtlich des Verdrehwinkels und der Bruchfestigkeit, wie sie in der ISO-Norm für Instrumente mit 2 %-iger Konizität festgelegt sind als Vergleichsgröße herangezogen, so ist festzustellen, daß nicht alle Instrumente diese Anforderungen erfüllten.

Bezüglich des Verdrehwinkels müßte jedes Instrument mindestens 360° erreichen. Dies war bei folgenden Instrumenten nicht der Fall (Angabe des Mittelwertes in der Klammer):

- FlexMaster 4 %: Größe 30 (351°)
- FlexMaster 6 %: Größe 25 (266°), Größe 30 (258°), Größe 35 (180°).

- HERO 6 %: Größe 25 (347°), Größe 30 (338°)

Die Mindestanforderungen bezüglich der Bruchfestigkeit wurden von allen getesteten Instrumenten erfüllt.

4.4.1 Verdrehwinkel

4.4.1.1 Auswertung der ermittelten Daten

Die statistischen Auswertungen erfolgten entweder mittels einfacher Varianzanalyse (ANOVA und post-hoc Student-Newman-Keuls-Test) für Mehrfachvergleiche oder anhand des t-Tests zum Vergleich zweier Mittelwerte.

• Instrumente mit 2 %-iger Konizität

Konizität	Instrument	Größe	\bar{X}	s	Min	Max	Signifikanz
2%	HERO	25	1018	123	855	1341	P < 0,0001
	FlexMaster	25	535	53	450	612	
	HERO	30	650	54	549	720	P < 0,0001
	FlexMaster	30	530	31	477	567	
	HERO	35	1143	118	900	1413	P < 0,0001
	FlexMaster	35	483	36	432	540	

Tab. 11: Verdrehwinkel der untersuchten Instrumente mit 2 %-iger Konizität.

• Instrumente mit 4 %-iger Konizität

Konizität	Instrument	Größe	\bar{X}	s	Min	Max	Signifikanz
4%	ProFile	25	607	57	495	675	
	HERO	25	383	69	288	504	*
	FlexMaster	25	377	21	342	405	*
	K ³	25	736	52	648	819	
	RaCe	25	561	60	500	740	
	ProFile	30	636	34	576	702	
	HERO	30	445	49	378	540	
	FlexMaster	30	351	20	324	396	
	K ³	30	569	77	441	684	*
	RaCe	30	593	49	500	680	*
	ProFile	35	703	95	522	837	
	K ³	35	502	59	360	594	
	RaCe	35	617	66	500	740	

* Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich.

Tab. 12: Verdrehwinkel der untersuchten Instrumente mit 4 %-iger Konizität.

• Größe 25

Den durchschnittlich größten Verdrehwinkel (736°) erreichten die K³-Instrumente. Den geringsten mittleren Verdrehwinkel (377°) zeigten die FlexMaster-Instrumente.

• Größe 30

Die ProFile-Instrumente erzielten den durchschnittlich größten Verdrehwinkel (636°) auf. Die FlexMaster-Instrumente wiesen den kleinsten mittleren Verdrehwinkel (351°) auf.

• Größe 35

Bei den Instrumenten dieser Gruppen zeigten die ProFile-Instrumente durchschnittlich den größten (703°), und die K³-Instrumente im Mittel den geringsten Verdrehwinkel (502°).

• Instrumente mit 6 %-iger Konizität

Konizität	Instrument	Größe	\bar{X}	s	Min	Max	Signifikanz
6%	ProFile	25	386	44	315	468	
	HERO	25	347	38	288	405	
	FlexMaster	25	266	17	234	297	
	K ³	25	448	59	351	549	
	ProFile	30	404	63	315	495	
	HERO	30	338	26	306	378	
	FlexMaster	30	258	36	198	324	
	K ³	30	472	85	324	612	
	ProFile	35	375	40	333	459	
	FlexMaster	35	180	13	171	216	
	K ³	35	530	60	441	648	

Tab. 13: Verdrehwinkel der untersuchten Instrumente mit 6 %-iger Konizität.

• Größe 25

Die K³-Instrumente erreichten den durchschnittlich größten Verdrehwinkel (448°). Die FlexMaster-Instrumente wiesen im Mittel den geringsten Verdrehwinkel (266°) auf.

• Größe 30

Bei den Instrumenten dieser Größe zeichneten sich die K³-Instrumente durch den durchschnittlich größten Verdrehwinkel (472°) aus die FlexMaster-Instrumente durch den geringsten (258°).

• Größe 35

In dieser Gruppe zeigten die K³-Instrumente den größten (530°) und die FlexMaster-Instrumente den geringsten Verdrehwinkel (180°).

Die Verdrehwinkel sind graphisch in den Abbildungen 11 a-e als Mittelwert und Standardabweichung dargestellt:

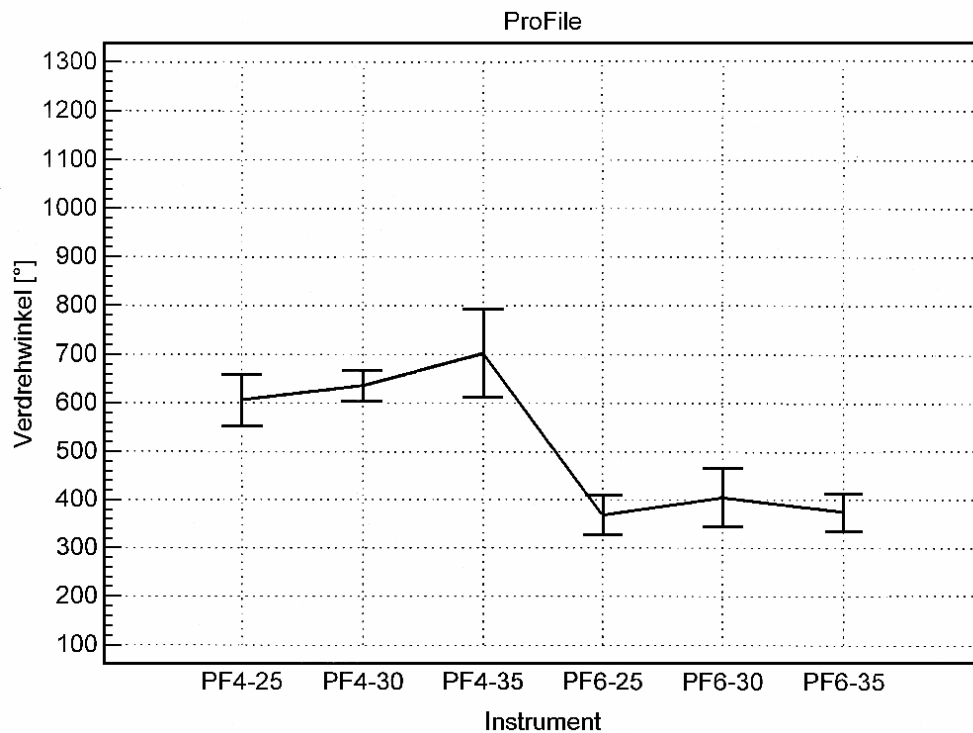


Abb. 11a: Verdrehwinkel [°] der untersuchten ProFile-Instrumente.

