



Schneidelemente  
Punching tools

Kräfte beim Schneiden

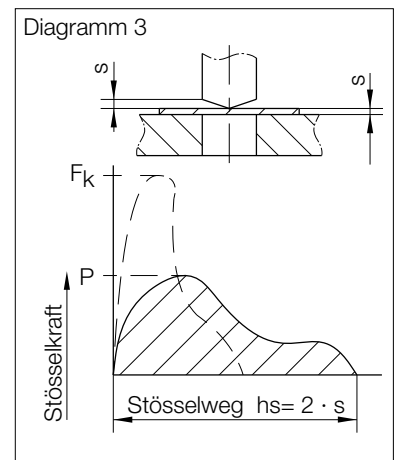
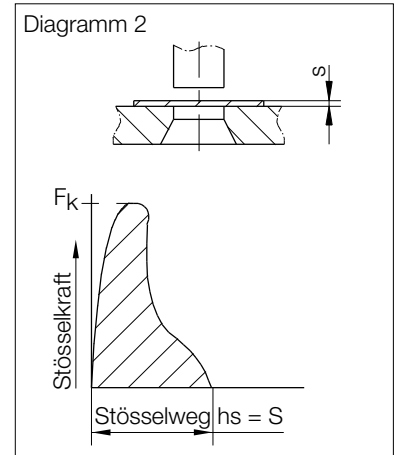
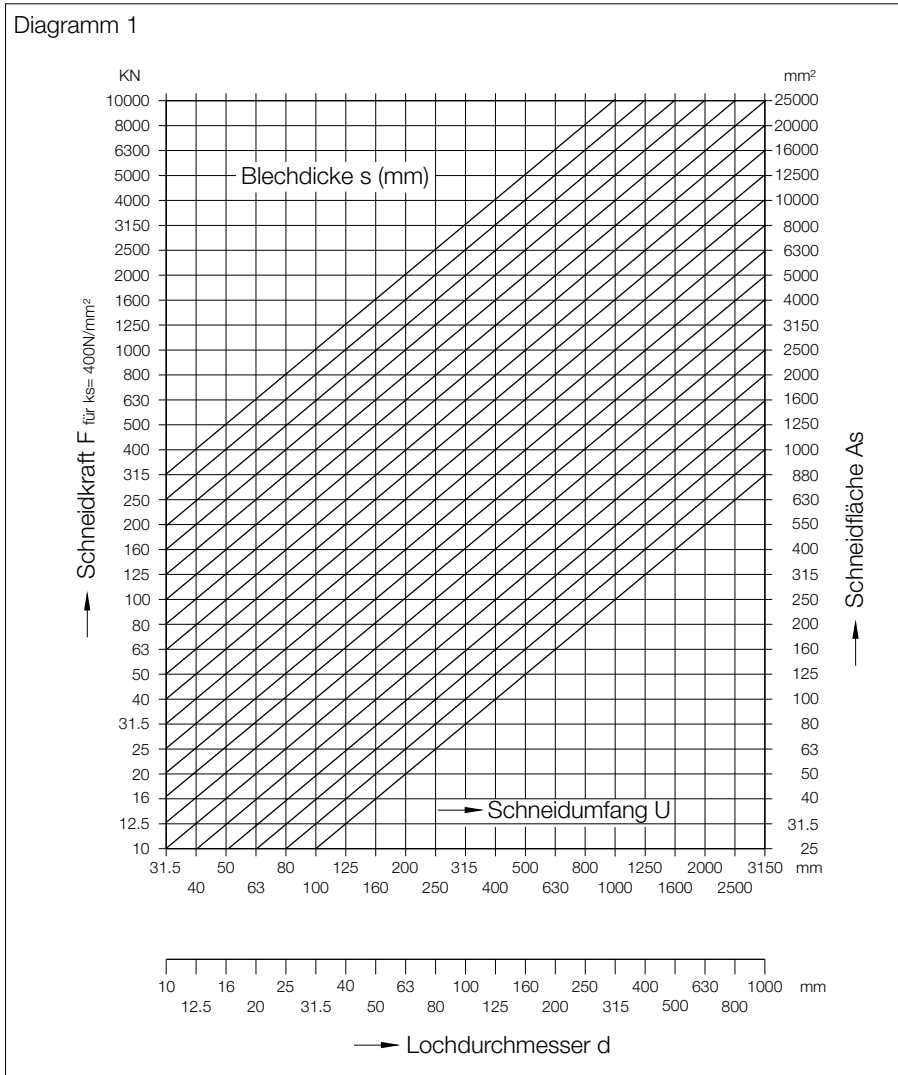


Diagramm1:

Schneidkraft für Scherfestigkeit  $K_s = 400 \text{ N/mm}^2$

Beispiel:

Blechdicke  $s = 0.28 \text{ mm}$

Platinen- $\varnothing d = 50 \text{ mm}$

Schneidkraft  $F$  bei  $K_s = 400 \text{ N/mm}^2 = 18 \text{ kN}$

Kräfte beim Schneiden

Folgende Faktoren beeinflussen die Höhe der Schneidkraft:

Werkstoff und Dicke der zu schneidenden Teile, Schneidspaltbreite, Anordnung und Beschaffenheit der Schneidkanten von Stempel und Matrize.

