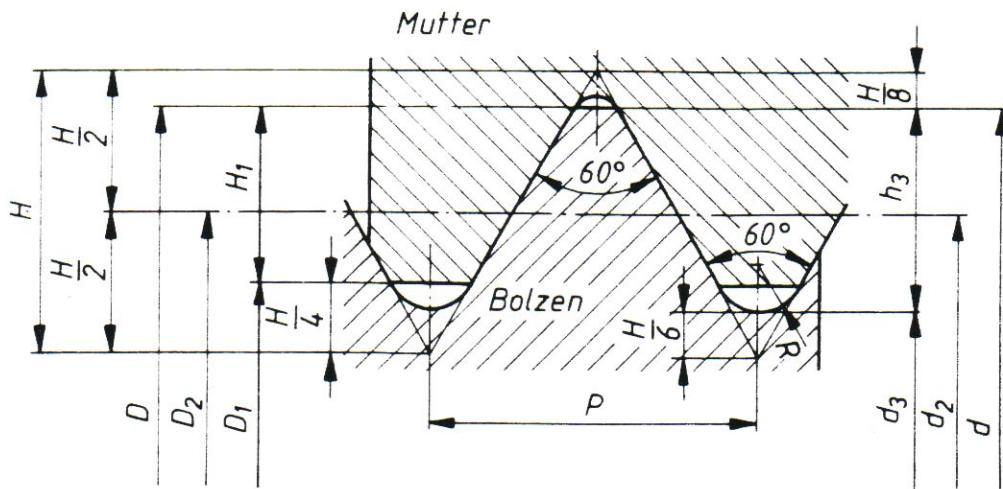


Gewinde

Je nach Verwendungszweck und Standort sind weltweit unterschiedliche Gewindearten im Einsatz. Die Unterschiede sind teilweise kaum erkennbar, da sie sich manchmal nur minimal unterscheiden. Abgesehen von Spezialgewinden wie z. B. **PG-Gewinde (Panzerrohrgewinde)**, **metrische Kabelverschraubung**, **Elektrogewinde**, usw. lassen sich die Gewinde in drei Gruppen aufteilen: **Gewinde nach DIN/ISO**; **Gewinde nach BS (Whitworth)** und **Gewinde nach UN (USA)**.

- metrisches Regelgewinde
- metrisches Feingewinde
- Zollgewinde grob (UNC)
- Zollgewinde fein (UNF)
- Whitworth-Gewinde
- Whitworth-Rohrgewinde
- NPT-Gewinde nach ASA
- PG-Gewinde
- Stahlpanzer-Rohrgewinde
- metrische Verschraubung
- Elektrogewinde

DIN-ISO 13 - metrisches ISO-Regelgewinde



Gewinde	Steig- ung	Flanken durch- messer	Kerndurchmesser		Gewindetiefe		Rundung	Kern- loch- bohrer- durch- messer	Span- nungs- quer- schnitt in mm ²
			Bolzen	Mutter	Bolzen	Mutter			
M3	0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	0,072	2,5	5,03
M3,5	0,6	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325	0,087	2,9	6,78
M4	0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	0,101	3,3	8,78
M4,5	0,75	4,013	3,580	3,688	0,460	0,406	0,108	3,7	11,3
M5	0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	0,115	4,2	14,2
M6	1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	0,144	5	20,1
M8	1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	0,180	6,8	36,6
M10	1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	0,217	8,5	58,0
M12	1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	0,253	10,2	84,3
M14	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083	0,289	12	115
M16	2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	0,289	14	157
M18	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353	0,361	15,5	193
M20	2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	0,361	17,5	245

M22	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353	0,361	19,5	303
M24	3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	0,433	21	353
M27	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624	0,433	24	459
M30	3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894	0,505	26,5	561
M33	3,5	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894	0,505	29,5	694
M36	4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165	0,577	32	817
M39	4	36,402	34,093	34,670	2,454	2,165	0,577	35	976
M42	4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436	0,650	37,5	1121
M45	4,5	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436	0,650	40,5	1306
M48	5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706	0,722	43	1473
M52	5	48,752	45,866	46,587	3,067	2,706	0,722	47	1758
M56	5,5	52,428	49,252	50,046	3,374	2,977	0,794	50,5	2030
M60	5,5	56,428	53,252	54,046	3,374	2,977	0,794	55	2362

Metrisches ISO-Feingewinde DIN 13 Bl. 1

Gewinde	Steigung	Mutter-Kerndurchmesser	Kernlochdurchmesser
M2x0,25	0,25 mm		1,75 mm
M2,5x0,35	0,35 mm		2,15 mm
M2,6x0,35	0,35 mm		2,25 mm
M3x0,35	0,35 mm		2,65 mm
M4x0,35	0,35 mm		3,65 mm
M4x0,5	0,5 mm		3,5 mm
M5x0,5	0,5 mm		4,5 mm
M6x0,5	0,5 mm		5,5 mm
M6x0,75	0,75 mm		5,2 mm
M7x0,75	0,75 mm		6,2 mm
M8x0,5	0,5 mm		7,5 mm
M8x0,75	0,75 mm		7,2 mm
M8x1	1,0 mm		7,0 mm
M9x1	1,0 mm		8,0 mm
M10x0,75	0,75 mm		9,2 mm
M10x1	1,0 mm		9,0 mm
M10x1,25	1,25 mm		8,8 mm
M11x1	1,0 mm		10,0 mm
M12x1	1,0 mm		11,0 mm
M12x1,25	1,25 mm		10,8 mm
M12x1,5	1,5 mm		10,5 mm
M14x1	1,0 mm		13,0 mm
M14x1,25	1,25 mm		12,8 mm
M14x1,5	1,5 mm		12,5 mm
M15x1	1,0 mm		14,0 mm
M15x1,5	1,5 mm		13,5 mm

M16x1	1,0 mm		15,0 mm
M16x1,5	1,5 mm		14,5 mm
M18x1	1,0 mm		17,0 mm
M18x1,5	1,5 mm		16,5 mm
M18x2	2,0 mm		16,0 mm
M20x1	1,0 mm		19,0 mm
M20x1,5	1,5 mm		18,5 mm
M20x2	2,0 mm		18,0 mm
M22x1	1,0 mm		21,0 mm
M22x1,5	1,5 mm		20,5 mm
M22x2	2,0 mm		20,0 mm
M24x1,5	1,5 mm		22,5 mm
M24x2	2,0 mm		22,0 mm
M25x1,5	1,5 mm		23,5 mm
M26x1,5	1,5 mm		24,5 mm
M27x1,5	1,5 mm		25,5 mm
M27x2	2,0 mm		25,0 mm
M28x1,5	1,5 mm		26,5 mm
M30x1,0	1,0 mm		29,0 mm
M30x1,5	1,5 mm		28,5 mm
M30x2	2,0 mm		28,0 mm
M32x1,5	1,5 mm		30,5 mm
M33x1,5	1,5 mm		31,5 mm
M33x2	2,0 mm		31,0 mm
M34x1,5	1,5 mm		32,5 mm
M35x1,5	1,5 mm		33,5 mm
M36x1,5	1,5 mm		34,5 mm
M36x2	2,0 mm		34,0 mm
M36x3	3,0 mm		33,0 mm
M38x1,5	1,5 mm		36,5 mm
M39x2	2,0 mm		37,0 mm
M39x3	3,0 mm		36,0 mm
M40x1,5	1,5 mm		38,5 mm
M42x2	2,0 mm		40,0 mm
M42x3	3,0 mm		39,0 mm
M45x1,5	1,5 mm		43,5 mm
M45x2	2,0 mm		43,0 mm
M48x1,5	1,5 mm		46,5 mm
M48x3	3,0 mm		45,0 mm
M50x1,5	1,5 mm		48,5 mm
M52x2	2,0 mm		50,0 mm

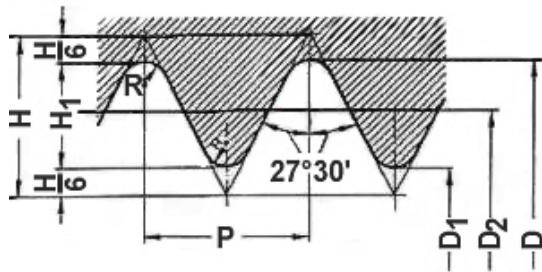
Zollgewinde grob (UNC-Zollgewinde)

Gewinde	Gänge je inch	Außendurchmesser		Kernlochdurchmesser in mm	
		inch	mm	Bolzen	Mutter
N1-64	64		1,85	1,55	1,58
N2-56	56		2,18	1,85	1,87
N3-48	48		2,51	2,10	2,14
N4-44	44		2,84	2,35	2,38
N5-40	40		3,18	2,65	2,70
N6-32	32		3,50	2,85	2,90
N8-32	32		4,17	3,50	3,53
N10-24	24		4,83	3,90	3,95
N12-24	24		5,49	4,50	4,59
1/4"-20	20	1/4"	6,35	5,10	5,25
5/16"-18	18	5/16"	7,94	6,60	6,68
3/8"-16	16	3/8"	9,53	8,00	8,08
7/16"-14	14	7/16"	11,11	9,40	9,44
1/2"-13	13	1/2"	12,70	10,80	10,88
9/16"-12	12	9/16"	14,23	12,20	12,30
5/8"-11	11	5/8"	15,88	13,50	13,69
3/4"-10	10	3/4"	19,05	16,50	16,62
7/8"-9	9	7/8"	22,23	19,50	19,52
1"-8	8	1"	25,40	22,25	22,34
1 1/8"-7	7	1 1/8"	28,57	25,00	25,08
1 1/4"-7	7	1 1/4"	31,75	28,00	28,26
1 3/8"-6	6	1 3/8"	34,92	30,75	30,85
1 1/2"-6	6	1 1/2"	38,10	34,00	34,03
1 3/4"-5	5	1 3/4"	44,45	39,50	39,56
2"-4 1/2	4,5	2"	50,80	45,00	45,37
2 1/4"-4 1/2	4,5	2 1/4"	57,15	51,50	51,72
2 1/2"-4	4	2 1/2"	63,50	57,25	57,39
2 3/4"-4	4	2 3/4"	69,85	63,50	63,74
3"-4	4	3"	76,2	70,00	70,09
3 1/4"-4	4	3 1/4"	82,55	76,20	76,44
3 1/2"-4	4	3 1/2"	88,9	82,60	82,79
3 3/4"-4	4	3 3/4"	95,25	88,90	89,14
4"-4	4	4"	101,6	95,25	95,48

Zollgewinde fein (UNF-Zollgewinde)					
Gewinde	Gänge je inch	Außendurchmesser		Kernlochdurchmesser in mm	
		inch	mm	Bolzen	Mutter

0-80	80		1,52	1,25	1,30
1-72	72		1,85	1,55	1,61
2-64	64		2,18	1,90	1,91
3-56	56		2,51	2,15	2,19
4-48	48		2,84	2,40	2,45
5-44	44		3,17	2,70	2,74
6-40	40		3,50	2,95	3,01
8-36	36		4,16	3,50	3,59
10-32	32		4,82	4,10	4,16
1/4"-28	28	1/4"	6,35	5,50	5,56
5/16"-24	24	5/16"	7,94	6,90	6,99
3/8"-24	24	3/8"	9,53	8,50	8,56
7/16"-20	20	7/16"	11,11	9,90	9,94
1/2"-20	20	1/2"	12,70	11,50	11,52
9/16"-18	18	9/16"	14,23	12,90	12,97
5/8"-18	18	5/8"	15,88	14,50	14,55
3/4"-16	16	3/4"	19,05	17,50	17,54
7/8"-14	14	7/8"	22,23	20,40	20,49
1"-12	12	1"	25,40	23,25	23,36
1 1/8"-12	12	1 1/8"	28,57	26,50	26,54
1 1/4"-12	12	1 1/4"	31,75	29,50	29,71
1 3/8"-12	12	1 3/8"	34,92	32,75	32,89
1 1/2"-12	12	1 1/2"	38,10	36,00	36,06

Whitworth-Gewinde



Außendurchmesser $d = D$

Kerndurchmesser $d_1 = D_1 = d - 1,28 P$

Flankendurchmesser $d_2 = D_2 = d - 0,640 P$

Flankenwinkel = $27^{\circ} 30'$

Steigung $P = 25,4/Z$

Gewindetiefe $h_1 = H_1 = 0,640 P$

Rundung $R = 0,137 P$

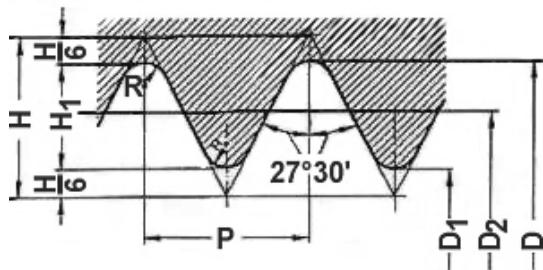
Gewinde	Gänge je inch	Außen-durchmesser in mm	Kernloch-durchmesser in mm	Flanken-durchmesser in mm	Gewinde-tiefe in mm	Kern-querschnitt in mm ²
1/4"	20	6,35	4,72	5,54	0,813	17,5
5/16"	18	7,94	6,13	7,03	0,904	29,5
3/8"	16	9,53	7,49	8,51	1,017	44,1
1/2"	12	12,70	9,99	11,35	1,355	78,4
5/8"	11	15,88	12,92	14,40	1,479	131,0
3/4"	10	19,05	15,80	17,42	1,627	196,0
7/8"	9	22,23	18,61	20,42	1,807	272,0
1"	8	25,4	21,34	23,37	2,033	358,0

1 1/4"	7	31,75	27,10	29,43	2,324	577
1 1/2"	6	38,10	32,68	35,39	2,711	839
1 3/4"	5	44,45	37,95	41,20	3,253	1131
2"	4 1/2	50,80	43,57	47,19	3,614	1491
2 1/4"	4	57,15	49,02	53,09	4,066	1886
2 1/2"	4	63,50	55,37	59,44	4,066	2408
3"	3 1/2	76,20	66,91	72,56	4,647	3516
3 1/2"	3 1/4	88,90	78,89	83,89	5,000	4888

Whitworth-Rohrgewinde für Rohre und Fittings

Das Whitworth-Rohrgewinde nach DIN ISO 228-1 (z. B.: G1½) ist ein zylindrisches Innen- und Außengewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen. Das Rohrgewinde nach DIN 2999 (z. B.: R2½) ist im Gewinde dichtend, aufgrund eines zylindrischen Innengewindes und eines kegeligen Außengewindes mit einer Steigung 1:16. Es wird verwendet an Armaturen, Gewinderohren, Gewindeflanschen, Fittings usw.

Zylindrisches Innengewinde

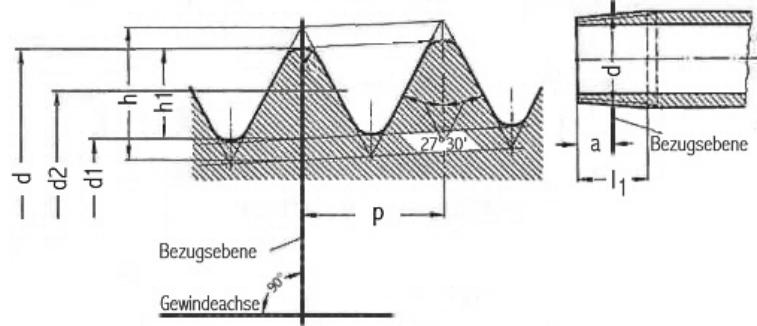


$$\text{Außendurchmesser } d = D$$

$$\text{Flankendurchmesser } d_2 = D_2 = d - 0,640 P$$

$$\text{Steigung } P = 25,4/Z \quad \text{Gewindetiefe } h_1 = H_1 = 0,640 P \quad \text{Rundung } R = 0,137 P$$

Kegeliges Außengewinde (Kegel 1:16)



$$\text{Kerndurchmesser } d_1 = D_1 = d - 1,28 P$$

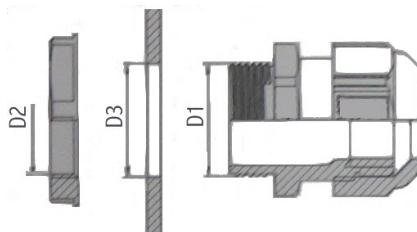
$$\text{Flankenwinkel} = 55^\circ$$

DIN ISO 228-1	DIN 2999 Außen-gewinde	DIN 2999 Innen-gewinde	Gänge je inch	Außen-durch-messer in mm	Kernloch-durch-messer in mm	Flanken-durch-messer in mm	Steigung	Gewinde-tiefe	Abstand der Bezugsebene in mm
G1/16	R1/16	Rp1/16	28	7,72	6,56	7,14	0,91	0,58	4,0
G 1/8	R 1/8	Rp 1/8	28	9,73	8,57	9,15	0,91	0,58	4,0
G 1/4	R 1/4	Rp 1/4	19	13,16	11,45	12,30	1,34	0,86	6,0
G 3/8	R 3/8	Rp 3/8	19	16,66	14,95	15,81	1,34	0,86	6,4
G 1/2	R 1/2	Rp 1/2	14	20,96	18,63	19,79	1,81	1,16	8,2
G 3/4	R 3/4	Rp 3/4	14	26,44	24,12	25,28	1,81	1,16	9,5
G 1	R 1	Rp 1	11	33,25	30,29	31,77	2,31	1,48	10,4
G 1 1/4	R 1 1/4	Rp 1 1/4	11	41,91	38,95	40,43	2,31	1,48	12,7
G 1 1/2	R 1 1/2	Rp 1 1/2	11	47,80	44,85	46,32	2,31	1,48	12,7
G 2	R 2	Rp 2	11	59,61	56,66	58,14	2,31	1,48	15,9
G 2 1/2	R 2 1/2	Rp 2 1/2	11	75,18	72,23	73,71	2,31	1,48	17,5
G 3	R 3	Rp 3	11	87,88	84,93	86,41	2,31	1,48	20,6
G 4	R 4	Rp 4	11	113,03	110,07	111,55	2,31	1,48	25,4

G 5	R 5	Rp 5	11	138,43	135,37	136,95	2,31	1,48	28,6
G 6	R 6	Rp 6	11	163,83	160,87	162,35	2,31	1,48	28,6

Stahlpanzerrohrgewinde (PG-Gewinde)

Das bekannte PG-System wurde auf das international gebräuchliche metrische System umgestellt. Grundlage für die Umstellung von Kabelverschraubungen, Rohren und Gehäusen ist die internationale metrische Maßnorm DIN EN 60423. Die Reihe PG7 bis PG48 wird durch die metrische Reihe M12 bis M63 ersetzt.



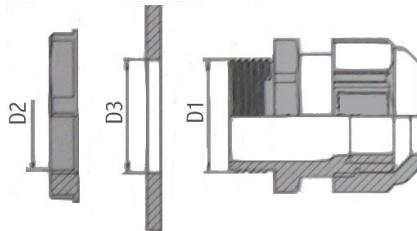
D1 = Außendurchmesser

D2 = Kerndurchmesser

D3 = Bohrungsdurchmesser

Gewinde	Steigung	Gänge je inch	Außen-durchmesser in mm	Kernloch-durchmesser in mm	Bohrung in mm	Gewindetiefe in mm
Pg7	1,27	20	12,5	11,28	13,0 - 0,2	0,61
Pg9	1,41	18	15,2	13,86	15,7 - 0,2	0,67
Pg11	1,41	18	18,6	17,26	19,0 - 0,2	0,67
Pg13,5	1,41	18	20,4	19,06	21,0 - 0,2	0,67
Pg16	1,41	18	22,5	21,16	23,0 - 0,2	0,67
Pg21	1,56	16	28,3	26,78	28,8 - 0,2	0,76
Pg29	1,56	16	37,0	35,48	37,5 - 0,3	0,76
Pg36	1,56	16	47,0	45,48	47,5 - 0,3	0,76
Pg42	1,56	16	54,0	52,48	54,5 - 0,3	0,76
Pg48	1,56	16	59,3	57,78	59,8 - 0,3	0,76

Metrische Kabelverschraubungen



D1 = Außendurchmesser

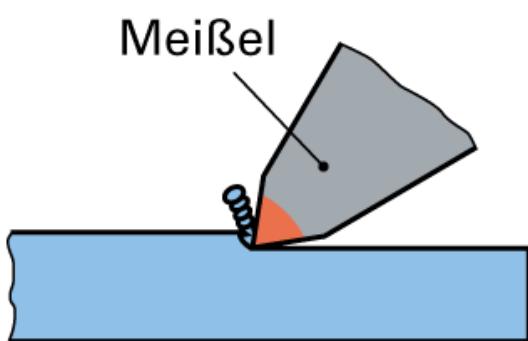
D2 = Kerndurchmesser

D3 = Bohrungsdurchmesser

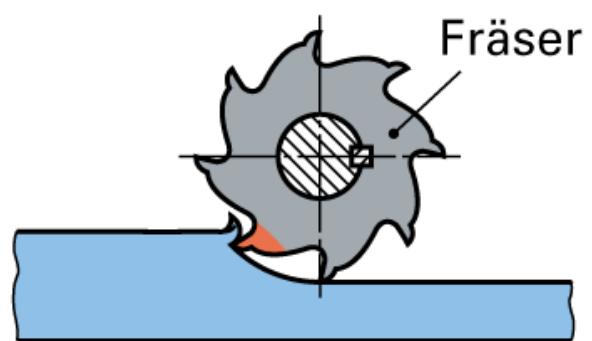
Gewinde	Steigung	Außendurchmesser	Bohrungsdurchmesser	Kernlochdurchmesser
M12 x 1,5	1,5	12,0 mm	12,3 - 0,2 mm	10,6 mm
M16 x 1,5	1,5	16,0 mm	16,3 - 0,2 mm	14,6 mm
M20 x 1,5	1,5	20,0 mm	20,3 - 0,2 mm	18,6 mm
M25 x 1,5	1,5	25,0 mm	25,3 - 0,2 mm	23,6 mm
M32 x 1,5	1,5	32,0 mm	32,3 - 0,2 mm	30,6 mm
M40 x 1,5	1,5	40,0 mm	40,4 - 0,3 mm	38,6 mm
M50 x 1,5	1,5	50,0 mm	50,4 - 0,3 mm	48,6 mm
M63 x 1,5	1,5	63,0 mm	63,4 - 0,3 mm	61,6 mm

Elektrogewinde							
Gewinde	Steigung	Gänge je inch	Außendurchmesser in mm		Kernlochdurchmesser in mm		Rundung
			Bolzen	Mutter	Bolzen	Mutter	
E14	2,82	9	13,8	14,1	12,1	12,5	0,822
E16	2,5	10	15,9	16,2	14,4	14,6	0,708
E18	3	8,5	18,4	18,7	16,7	17,1	0,875
E27	3,63	7	26,3	26,7	24,1	24,5	1,025
E33	4,23	6	33,4	33,9	30,3	30,8	1,187

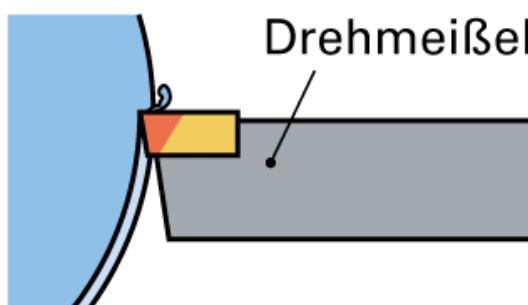
NPT-Gewinde nach ASA B2.1-1945			
Gewinde	Steigung	Außendurchmesser in mm	Bohrung
NPT 1/4"	1,41	13,7	14,1 - 0,2
NPT 3/8"	1,41	17,1	17,4 - 0,2
NPT 1/2"	1,81	21,3	21,6 - 0,2
NPT 3/4"	1,81	26,7	27,0 - 0,2
NPT 1"	2,21	33,4	33,7 - 0,2
NPT 1 1/4"	2,21	42,2	42,5 - 0,2
NPT 1 1/2"	2,21	48,3	48,7 - 0,2
NPT 2"	2,21	60,3	60,7 - 0,2



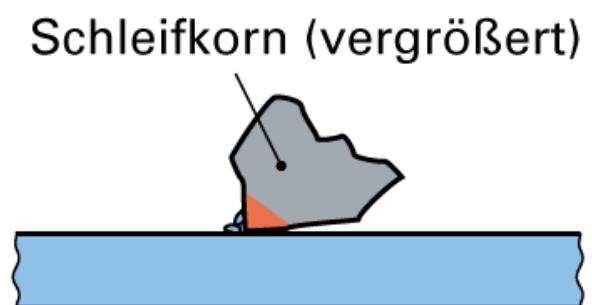
Meißel



Fräser



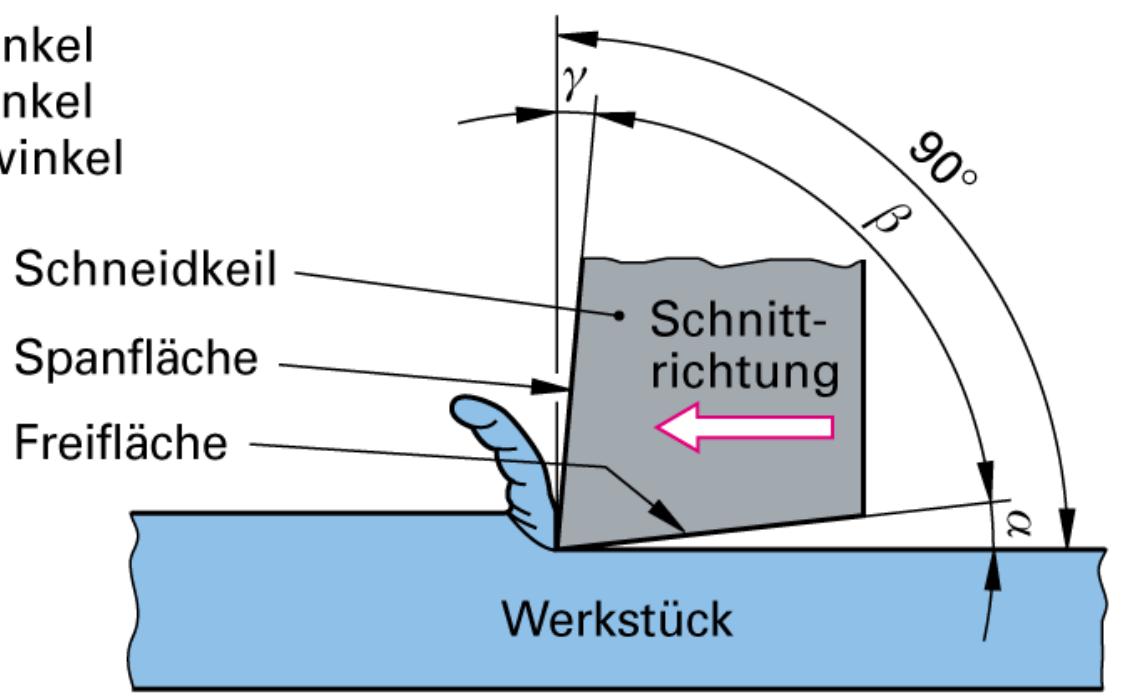
Drehmeißel



Schleifkorn (vergrößert)



- α Freiwinkel
- β Keilwinkel
- γ Spanwinkel



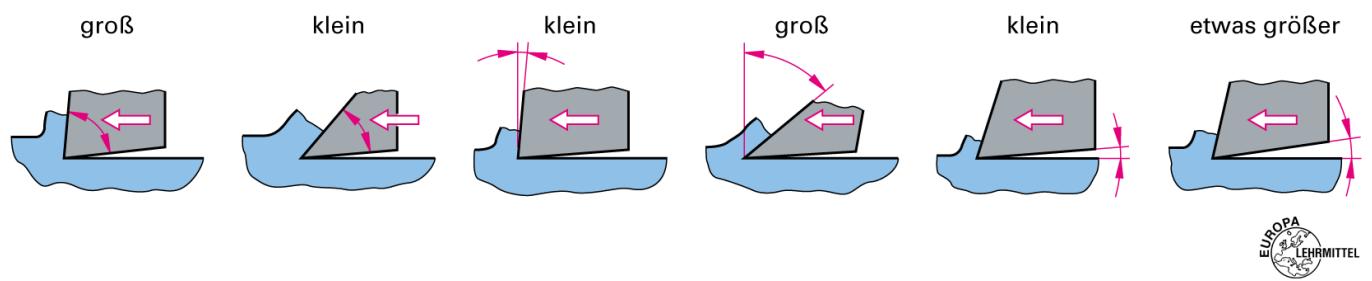
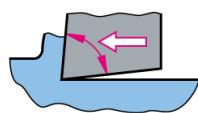
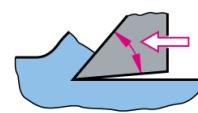
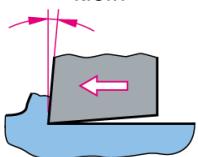
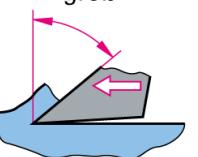
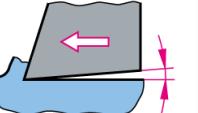
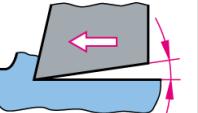


Tabelle 1: Größe der Winkel am Schneidkeil

Keilwinkel β		Spanwinkel γ		Freiwinkel α	
groß	klein	klein	groß	klein	etwas größer
					
Harte Werkstoffe mit höherer Festigkeit, z. B. hochlegierte Stähle	Weiche Werkstoffe, z. B. Aluminium-Legierungen	Harte und spröde Werkstoffe, bei unterbrochenem Schnitt, beim Schruppen	Weiche Werkstoffe, beim Schlichten	Harte und kurzspanende Werkstoffe, z. B. hochlegierte Stähle	Weiche, plastisch verformbare Werkstoffe, z. B. Kunststoffe



Werkzeuge aus Schnellarbeitsstahl HSS



unbeschichtet



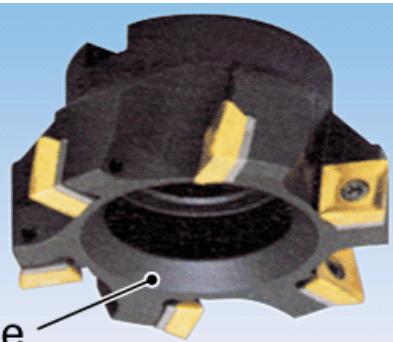
beschichtet

Eigenschaften	Einsatzgebiete
<ul style="list-style-type: none">• Große Zähigkeit• Hohe Biegefestigkeit• Einfach herstellbar• Härte unter 70 HRC• Temperaturbeständigkeit bis 600 °C	Spiralbohrer, Fräser, Räumwerkzeuge, Gewindebohrer und Schneideisen, Formdrehmeißel, Werkzeuge für die Kunststoffbearbeitung, Einsatz bei stark wechselnder Schnittkraft



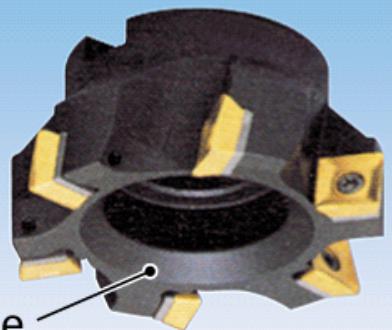
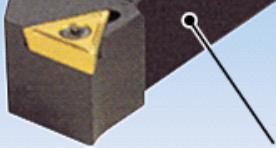
Hartmetall-Wendeschneidplatten...

...für Dreh-, Bohr- und Fräswerkzeuge



Werkzeuge aus Hartmetall

Hartmetall-Wendeschneidplatten...



...für Dreh-, Bohr- und Fräswerkzeuge

Eigenschaften	Einsatzgebiete
<ul style="list-style-type: none">• Große Warmhärte (bis 1000 °C)• Hohe Verschleißfestigkeit• Hohe Druckfestigkeit• Schwingungsdämpfend	Wendeschneidplatten für Frä- und Drehwerkzeuge, Wendeplattenbohrer, schwingungsdämpfende Werkzeuge aus Vollhartmetall, für nahezu alle Werkstoffe einsetzbar

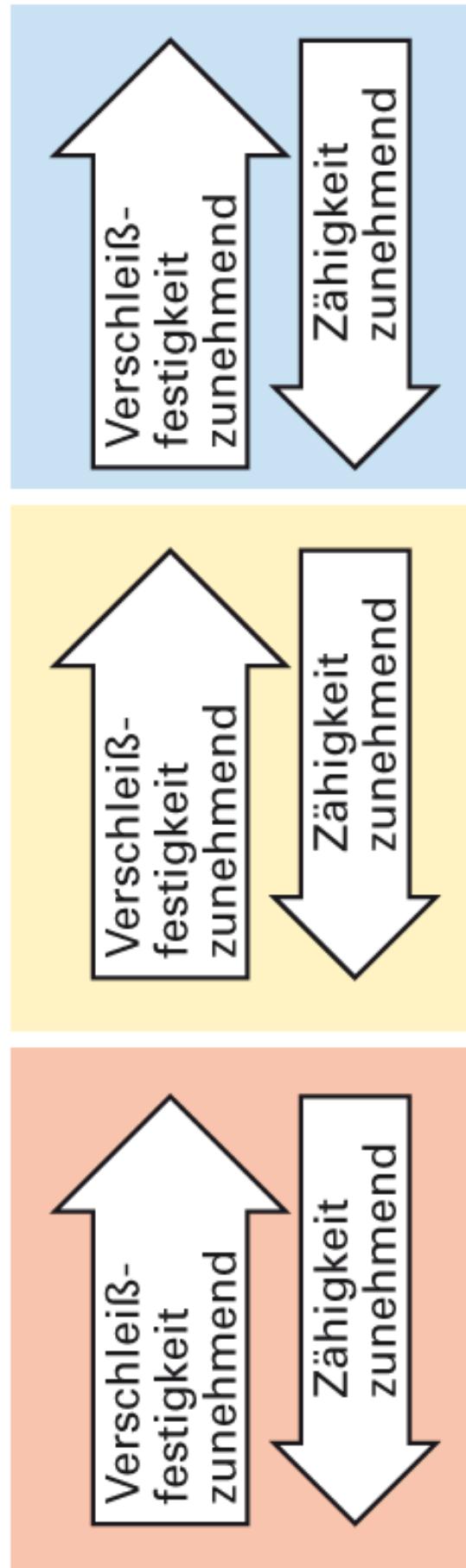
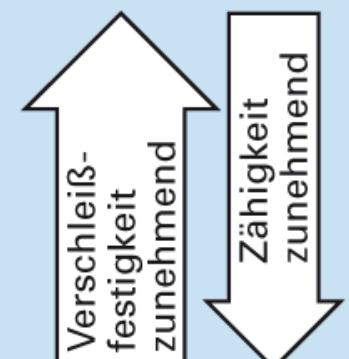
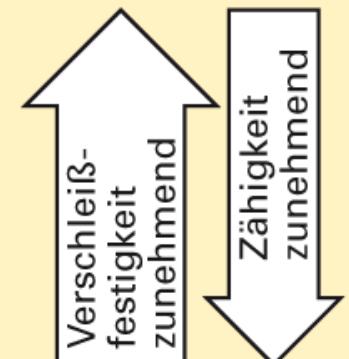
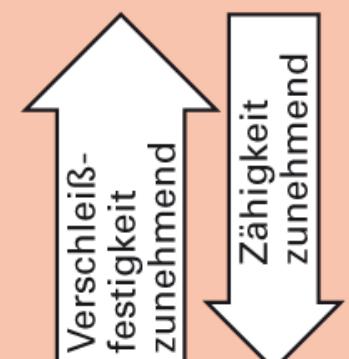
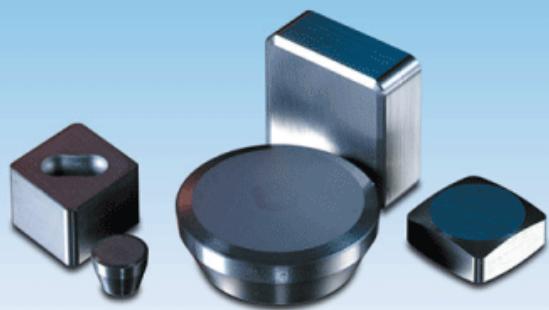


Tabelle 1: Einteilung der Hartmetalle

Hauptgruppe		Anwendung	Eigenschaft
P für langspanende Werkstoffe, z. B. Stahl, Temperguss	01 10 20 30 40 50	Schlichten Kopierdrehen Schruppen	
M für lang- und kurzspanende Werkstoffe, z. B. rostfreier Stahl, Automatenstahl	10 20 30 40	Schlichten Kopierdrehen Schruppen	
K für kurzspanende Werkstoffe, z. B. Gusseisen, NE-Metalle, gehärteter Stahl	01 10 20 30	Schlichten Kopierdrehen Schruppen	



Oxidkeramik



Mischkeramik

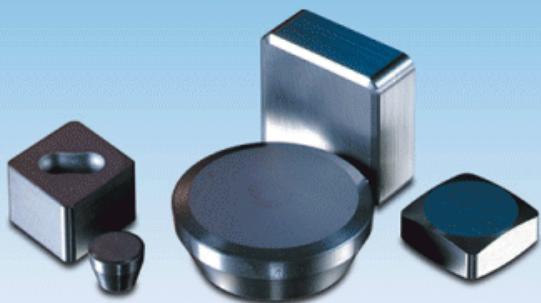




Wendeschneidplatten aus Keramik



Oxidkeramik

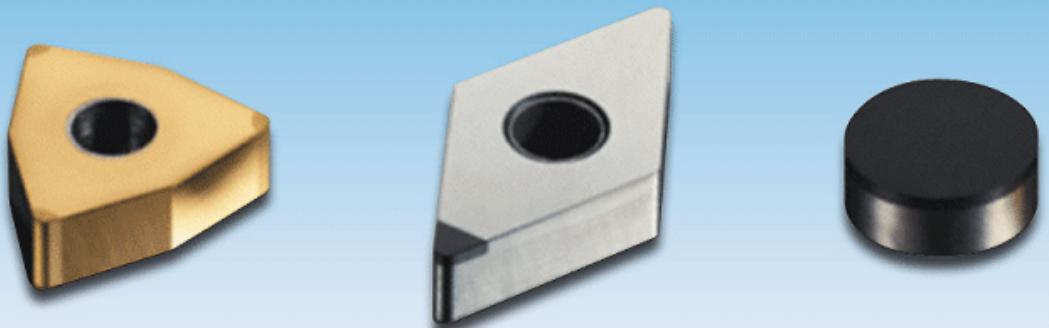


Mischkeramik

Bearbeitungsbeispiel



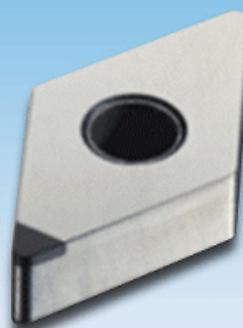
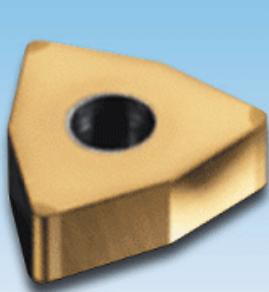
Eigenschaften	Einsatzgebiete
<ul style="list-style-type: none">● Große Härte● Warmhärte bis ca. 1200 °C● Hohe Verschleißfestigkeit● Hohe Druckfestigkeit● Große chemische Beständigkeit	Bearbeitung von Gusseisen und warmfesten Legierungen, Hartfeindrehen von gehärtetem Stahl, Zerspanen mit hoher Schnittgeschwindigkeit



HM-Wendeschneidplatten mit aufgesinterter CBN-Schicht



BN-Schneidplatte



HM-Wendeschneidplatten mit aufgesinterter CBN-Schicht

Eigenschaften	Einsatzgebiete
<ul style="list-style-type: none">• Sehr große Härte• Warmhärte bis 2000 °C• Hohe Verschleißfestigkeit• Große chemische Beständigkeit	Hartdrehen: Schlichten von gehärtetem Stahl mit hoher Oberflächengüte und kleinen Toleranzen



Tabelle 1: Eigenschaften und Einsatzgebiete von Cermets

Eigenschaften	Einsatzgebiete
<ul style="list-style-type: none">● Hohe Verschleißfestigkeit● Große Warmhärte● Große Stabilität der Schneidkante● Große chemische Beständigkeit	Wendeschneidplatten für die Dreh- und Fräsbearbeitung, hauptsächlich für die Schlichtbearbeitung bei hoher Schnittgeschwindigkeit



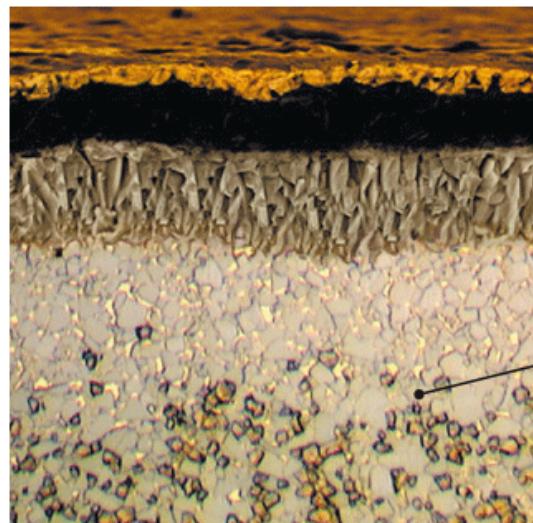
HSS- HSS- Hartmetall- Hartmetall-
Schaftfräser Gewindebohrer Schaftfräser Gewindebohrer



Titannitrid-
Beschichtung (TiN)

Titancarbonitrid-
Beschichtung (TiCN)





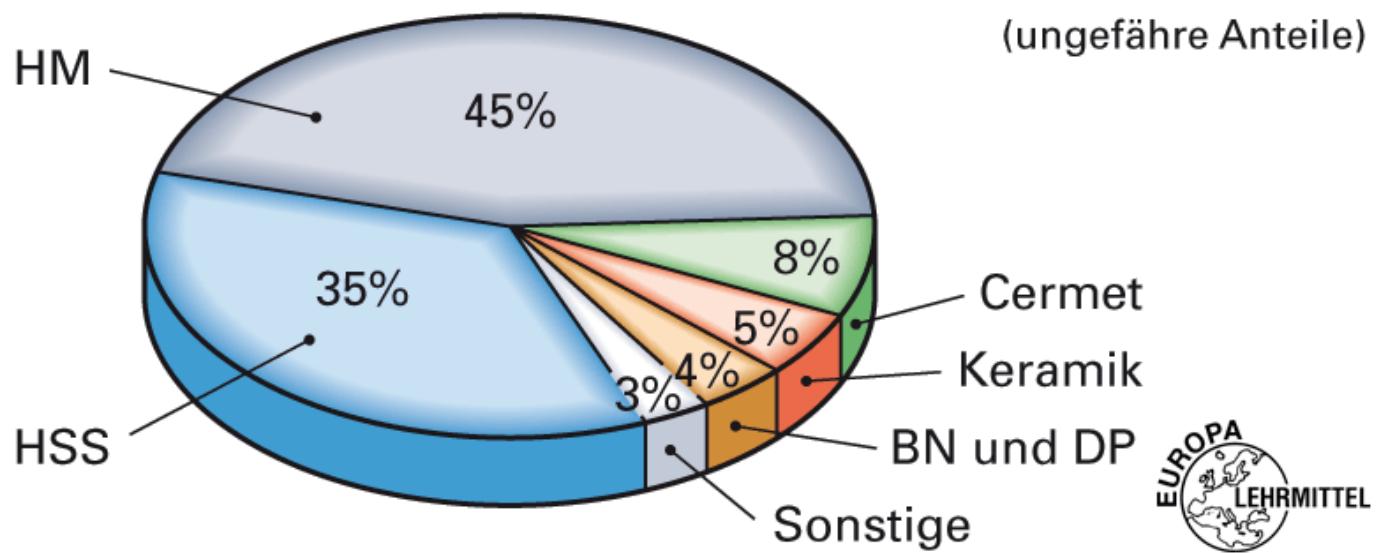
• Titannitrid-Beschichtung
• Al₂O₃-Schicht
• Titancarbonitrid-Schicht

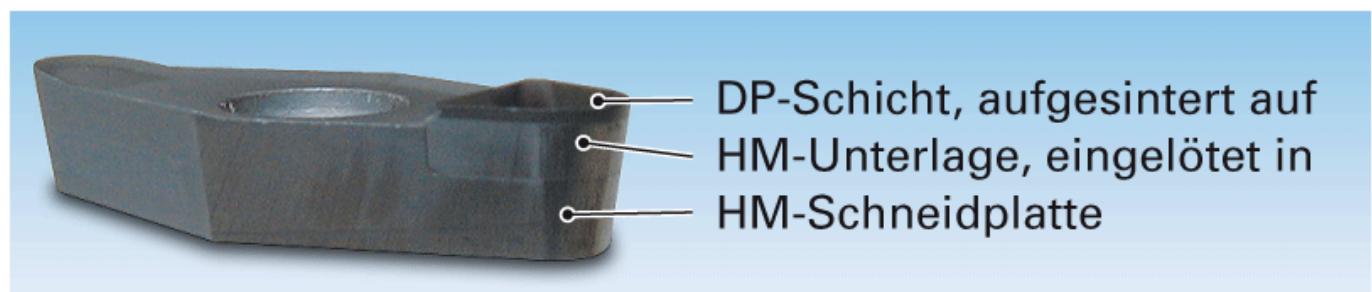
2...15 μ m

Hartmetall-Gefüge

(stark vergrößerte Gefügeaufnahme mit
dem Rasterelektronenmikroskop, REM)







DP-Wendeschneidplatte:



- DP-Schicht, aufgesintert auf
- HM-Unterlage, eingelötet in
- HM-Schneidplatte

Eigenschaften	Einsatzgebiete
<ul style="list-style-type: none">● Härtester Schneidstoff● Hohe Verschleißfestigkeit● Temperaturbeständigkeit bis 600 °C● Chem. Reaktion mit Legierungsmetallen von Stählen	Zerspanen von nichteisenhaltigen Werkstoffen und von siliziumhaltigen Aluminiumlegierungen, die sonst zu starkem mechanischen Abrieb führen



Aufgaben

Kühlen

Schmieren

Auswirkungen

- geringerer Werkzeugverschleiß
- Kühlung von Werkzeug und Werkstück
- bessere Maßhaltigkeit des Werkstücks
- geringere Randzonenbeeinflussung

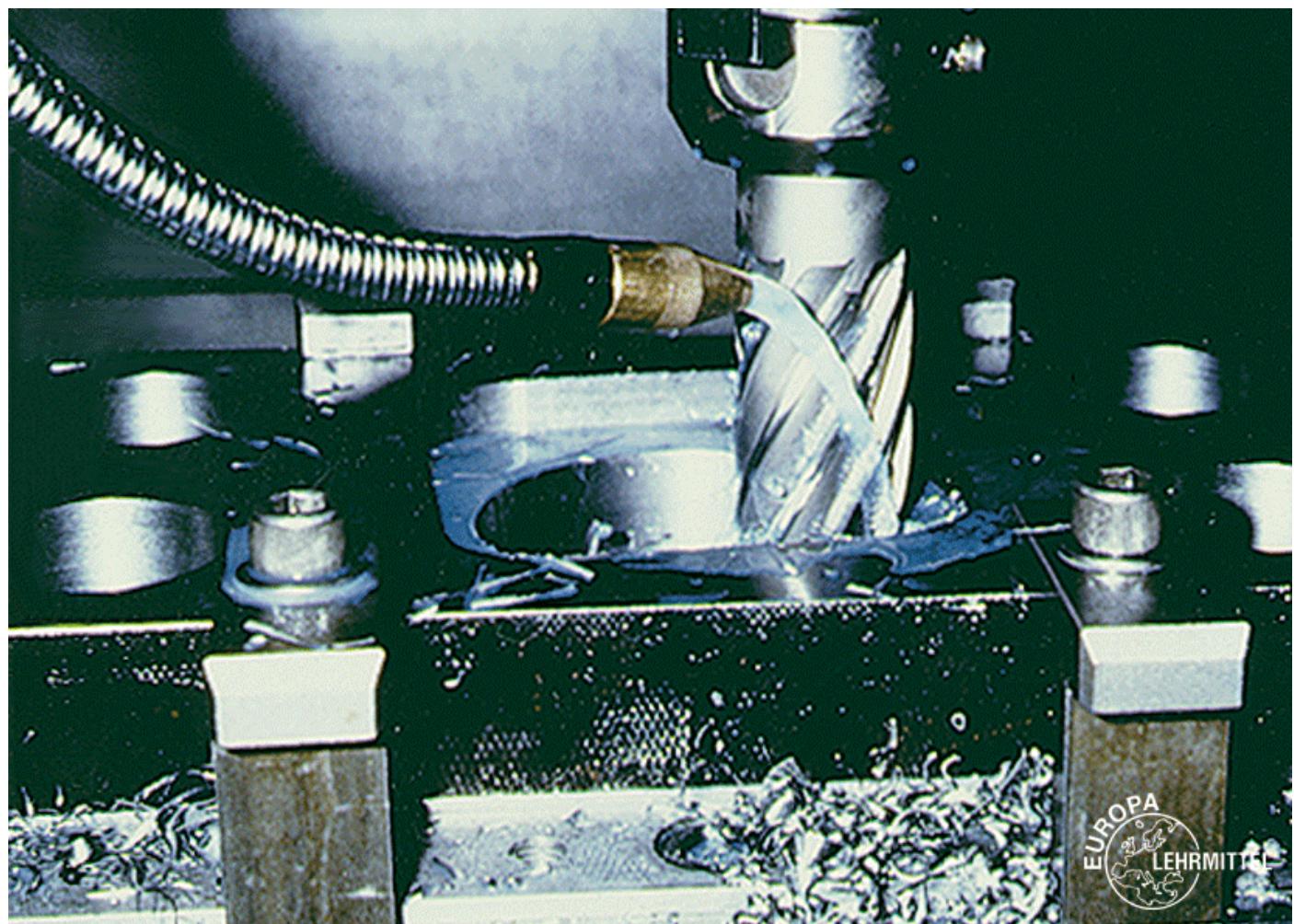
- Erhöhung der Standzeit
- Minderung der Reibung
- Verringerung der Aufbauschneidenbildung
- Verbesserung der Werkstückoberflächengüte

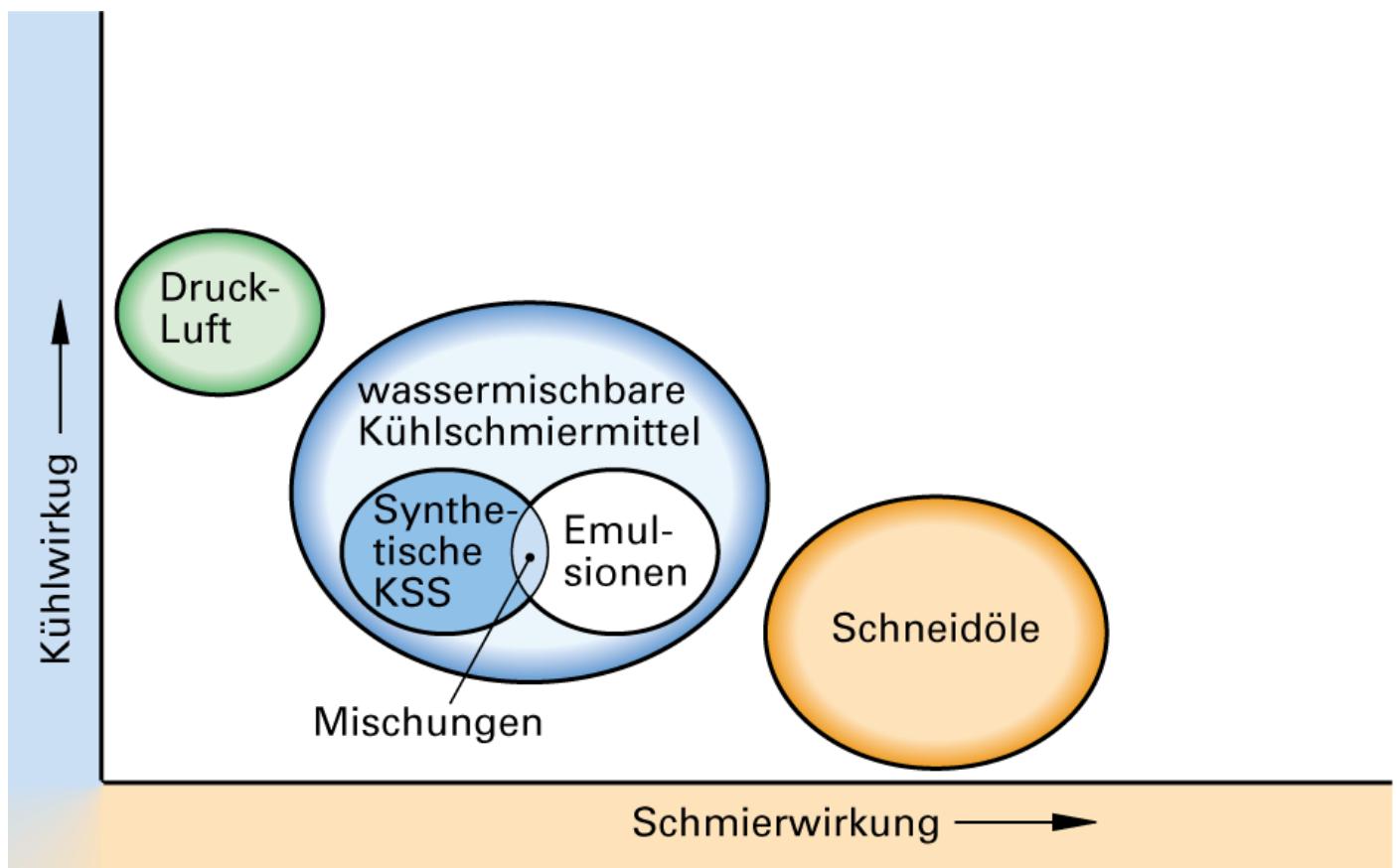
Abtransport der Späne von der Bearbeitungsstelle

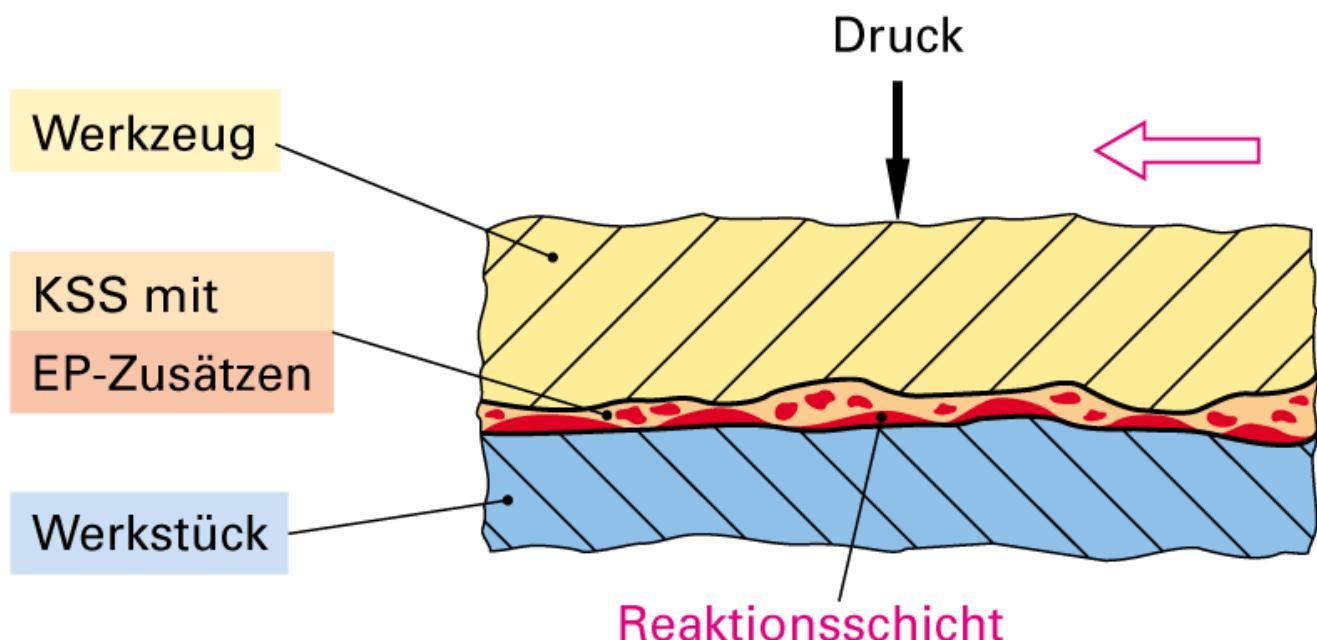
Reinigung von Werkzeug und Werkstück

Korrosionsschutz der Werkstücke

Binden des Staubes, der beim Schleifen entsteht







(Bild stark vergrößert)



Tabelle 1: Auswahl des Kühlschmierstoffes

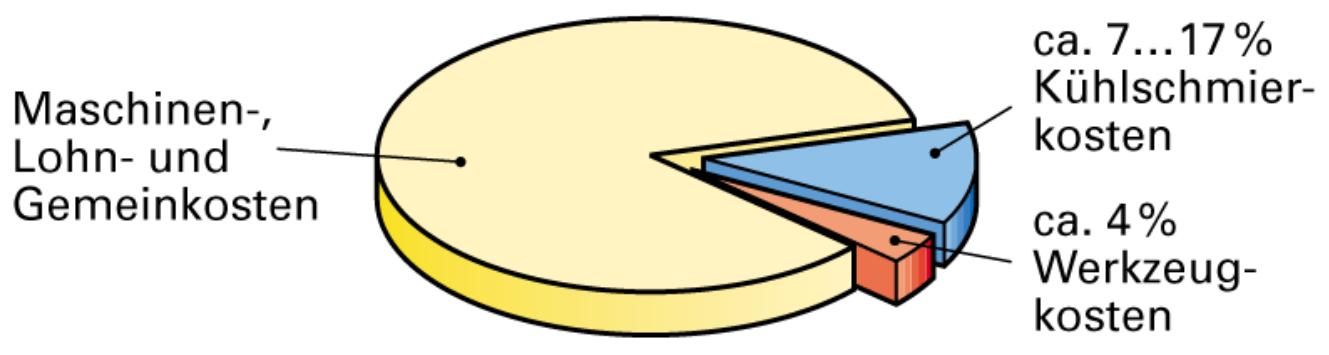
Art	Anwendung
Emulsion Kühlwirkung überwiegt gegenüber Schmierwirkung	<ul style="list-style-type: none">• bei hohen Arbeitstemperaturen• beim Drehen, Fräsen, Bohren• bei leicht bearbeitbaren Werkstoffen
Schneidöl Schmierwirkung überwiegt gegenüber Kühlwirkung	<ul style="list-style-type: none">• bei niedriger Schnittgeschwin- digkeit• bei hoher Oberflächengüte• bei schwer zerspanbaren Werkstoffen

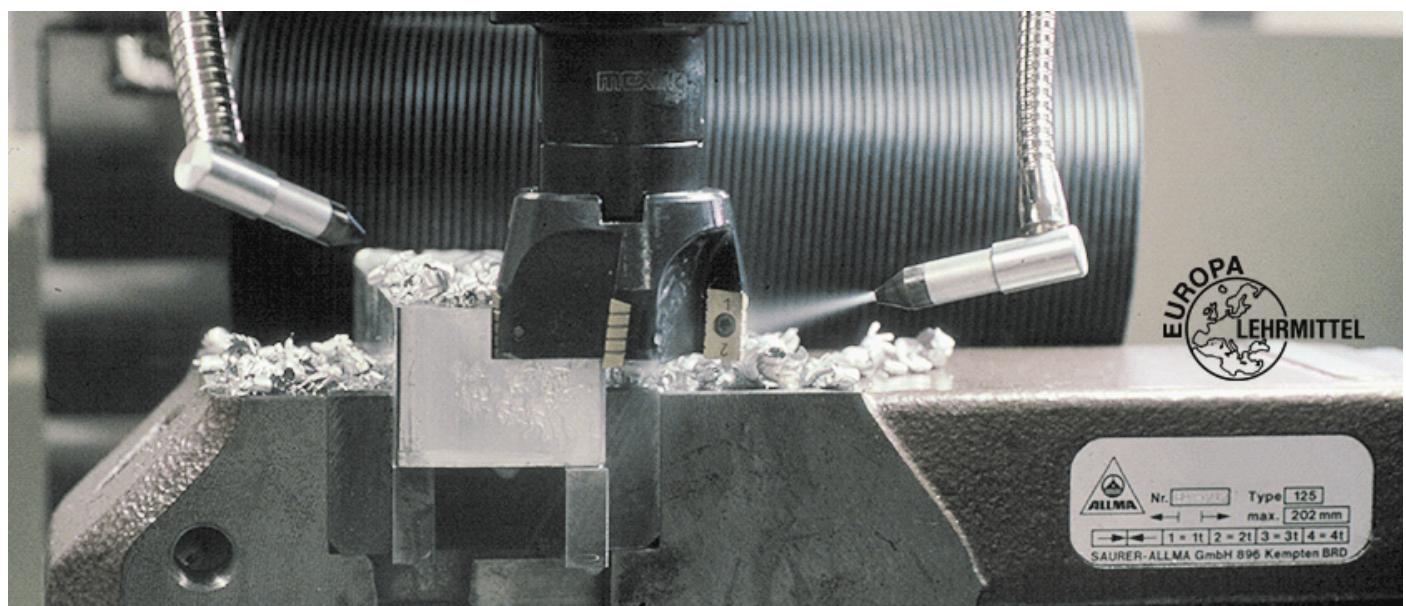


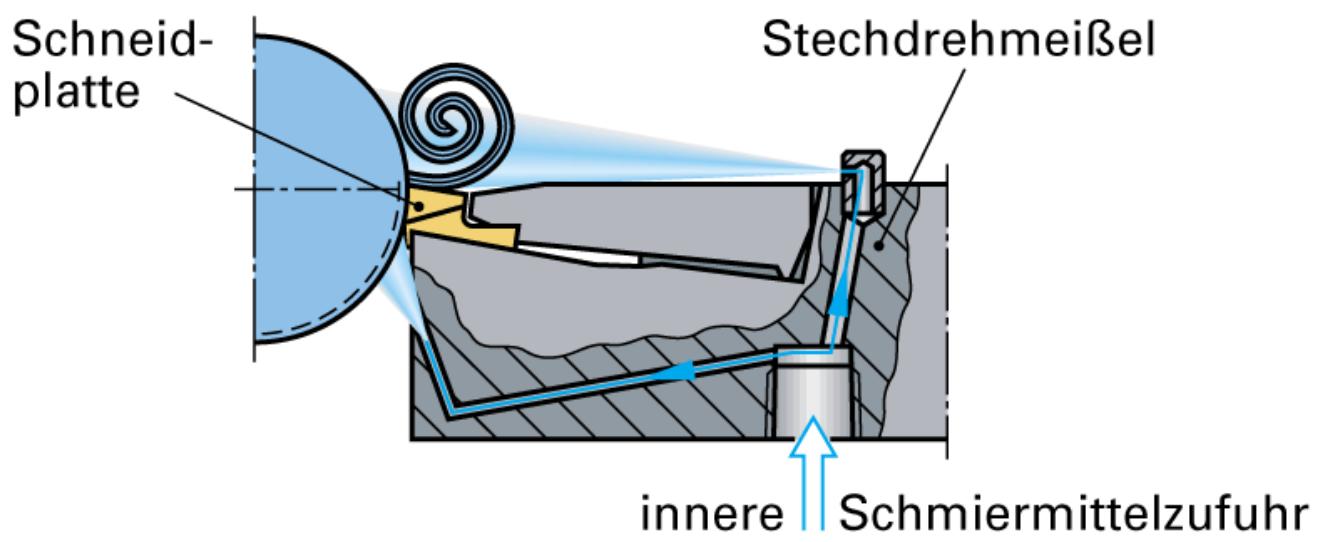
Tabelle 2: Beeinflussung der Eigenschaften durch Zusätze im Kühlschmierstoff

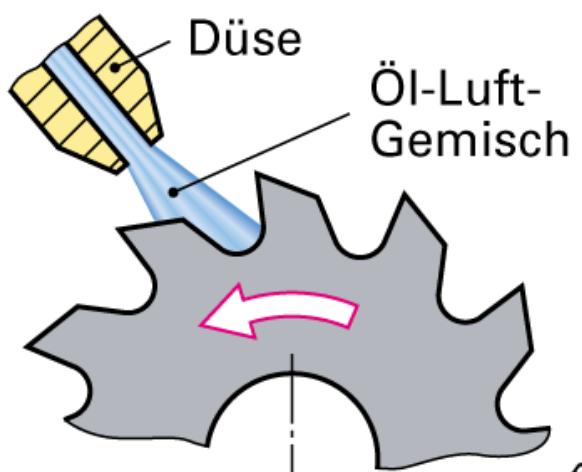
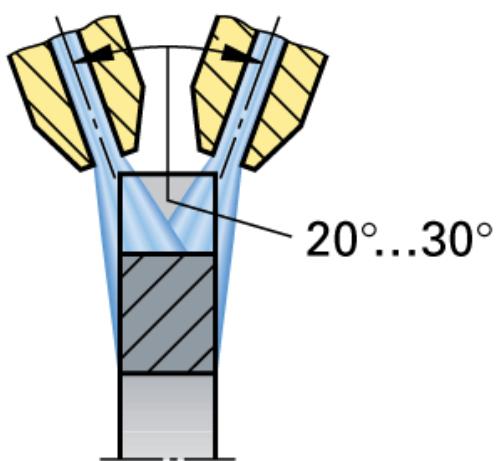
Zusatz	Zweck, Auswirkung
Emulgator	Verhinderung der Trennung von Öl und Wasser
Korrosionsschutzmittel	Verhinderung von Korrosion am Werkstück, Werkzeug und an der Maschine
Konservierungsmittel (Biozide)	Verhindern von Bakterien- und Pilzvermehrung, Keimabtötung
Hochdruck-Zusätze	Verhinderung des Verschweißens von Metallen bei hohen Drücken





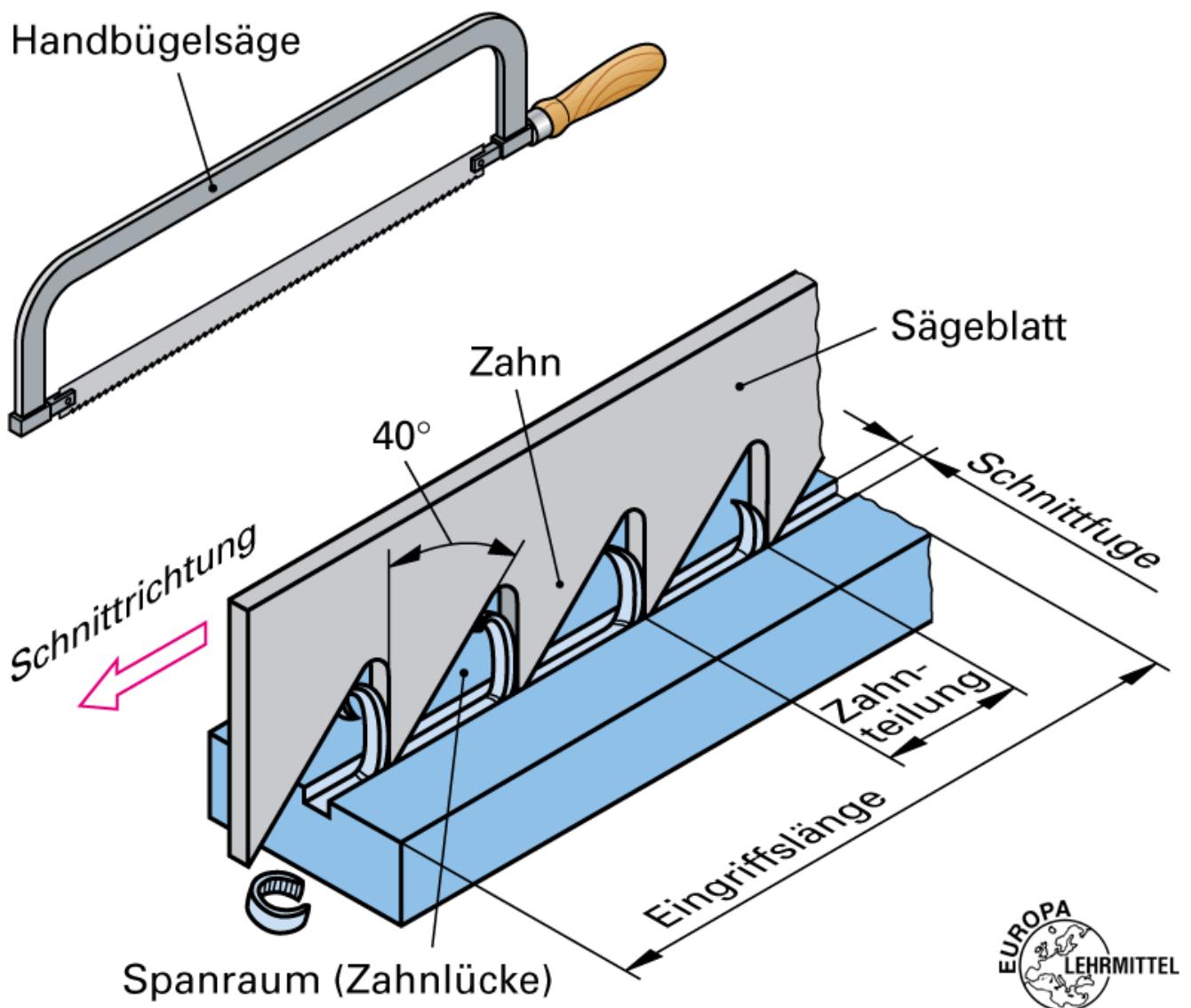


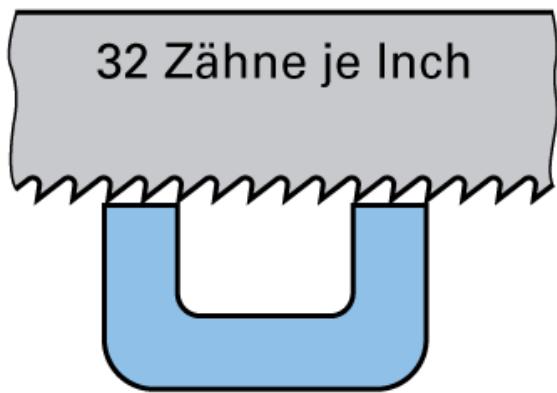




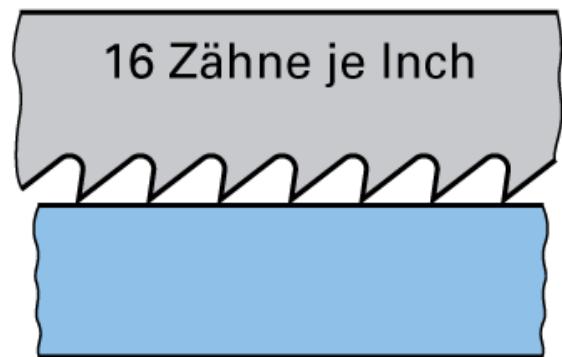
mögliche Düsenanordnung bei Kreissägen







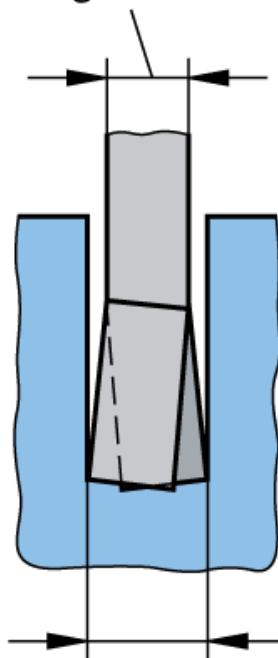
feine Zahnteilung für
dünnwandige Werkstücke



grobe Zahnteilung für
große Eingriffslänge



Sägeblattdicke



Rechts-Links-Schränkung (RL)

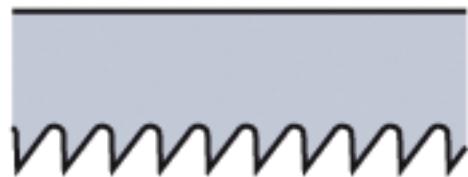


Wellen-Schränkung (WS)

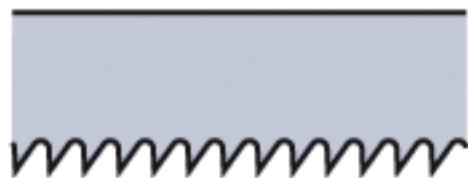


Schränkweite =
Schnittfugenbreite

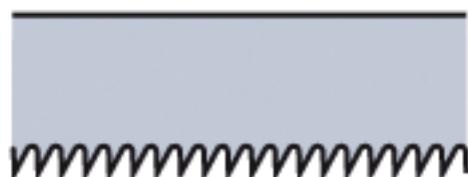




16 Zähne je Inch
≈ grob



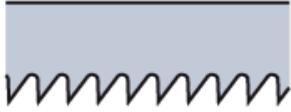
22 Zähne je Inch
≈ mittel



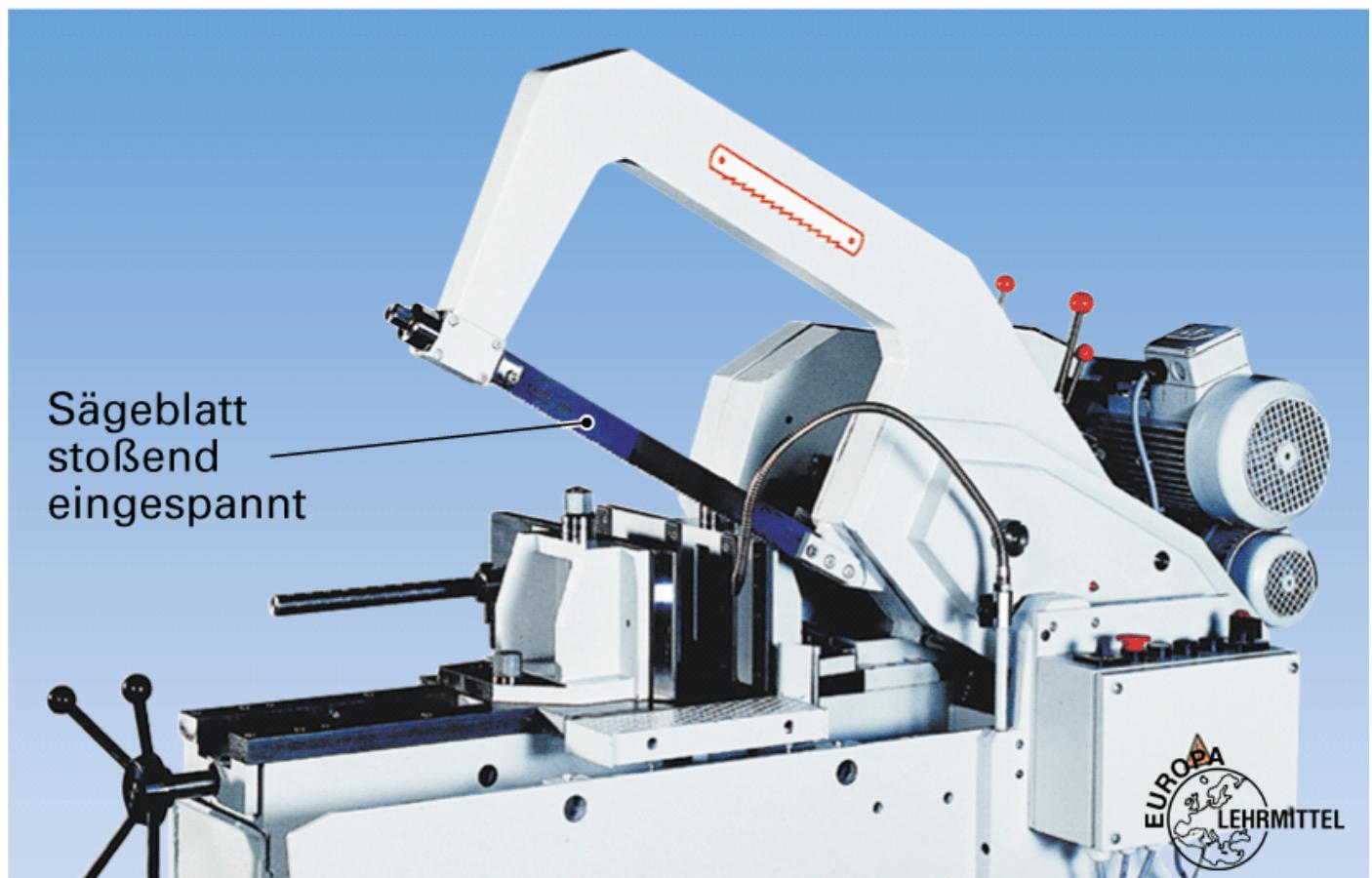
32 Zähne je Inch
≈ fein



Tabelle 1: Zahnteilung zum Sägen von verschiedenen Werkstoffen

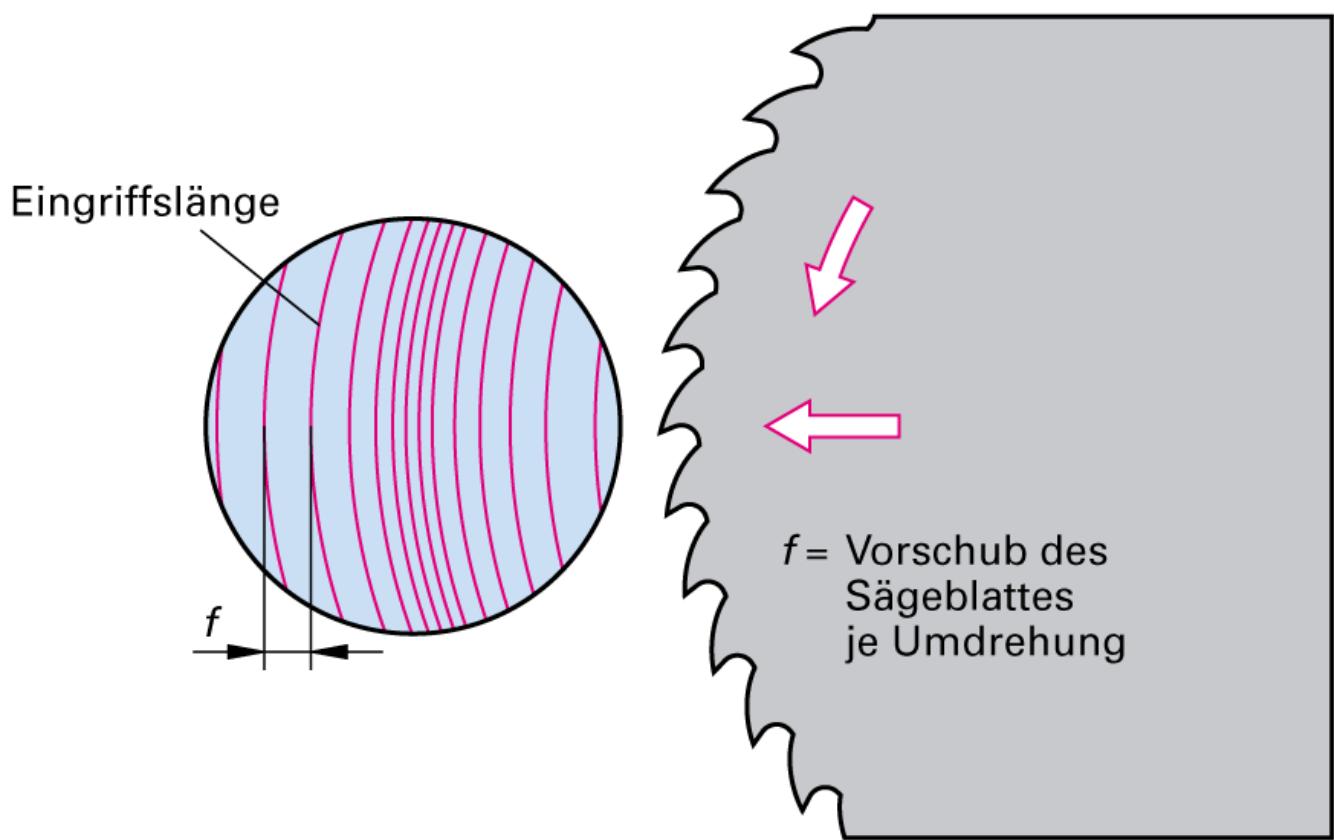
Zahnteilung	Werkstoffe
	16 Zähne je Inch ≈ grob Aluminium, Kupfer, Kunststoffe
	22 Zähne je Inch ≈ mittel unlegierte Baustähle, CuZn-Legierungen
	32 Zähne je Inch ≈ fein Legierte Stähle, Stahlguss

