

Ergebnisse des ersten Versuches ($F = f(a_p)$)

VARIATION DER SCHNITTtieFE

konstante Einstellungen

f	γ	χ	Vc
0,2	12°	60°	c.a. 100

Ap in mm

4

3

2

1

Durchschnittswerte der 3 Messreihen

Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]
817	531	1683	605	409	1283	395	280	872	216	178	480

Resultierende Kraft F

1945

1476

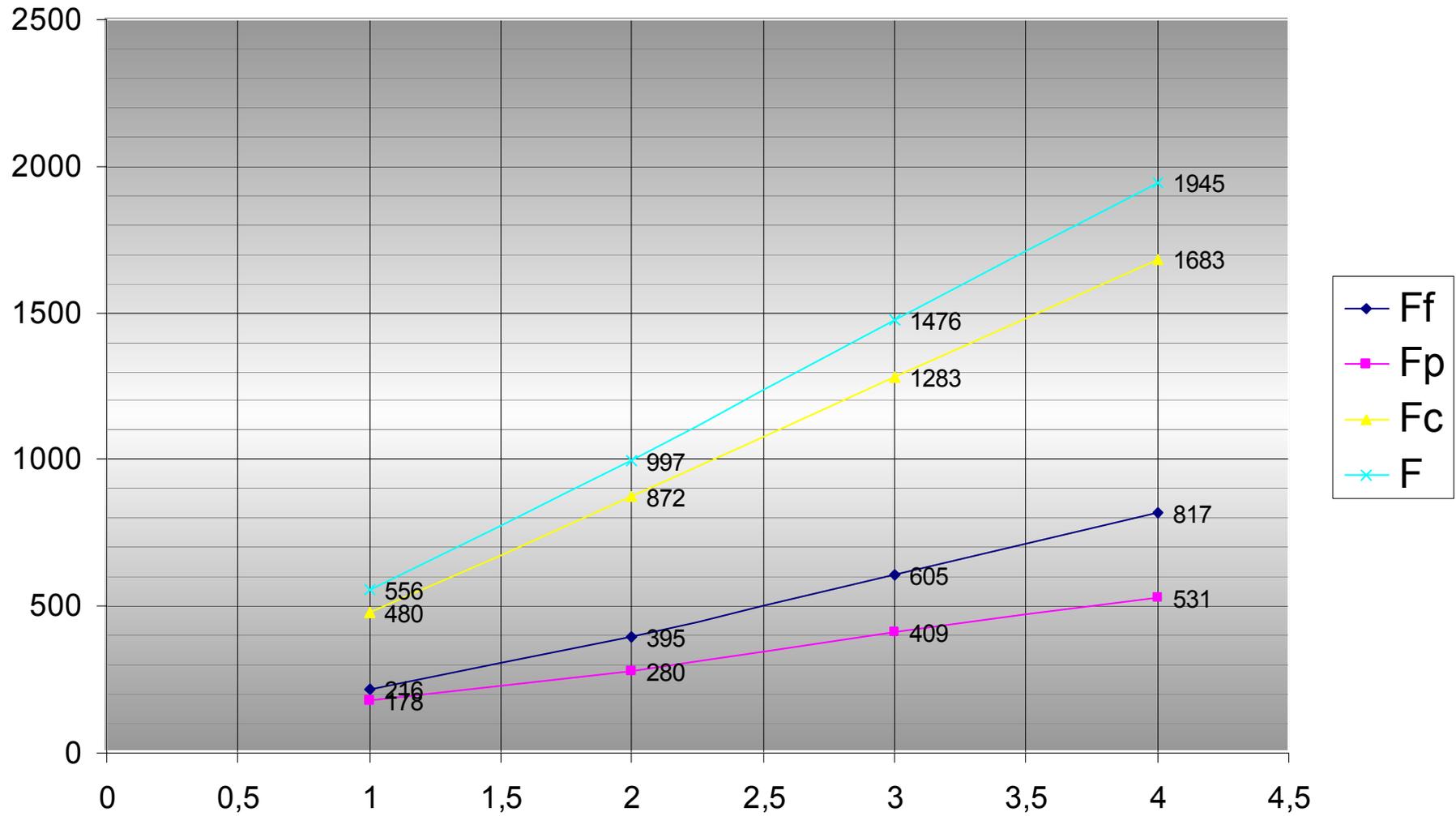
997

556

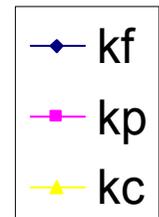
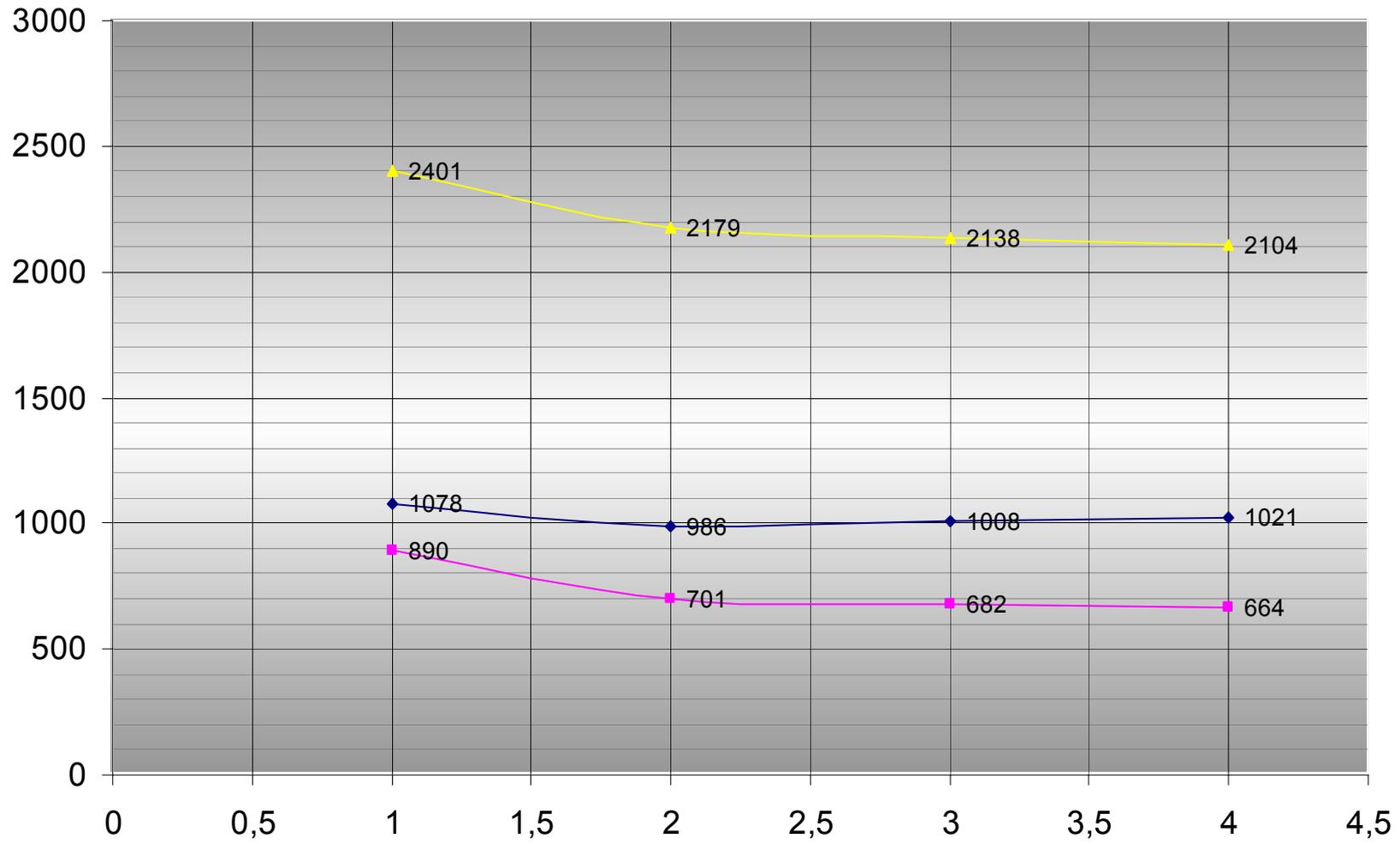
Spezifische Zerspankraftkomponenten

kf	kp	kc	kf	kp	kc	kf	kp	kc	kf	kp	kc
1021	664	2104	1008	682	2138	986	701	2179	1078	890	2401

$$F = f(ap)$$



$$k = f(a_p)$$



Interpretation der Ergebnisse zum ersten Versuch

Wie man im ersten Diagramm erkennen kann, steigen die Zerspankräfte mit zunehmender Schnitttiefe. Besonders extrem steigt dabei die Schnittkraft an. Die Passivkraft dagegen wächst mit der geringsten Steigung. Die Steigungen selbst sind ziemlich konstant, besonders ab der Schnitttiefe $a_p = 2$. Möglicherweise ist der Eckenradius der Schneide für die nicht konstanten Steigungen ($a_p < 2$) verantwortlich.