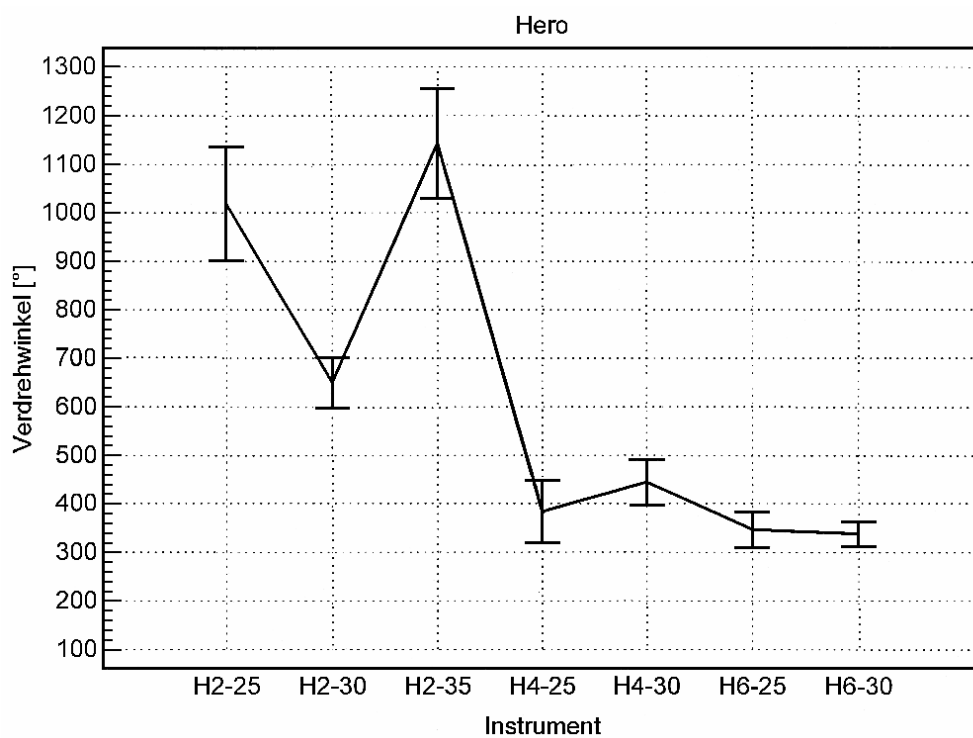


Abb. 11b: Verdrehwinkel [°] der untersuchten HERO-Instrumente.

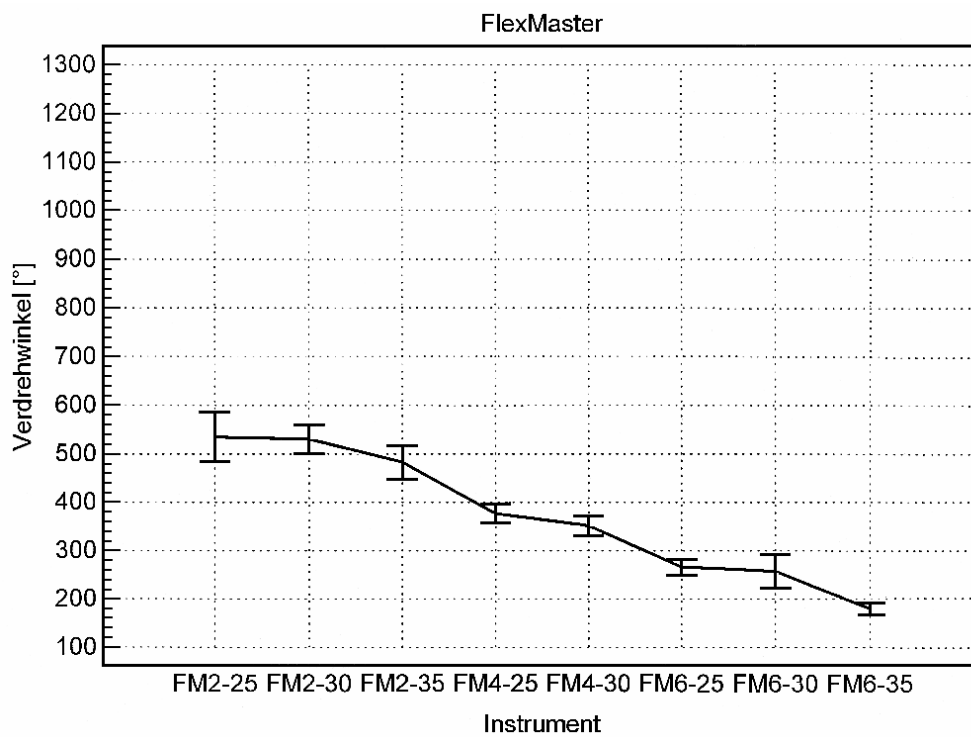


Abb. 11c: Verdrehwinkel [°] der untersuchten FlexMaster-Instrumente.