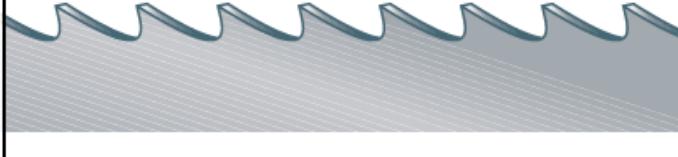
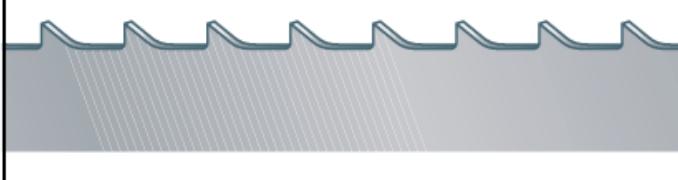




Sägeblatt
stoßend
eingespannt





Zahnform	Anwendung
Standardzahn, Spanwinkel 0° 	für Stähle mit hohem Kohlenstoffgehalt, bei dünnwandigen Profilen
Klauenzahn, Spanwinkel 5 bis 10° 	für Stähle mit C-Gehalt < 0,8%, NE-Metalle, für große Querschnitte
Lückenzahn, Spanwinkel 0° 	für spröde Werkstoffe, z. B. spröde Cu-Legierungen, für große Querschnitte
Trapezzahn, Spanwinkel positiv 	für hohe Zerspanungsleistung, für hartmetallbestückte Sägebänder



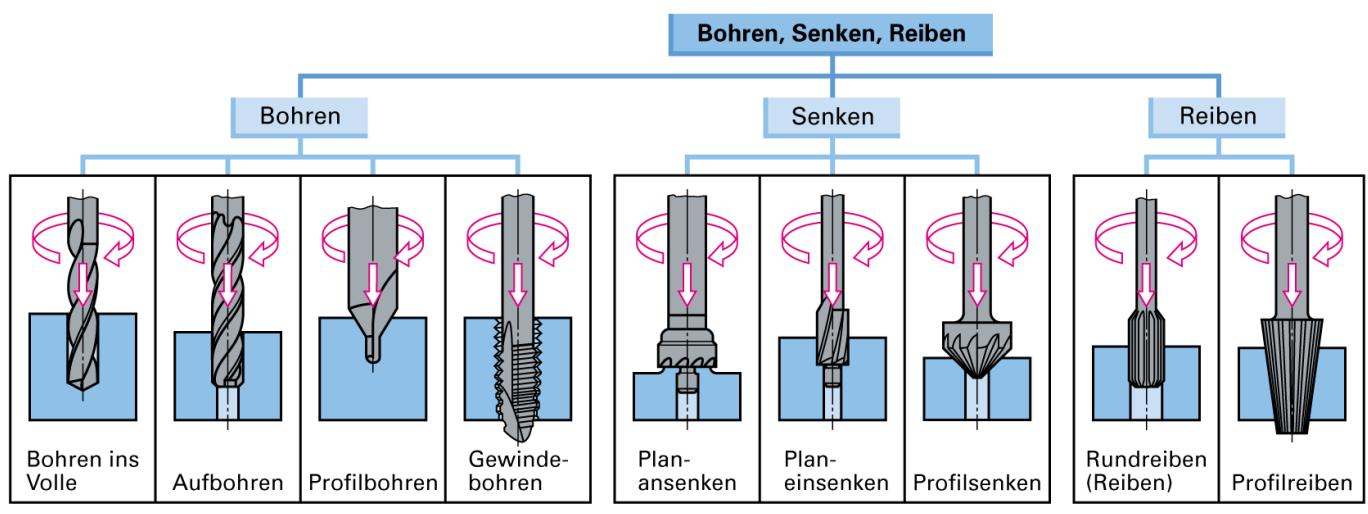
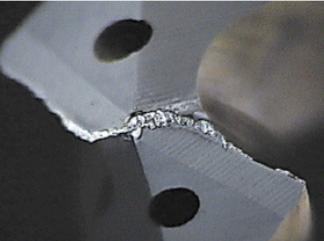
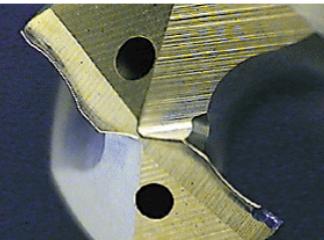
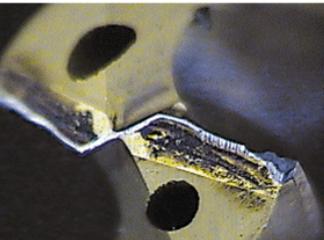
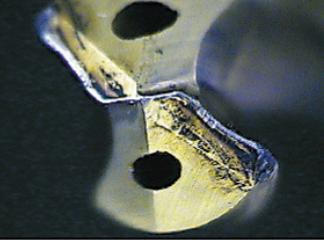
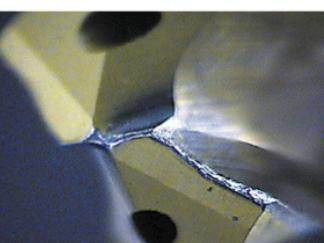


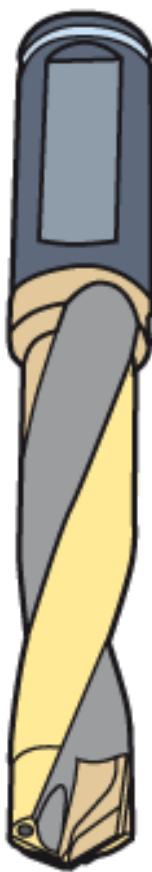
Tabelle 1: Ursachen von Verschleißproblemen bei HM-Bohrern

Verschleißformen	Ursachen
Aufbauschneidenbildung 	Zu niedrige Schnittgeschwindigkeit, keine Beschichtung, zu wenig Ölanteile im Kühlschmiermittel
Ausbröckelung an der Schneide 	Unterbrochener Schnitt, mangelhafte Kühlschmierung, Schneidstoffe zu spröde
Verschleiß an Schneidenecke und Fase 	Schnittgeschwindigkeit zu hoch, Vorschub zu niedrig, Schneidstoff zu wenig verschleißfest, mangelhafte Kühlschmierung
Fasenverschleiß 	Mangelhafte Kühlschmierung, Schnittgeschwindigkeit zu groß, zu hartes Werkstück
Verschleiß der Querschneide 	Schnittgeschwindigkeit zu gering, Vorschub zu hoch, Querschneidenbreite zu klein

HSS-
Bohrer



gelötete
HM-
Bohrer



Voll-HM-
Bohrer



HM-
Wende-
schneid-
platte

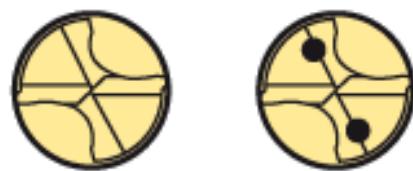


Tabelle 1: Bohrerauswahl (Auszug)

	HSS-Bohrer	gelötete HM-Bohrer	Voll-HM-Bohrer	HM-Wendeschneidplatte
... = sehr gut				
.. = gut				
· = möglich				
Bohrdurchmesser	2,5 ... 12	9,5 ... 30	3 ... 20	12 ... 60
Bohrungstiefe	2 ... 6xD	3 ... 5xD	2 ... 5xD	2 ... 4xD
Werkstoff:				
Stahl
Stahl, gehärtet
Stahl, rostfrei
Grauguss
Aluminiumlegierung
Oberflächengüte R_z	3 µm	1 ... 2 µm	1 ... 2 µm	1 ... 5 µm
Bohrungstoleranz	IT 10	IT 8-10	IT 8-10	+0,4/-0,1
Anwendbarkeit:				
allgemeines Bohren
geneigte Fläche
Querbohrung
Eintauchen				...
Paketbohren

zu enge Spanform



optimale Spanform



zu lange Spanform



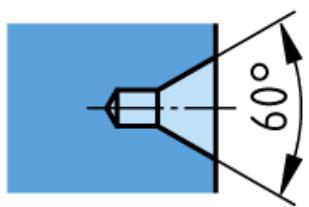
Tabelle 2: Optimieren der Spanform

zu enge Spanform	optimale Spanform	zu lange Spanform
<p>zu enge Spanform</p> 	<p>optimale Spanform</p> 	<p>zu lange Spanform</p> 
v_C innerhalb der zu-lässigen Werte erhöhen, falls nicht zufrieden stellend, f senken	–	v_C innerhalb der zu-lässigen Werte senken, falls nicht zufrieden stellend, f erhöhen

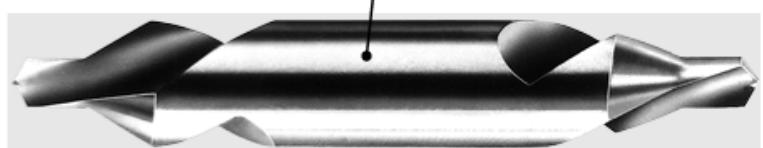
Tabelle 3: Maßnahmen bei Bohrproblemen

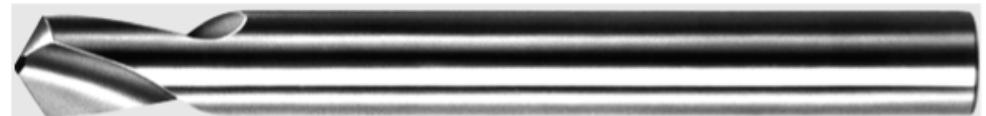
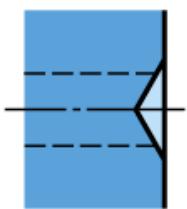
Abhilfe-Maßnahmen	Verschleißprobleme			allgemeine Probleme					
	starker Haupt-schnei-denver-schleiß	starker Fasen-ver-schleiß	Schneid-ecken-Ver-schleiß	Bohrer-spitze zerstört, Bohrer-bruch	Bohrung zu groß im Durch-messer	Späne-stau in Spannut	Vibra-tion, Rattern	Form-Abwei-chung der Bohrung	geringe Stand-zeit
Schnittgeschwindigkeit erhöhen					•	•			
Schnittgeschwindigkeit verringern			•						
Vorschub verringern	•				•	•	•	•	
Schneidstoffwahl überprüfen	•	•	•	•					•
Stabilität von Werkzeug und Werkstück erhöhen		•	•	•	•		•	•	•
Kühlschmierstoffzufuhr erhöhen, Filter reinigen	•					•			•

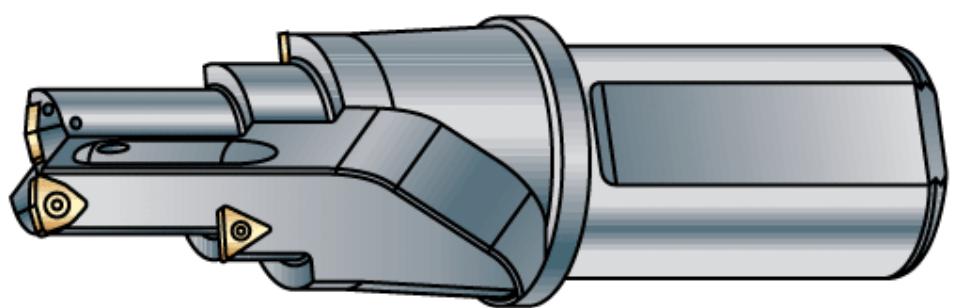
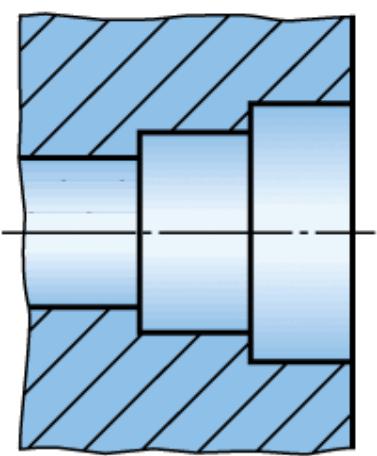
Zentrierbohrung mit gerader
Lauffläche ohne Schutzsenkung

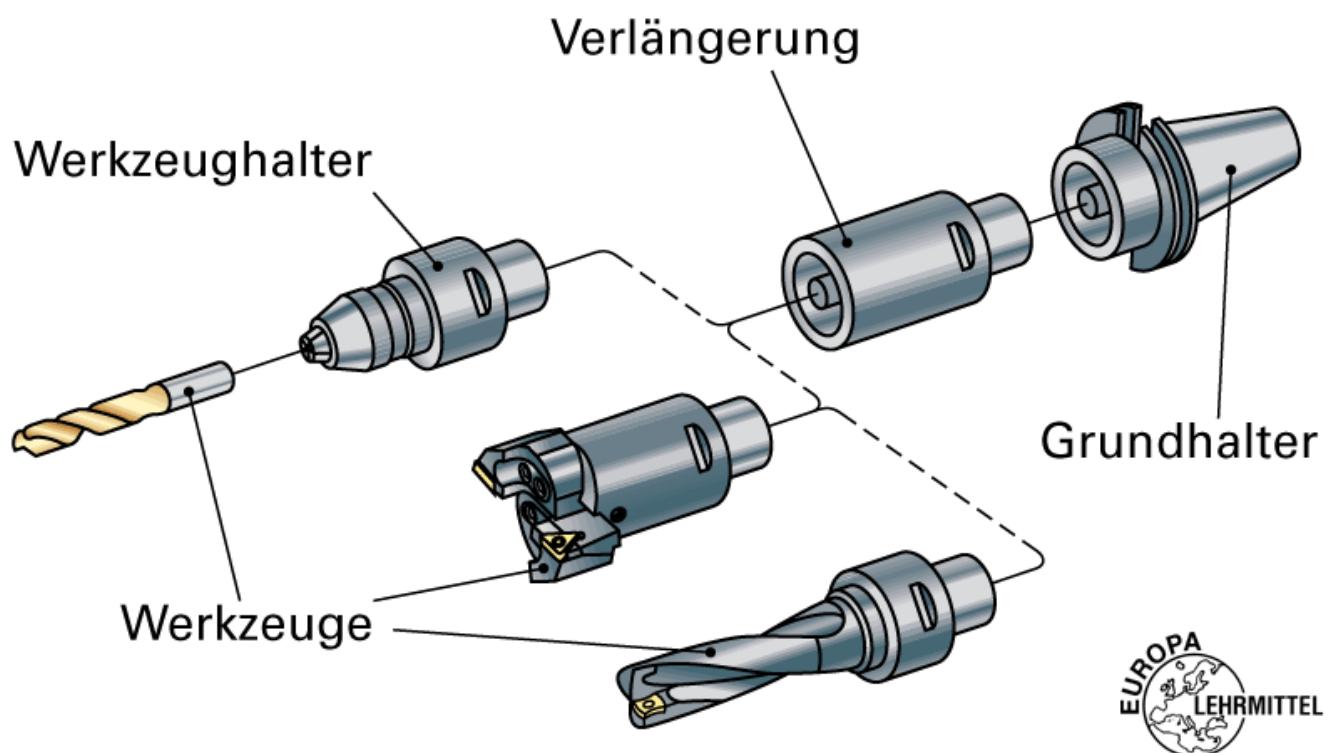


Zentrierbohrer

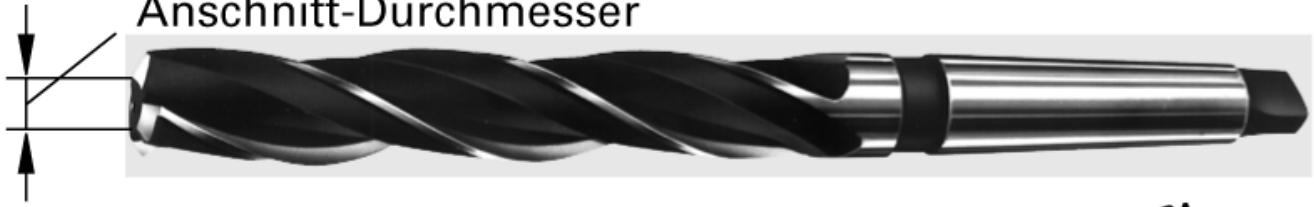


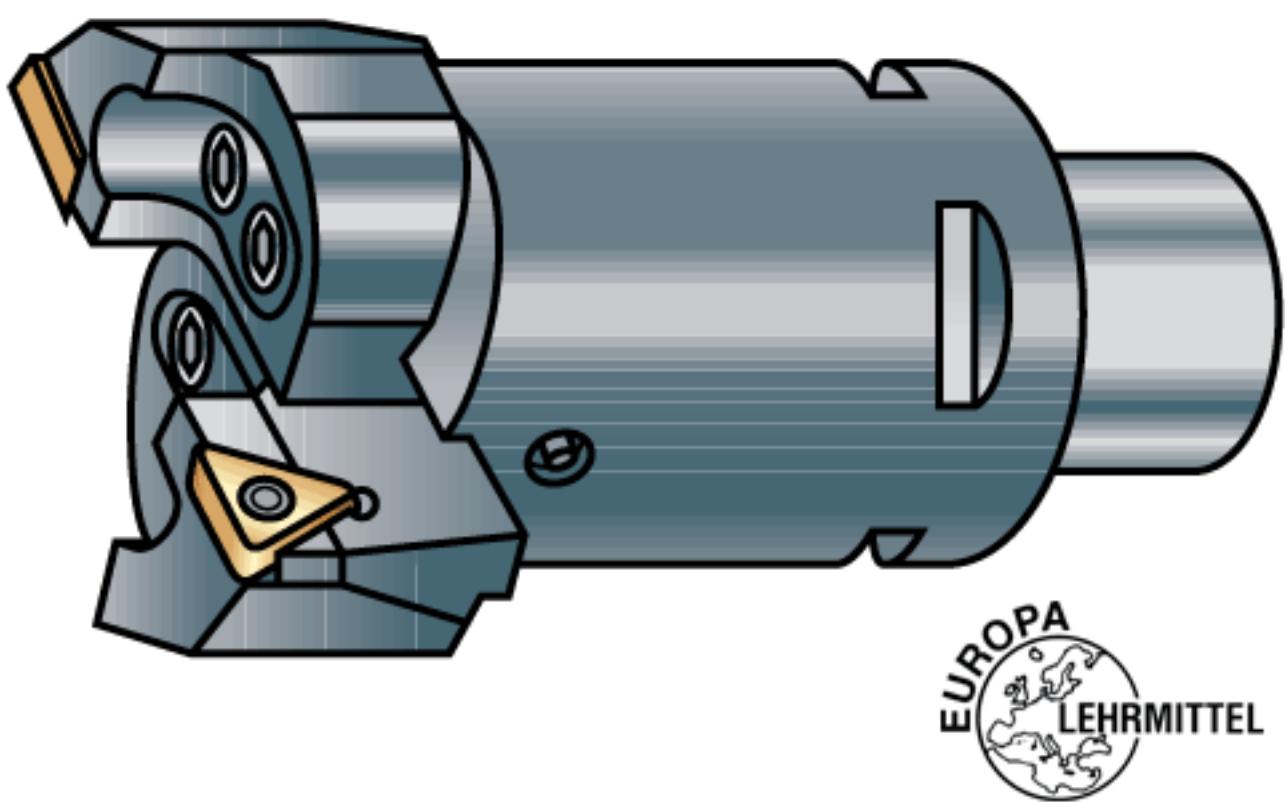


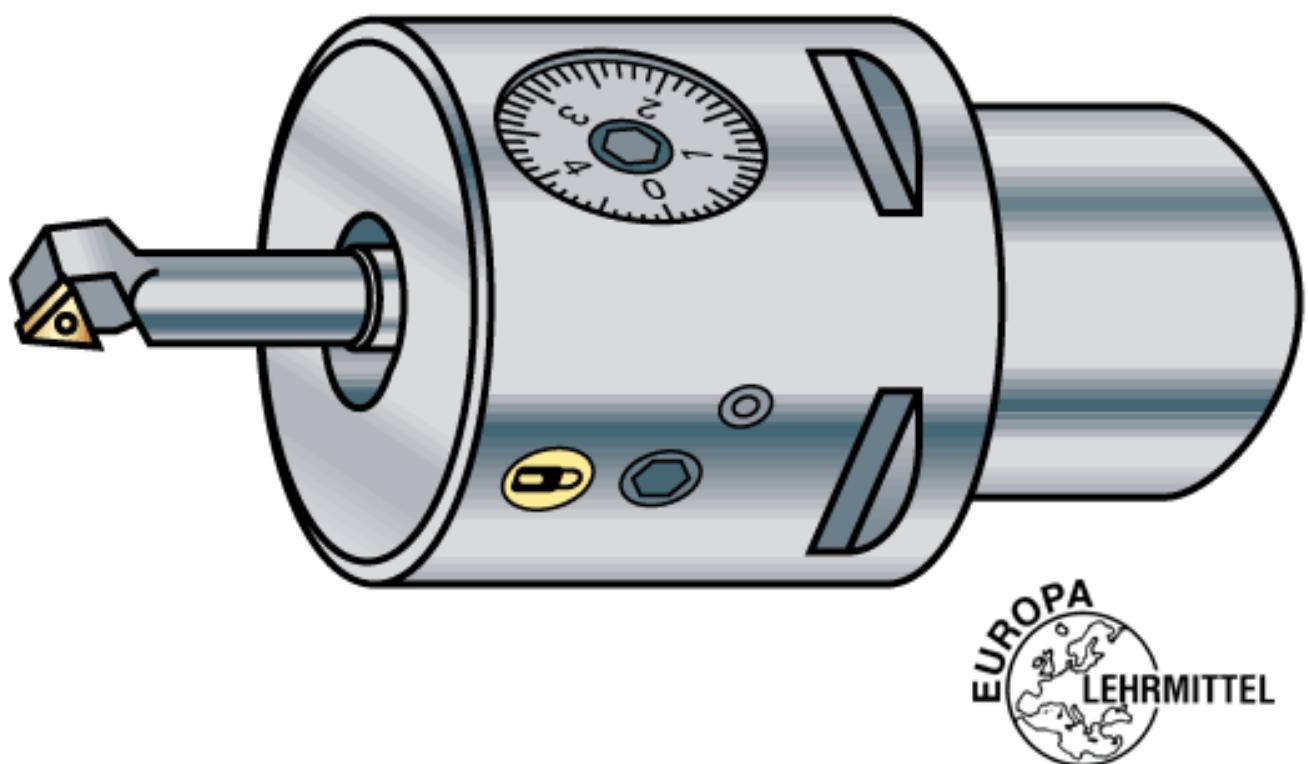


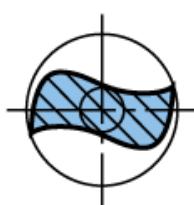


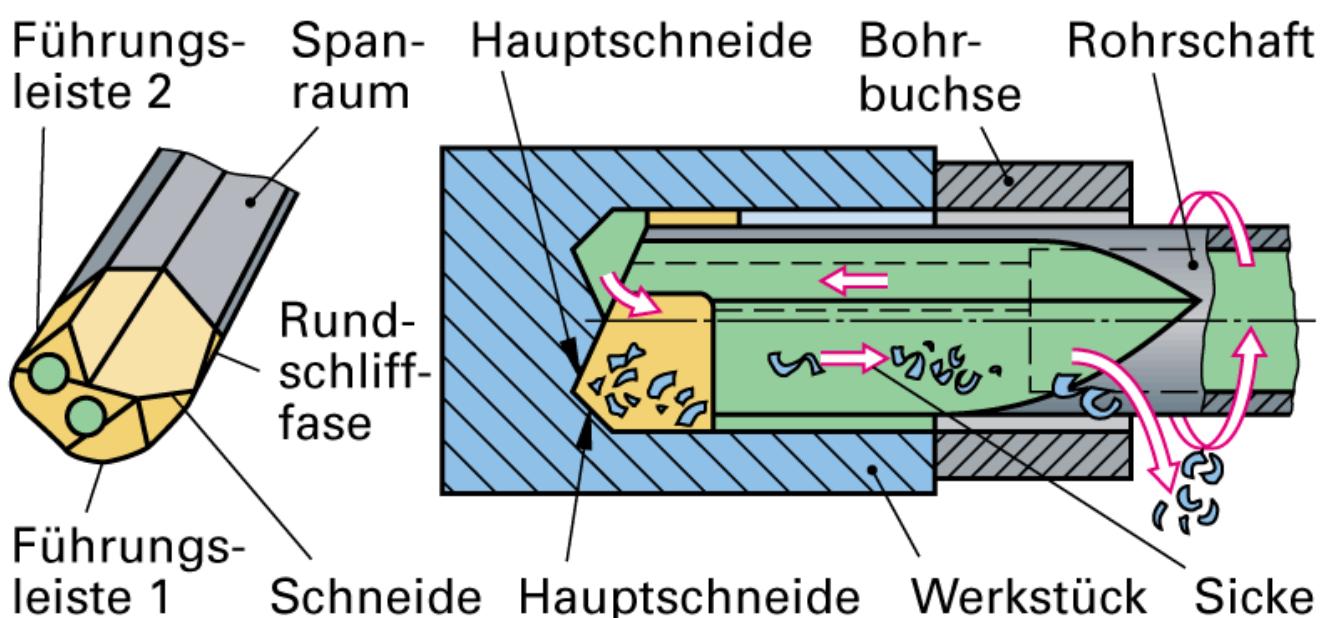
Anschnitt-Durchmesser

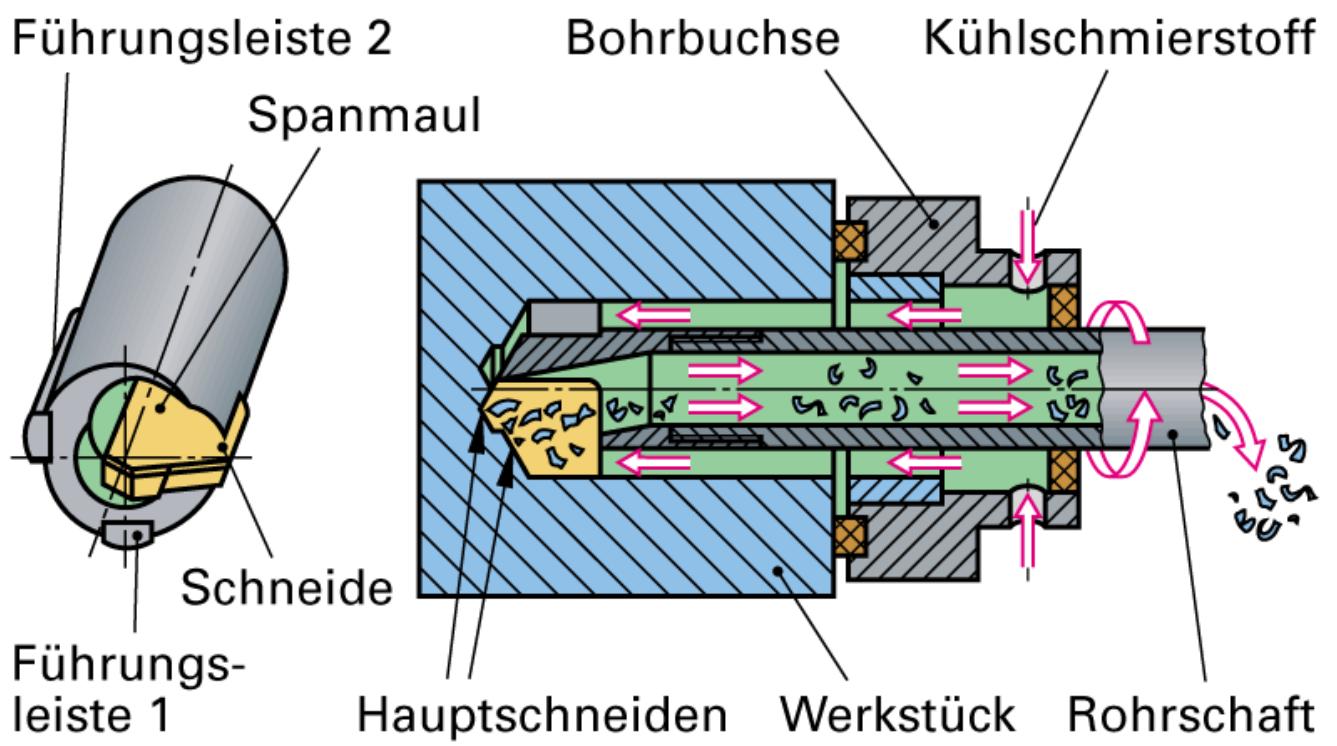


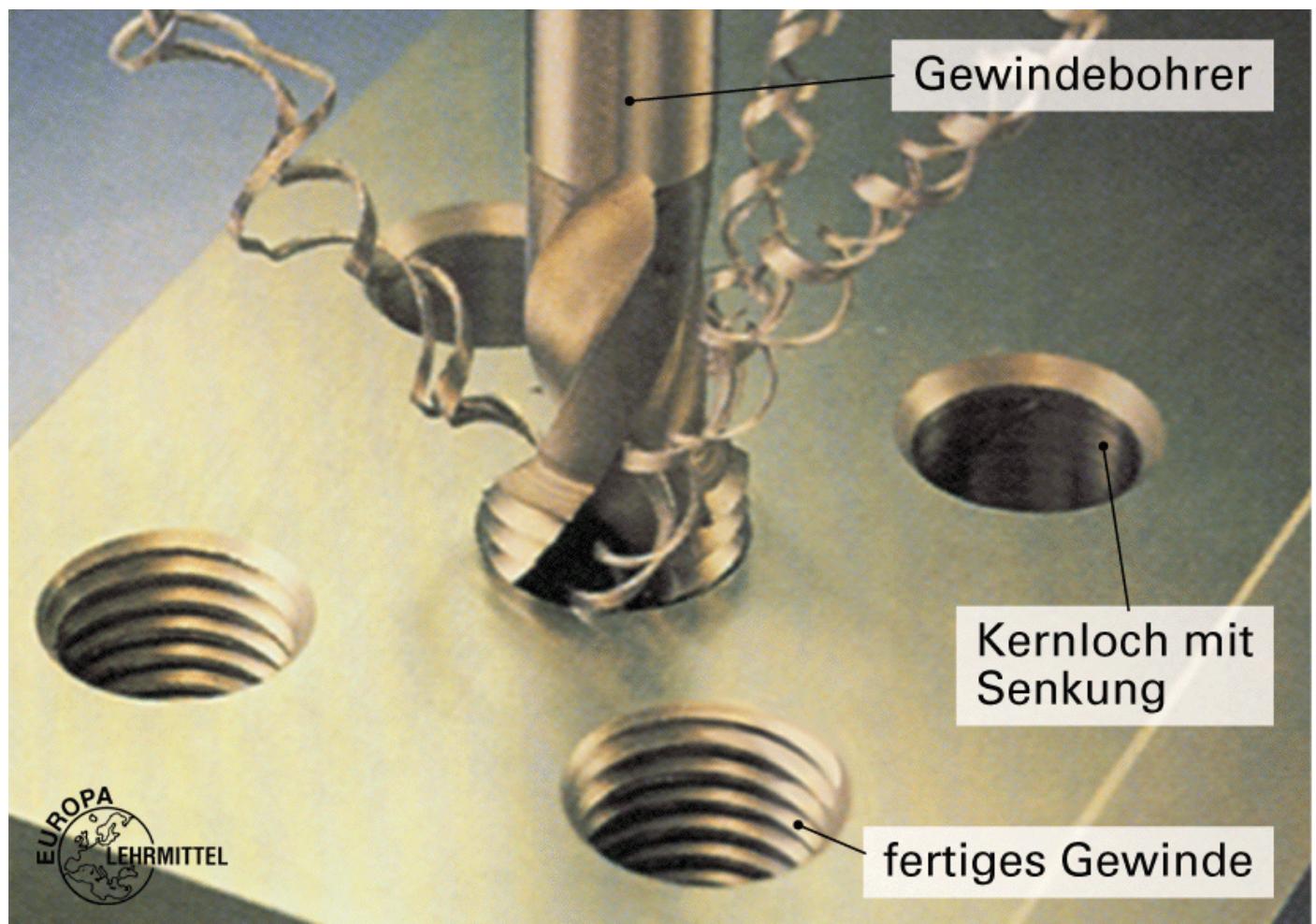


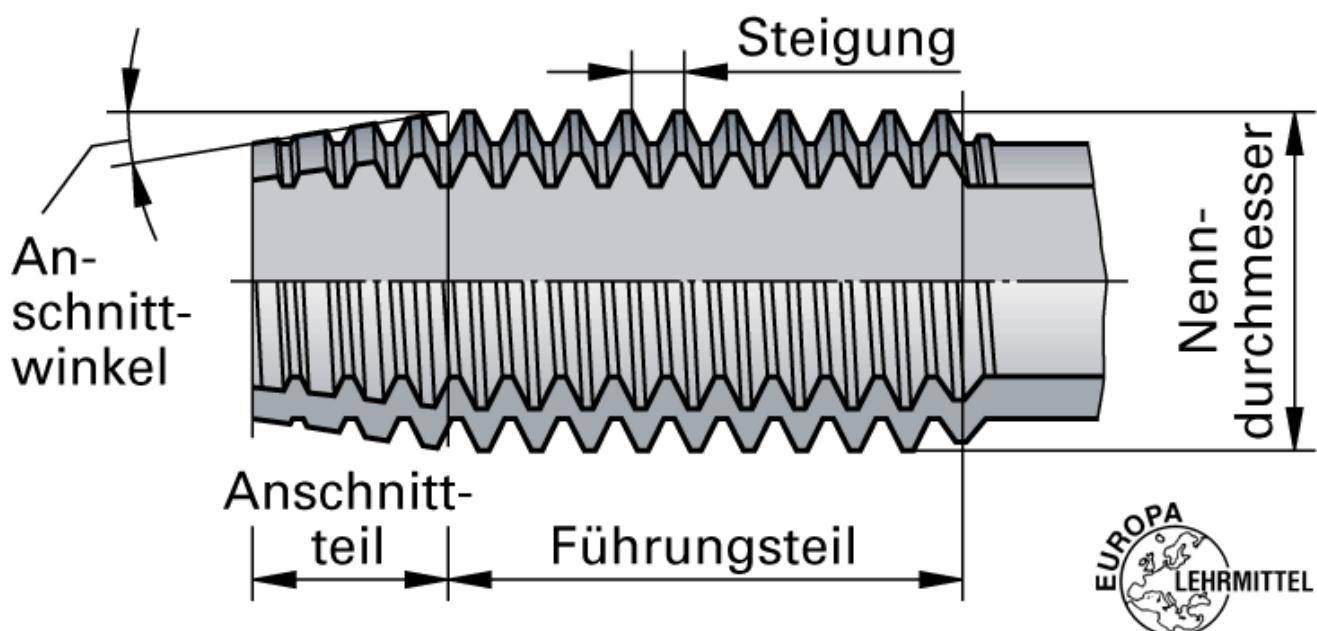


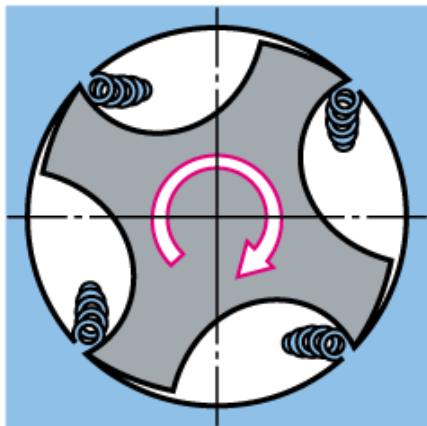




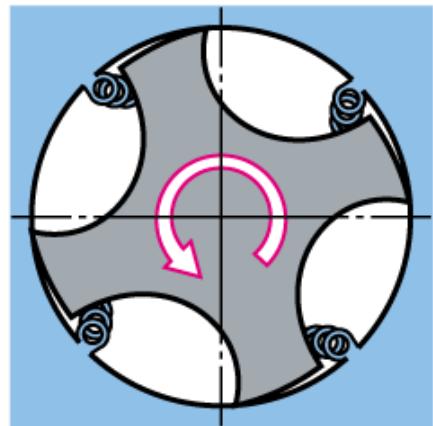








Spanbildung beim
Gewindeschneiden



Abscheren der Späne
nach Drehrichtungsumkehr

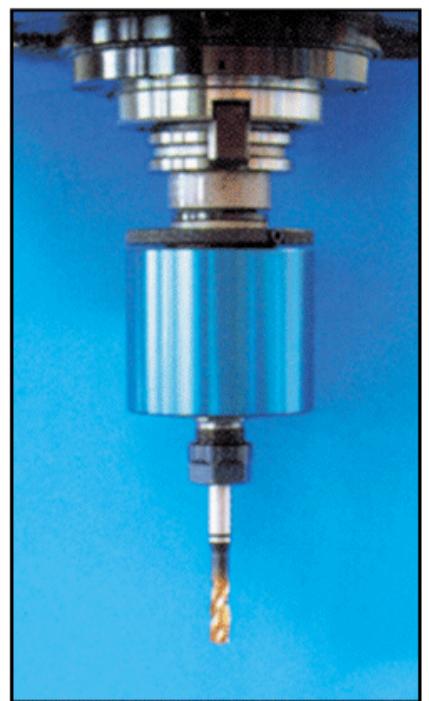




starr eingespannter
Gewindebohrer

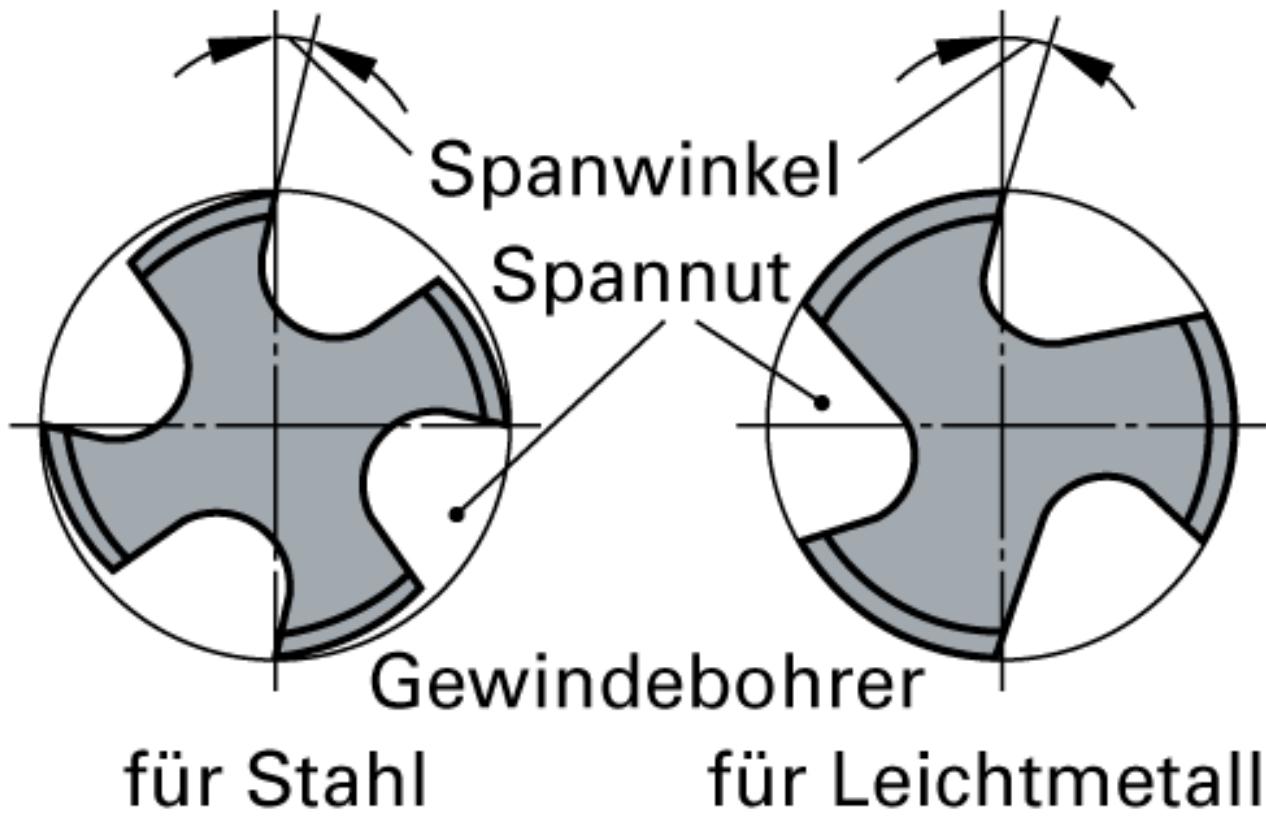


Längs-
ausgleichsfutter



Gewindeschneid-
apparat

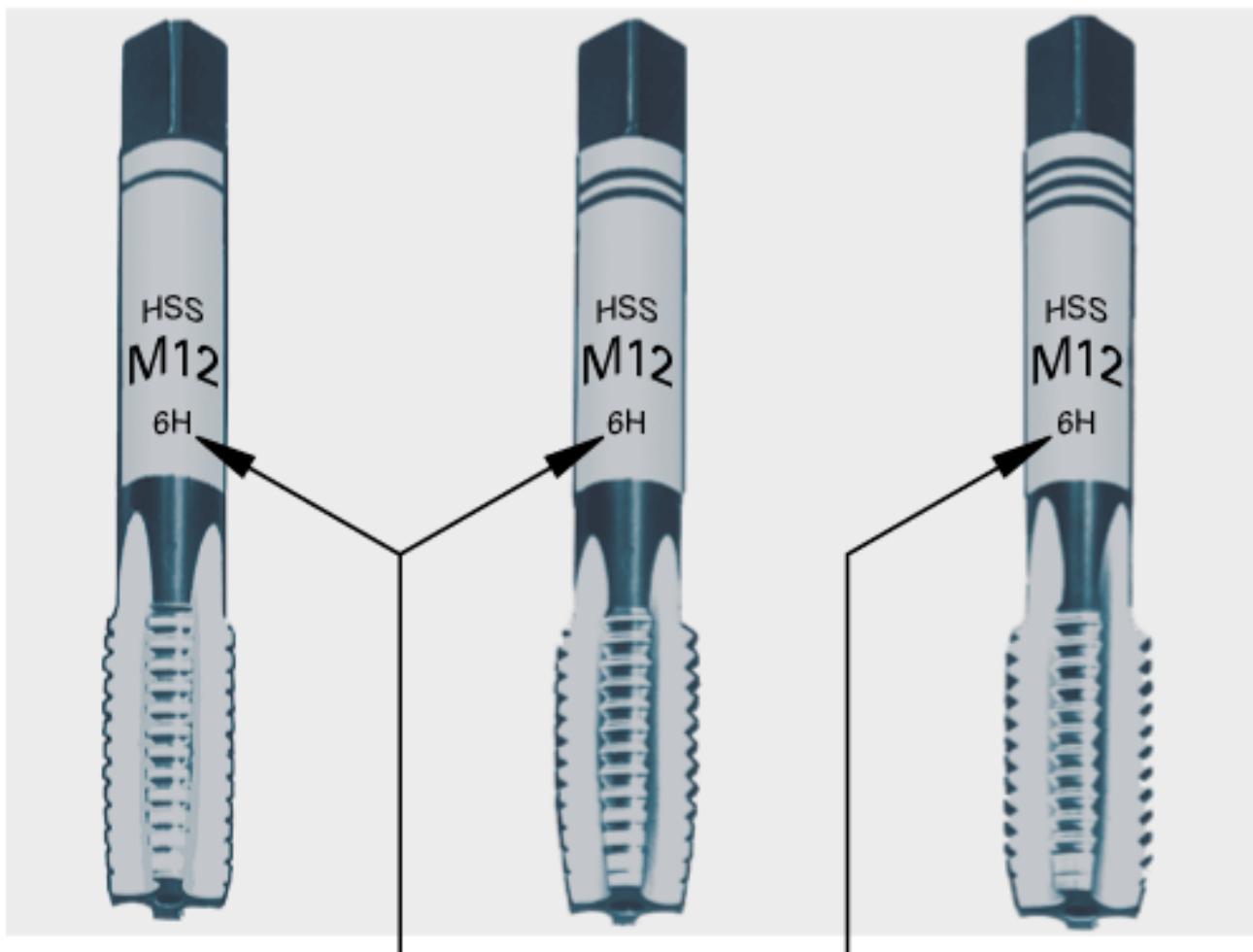




Vor-
schneider

Mittel-
schneider

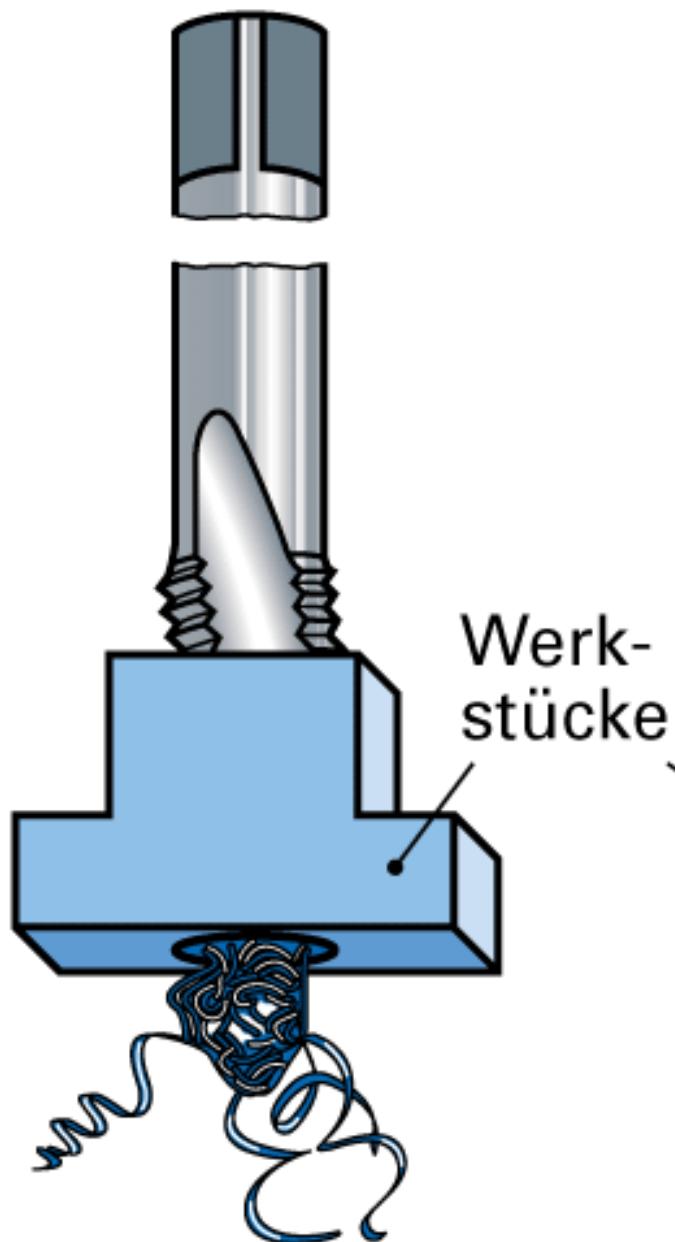
Fertig-
schneider



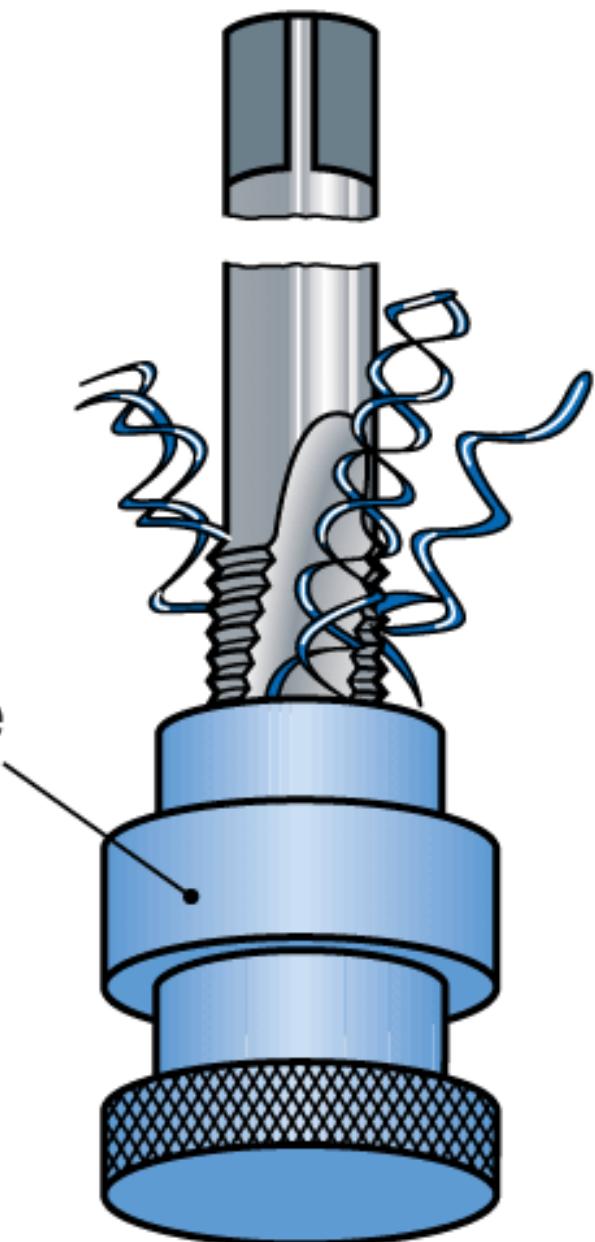
Toleranzangabe



mit Linkssdrall für
Durchgangslöcher

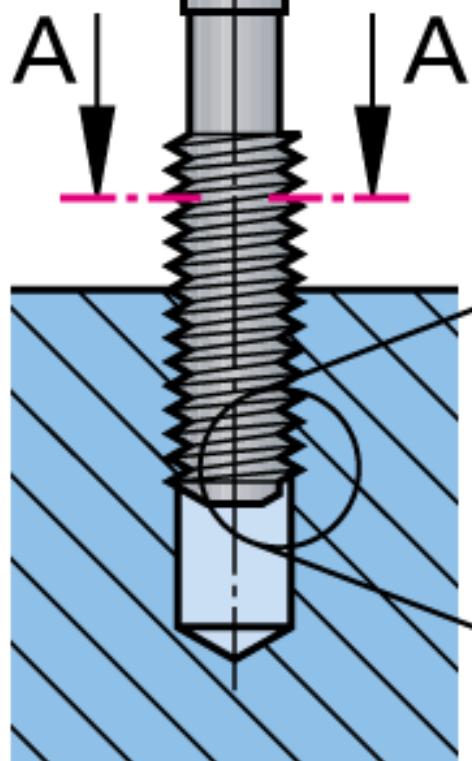
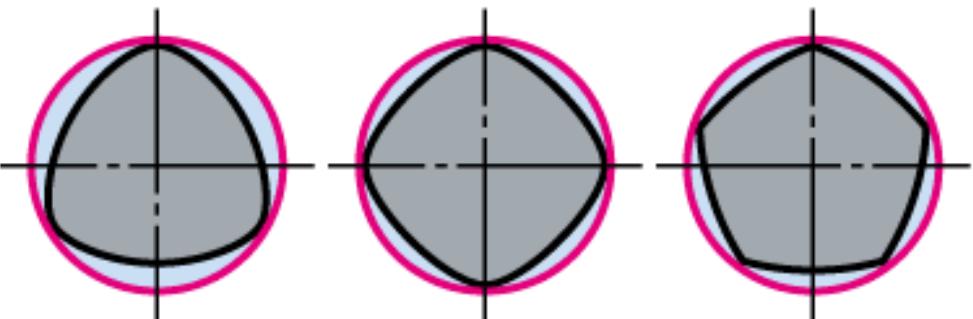


mit Rechtsdrall für Grundlöcher

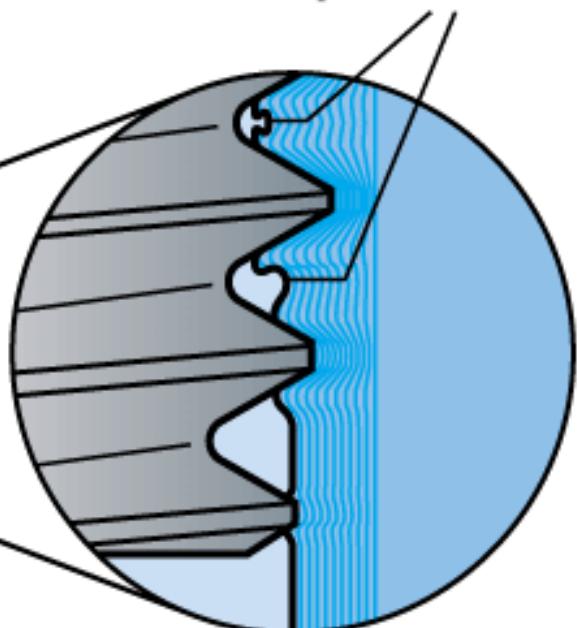


mögliche Querschnittsformen (Polygone)

A-A



Zipfelbildung



Kegelsenker

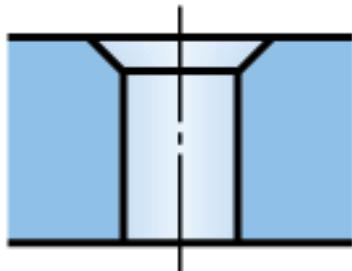
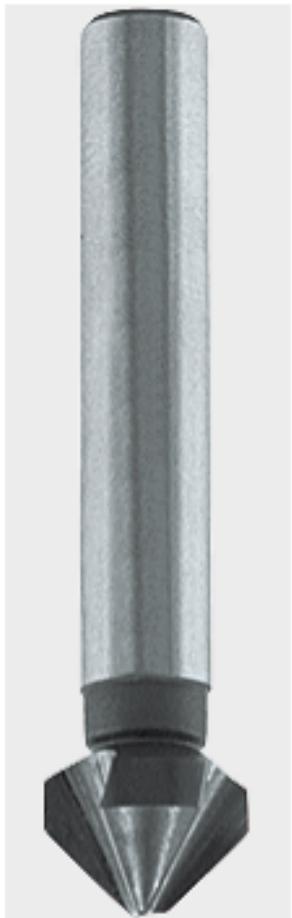
ein-
schneidig



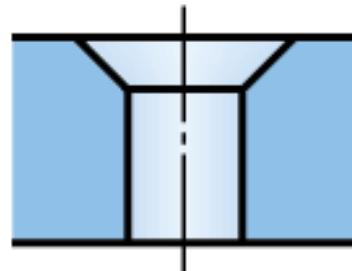
viel-
schneidig



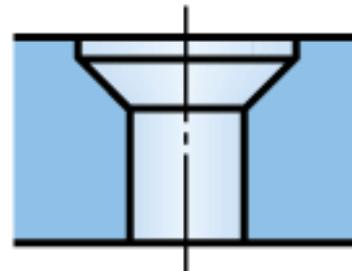
drei-
schneidig



Entgraten



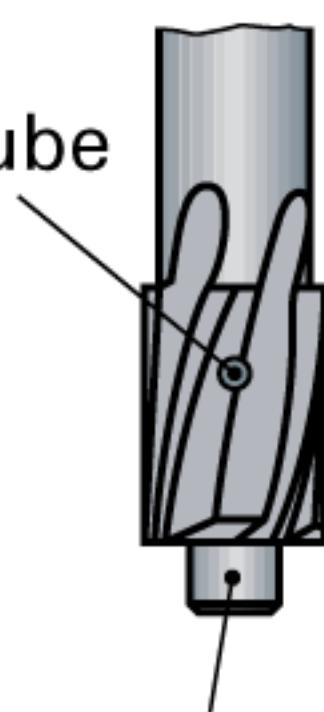
Entgraten
geringe
Senktiefe



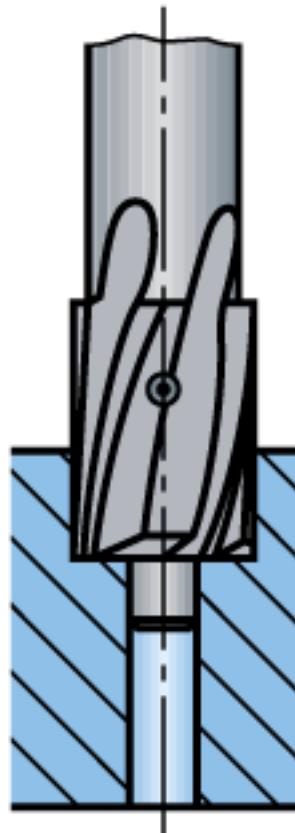
für alle
Senk-
arbeiten



Fixier-
schraube



auswechselbarer
Führungszapfen



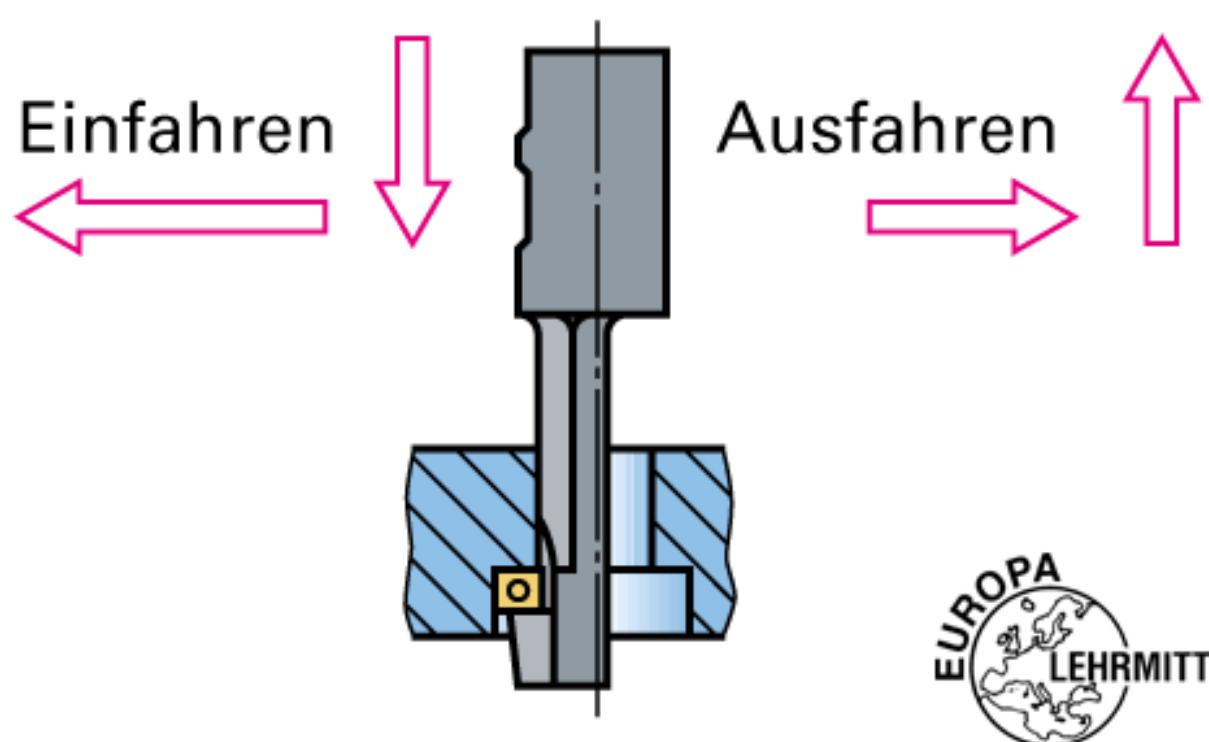
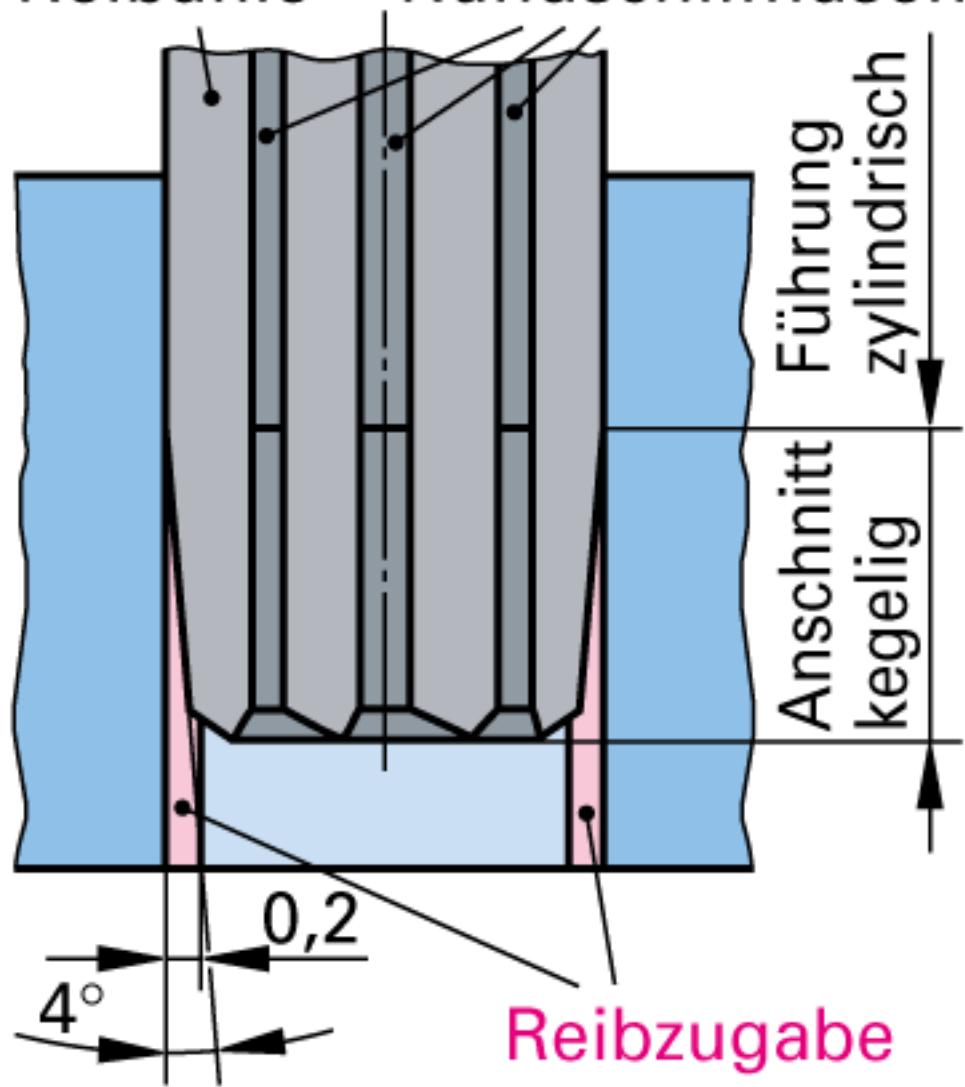


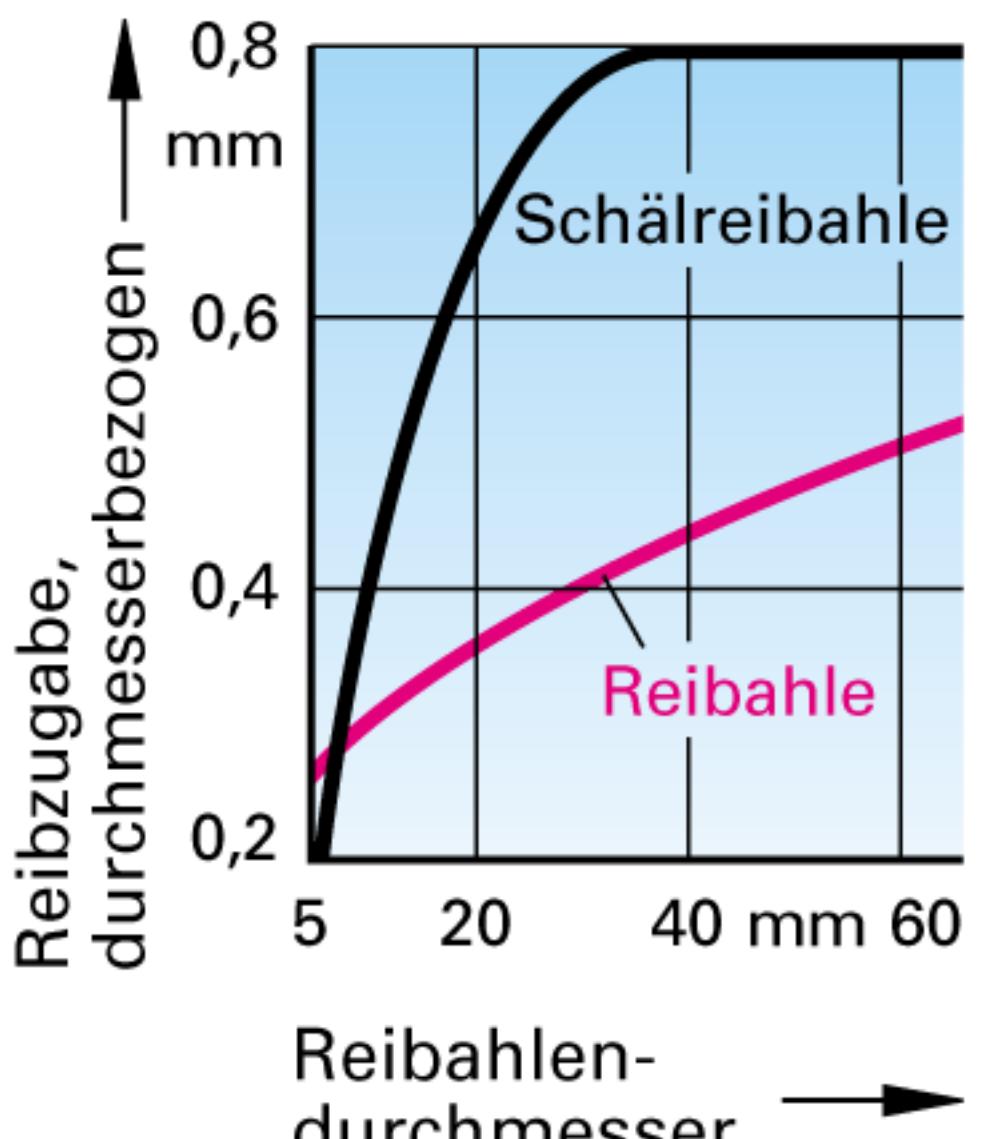
Tabelle 1: Maßnahmen bei Senkproblemen

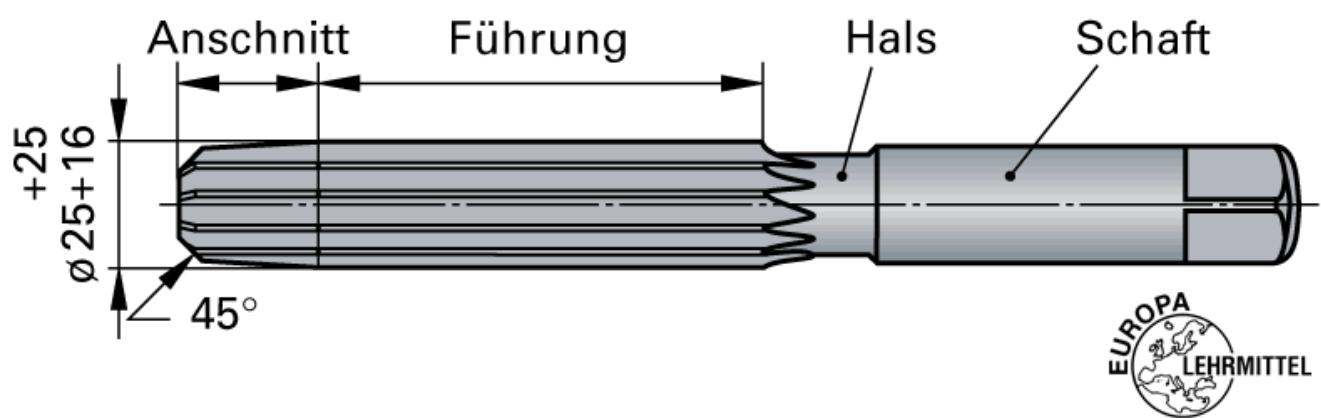
Probleme	v_c	f
schlechte Oberfläche	↑	↓
Bohrung unrund		↓
Ausbröckelungen an den Schneiden		↓
Aufbauschneidenbildung	↑	
Starker Verschleiß der Hauptschneide	↓	
Vibration	↓	↑

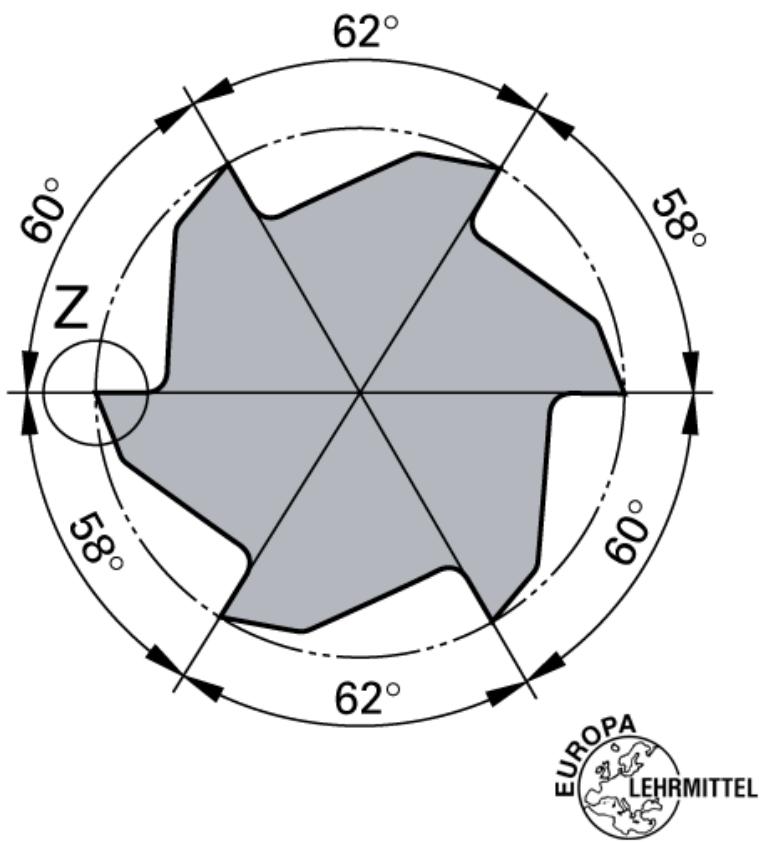
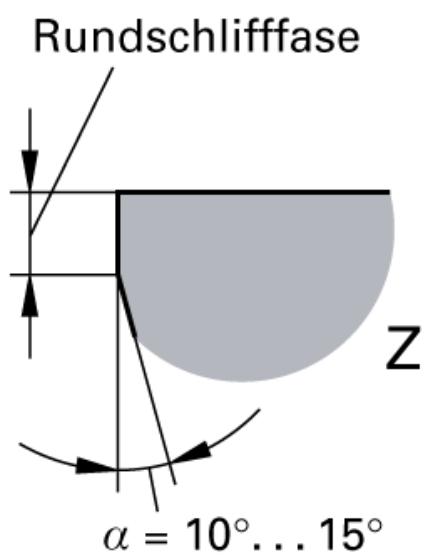


Reibahle Rundschlifffasen

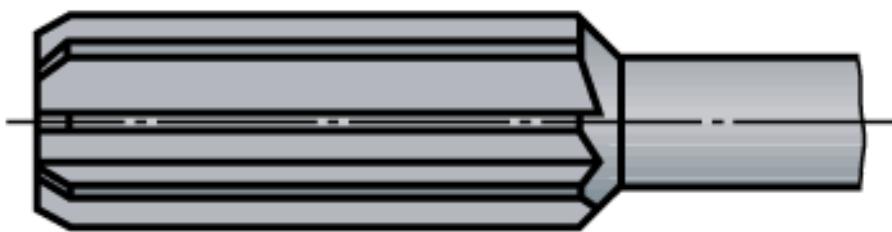








geradgenutet



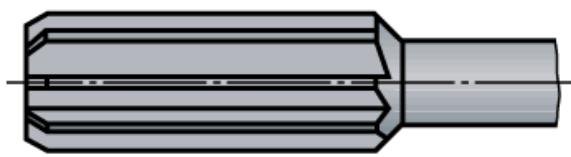
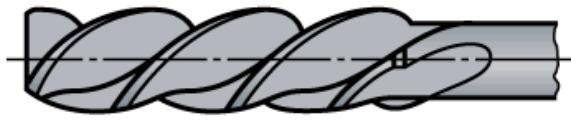
Linksdrall $\approx 7^\circ$



Schälreibahle, Linksdrall $\approx 45^\circ$



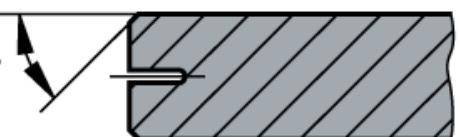
Tabelle 1: Anwendung von Reibahlen

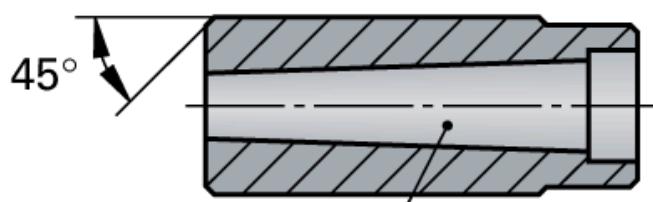
geradgenutet	 <p>Bohrungen ohne Unterbrechung; harte und spröde Werkstoffe, z. B. Stähle über 700 N/mm^2, Gusseisen, Messing; Grundlöcher, die bis auf den Grund gerieben werden.</p>
Linksdrall $\approx 7^\circ$	 <p>Durchgangsbohrungen; Bohrungen mit Schnittunterbrechung, z. B. Schlitze, Kanäle, Querbohrungen; Linksgedrallte Reibahlen sind rechts schneidende Werkzeuge. Bei einer Rechtswendelung würde das Werkzeug in die Bohrung hineingezogen. Durch den leichten Linksdrall gelangt das Kühl schmiermittel leichter an die Schneiden.</p>
Schälreibahle, Linksdrall $\approx 45^\circ$	



Anschnittform

45°





konische Bohrung der Reibahle

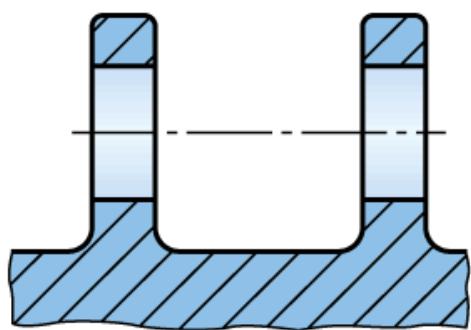
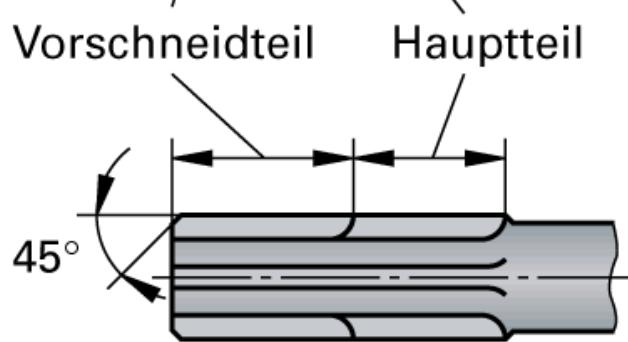