Liegen die Schneidkanten von Stempel und Matrize in parallelen Ebenen, so errechnet sich die Schneidkraft:

$$F = k_s \cdot U \cdot s \quad [\text{N}]$$

$k_s$  = Scherfestigkeit in  $\text{N/mm}^2$   
 $U$  = Schneidumfang in mm  
 $s$  = Blechdicke in mm

Die Schneidkraft kann durch Schräg- oder Wellenschliff an Stempel oder Matrize wesentlich verringert werden. Je nach Ausbildung der Schneidkanten verringert sich die Schneidkraft auch  $0.5 - 0.67 \cdot F$

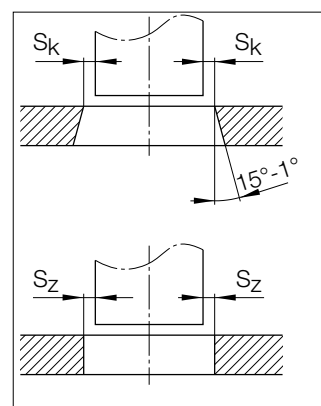
$$F_s = 0.67 k_s \cdot U \cdot s \quad [\text{N}]$$

Siehe Diagramm 3:  
 Kraftverlauf bei parallelen Schneidkanten.  
 Die Abstreifkraft kann genügend genau mit 10% der Schneidkraft  $F$  bzw.  $F_s$  angenommen werden.

Siehe Diagramm 2:  
 Kraftverlauf bei parallelen Schneidkanten.

**Schneidelemente**  
**Punching tools**
**Schneidspalt**

Blech- dicke (Nenn- mass) mm	Blech- lehre Nr.	Zulässige Dicken- abweichungen ± mm	Schneidspalt in µm* bei einer Scherfestigkeit $k_s$ von					
			100...250N/mm <sup>2</sup>		250...400N/mm <sup>2</sup>		400...600N/mm <sup>2</sup>	
			$S_k$	$S_z$	$S_k$	$S_z$	$S_k$	$S_z$
0.18	32	0.02	2.7	5.4	4.5	7.2	6.3	9.0
0.20	31	0.02	3.0	6.0	5.0	8.0	7.0	10.0
0.22	30	0.02	3.3	6.6	5.5	8.8	7.7	11.0
0.24	29	0.02	3.6	7.2	6.0	9.6	8.4	12.0
0.28	28	0.02	4.2	8.4	7.0	11.2	9.8	14.0
0.32	27	0.02	4.8	9.6	8.0	12.8	11.2	16.0
0.38	26	0.03	5.7	11.4	9.5	15.2	13.3	19.0
0.44	25	0.03	6.6	13.2	11.0	17.6	15.4	22.0
0.50	24	0.04	7.5	15.0	12.5	20.0	17.5	25.0
0.56	23	0.04	8.4	16.8	14.0	22.4	19.6	28.0
0.63	22	0.05	9.5	18.9	15.8	25.2	22.0	31.5
0.75	21	0.06	12.0	22.5	18.8	30.0	26.2	37.5
0.88	20	0.06	13.2	26.4	22.0	35.3	30.8	44.0
1.00	19	0.07	15.0	30.0	25.0	40.0	35.0	50.0
1.13	18	0.08	17.0	33.9	28.3	45.2	39.5	56.5
1.25	17	0.09	18.0	41.0	35.0	55.0	48.0	69.0
1.38	16	0.10	21.0	41.0	35.0	55.0	48.0	69.0
1.50	15	0.11	23.0	45.0	38.0	60.0	53.0	75.0
1.75	14	0.12	26.0	53.0	44.0	70.0	61.0	88.0
2.00	13	0.13	30.0	60.0	50.0	80.0	70.0	100.0
2.25	12	0.14	34.0	68.0	57.0	90.0	79.0	113.0
2.50	11	0.15	37.0	75.0	63.0	100.0	88.0	125.0
2.75	10	0.15	41.0	82.0	69.0	110.0	96.0	138.0
3.25	8	0.25	49.0	98.0	82.0	130.0	114.0	163.0
3.50	7	0.25	53.0	105.0	88.0	140.0	123.0	175.0
4.00	5	0.30	60.0	120.0	100.0	160.0	140.0	200.0
4.50	3	0.30	68.0	135.0	113.0	180.0	158.0	225.0
5.00	2	0.30	75.0	150.0	125.0	200.0	175.0	250.0
5.50	1	-	83.0	165.0	138.0	220.0	193.0	275.0
6.30	-	-	95.0	189.0	158.0	252.0	220.0	315.0
7.00	-	-	105.0	220.0	175.0	280.0	245.0	350.0
8.00	-	-	120.0	240.0	200.0	320.0	280.0	400.0
9.00	-	-	135.0	270.0	225.0	360.0	315.0	450.0
10.00	-	-	150.0	300.0	250.0	400.0	350.0	500.0