Wie man im zweiten Diagramm erkennt sind die spezifischen Schnittkraftgrößen nahezu konstant ($a_p > 2$). Da k_i eine Funktion von h bzw. f ist aber nicht von b bzw. a_p ist das auch zutreffend. Im Bereich ($a_p < 2$) sind die Abweichungen über den Einfluss der Schneidengeometrie (Eckenradius) zu erklären.

Ergebnisse des zweiten Versuches ($F = f(\chi)$)

VARIATION DES EINSTELLWINKELS

Konstante Einstellungen

f	\square	ap	Vc
0,2	12°	3 mm	c.a. 100

Einstellwinkel χ

45°

60°

75°

90°

Durchschnittswerte der 3 Messungen

Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]
664	693	1531	758	440	1385	737	238	1386	763	84	1417

Resultierende Kraft F

1807

1639

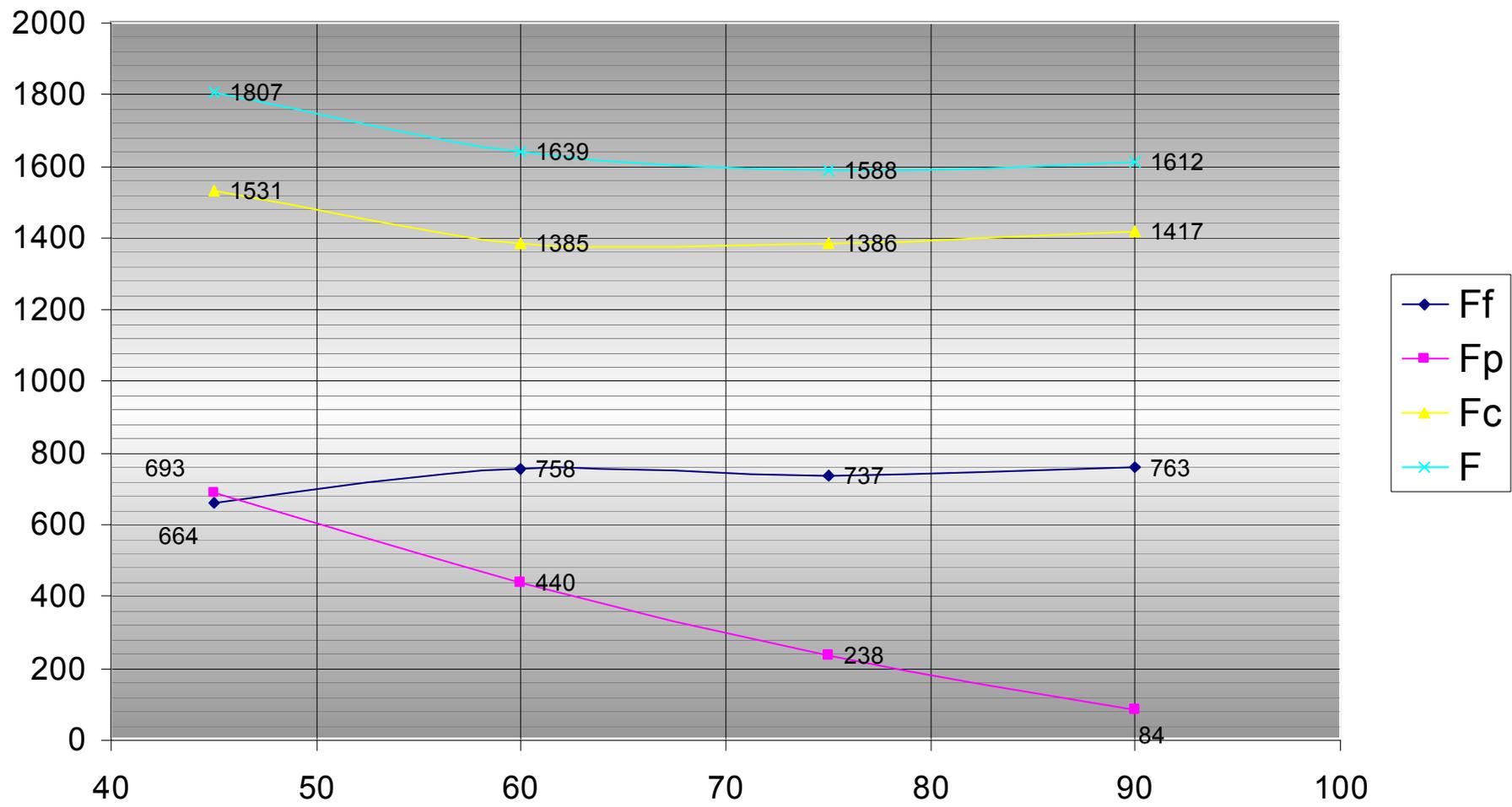
1588

1612

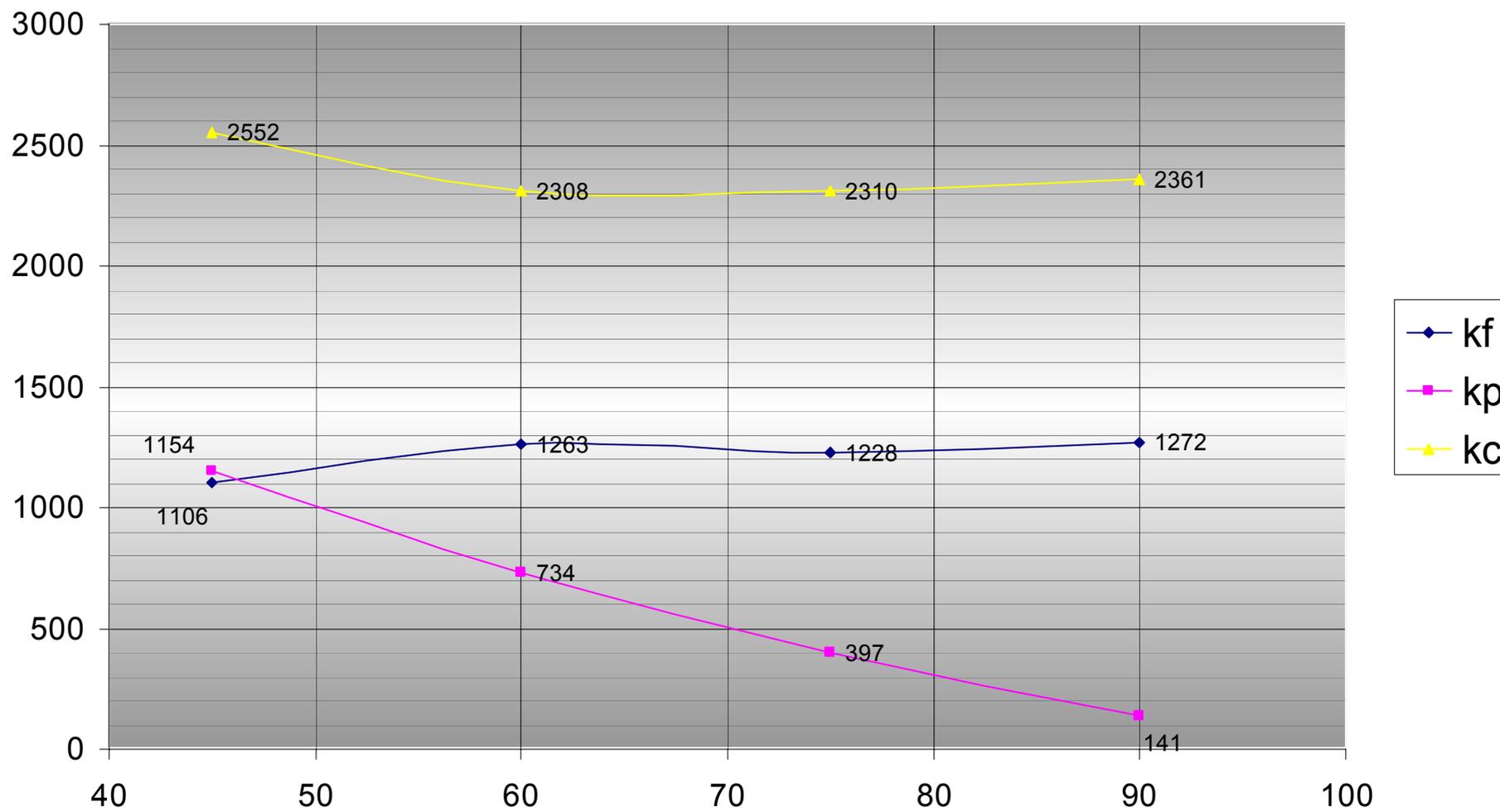
Spezifische Zerspankraftkomponenten

kf	kp	kc	kf	kp	kc	kf	kp	kc	kf	kp	kc
1106	1154	2552	1263	734	2308	1228	397	2310	1272	141	2361

$$F = f(\chi)$$



$$k = f(\chi)$$



Interpretation der Ergebnisse zum zweiten Versuch

Im $F - \chi$ Diagramm sehen wir das die Schnittkraft und die Vorschubkraft ab $\chi > 60^\circ$ konstant sind. Dieser Effekt lässt sich wieder über die Beziehung $F_i = A * k_i$ beschreiben. Da A keine Funktion von χ ist aber k_i eine Funktion von $h = f * \sin\chi$ ist, könnte man den Kurvenverlauf so interpretieren das h ab $\chi > 60^\circ$ sich nur geringfügig ändert. Für die Passivkraft trifft möglicherweise die Beziehung nach „Kienzle Viktor“ nicht zu. Die Abnahme der Passivkraft kann man sich direkt über den Winkel χ und der vektoriellen Kraftzerlegung der Resultierenden Kraft auf die Schneide erklären.