Aufsteckreibahle

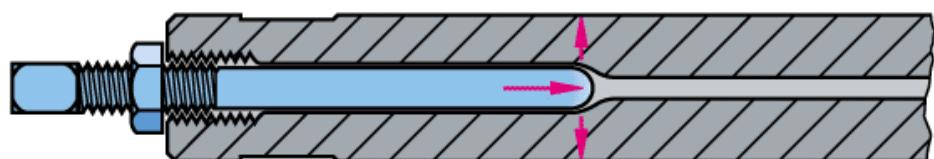


Aufsteckhalter mit Morsekegelschaft





geschlitzt



mit Schneidring



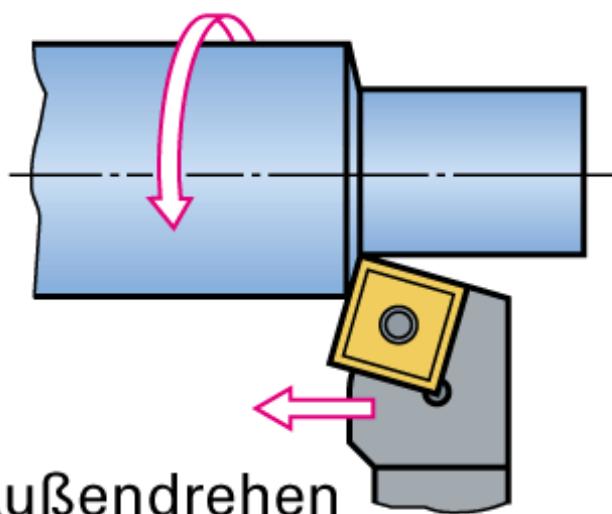
Wendeplatte

innere Kühlmittelzufuhr

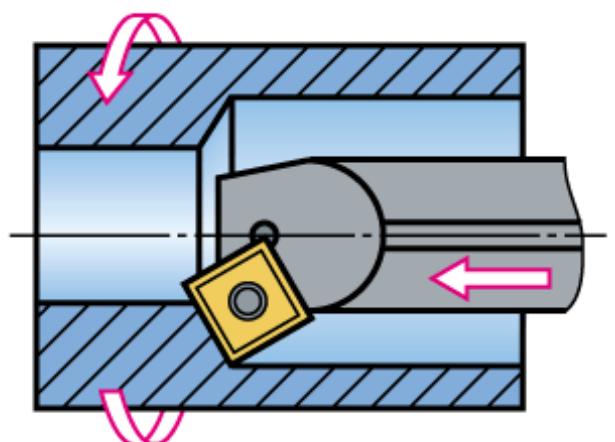


mindestens 2 am Umfang angeordnete Führungsleisten





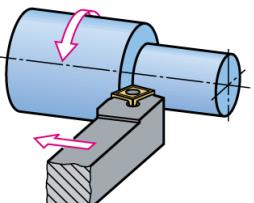
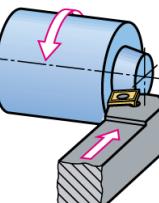
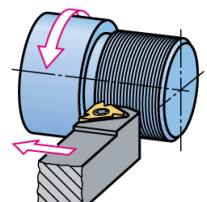
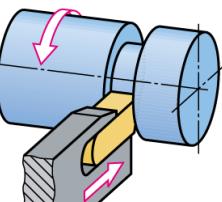
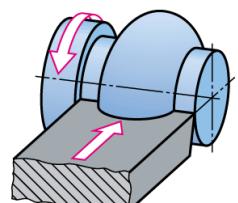
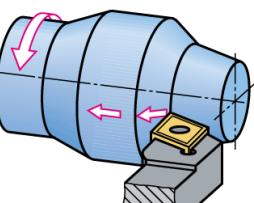
Außendrehen

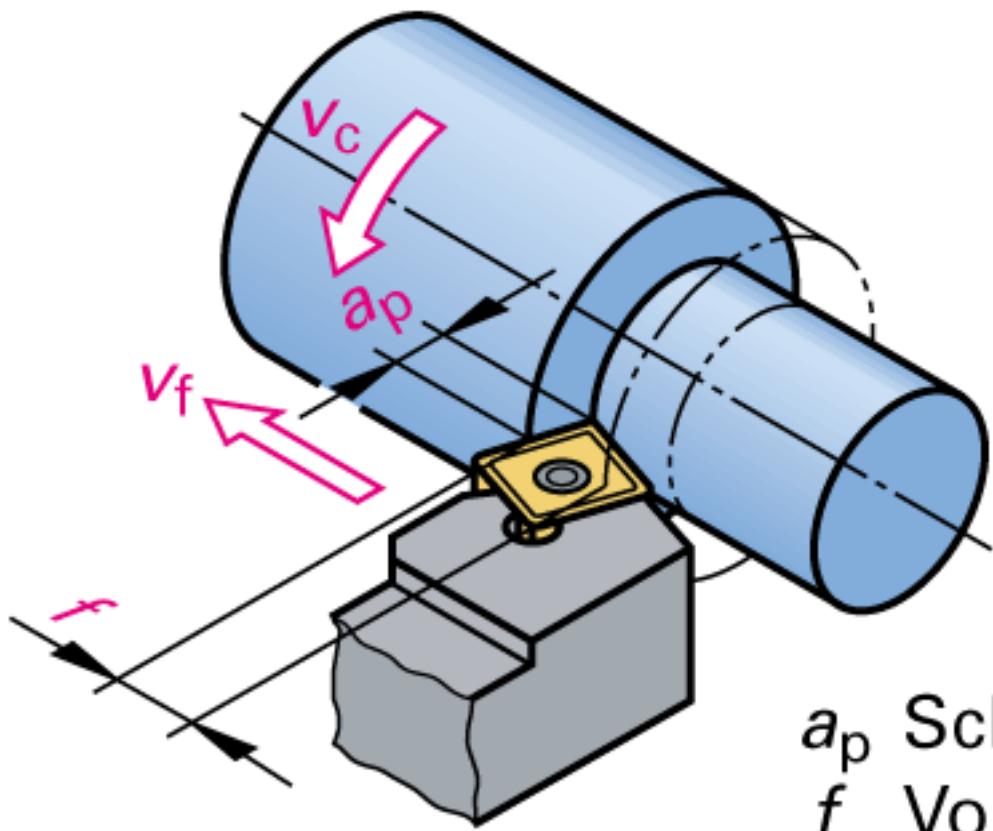


Innendrehen



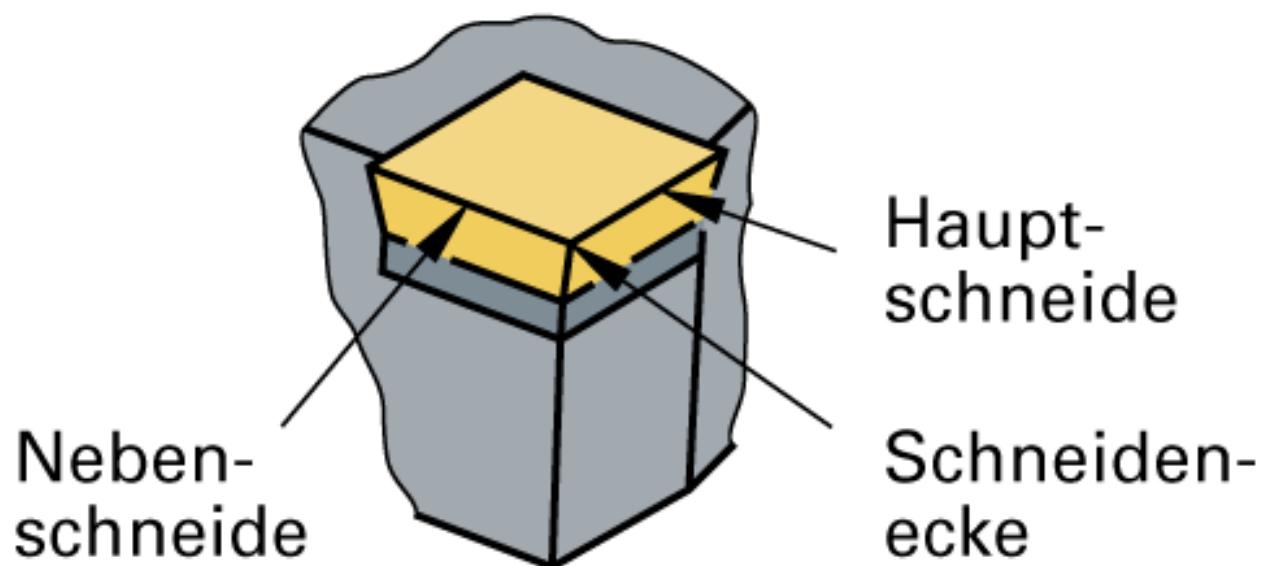
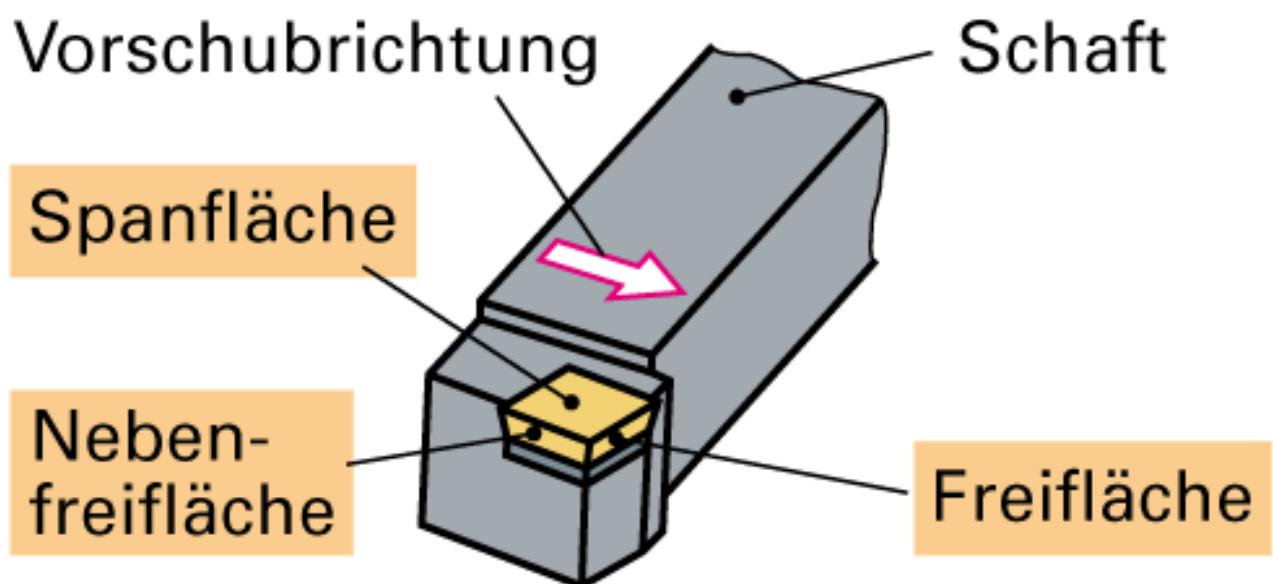
Tabelle 1: Drehverfahren

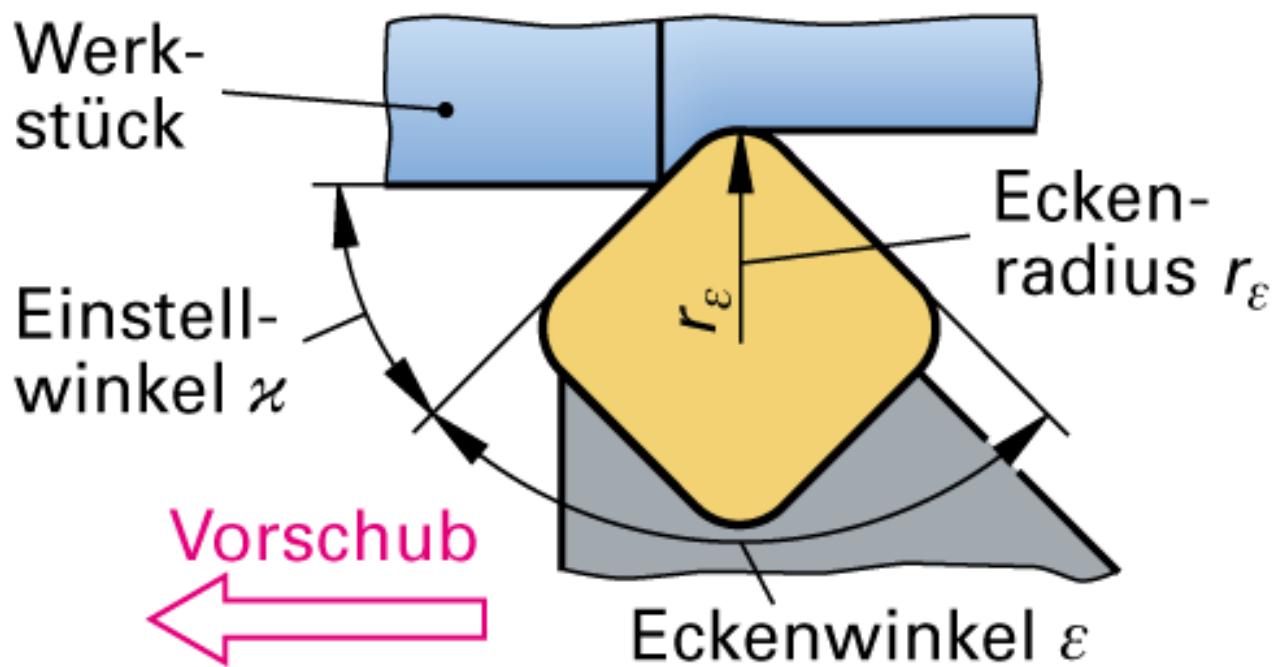
Beispiel/Benennung	Kennzeichen/Einzelverfahren	Beispiel/Benennung	Kennzeichen/Einzelverfahren
Runddrehen 	Beim Runddrehen wird eine zylindrische Fläche erzeugt: Längs-Runddrehen (Bild), Breitschlitzdrehen und Quer-Runddrehen	Plandrehen 	Beim Plandrehen wird eine ebene Fläche senkrecht zur Drehachse des Werkstücks erzeugt: Quer-Plandrehen (Bild) und Quer-Abstechdrehen
Gewindedrehen 	Mit einem Profilwerkzeug werden schraubenförmige Flächen erzeugt: Gewindedrehen (Bild) und Gewindestrehlen (mehrschneidiges Werkzeug)	Stechdrehen 	Das Stechdrehwerkzeug führt zur Erzeugung von Einstichen eine Vorschubbewegung quer (Bild) oder längs zur Drehachse aus
Profildrehen 	Das Profil des Drehwerkzeuges bildet sich auf dem Werkstück ab: Längs-Profil-Drehen und Quer-Profildrehen (Bild)	Formdrehen 	Durch die Steuerung der Vorschubbewegung wird die Werkstückform erzeugt: NC-Formdrehen oder Kopierdrehen (Bild)

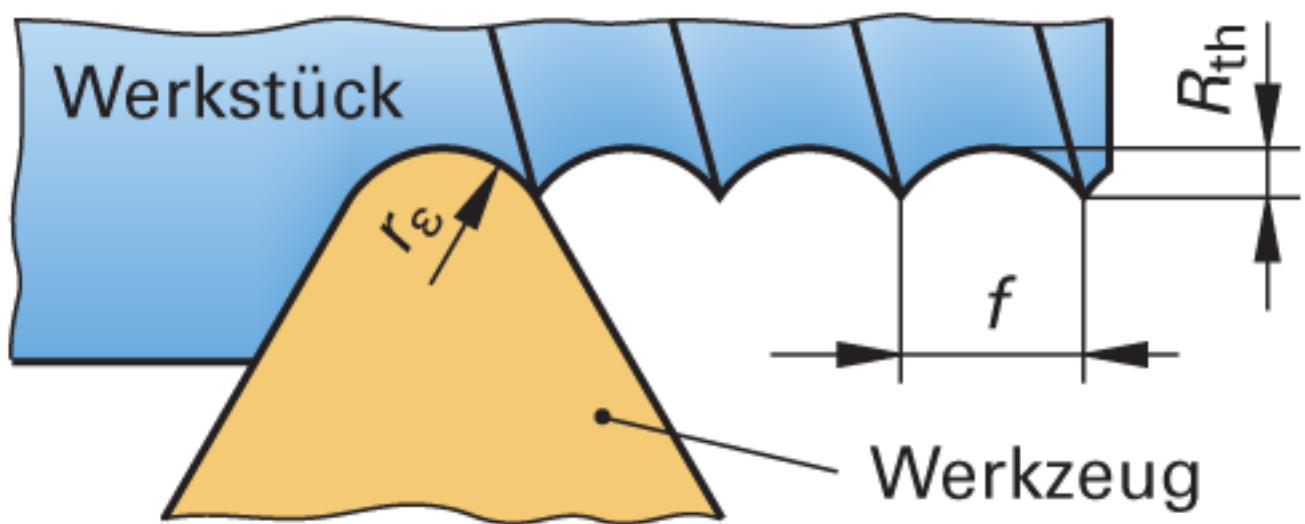


a_p Schnitttiefe
 f Vorschub

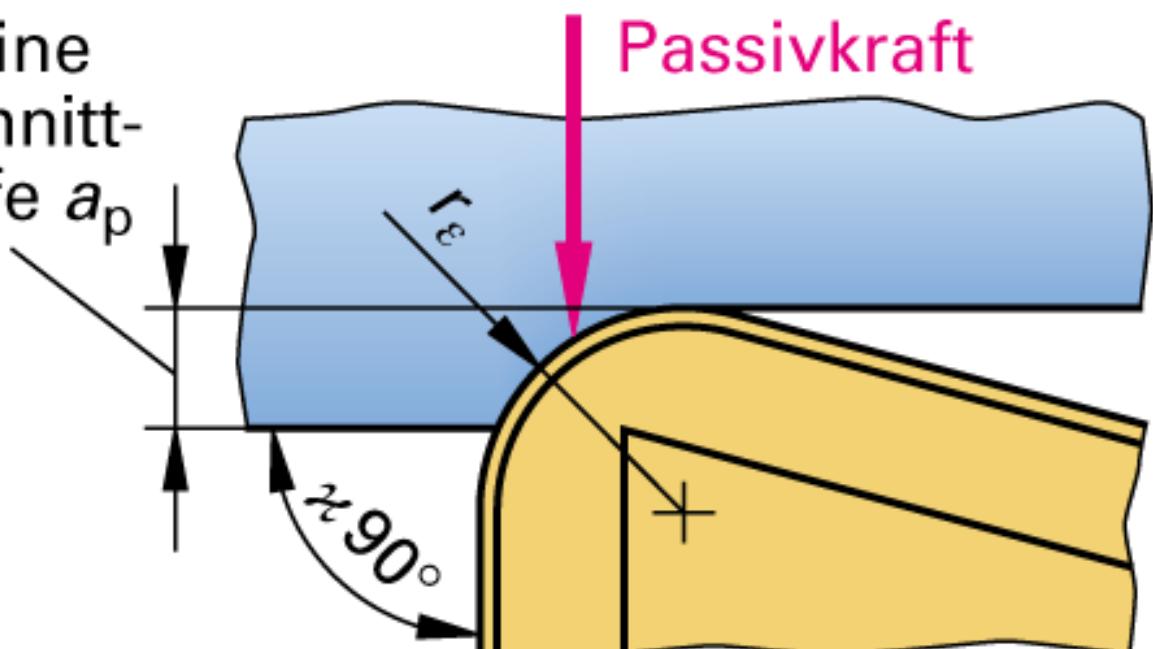




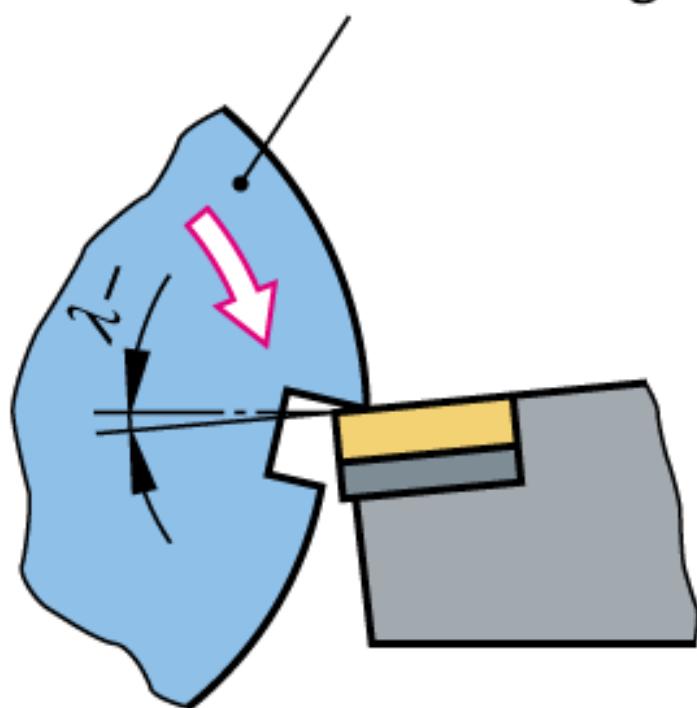




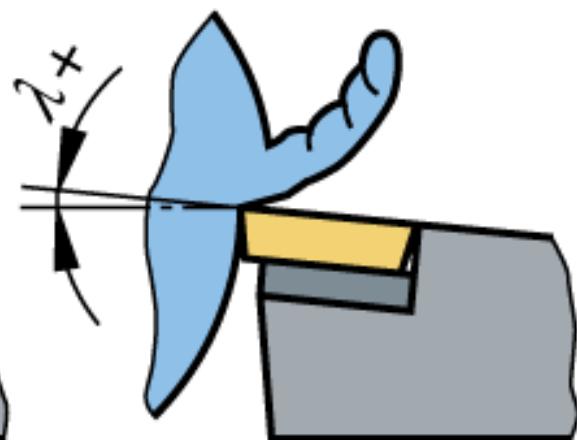
kleine
Schnitt-
tiefe a_p



Werkstück mit Längsnut



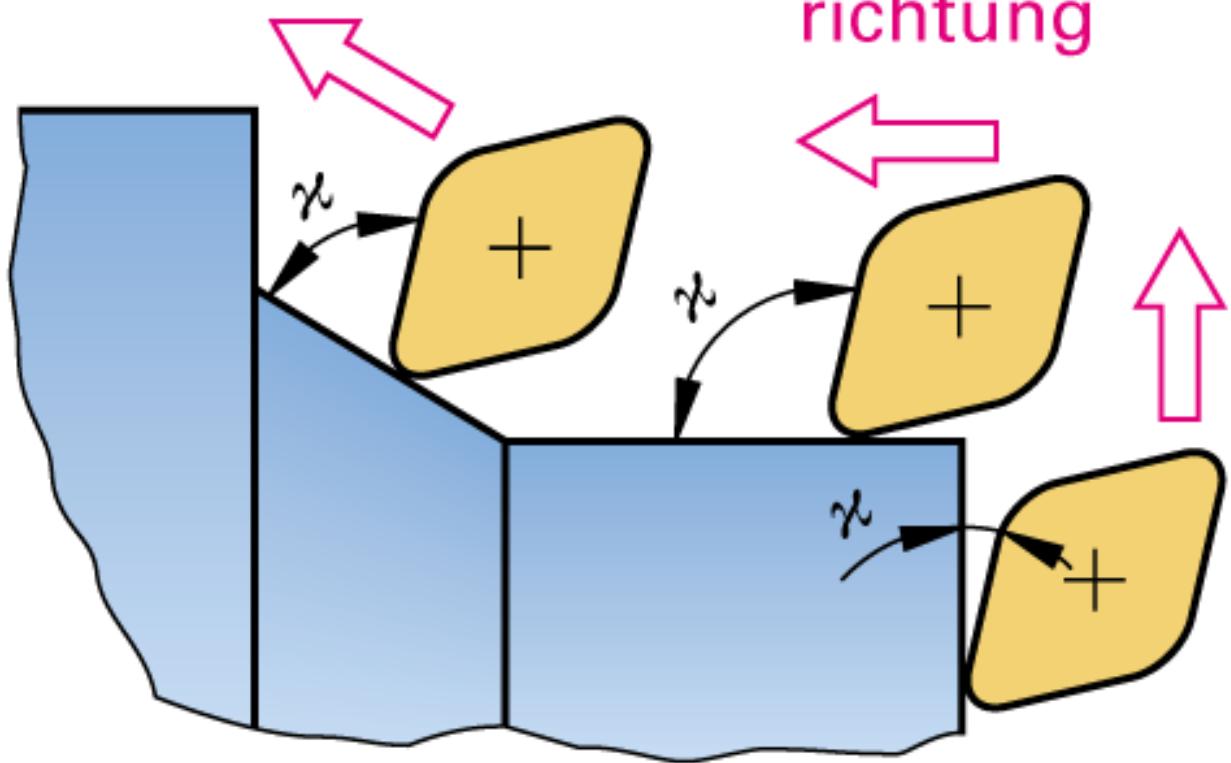
Neigungswinkel
negativ



Neigungswinkel
positiv

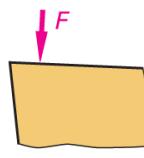


Vorschub-
richtung



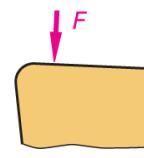
Scharfkantig

Ausführung F



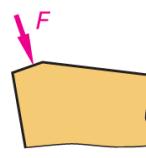
Verrundung

Ausführung E



Fase

Ausführung T



Fase und
Verrundung

Ausführung S

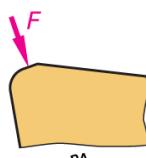
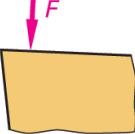
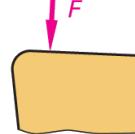
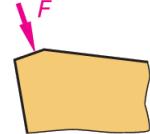
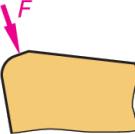


Tabelle 1: Merkmale und Anwendung verschiedener Schneidkantenausführungen			
Scharfkantig Ausführung F 	Verrundung Ausführung E 	Fase Ausführung T 	Fase und Verrundung Ausführung S 
Geringste Schnittkraft, bruchgefährdet	Schutz der Schneidkante, bei beschichteten Schneidstoffen in geringem Maß immer vorhanden	Größere Stabilität der Schneidkante, Schnittkraft wird größer	Höchste Bearbeitungssicherheit, jedoch Erhöhung von Schnittkraft, Temperatur und Ratterneigung
Schlachten, Zerspanung von Kunststoffen	Zerspanung von Stahl, bei Schnittunterbrechungen	Bearbeitung von gehärtetem Stahl und Hartguss	Für schwere Schnitte

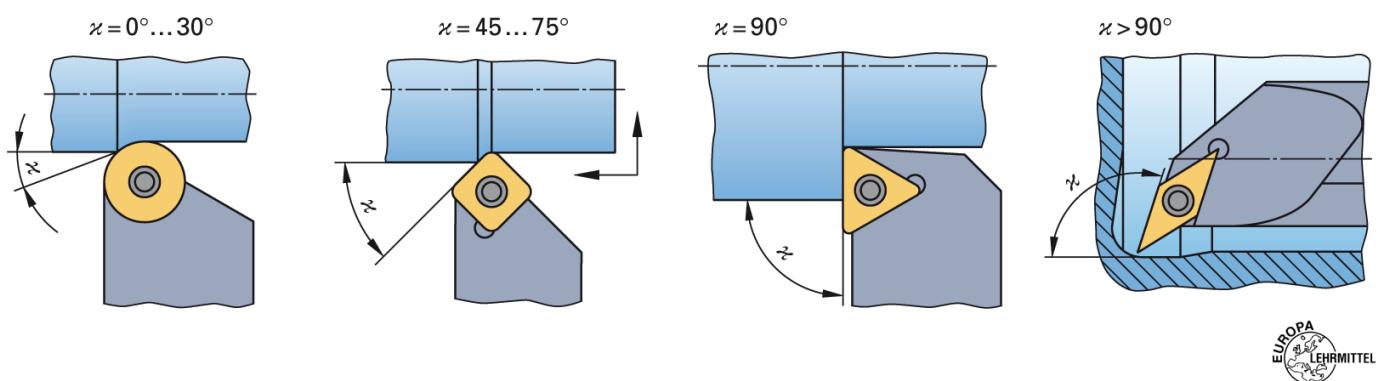
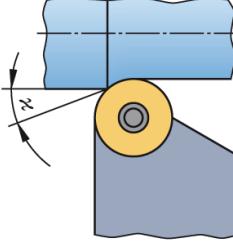
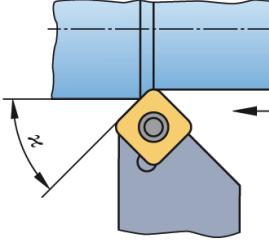
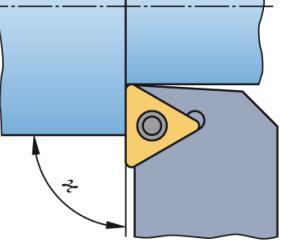
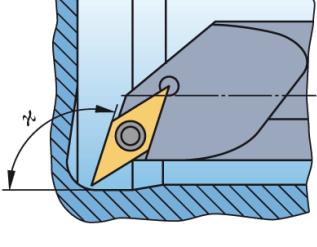
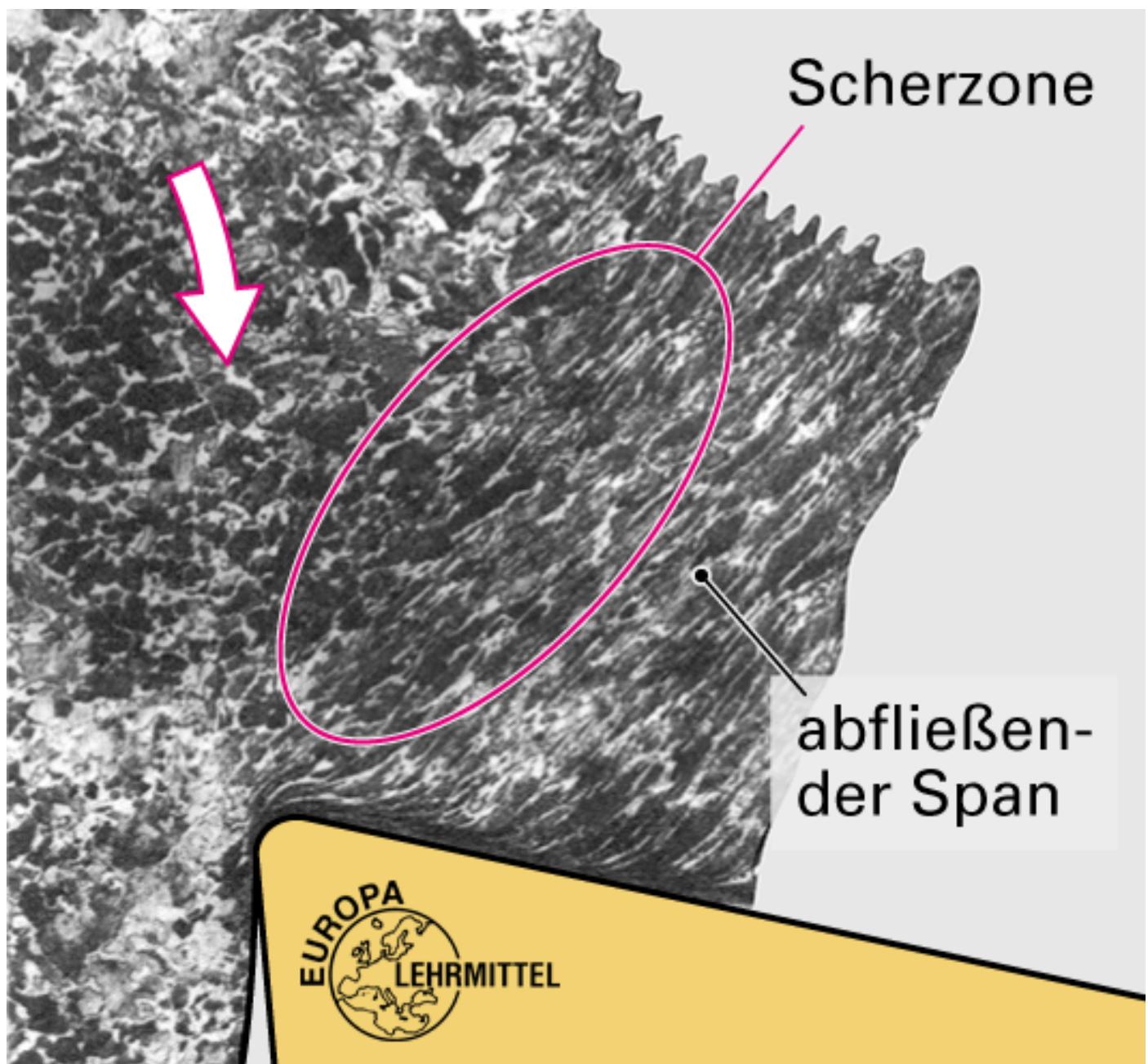
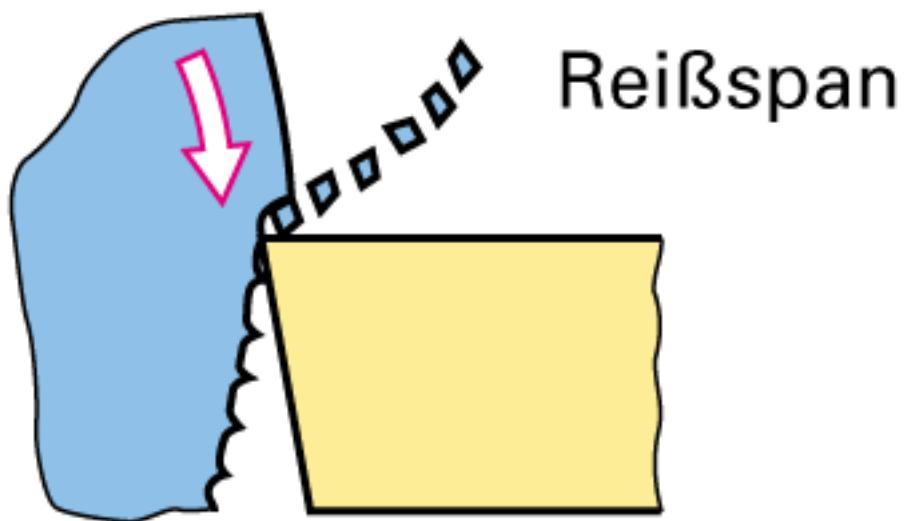


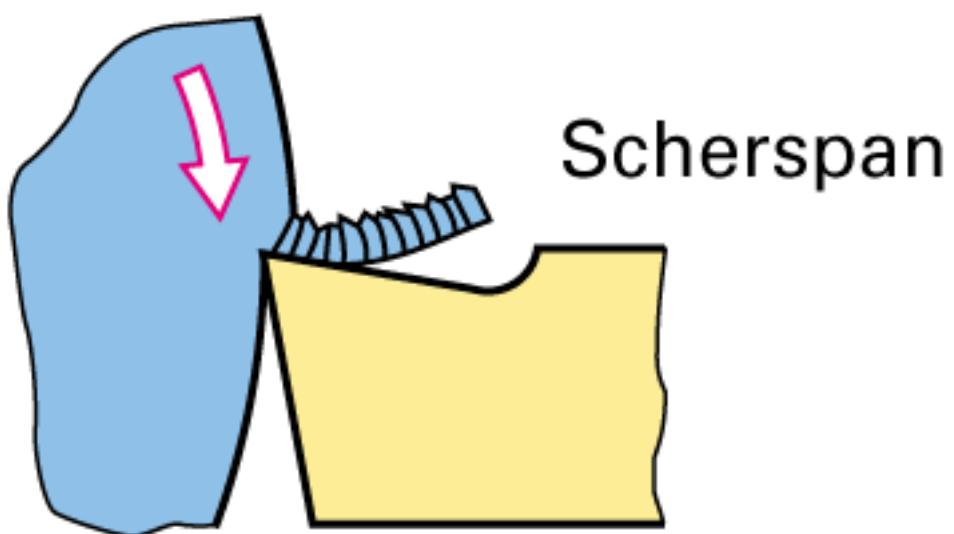
Tabelle 2: Einstellwinkel bei verschiedenen Bearbeitungen

$\alpha = 0^\circ \dots 30^\circ$	$\alpha = 45 \dots 75^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha > 90^\circ$
			
<p>Große Passivkräfte erfordern eine hohe Stabilität von Werkstück, Maschine und Aufspannung</p>	<p>Schutz der Schneidenecke beim Anschnitt</p>	<p>kleine Passivkraft, dadurch weniger Durchbiegung des Drehteils und geringere Ratterneigung</p>	<p>voreilende Schneidenecke ist bruchgefährdet</p>
<p>Bearbeitung von harten Werkstoffen, Schlichtdrehen mit hohem Vorschub</p>	<p>Schruppbearbeitung</p>	<p>Schlichtbearbeitung, Innendrehen</p>	<p>Konturdrehen und Drehen von Freistichen</p>

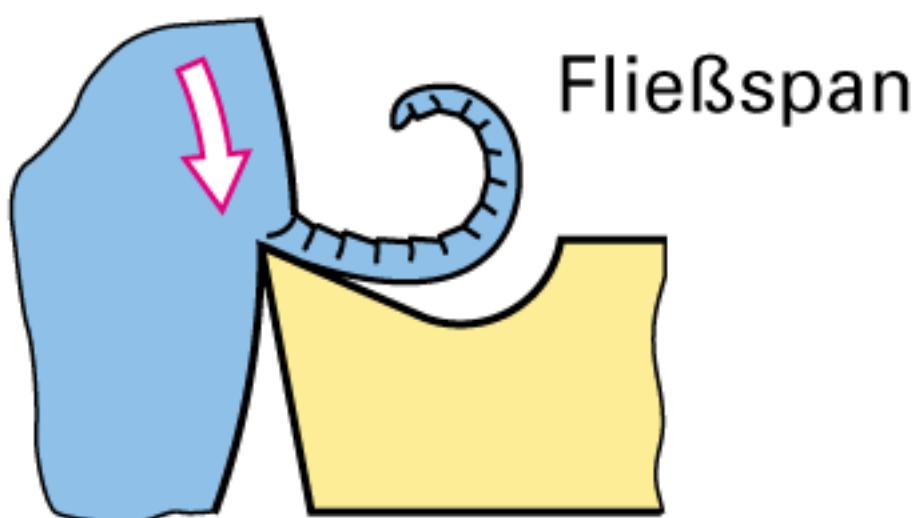




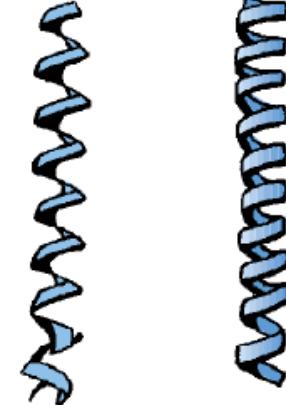
Reißspan



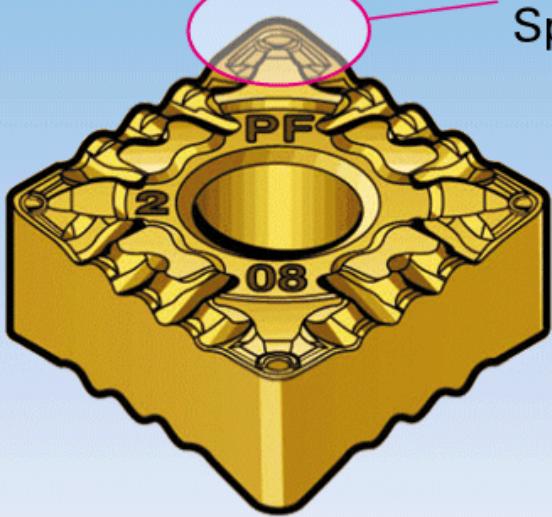
Scherspan



Fließspan

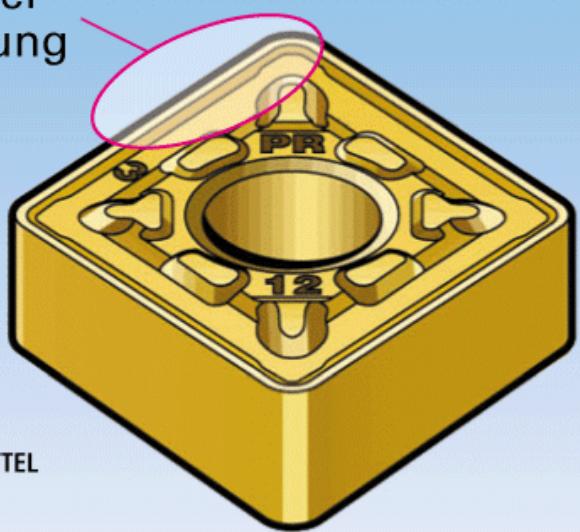
		
Bandspäne	Wirrspäne	lange Wendelspäne
ungünstig		

			
kurze zylindr. Wendelspäne	Spiralwendel- späne	Spiralspäne	Bröckelspäne
günstig			



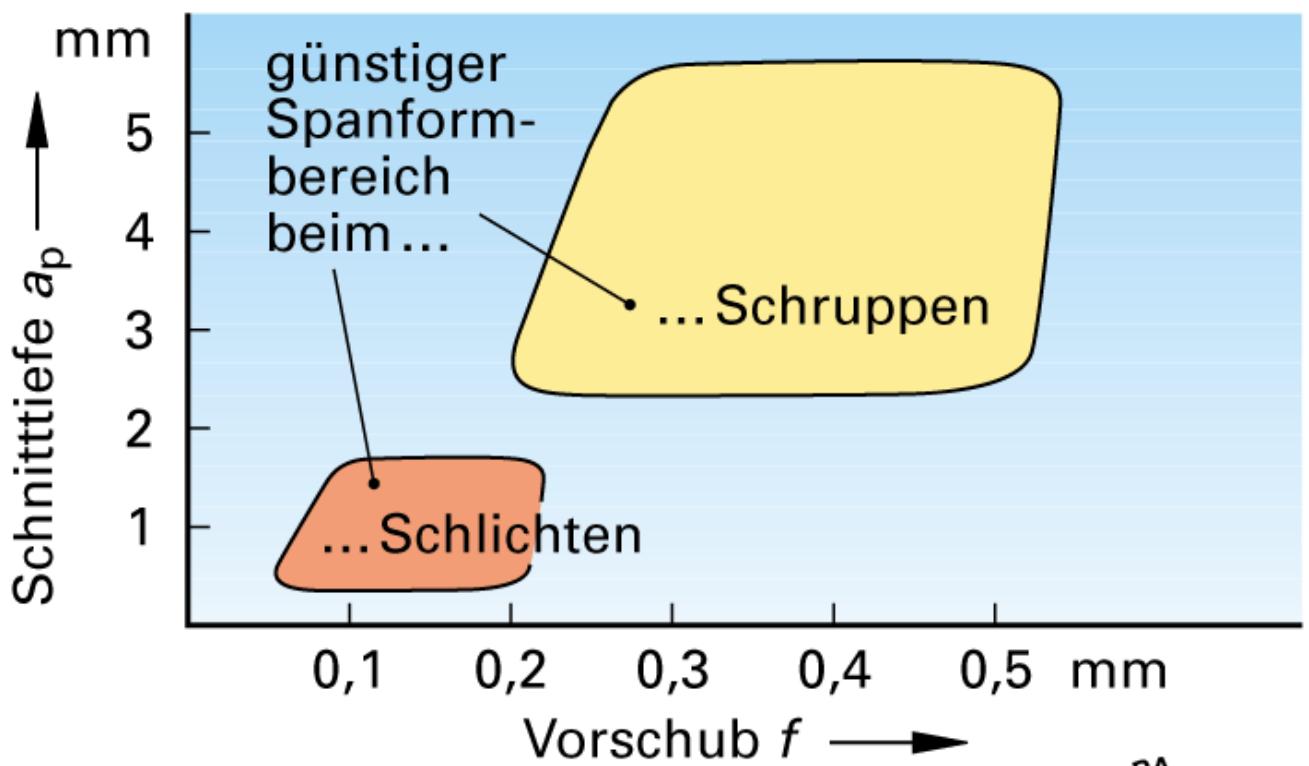
Schlichtplatte

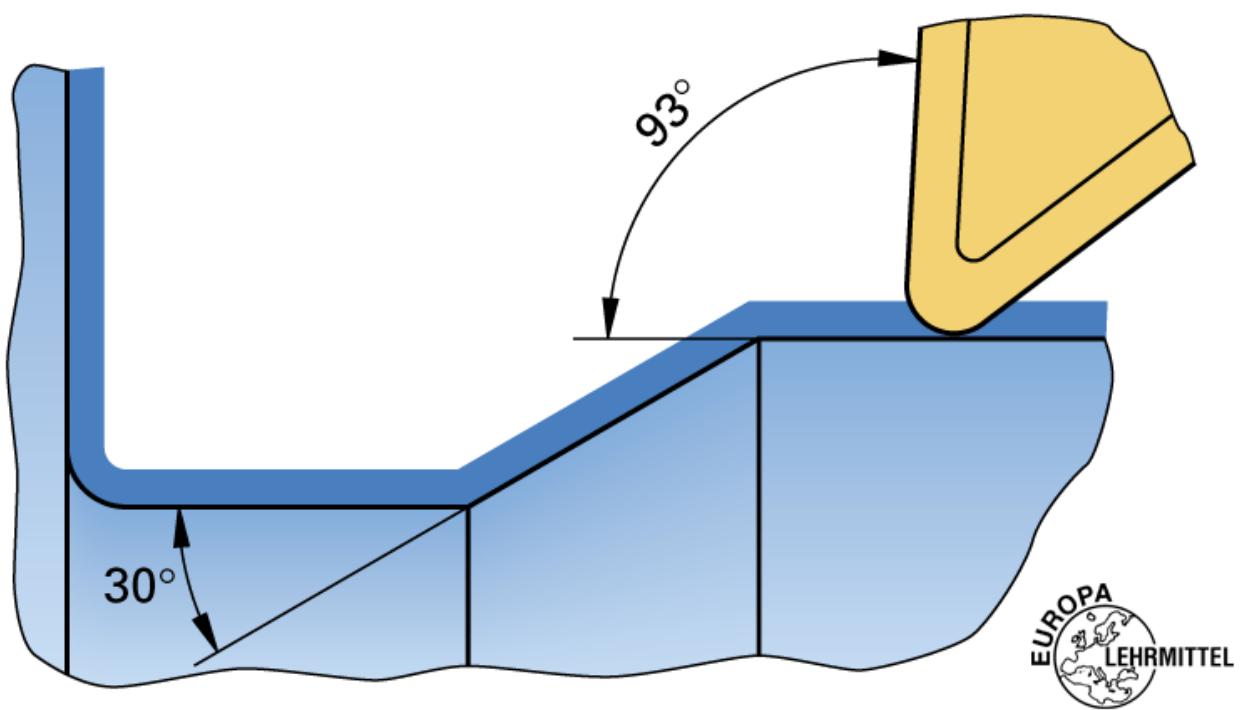
Bereich der
Spanformung

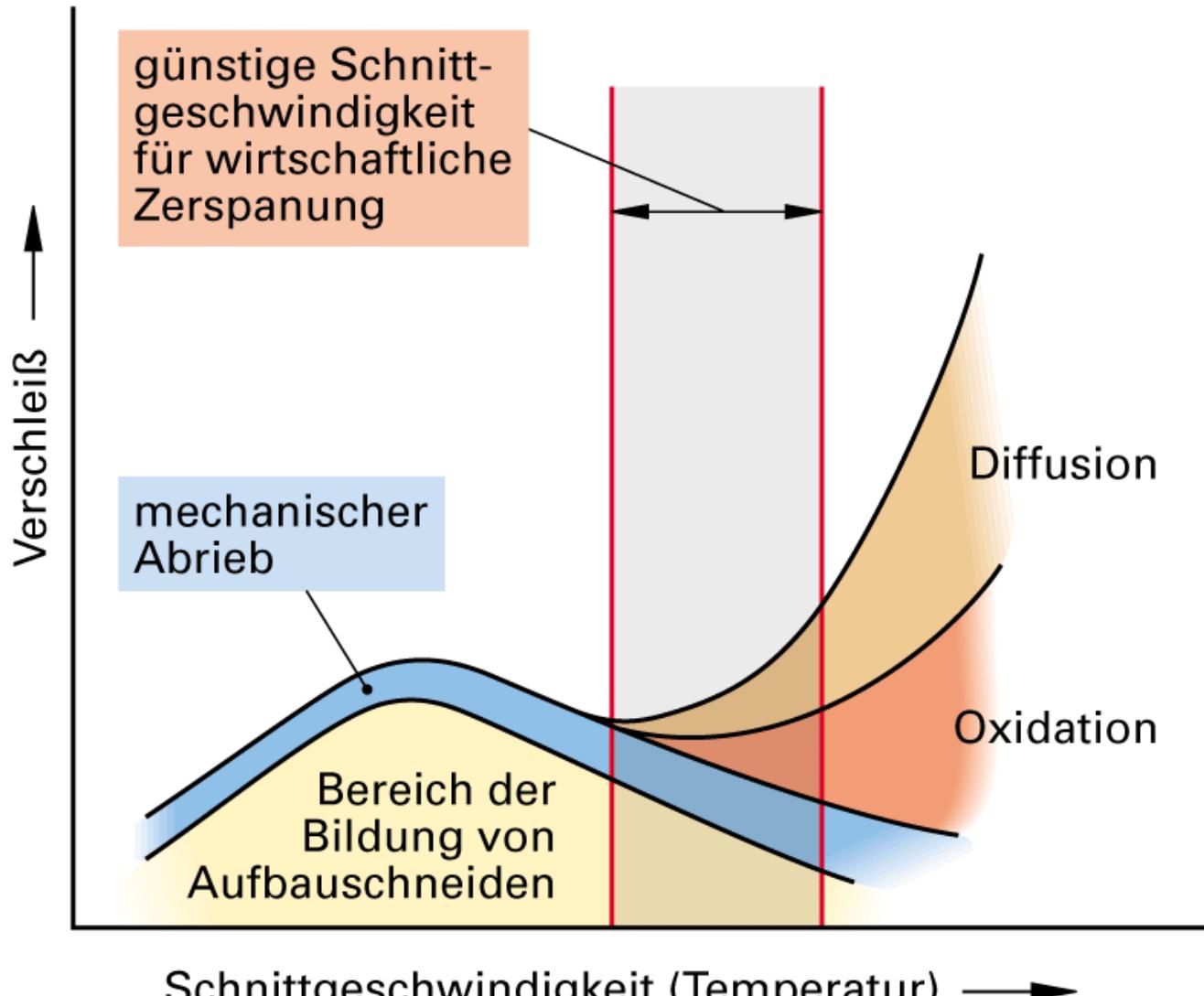


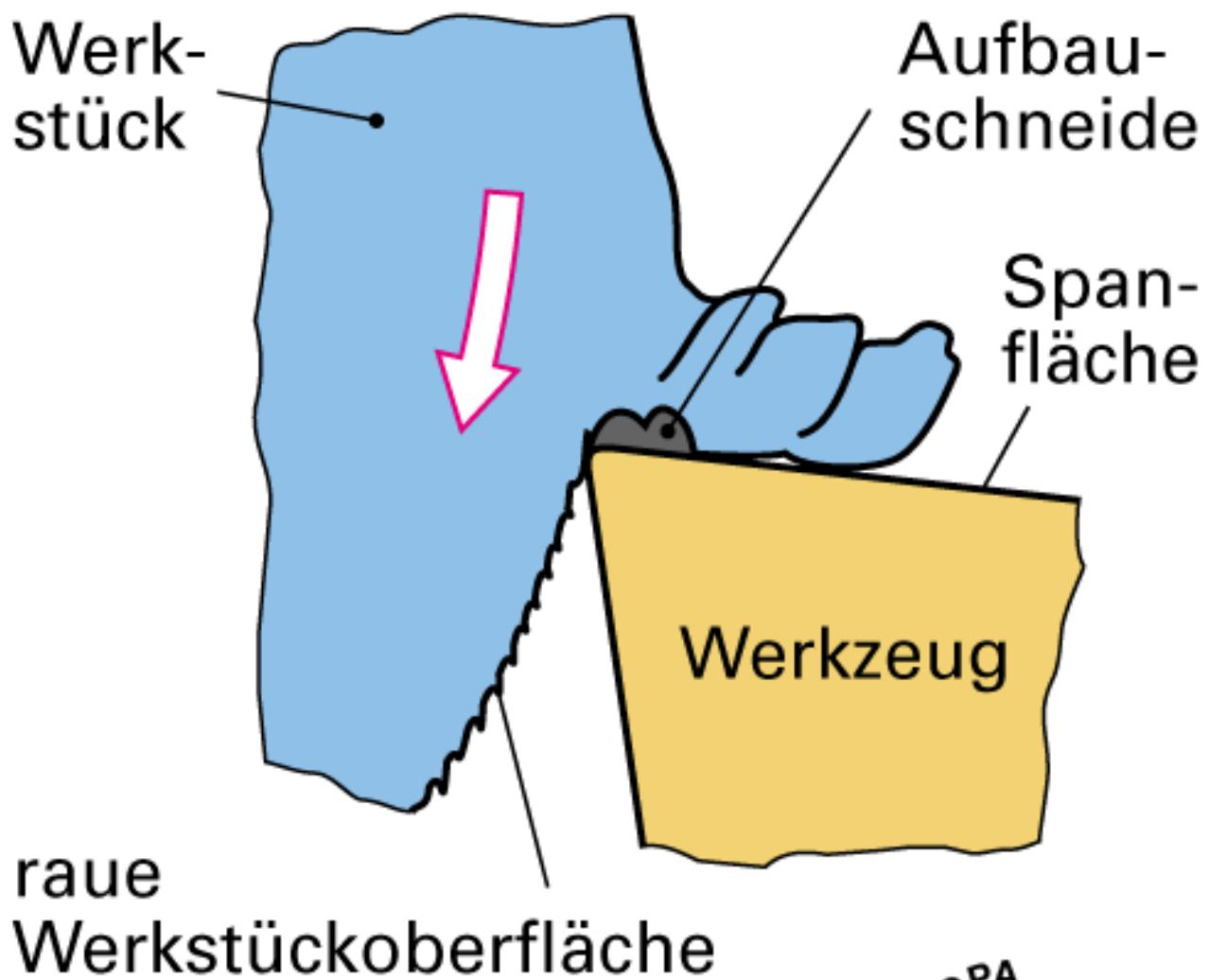
Schruppplatte



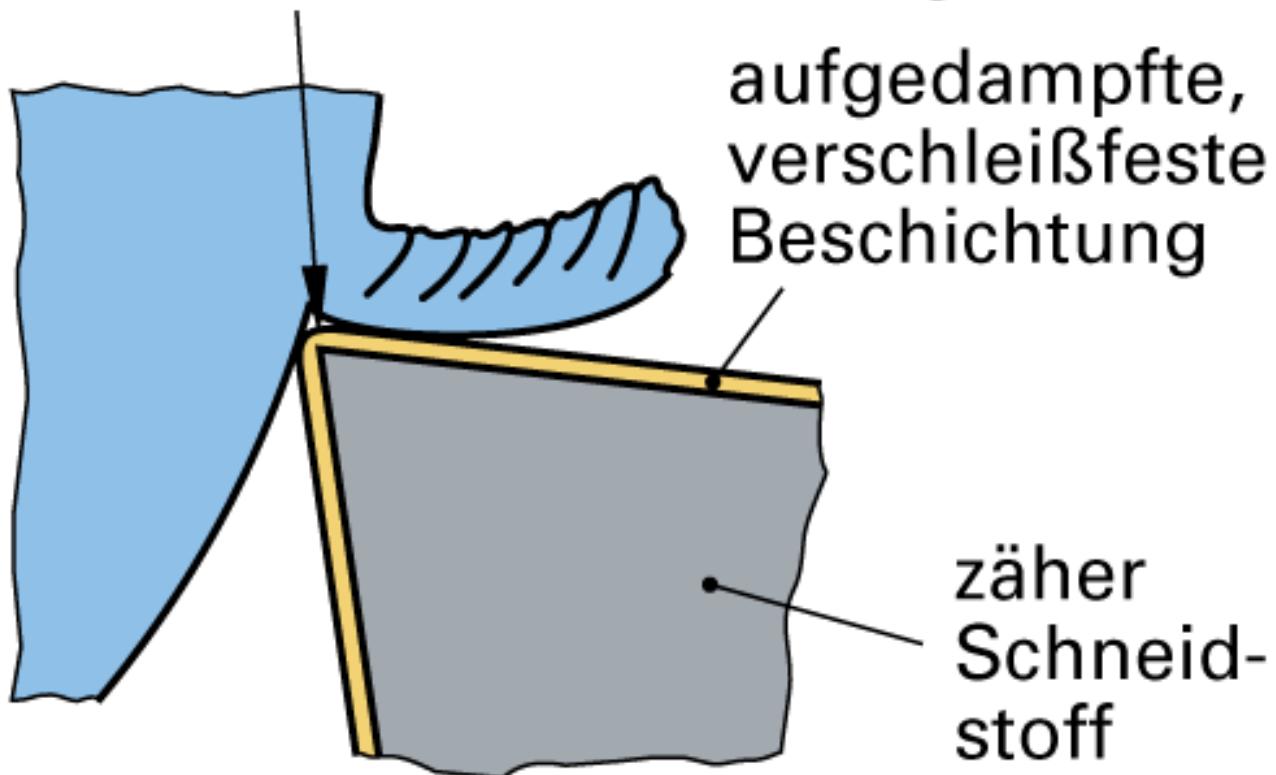


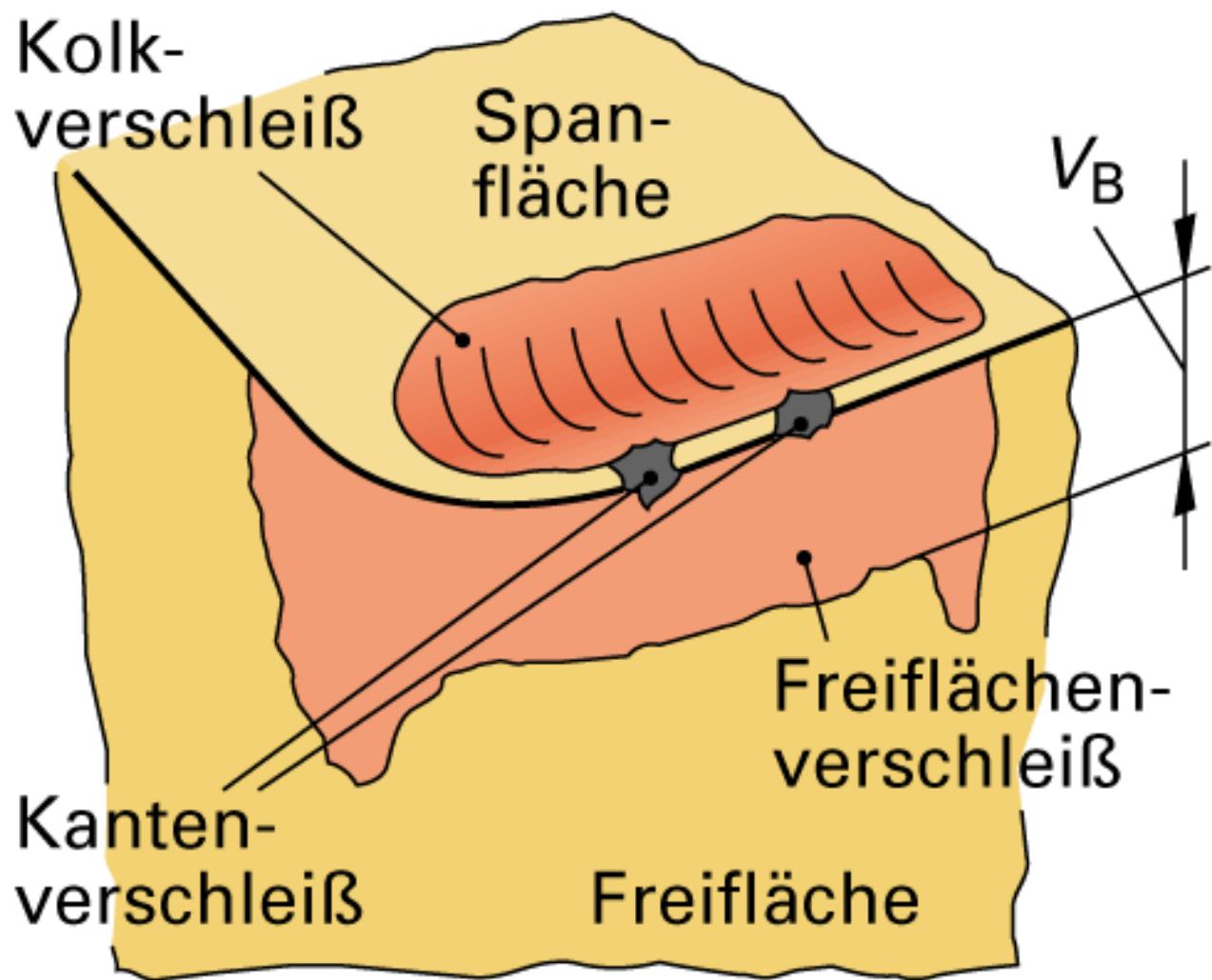


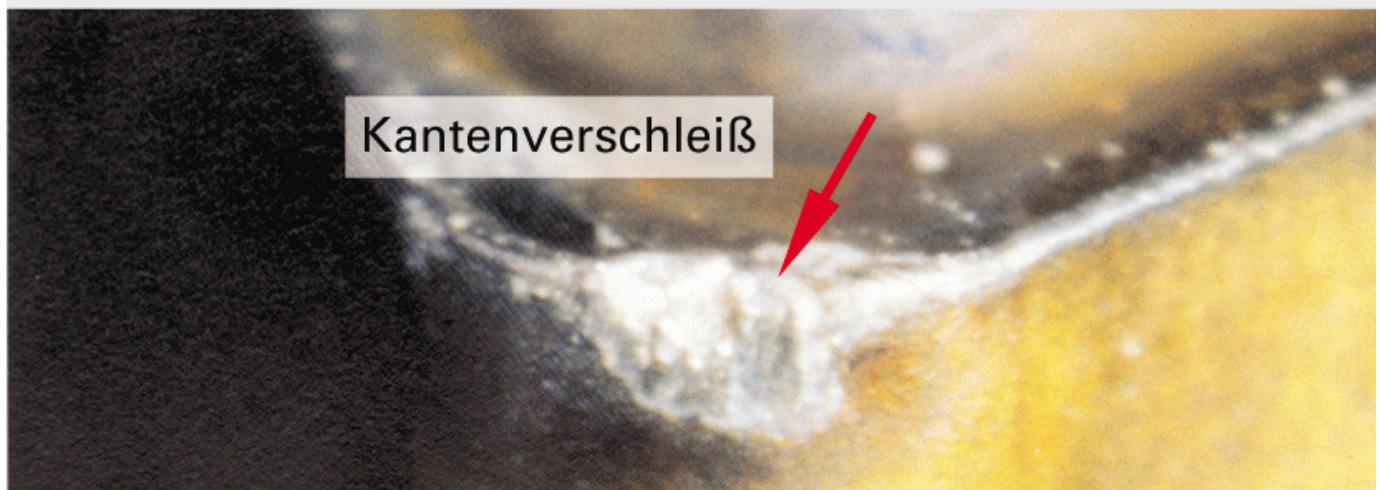




Schneidkantenverrundung







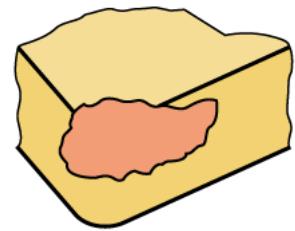
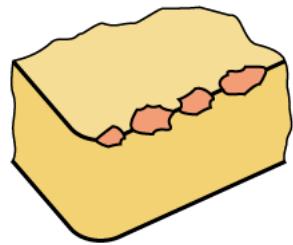
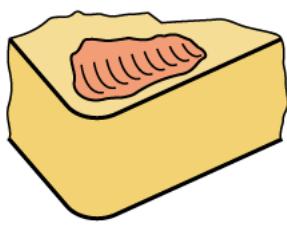
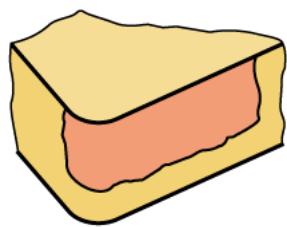
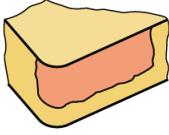
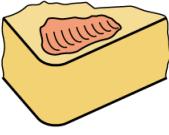
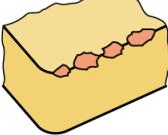
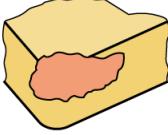
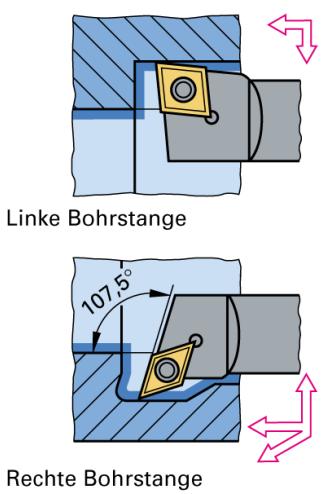
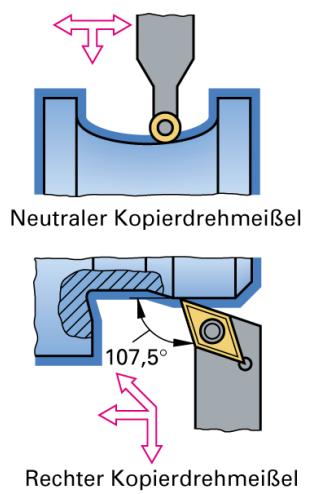
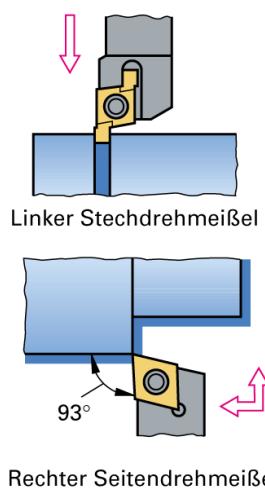
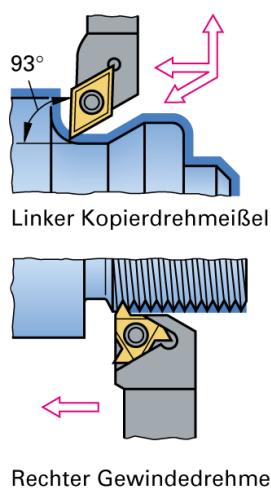


Tabelle 1: Maßnahmen bei Verschleißproblemen

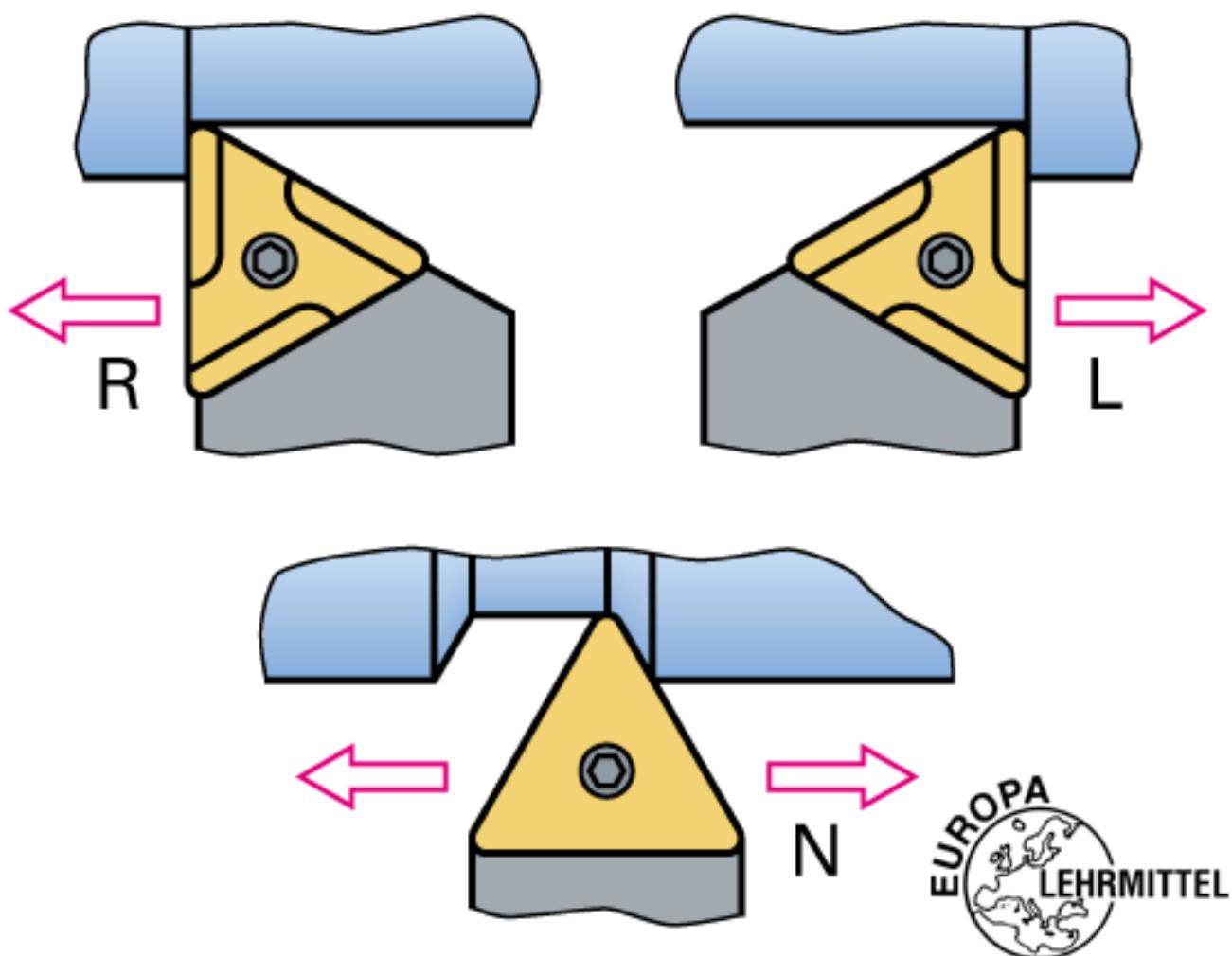
Starker Freiflächenverschleiß	Starker Kolkverschleiß	Kantenausbröckelung	Schneidkantenbruch	Abhilfe-Maßnahmen (Zur Beurteilung, ob der übermäßige Verschleiß verringert wurde, darf jeweils nur eine Maßnahme ergriffen werden)
				
		•		Schnittgeschwindigkeit erhöhen
•	•			Schnittgeschwindigkeit verringern
•		•		Vorschub erhöhen
			•	Vorschub verringern
			•	Schnitttiefe verringern
•	•			Verschleißfesteren Schneidstoff wählen
		•	•	Zäheren Schneidstoff wählen
•	•			Beschichteten Schneidstoff wählen
	•	•		Spanwinkel vergrößern
			•	Eckenwinkel und Eckenradius vergrößern
•	•			Kühlschmierung verstärken



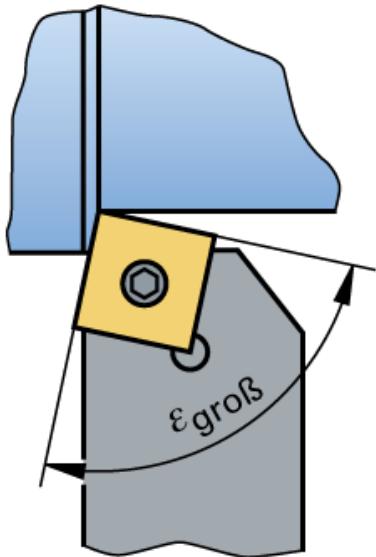
Außendrehwerkzeuge

Innendrehwerkzeuge

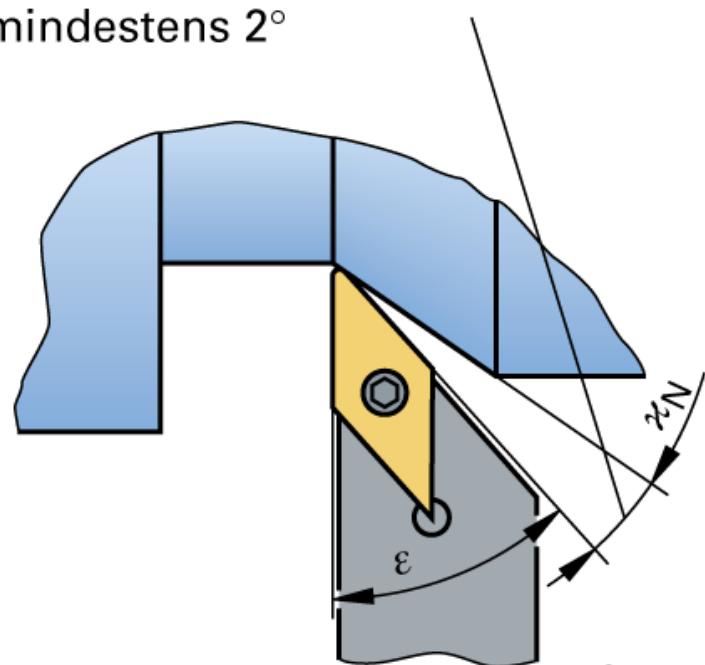




α_N = Einstellwinkel der Nebenschneide
mindestens 2°

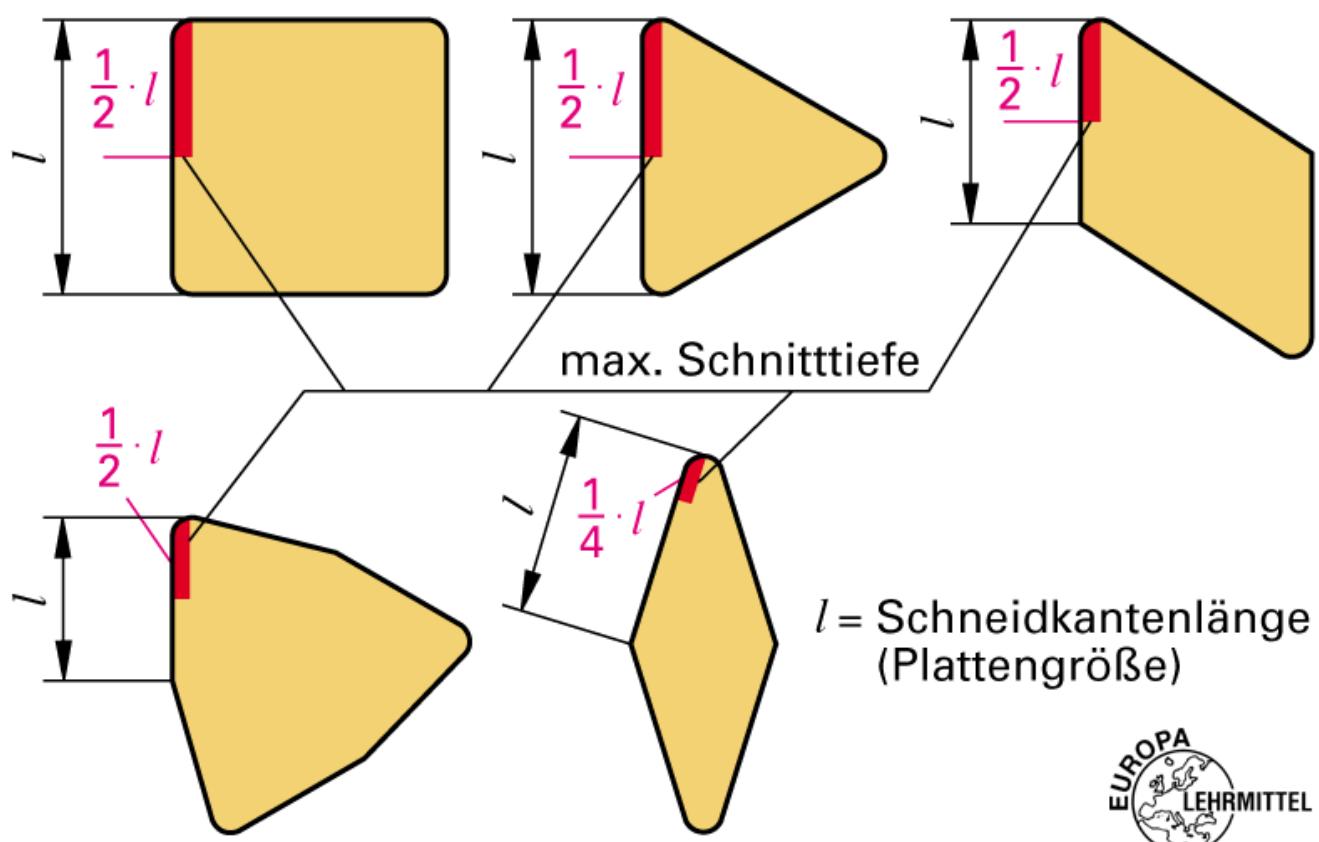


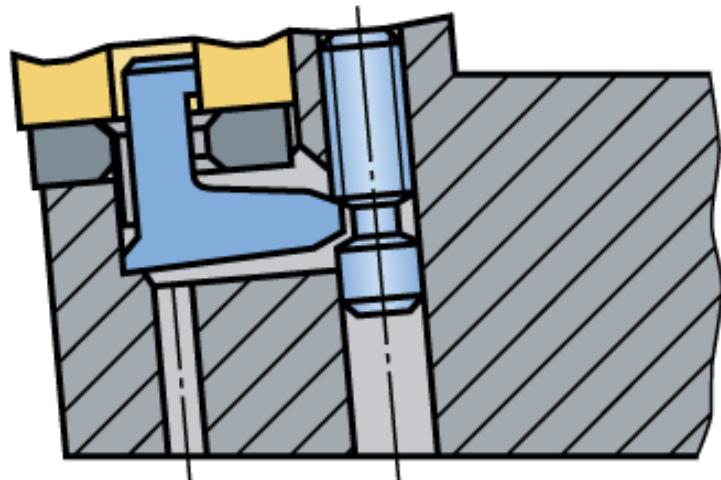
Längsdrehen



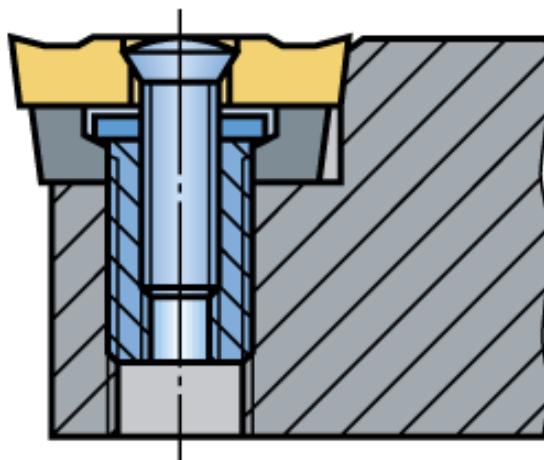
Formdrehen



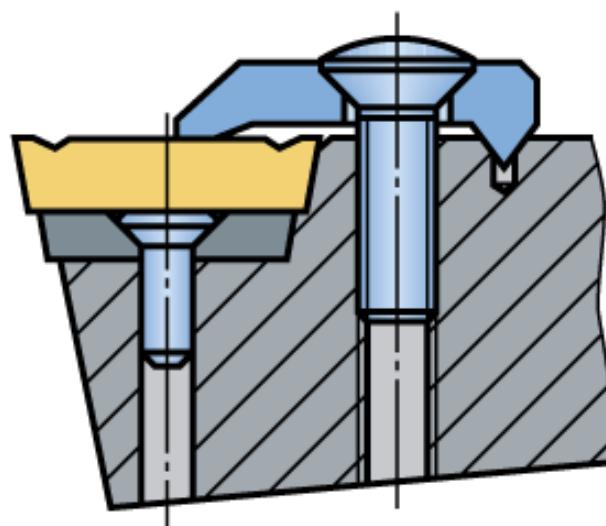




Hebelspannsystem



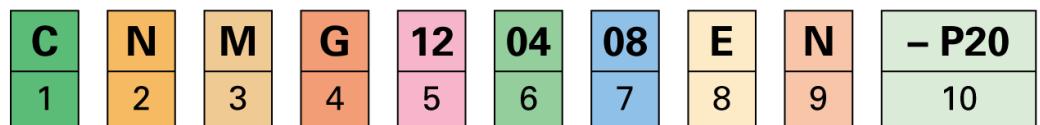
Schraubspannsystem



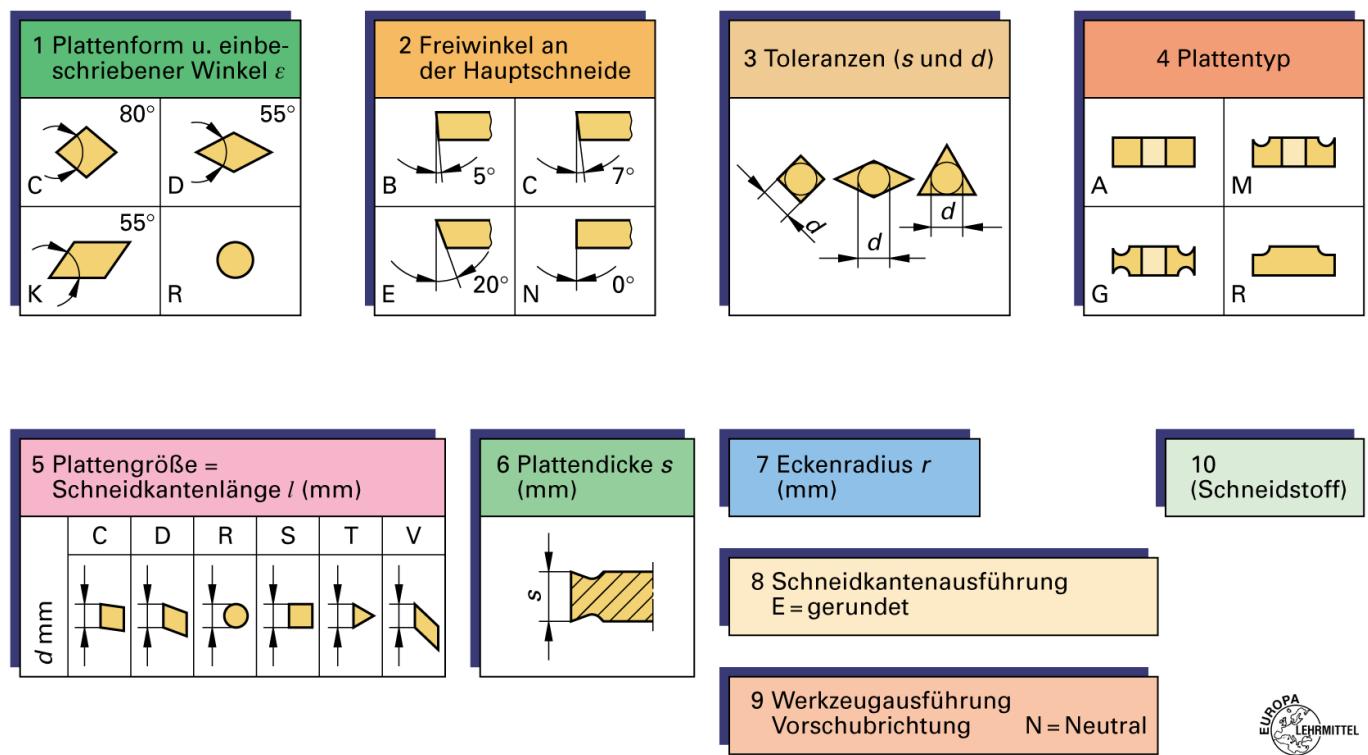
Spannfingersystem



Bezeichnungsbeispiel:
Schneidplatte DIN 4968 –



Erklärung (Bedeutung der Kennzeichen auszugsweise):