$S_k$  = Schneidspalt bei koni-  
 scher Schneidplatte  
 $S_z$  = Schneidspalt bei zylindri-  
 scher Schneidplatte  
 Stempelspiel =  $2 \cdot S_k$  bzw.  $S_z$   
 Bestimmend für die Abmes-  
 sungen des Werkstückes sind:  
 Beim Ausschneiden: der  
 Durchbruch der Schneidplatte  
 Beim Lochen: der Schneid-  
 stempel

**Schneidspalt**

Der Schneidspalt beeinflusst beim Ausschneiden und Lo-  
 chen die Höhe der Schneidkraft und die Beschaffenheit der  
 Schneidfläche des Werkstückes.

Die Schneidspaltbreite ist abhängig von der Dicke  $s$  und der  
 Scherfestigkeit  $k_s$  des Werkstoffes und beträgt für Bleche bis  
 3mm Dicke:

$$S_z = c \cdot s \cdot \sqrt{k_s \cdot 10^{-1}}$$

\* $c$  = 0.005 für hohe Schneidflächengüte

\* $c$  = 0.01 für normale Schneidflächengüte

Für Bleche über 3mm Dicke gilt:

$$S_z = 0.01 \cdot s \cdot 0.015 \cdot \sqrt{k_s \cdot 10^{-1}}$$

Richtwerte für den Schneidspalt können der Tabelle entnom-  
 men werden.

Die Tabelle weist unterschiedliche Werte für konische und  
 zylindrische Schneidplatten auf.

Das hat folgenden Grund:

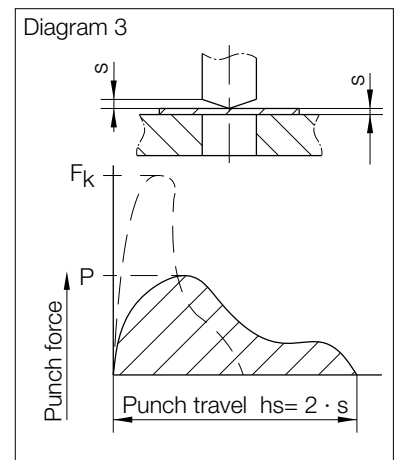
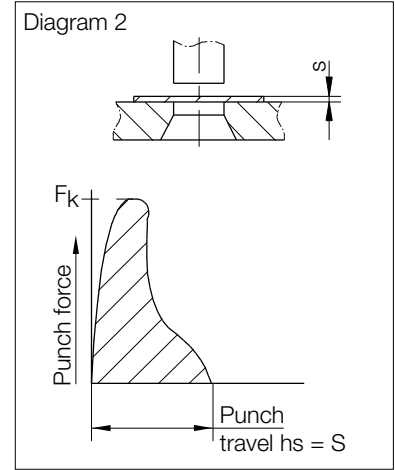
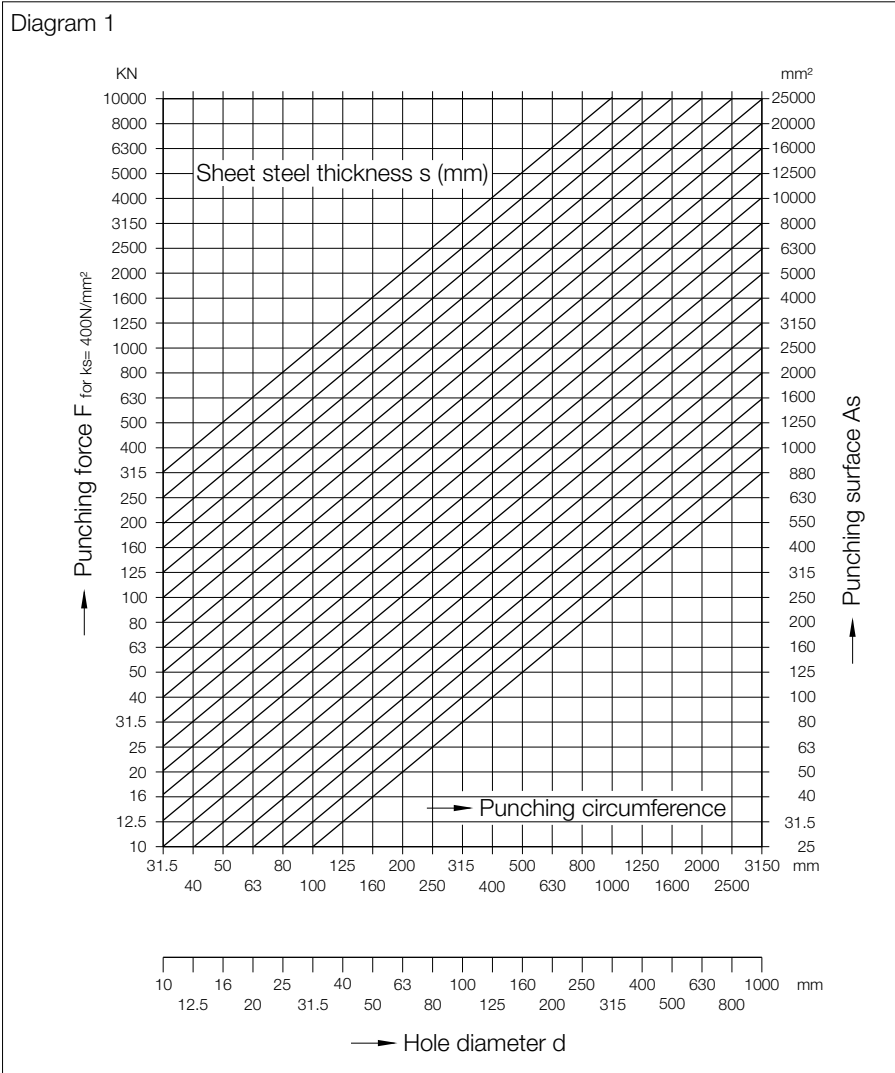
Bei der konischen Schneidplatte wird der Schneidspalt an-  
 fangs enger gehalten, weil die Abtragung beim Scharfschlei-  
 fen automatisch eher zu einer Spalterweiterung führt.

Bei zu grossem Schneidspalt bekommt man ein Werkstück  
 mit unsaubereren Schneidkanten (Gratbildung).



Schneidelemente  
Punching tools

Punching forces



**Diagram1:**  
Punching force for shear resistance  $K_s = 400 \text{ N/mm}^2$   
Example:  
Sheet steel thickness  $s = 0.28\text{mm}$   
Blank diameter  $d = 50\text{mm}$   
Punching force  $F$  for  $K_s = 400 \text{ N/mm}^2 = 18 \text{ kN}$

**Punching forces**

The following factors influence the magnitude of the punching force:

The material and thickness of the part to be punched, the die clearance, the arrangement and condition of the cutting edges on the punch and die-plate.

If the cutting edges of the punch and die-plate are parallel, then the punching force is calculated as follows:

$$F = k_s \cdot U \cdot s \quad [\text{N}]$$

$k_s$  = Shear resistance in  $\text{N/mm}^2$   
 $U$  = Puncing circumference in mm  
 $s$  = Sheet steel thickness in mm

See Diagram 2:  
Force curve for parallel cutting edges.

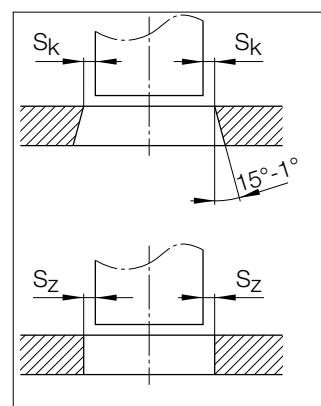
The punching force can be considerably reduced if a taper or wave is ground on the punch or die  
Depending on the shape of the cutting edges, the punching force is also reduced to  $0.5 - 0.67 \cdot F$

$$F_s = 0.67k_s \cdot U \cdot s \quad [\text{N}]$$

See Diagram 3:  
Force curve for taper ground cutting edges.  
The stripping force van be assumed, with sufficient accuracy, as being 10% of the punching force  $F$  or  $F_s$

