

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Feinschneiden

VDI 3345

Fine blanking

Inhalt	Seite
<b>1. Allgemeines</b> . . . . .	2
<b>2. Prinzip des Feinschneidens</b> . . . . .	2
2.1. Arbeitsprinzip . . . . .	2
2.2. Maschinenkräfte und Berechnung . . . . .	2
2.3. Schneidspalt . . . . .	4
2.4. Ringzacke . . . . .	4
2.5. Rand- und Stegbreite . . . . .	4
<b>3. Fertigungsgerechte Teilegestaltung</b> . . . . .	5
3.1. Eckenrundungen . . . . .	5
3.2. Stege . . . . .	6
3.3. Ringbreiten . . . . .	6
3.4. Lochdurchmesser . . . . .	6
3.5. Zahnmoduln . . . . .	7
3.6. Umformvorgänge . . . . .	7
3.7. Anwendungsmöglichkeiten . . . . .	7
<b>4. Werkstückgenauigkeiten</b> . . . . .	8
4.1. Toleranz der Feinschnitteile . . . . .	8
4.2. Rauheit der Feinschnittfläche . . . . .	8
4.3. Kanteneinzug und Grat . . . . .	9
<b>5. Werkstückwerkstoff</b> . . . . .	10
5.1. Feinschneidfähigkeit der Werkstückwerkstoffe . . . . .	10
5.2. Werkstofftafeln (Feinschneidwerkstoffe) . . . . .	11
<b>6. Werkzeuge</b> . . . . .	12
6.1. Werkzeugsysteme . . . . .	12
6.2. Werkzeugwerkstoffe . . . . .	12
6.3. Werkzeugherstellung . . . . .	13
<b>7. Maschinen</b> . . . . .	13
<b>8. Schmierstoff</b> . . . . .	14
<b>9. Produktionsvergleich</b> . . . . .	15
<b>10. Anwendungsbeispiele</b> . . . . .	16
Schrifttum . . . . .	18

VDI-Gesellschaft Produktionstechnik (ADB)  
Ausschuß Stanztechnik

Frühere Ausgabe: 7.78 Entwurf

Alle Rechte vorbehalten © VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1980

Zu beziehen durch Beuth Verlag GmbH, Berlin und Köln

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet

## 1. Allgemeines

Das Feinschneiden ist ein Fertigungsverfahren der Stanztechnik. Feinschnitteile weisen eine glatte Schnittfläche auf und sind nach dem Entgraten einbaufertig. Die hohe Form- und Maßgenauigkeit der in einem Arbeitsvorgang hergestellten Teile gewährleistet eine gleichbleibend gute Qualität der Erzeugnisse bei niedrigen Fertigungskosten.

Feinschnitteile werden überall dort eingesetzt, wo Flächen mit größter Oberflächengenauigkeit bei kleinsten Toleranzen der Maße gefordert werden; außerdem dort, wo eine optisch gute Oberfläche erwünscht ist.

## 2. Prinzip des Feinschneidens

Zum Feinschneiden ist die Kenntnis folgender Einflußgrößen und deren Abhängigkeit zueinander notwendig.

- Feinschneidmaschine,
- Feinschneidwerkzeug,
- Feinschneidwerkstoff,
- Schmierstoff.

Bild 1 zeigt den Unterschied zwischen einem normal- und einem feingeschnittenen Teil.

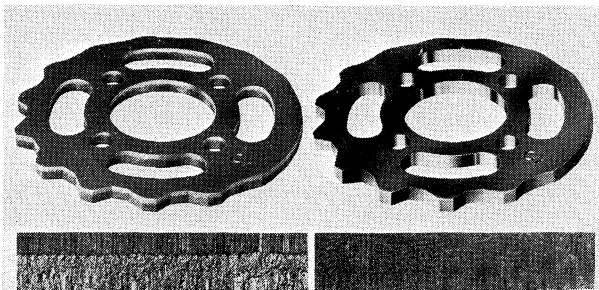


Bild 1. Unterschied zwischen normal- und feingeschnittenem Teil

Zu Bild 1 a:

Normalgeschnittene Teile weisen auf der Schnittfläche eine Abrißfläche auf, die bis zu ca. 70% der Werkstoffdicke betragen kann.

Zu Bild 1 b:

Feingeschnittene Teile zeichnen sich durch eine überwiegend abrißfreie glatte Schnittfläche aus.

Die Schnittflächen haben eine Gratseite und eine Einzugsseite. Der Einzug kann bei extremen Verhältnissen des Querschnittes (Werkstoffdicke zur Breite der Kontur, z. B. bei Zahnrädern) bis zu 30% der Werkstoffdicke betragen. Die Rauheit  $R_a$  beträgt, abhängig von Werkstoffdicke und Werkstoff,  $0,2 \mu\text{m}$  bis  $3,6 \mu\text{m}$ .