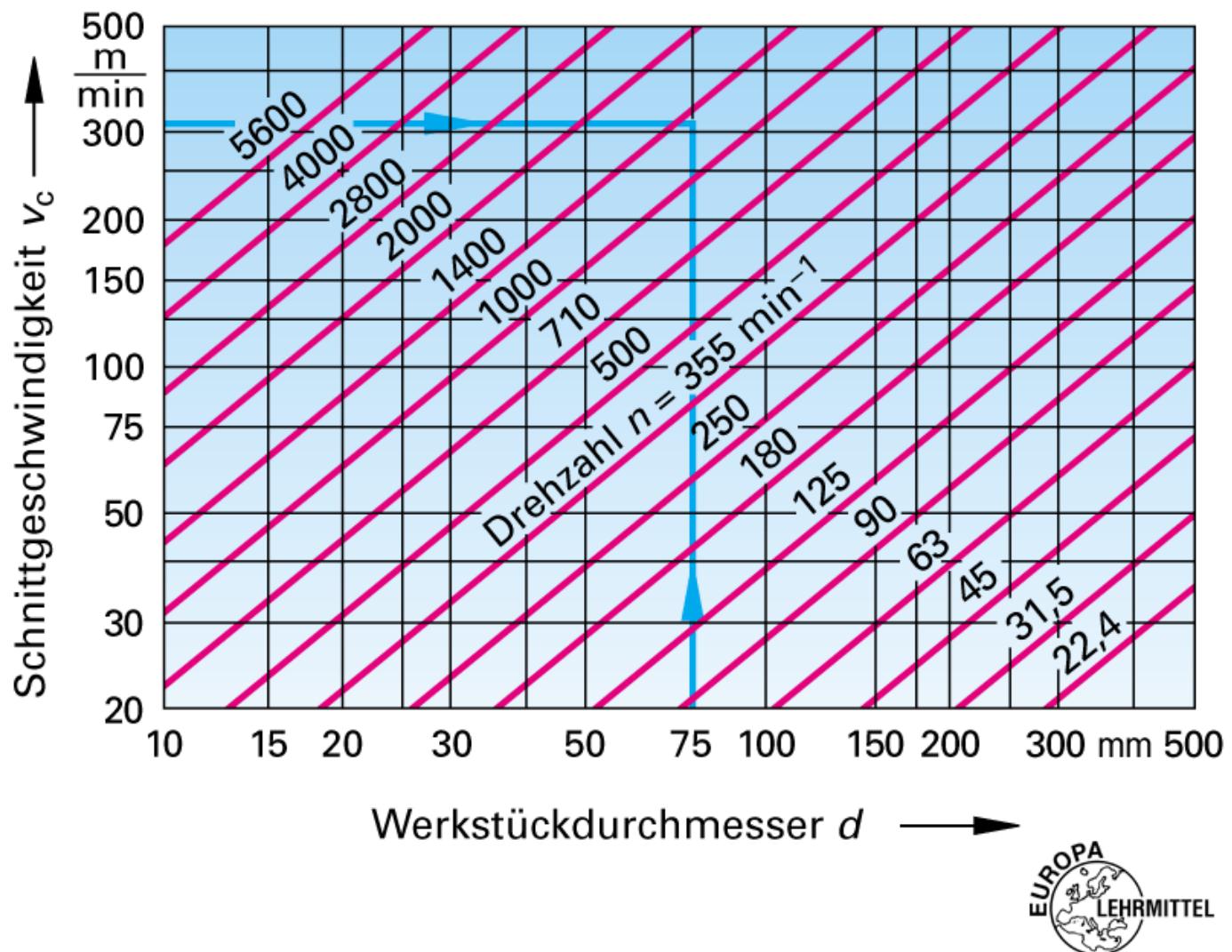
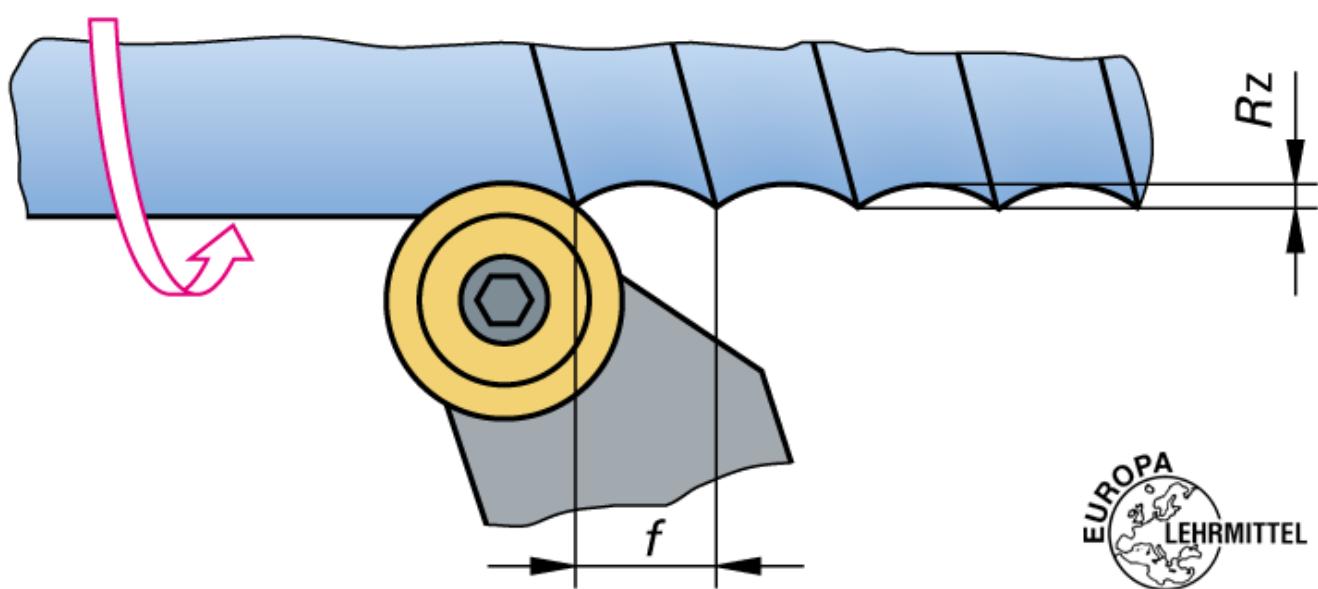


Tabelle 1: Richtwerte für die Vorbearbeitung von Stahl (Längsdrehen und Ausdrehen)

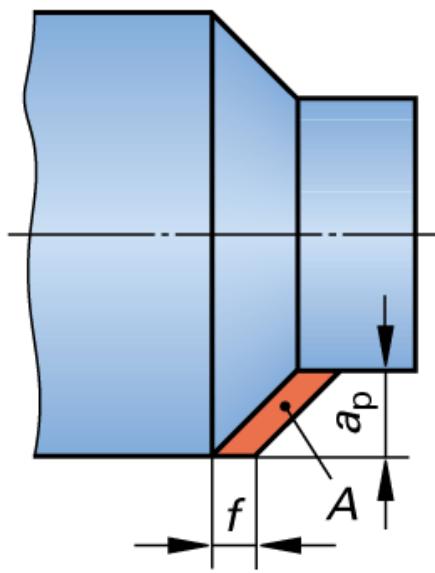
Werkstück		Hartmetall, beschichtet	
Stahlart	Härte HB	HC-P15	HC-P35
		Vorschub in mm	
		0,4 – 0,6	0,6 – 0,8
Schnittgeschw. in m/min			
Unlegiert: C = 0,15 %	90 – 200	365 – 310	225 – 200
	125 – 225	315 – 265	195 – 170
	150 – 250	300 – 250	185 – 160
Niedriglegiert: Ungehärtet	150 – 260	270 – 230	135 – 115
	220 – 450	155 – 120	75 – 65
Hochlegiert: Geglüht	150 – 250	235 – 195	110 – 95
	250 – 350	120 – 115	60 – 50

Tabelle 2: Richtwerte für die Fertigbearbeitung von Stahl (Längsdrehen und Ausdrehen)

Werkstück		Hartmetall, beschichtet	
Stahlart	Härte HB	HC-P10	HC-P15
		Vorschub in mm	
		0,1 – 0,2	0,1 – 0,2
Schnittgeschw. in m/min			
Unlegiert: C = 0,15 %	90 – 200	440 – 355	415 – 355
C = 0,35 %	125 – 225	380 – 305	370 – 295
C = 0,70 %	150 – 250	355 – 290	320 – 270
Niedriglegiert: Ungehärtet	150 – 260	270 – 215	250 – 200
Gehärtet	220 – 450	155 – 120	140 – 110
Hochlegiert: Geglüht	150 – 250	240 – 190	225 – 175
Gehärtet	250 – 350	125 – 100	110 – 90



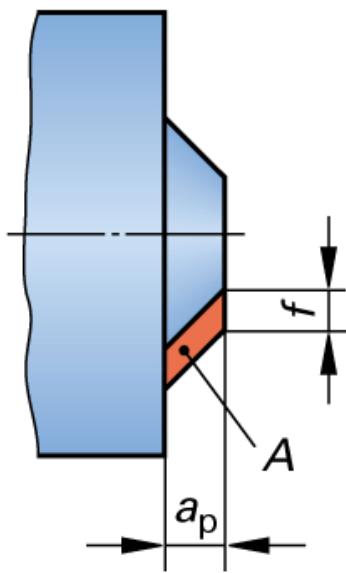
Runddrehen



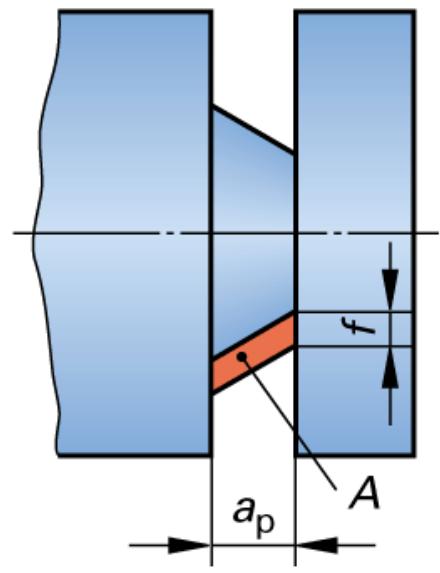
f Vorschub

a_p Schnitttiefe bzw. -breite

Plandrehen

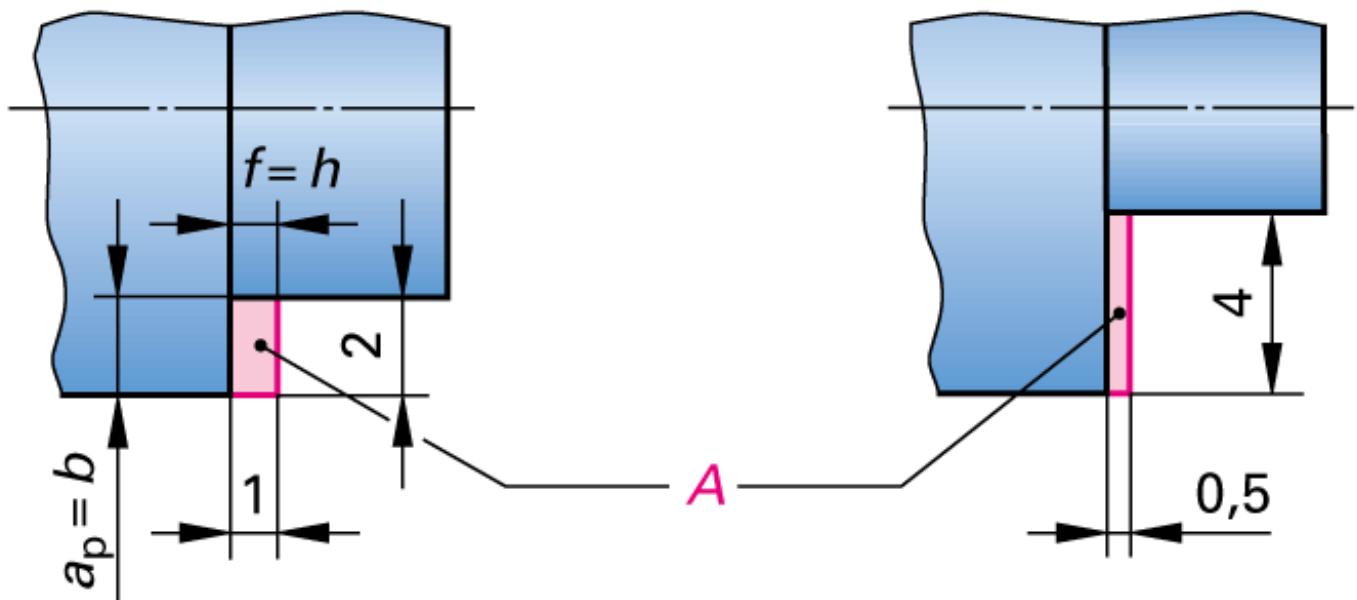


Abstechdrehen



A Spanungsquerschnitt





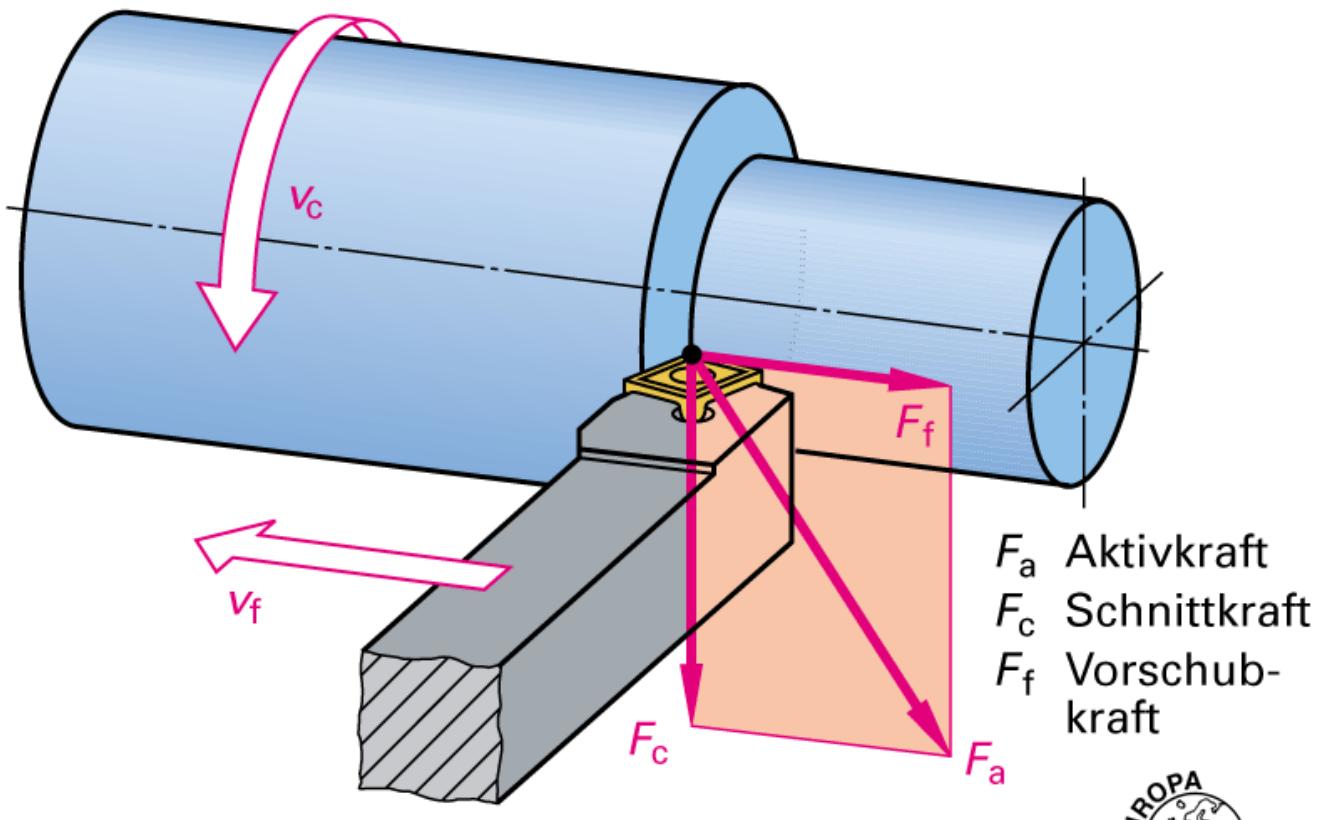
$$A = a_p \cdot f = 2 \text{ mm} \cdot 1 \text{ mm} = 4 \text{ mm} \cdot 0,5 \text{ mm} = 2 \text{ mm}^2$$

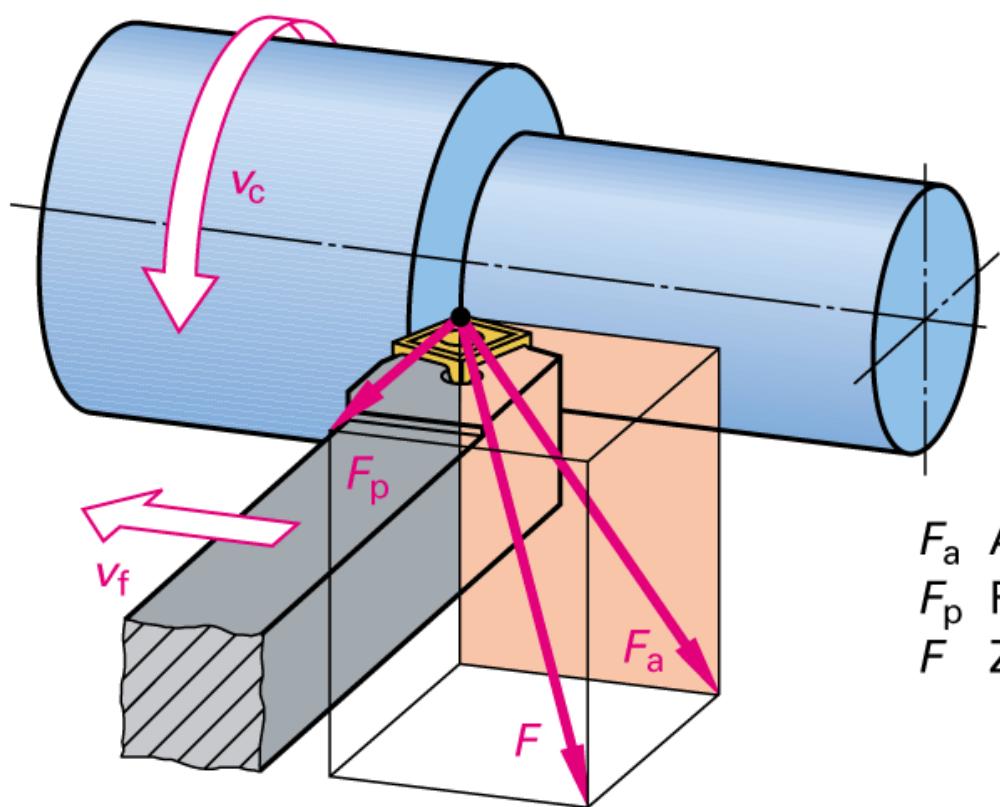


Tabelle 1: Erreichbare Rautiefe in Abhängigkeit von Eckenradius und Vorschub

Rautiefe R_z in μm	Eckenradius in mm			
	0,4	0,8	1,2	1,6
	Vorschub f in mm			
1,6	0,07	0,10	0,12	0,14
4,0	0,11	0,15	0,19	0,22
10,0	0,17	0,24	0,29	0,34
16,0	0,22	0,30	0,37	0,43
25,0	0,27	0,38	0,47	0,54

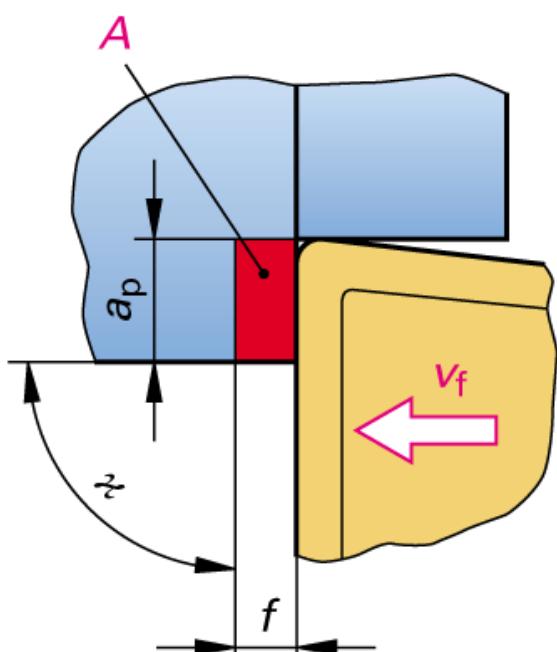






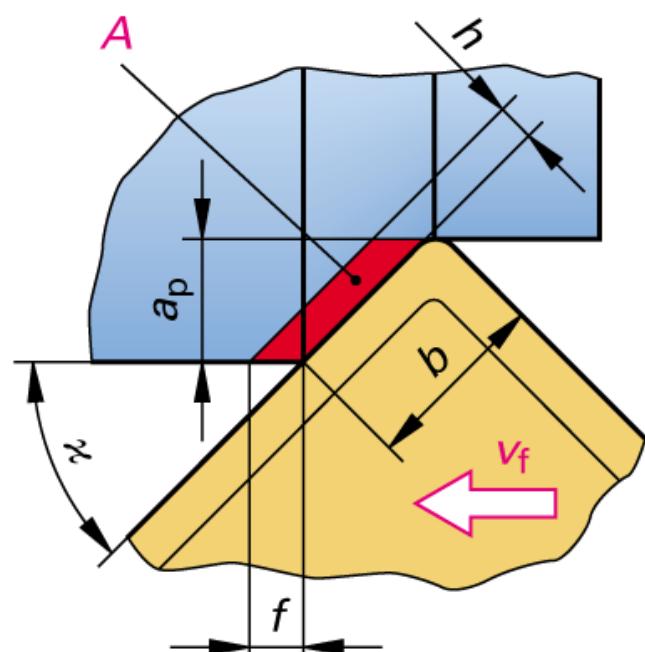
F_a Aktivkraft
 F_p Passivkraft
 F Zerspankraft





$$\alpha = 90^\circ$$

$$h = f$$



$$\alpha = 45^\circ$$

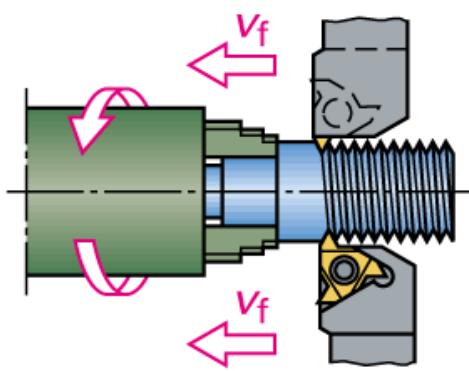
$$h = f \cdot \sin \alpha = f \cdot \sin 45^\circ$$

**Tabelle 1: Richtwerte für die spez.
Schnittkraft k_C beim Drehen**

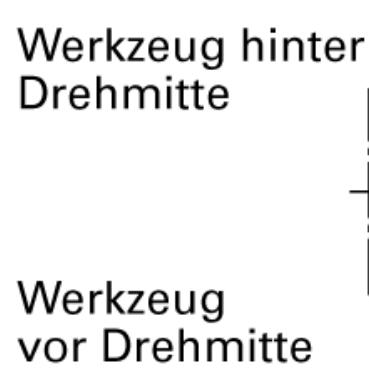
Werkstoff	spez. Schnittkraft k_C in N/mm ² für die Spanungsdicke h in mm				
	0,1	0,16	0,3	0,5	0,8
E295	2995	2600	2130	1845	1605
C35E	2700	2380	1990	1750	1540
9SMn28	1985	1820	1615	1485	1365
16MnCr5	2795	2425	1990	1725	1495
37MnSi5	2810	2500	2115	1880	1670

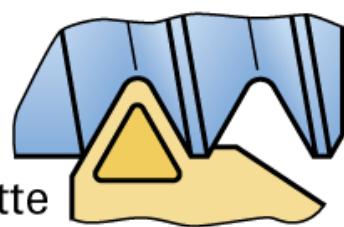


Rechtsgewinde

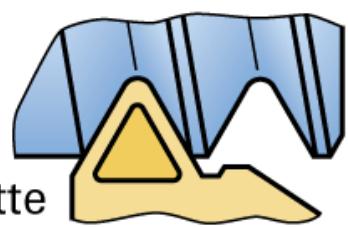


Linksgewinde



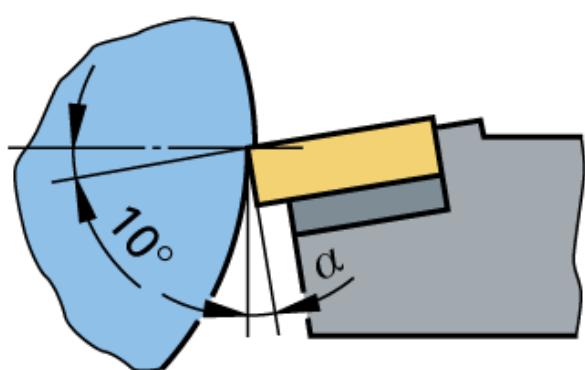


Vollprofil-Platte

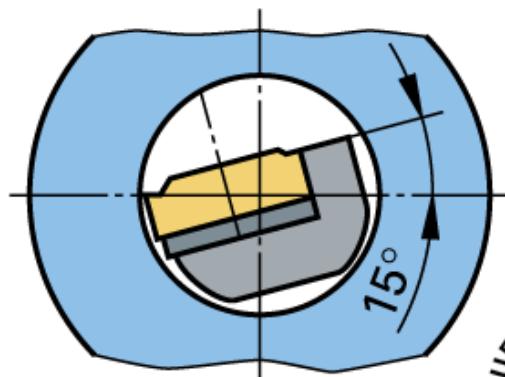


Teilprofil-Platte



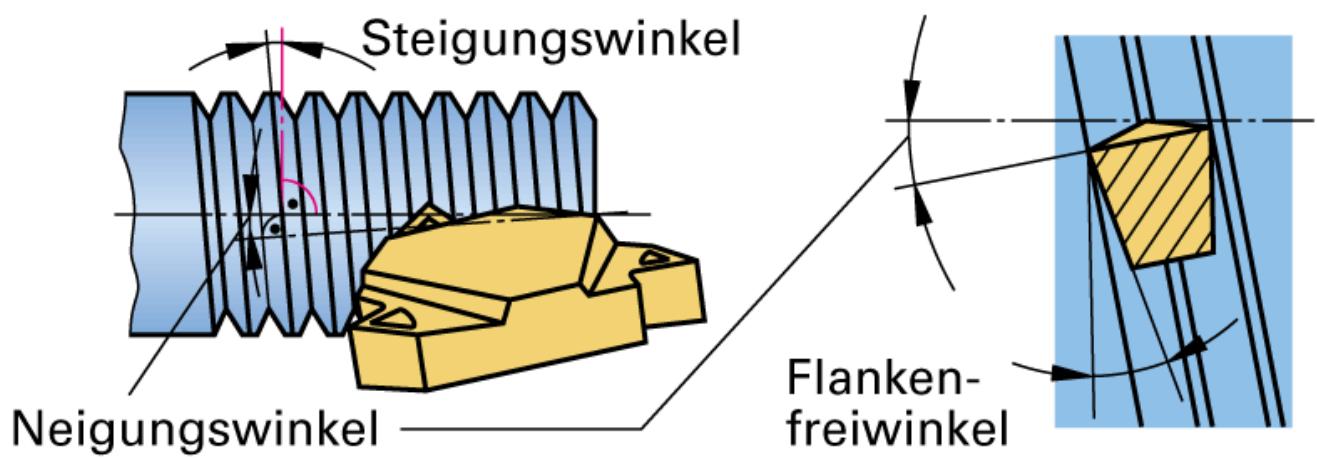


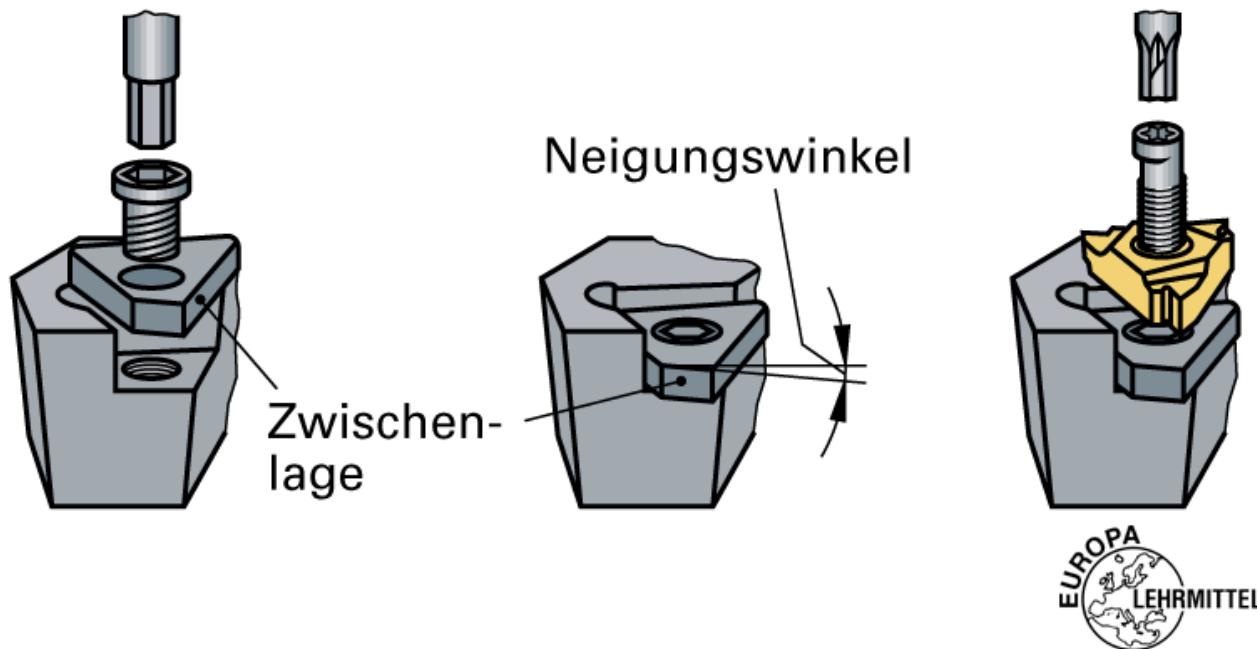
Außengewinde



Innengewinde



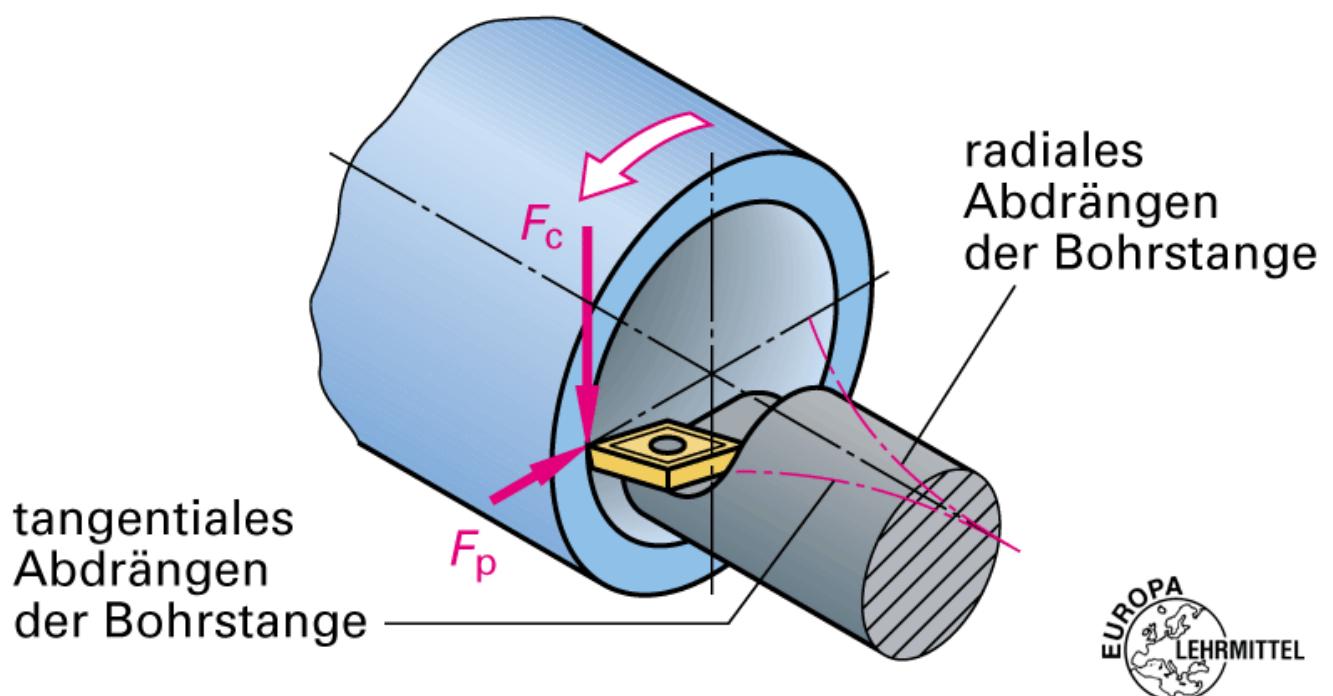


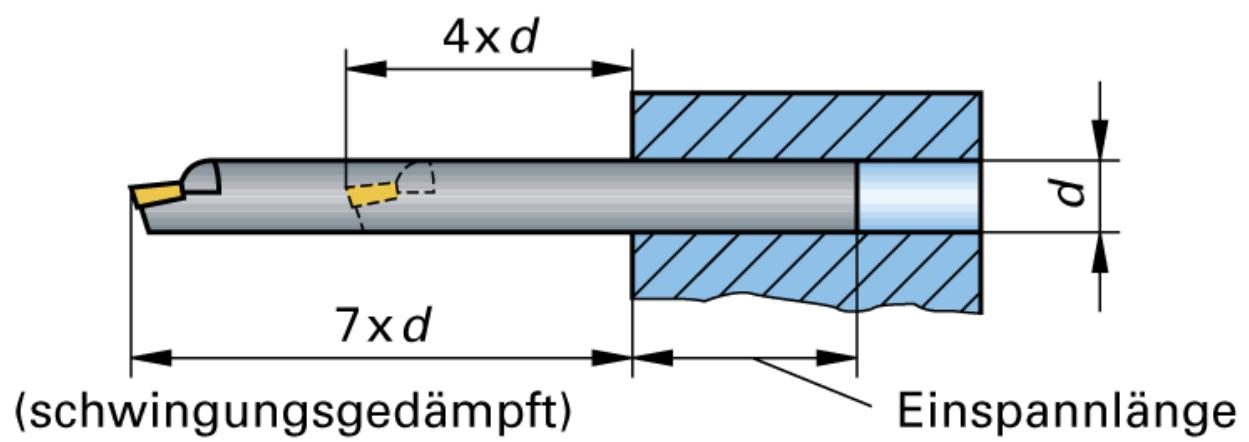


**Tabelle 1: Anzahl der Arbeitsgänge beim
Drehen von Außengewinden**

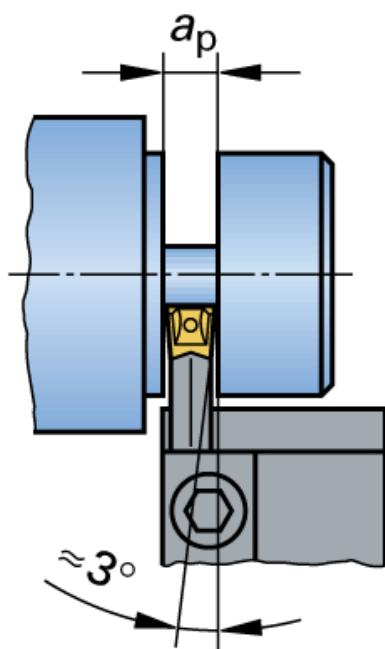
Durchgänge	Zustellung in mm				
1	0,12	0,19	0,21	0,22	0,26
2	0,10	0,15	0,17	0,19	0,23
3	0,07	0,11	0,13	0,14	0,17
4	0,05	0,05	0,11	0,12	0,14
5			0,06	0,10	0,12
6				0,06	0,06
Steigung, mm	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50



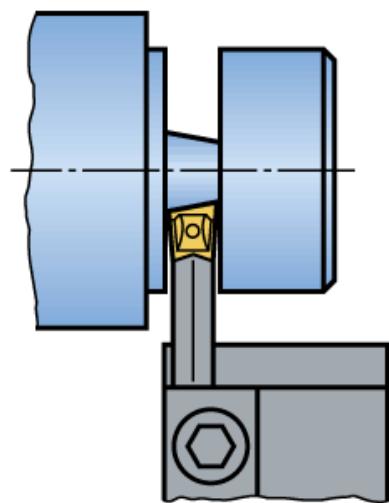




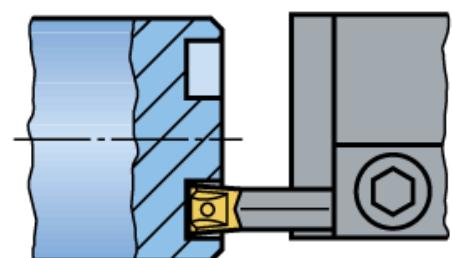
Quer-Einstechen

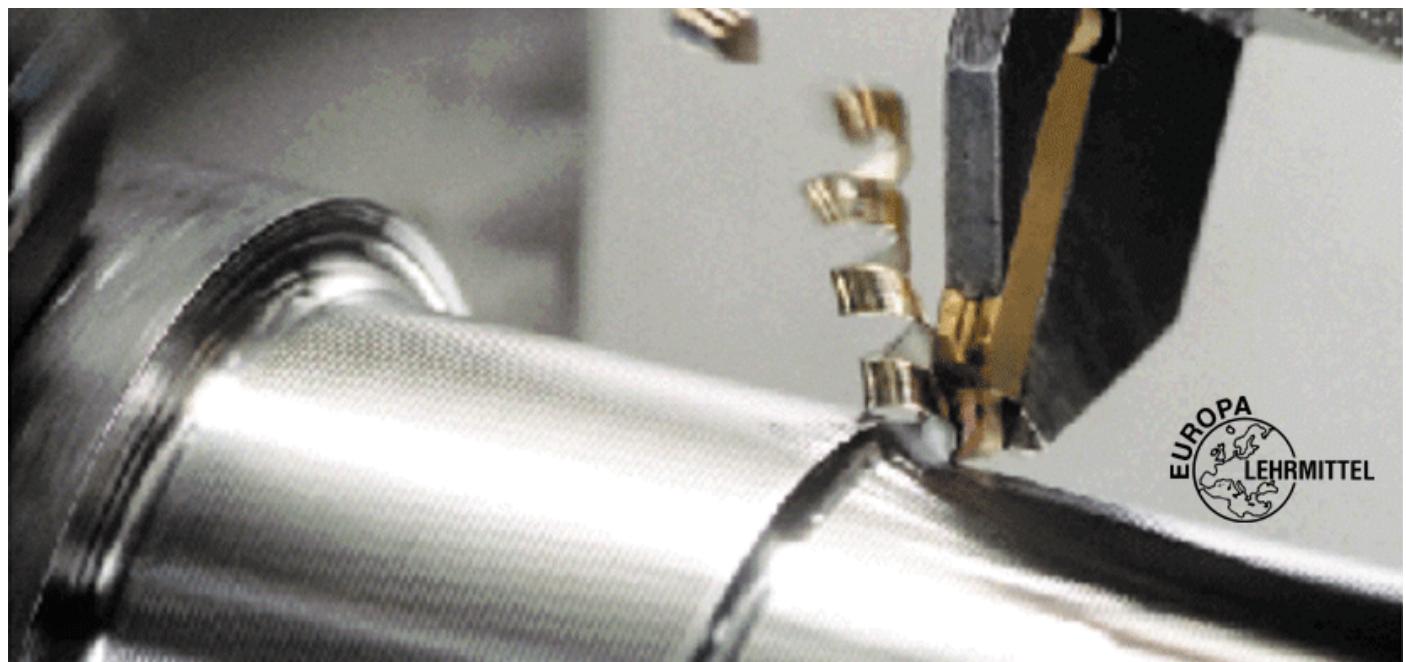


Quer-Abstechen

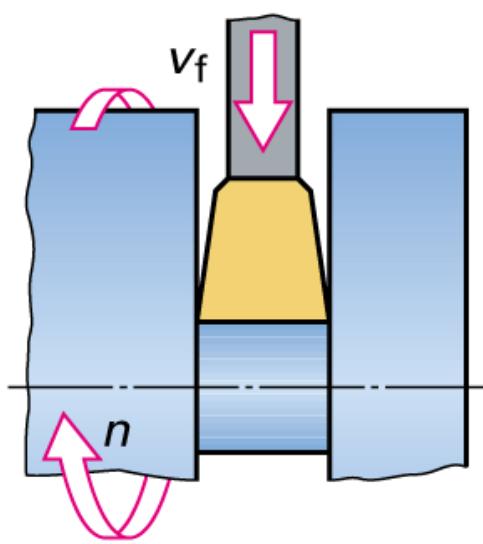


Längs-Einstechen

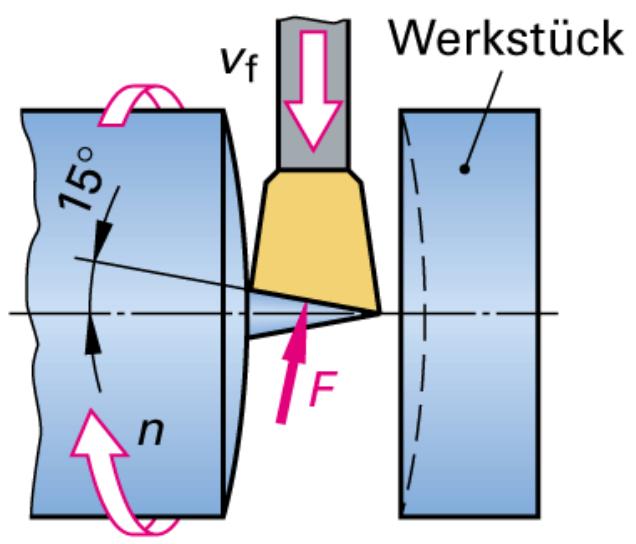




EUROPA
LEHRMITTEL



Einstellwinkel 0°



Einstellwinkel 15°

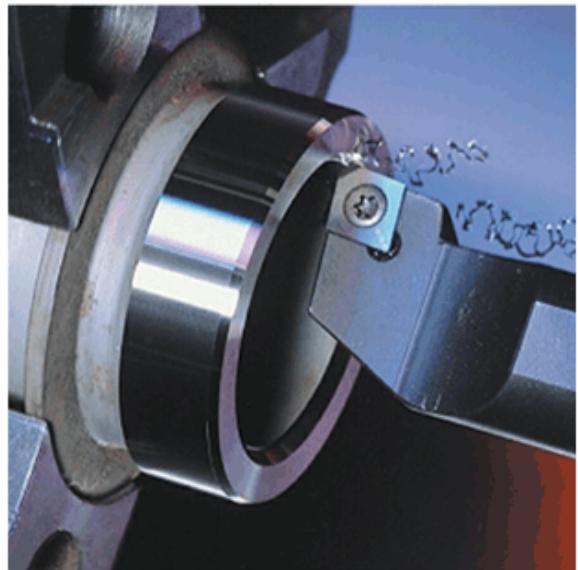




EUROPA
LEHRMITTEL

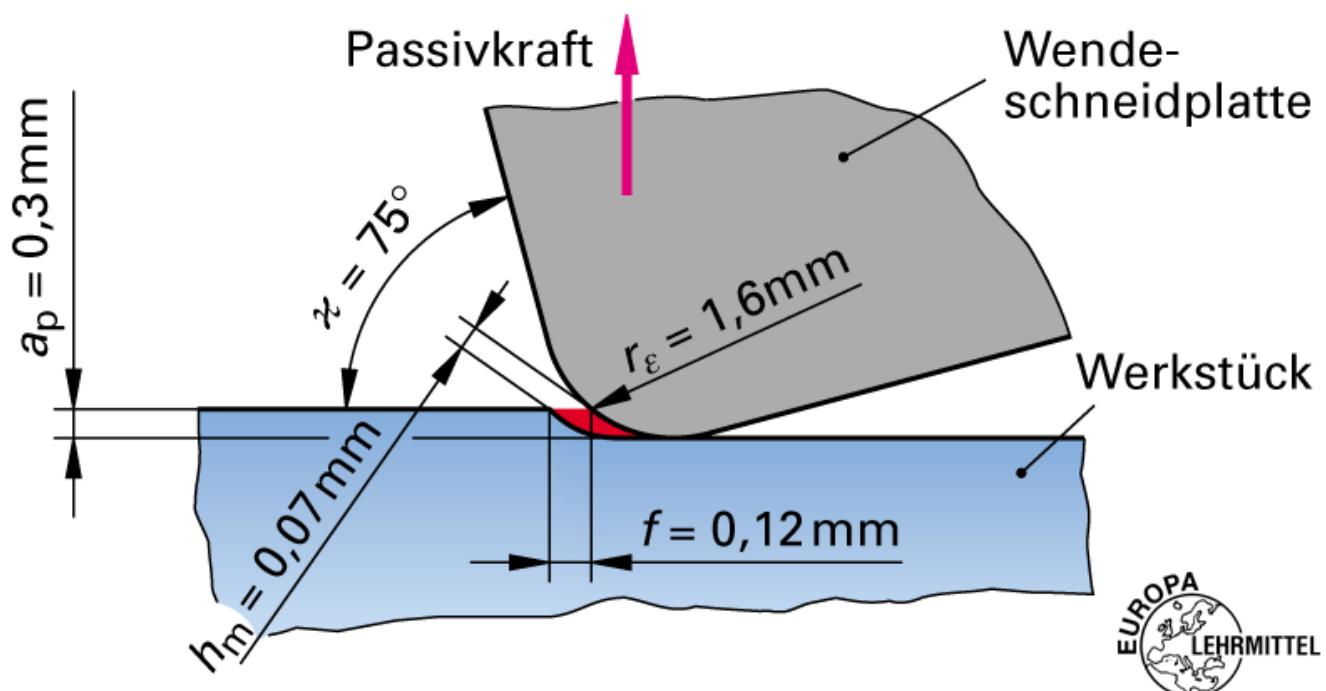


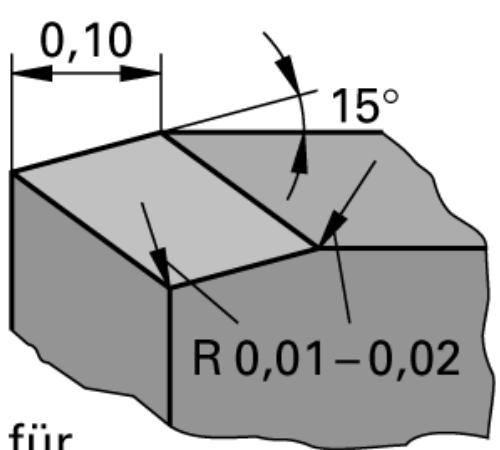
Außendurchmesser
und Planfläche
mit Mischkeramik



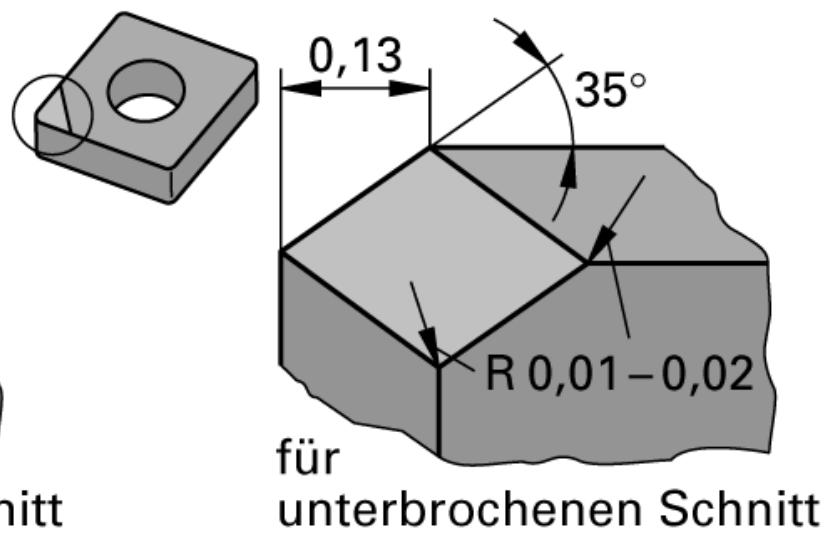
Innendurchmesser
mit BN

200	v_c m/min	130
0,1	f mm	0,1
0,3	a_p mm	0,3
2,5	Rz μ m	1,5



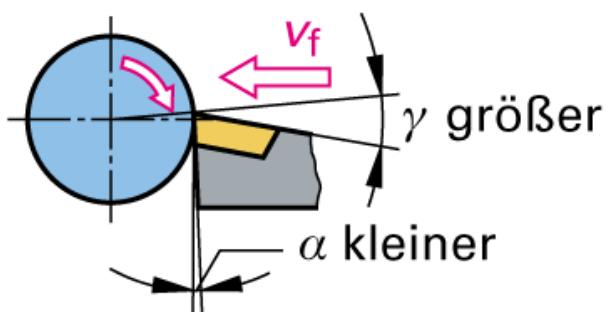


für
kontinuierlichen Schnitt

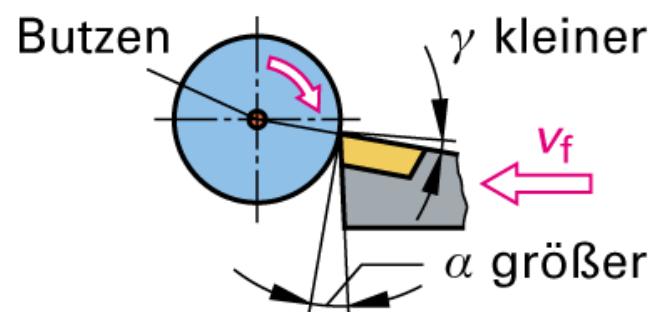


für
unterbrochenen Schnitt



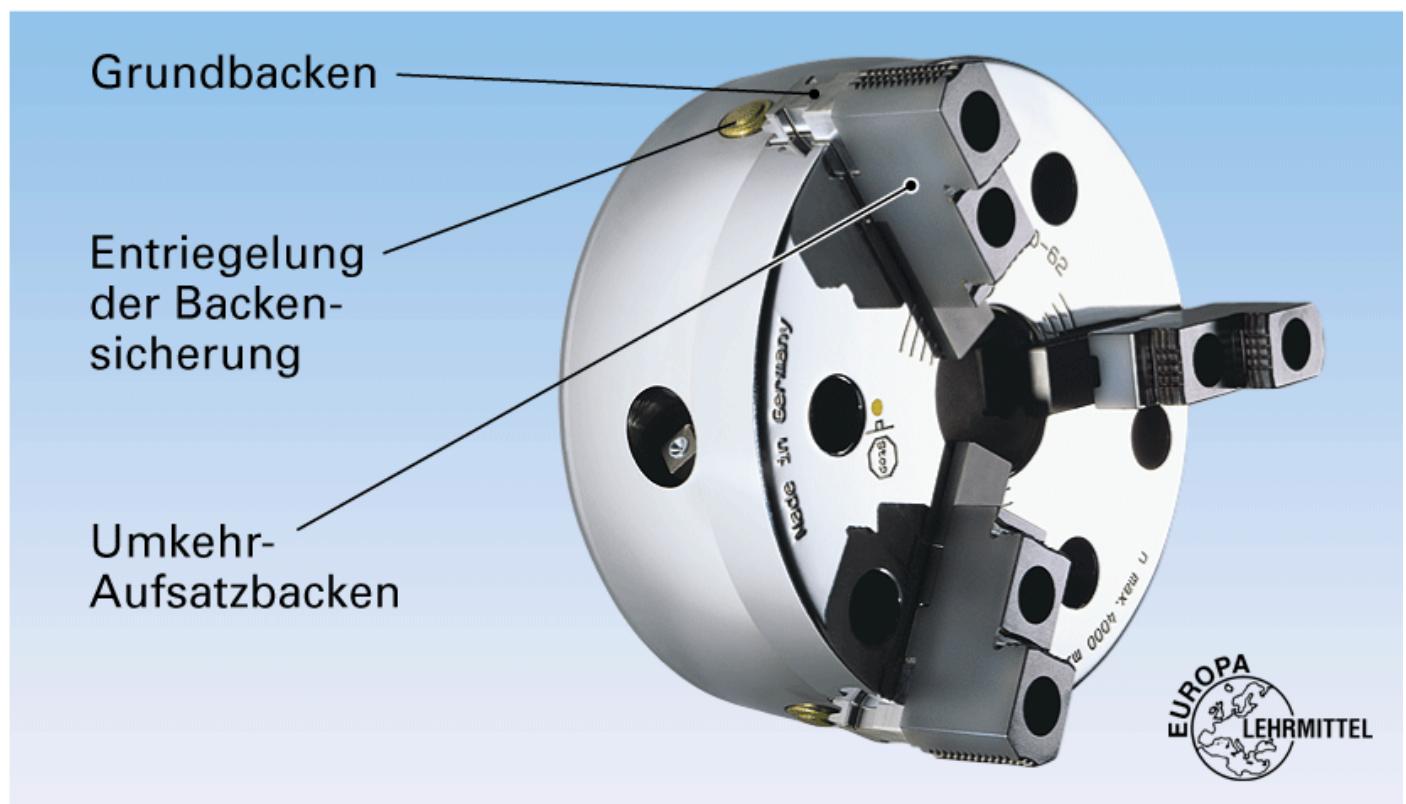


Werkzeug über Mitte

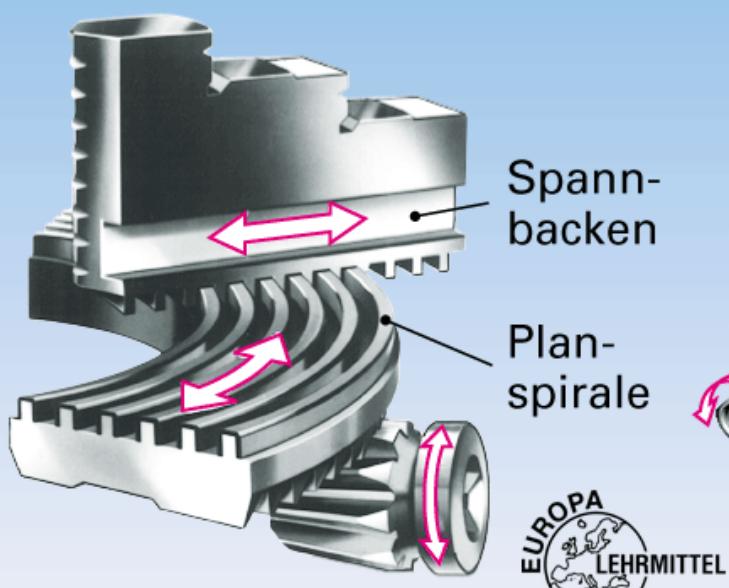


Werkzeug unter Mitte

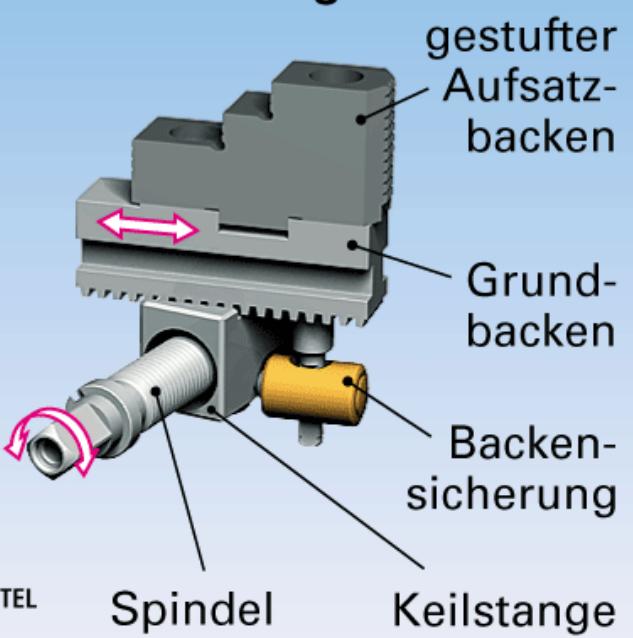


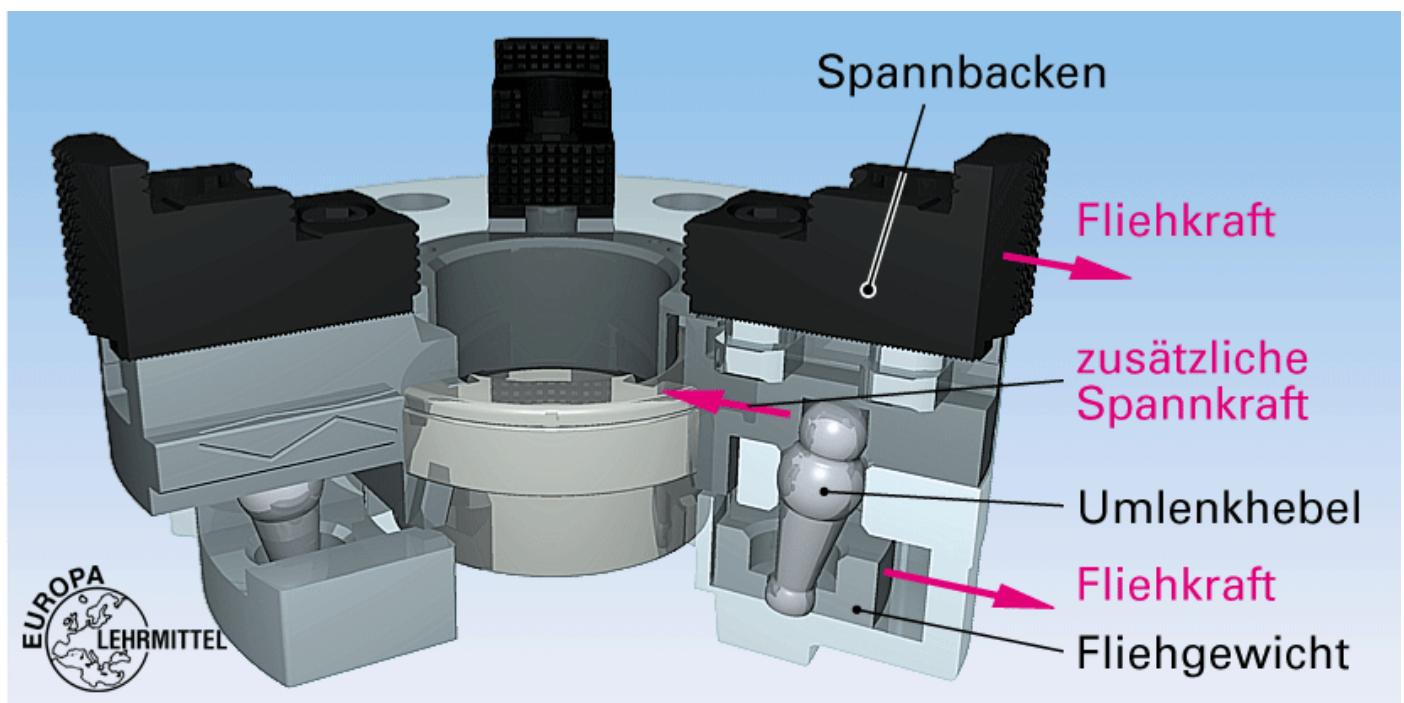


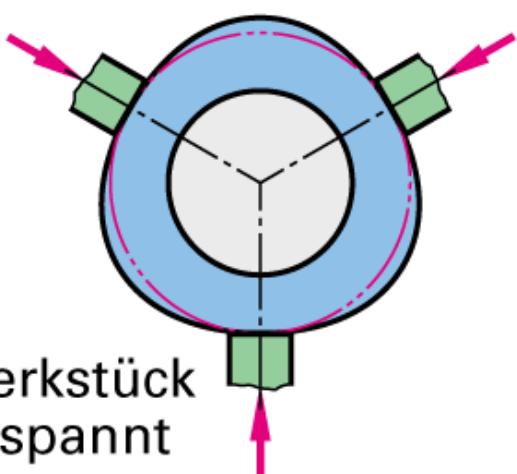
Planspirale



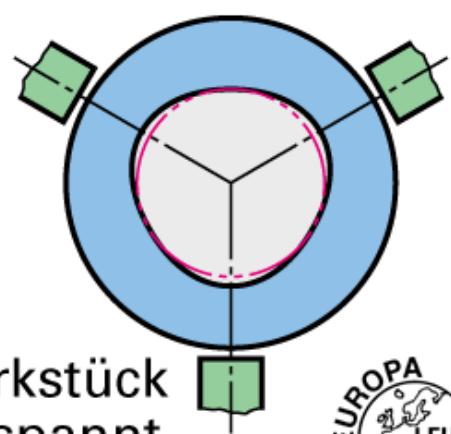
Keilstange





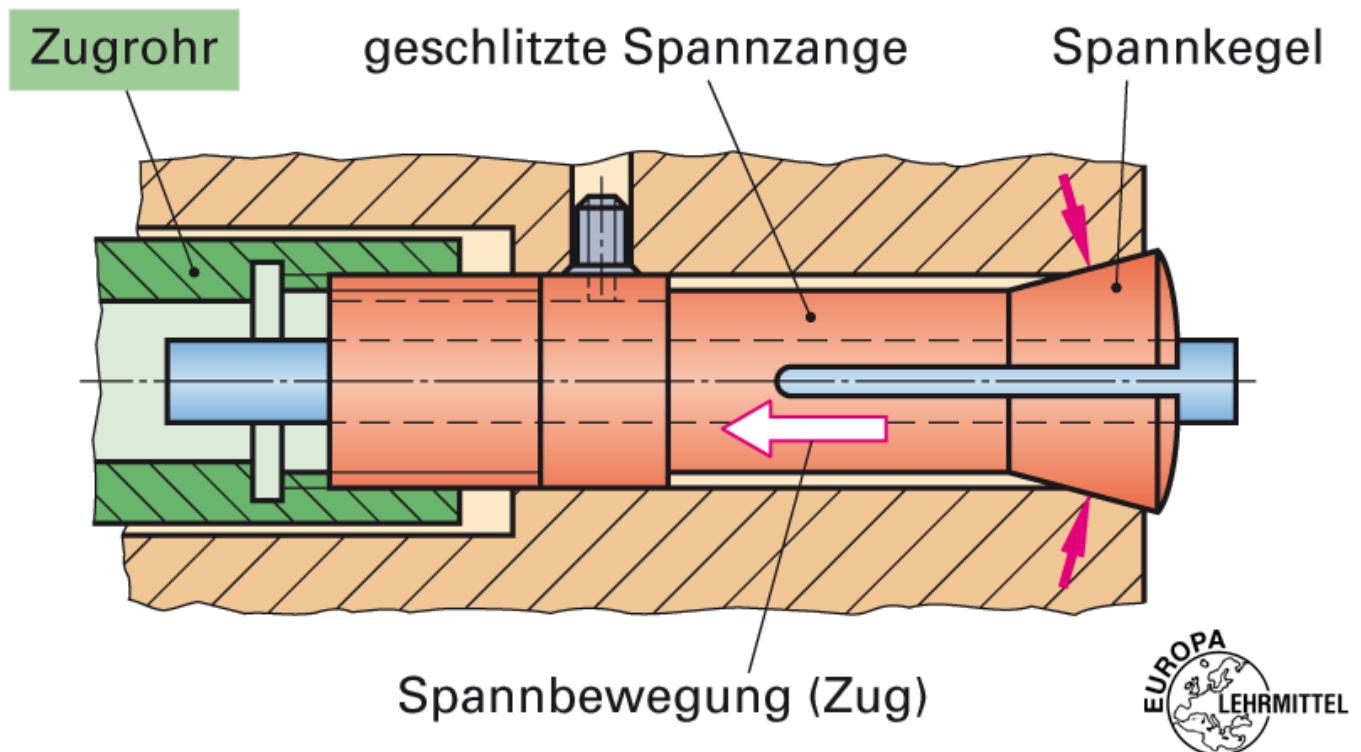


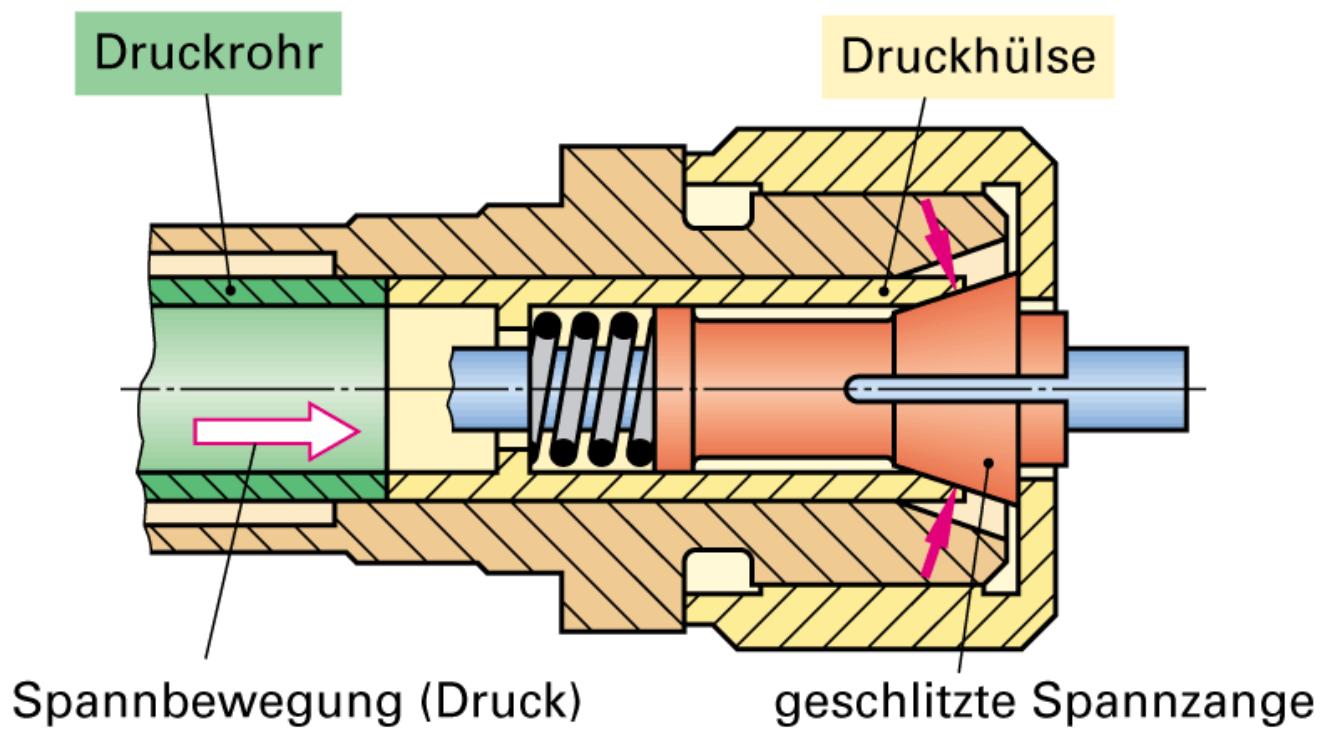
Werkstück
gespannt

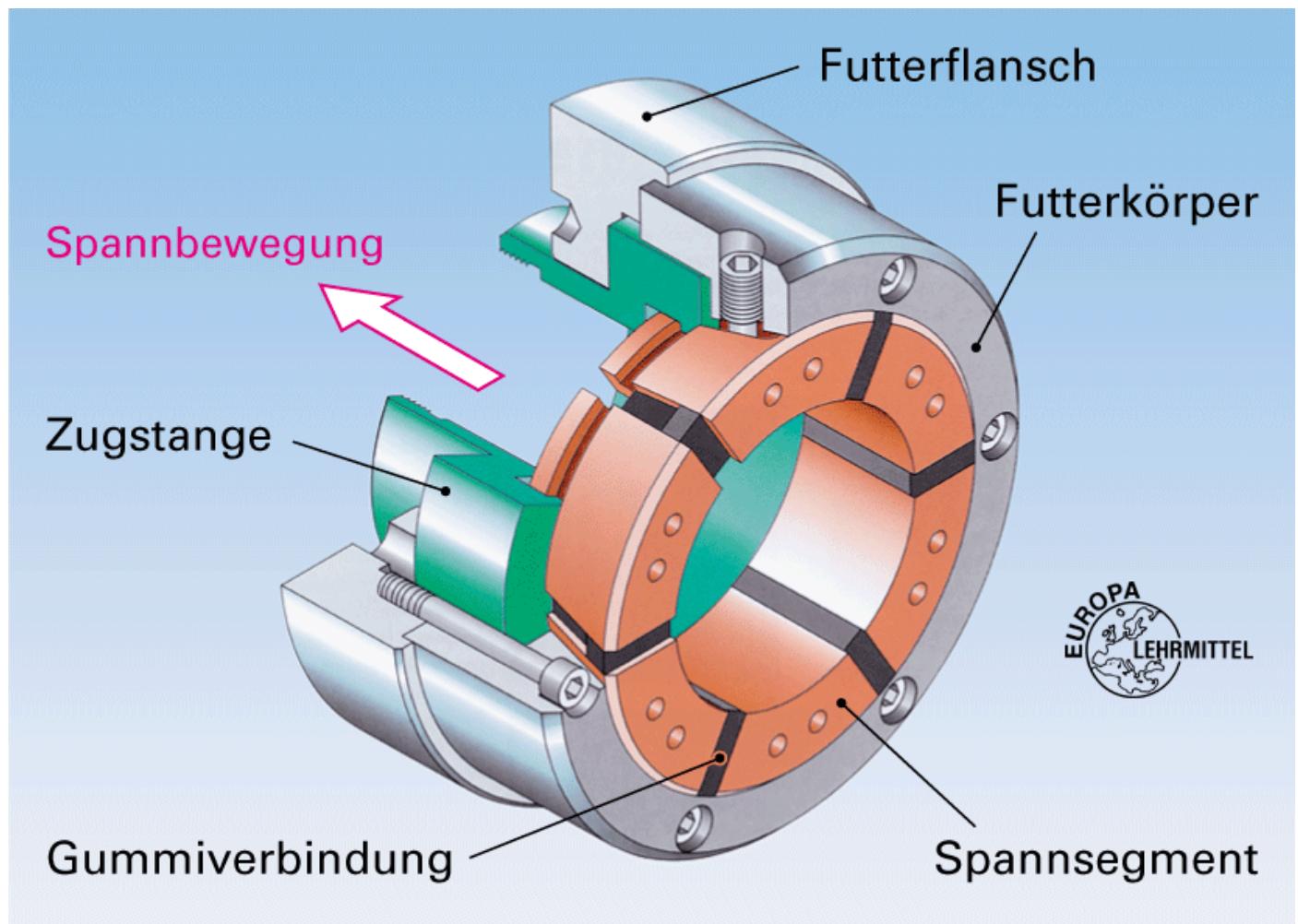


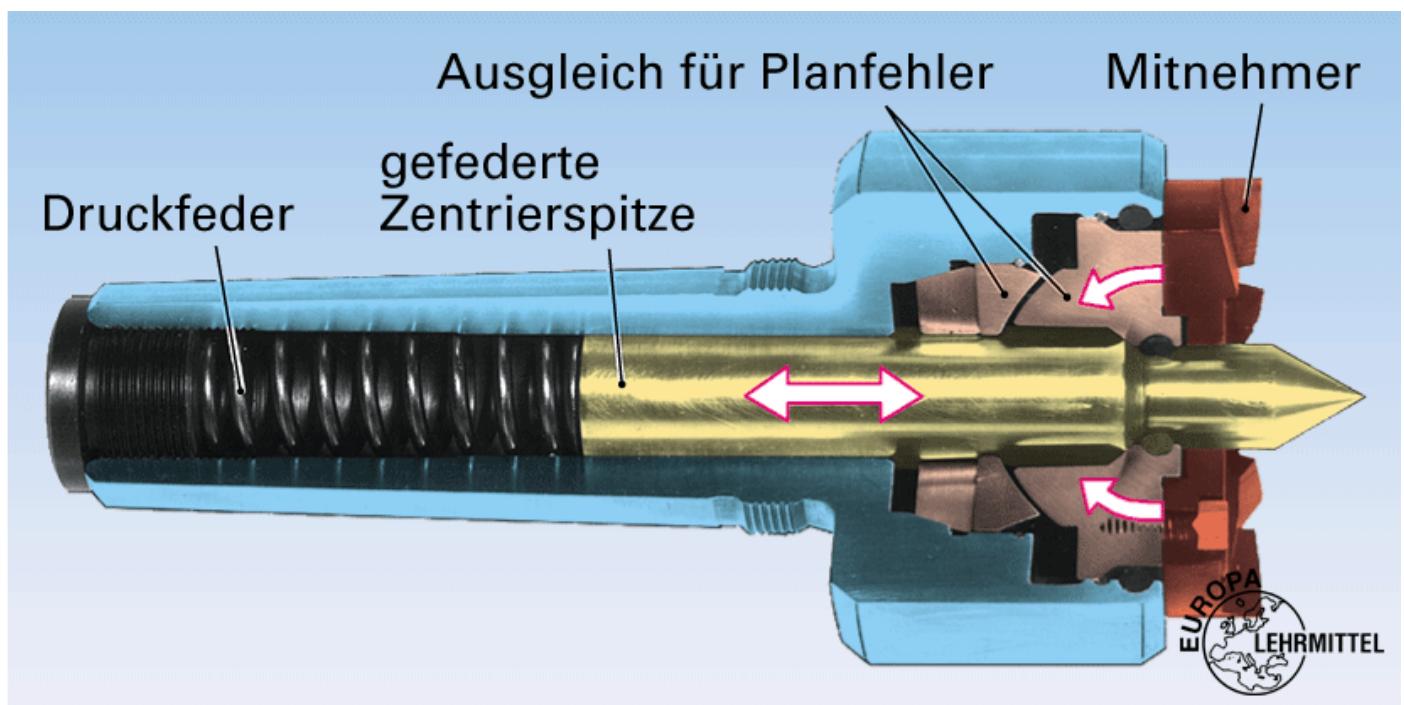
Werkstück
entspannt

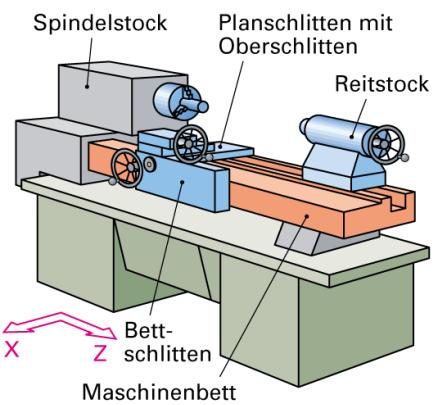
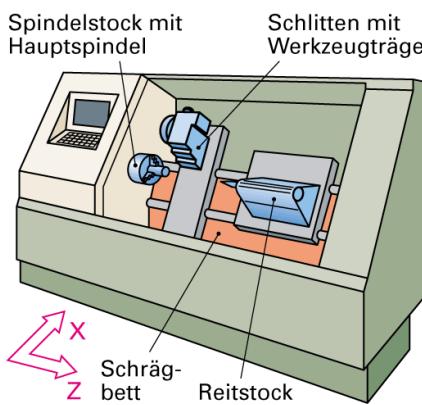
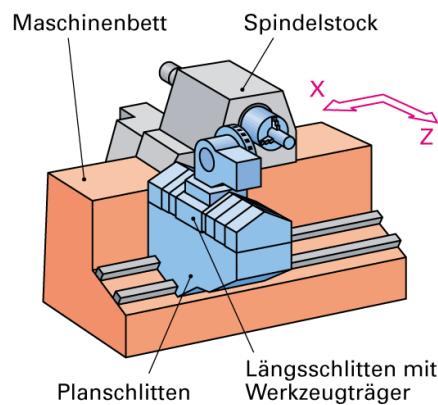
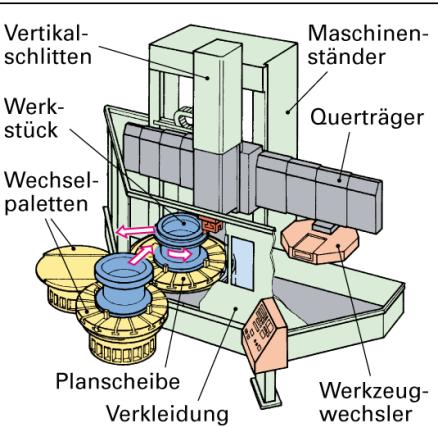
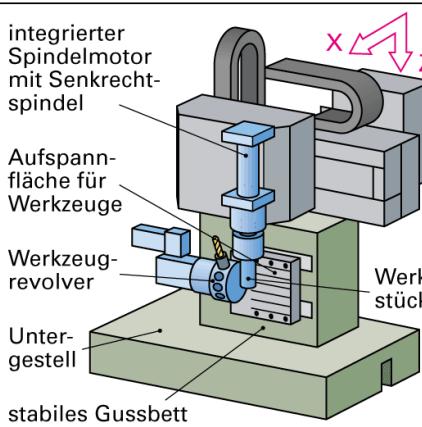
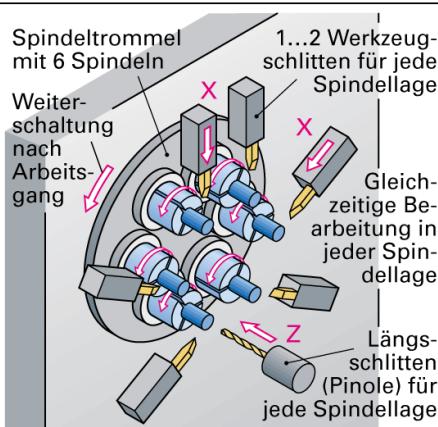