**Schneidelemente**  
**Punching tools**
**Die clearance**

Sheet steel thickness mm	Sheet steel gauge No.	Thickness deviations allowed ± mm	Die clearance in µm* at a shear resistance $k_s$ of					
			100...250N/mm <sup>2</sup>		250...400N/mm <sup>2</sup>		400...600N/mm <sup>2</sup>	
			$S_K$	$S_Z$	$S_K$	$S_Z$	$S_K$	$S_Z$
0.18	32	0.02	2.7	5.4	4.5	7.2	6.3	9.0
0.20	31	0.02	3.0	6.0	5.0	8.0	7.0	10.0
0.22	30	0.02	3.3	6.6	5.5	8.8	7.7	11.0
0.24	29	0.02	3.6	7.2	6.0	9.6	8.4	12.0
0.28	28	0.02	4.2	8.4	7.0	11.2	9.8	14.0
0.32	27	0.02	4.8	9.6	8.0	12.8	11.2	16.0
0.38	26	0.03	5.7	11.4	9.5	15.2	13.3	19.0
0.44	25	0.03	6.6	13.2	11.0	17.6	15.4	22.0
0.50	24	0.04	7.5	15.0	12.5	20.0	17.5	25.0
0.56	23	0.04	8.4	16.8	14.0	22.4	19.6	28.0
0.63	22	0.05	9.5	18.9	15.8	25.2	22.0	31.5
0.75	21	0.06	12.0	22.5	18.8	30.0	26.2	37.5
0.88	20	0.06	13.2	26.4	22.0	35.3	30.8	44.0
1.00	19	0.07	15.0	30.0	25.0	40.0	35.0	50.0
1.13	18	0.08	17.0	33.9	28.3	45.2	39.5	56.5
1.25	17	0.09	18.0	41.0	35.0	55.0	48.0	69.0
1.38	16	0.10	21.0	41.0	35.0	55.0	48.0	69.0
1.50	15	0.11	23.0	45.0	38.0	60.0	53.0	75.0
1.75	14	0.12	26.0	53.0	44.0	70.0	61.0	88.0
2.00	13	0.13	30.0	60.0	50.0	80.0	70.0	100.0
2.25	12	0.14	34.0	68.0	57.0	90.0	79.0	113.0
2.50	11	0.15	37.0	75.0	63.0	100.0	88.0	125.0
2.75	10	0.15	41.0	82.0	69.0	110.0	96.0	138.0
3.25	8	0.25	49.0	98.0	82.0	130.0	114.0	163.0
3.50	7	0.25	53.0	105.0	88.0	140.0	123.0	175.0
4.00	5	0.30	60.0	120.0	100.0	160.0	140.0	200.0
4.50	3	0.30	68.0	135.0	113.0	180.0	158.0	225.0
5.00	2	0.30	75.0	150.0	125.0	200.0	175.0	250.0
5.50	1	-	83.0	165.0	138.0	220.0	193.0	275.0
6.30	-	-	95.0	189.0	158.0	252.0	220.0	315.0
7.00	-	-	105.0	220.0	175.0	280.0	245.0	350.0
8.00	-	-	120.0	240.0	200.0	320.0	280.0	400.0
9.00	-	-	135.0	270.0	225.0	360.0	315.0	450.0
10.00	-	-	150.0	300.0	250.0	400.0	350.0	500.0



$S_K$  = Die clearance for tapered die-plates  
 $S_Z$  = Die clearance for cylindrical die-plates  
 Punch clearance =  $2 \cdot S_K$  or  $S_Z$   
 Determining for the workpiece dimensions are:  
 When blanking out: the opening of the die-plate  
 When punching: the punch

**Die clearance**

When blanking out and punching, the die clearance influences the punching force and the surface quality of the workpiece.

The die clearance depends on the thickness  $s$  and the shear resistance  $k_s$  of the material.

For sheet steels up to 3mm thick:

$$S_Z = c \cdot s \cdot \sqrt{k_s \cdot 10^{-1}}$$

\* $c$  = 0.005 for high punching surface quality

\* $c$  = 0.01 for normal punching surface quality

For sheet steels over 3mm thick:

$$S_Z = 0.01 \cdot s \cdot 0.015 \cdot \sqrt{k_s \cdot 10^{-1}}$$

Standard values for the die clearance can be taken from the table.

The table presents different values for tapered and cylindrical die-plates.

The reason is:

On a tapered die-plate, the die clearance is kept narrow, because when re-grinding, the removing of material will automatically increase the clearance.

If the die clearance is excessive, the workpiece will have unclean edges (burring).