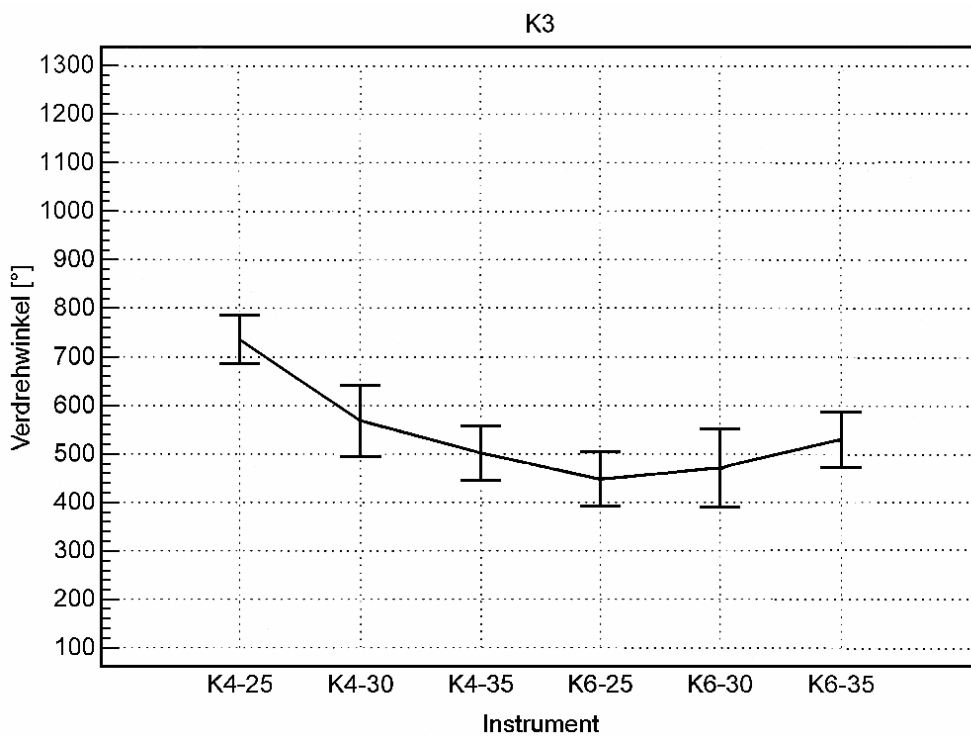


Abb. 11d: Verdrehwinkel [°] der untersuchten K³-Instrumente.

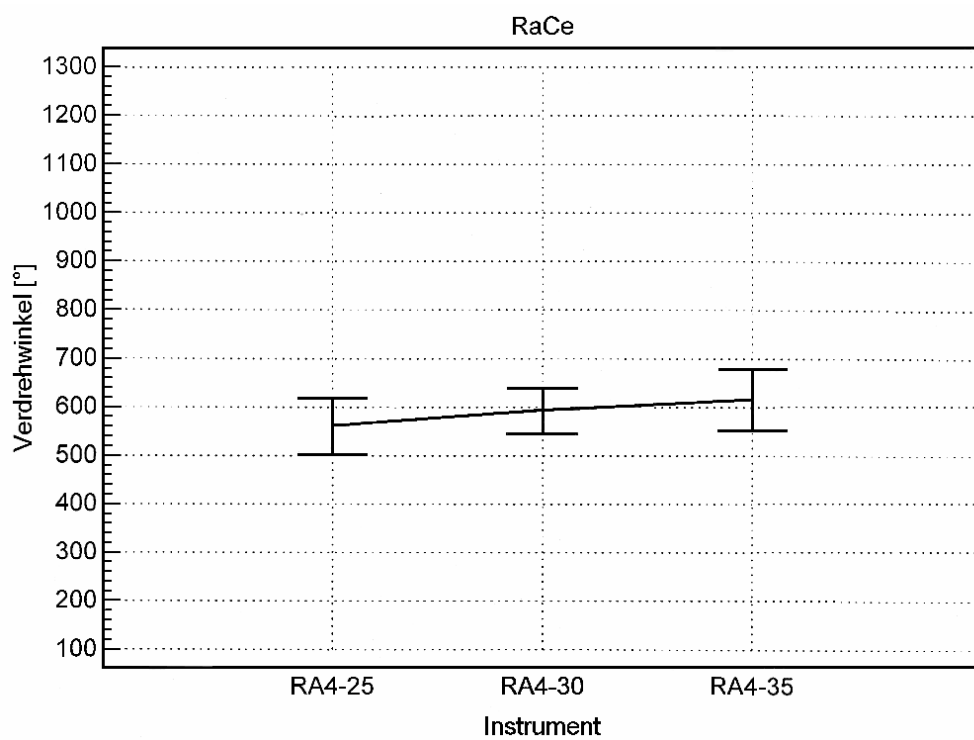


Abb. 11e: Verdrehwinkel [°] der untersuchten RaCe-Instrumente.

4.4.2 Bruchfestigkeit

4.4.2.1 Auswertung der ermittelten Daten

Die statistischen Auswertungen erfolgten entweder mittels einfacher Varianzanalyse (ANOVA und post-hoc Student-Newman-Keuls-Test) für Mehrfachvergleiche oder anhand des t-Tests zum Vergleich zweier Mittelwerte.

• Instrumente mit 2 %-iger Konizität

Konizität	Instrument	Größe	\bar{X}	s	Min	Max	Signifikanz
2%	HERO	25	46,01	9,81	35,03	61,72	P = 0,115
	FlexMaster	25	41,00	3,92	35,00	50,04	
	HERO	30	71,31	6,63	61,72	86,74	P = 0,229
	FlexMaster	30	65,89	3,86	60,05	71,72	
	HERO	35	87,15	9,62	66,72	103,42	P = 0,137
	FlexMaster	35	92,86	8,45	83,40	106,75	

Tab. 14: Bruchfestigkeit der untersuchten Instrumente mit 2 %-iger Konizität.

• Instrumente mit 4 %-iger Konizität

Konizität	Instrument	Größe	\bar{X}	s	Min	Max	Signifikanz
4%	ProFile	25	52,49	6,30	45,05	66,72	
	HERO	25	65,19	7,17	56,71	81,73	*
	FlexMaster	25	63,66	9,15	48,37	73,39	*
	K ³	25	73,39	7,04	60,05	83,40	
	RaCe	25	29,05	3,72	21,69	35,03	
	ProFile	30	82,01	7,75	68,39	96,74	*
	HERO	30	88,54	10,04	76,73	106,75	*
	FlexMaster	30	97,58	10,61	83,40	118,43	
	K ³	30	108,03	11,60	88,04	126,77	
	RaCe	30	45,36	6,76	36,69	61,72	
	ProFile	35	128,02	12,54	108,42	146,78	
	K ³	35	143,31	17,82	110,09	168,47	
	RaCe	35	58,66	5,98	51,71	71,72	

* Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich.

Tab. 15: Bruchfestigkeit der untersuchten Instrumente mit 4 %-iger Konizität.

- Größe 25

Die größten Werte (73,39 gcm) wiesen die K³-Instrumente auf, die geringsten (29,05 gcm) wurden bei den RaCe-Instrumenten ermittelt.

- Größe 30

Auch in dieser Instrumentengruppe zeichneten sich die K³-Instrumente durch den größten (108,03 gcm) und die Race-Instrumente durch den geringsten (45,36 gcm) Durchschnittswert aus.

- Größe 35

Bei den Instrumenten dieser Größe erreichten die K³-Instrumente durchschnittlich den größten (128,02 gcm) und die Race-Instrumente den geringsten Wert (58,66 gcm).

- Instrumente mit 6 %-iger Konizität

Konizität	Instrument	Größe	\bar{X}	s	Min	Max	Signifikanz
6%	ProFile	25	82,29	8,81	65,05	96,74	*
	HERO	25	109,67	15,05	88,4	145,12	*
	FlexMaster	25	105,65	17,76	76,73	133,44	
	K ³	25	121,91	14,16	101,75	145,12	
	ProFile	30	127,87	21,42	108,42	171,8	
	HERO	30	169,03	8,51	153,46	176,81	
	FlexMaster	30	122,04	14,25	83,4	138,44	*
	K ³	30	154,57	17,28	115,09	173,47	
	ProFile	35	164,99	14,52	136,77	178,47	
	FlexMaster	35	161,38	11,01	145,12	173,87	
	K ³	35	157,04	10,71	140,11	173,47	P = 0,293

* Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich.