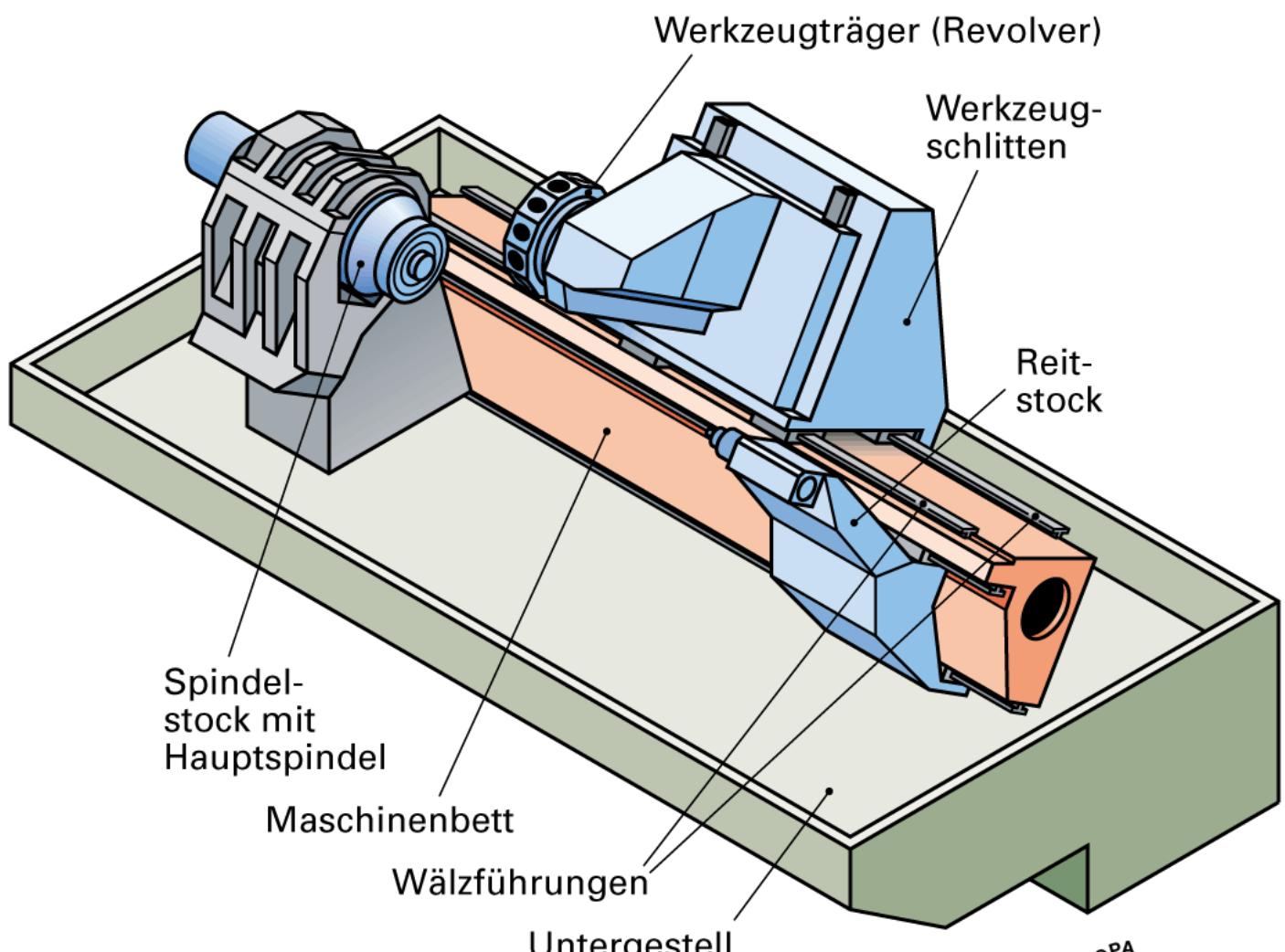


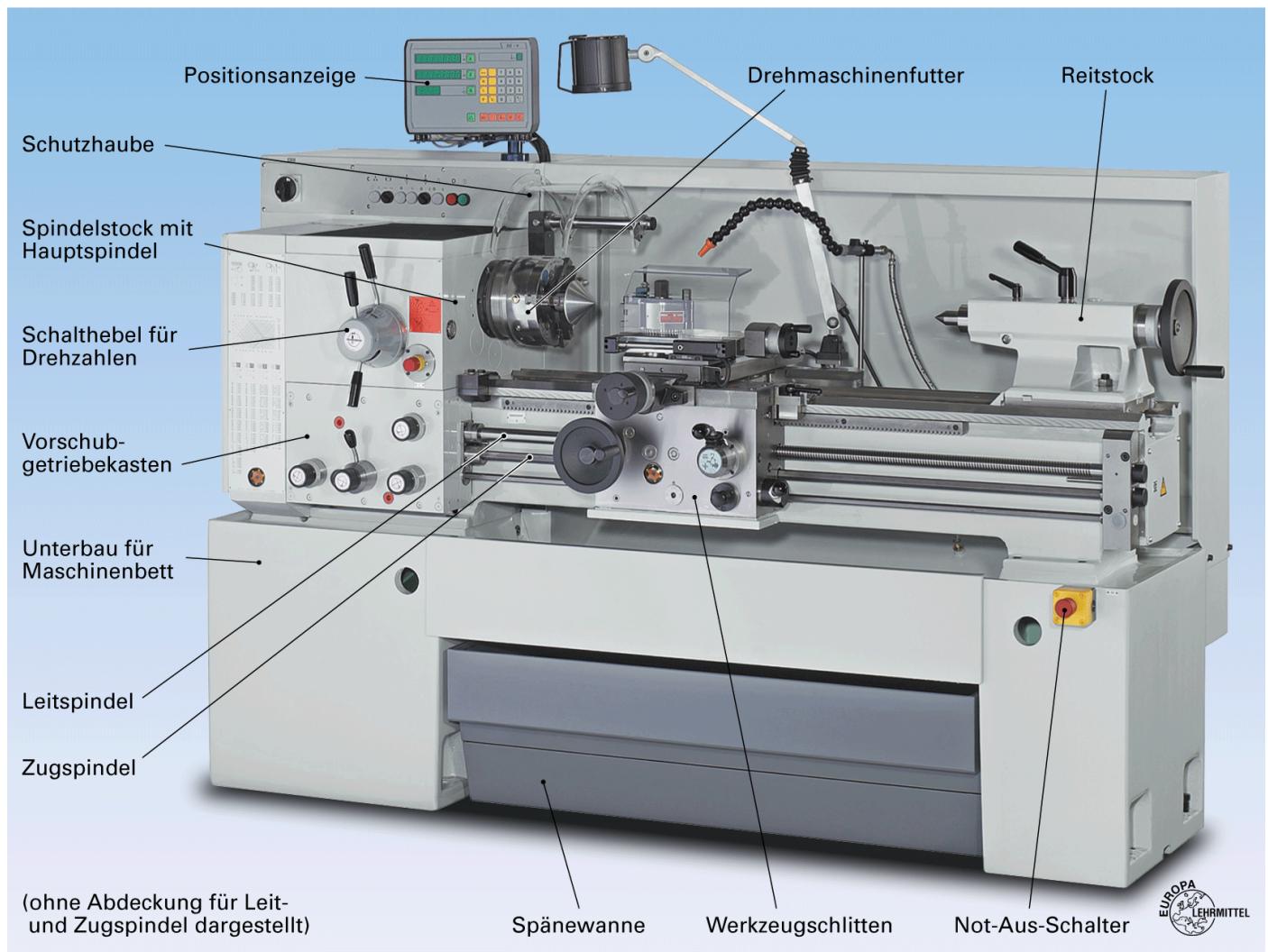


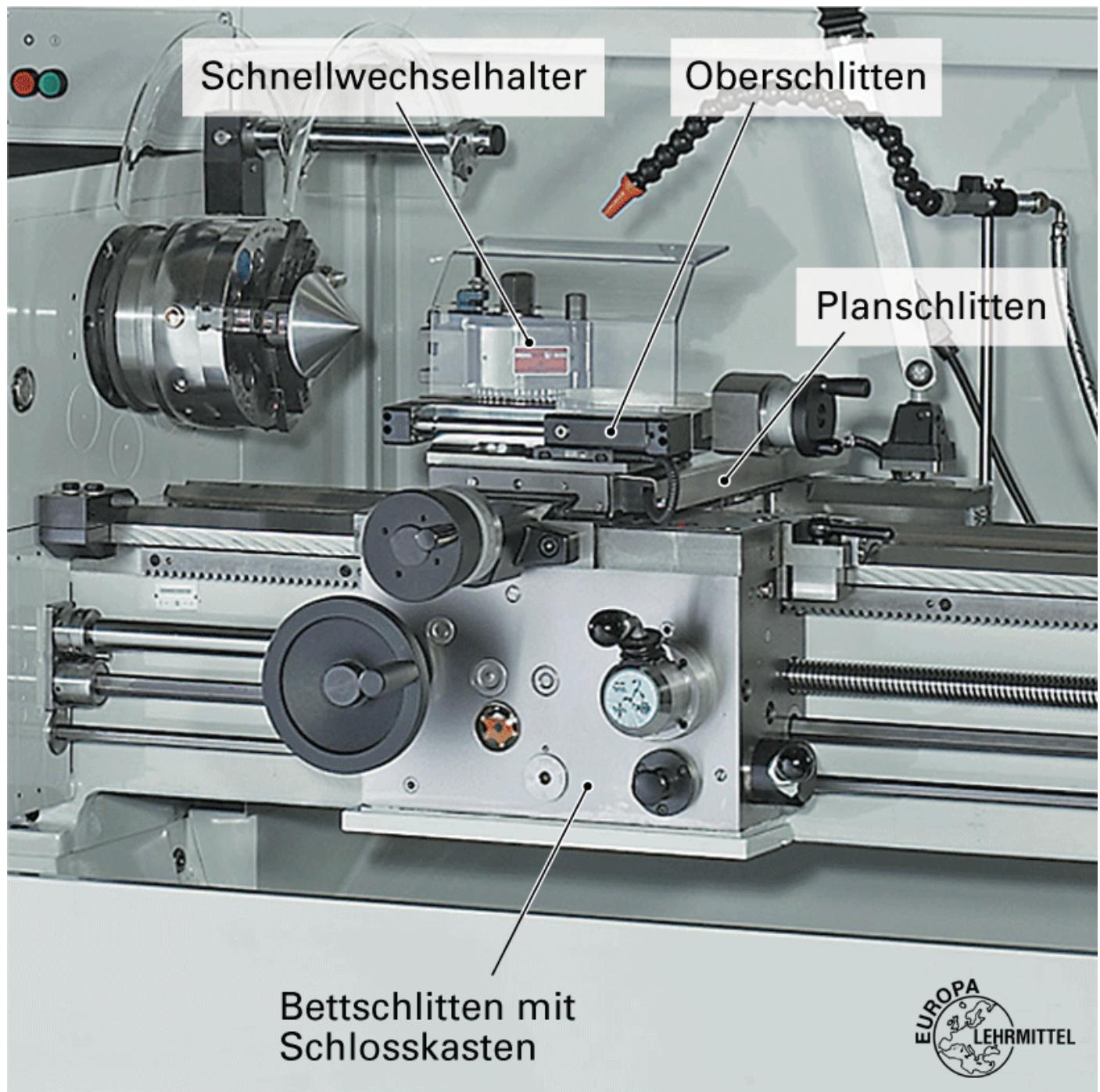


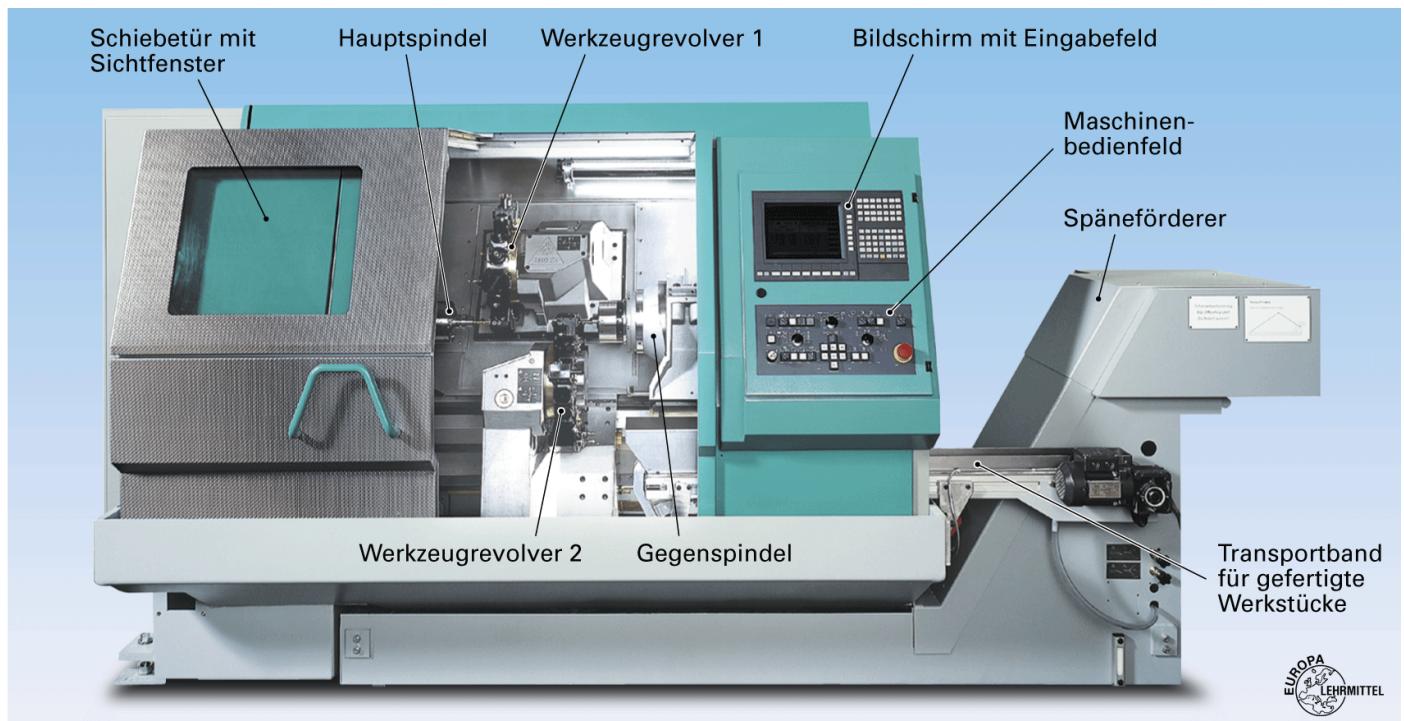


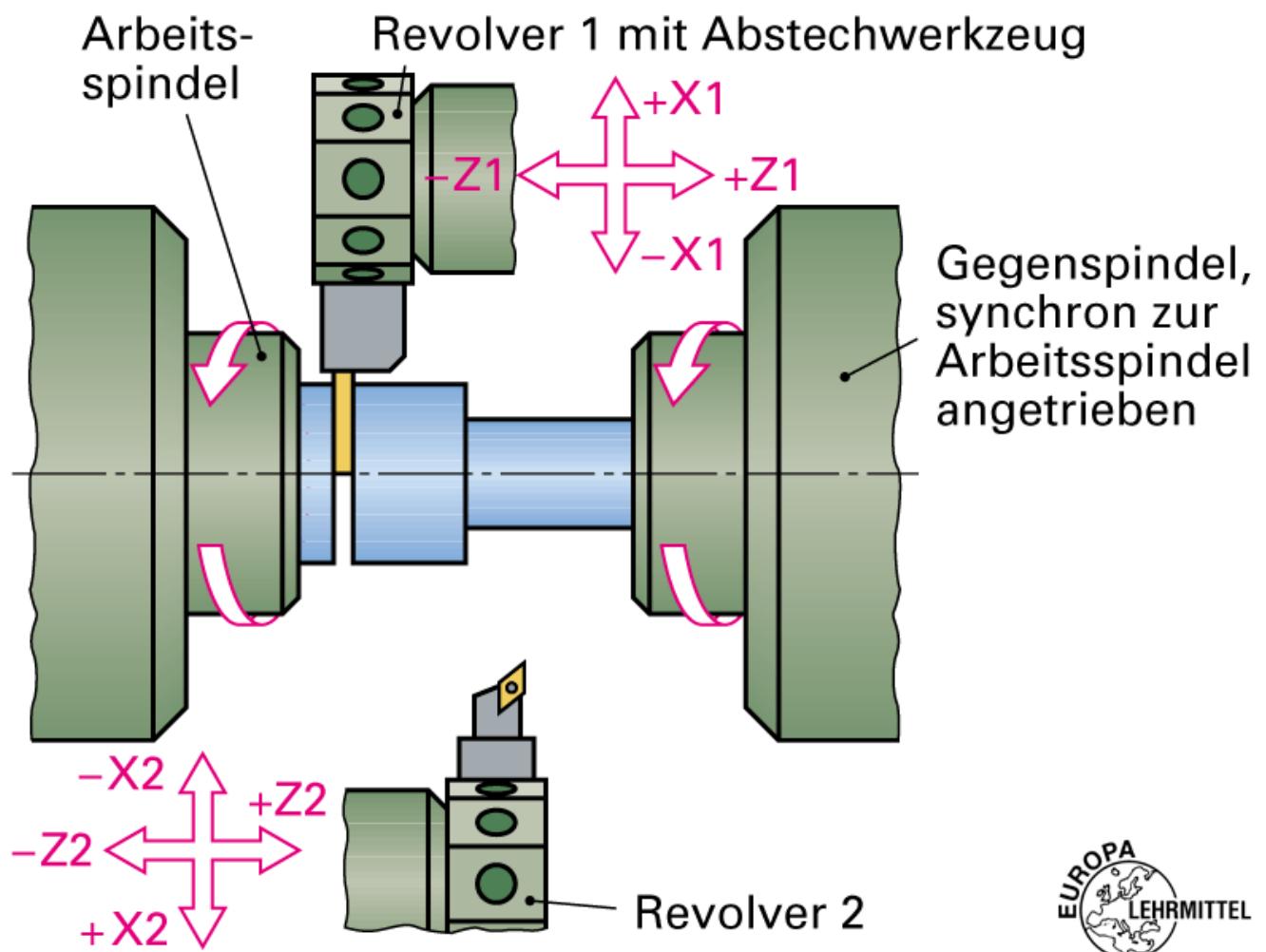
		
Flachbettmaschine	Schrägbettmaschine	Frontdrehmaschine
		
Karusselldrehmaschine	Senkrecht-Drehmaschine	Mehrspindel-Drehmaschine

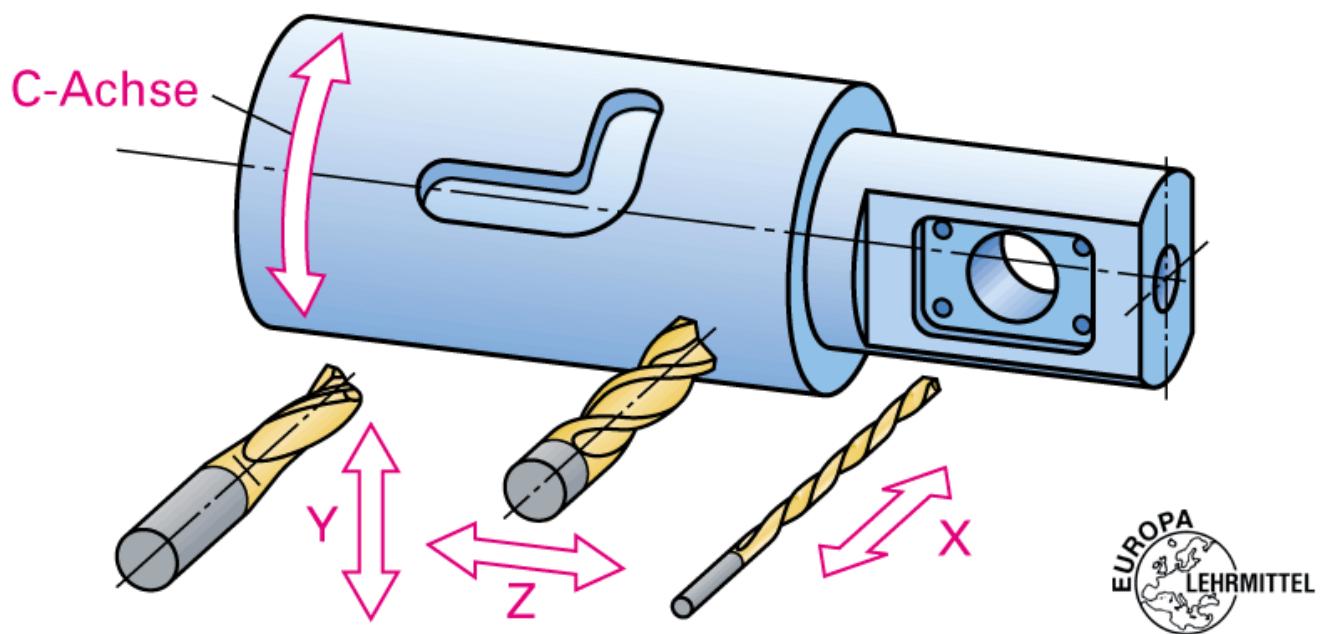


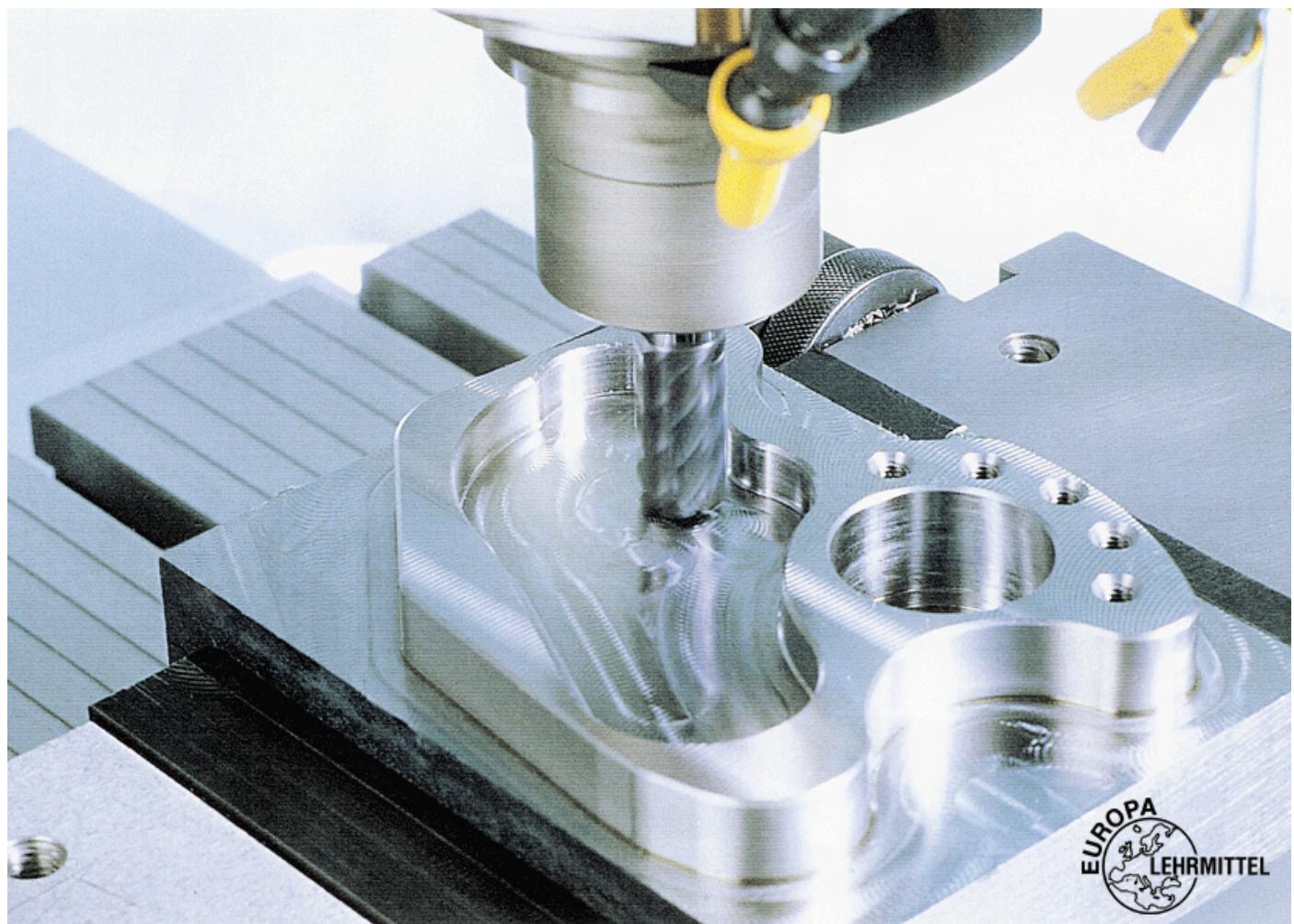




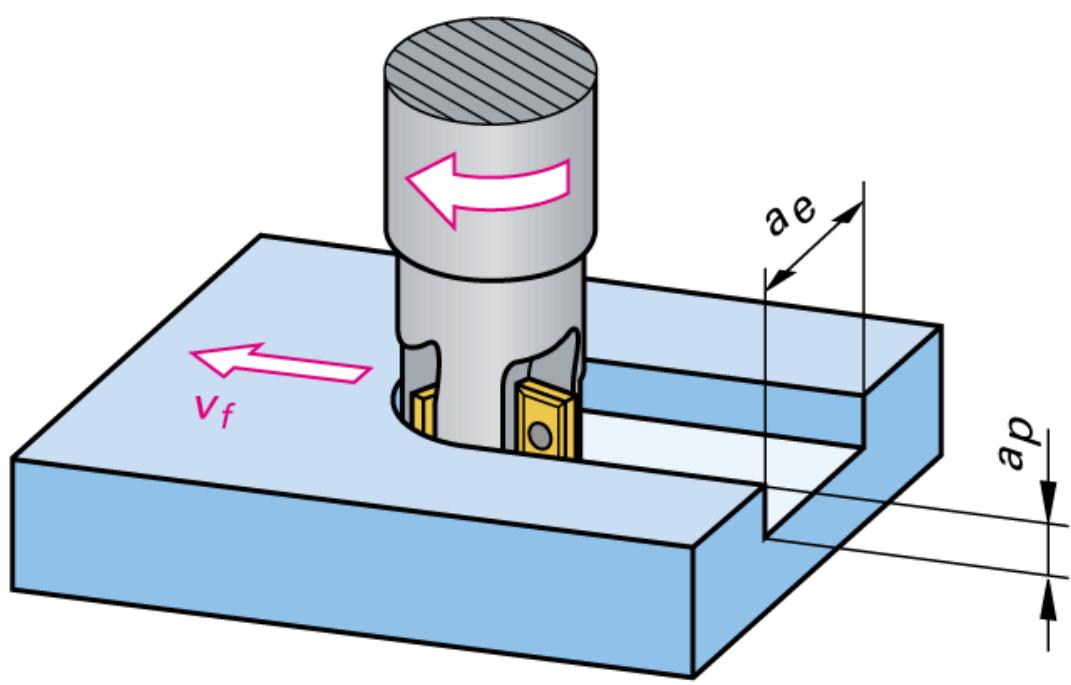


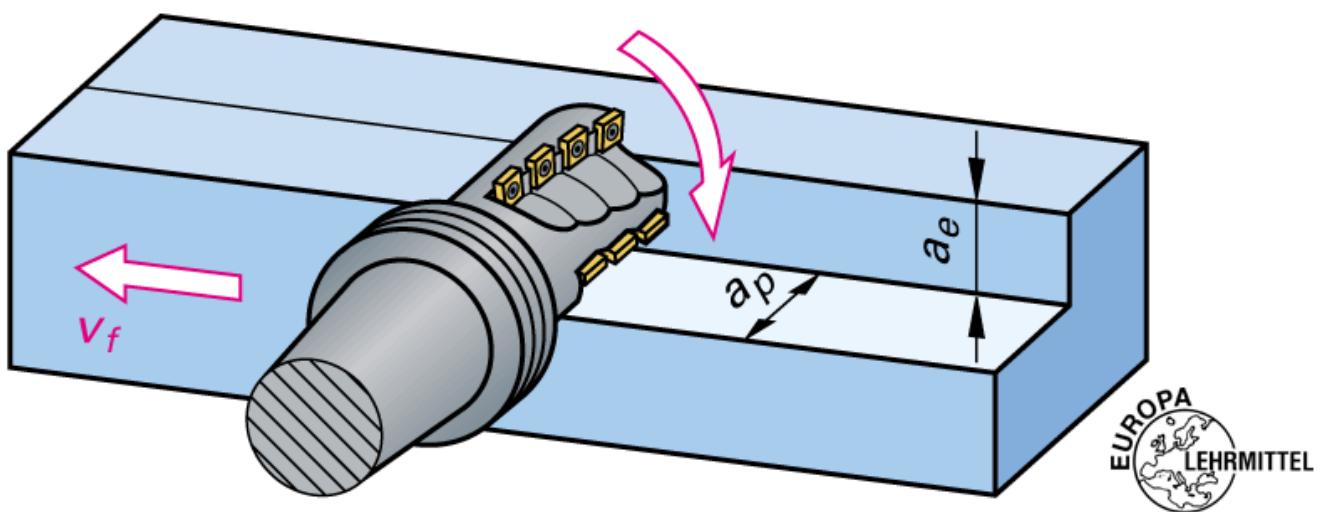


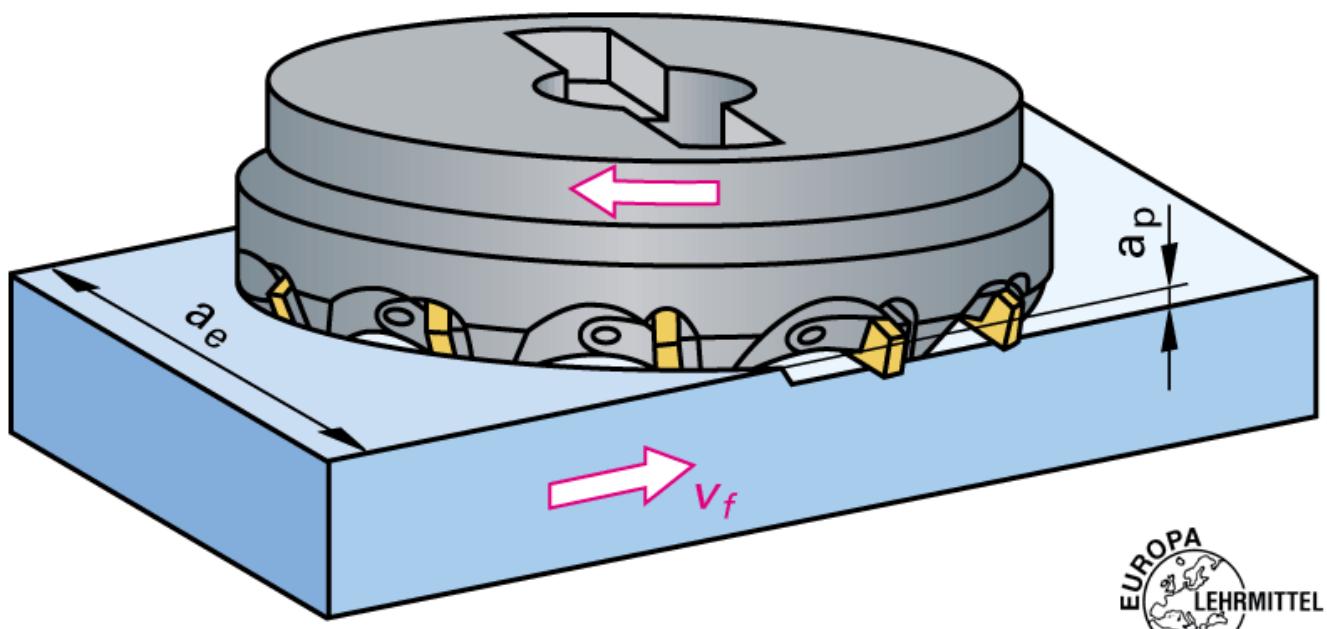




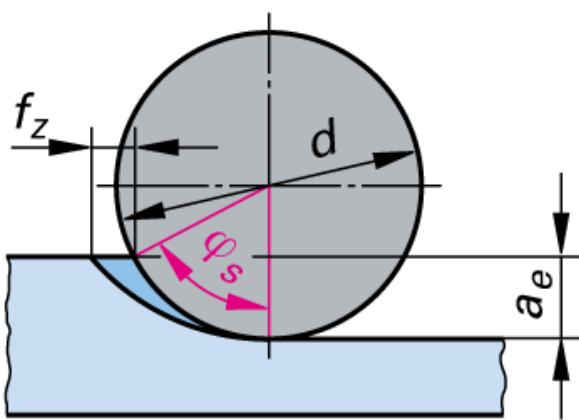
EUROPA
LEHRMITTEL



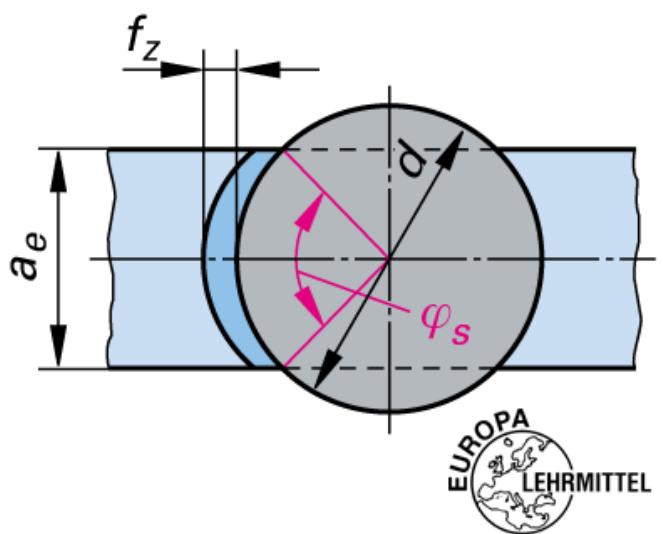




Umfangsfräsen

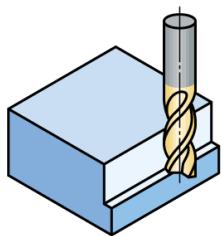


Stirnfräsen

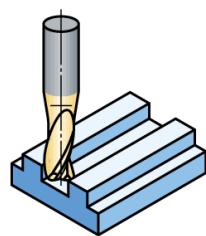


Schaftfräser

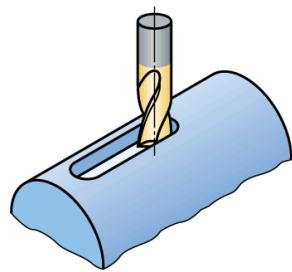
Werkzeuge aus Schnellarbeitsstahl, Vollhartmetall
oder Cermet



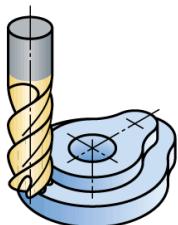
Schaftfräser (90°-Eckfräser)



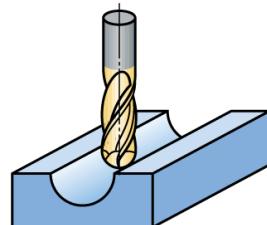
Nutenfräser
(passgenaues Nutenfräsen)



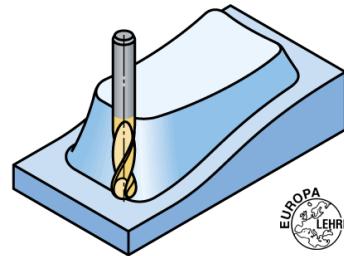
Bohrnutenfräser (Langlochfräsen)



Schaftfräser
(Umfangsfräsen, Konturfräsen)



Radiusfräser oder Kugelschaftfräser
(Kopierfräsen, Auskammern)

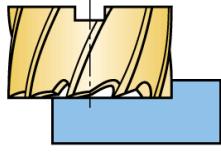


Gesenkfräser, z.B.
Kopierfräser oder Kugelschaftfräser

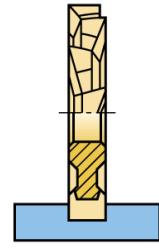
EUROPA
LEHRMITTEL

Aufsteckfräser

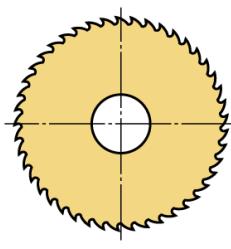
Werkzeuge aus Schnell-
arbeitsstahl oder mit ge-
löten HM-Schneiden



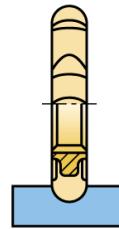
Walzenstirnfräser



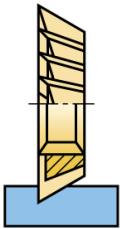
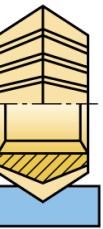
Scheibenfräser



Metallkreissägeblatt

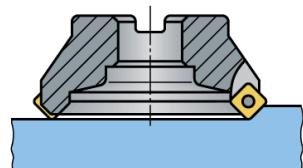


Formfräser
(Halbrund-Profile, Prismen, Winkel)

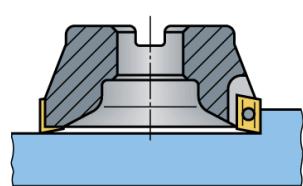


Fräswerzeuge mit Wendeschneidplatten

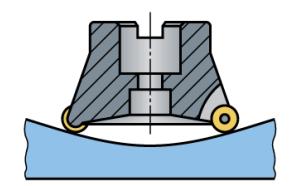
Schneidplatten aus Hartmetall, (Nitrid-) Keramik oder mit Schneidteil aus Diamant (PKD) bzw. Bornitrid (PKB)



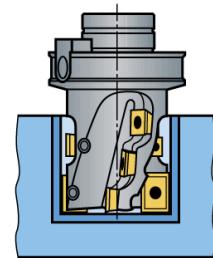
Planfräser



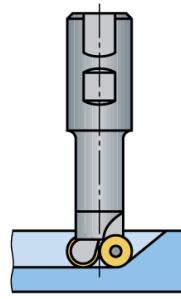
Eckfräser



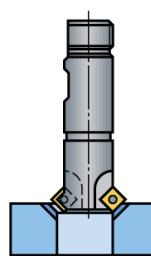
Kopierfräser
(Fräsen von Formen und
Gesenken, Auskammern)



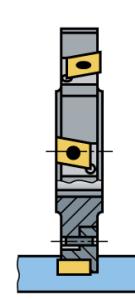
Walzenstirnfräser
(90°-Eckfräsen, Nutenfräsen)



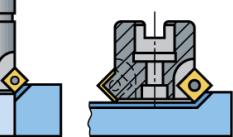
Kopierfräser
(Fräsen von Formen und
Gesenken, Auskammern)



Fasenfräser
(Anfasen, Senken, Profilnutenfräsen)



Scheibenfräser
(Nutenfräsen, Trennen, Schlitzen)



Trennfräser
(Nutenfräsen, Trennen, Schlitzen)

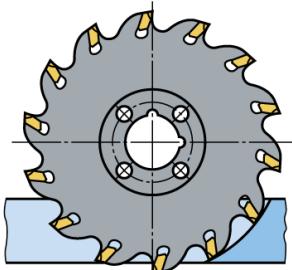
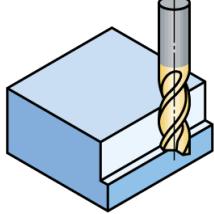
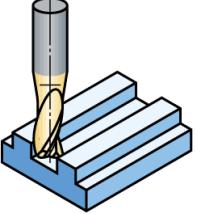
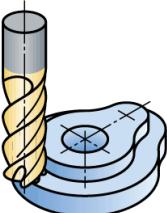
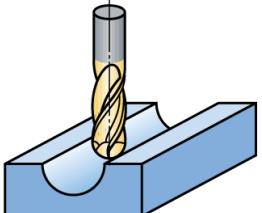
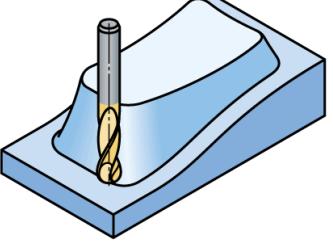
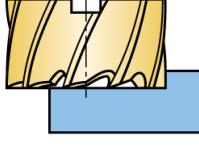
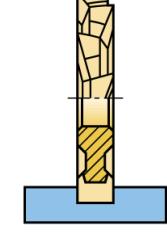
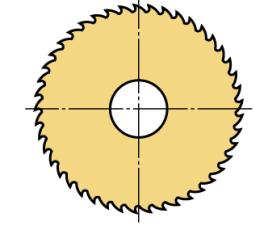
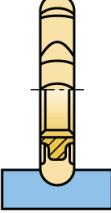
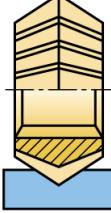
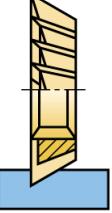
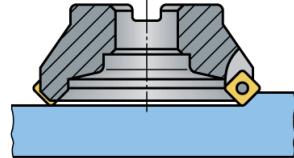
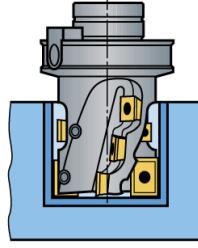
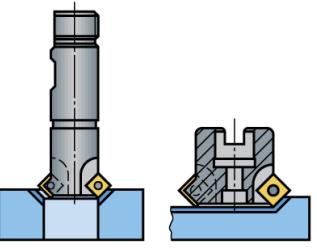
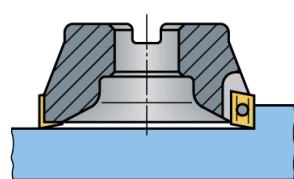
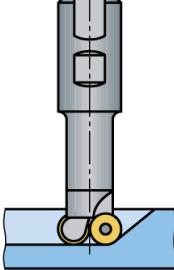
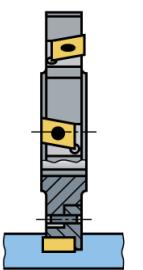
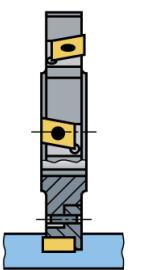
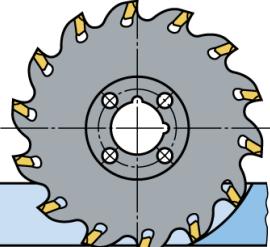


Tabelle 1: Fräswerkzeuge

Schaftfräser Aufsteckfräser Fräswerkzeuge mit Wendeschneidplatten	Werkzeuge aus Schnellarbeitsstahl, Vollhartmetall oder Cermet	 Schaftfräser (90°-Eckfräser)	 Nutenfräser (passgenaues Nutenfräsen)	 Bohrnutenfräser (Langlochfräsen)
		 Schaftfräser (Umfangsfräsen, Konturfräsen)	 Radiusfräser oder Kugelschaftfräser (Kopierfräsen, Auskammern)	 Gesenkfräser, z.B. Kopierfräser oder Kugelschaftfräser
Schaftfräser Aufsteckfräser Fräswerkzeuge mit Wendeschneidplatten	Werkzeuge aus Schnellarbeitsstahl oder mit gelöteten HM-Schneiden	 Walzenstirnfräser	 Scheibenfräser	 Metallkreissägeblatt
		 Formfräser (Halbrund-Profile, Prismen, Winkel)		
Schaftfräser Aufsteckfräser Fräswerkzeuge mit Wendeschneidplatten	Werkzeuge aus Hartmetall, (Nitrid-) Keramik oder mit Schneidteil aus Diamant (PKD) bzw. Bormitrid (PKB)	 Planfräser	 Walzenstirnfräser (90°-Eckfräsen, Nutenfräsen)	 Fasenfräser (Anfasen, Senken, Profilnutenfräsen)
		 Eckfräser	 Kopierfräser (Fräsen von Formen und Gesenkern, Auskammern)	 Kopierfräser (Fräsen von Formen und Gesenkern, Auskammern)
Schaftfräser Aufsteckfräser Fräswerkzeuge mit Wendeschneidplatten	Werkzeuge aus Hartmetall, (Nitrid-) Keramik oder mit Schneidteil aus Diamant (PKD) bzw. Bormitrid (PKB)	 Scheibenfräser (Nutenfräsen, Trennen, Schlitzen)	 Trennfräser (Nutenfräsen, Trennen, Schlitzen)	



Schrupp-
Kordelverzahnung



Schrupp-
Schlichtverzahnung



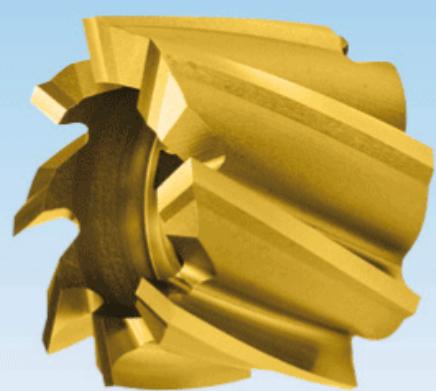
geradgezahnt

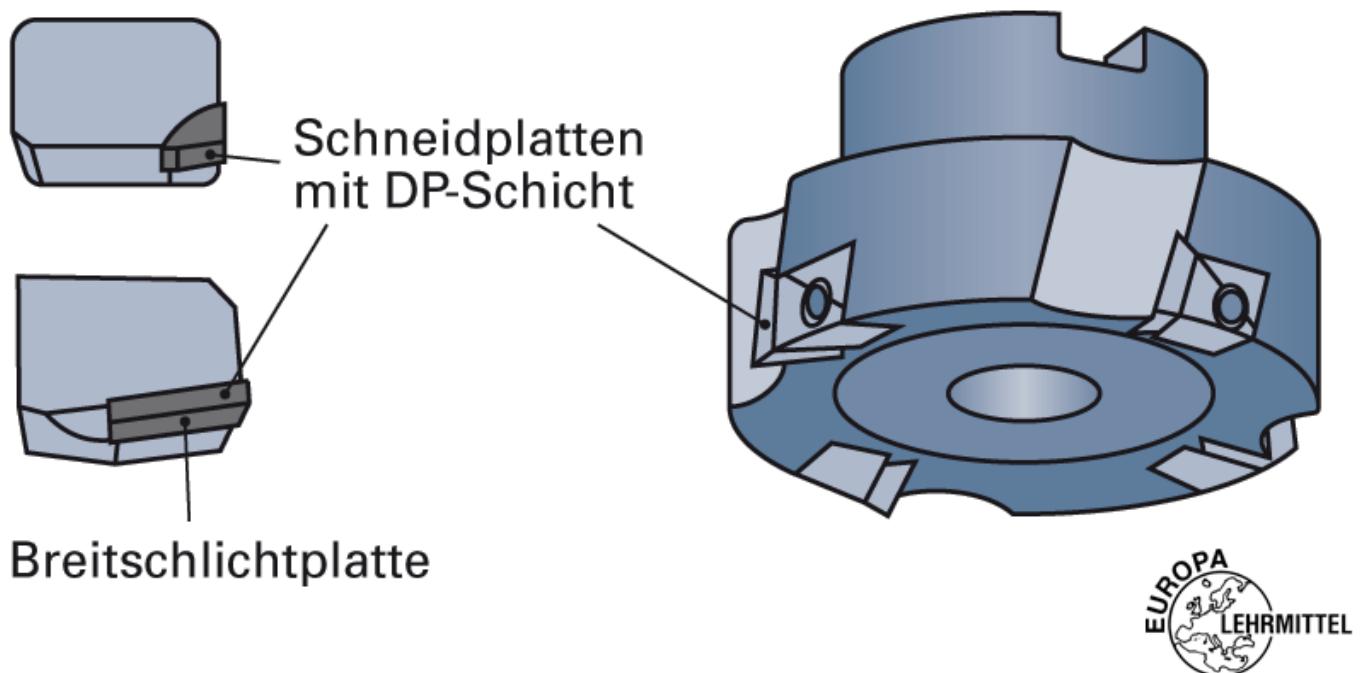


kreuzgezahnt



wendelgezahnt
(Rechtsdrall)





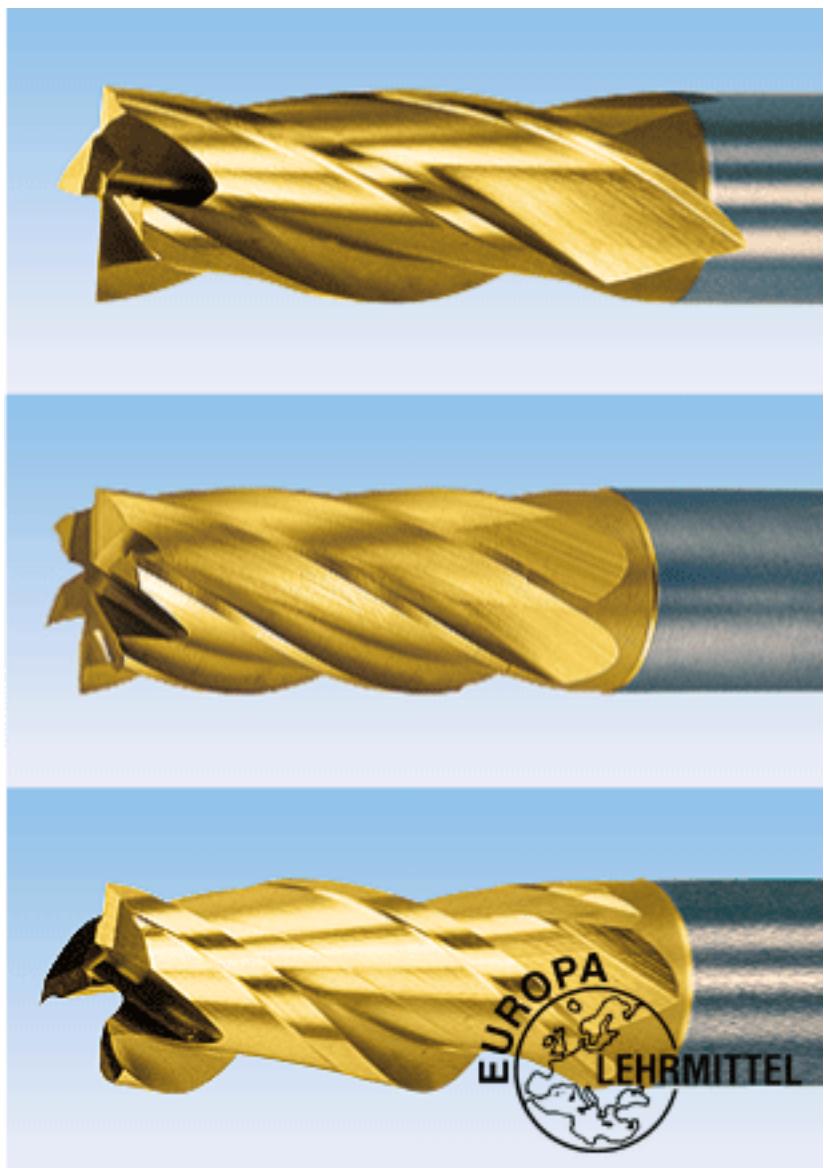
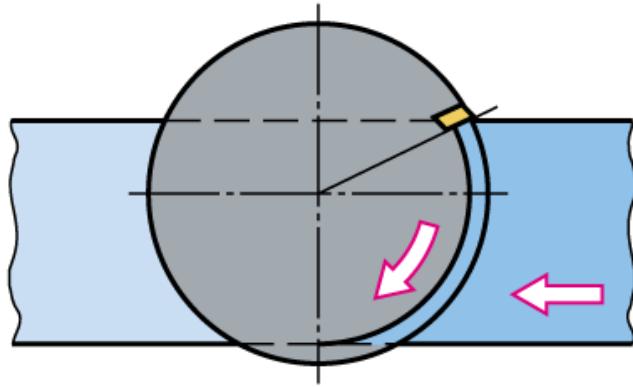
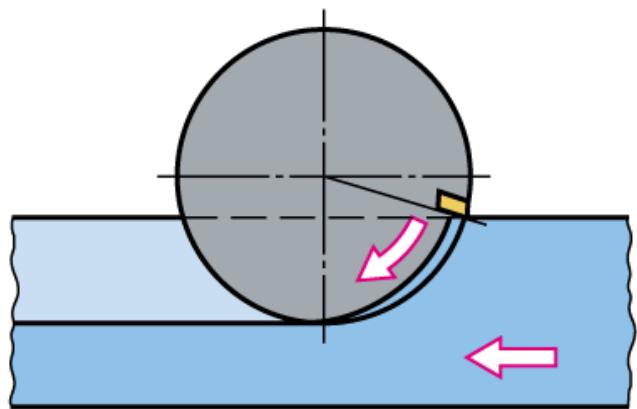


Tabelle 1: Werkzeug-Anwendungsgruppen

Anwendungsgruppe	Werkstoffbereiche	Werkzeug
N	Stahl und Gusseisen mit normaler Festigkeit	
H	Harte, zähharte oder kurzspanende Werkstoffe	
W	Weiche, zähe oder langspanende Werkstoffe	



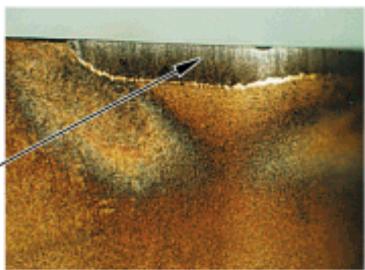
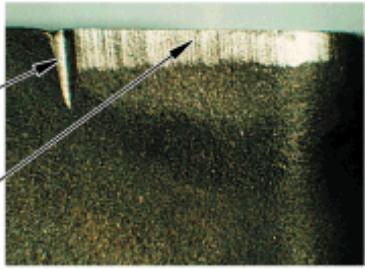
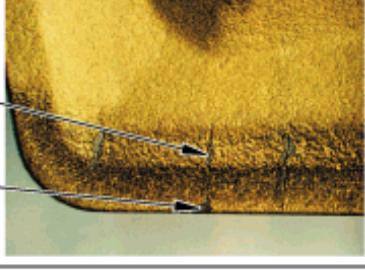
günstig,
da die Spanfläche
den Schlag aufnimmt

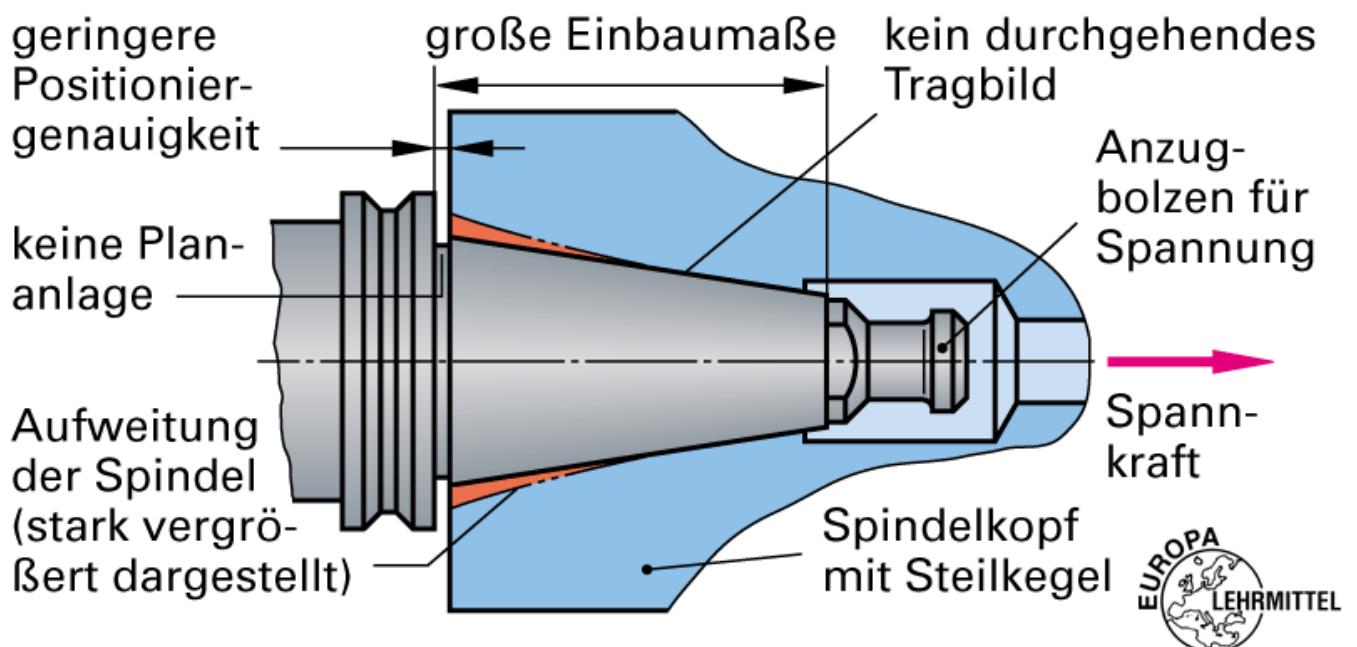


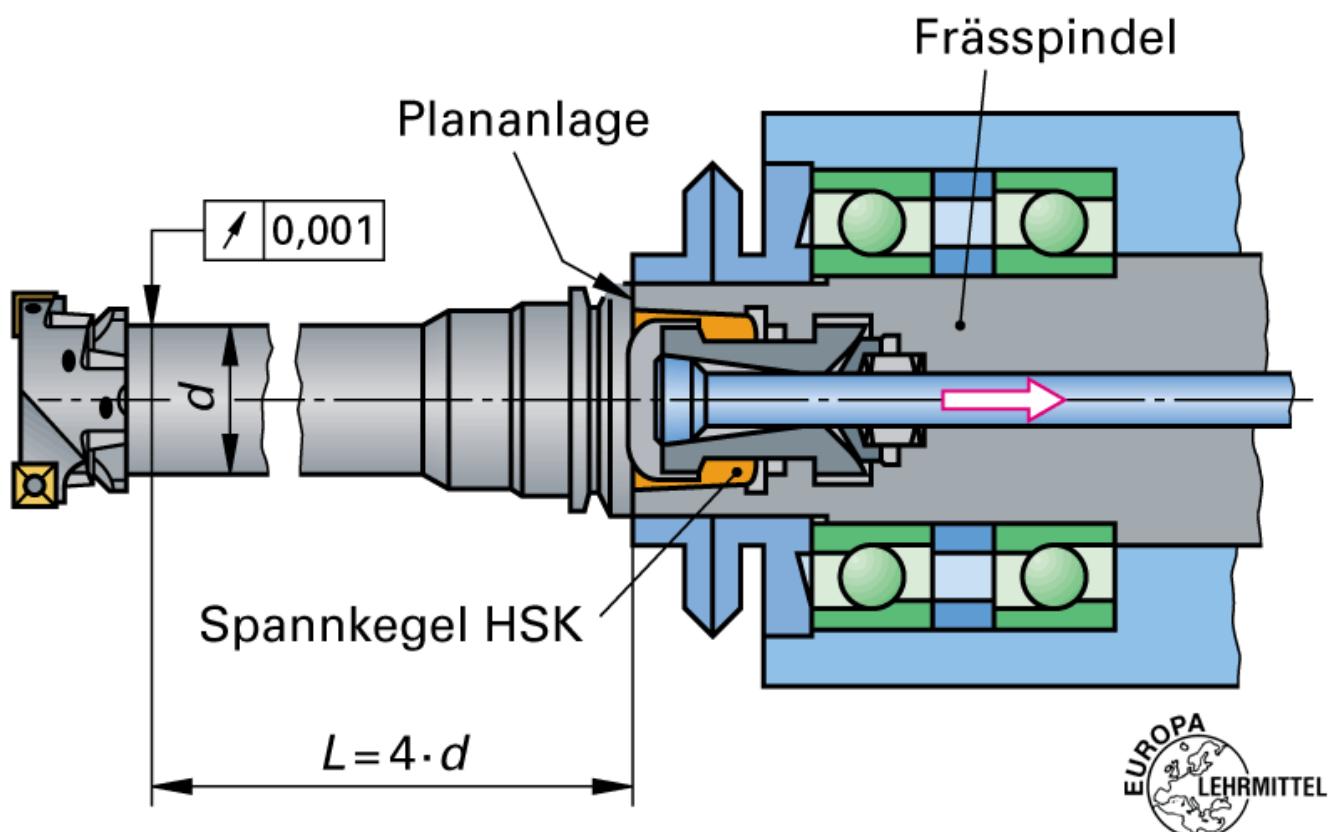
ungünstig,
da die empfindliche
Schneidkante aufschlägt



Tabelle 1: Werkzeugverschleiß

Verschleißprobleme		Ursachen
Plattenbruch		zu spröder Schneidstoff, falscher Spanformer, ungünstige Schnittbedingungen
Kantenausbröckelung Ausbrüche an der Freifläche		zu spröder Schneidstoff, zu großer Spanwinkel, Aufbauschneidenbildung
Starker Freiflächenverschleiß Verschleißmarke		zu hohe Schnittgeschwindigkeit, zu kleiner Vorschub, geringe Verschleißfestigkeit
Kerbverschleiß Kerbverschleiß Freiflächenverschleiß		kaltverfestigter Werkstoff, Guss- oder Schmiedehaut, Zunder
Aufbauschneidenbildung Werkstoffaufschweißung		negative Schneidengeometrie, niedrige Schnittgeschwindigkeit, niedriger Vorschub
Kammrisse Ausbröckelung		Wärmewechselbelastung durch unterbrochenen Schnitt, ungleichmäßige Kühl-

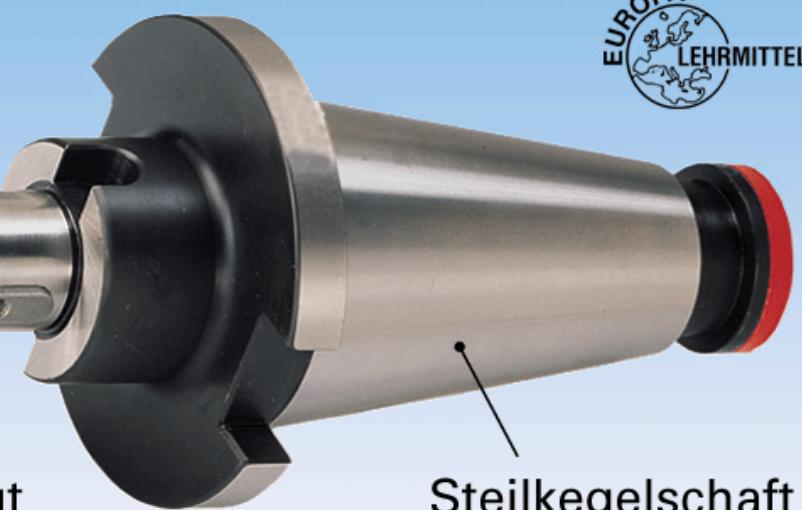




für Fräser mit Quernut

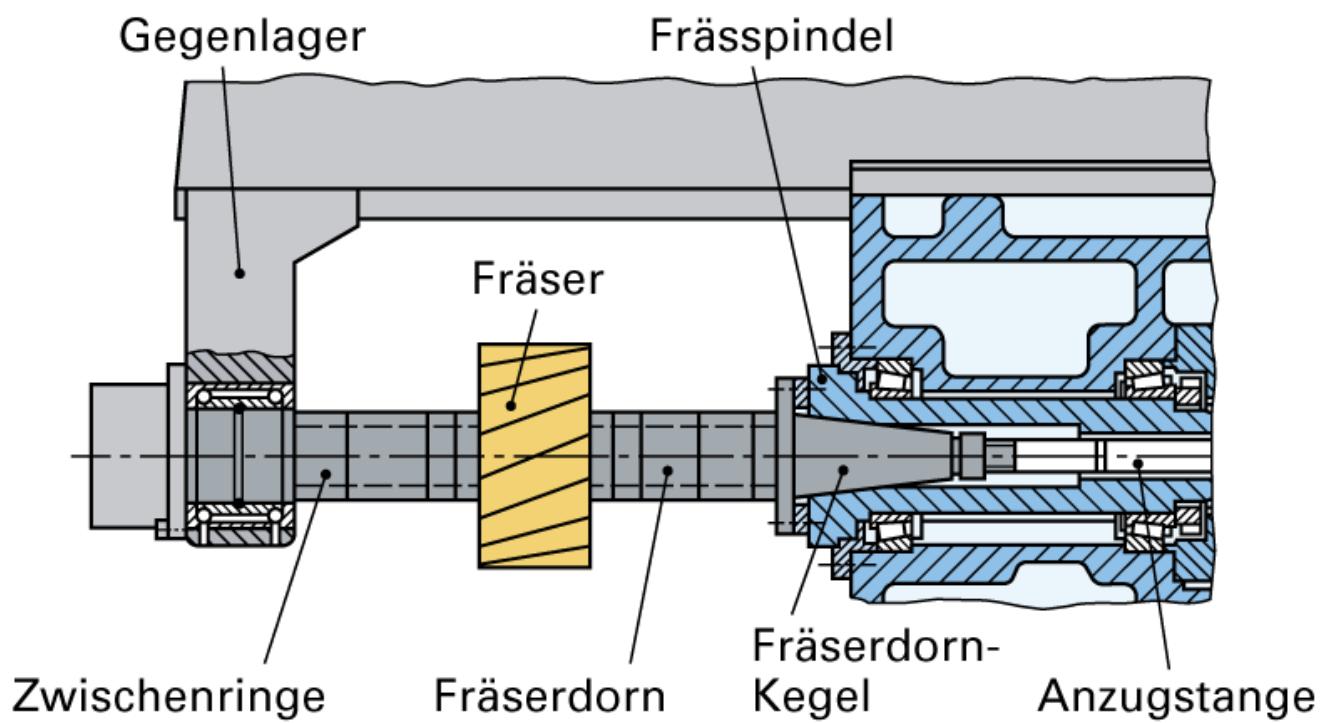


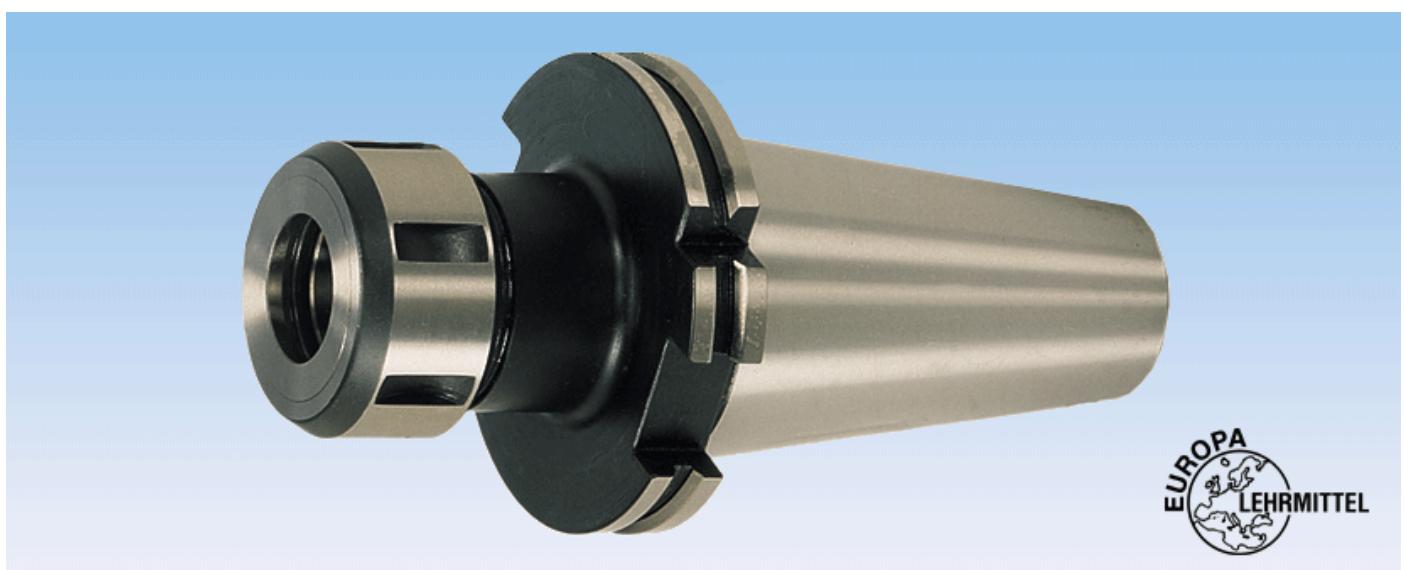
für Fräser mit Längsnut

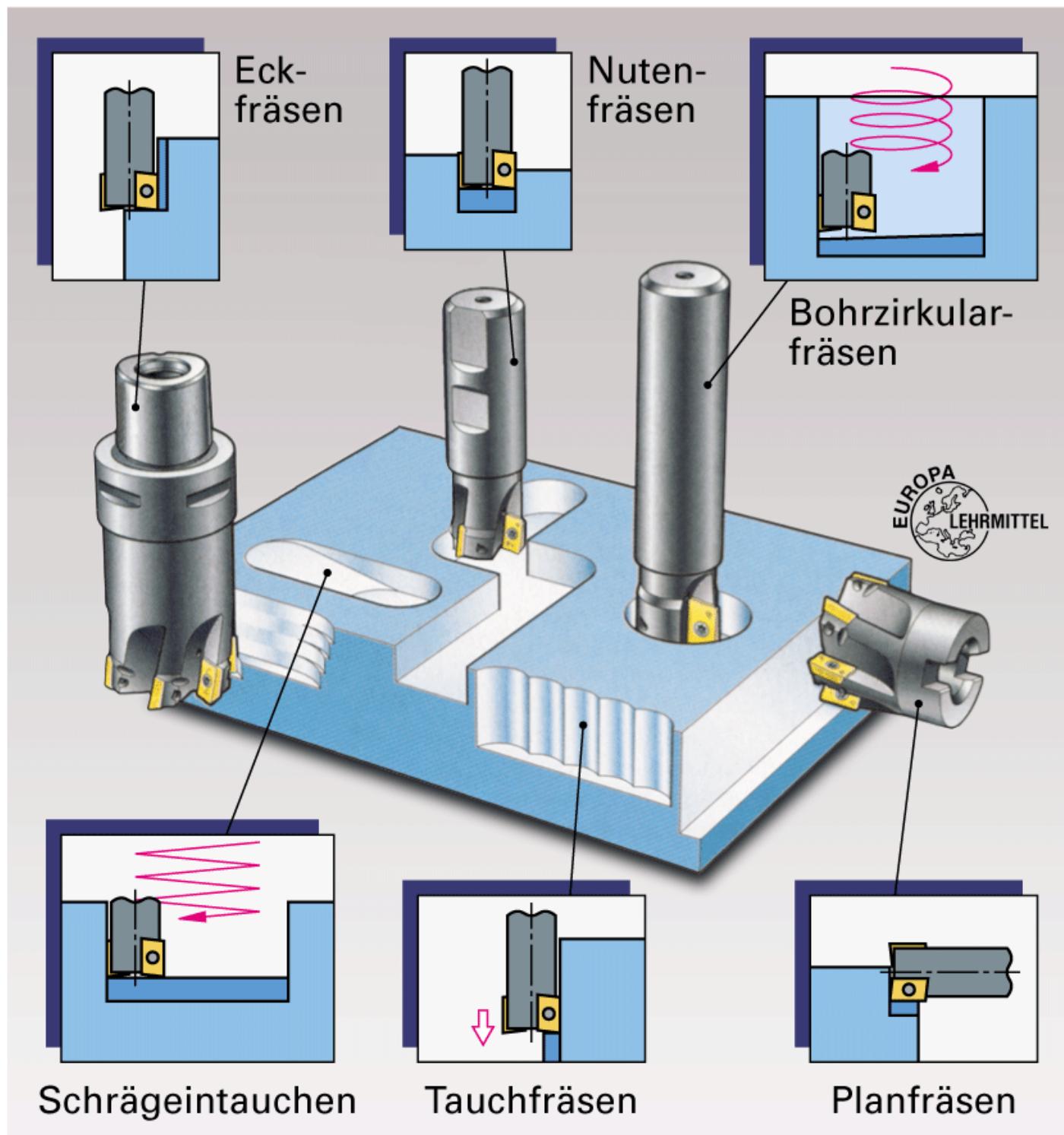


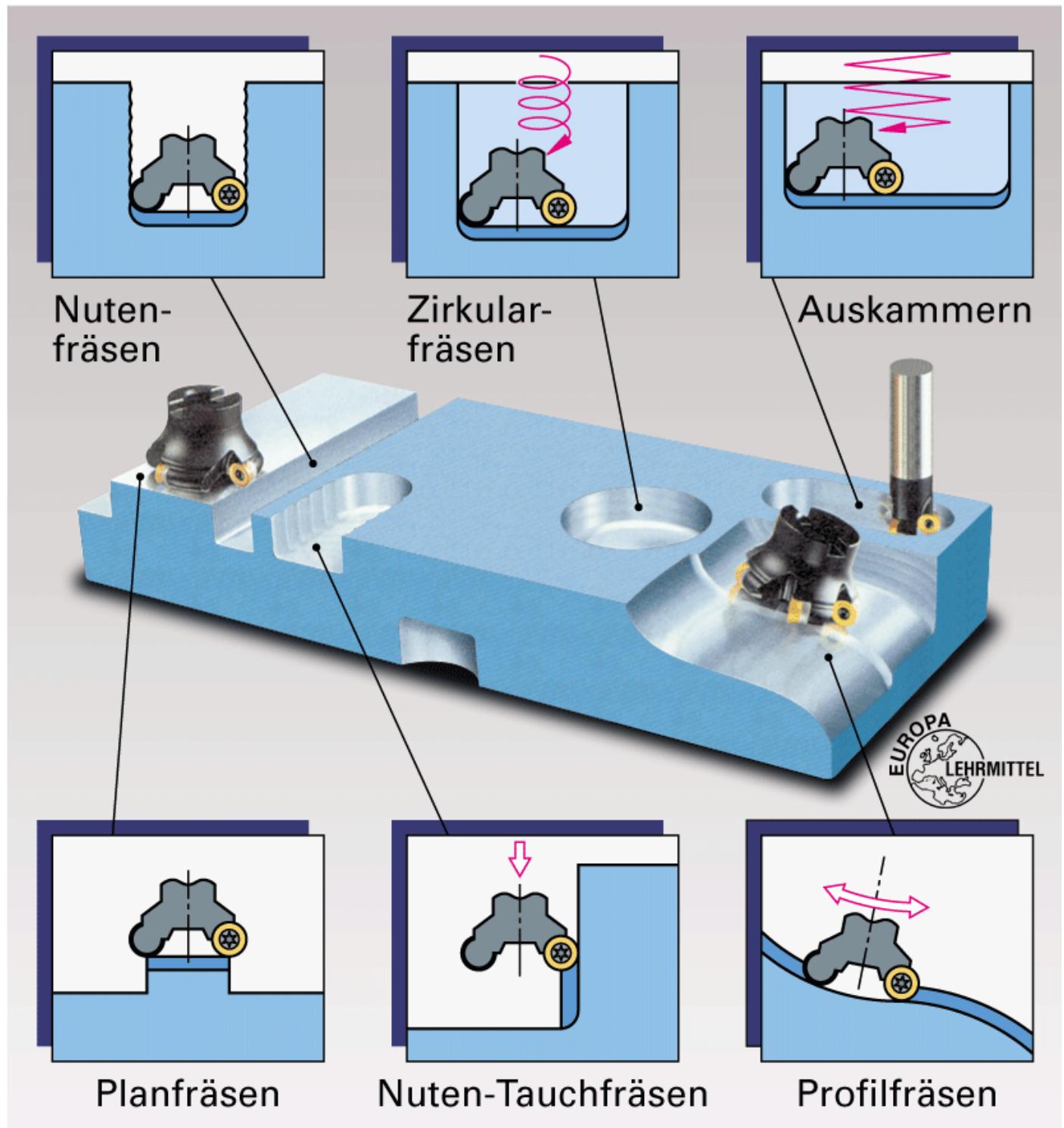
Steilkegelschaft



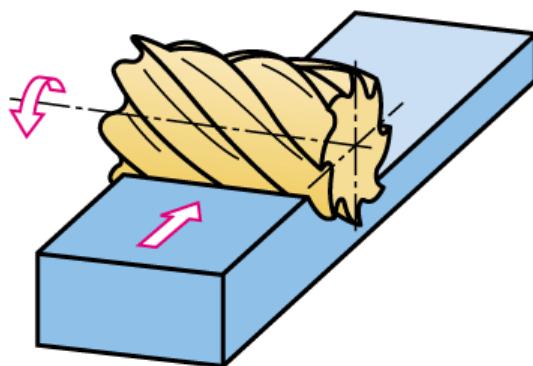




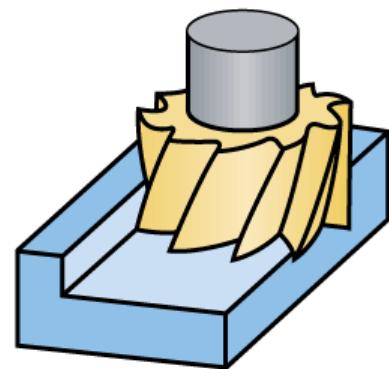




Walzenfräser

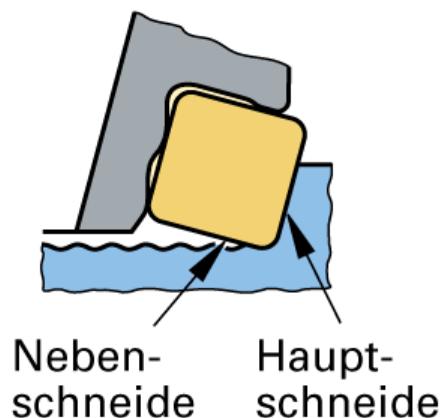
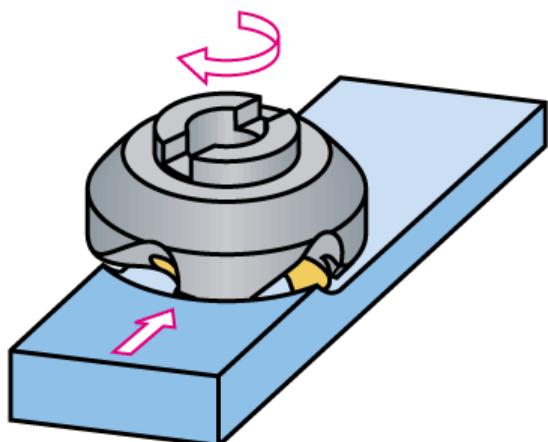