Wenn wir die beiden Diagramme (k_i und F_i) = $f(\chi)$ vergleichen erkennen wir das diese gleich aussehen und sich nur durch die Konstante Fläche A unterscheiden.

($a_p > 2$). Da k_i eine Funktion von h bzw. f ist aber nicht von b bzw. a_p ist das auch zutreffend. Im Bereich ($a_p < 2$) sind die Abweichungen über den Einfluss der Schneidengeometrie (Eckenradius) zu erklären.

Ergebnisse des dritten Versuches ($F = f(f)$)

VARIATION DES VORSCHUBES

konstante Einstellungen

ap	g	c	Vc
2	12°	60°	c.a. 100

f in mm/U	0,08	0,12	0,2	0,3	0,5
h	0,07	0,10	0,17	0,26	0,43

Durchschnittswerte der 3 Messreihen

Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]	Ff [N]	Fp [N]	Fc [N]
225	118	388	270	153	534	355	222	777	398	283	1103	444	390	1594

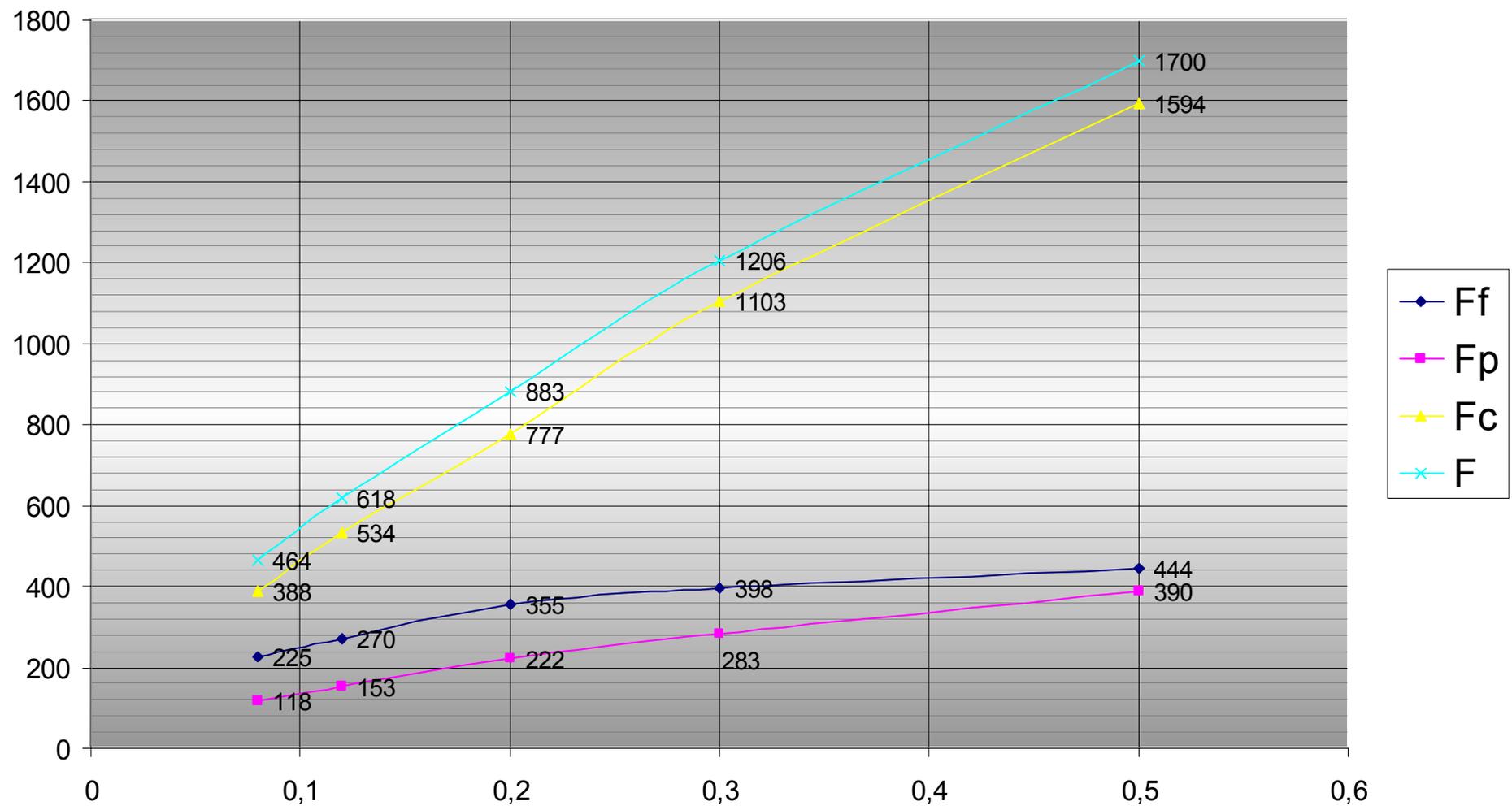
Resultierende Kraft F

464	618	883	1206	1700
-----	-----	-----	------	------

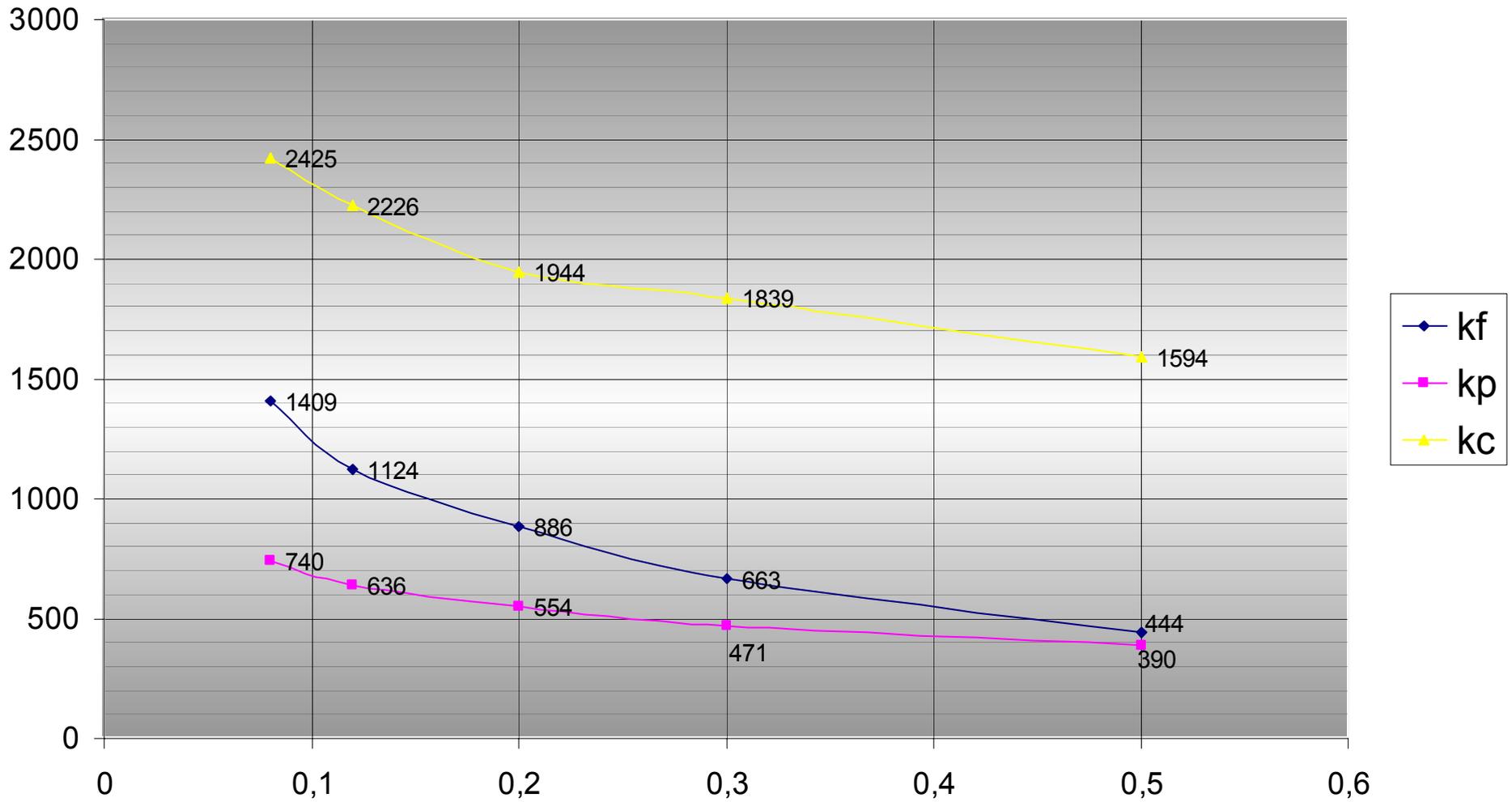
Spezifische Zerspankraftkomponenten

kf	kp	kc	kf	kp	kc	kf	kp	kc	kf	kp	kc	kc	kc	kc
1409	740	2425	1124	636	2226	886	554	1944	663	471	1839	444	390	1594