Die erreichbaren Maßtoleranzen liegen in den Toleranzklassen ISO 6 bis 11.

## 2.1. Arbeitsprinzip

Zum Herstellen von Feinschnitteilen wird eine spezielle Maschine mit der Schneidkraft ( $F_S$ ) der Gegenkraft ( $F_G$ ) und der Ringzackenkraft ( $F_R$ ) benötigt, Bild 2.

Der Werkstückwerkstoff wird vor dem Schneidvorgang mittels Ringzacke mit der Ringzackenkraft  $F_R$  außerhalb der Schnittlinie auf die Schneidplatte gespannt. Die Gegenkraft  $F_G$  spannt den Werkstoff innerhalb der Schnittlinie gegen den Schneidstempel. Der Schneidvorgang erfolgt somit im eingespannten Zustand (Bild 2).

Nach Beendigung des Schneidvorganges wird die Ringzackenkraft und die Gegenkraft abgeschaltet, das Werkzeug öffnet sich und die Funktion dieser beiden Kräfte ändert sich.

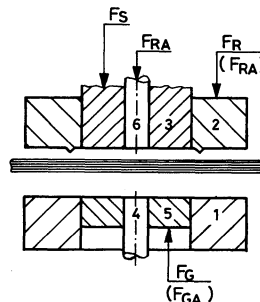


Bild 2. Bezeichnung der Kräfte im Feinschneidwerkzeug

1 Schneidplatte	$F_S$ Schneidkraft
2 Preßplatte (Führung)	$F_R$ Ringzackenkraft
3 Stempel	$F_G$ Gegenkraft
4 Innenformstempel	$F_{RA}$ Abstreiferkraft
5 Auswerfer	$F_{GA}$ Auswerferkraft
6 Ausstoßer	

Die Ringzackenkraft  $F_R$  wirkt als Abstreiferkraft  $F_{RA}$ . Diese Kraft streift das Stanzgitter vom Schneidstempel und stößt die Innenformabfälle aus dem Schneidstempel.

Die Gegenkraft  $F_G$  wirkt als Auswerferkraft  $F_{GA}$  und stößt das Werkstück aus der Schneidplatte, Bild 3.

## 2.2. Maschinenkräfte und Berechnung

Die Feinschneidmaschine ist eine dreifach wirkende Presse.

Neben der Schneidkraft wirken die Ringzacken- und die Gegenkraft. Nach erfolgtem Schneidvorgang wird die Ringzackenkraft zur Abstreiferkraft und die Gegenkraft zur Ausstoßerkraft.

### Schneidkraft

Die Größe der Schneidkraft ist abhängig von der Schnittlinienlänge, von der Dicke und der Festigkeit des zu schneidenden Werkstoffes. Sie berechnet sich nach der Formel:

$$F_S = L \cdot s \cdot R_m \cdot f_1 \text{ (N)}$$

$L$  Summe der Schnittlinienlänge  
Innen- und Außenform (mm)

$s$  Werkstoffdicke (mm)

$R_m$  Zugfestigkeit des Feinschneidwerkstoffes  
( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$f_1$  0,6 bis 0,9