Walzenstirnfräser



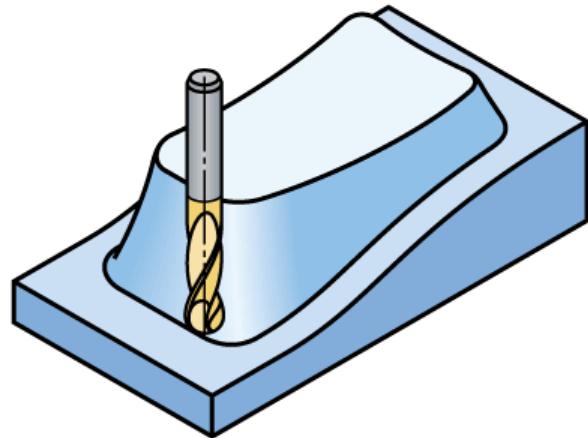
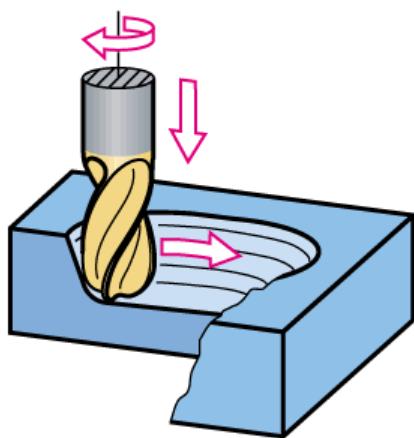
Umfangs-Planfräsen

Planfräser mit Wendeschneidplatte



Stirn-Planfräsen

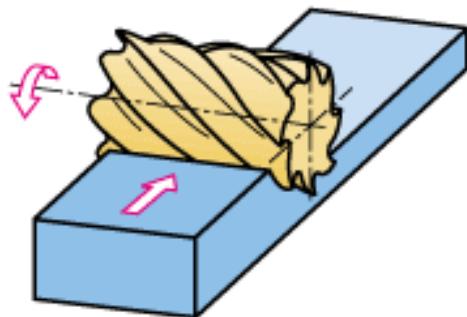
Kopierfräser, Radius- oder Kugelschaftfräser



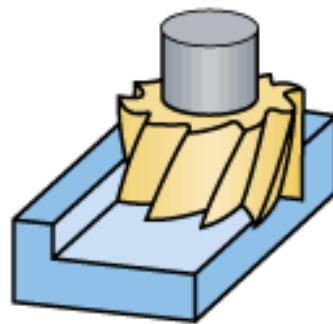
Formfräsen (Kopierfräsen, Gesenkfräsen)

Tabelle 1: Fräsenverfahren

Walzenfräser

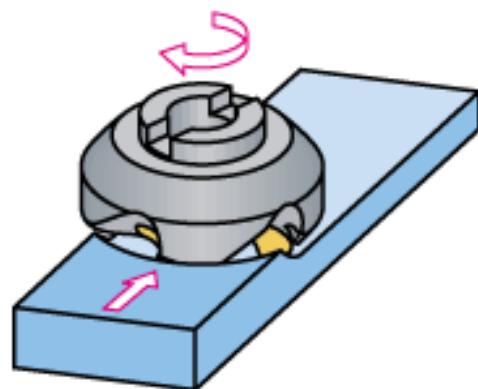


Walzenstirnfräser

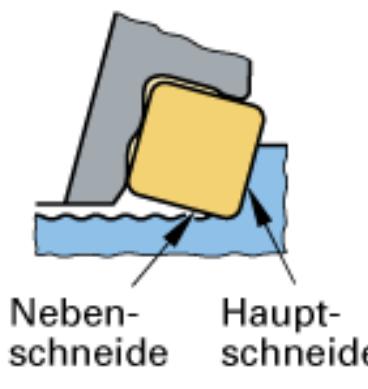


Umfangs-Planfräsen

Planfräser mit Wendeschneidplatte

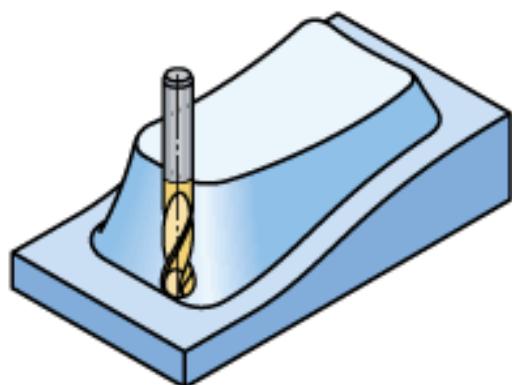
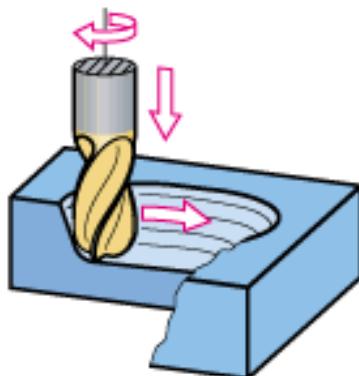


Eckfräsen

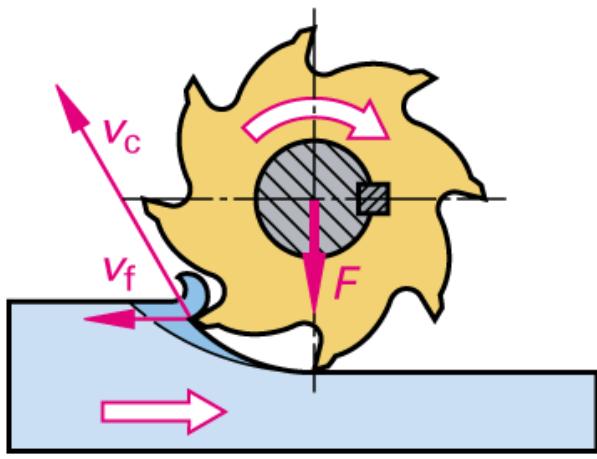


Stirn-Planfräsen

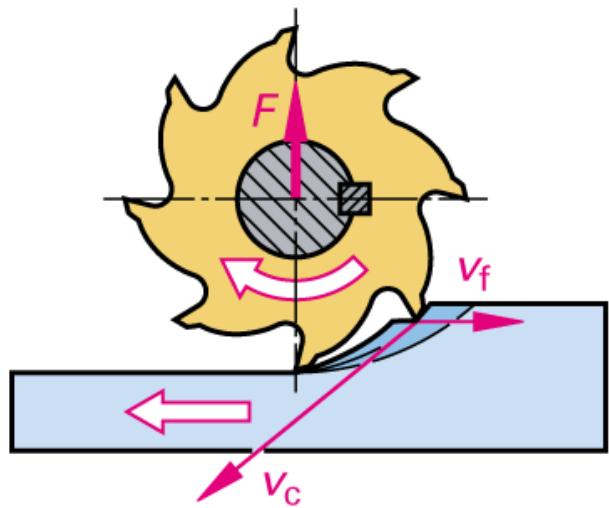
Kopierfräser, Radius- oder Kugelschaftfräser



Formfräsen (Kopierfräsen, Gesenkfräsen)



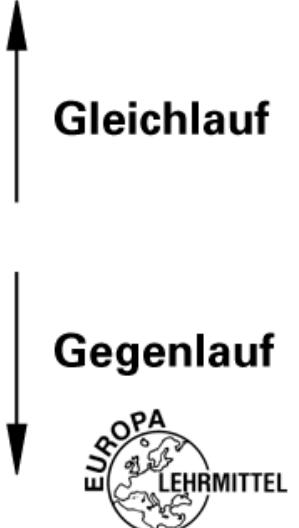
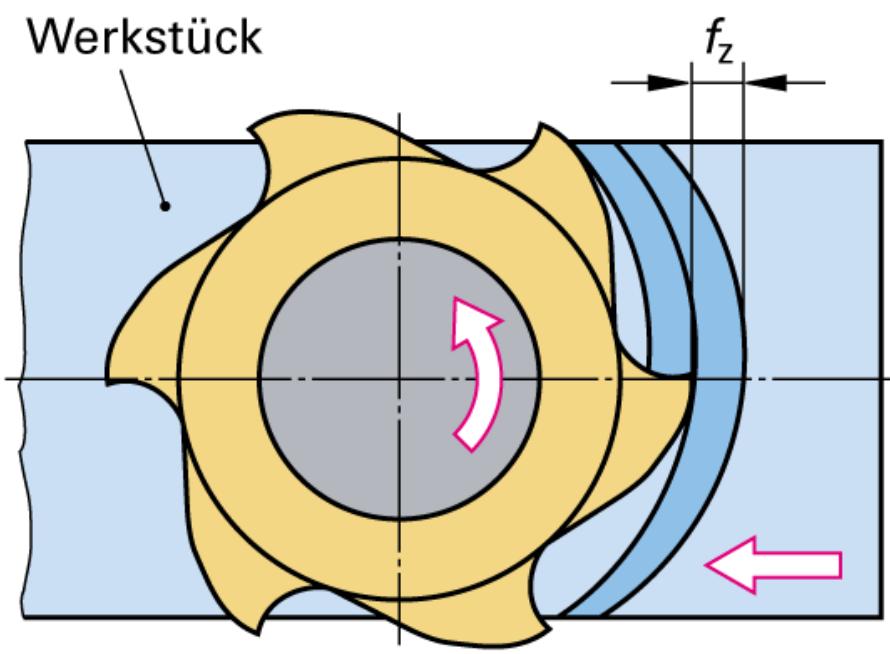
Gegenlauffräsen

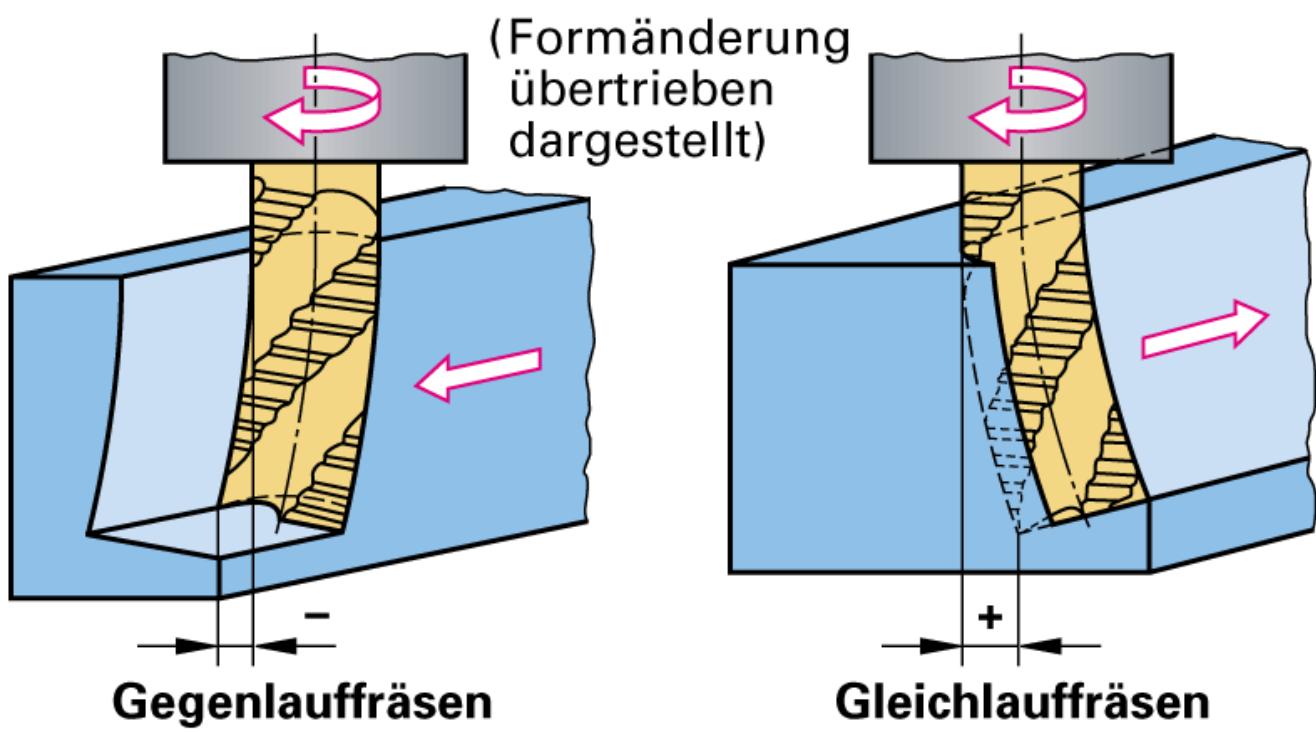


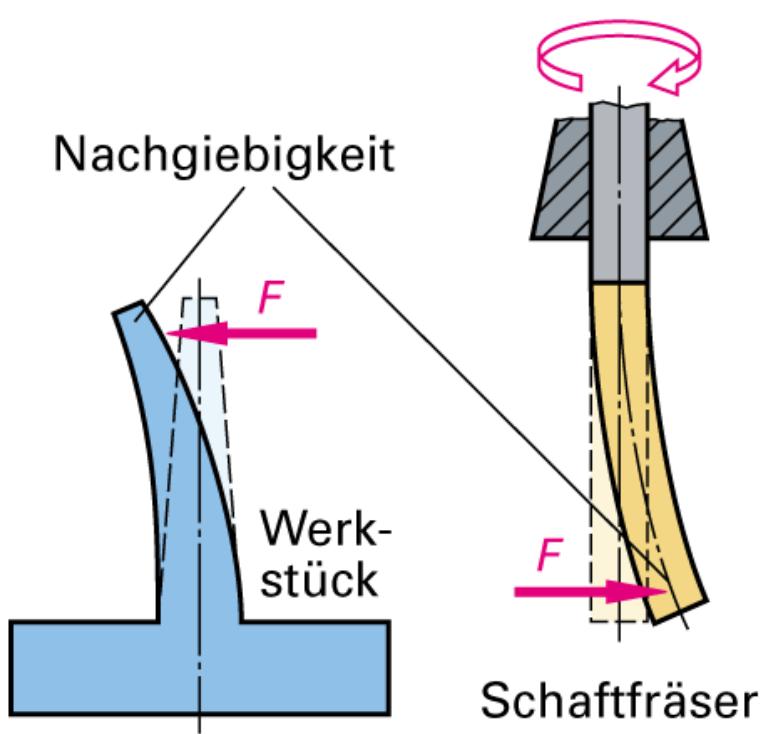
Gleichlauffräsen

v_f Vorschubgeschwindigkeit – bezogen auf das Werkzeug

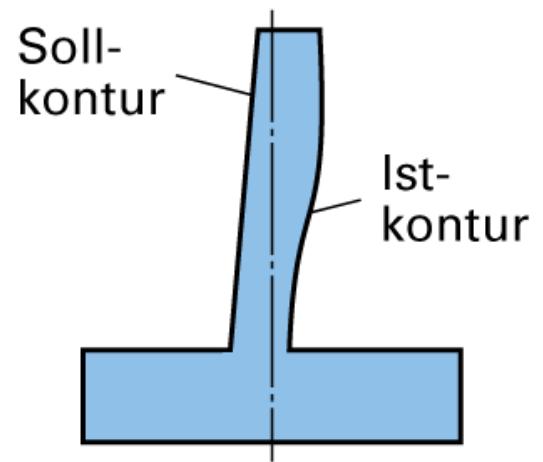








Konturabweichung am Werkstück



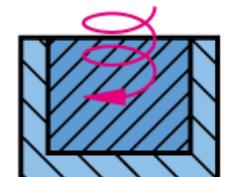
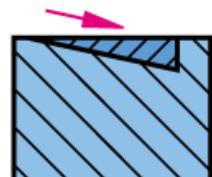
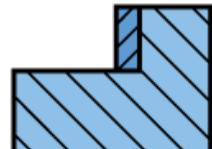
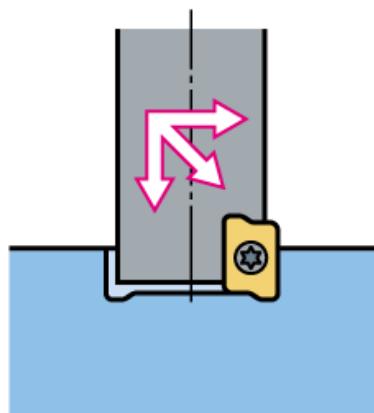
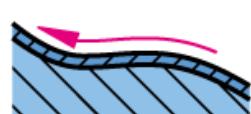
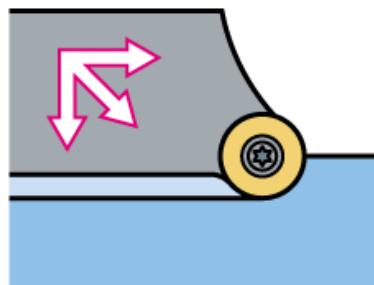
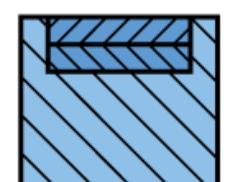
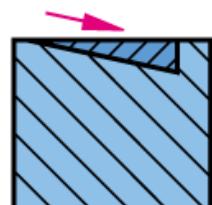
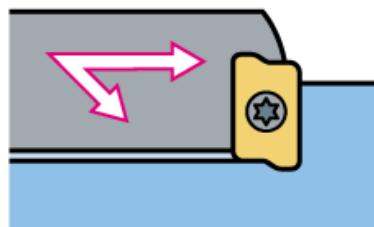
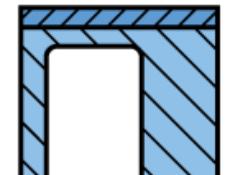
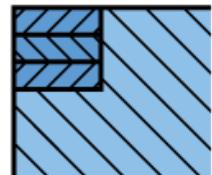
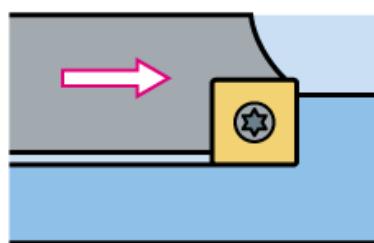
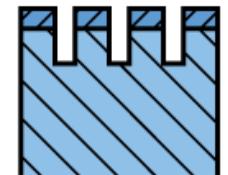
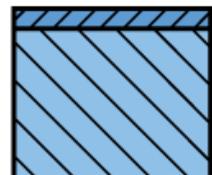
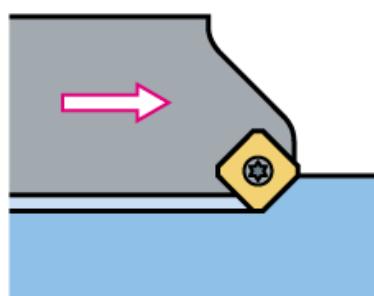


Tabelle 1: Wahl der Fräserart und der Schneidplatte

Fräserart	Schneidplatte	Fräsbearbeitungen
Planfräser		
Eckfräser		
Eckfräser (begrenzt bohrfähig)		
Kopierfräser		
Schaftfräser (begrenzt bohrfähig)		

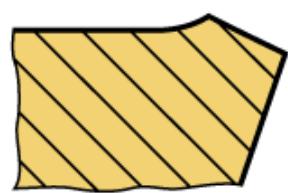
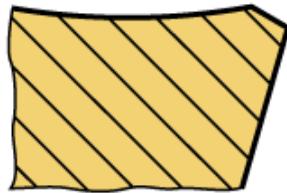
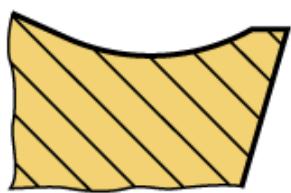
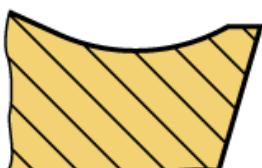
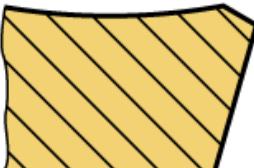
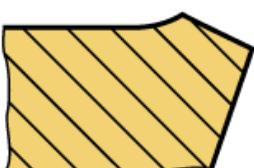


Tabelle 2: Wahl der Schneidplattengeometrie

Haupttypen entsprechend den Schnittbedingungen		
leicht (L)	mittel (M)	schwer (H)
 <p>Leichte Schnitte (Schlichten) Großer Spanwinkel und scharfe Schneide ergeben kleine Schnittkräfte. Gute Zerspanung bei langspanenden Werkstoffen (Al-Leg.) und antriebsschwachen Maschinen. Kleine Vorschübe</p>	 <p>Erste Wahl bei den meisten Werkstoffen Vorschub je Zahn bis 0,25 mm</p>	 <p>Schwere Bearbeitung: warmfeste Werkstoffe, Schmiedeteile, Teile mit Guss- haut Große Vorschübe bis 0,4 mm. Höchste Schneidkanten- stabilität</p>

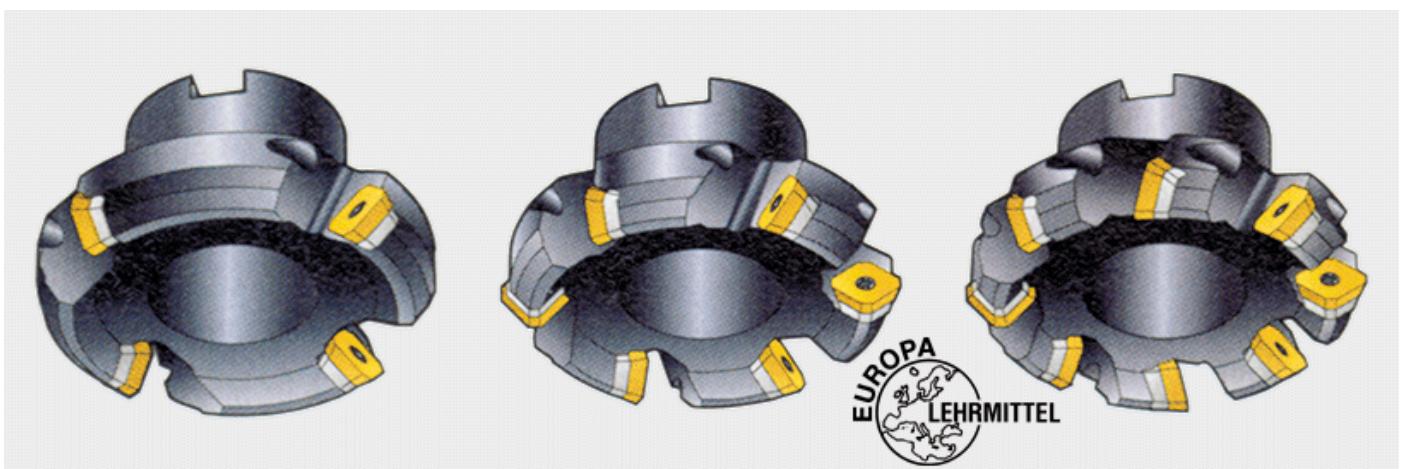
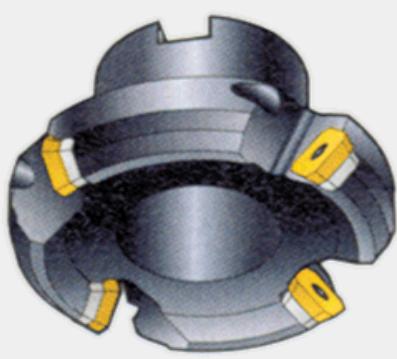
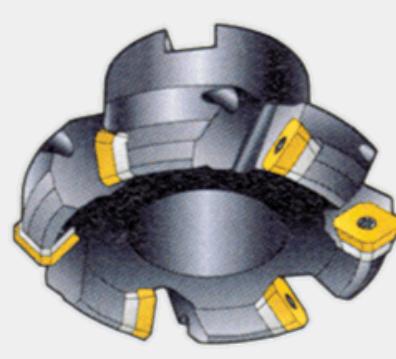
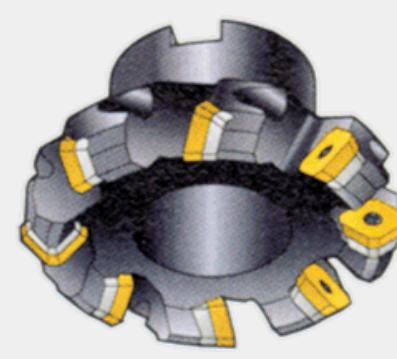
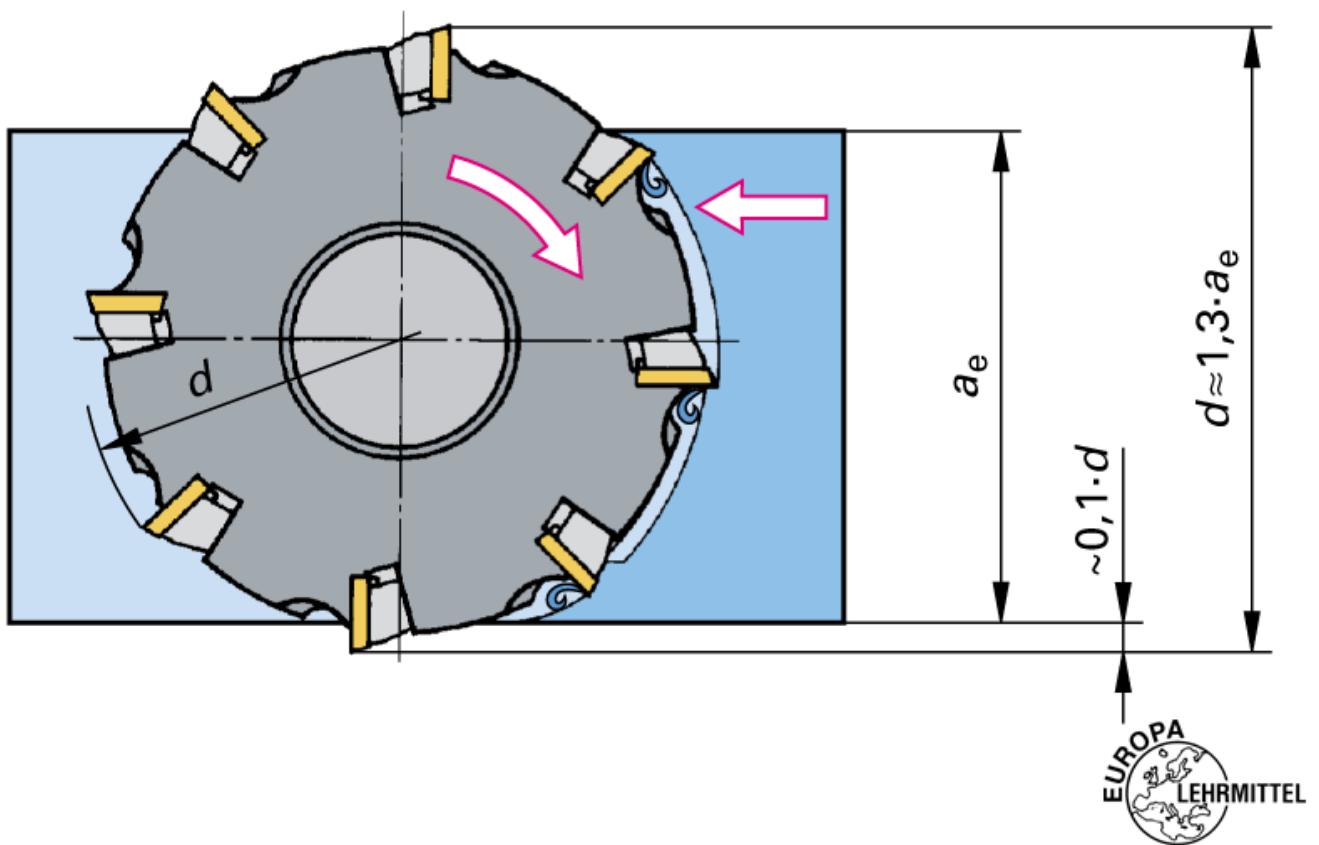
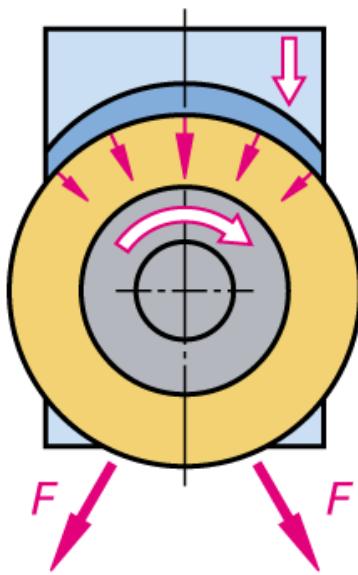


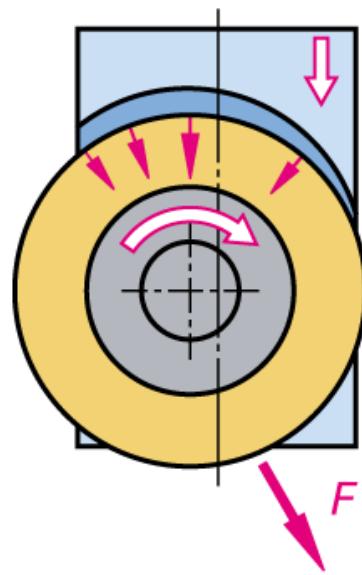
Tabelle 3: Wahl der Fräserteilung

Bearbeitungsstabilität (Maschine, Werkzeug, Werkstück)		
niedrig (L)	mittel (M)	hoch (H)
		
<p>weite Teilung</p> <p>Wenn kleine Kräfte erforderlich sind, z. B. bei kleinen Maschinen mit begrenzter Stabilität und Antriebsleistung. Bei großer Werkzeugauskragung</p>	<p>mittlere Teilung</p> <p>Bei üblichen Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren</p> <p>Erste Wahl bei gemischter Fräsbearbeitung</p>	<p>enge Teilung</p> <p>Bei steifen Maschinen mit hoher Antriebsleistung für höchste Produktivität. Kurzspanende Werkstoffe</p>





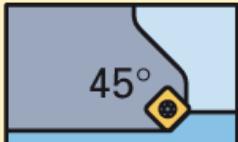
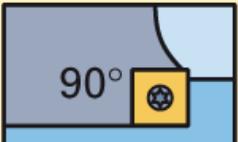
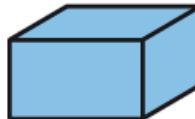
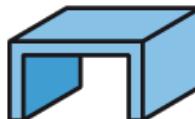
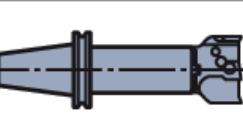
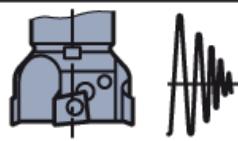
Vibrationen des Fräzers durch
wechselnde Kraftrichtung

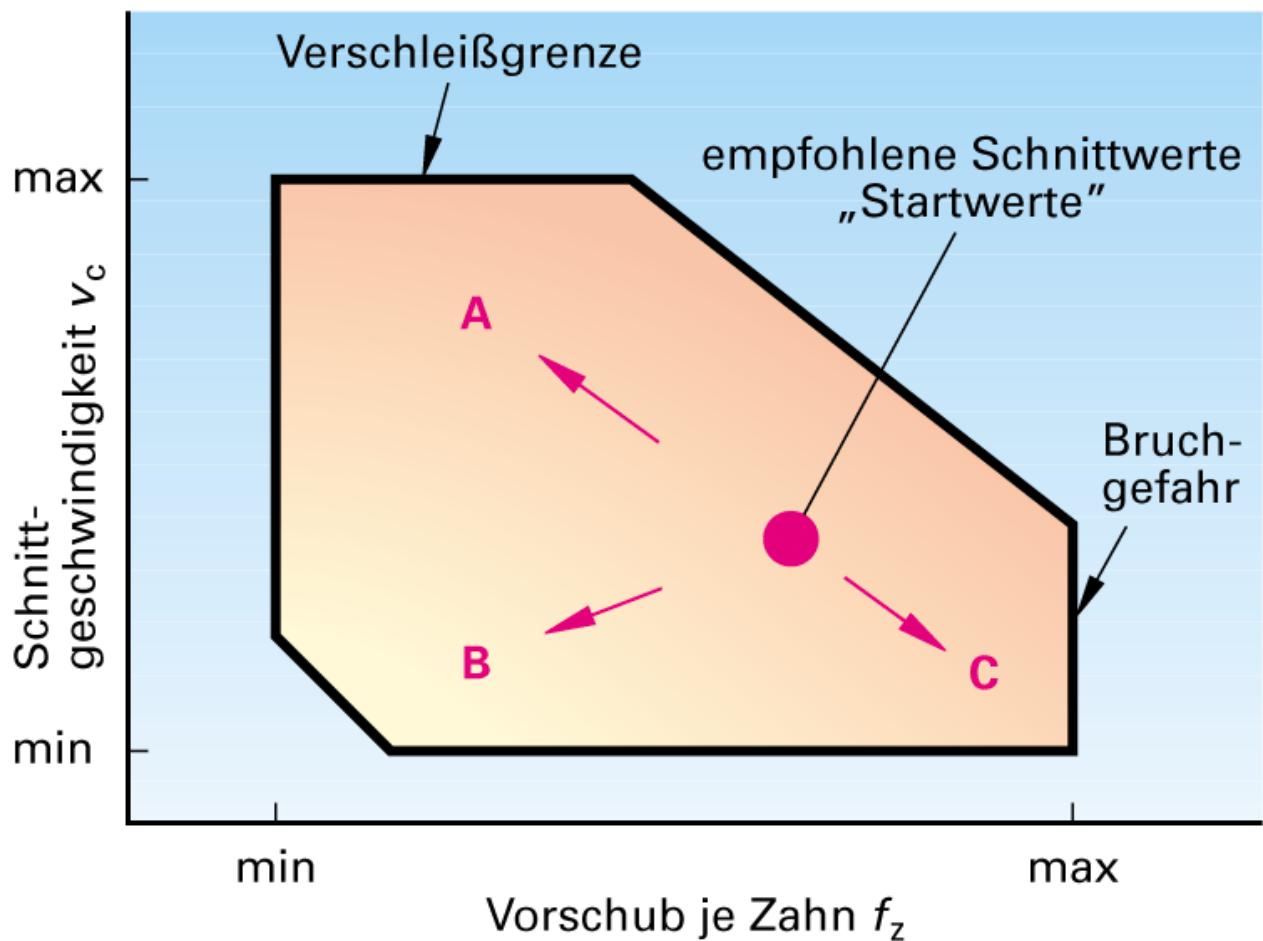


ruhiger Lauf durch
konstante Kraftrichtung



Tabelle 1: Wahl von Plan- und Eckfräsen mit weiter und enger Teilung

Bearbeitungseinflüsse auf die Fräserwahl	Planfräsen	Eckfräsen
		
	Teilung	Teilung
	steifes Werkstück stabile Maschine	●
	nachgiebiges Werkstück	●
	dünnwandige Stege	●
	Eckfräsen	●
	Neigung zu Kanten- ausbrüchen (Guss)	●
	große Werkzeug- auskragung	●
	Neigung zu Vibrationen	●
	bestmögliche Oberfläche	●

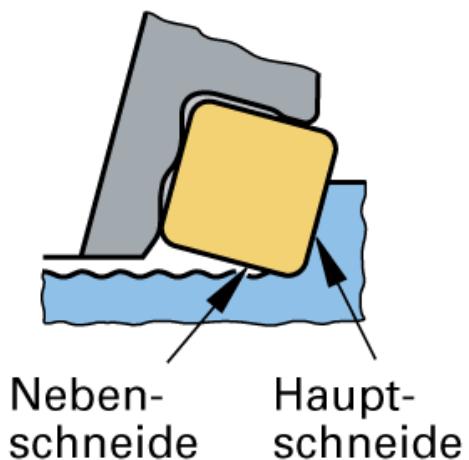


Die Änderung der Schnittwerte gegenüber den empfohlenen „Startwerten“ in Richtung A, B oder C bewirkt:

- A** – Verbesserung der Oberflächengüte durch Vergrößerung der Schnittgeschwindigkeit und Verkleinerung des Vorschubes
- B** – Höhere Standzeit und Frässicherheit bei labilen Werkstücken, schlechtem Maschinenzustand oder problematischen Schmiedeteilen
- C** – Verringerung von Vibrationen durch Vergrößerung des Vorschubes

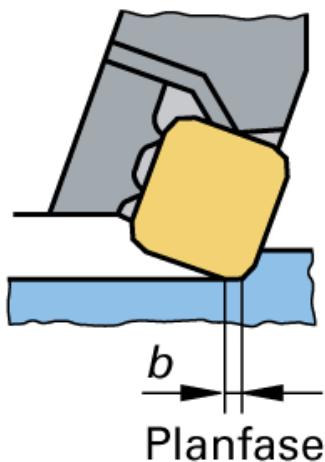
Vorfräsen

Radiusplatte

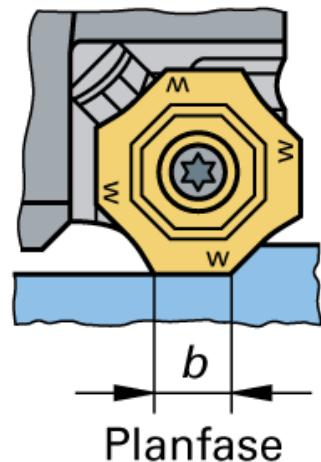


Fertigfräsen

Planfasenplatte



Wiper-WSP



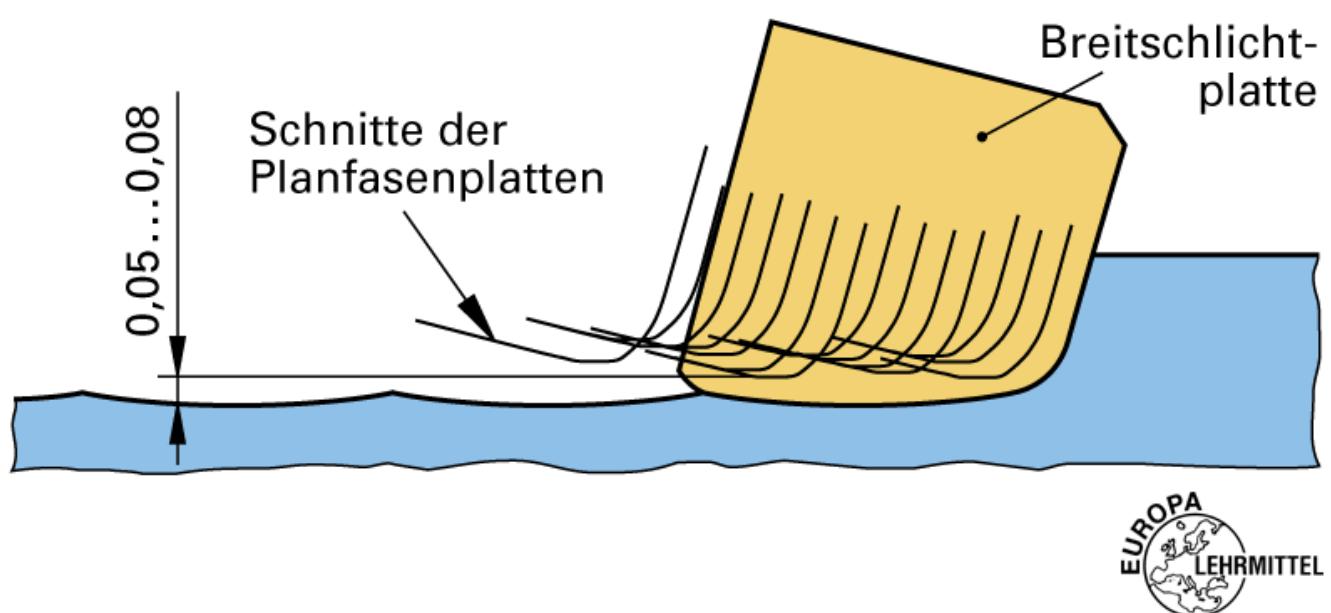
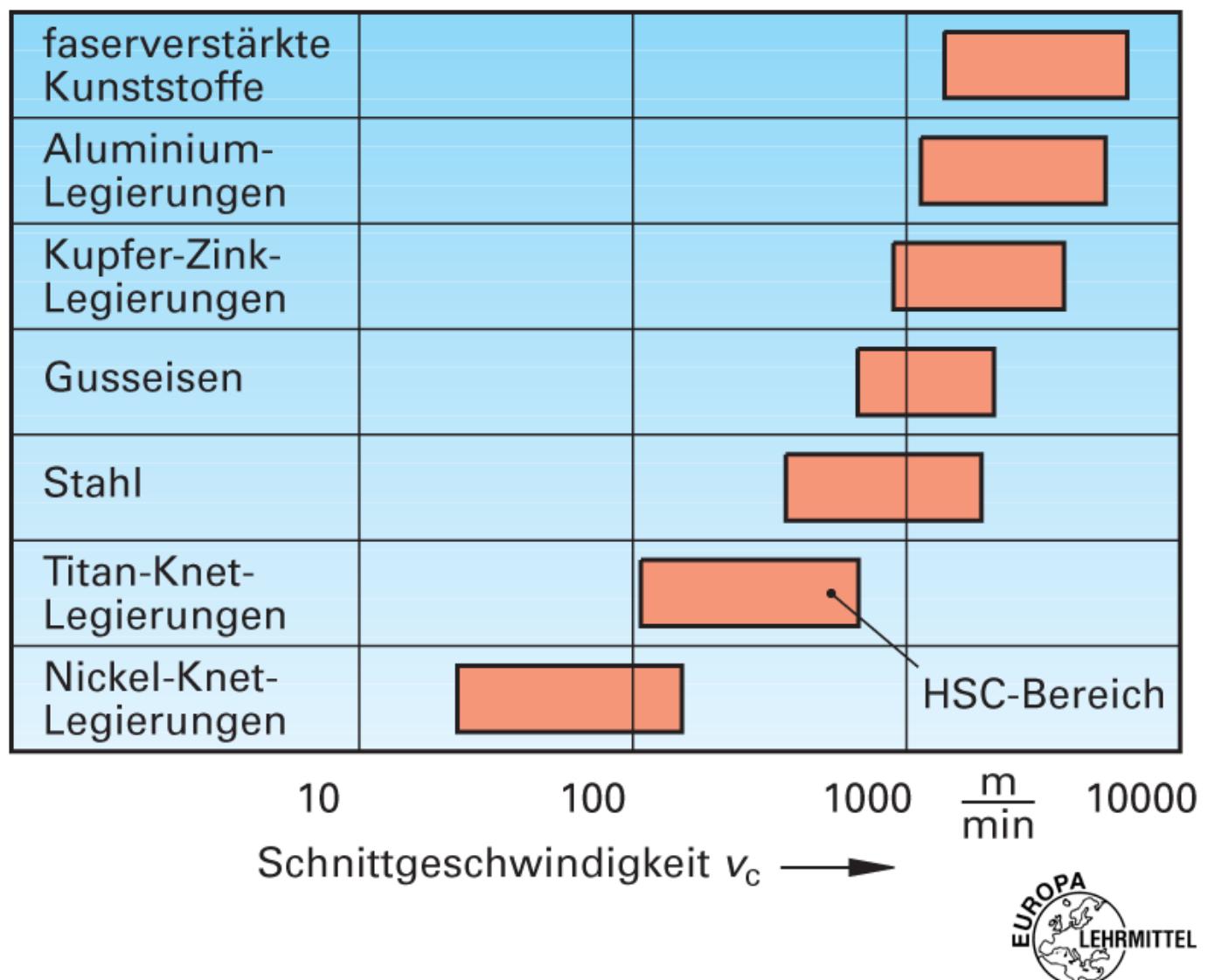
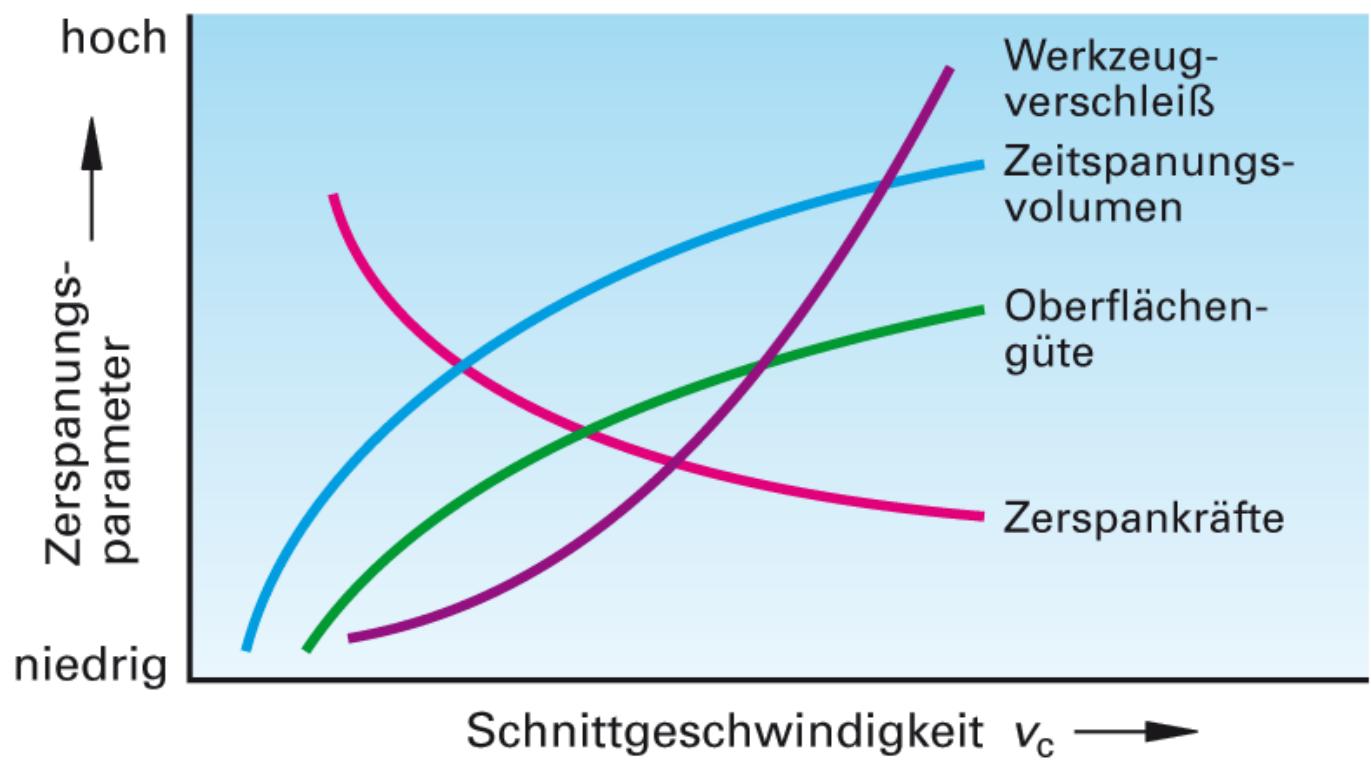


Tabelle 1: Maßnahmen bei Frässtörungen

Verschleißprobleme							Allgemeine Probleme			Abhilfe-Maßnahmen	
Plattenbruch	Kantenausbröckelung	Starker Freiflächenverschleiß	Starker Kolkverschleiß	Aufbauschneide	Kammrisse	Rattern, Vibrieren	Schlechte Oberflächenqualität	Ausbröckeln d. Werkstückkanten	Überlastung der Maschine		
	•			•		•	•			Schnittgeschwindigkeit v_c erhöhen	Schnittwerte
		•	•		•				•	Schnittgeschwindigkeit v_c vermindern	
		•	•	•	•					Vorschub je Zahn f_z erhöhen	
•	•						•	•	•	Vorschub je Zahn f_z vermindern	
								•	•	Schnitttiefe vermindern	Schneidplatte
•	•				•					Zähre Schneidplatte wählen	
		•	•				•			Verschleißfestere bzw. beschichtete Sorte wählen	
	•		•	•		•		•	•	Positiveren Spanwinkel wählen	
	•				•					Höhere Schneidkantenstabilität wählen	Schnittbedingungen
						•		•		Einstellwinkel kleiner wählen	
						•	•			Plan- und Rundlauf der Schneiden prüfen	
•						•		•		Fräserposition zum Werkstück ändern	
•	•					•	•			Fräser und Werkstück stabiler spannen	
	•				•					Keinen Kühlsmierstoff verwenden	





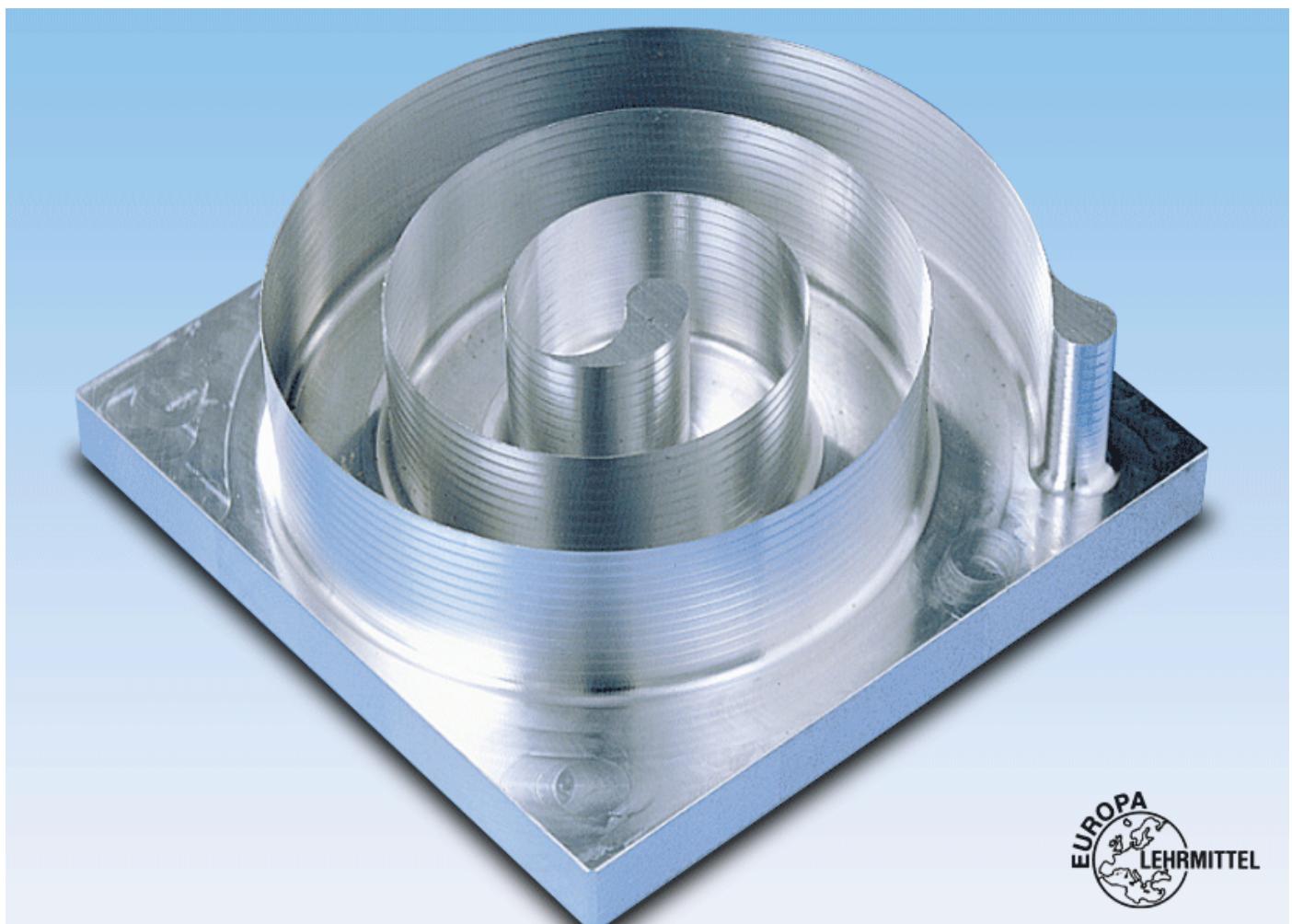
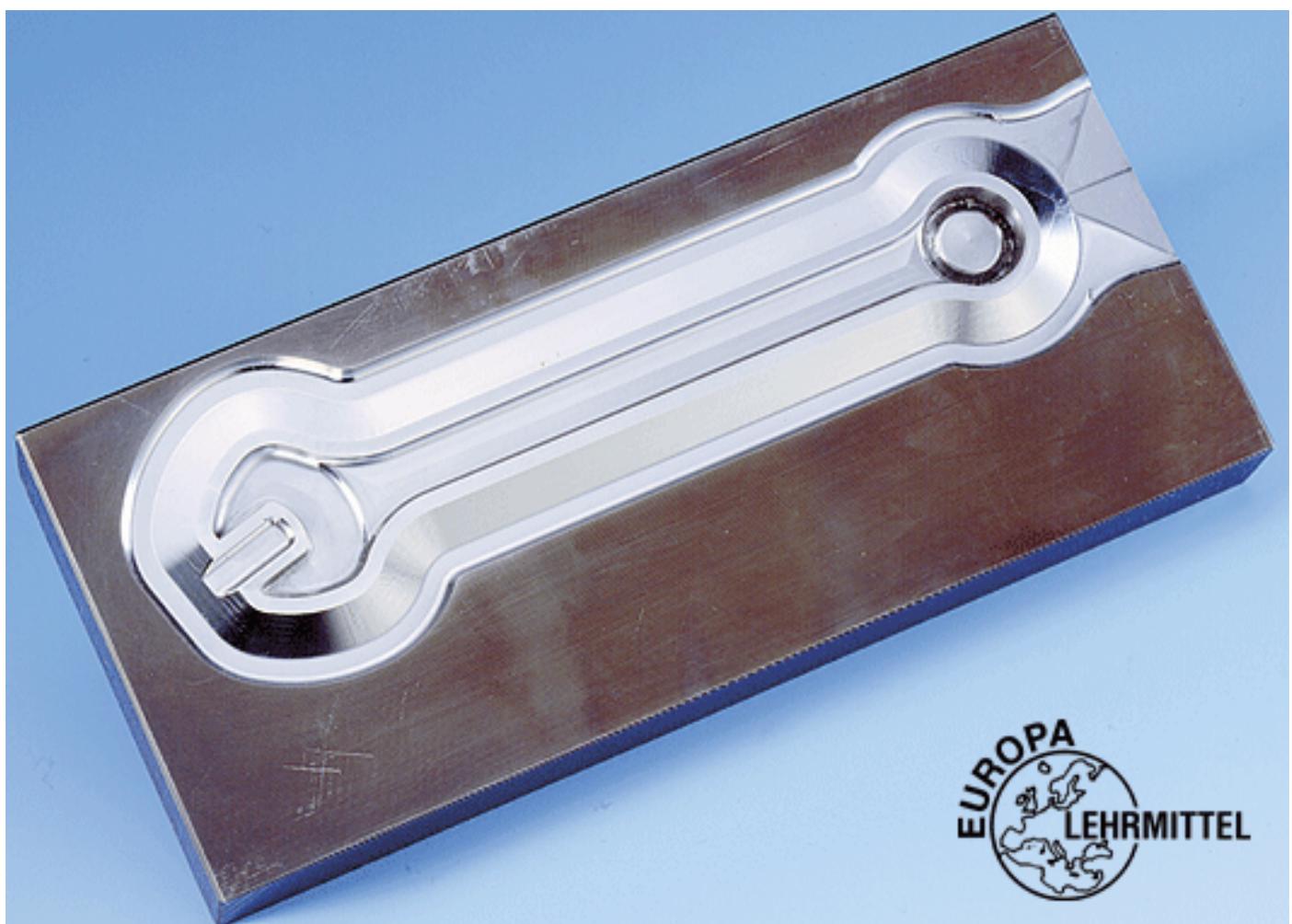
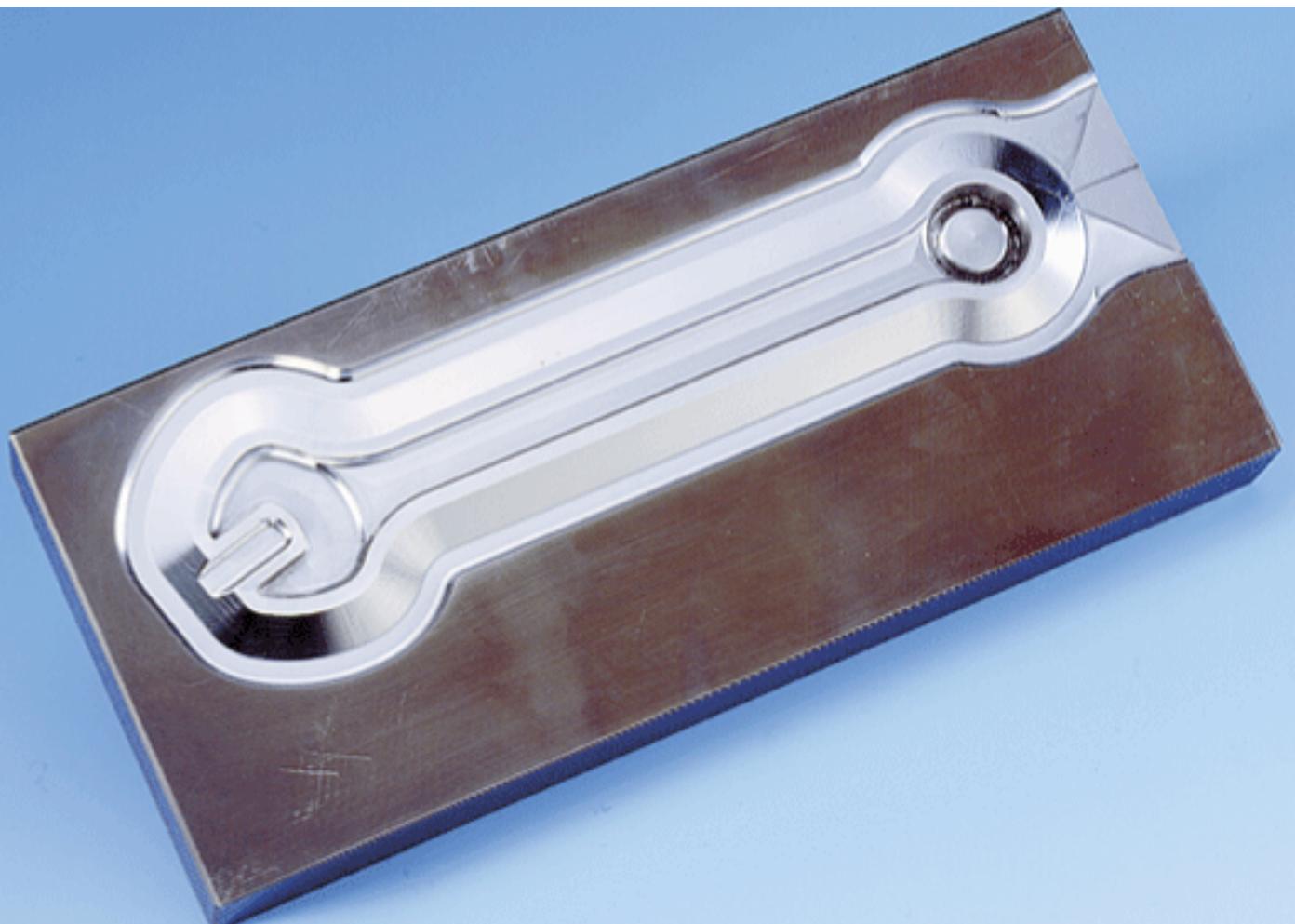


Tabelle 1: Anwendungsgebiete der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung

Vorteile	Anwendungsgebiete
hohes Zeitspannungsvolumen	Bearbeitung von Formen, Gesenken, Aluminiumteilen und Grafit
hohe Oberflächen-güte	feinmechanische und optische Teile, Spritzgießformen, Schmiedegesenke
niedrige Zerspan-kräfte	Bearbeitung dünnwandiger Werkstücke
hohe Maß- und Formgenauigkeit	Präzisionsteile
Wärmeableitung durch die Späne	Bearbeitung wärmeempfindlicher Werkstücke (Magnesium)







Fertigung der Elektrode, Erodieren und Polieren

17 Stunden

HSC-Fräsen

88 min

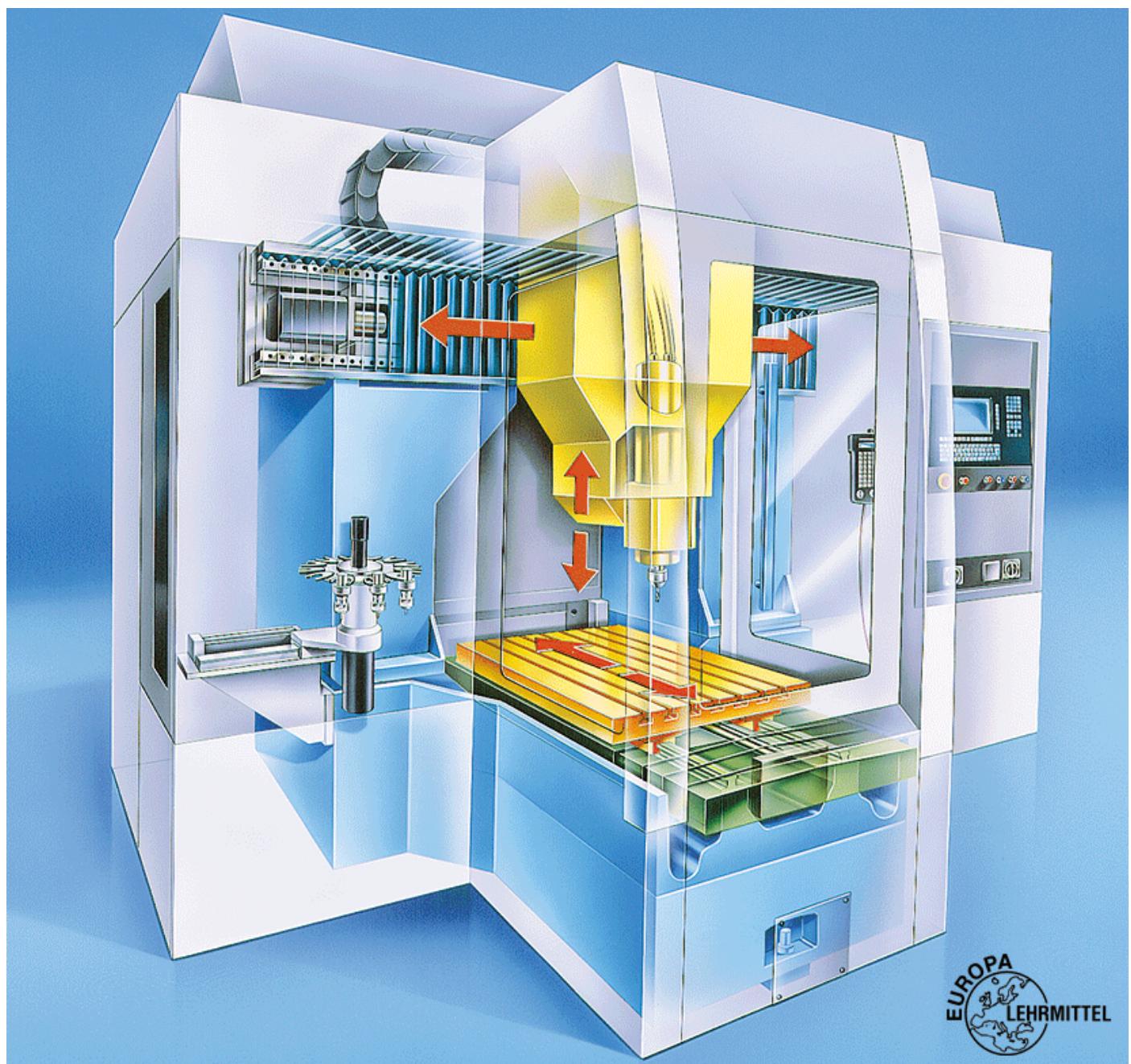






Merkmal	übliches Fräsen	HSC-Fräsen
Fräsezeit	84 min	39 min
Rautiefe	$Ra = 0,6 \mu\text{m}$	$Ra = 0,4 \mu\text{m}$





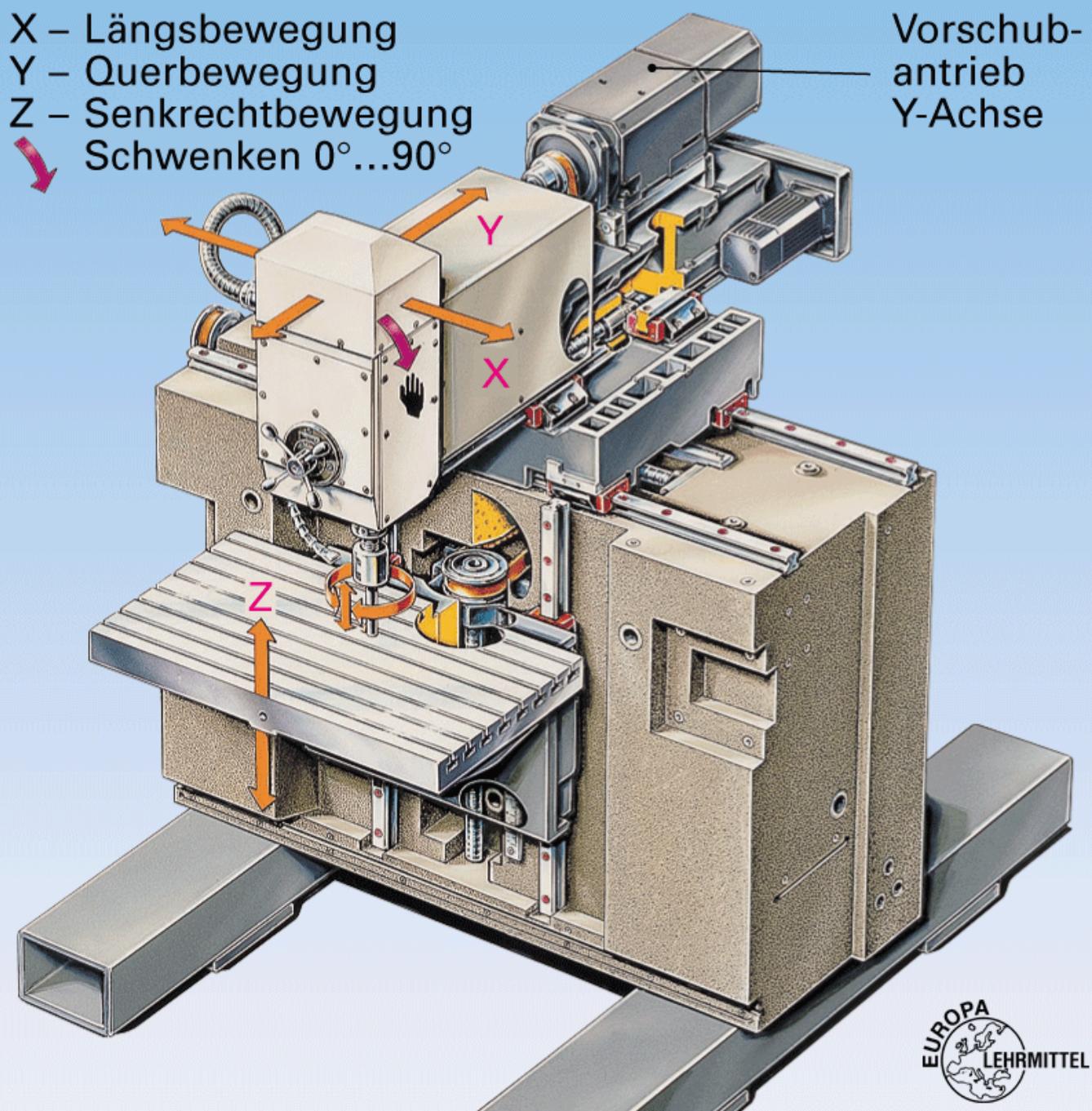
EUROPA
LEHRMITTEL





X – Längsbewegung
Y – Querbewegung
Z – Senkrechtbewegung
Schwenken $0^\circ \dots 90^\circ$

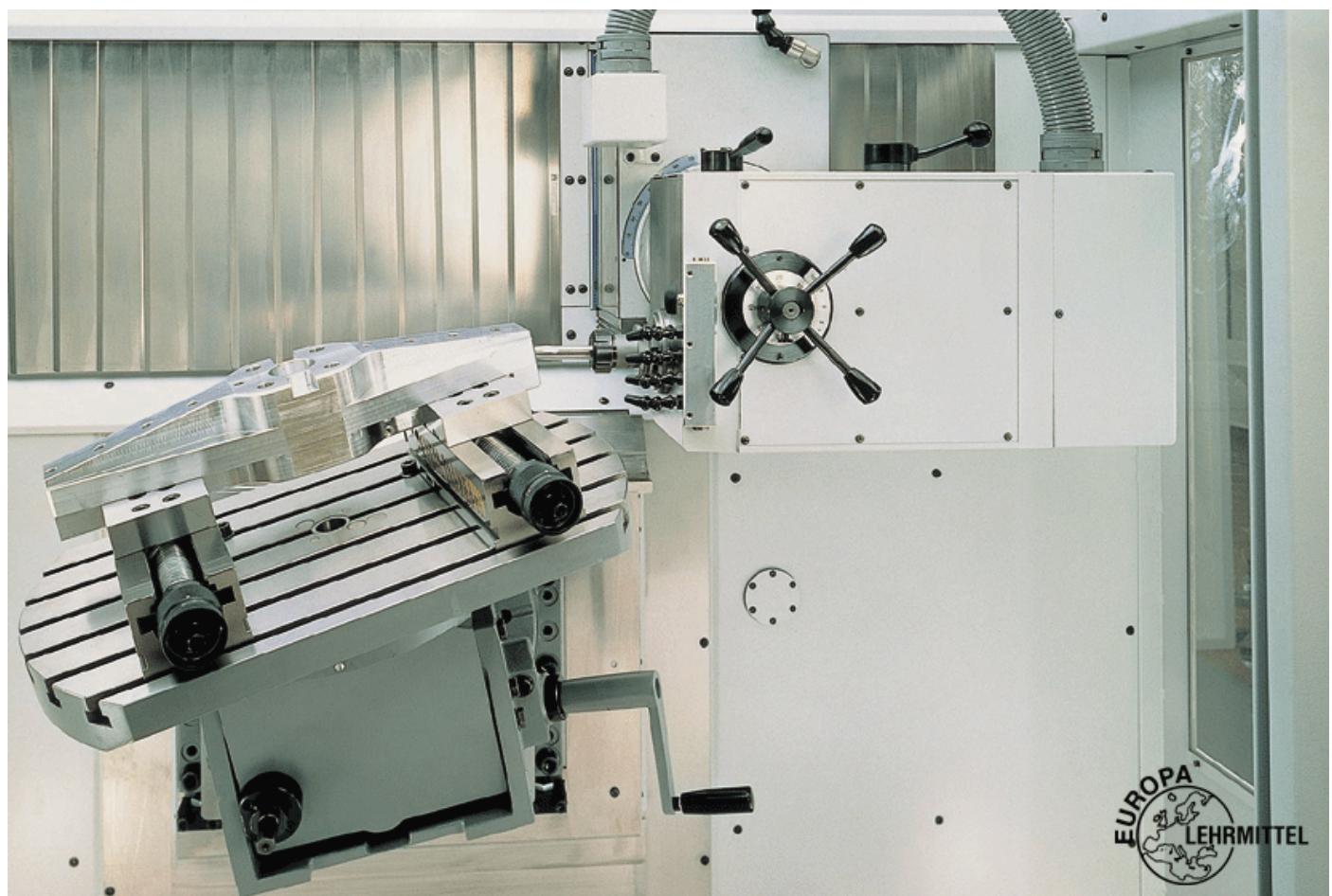
Vorschub-
antrieb
Y-Achse

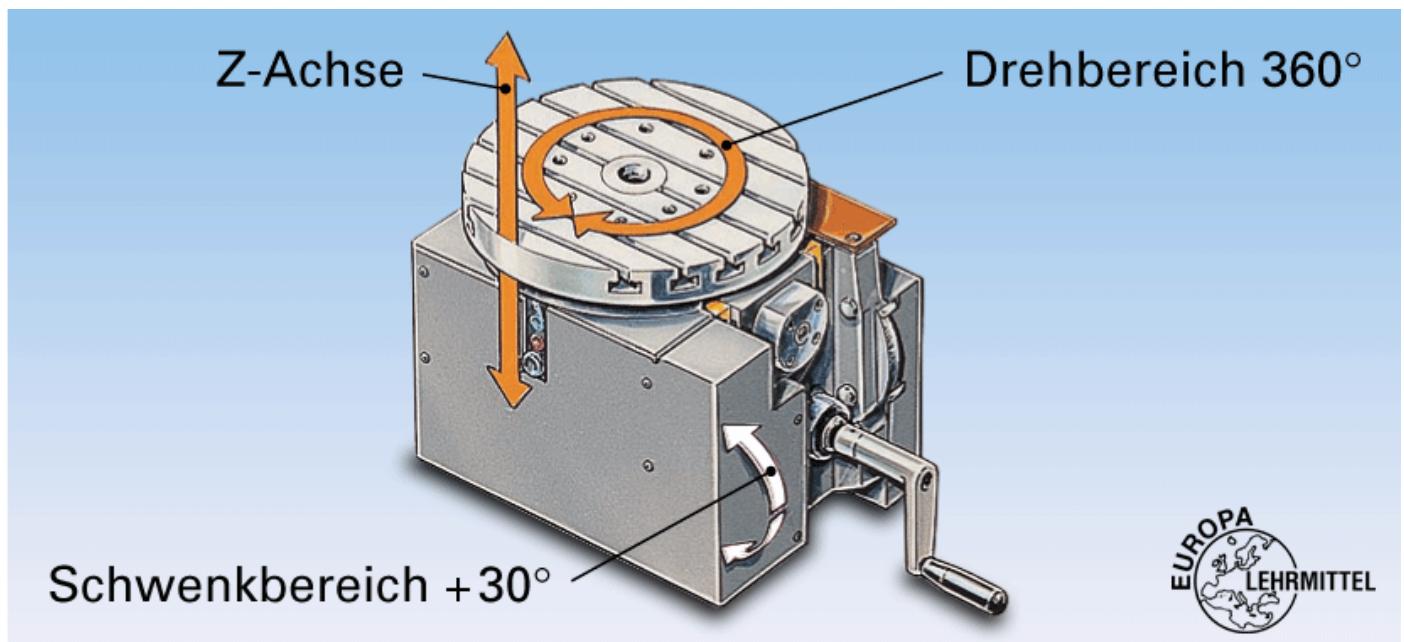


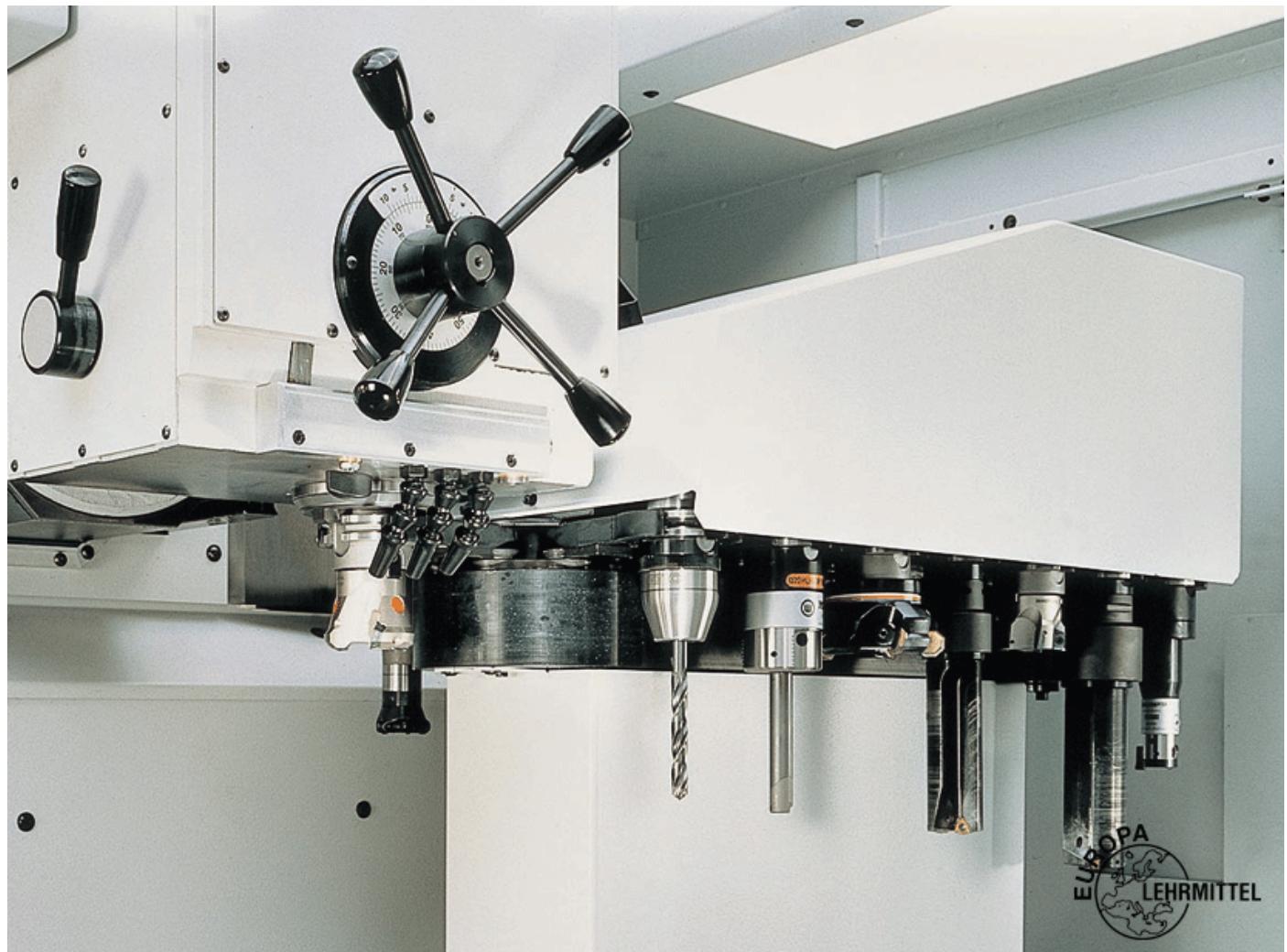
**Tabelle 1: Technische Daten aus der
Maschinenkarte**