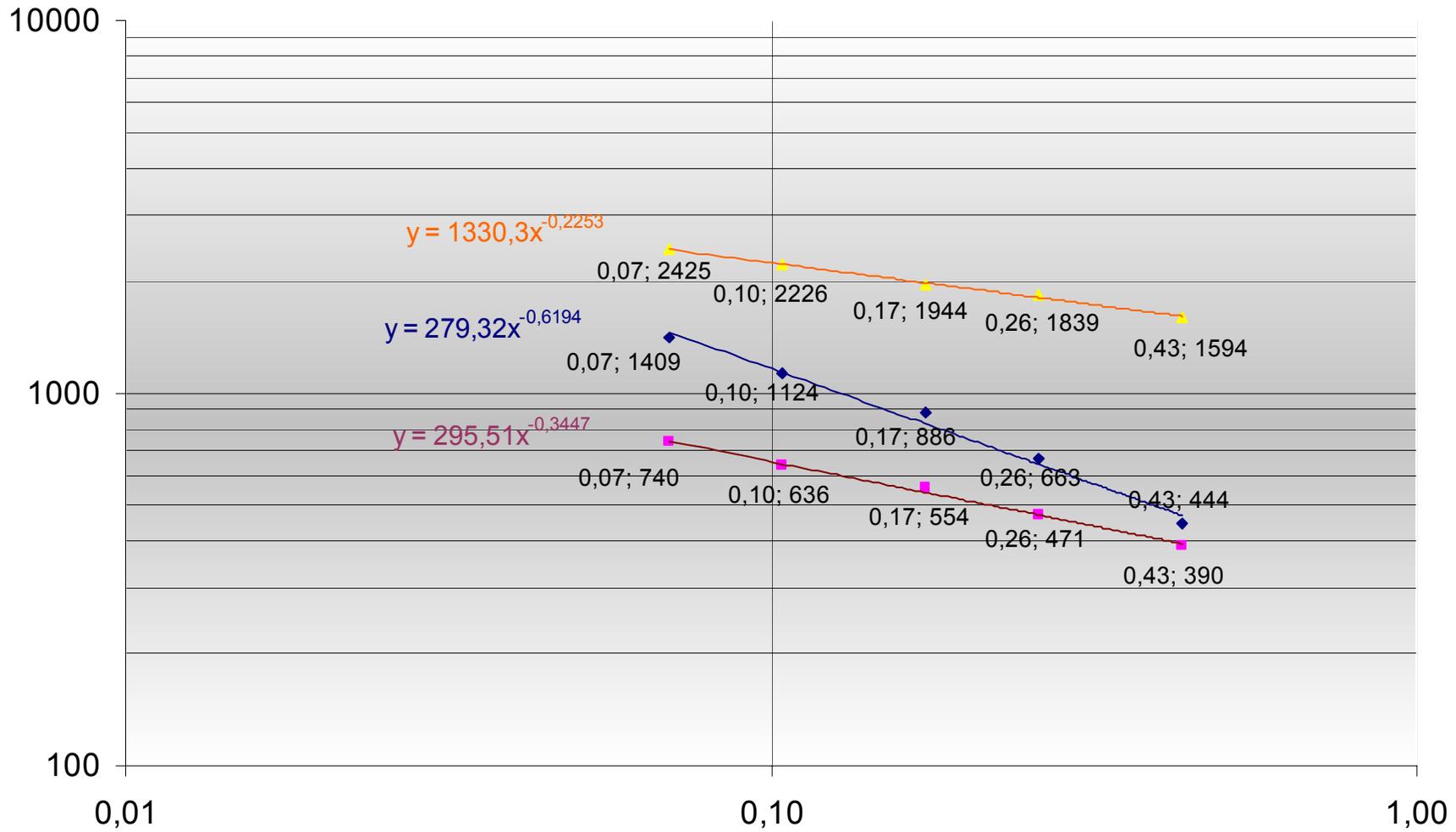
$F = f(f)$



$k = f(f)$



$$\log(k) = f(\log(h))$$



- ◆ kf
- kp
- ▲ kc

Interpretation der Ergebnisse zum dritten Versuch

Das erste Diagramm des dritten Versuches zeigt ein ähnliches Bild gegenüber dem ersten Versuch bei Variation der Schnitttiefe. Wobei hier b konstant bleibt und A proportional mit f ansteigt. $h = \sin \chi$ geht allerdings in k_i mit einer Potenz $(1-m_c) < 1$ ein und somit sollten die Steigungen der Kräftelinien relativ zum ersten Versuch bei gleicher Flächenänderung kleiner sein. Erstaunlicherweise steigt bei Änderung des Vorschubes nicht die Vorschubkraft mit großer Steigung. Sondern die Schinttkraft.