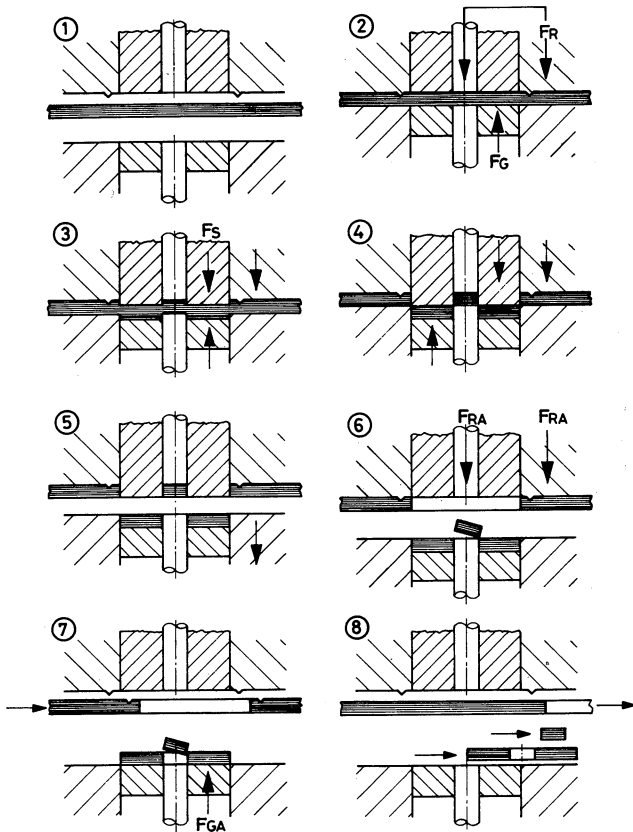


Bild 3. Arbeitsablauf beim Feinschneiden

- ① Werkzeug geöffnet, Werkstoff eingeführt
- ② Werkzeug geschlossen, Werkstoff inner- und außerhalb der Schnittlinie mittels der Ringzacken- und Gegenkraft eingespannt.
- ③ Werkstoff angeschnitten durch Schnittkraft  $F_S$ , Haltekräfte  $F_R$  und  $F_G$  wirksam.
- ④ Stößelhub beendet, Teil in Schneidplatte, Innenformabfall in Schneidstempel eingeschnitten.
- ⑤ Ringzackenkraft und Gegenkraft sind abgeschaltet, das Werkzeug wird geöffnet.
- ⑥ Anstelle der Ringzackenkraft wirkt nun die Abstreiferkraft zum Ausstoßen der Innenformabfälle und zum Abstreifen des Stanzgitters.
- ⑦ Anstelle der Gegenkraft wirkt nun die Auswerferkraft zum Ausstoßen des Teils aus der Schneidplatte. Es beginnt der Werkstoffvorschub.
- ⑧ Feinschnitteile und Innenformabfälle werden ausgeblasen oder ausgeräumt. Der Werkstoffvorschub wird beendet.

Der Faktor  $f_1$  ist abhängig vom Verhältnis der Dehngrenze zur Zugfestigkeit, Bild 4.

Die erforderliche Schneidkraft ist neben den in der Formel aufgeführten Faktoren zusätzlich noch von der Schneidkantenbeschaffenheit von Schneidstempel und Schneidplatte, der Größe des Schneidspaltes, der geometrischen Form des Teiles, der Art des Schmierstoffes, der Oberflächenrauheit der Schneidelemente und der Werkstoffdickentoleranz abhängig. In der Praxis wird der Faktor  $f_1$  mit 0,9 angesetzt. Damit ergibt sich die Rechnungsformel:

$$F_S = L \cdot s \cdot R_m \cdot 0,9 \text{ (N)}$$

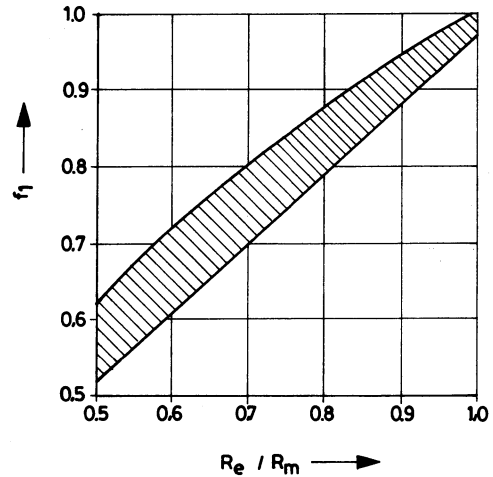


Bild 4. Richtwerte für den Faktor  $f_1$  zur Berechnung der Schneidkraft bezogen auf das Verhältnis von Dehngrenze zur Zugfestigkeit  $R_e/R_m$  (nach Timmerbeil)

Mit der errechneten Schneidkraft ist die kleinstmögliche zum Einsatz gelangende Feinschneidmaschine bestimmt.

**Ringzackenkraft**

Die Ringzackenkraft ist nötig, um eine Ringzacke mit vorgegebener Form, Höhe und Länge in den Werkstoff einzupressen, und ist abhängig von der Festigkeit des Feinschneidwerkstoffes. Die Ringzackenkraft errechnet sich näherungsweise nach der Formel:

$$F_R = f_2 \cdot L_R \cdot h \cdot R_m \text{ (N)}$$

- $f_2$  Faktor, etwa 4
- $L_R$  Ringzackenlänge (mm)
- $h$  Ringzackenhöhe (mm)
- $R_m$  Zugfestigkeit (N/mm<sup>2</sup>)

**Gegenkraft**

Die Gegenkraft hat die Aufgabe, das Teil während des Schneidvorganges auf den Stempel zu klemmen. Diese Kraft ist abhängig von der Flächengröße des Schnittteiles und der spezifischen Gegenkraft. Die Formel lautet:

$$F_G = A_s \cdot q_G \text{ (N)}$$

- $F_G$  Gegenkraft (N)
- $A_s$  Fläche des Feinschnittteils (mm<sup>2</sup>)
- $q_G$  spezifische Gegenkraft (N/mm<sup>2</sup>)

Der Wert von  $q_G$  liegt zwischen 20 und 70 N/mm<sup>2</sup>. Bei großflächigen dicken Teilen beträgt der Wert 70 N/mm<sup>2</sup>, bei dünnen, kleinflächigen Teilen 20 N/mm<sup>2</sup>. In der Praxis wird für  $F_G$  10 bis 20% von  $F_S$  eingesetzt.

**Abstreifer- und Ausstoßerkraft**

Nach dem Schneidvorgang wirkt die Ringzackenkraft als