Verfahrweg X, Y, Z	630, 500, 500 mm
Antriebsleistung	11 kW
Drehzahlbereich	20 ... 7 000/min
Eilgang X, Y, Z	15 m/min
Vorschubbereich	bis 1 500 mm/min
Steuerung	CNC-Bahnsteuerung
Optionen (nach Kundenwunsch)	Universal-Aufspanntisch, Winkel- tisch, NC-Rundtisch, Werkzeug- wechsler

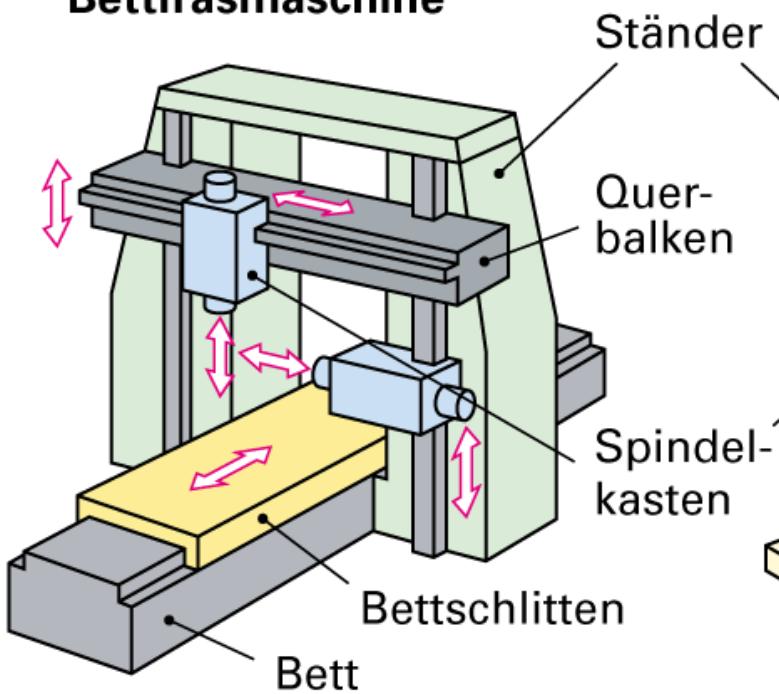




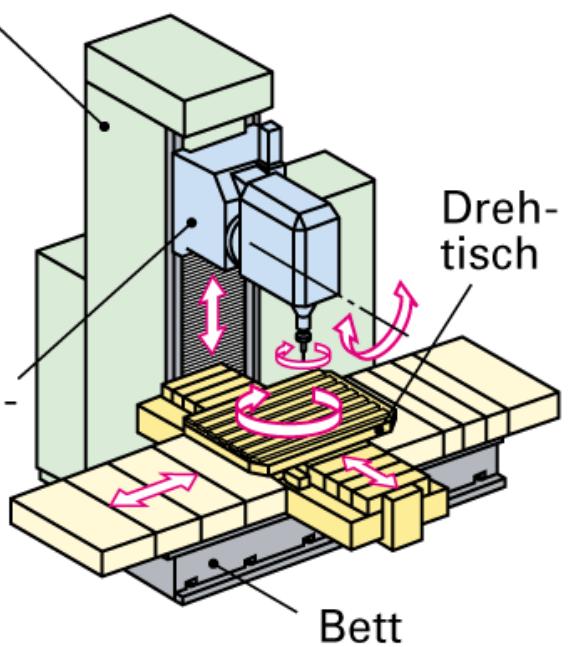




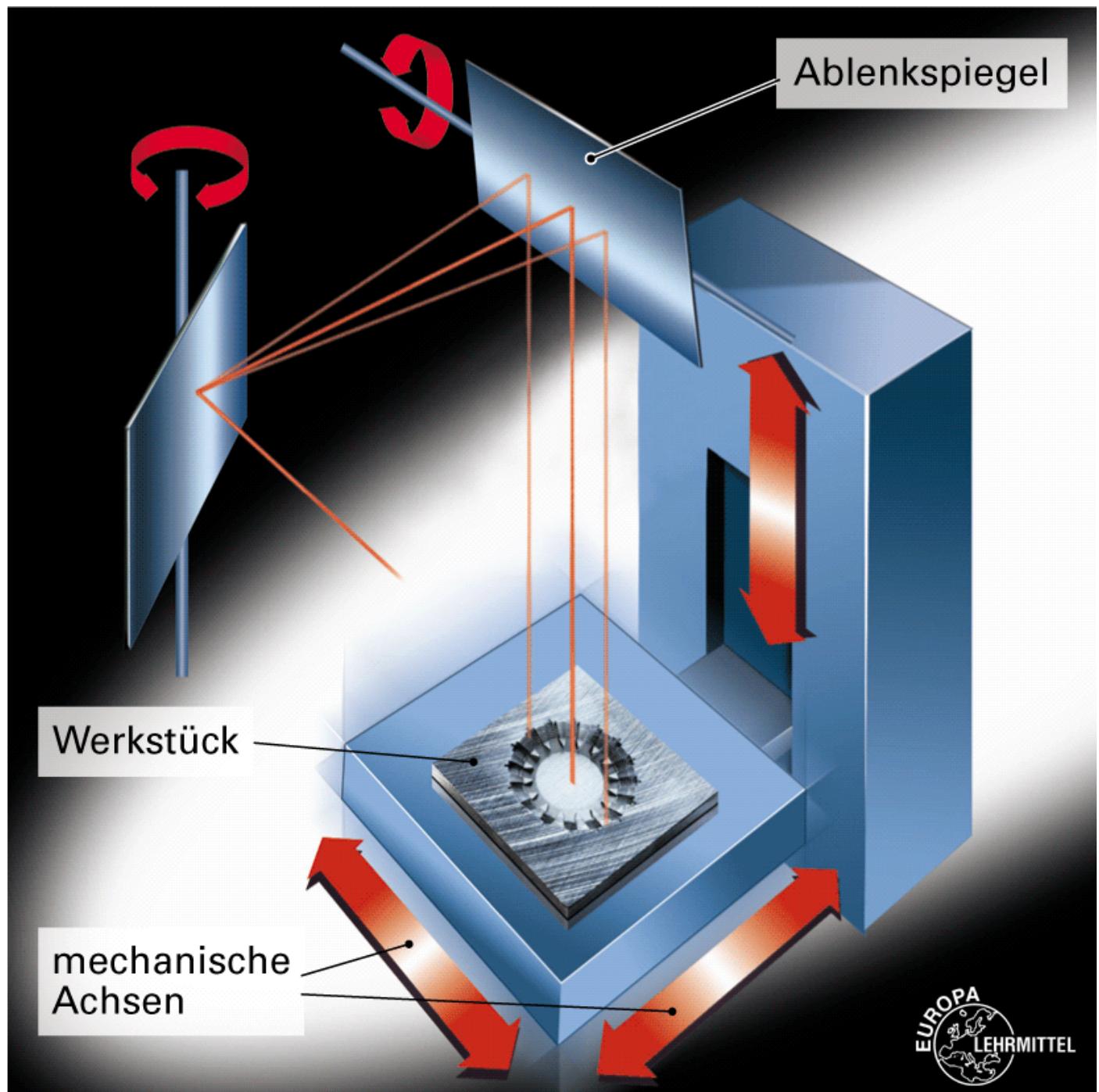
Bettfräsmaschine

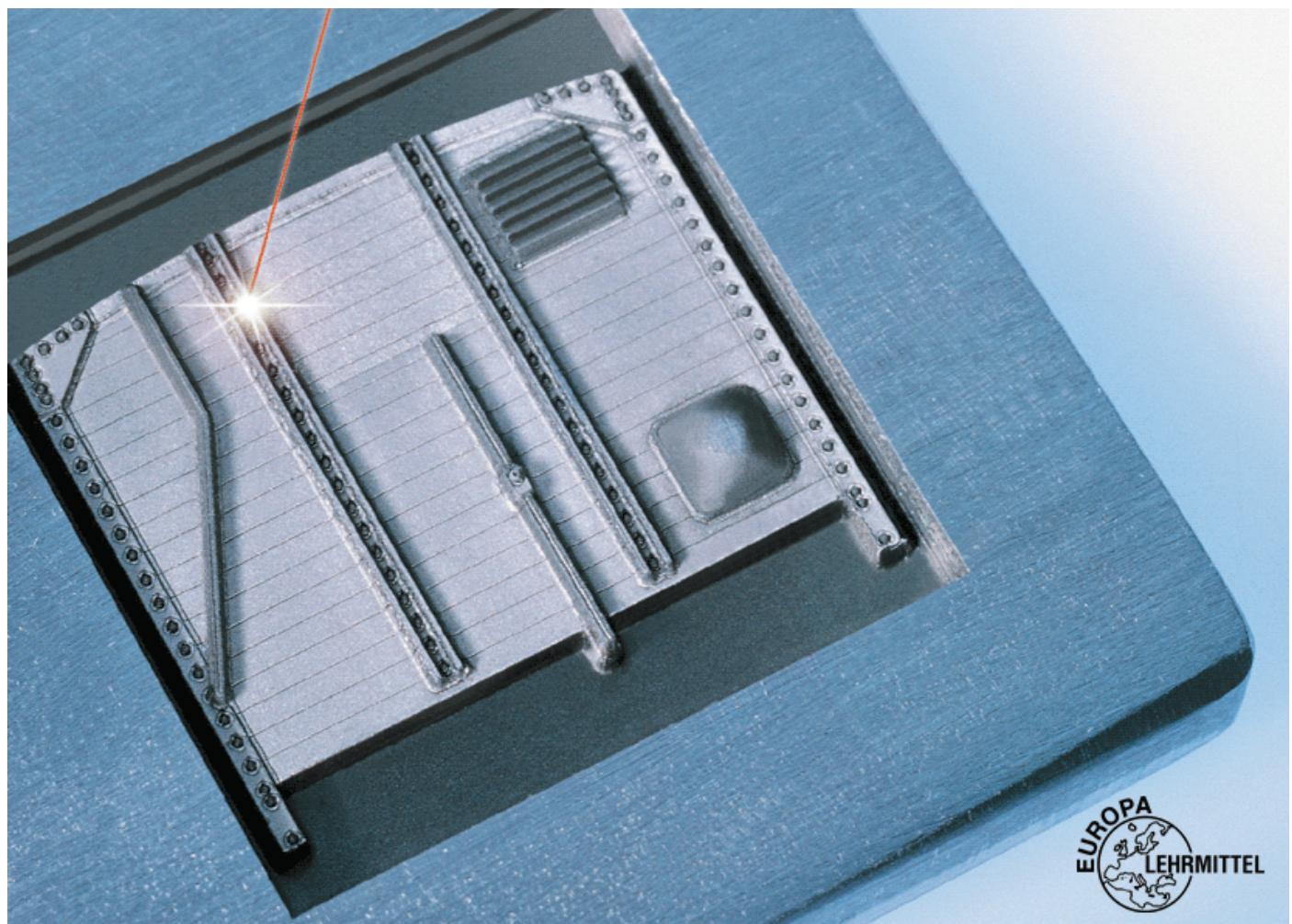


Fräs-Bohr-Zentrum









EUROPA
LEHRMITTEL

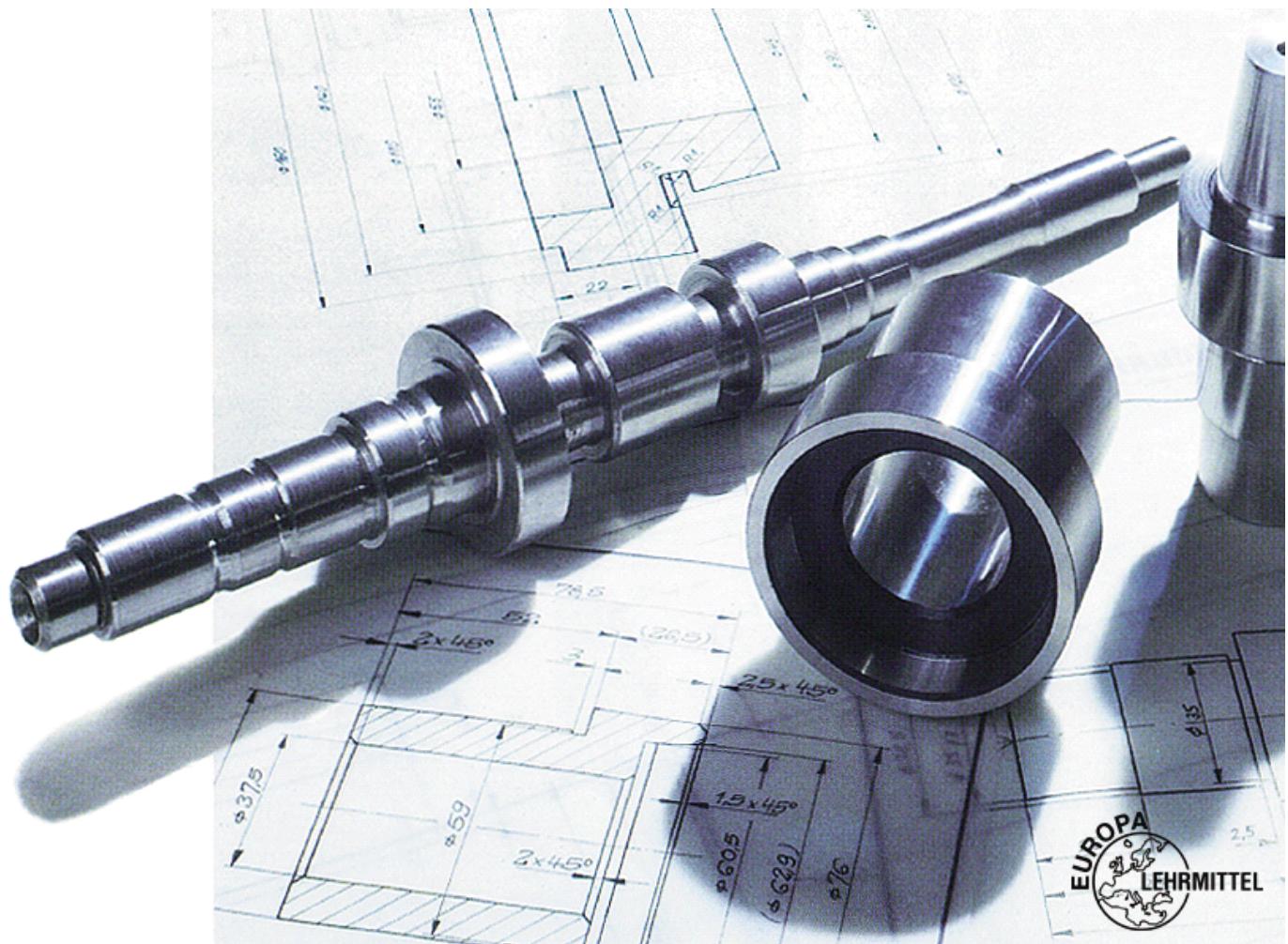
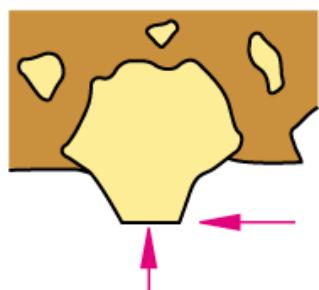


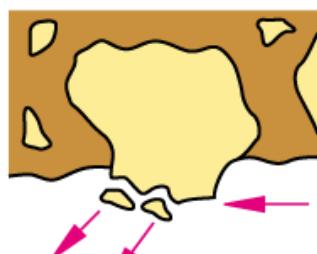
Tabelle 1: Schleifmittelarten

Zeichen	Schleifmittel	Knoop-härte* N/mm ²	Wärme-beständigkeit bis	Einsatzgebiete
A	Normalkorund Halbedelkorund (Al ₂ O ₃)	16 350... 20 800	2 000 °C	mittelzähe bis harte Werkstoffe unter 60 HRC (R _m < 500 N/mm ²) wie ungehärteter Stahl, Temperguss
	Edelkorund (Al ₂ O ₃)	21 000		zähharte Stähle über 60 HRC, wie Werkzeugstahl; Schleifen und Polieren von Glas
C	Siliciumcarbid (SiC)	24 800	1 370 °C	Planschleifen von HM, GG, Keramik, NE-Metalle; Abrichten von Schleifscheiben, Schleifen von Hand
B	Bornitrid (BN)	47 000	1 200 °C	Präzisionsschleifen von zähharten Stählen, wie HSS-Stahl, Warm- und Kaltarbeitsstahl
D	Diamant (C)	70 000	800 °C	Präzisionsschleifen von zähharten und spröden Werkstoffen, wie HM, GG, Glas, Keramik, Nickellegierungen

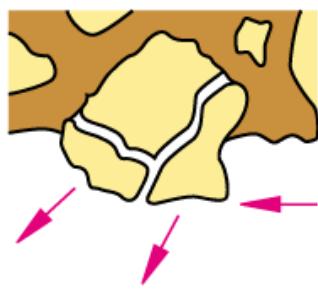
* Nach Knoop wird die Eindringtiefe mit einer Diamantpyramide mit den Öffnungswinkeln 172,5° und 130° gemessen.



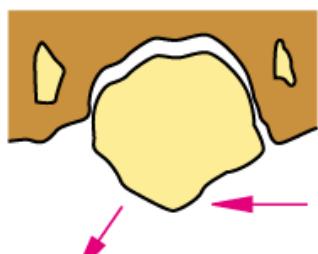
Verschleiß-
flächen-
bildung



Mikro-
splitterung
des Korns



Kornbruch



Kornaus-
bruch

Mikroverschleiß

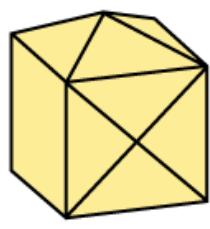
Makroverschleiß



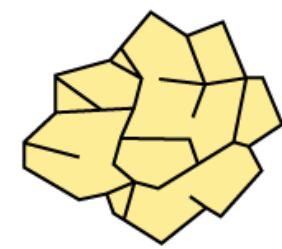
spitzes Korn



blockiges Korn



monokristallin



polykristallin

z.B. Korund,
Siliciumcarbid

z.B. Bornitrid,
Diamant

z.B. Bornitrid,
Diamant



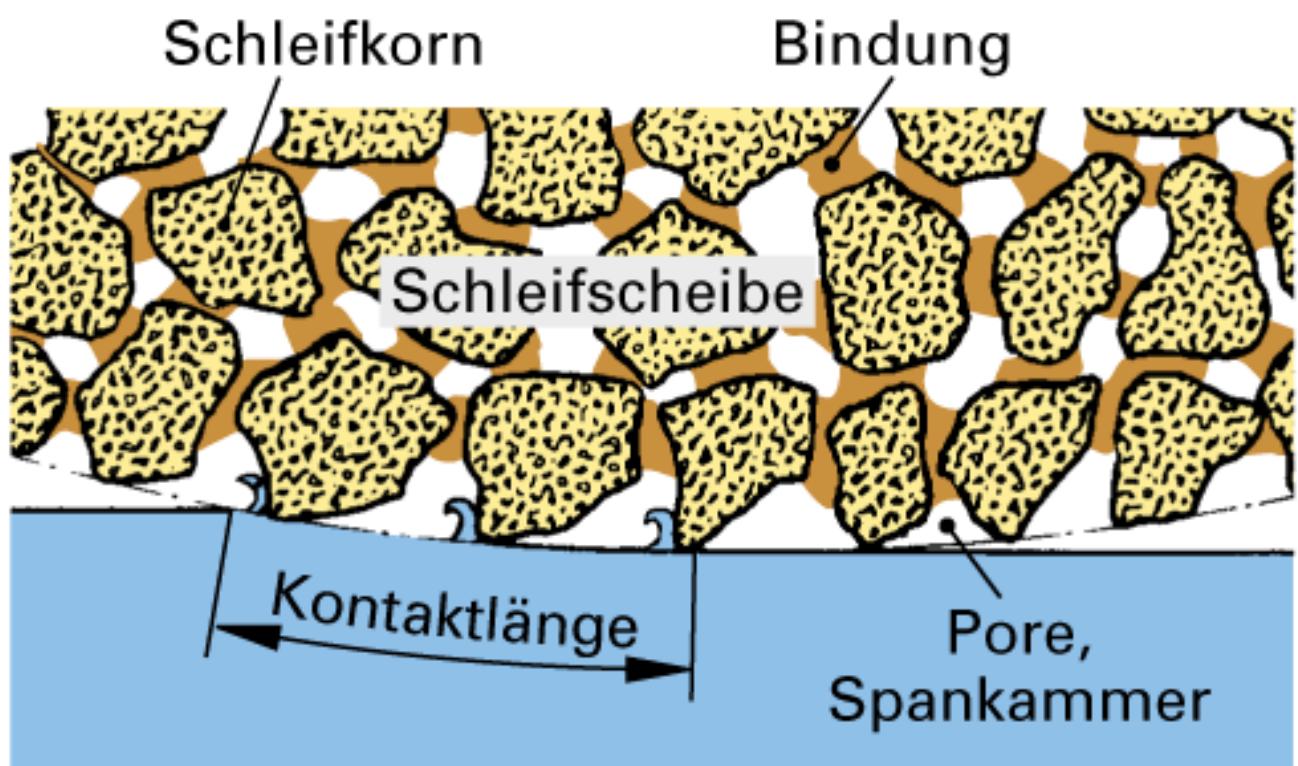
Tabelle 1: Einsatz der Körnungen

Werkzeugstahl, gehärtet				Honen
Werkzeugstahl, ungehärtet				Läppen
GS, GTW, GTS, GG				Polieren
Baustahl				
Rautiefe R_z in μm	20...8	8...1,5	1,5...0,3	0,3...0,2
Körnung	8...24	30...60	70...220	230...1200
Korngröße in mm	4...1	1...0,3	0,3...0,08	0,08...0,003
Bezeichnung	grob	mittel	fein	sehr fein
	Makrokörnung		Mikrokörnung	

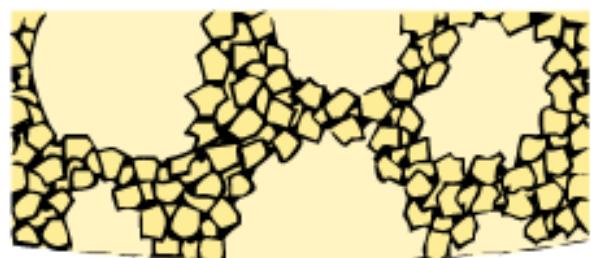
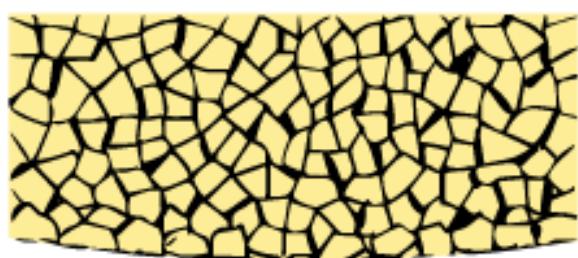
Tabelle 2: Bindung der Schleifkörper

Zeichen	Bindungsart	Einsatzgebiete
V	Keramische Bindung	Schrupp- und Feinschleifen von Stählen mit Korund und Siliciumcarbid
B BF	Kunstharz-bindung faserstoff-verstärkt	Schrupp- und Trennschleifen, Hochdruckschleifen mit Zirkonkorund, Profilschleifen mit Diamant und Bornitrid
M	Metall-bindung	Profil- und Werkzeugschleifen mit Diamant oder Bornitrid (Nassschliff)
G	Galvanische Bindung	Innenschleifen von HM, HSS Handschleifen
R RF	Gummibind. faserstoffv.	Trennschleifen Regelscheiben





geschlossenes Gefüge – offenes Gefüge



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 13 14

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 13 14



Schema:

Bezeichnung	Form	Nennmaß	Werkstoff
-------------	------	---------	-----------

Beispiel:

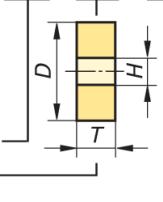
Schleifscheibe ISO 603-1 – 1 – 450 x 80 x 127 – A60K8V – 40 m/s

Form 1: gerade Schleifscheibe

Außendurchmesser $D = 450$ mm

Breite $T = 80$ mm

Bohrungsdurchmesser $H = 127$ mm



Arbeitshöchst-
geschwindigkeit 40 m/s

Bindung V: keramisch

Gefüge 8: mittel

Härtegrad K: weich

Körnung (60 Maschen/inch)

Schleifmittel A: Korund



Tabelle 1: Härte von Schleifkörpern

Härtegrad	Bezeichnung	Einsatzgebiete
A, B, C, D E, F, G	äußerst weich sehr weich	Tiefschleifen und Seitenschleifen harter Werkstoffe
H, I, J, K L, M, N, O	weich mittel	herkömmliches Metallschleifen
P, Q, R, S T, U, V, W X, Y, Z	hart sehr hart äußerst hart	Außen- Rundschleifen, weiche Werkstoffe



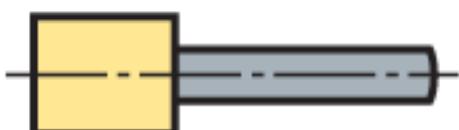
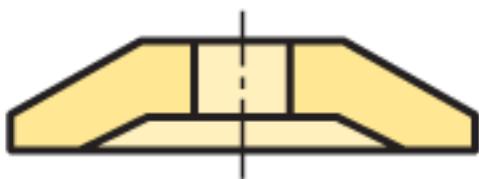
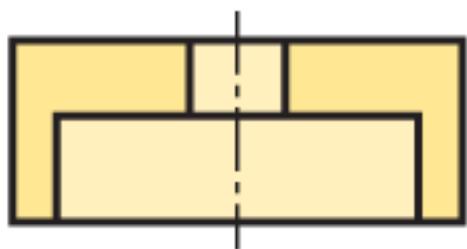
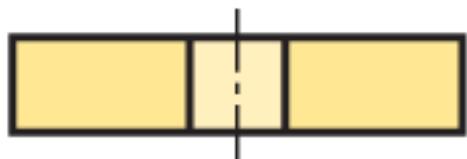
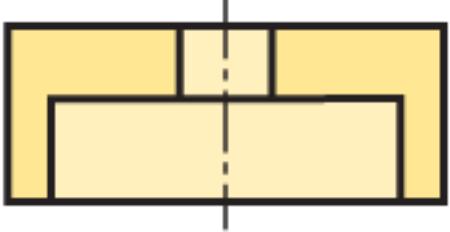
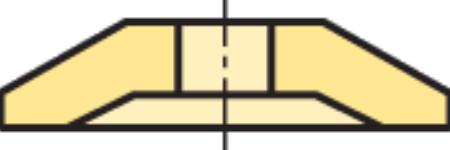
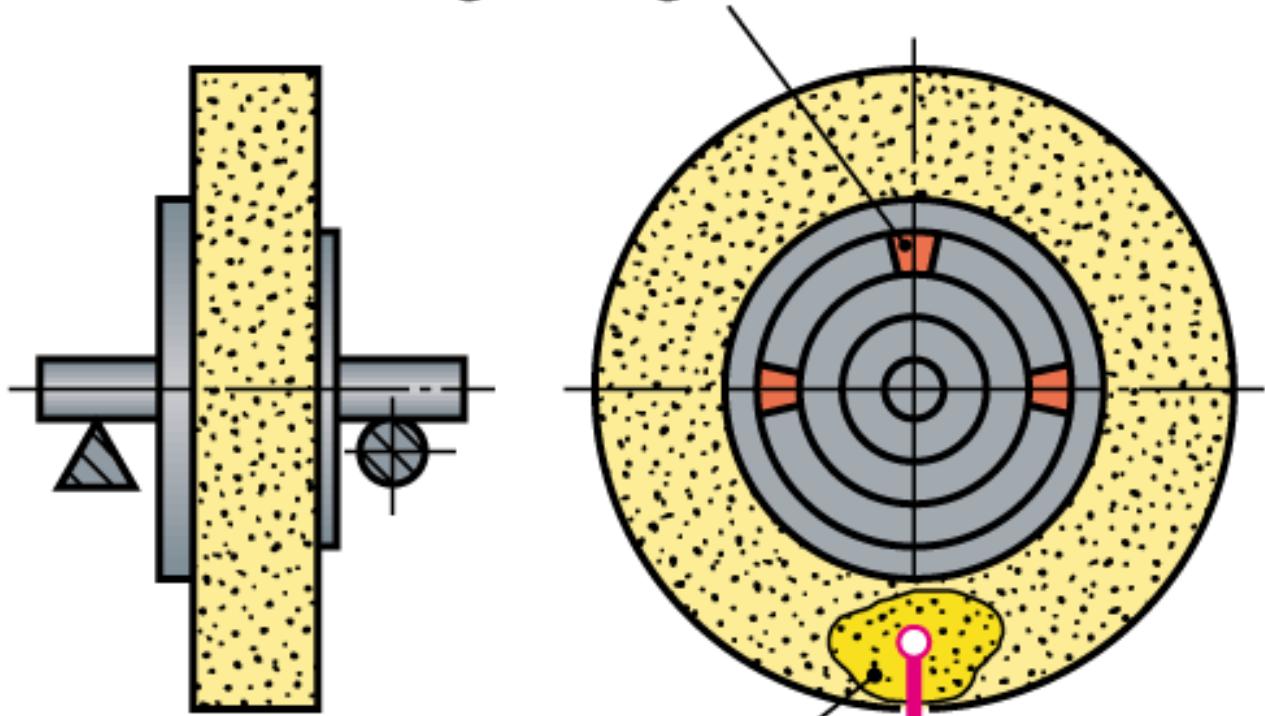


Tabelle 2: Schleifkörper

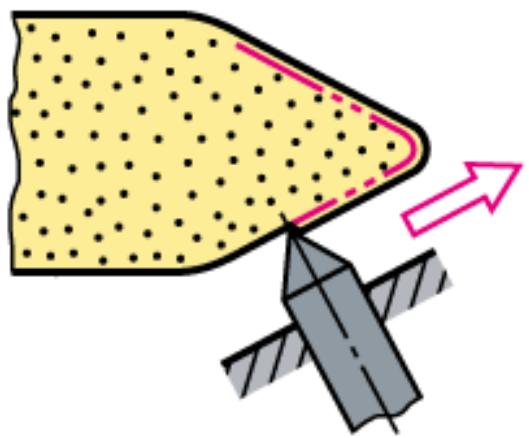
Form – Nr.	Gruppe
	1 Gerade Schleifscheibe
	6 Zylindrischer Schleiftopf
	12 Schleifteller
	52 Schleifstift- Zylinderform

Ausgleichgewicht



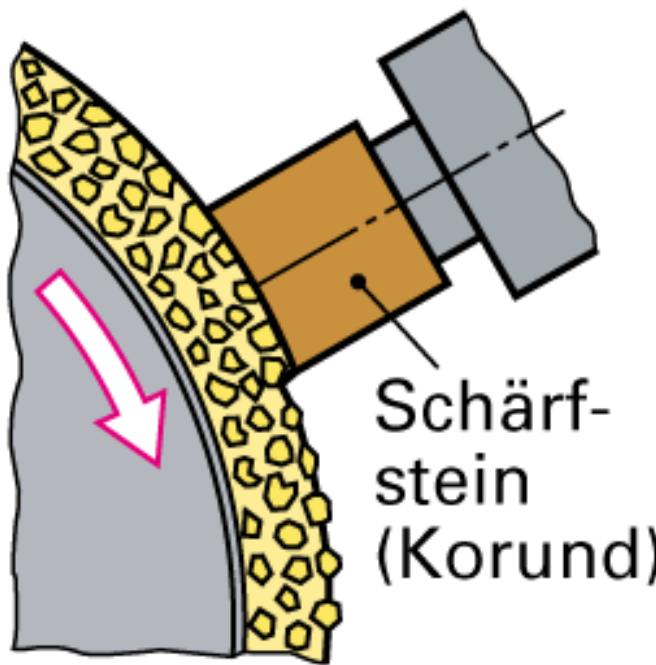
Bereich
höherer Dichte





Einzeldiamant

Formen und Schärfen

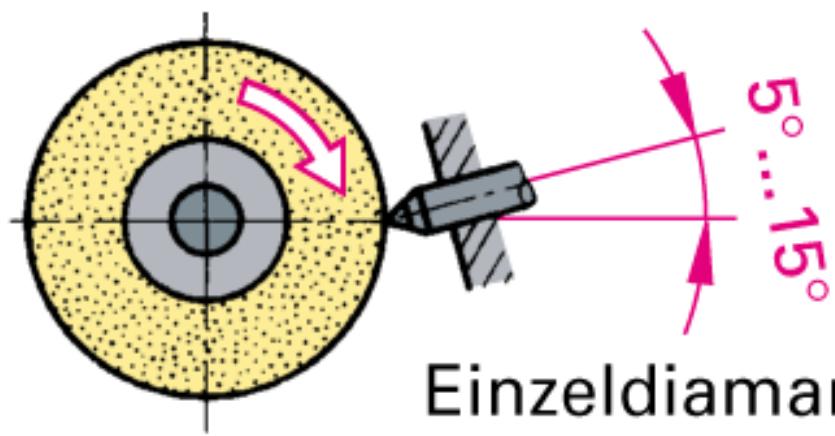
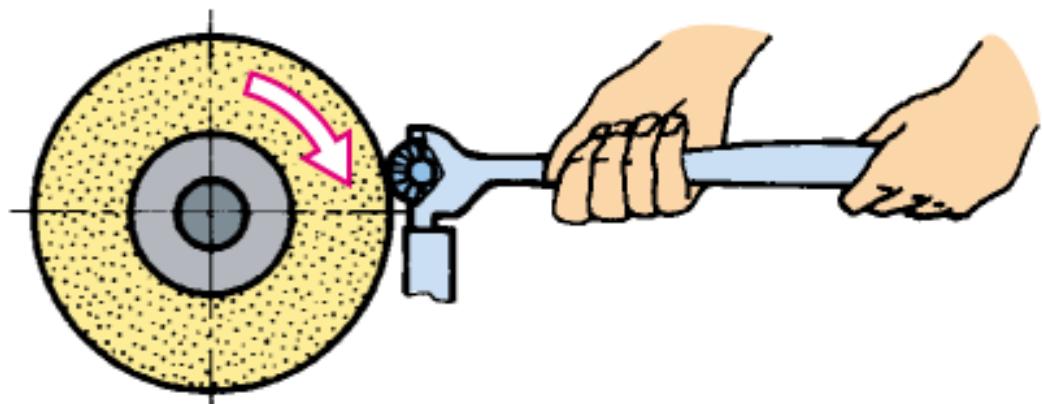


Schärfen



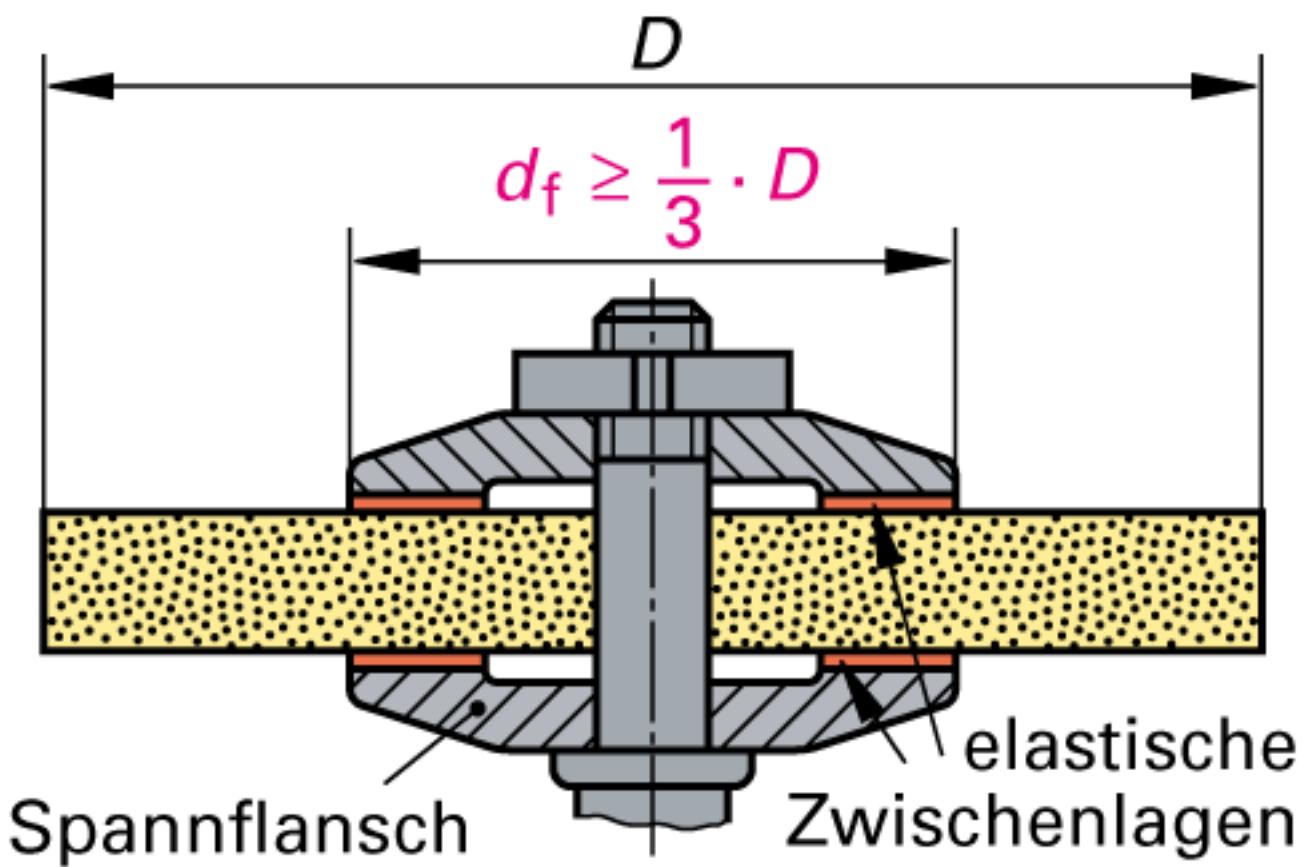


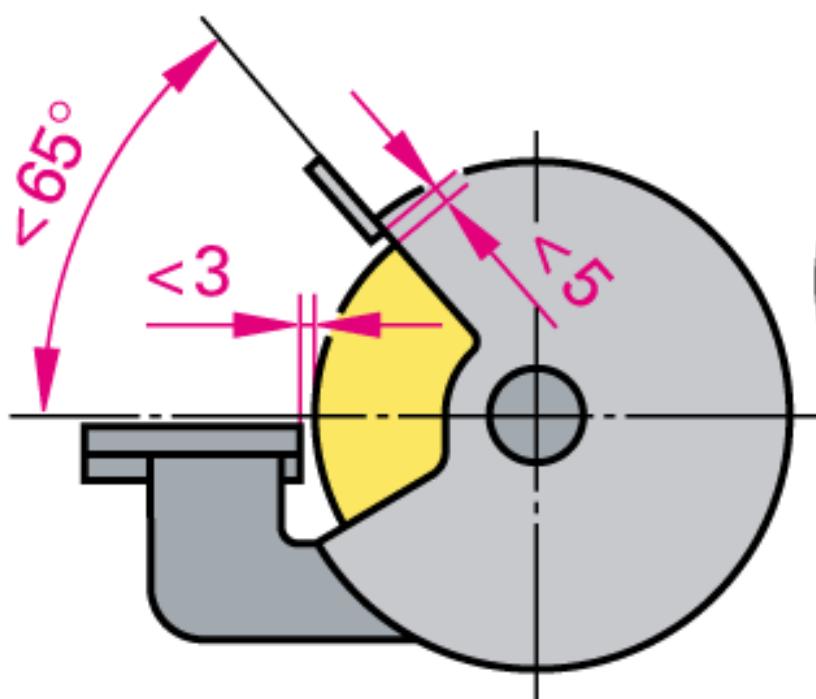
Stahl-Abdreh-
rädchen



Einzeldiamant

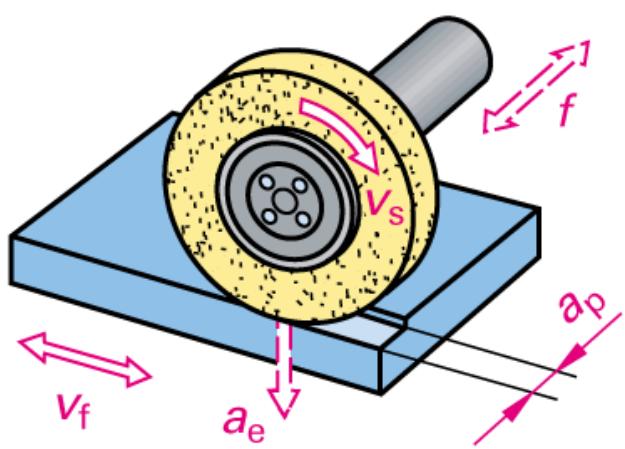




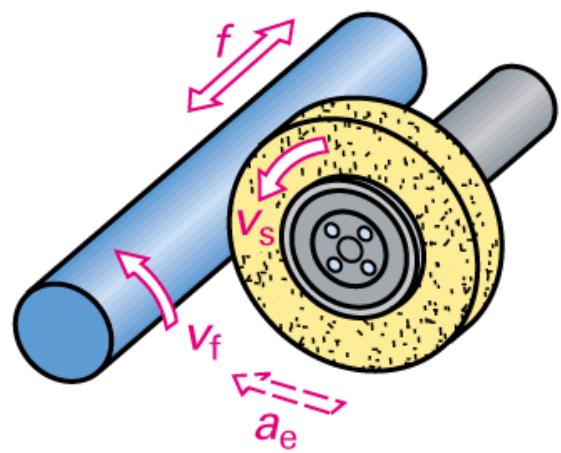


„Schutzbrille
tragen“





Umfangs-Planschleifen



Längs-Rundschleifen



Tabelle 1: Zerspangrößen in Abhängigkeit vom Schleifverfahren

Zerspangrößen	herkömmliches Schleifen	Hochgeschwindigkeitsschleifen	Tiefschleifen
v_s in m/s	20...35	60...120	10...35
v_f in m/min	4...30	1...4	0,003...0,3
$q = v_s : v_f$	20...120	500...7 000	500...200 000
a in mm	0,002...0,1	0,01...20	0,5...20

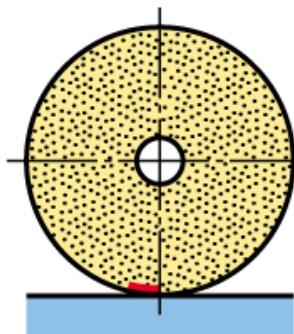


Tabelle 2: Zulässige erhöhte Arbeitsgeschwindigkeiten

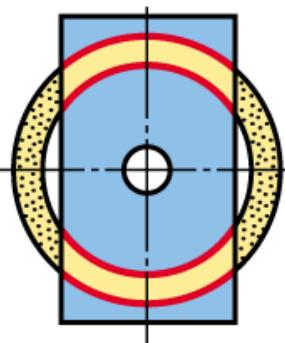
Farbstreifen	blau	gelb	rot	grün
v_{szul} in m/s	50	63	80	100



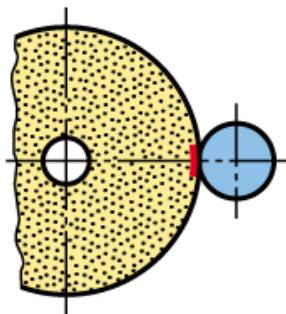
Umfang-
schleifen



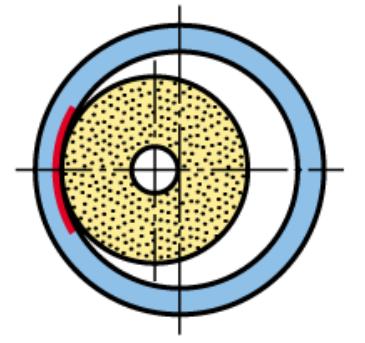
Seiten-
schleifen



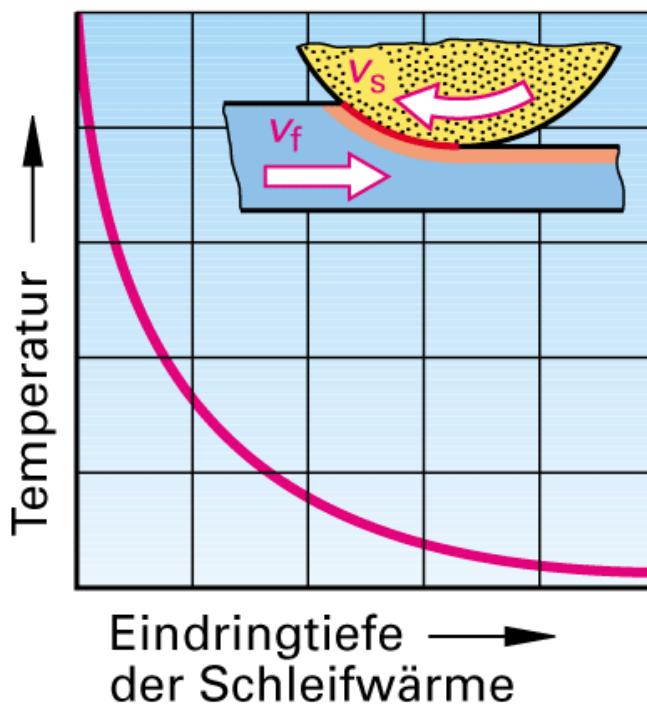
Außen-
Rundschleifen



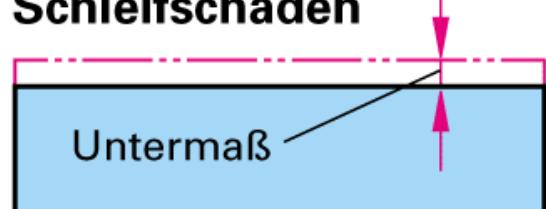
Innen-
Rundschleifen



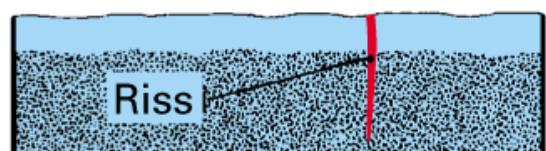
Temperaturverlauf in der Werkstückrandzone



Schleifschäden



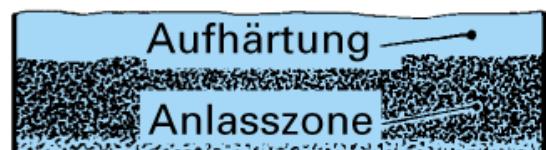
Maßabweichung



Rissbildung



Brandfleck



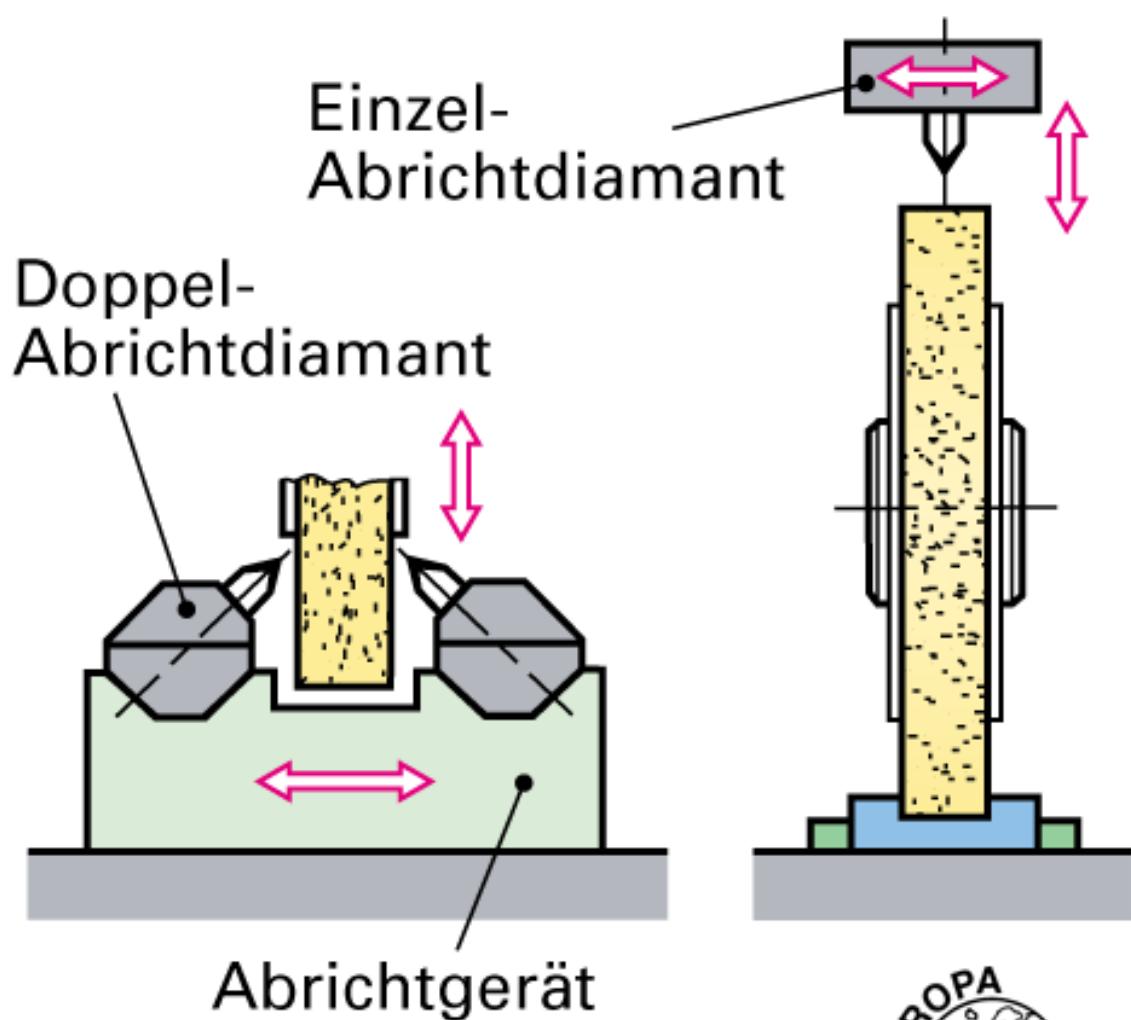
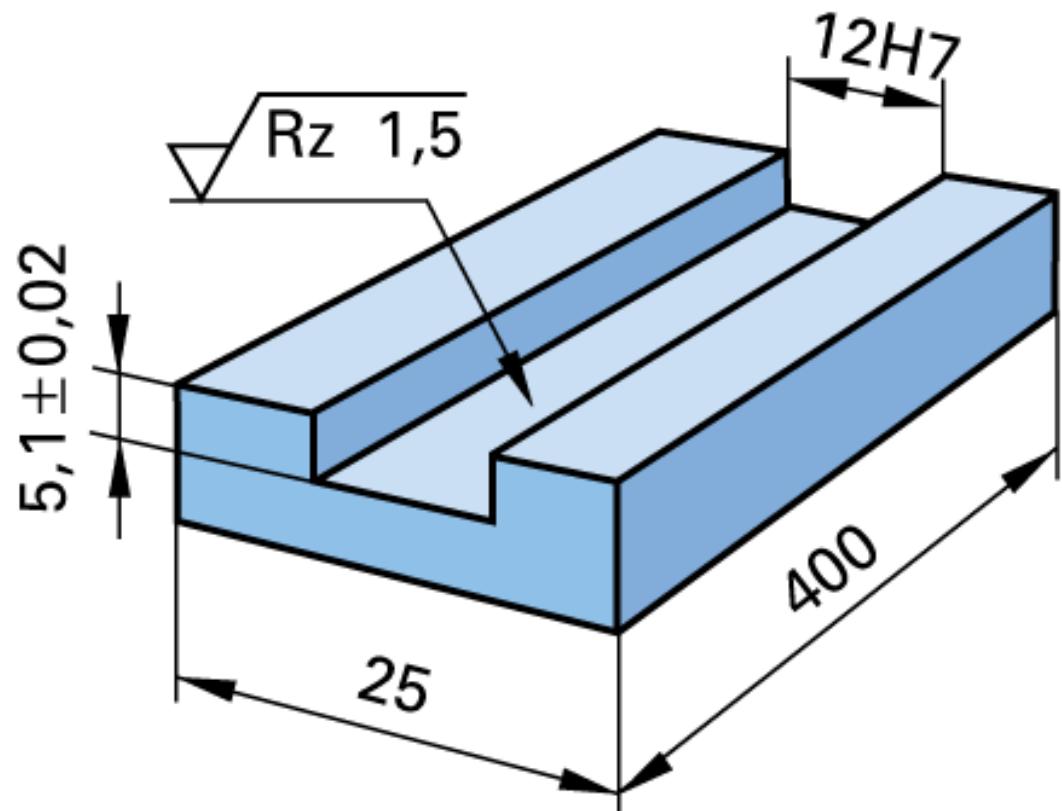
Gefügeveränderung



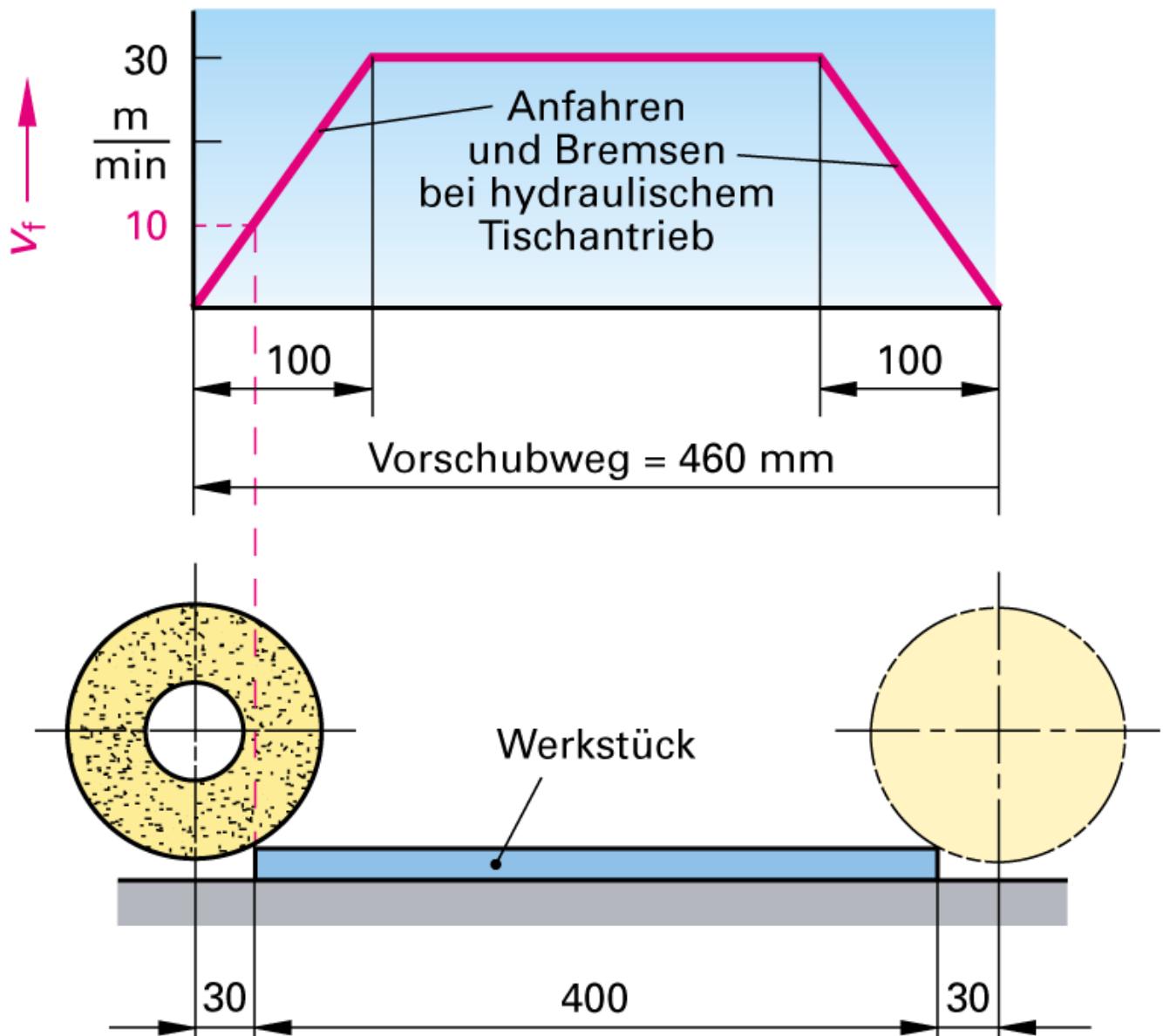
Tabelle 1: Geschwindigkeitsverhältnis q
 (herkömmliches Schleifen)

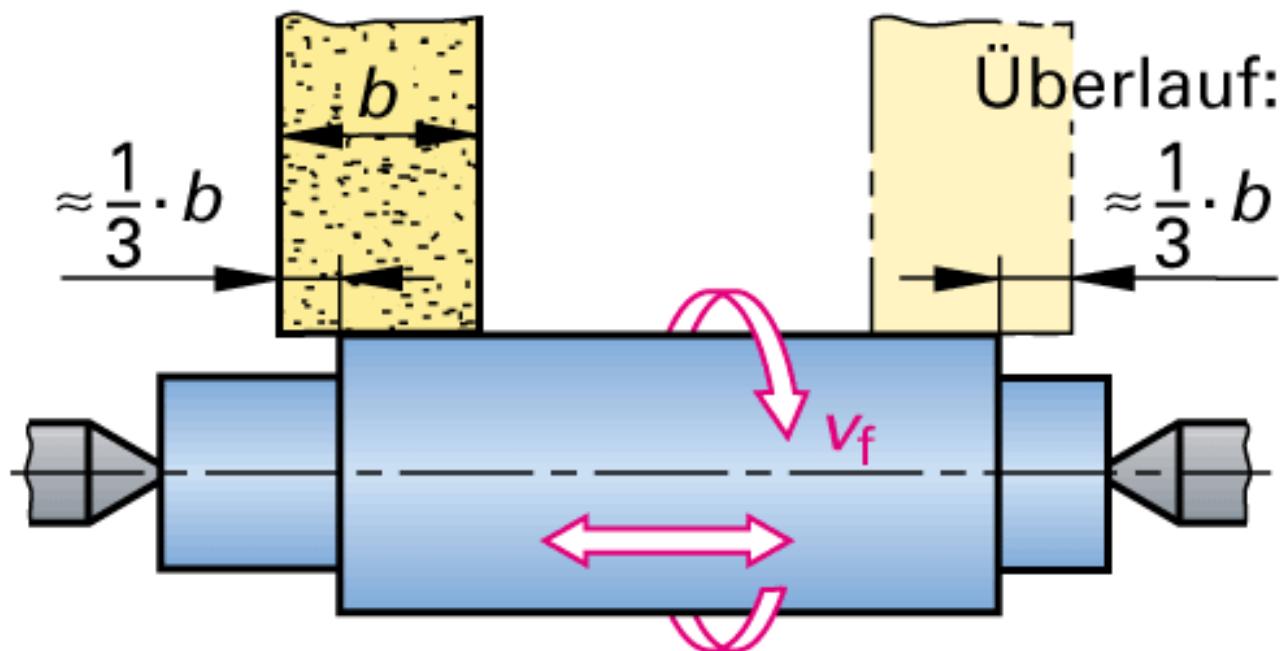
Werkstoff	Planschleifen		Rundschleifen	
	Umfangs- schleifen	Seiten- schleifen	außen	innen
Stahl	80	50	125	80
Gusseisen	65	40	100	65
Cu, Cu-Leg.	50	30	80	50
Leichtmetall	30	20	50	30



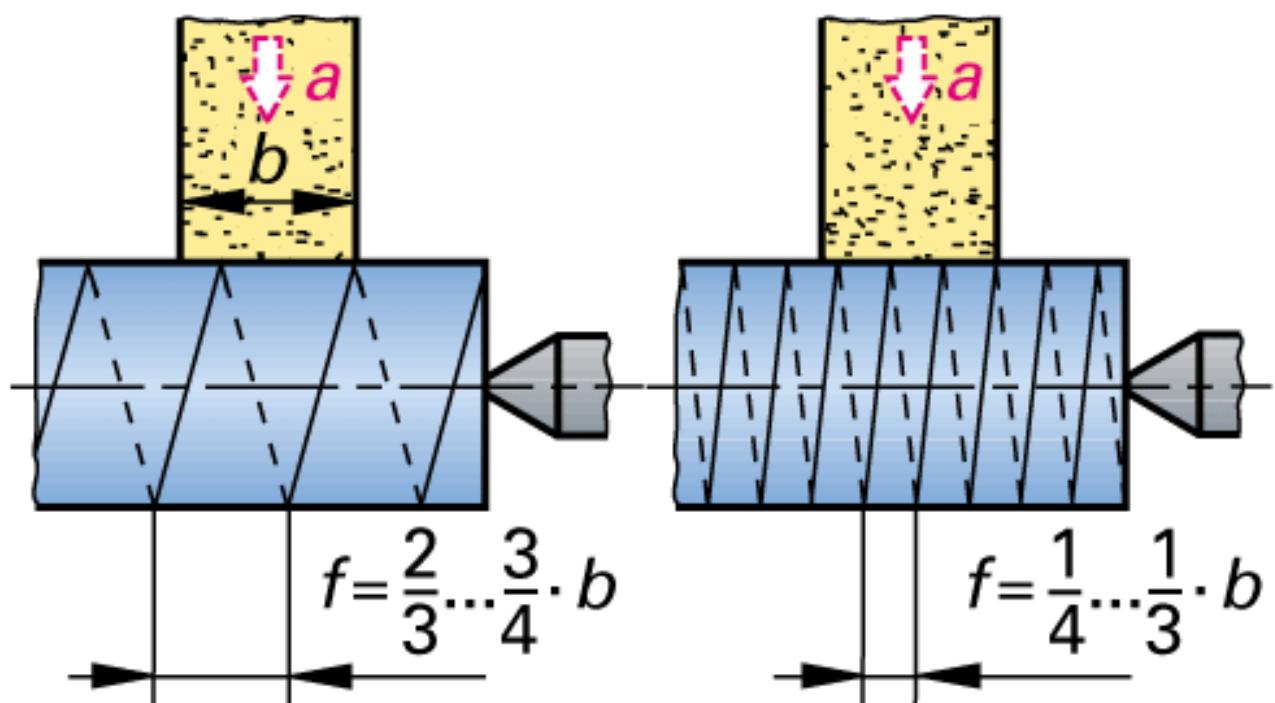


Vorschubgeschwindigkeit v_f





$$a = 0,01 \dots 0,04 \text{ mm} \quad a = 0,005 \dots 0,01 \text{ mm}$$



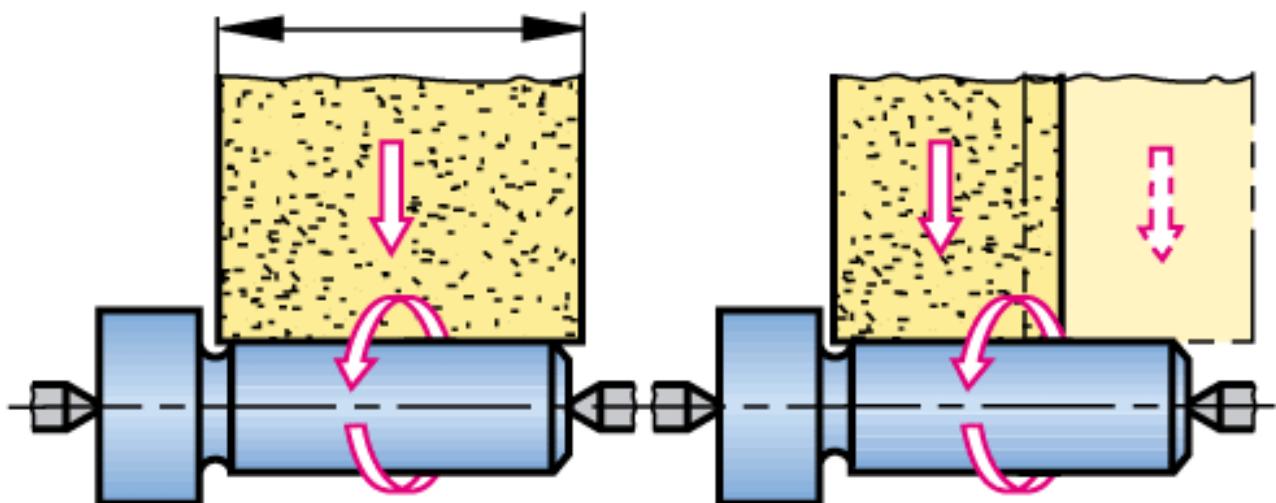
Vorschleifen

Fertigschleifen

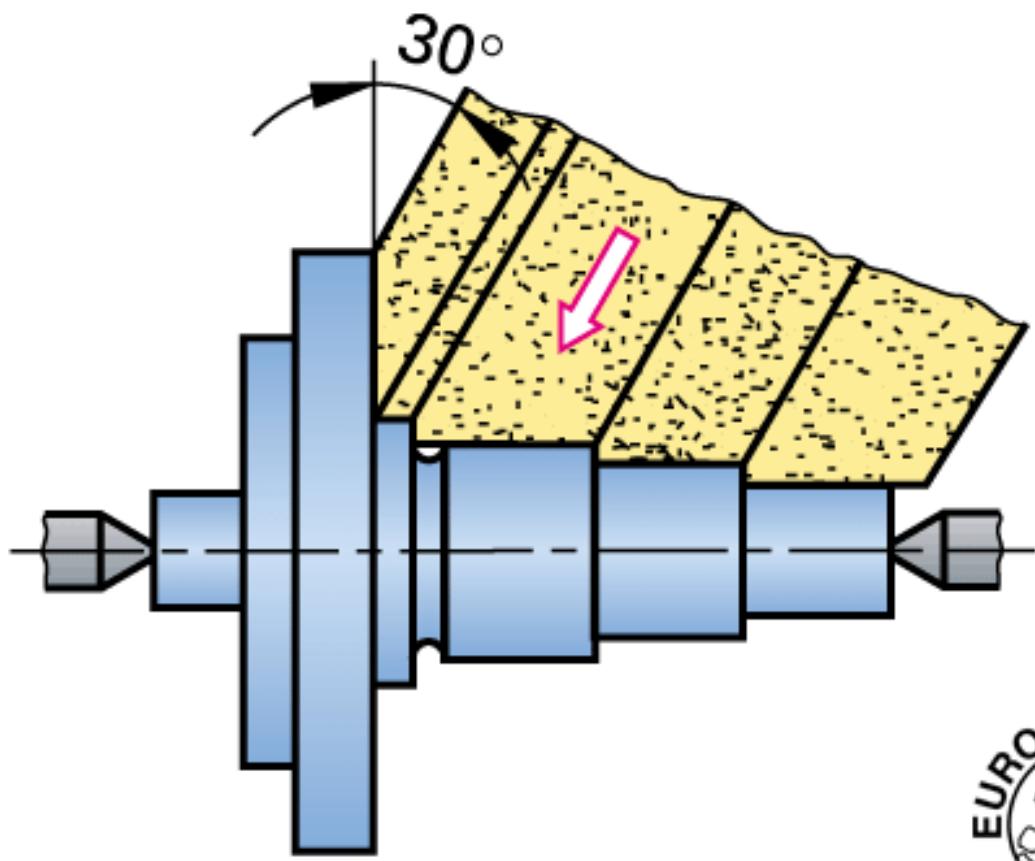


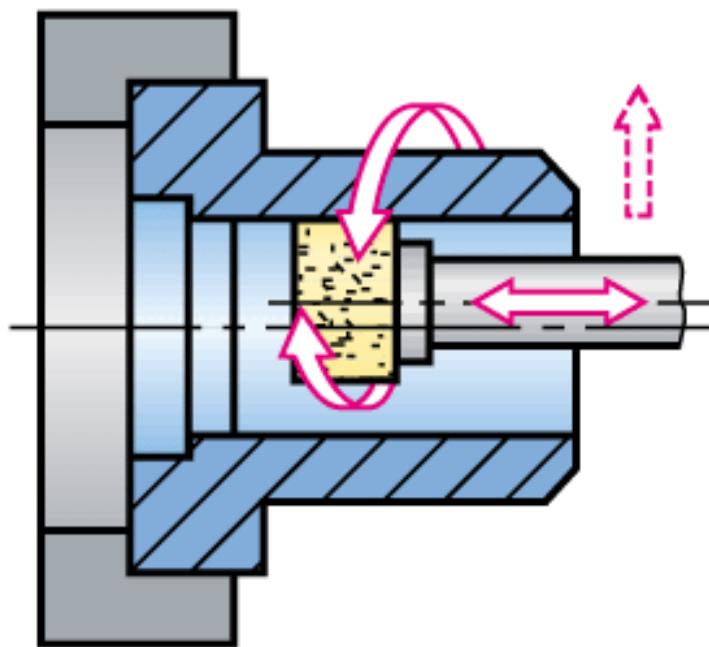
max. 100mm

1. 2.