Tab. 16: Bruchfestigkeit der untersuchten Instrumente mit 6 %-iger Konizität.

- Größe 25

Bezüglich der Bruchfestigkeit wiesen die K³-Instrumente durchschnittlich den größten (121,91 gcm) und die ProFile-Instrumente den geringsten Wert (82,29 gcm) auf.

- Größe 30

Die HERO-Instrumente zeigten durchschnittlich den größten (169,03 gcm) und die FlexMaster-Instrumente den geringsten Wert (122,04 gcm).

- Größe 35

Bei den Instrumenten diese Gruppe erreichten die ProFile-Instrumente die größten (164,99 gcm) und die K³-Instrumente die geringste Bruchfestigkeit (157,04 gcm).

Die Bruchfestigkeiten sind graphisch in den Abbildungen 12 a-e als Mittelwert und Standardabweichung dargestellt:

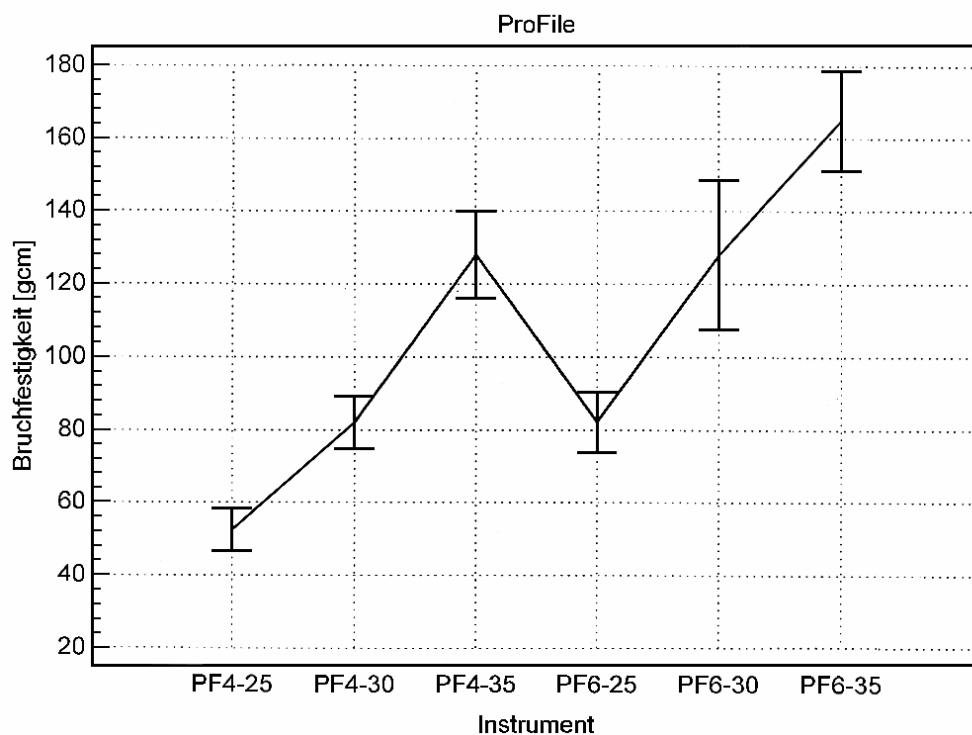


Abb. 12a: Bruchfestigkeit [gcm] der untersuchten ProFile-Instrumente.

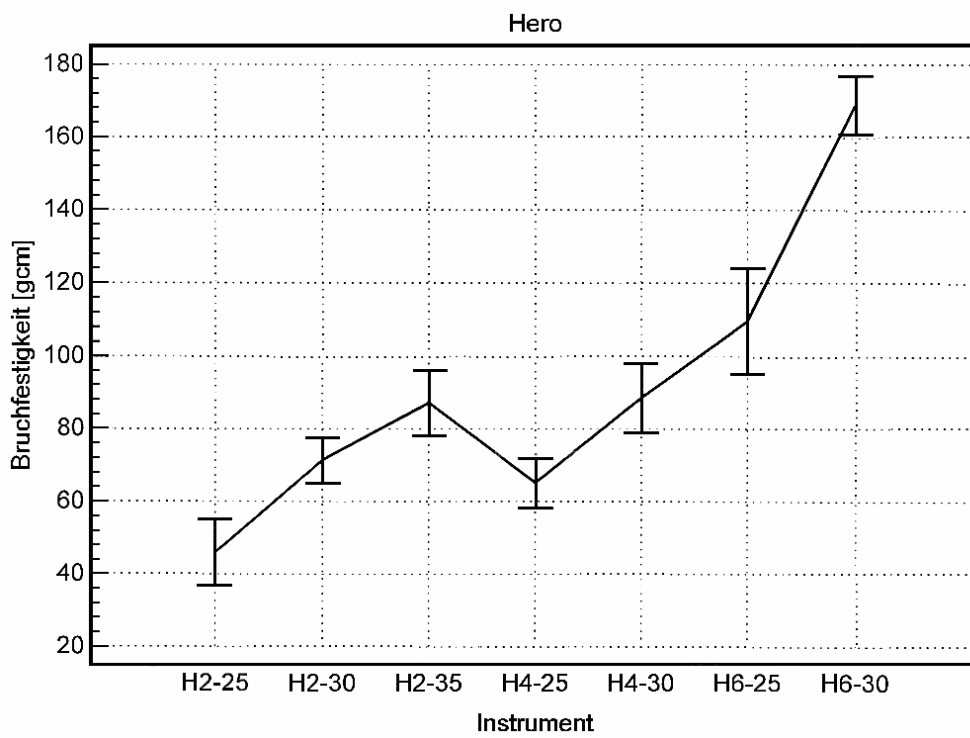


Abb. 12b: Bruchfestigkeit [g/cm] der untersuchten HERO-Instrumente.