Die spezifischen Schnittkraftgrößen ändern sich in diesem Versuch für F_c und F_f . Da k_i eine Funktion von h bzw. f ist.

Bestimmung von $k_{i1.1}$ und m_i über Potenztrendfunktion nach MS Excel.

$$k_{c1.1} = 1330 \text{ N/mm}^2 \quad m_c = 0,23$$

$$k_{f1.1} = 280 \text{ N/mm}^2 \quad m_f = 0,62$$

$$k_{p1.1} = 295 \text{ N/mm}^2 \quad m_p = 0,34$$

Literaturwerte $k_{c1.1}$ und m_c aus dem Tabellenbuch Metall, Aufl. 39/S. 237 für $\gamma = 6^\circ$,

$$k_{c1.1 \text{ lit}} = 1500 \text{ N/mm}^2 \quad m_{c \text{ lit}} = 0,3$$

Umrechnung der Literaturwerte auf $\gamma = 12^\circ$

$$k_{c1.1 \text{ lit}} * (1 - 1.5 * 6 / 100) = 1365 \text{ N/mm}^2$$

Die Werte stimmen annähernd überein.

Berechnung der Schnittleistung

Schnittgeschwindigkeit	$v_c = 3 \text{ m/s}$
Vorschub	$f = 0,8 \text{ mm/U}$
Schnitttiefe	$a_p = 8 \text{ mm}$
Wellendurchmesser	$d = 500 \text{ mm}$
Spanwinkel	$\gamma = -6^\circ$
Einstellwinkel	$\kappa = 60^\circ$

$$h = f \cdot \sin \kappa = 0,8 \text{ mm} \cdot \sin 60^\circ = 0,7 \text{ mm}$$

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa} = \frac{8 \text{ mm}}{\sin 60^\circ} = 9,24 \text{ mm}$$

Aus $K_{c1.1} = 1330 \text{ N/mm}^2$ und $m_c = 0,23$ ergibt sich F_c

Wobei $K_{c1.1}(\gamma=-6^\circ) = K_{c1.1} \cdot (1+18 \cdot 1.5/100) = 1689 \text{ N/mm}^2$

$$F_c = b h^{1-m_c} \cdot K_{c1.1} = 9,24 \cdot 0,7^{1-0,23} \cdot 1689 \frac{\text{mm}^2 \text{ N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_c = 11858 \text{ N}$$

$$P = F_c \cdot v_c = 11858 \text{ N} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 35574 \text{ W}$$

Die benötigte Schnittleistung zum Abdrehen der Welle beträgt ungefähr 35,6 kW.

Die analoge Berechnung mit Literaturwerten ergibt eine Schnittleistung von 37,4 kW

Werkstückoberfläche Spanform und Werkzeugverschleiß

Spanbildung

Der härtere Schneidstoff verursacht bei erstem Kontakt mit dem Werkstück eine Stauchung. Es bildet sich ein sogenannter voreilender Riss und der Werkstoff wird abgetrennt. Es entsteht ein Span der über die Spanfläche des Werkzeuges abgeleitet wird. Durch die Gestaltung der Spanfläche und der Wahl des Einstell-, Span- und Neigungswinkel kann die Form der Späne beeinflusst werden.

Günstige Spanformen sind zum Beispiel Spiralspäne oder Wendelspäne.

Zu vermeiden sind Bandspäne, diese können die Oberfläche des Werkstückes zerkratzen und führen zu erhöhter Verletzungsgefahr da sie sich um das Werkstück wickeln können und dann umhergeschleudert werden. Auch die Wahl des Werkstoffes entscheidet über die Spanform, so wird zum Beispiel in der Fertigung mit Drehautomaten häufig ein Automatenstahl eingesetzt. Dieser läßt durch seinen höheren Schwefelgehalt die Späne kurz brechen.

Werkstückoberfläche und Verschleiß

Die Werkstückoberfläche hängt stark vom Zustand des Werkzeuges ab.

Während des Zerspanvorgangs wird die Schneide stark belastet und unterliegt einem Verschleiß.

Es kommt zu Abnutzungserscheinungen in Form von Ausbrüchen, Aufbauschneiden, Verzunderungen. Man spricht dann von Freiflächenverschleiß, Kolkverschleiß, Spanflächenverschleiß, Diffusionsverschleiß, Oxidationsverschleiß.

Die hohen Temperaturen und die daraus folgenden Diffusionsvorgänge zwischen Werkzeug und Werkstück werden durch die Reibung an Span- und Freifläche unterhalb der Schneidkante hervorgerufen.