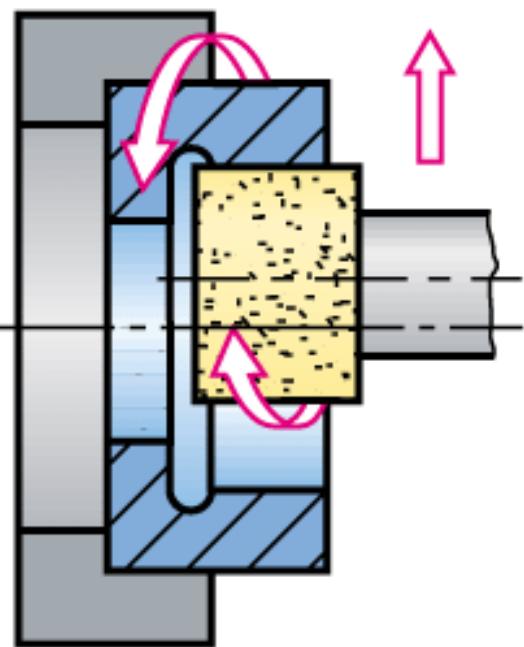


Gerad - Einstechschleifen



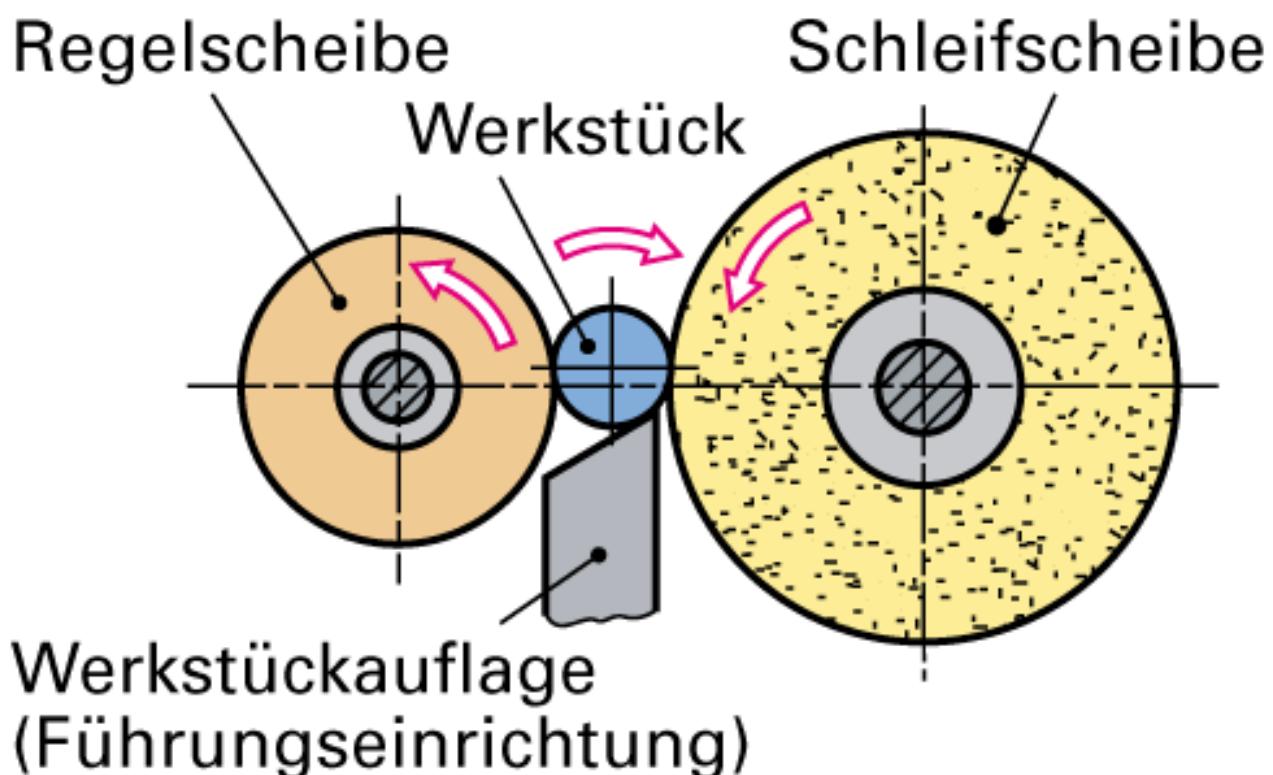


Längsschleifen



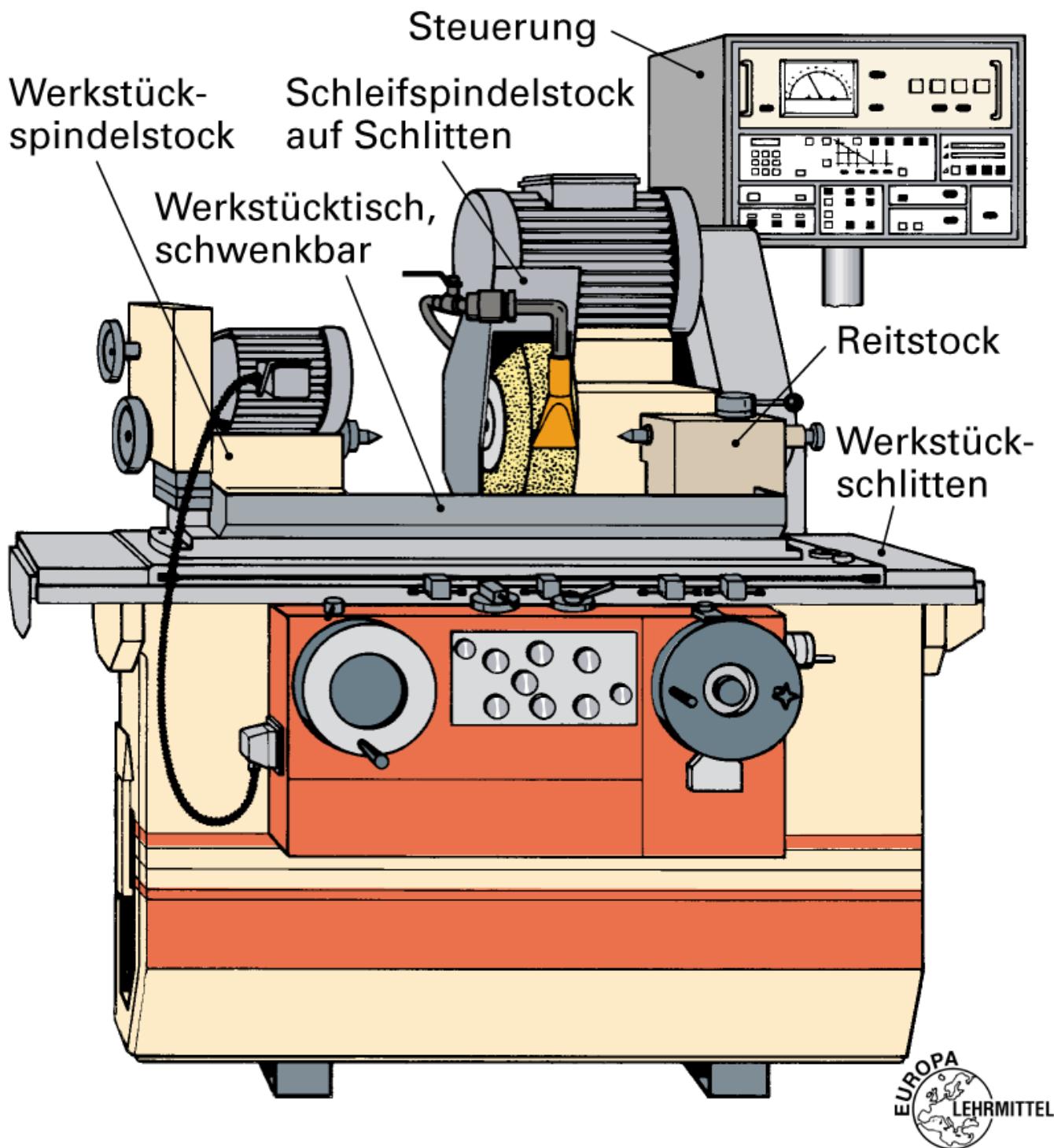
Querschleifen

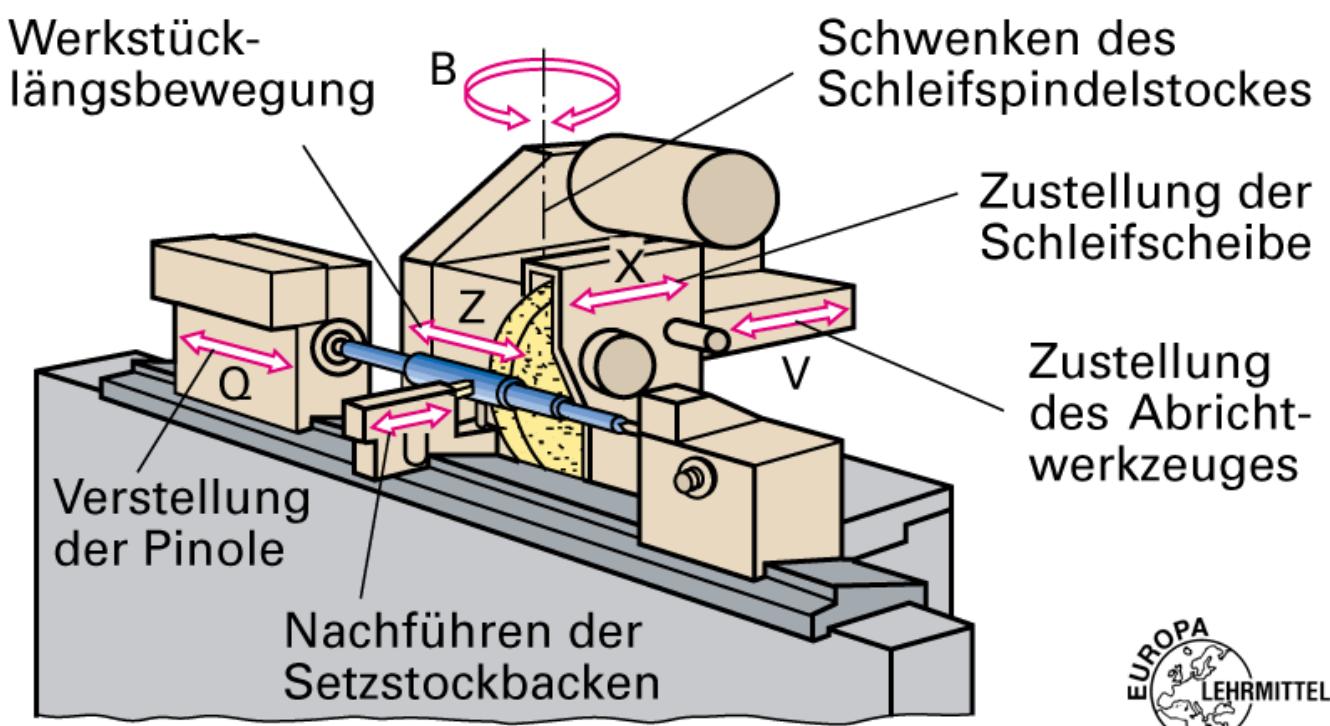


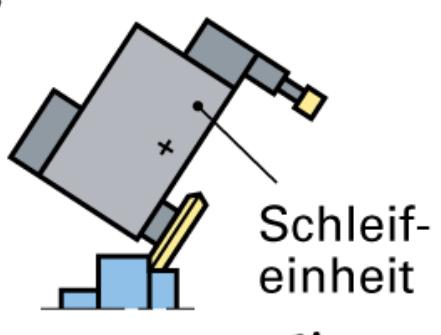
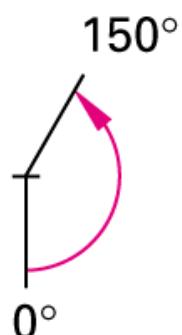
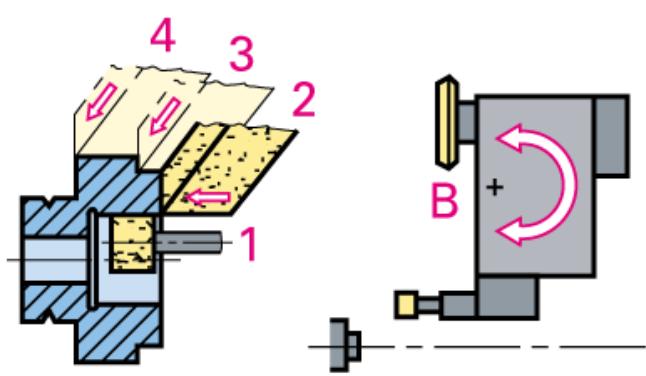


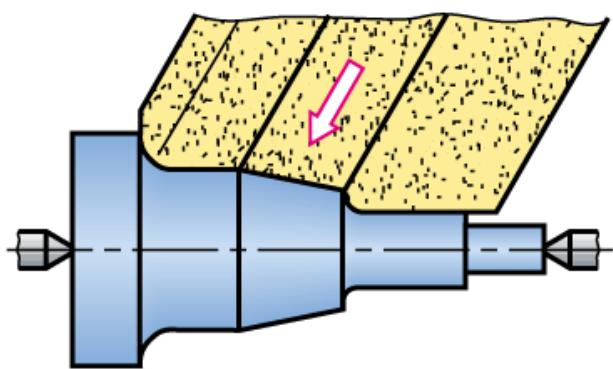
Grundelemente der Maschine



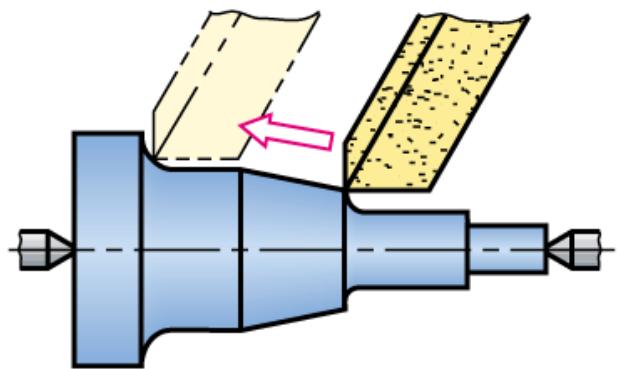






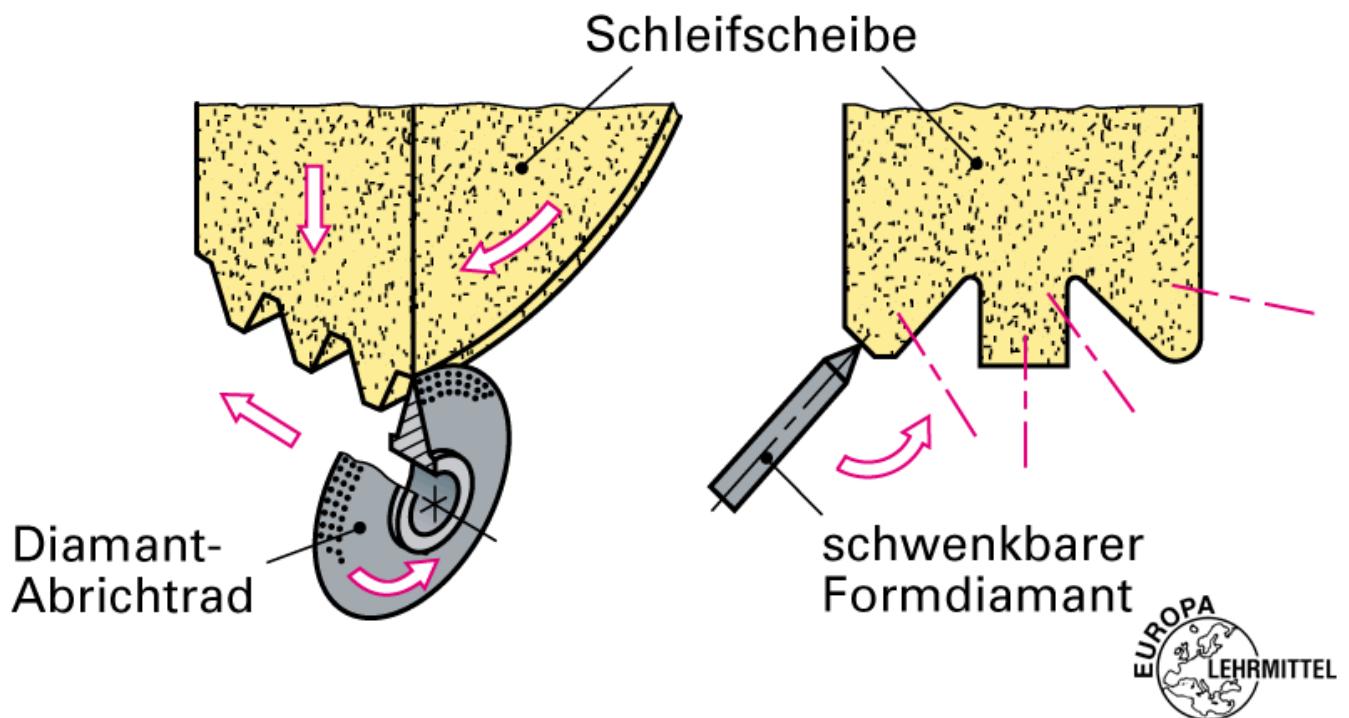


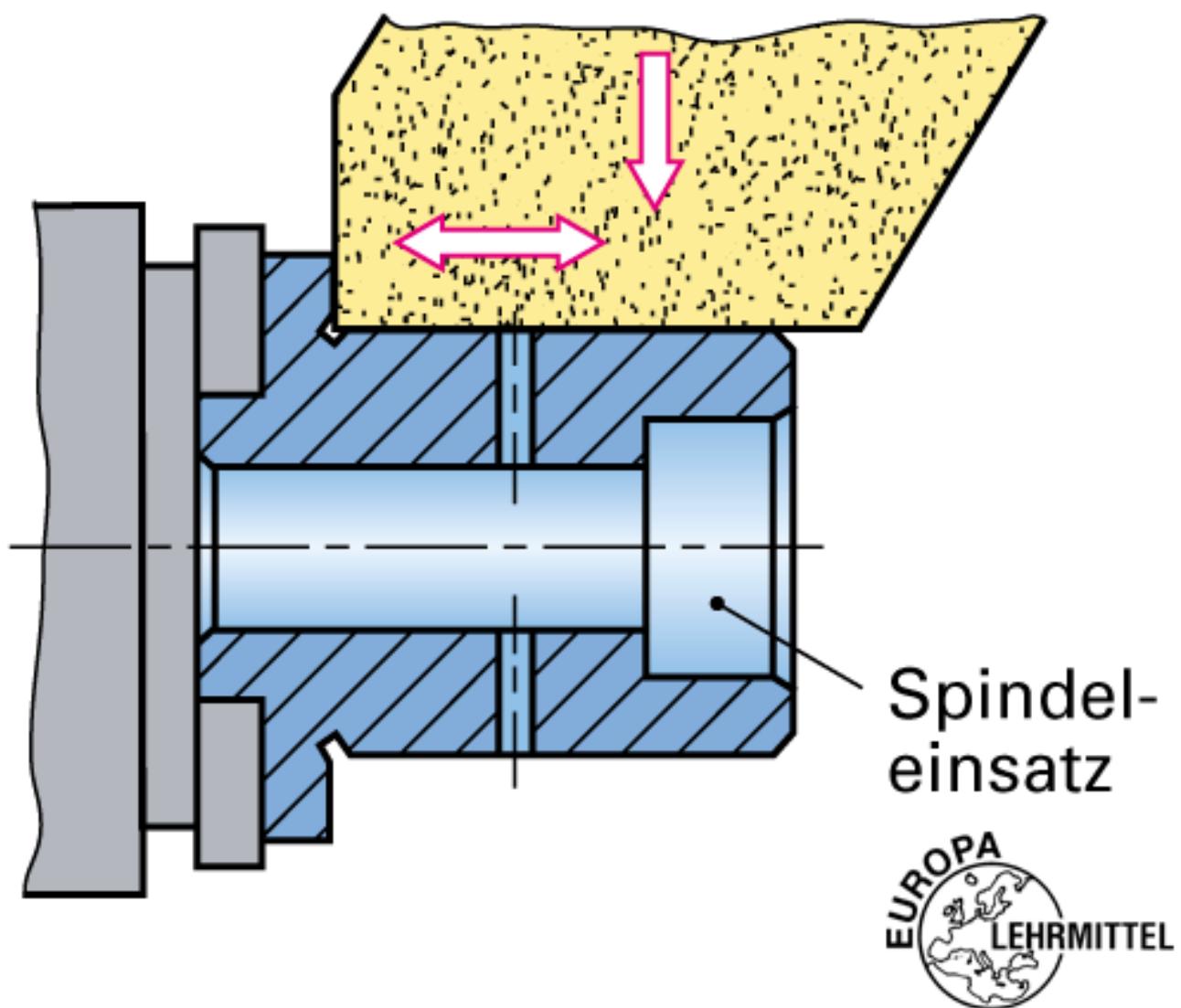
Schräg-Profilschleifen

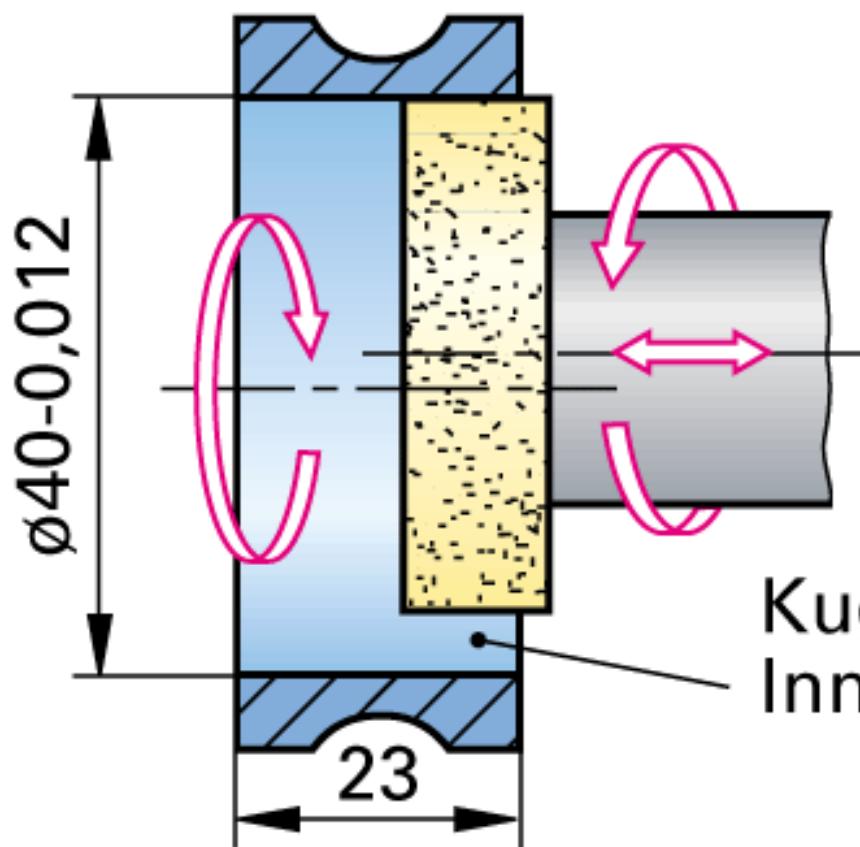


CNC-Formschleifen



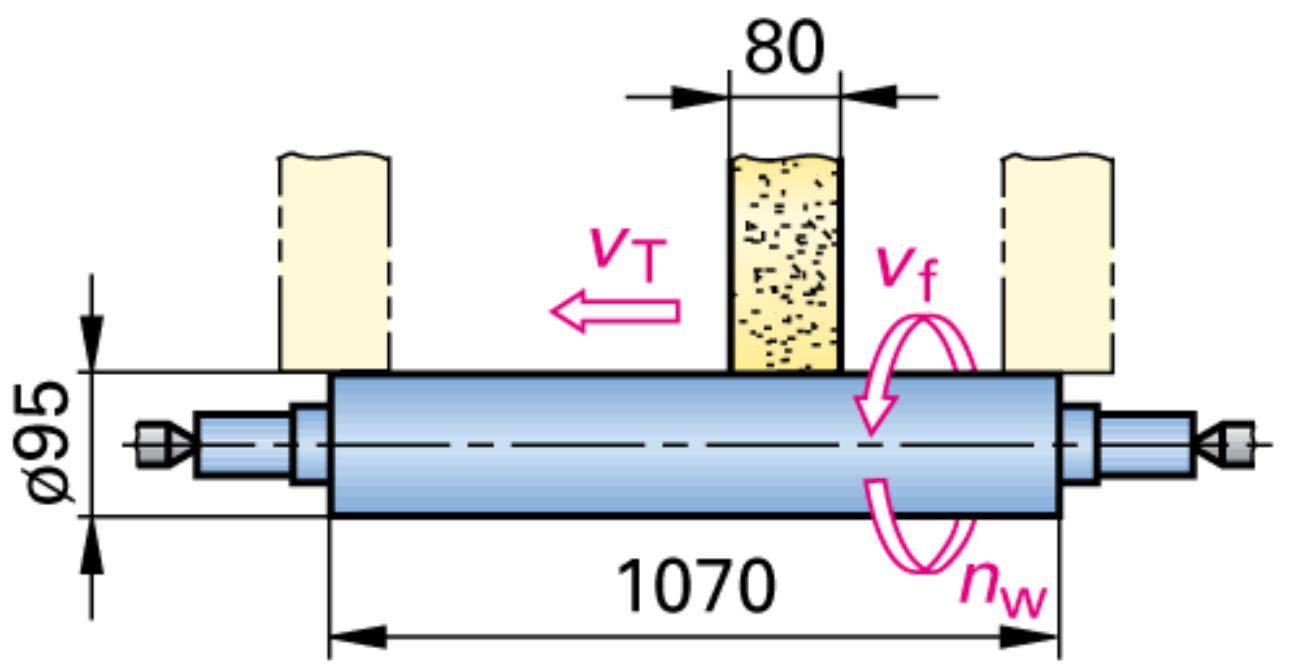


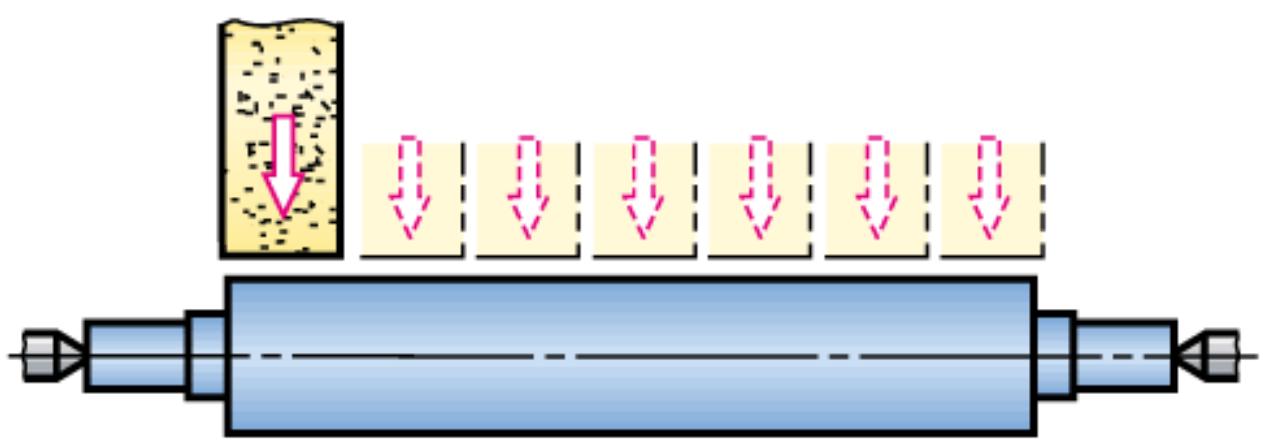


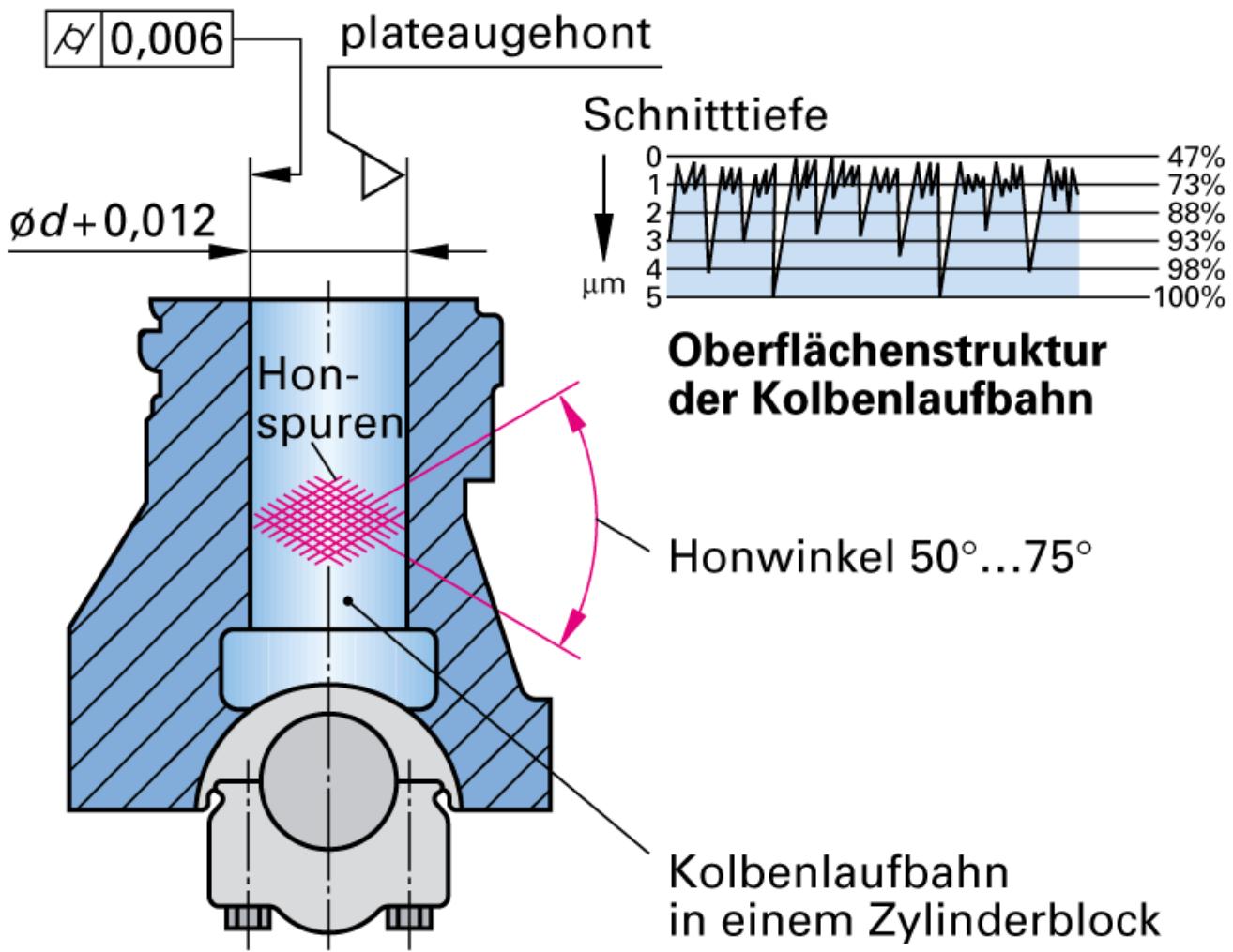


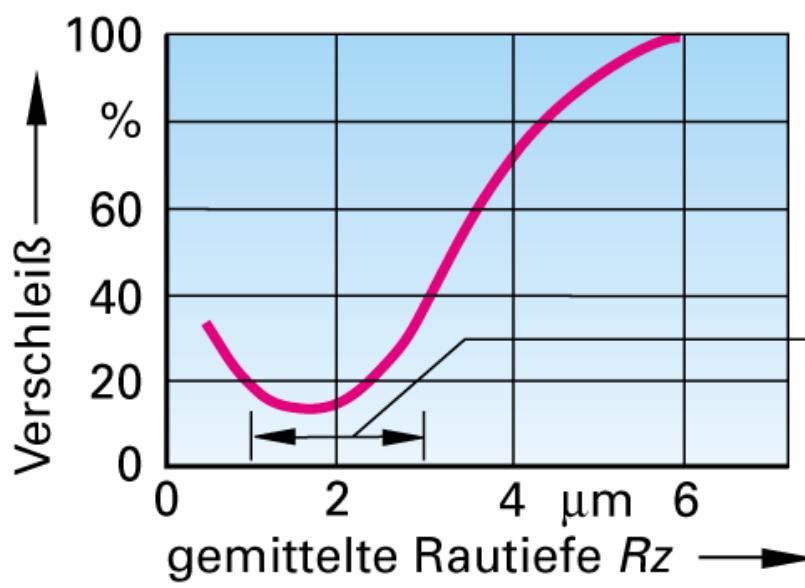
Kugellager-
Innenring











Bereich mit guter
Schmierfähigkeit
und optimaler
Gleiteigenschaft



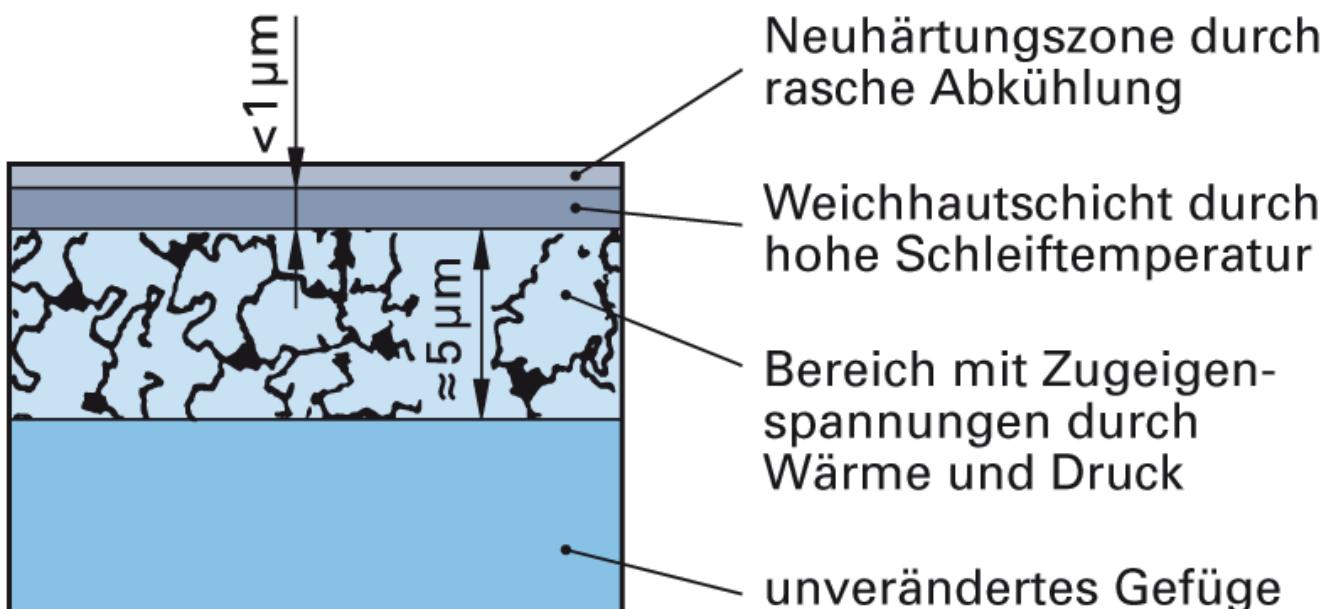
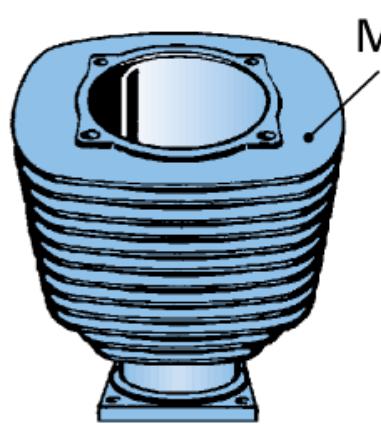


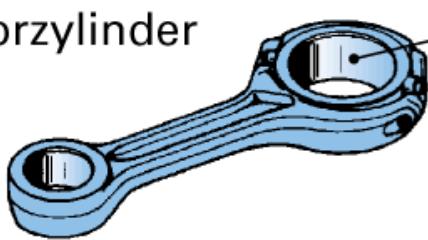
Tabelle 1: Qualitätsforderungen bei Motoren

Bearbeitungsmerkmale	Funktionsmerkmale
Honwinkel	Ölverbrauch
Maßgenauigkeit	Gasdichtheit
Zylindrizität	Einlaufzeit
Rautiefe	Gleiteigenschaften
Materialanteil	Lebensdauer
Gefügezustand (Randzone)	Notlauf-eigenschaften



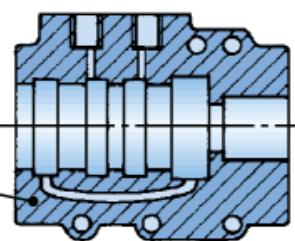


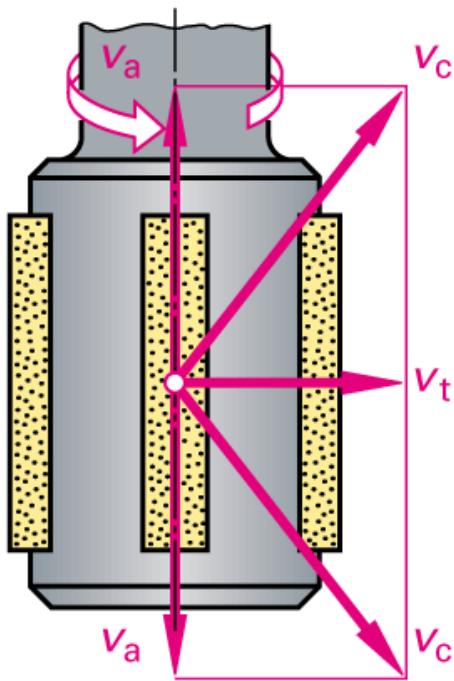
Motorzylinder



Pleuelstange

Steuergehäuse
eines Hydraulik-
ventils





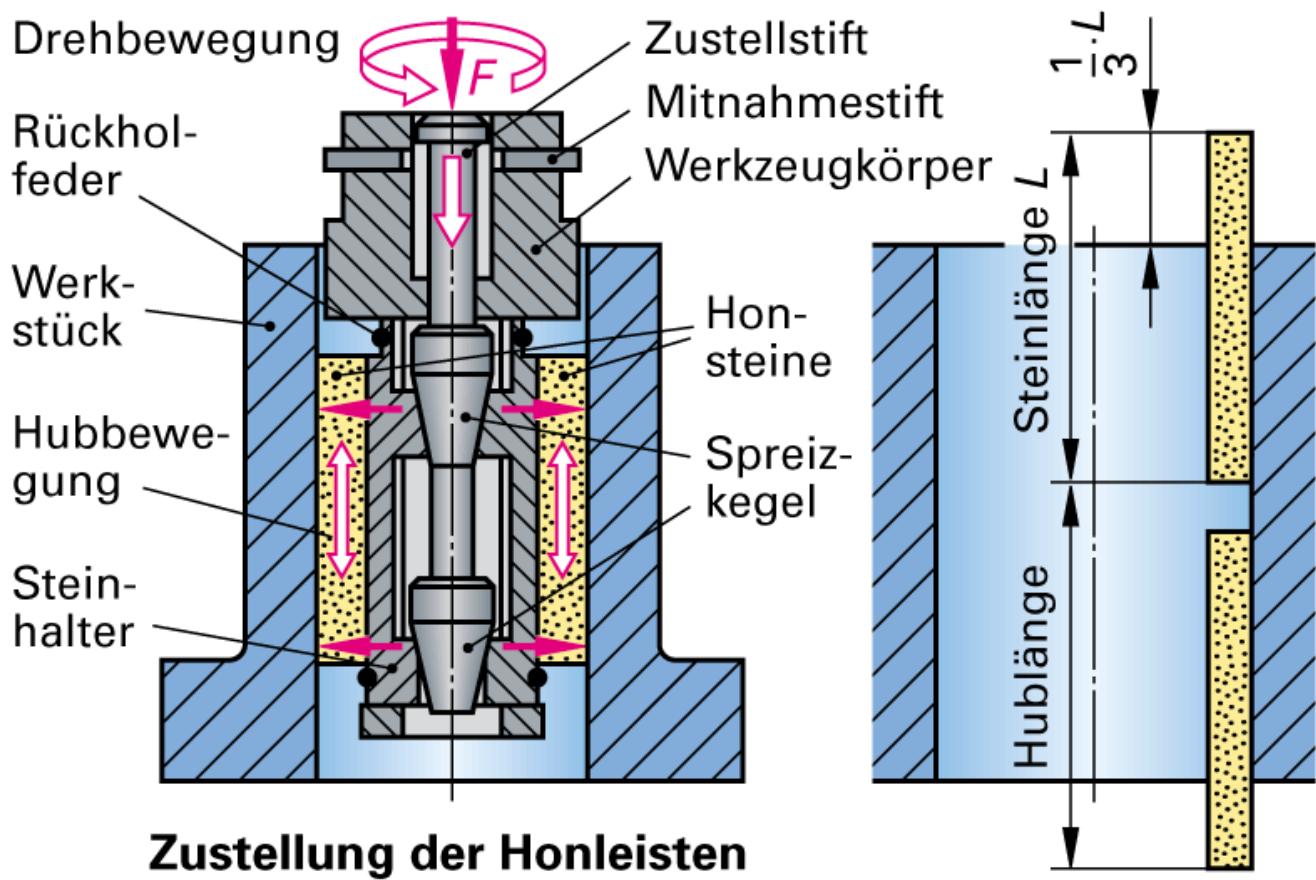
gehönte Werkstückoberfläche

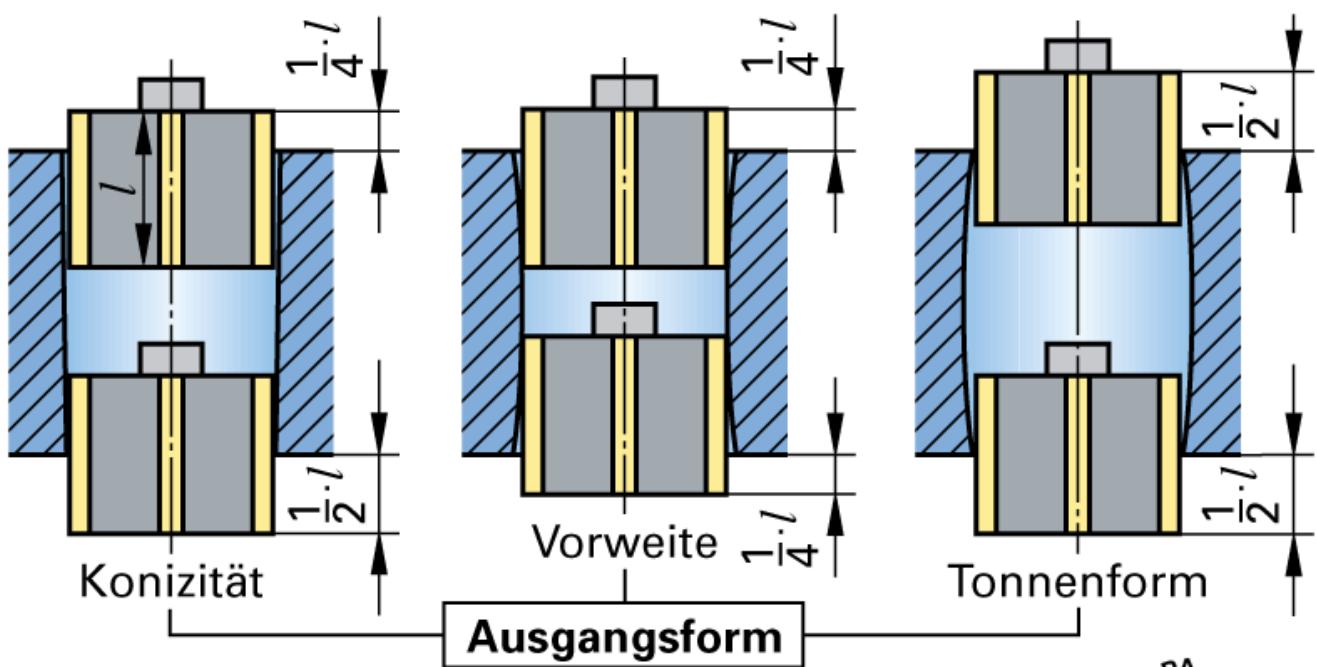
v_a Axialgeschwindigkeit

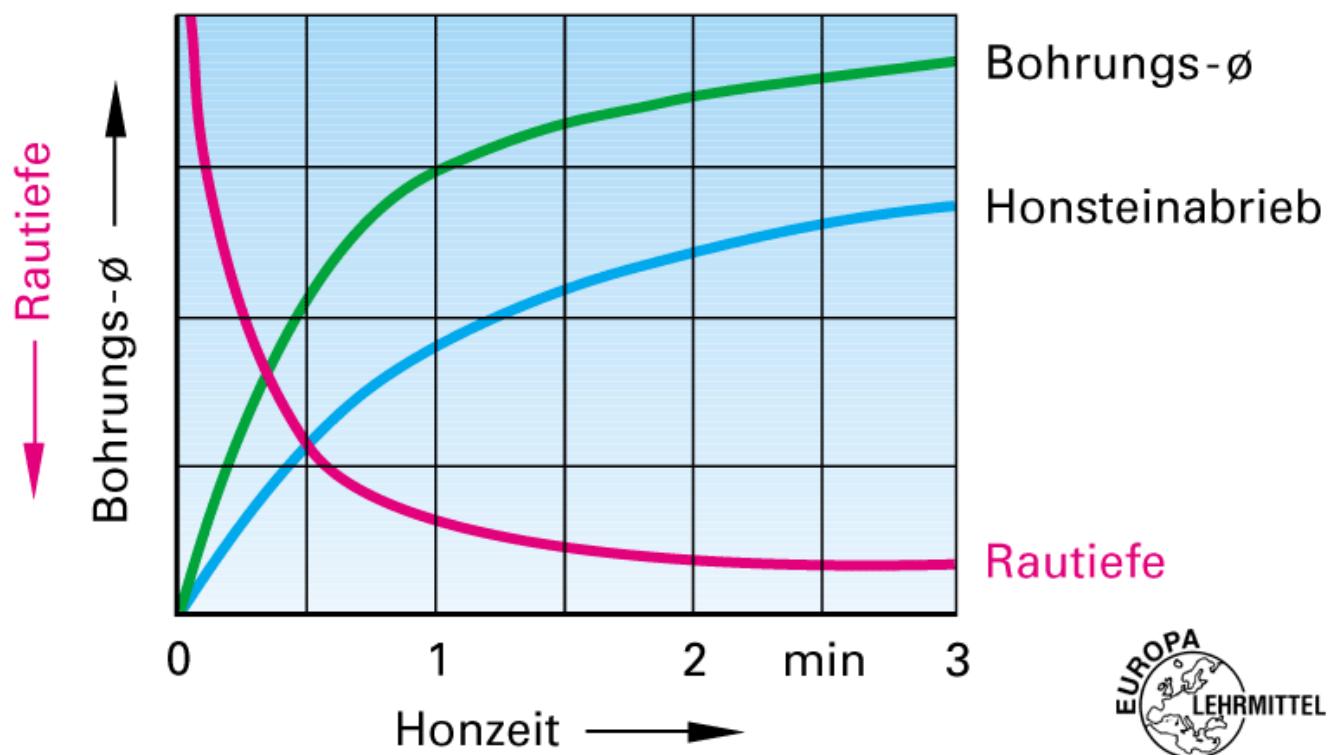
v_t Umfangsgeschwindigkeit (Tangentialgeschwindigkeit)

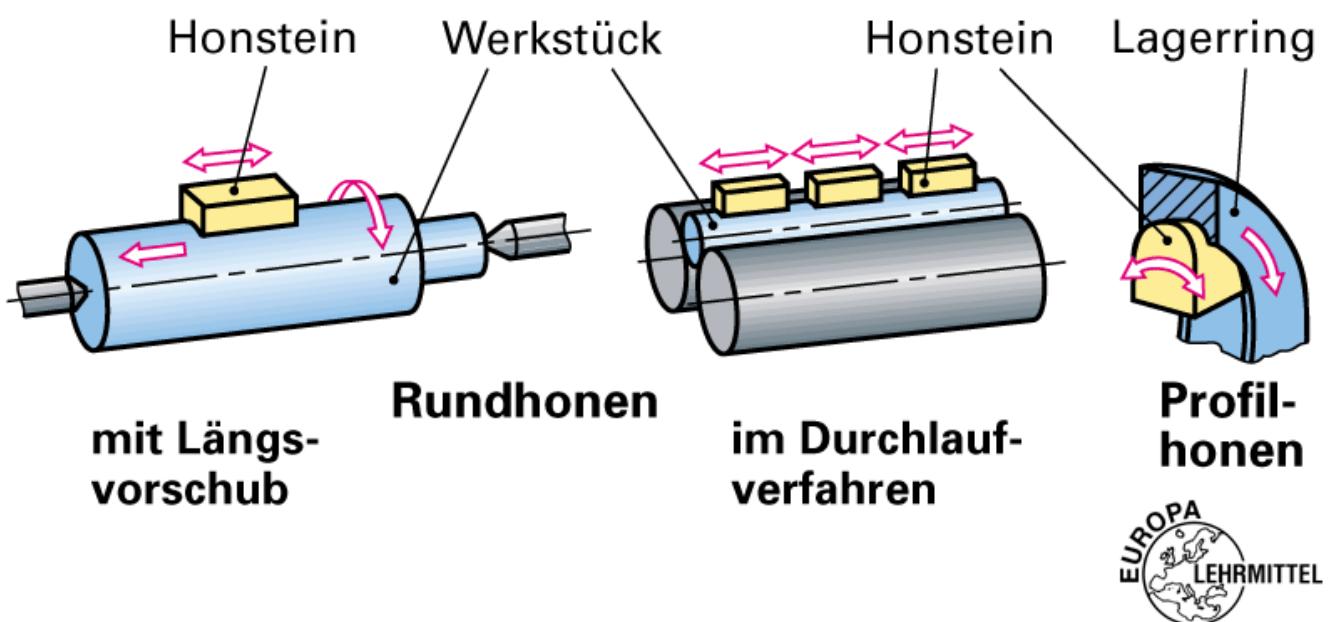
v_c Schnittgeschwindigkeit

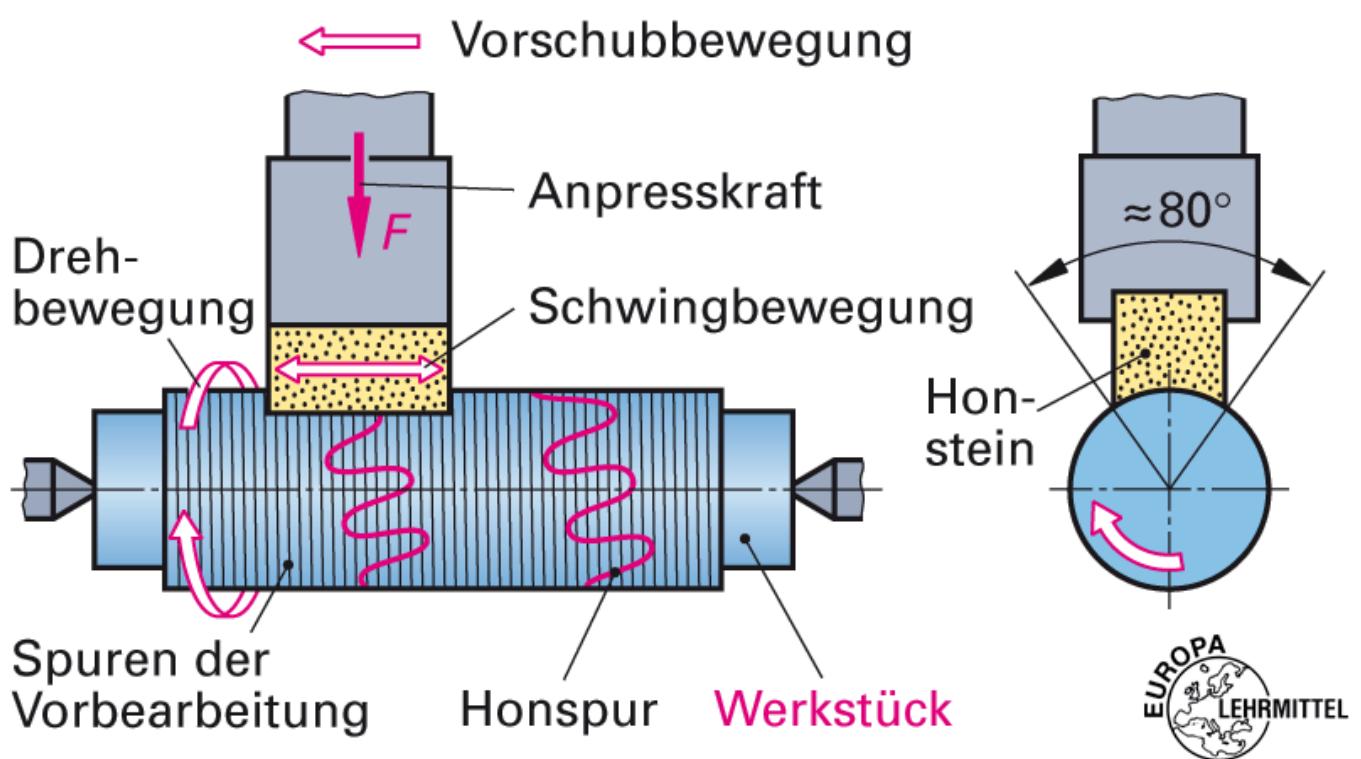




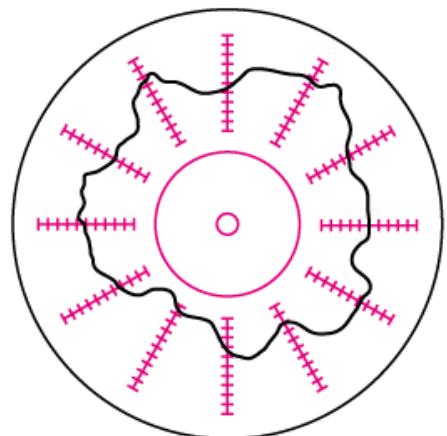
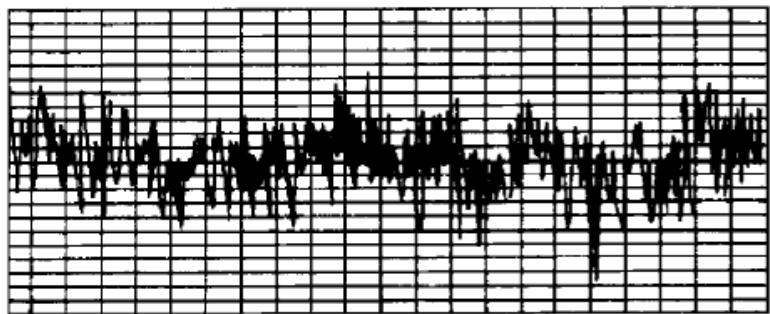




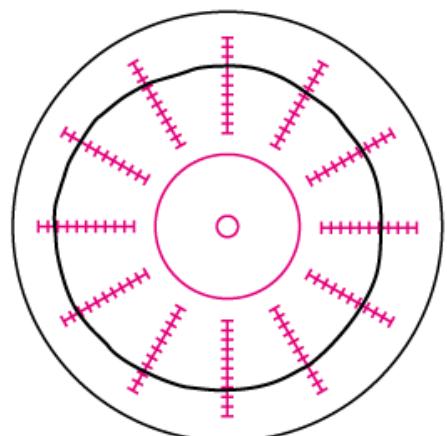
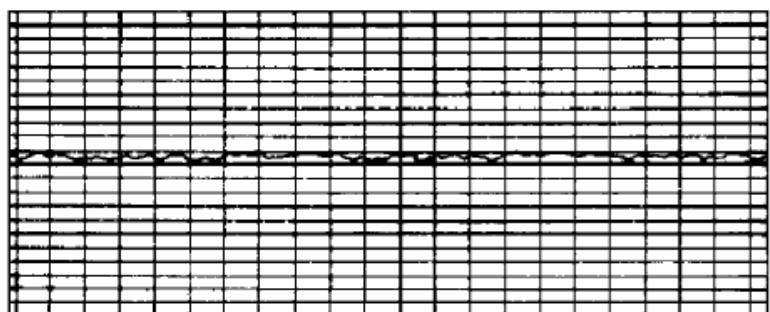




vor dem Kurzhubhonen



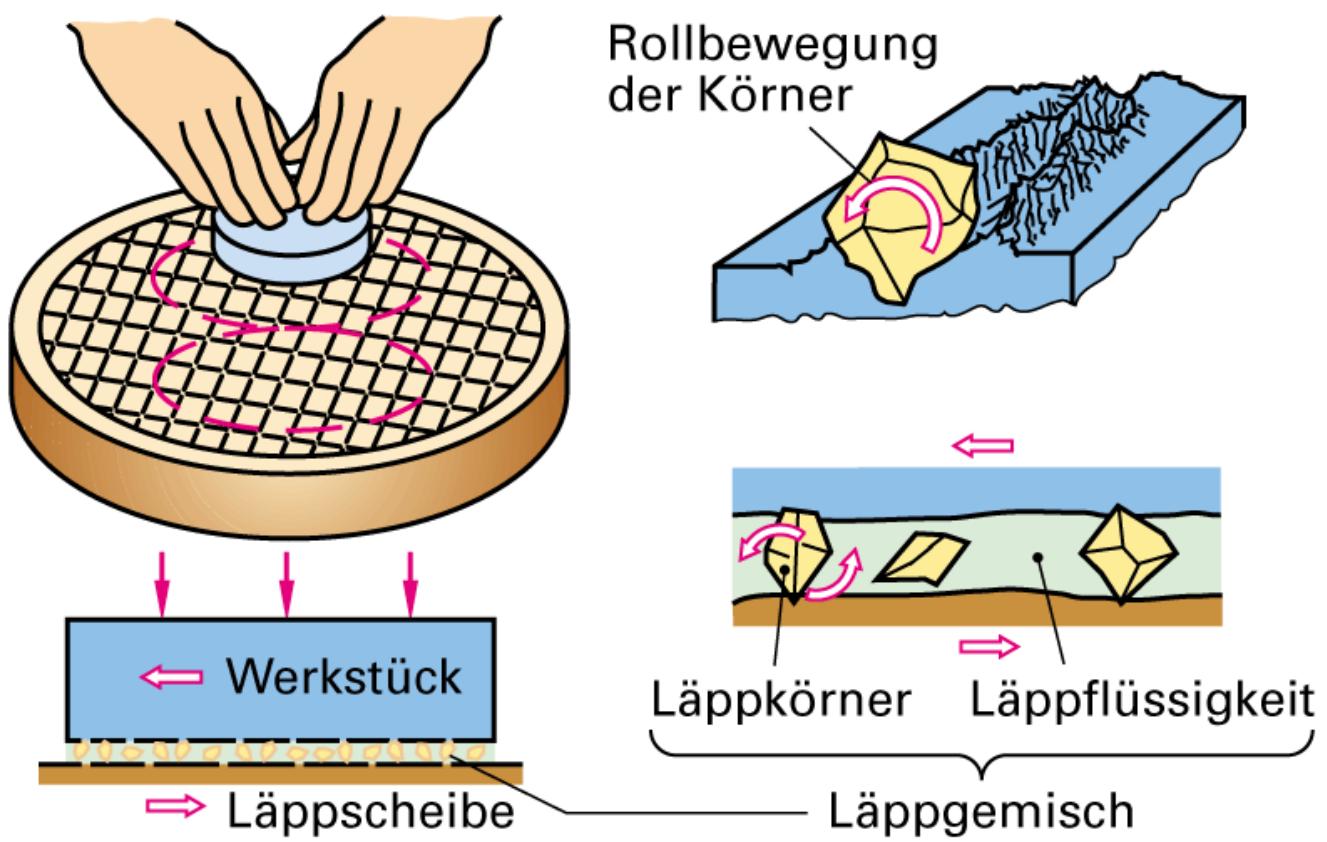
nach dem Kurzhubhonen

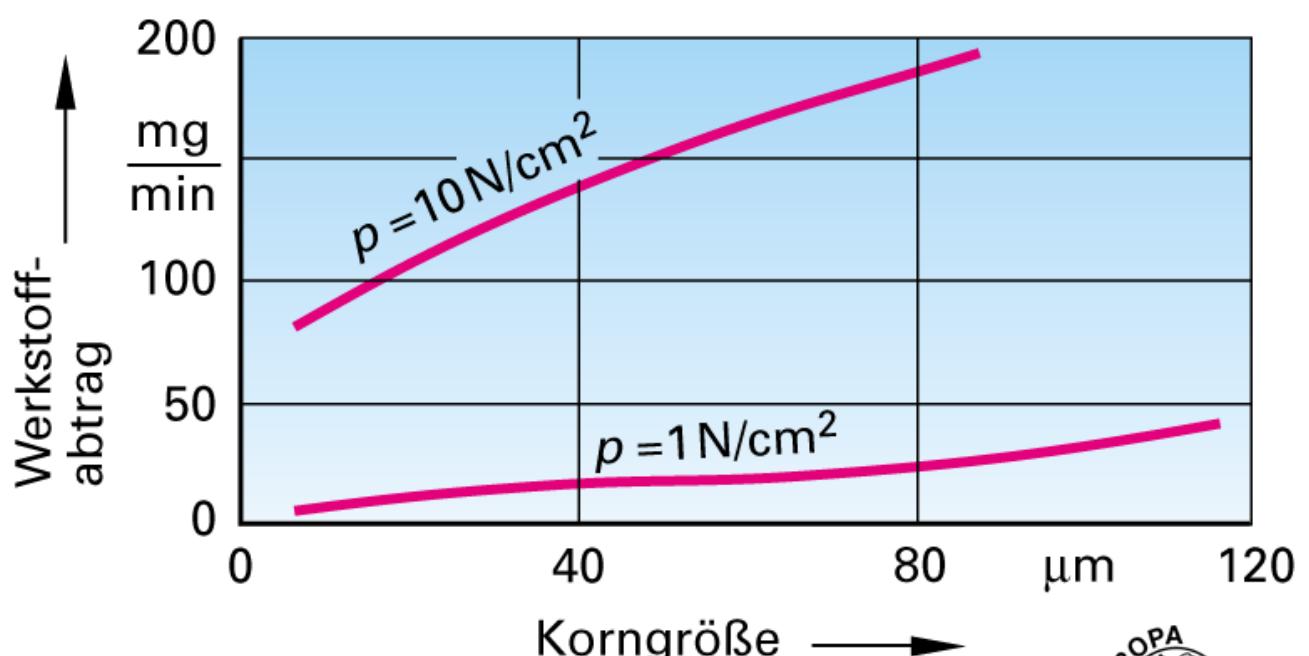


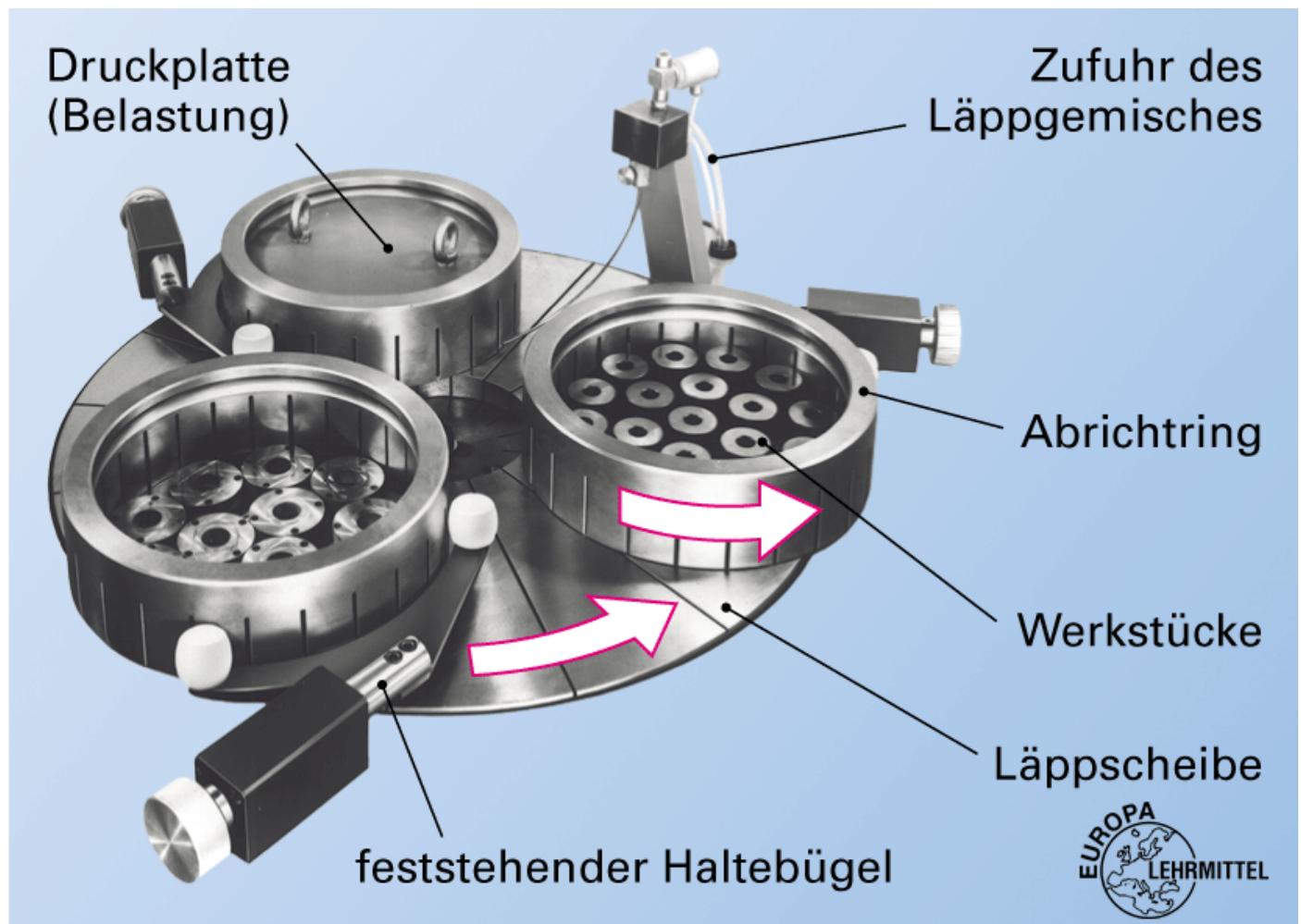
Oberflächenprofil

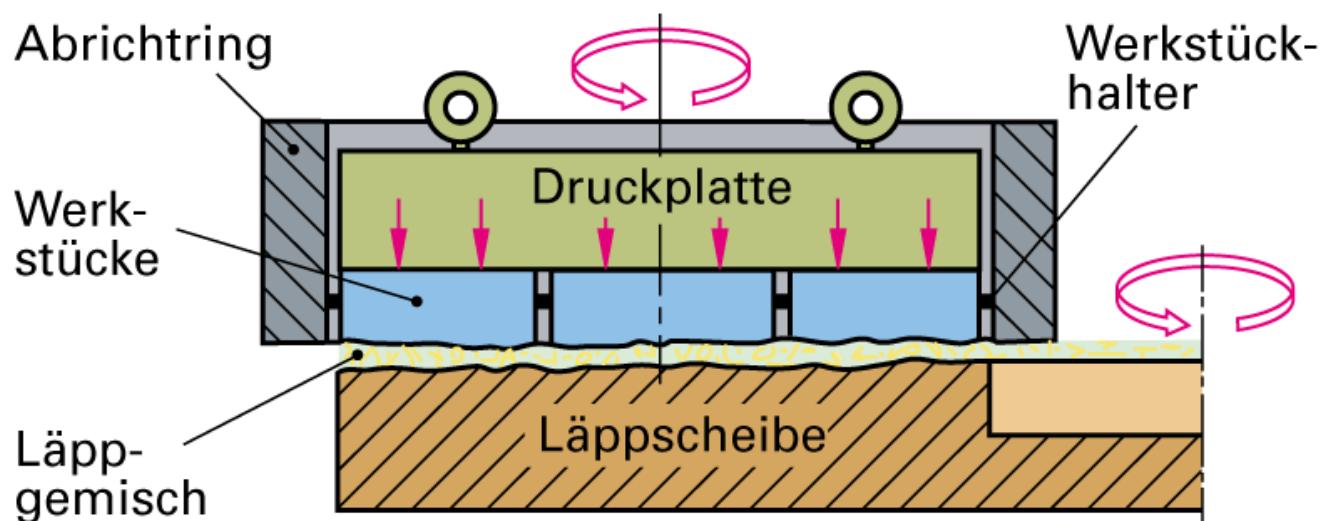
Rundheitsabweichung

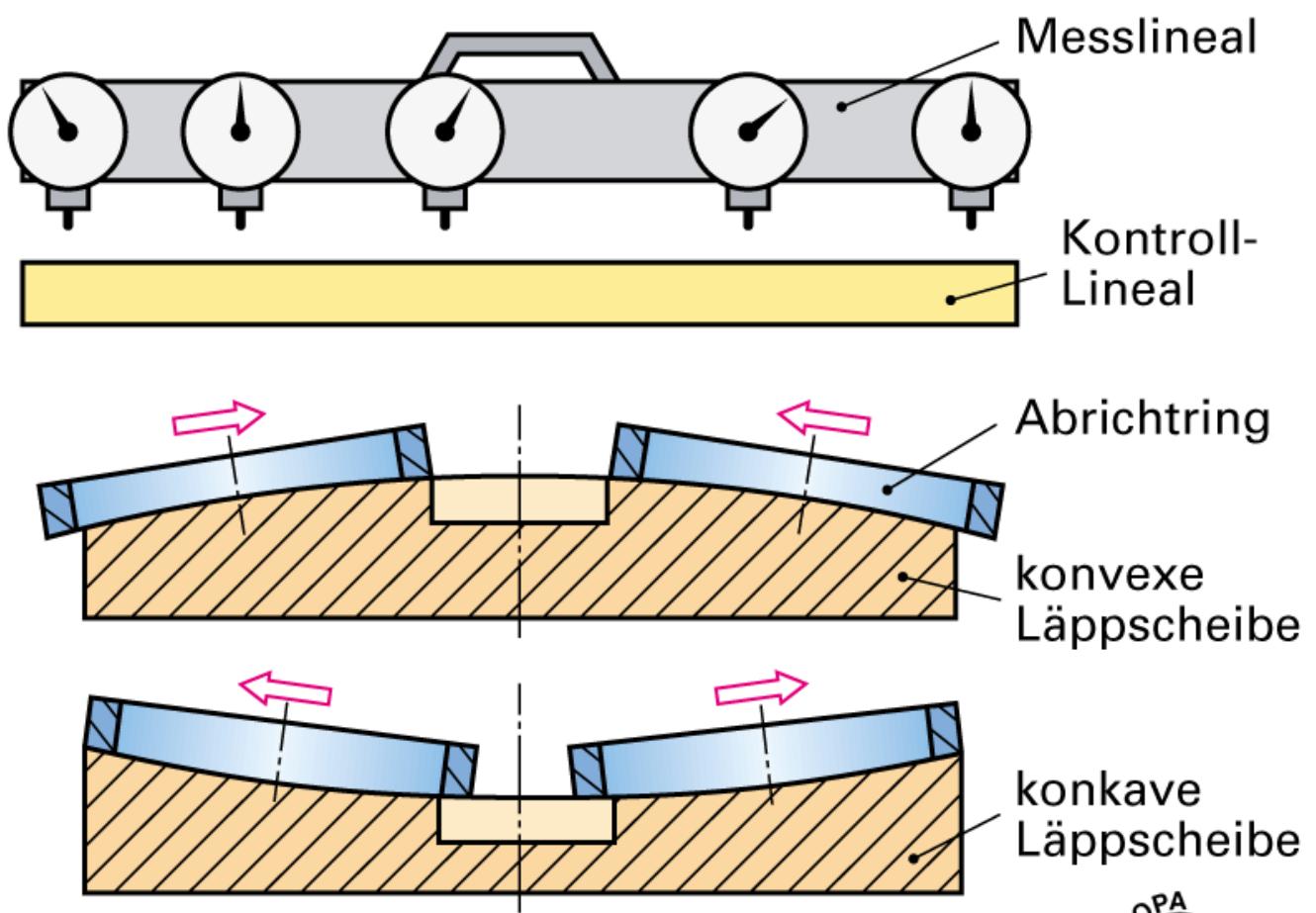


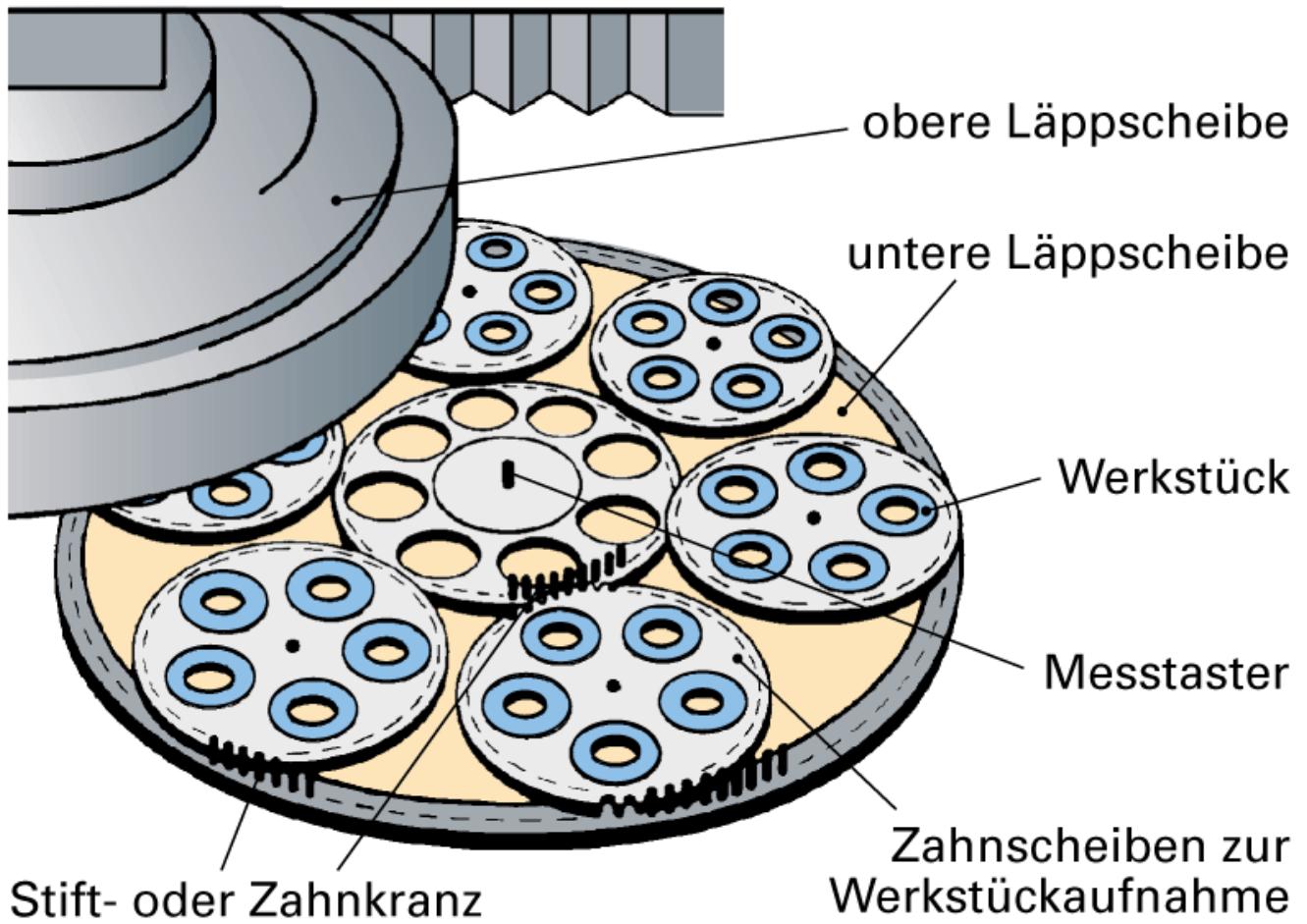




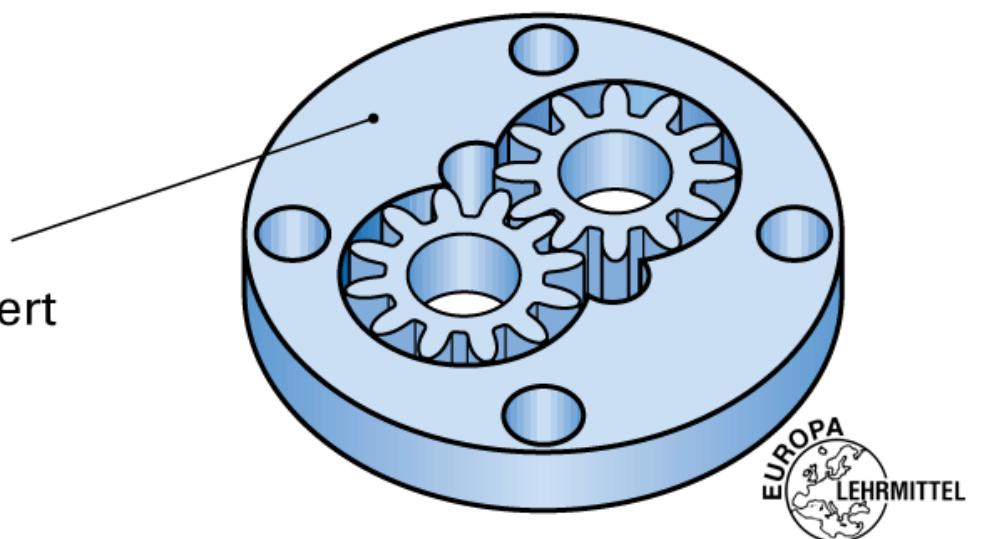




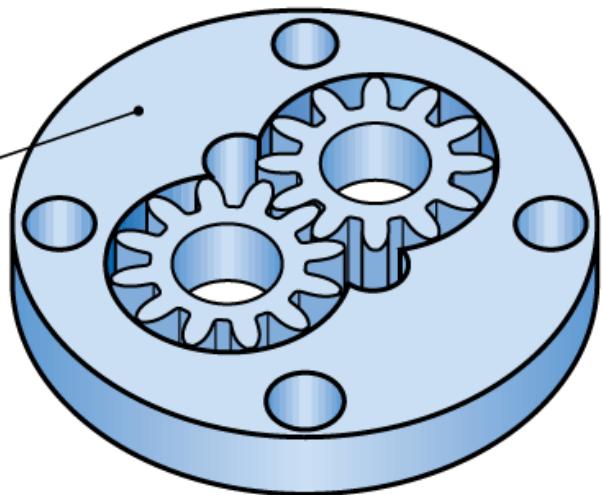




Zwischenplatte
und Zahnräder
aus Stahl gesintert



Zwischenplatte
und Zahnräder
aus Stahl gesintert



Bearbeitungsmerkmale	Zwischenplatte	Zahnräder
Dicke	5+0,002	5–0,001/–0,003
Läppaufmaß	0,2...0,3 mm	
Läppkorn (Diamant)	60...100 µm	40...75 µm
Läppflüssigkeit		Wasser
Läppzeit	~ 8 min	~ 10 min
Ebenheit		1 µm
Parallelität	2 µm	1,5 µm
Rautiefe	$Rz = 0,6 \mu\text{m}$	



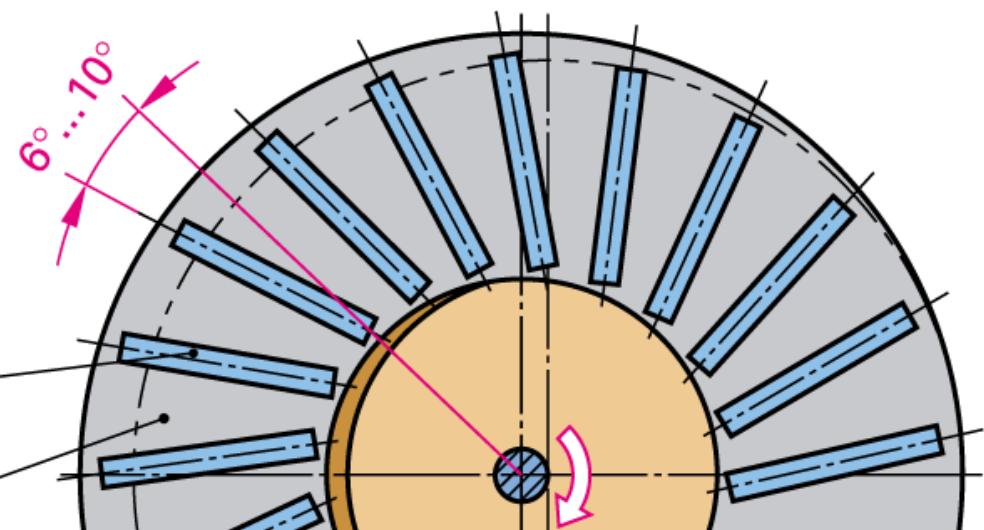
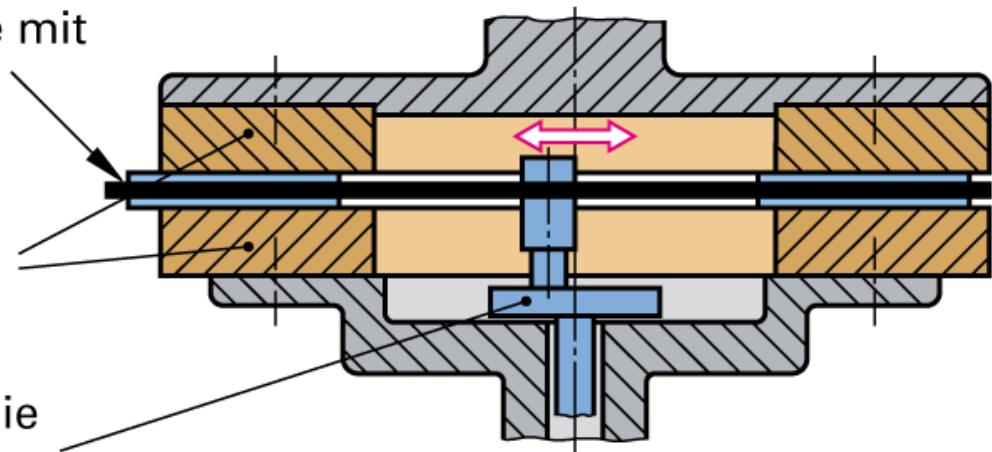
Läuferscheibe mit
Werkstücken

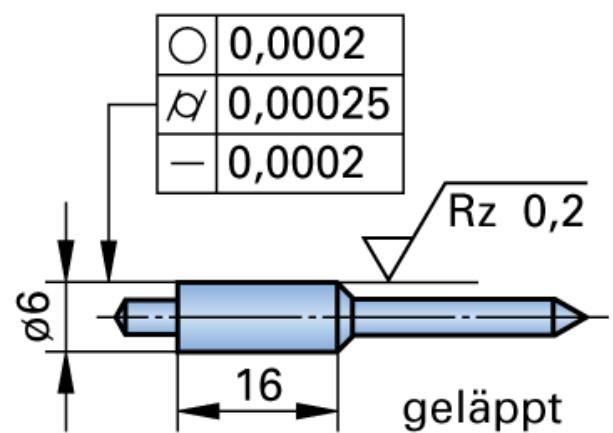
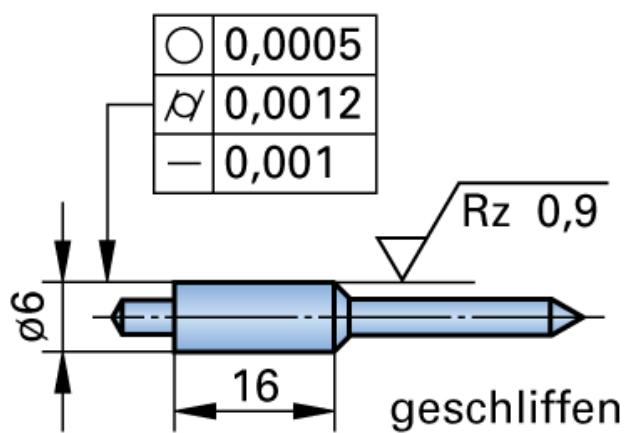
Läppscheiben
(ringförmig)

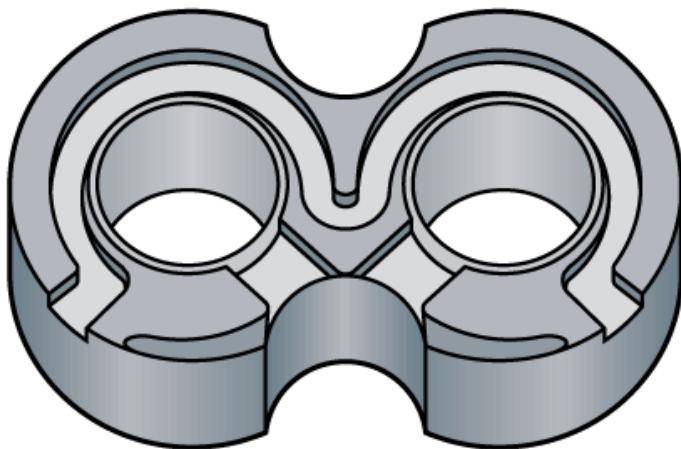
Exzenter für die
Bewegung der
Läuferscheibe

Werkstück

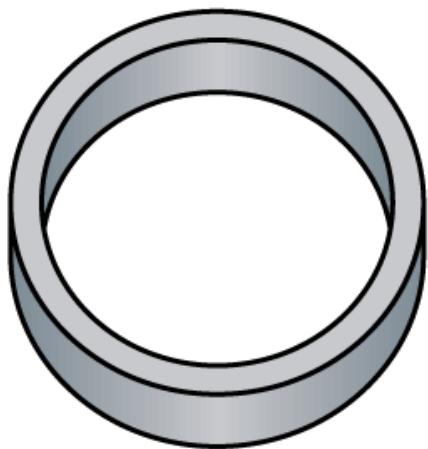
Läuferscheibe







pneumatisches Steuerteil
(Aluminium)



Kugellagerring
(Stahl)



Schneidplatte
(HM)



Mischerscheibe
(Oxidkeramik)



Sicherungsring
(Stahl)