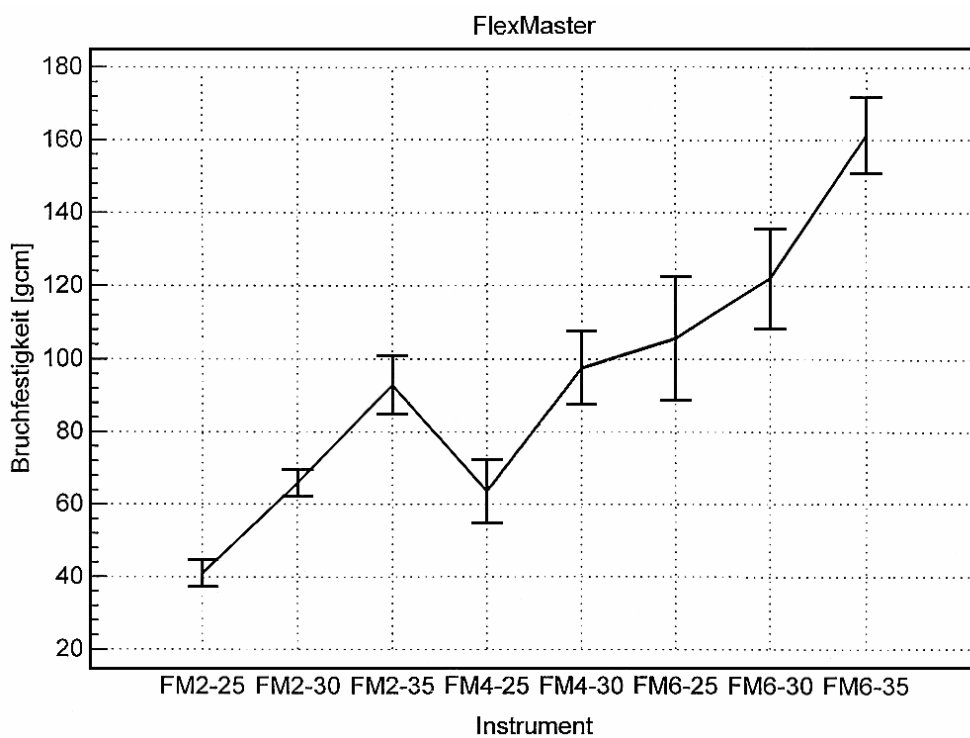


Abb.12c: Bruchfestigkeit [g/cm] der untersuchten FlexMaster-Instrumente.

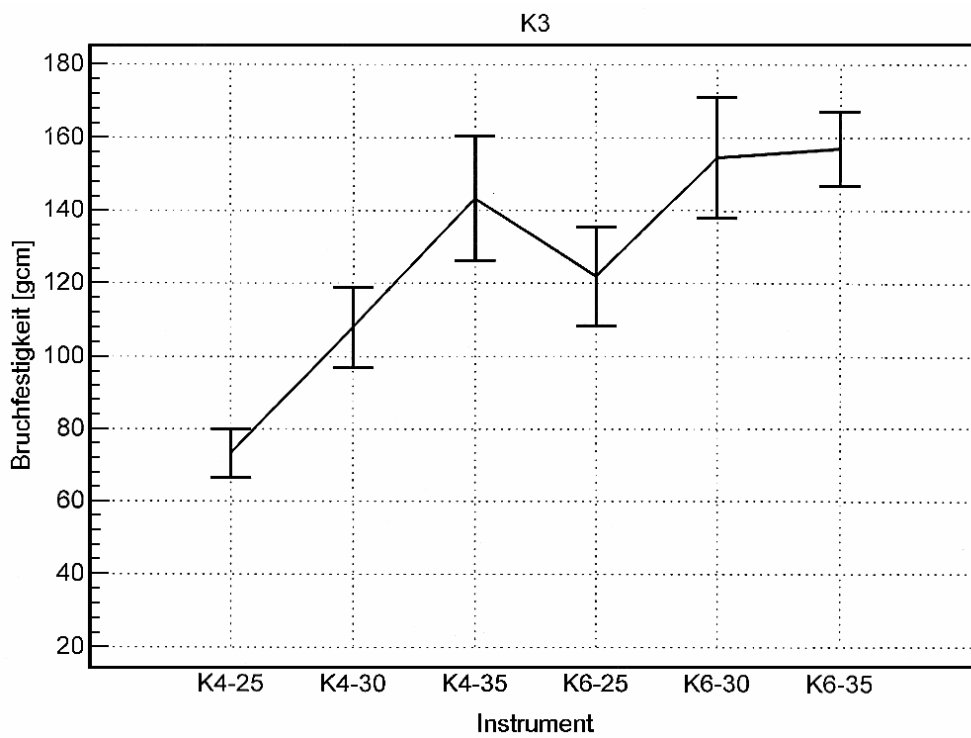


Abb. 12d: Bruchfestigkeit [gcm] der untersuchten K³-Instrumente.

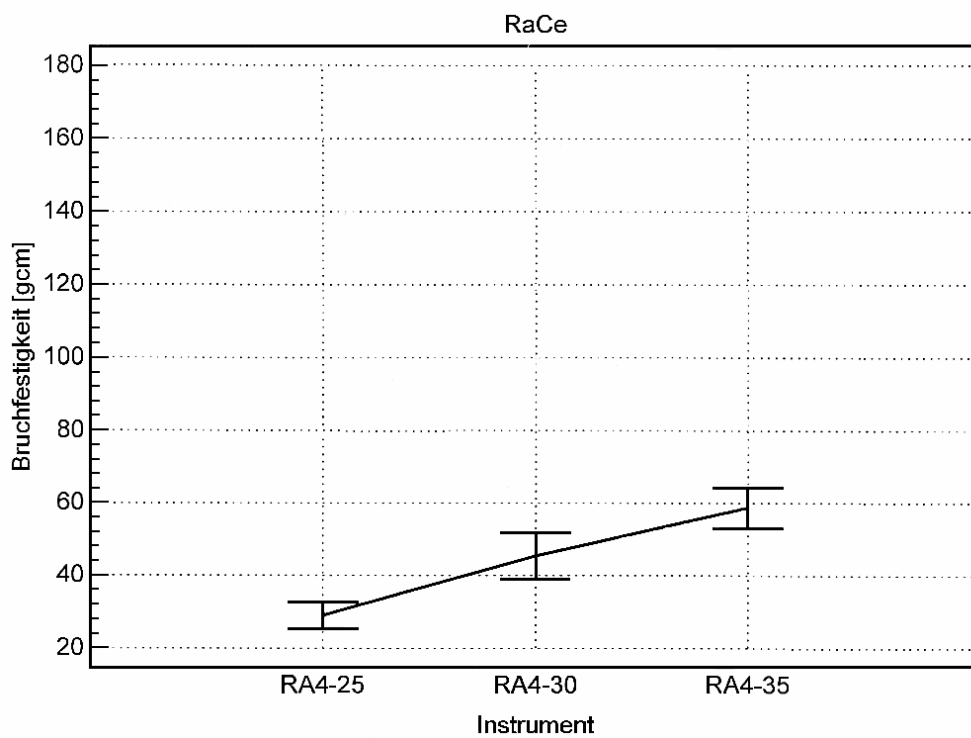


Abb. 12e: Bruchfestigkeit [gcm] der untersuchten RaCe-Instrumente.

4.5 Instrumentenquerschnitt

4.5.1 Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen des Instrumentenquerschnittes

Bei der rasterelektronenmikroskopischen Durchmusterung der insgesamt fünf verschiedenen Instrumententypen, zeigten sich fünf unterschiedliche Instrumentenquerschnitte. Folgende Abbildungen (Abb. 13 a-e) zeigen die unterschiedlichen geometrischen Formen der untersuchten Instrumente (am Beispiel der Instrumente mit 4 %-iger Konizität und der Größe 30).

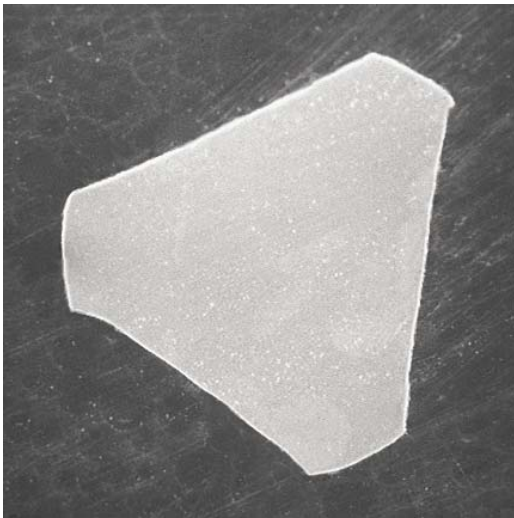


Abb. 13a: ProFile

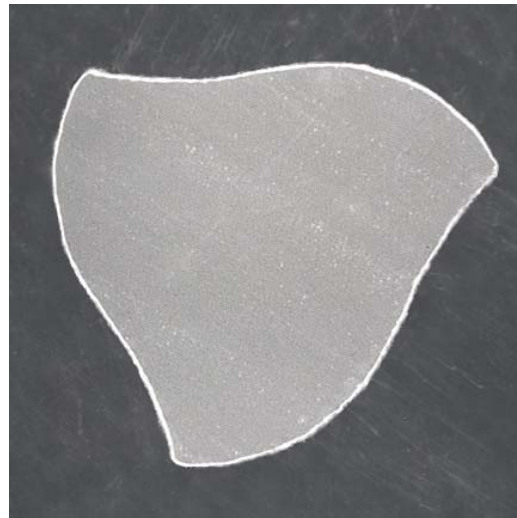


Abb. 13b: HERO

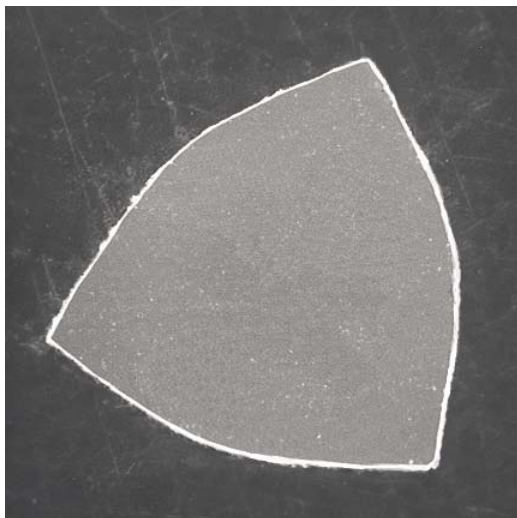


Abb. 13c: FlexMaster

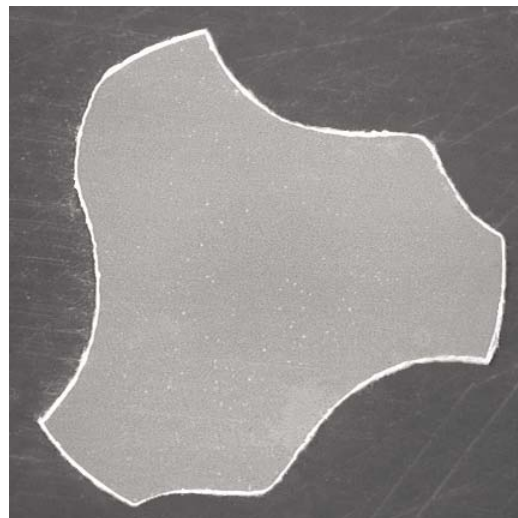


Abb. 13d: K³

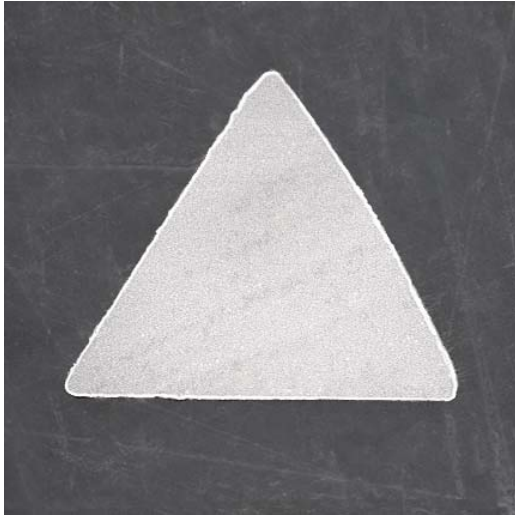


Abb. 13e: RaCe

Abb. 13a-e: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der untersuchten Nickel-Titan-Instrumente (am Beispiel der Instrumente mit 4 %-iger Konizität und der Größe 30).

4.5.2 Instrumentenquerschnittsfläche

In der Tabelle 17 sind die ermittelten Querschnittsflächen jeweils als inch^2 angegeben. Diese Werte beziehen sich auf die Ermittlung der Fläche bei 160facher Vergrößerung, stellen also nicht die reale Querschnittsfläche dar.

Konizität	Instrument	Größe	Querschnittsfläche [in ²]
2%	HERO	25	1,91
	FlexMaster	25	2,24
	HERO	30	2,41
	FlexMaster	30	2,93
	HERO	35	3,12
	FlexMaster	35	3,74
4%	ProFile	25	1,95
	HERO	25	3,18
	FlexMaster	25	2,86
	K ³	25	3,54
	RaCe	25	1,9
	ProFile	30	3,15
	HERO	30	3,82
	FlexMaster	30	3,49
	K ³	30	4,22
	RaCe	30	2,25
	ProFile	35	4,57
	K ³	35	6,05
RaCe	35	2,79	
6%	ProFile	25	3,5
	HERO	25	4,53
	FlexMaster	25	4,41
	K ³	25	4,13
	ProFile	30	4,76
	HERO	30	6,17
	FlexMaster	30	5,7
	K ³	30	5,53
	ProFile	35	5,21
	FlexMaster	35	7,12
K ³	35	5,79	

Tab. 17: Querschnittsfläche [in²] bei 160facher Vergrößerung für alle untersuchten Wurzelkanalinstrumente.

Um jeweils die Korrelation zwischen den ermittelten Werten zum Biegemoment, zum Verdrehwinkel und zur Bruchfestigkeit und der berechneten Querschnittsfläche des Wurzelkanalinstrumentes zu prüfen, wurde der Pearsons Koeffizient r berechnet (Tab. 18).

Pearsons			
	Korrelationskoeffizient	Konfidenzintervall	Signifikanz
Biegemoment	$r = 0,928$	0,853 - 0,966	$P < 0,0001$
Verdrehwinkel	$r = -0,393$	-0,6599 - 0,0383	$P < 0,05$
Bruchfestigkeit	$r = 0,960$	0,9176 - 0,9812	$P < 0,0001$

Tab. 18: Statistische Angaben zur Korrelation zwischen den drei ermittelten Kriterien und der Querschnittsfläche.

4.5.3 Biegemoment und Querschnittsfläche

Der Korrelationskoeffizient r zwischen dem Biegemoment und der Querschnittsfläche beträgt $r = 0,928$ (95 % Konfidenzintervall für r : 0,853 - 0,966). Die sich daraus ergebende Signifikanz zeigt einen Wert von $P < 0,0001$, was für eine sehr gute Korrelation spricht (Tab. 16). Die graphische Darstellung der beiden Variablen im Korrelationsdiagramm läßt eine gedachte Gerade mit positiver Steigung erkennen (Abb. 14a).

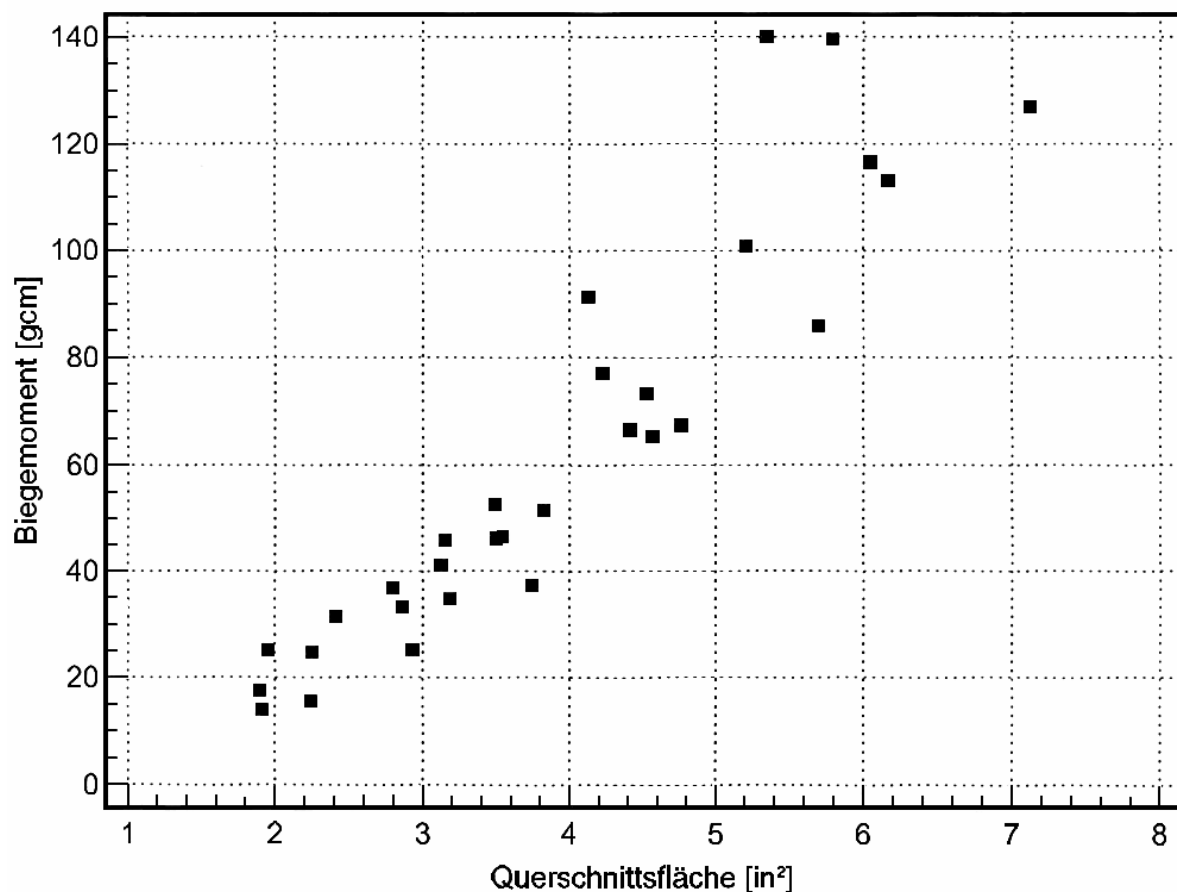


Abb. 14a: Darstellung der Wechselbeziehung zwischen dem Biegemoment [gcm] und der Querschnittsfläche [in²] im Korrelationsdiagramm.

4.5.4 Verdrehwinkel und Querschnittsfläche

Der Korrelationskoeffizient r zwischen dem Verdrehwinkel und der Querschnittsfläche erreicht den Wert von $r = -0,393$ (95 % Konfidenzintervall für r : $-0,6599 - 0,0383$). Die Signifikanz bezüglich dieser beiden Größen beträgt $P < 0,05$ (Tab. 15). Die graphische Darstellung der beiden Variablen im Korrelationsdiagramm läßt eine gedachte Gerade mit geringer negativer Steigung erkennen (Abb. 14b).

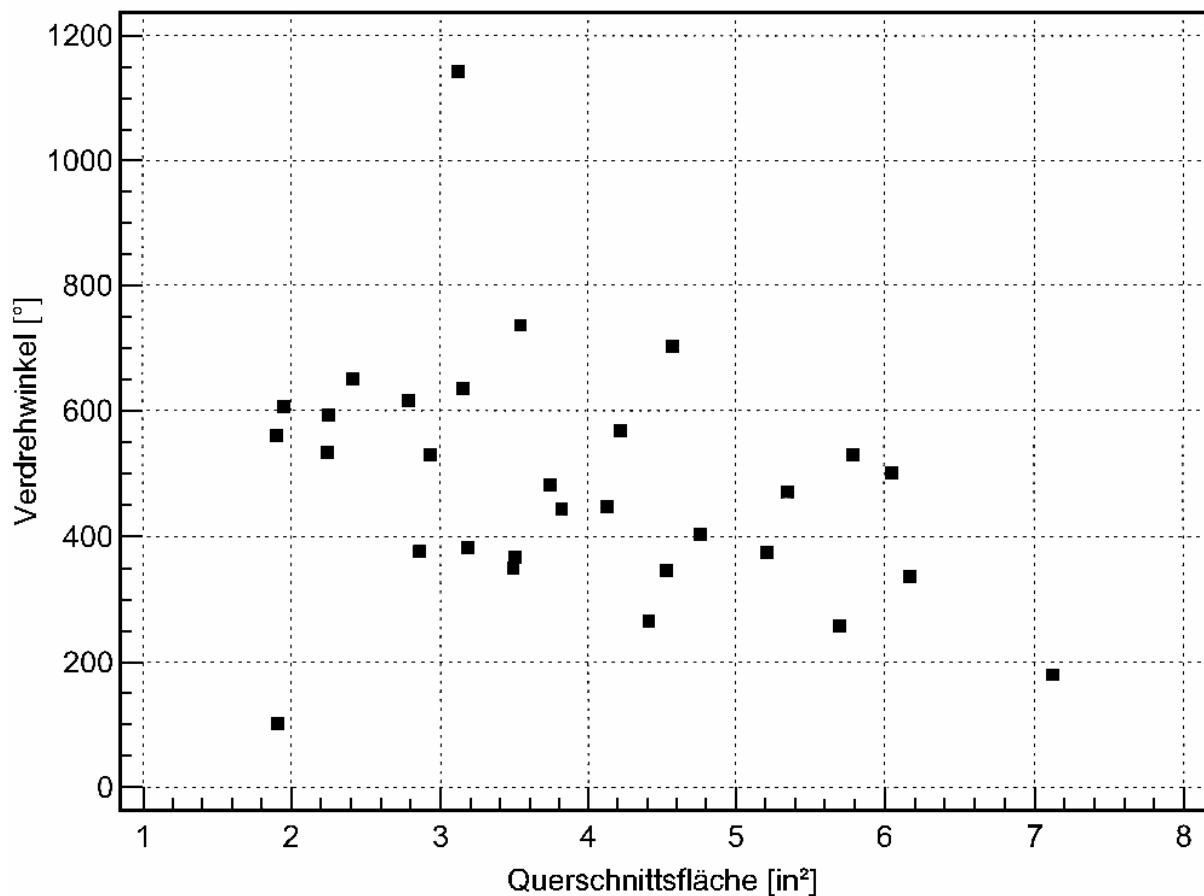


Abb. 14b: Darstellung der Wechselbeziehung zwischen dem Verdrehwinkel [°] und der Querschnittsfläche [in²] im Korrelationsdiagramm.

4.5.5 Bruchfestigkeit und Querschnittsfläche

Der Korrelationskoeffizient r zwischen der Bruchfestigkeit und der Querschnittsfläche beträgt $r = 0,960$ (95 % Konfidenzintervall für r : $0,9176 - 0,9812$). Die Bedeutung der Korrelation dieser beiden Größen wird durch den Signifikanzwert deutlich $P < 0,0001$ (Tab. 15). Die graphische Darstellung der beiden Variablen im Korrelationsdiagramm läßt eine gedachte Gerade mit positiver Steigung erkennen (Abb. 14c).

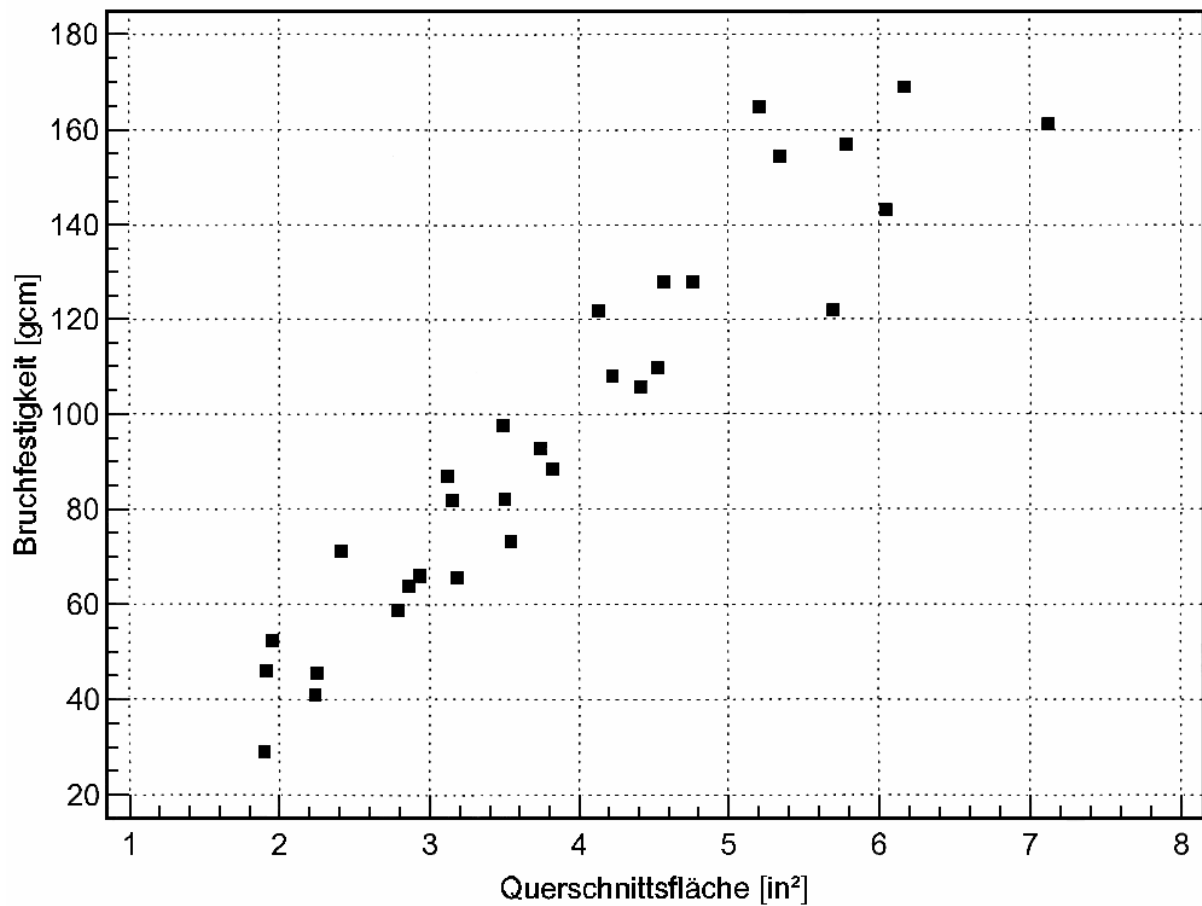


Abb. 14c: Darstellung der Wechselbeziehung zwischen der Bruchfestigkeit [gcm] und der Querschnittsfläche [in²] im Korrelationsdiagramm.