

### Gegen- und Gleichlaufräsen

Eine weitere Unterscheidung macht man nach der Gegen- oder Gleichläufigkeit von Fräs- und Vorschubrichtung und nennt dies analog Gegen- und Gleichlaufräsen. Beim Gegenlaufräsen schneidet der Fräser in das Material, während sich dieses zum Fräser hin gegen die Schneidrichtung bewegt. Beim Gleichlaufräsen bewegt sich das Material währenddessen vom Fräser weg.

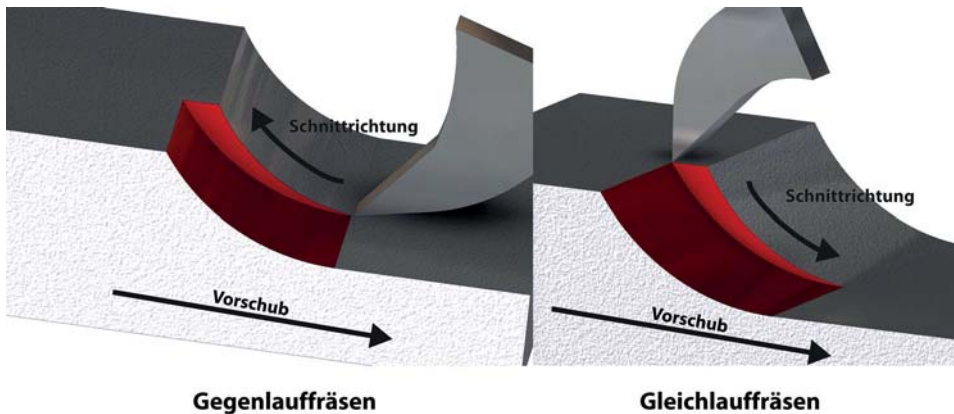


Abb. 1–13 Gegen- und Gleichlaufräsen

Beim Gegenlaufräsen bewegt sich das Werkstück entgegengesetzt zur Schnitttrichtung des Fräsers und schiebt sich in die Schneide hinein. Dadurch baut sich eine immer größere Kraft auf die Schneide und auch eine seitliche Kraft auf den Fräser auf, die kurz vor dem Austritt der Schneide ihr Maximum erreichen. Bricht der Span dann, verschwindet diese Kraft schlagartig. Das Material wird beim Schnitt stärker gestaucht und das ergibt ein ungleichmäßigeres Schnittbild. Durch die schnellen Lastwechsel gerät das Fräsersystem leichter in Schwingungen, wodurch sogenannte Rattermarken entstehen können.

Beim Gleichlaufräsen bewegen sich Fräsersystem und Werkstück in dieselbe Richtung. Hier ist die Kraft beim Eindringen der Schneide am größten und nimmt im Verlauf des Schnitts ab. Die seitlichen Kräfte entstehen hier beim Eindringen der Schneide, wenn diese mehr oder weniger quer zum Materialvorschub steht. Beim Austritt aus dem Werkstück ist der Fräser weniger unter Spannung und entspannt weniger ruckartig. Das verringert Vibrationen, setzt aber voraus, dass die Vorschubspindeln nahezu spielfrei sind. Ist das nicht der Fall, zieht der Fräser im Verlauf des Schnitts das Werkstück mit, bis das Spiel ausgenutzt ist und es zu einem erneuten schlagartigen Eintauchen des Fräsers in das Werkstück kommt.

Die Vorteile des GleichlaufräSENS sind damit verloren und man fräst dann besser immer im Gegenlauf.

### FräSWerkzeugarten

Man unterscheidet FräSWerkzeuge unter anderem in Schrupp- und SchlichtfräSER. Mit SchlichtfräSERN träGT man für eine höhere Oberflächenqualität nur geringe Materialmengen ab, während man SchruppfräSER für das schnelle Abtragen größerer Werkstoffmengen verwendet. In der Fertigungstechnik nennt man dies beim Zerspanen auch Schlichten und Schruppen – beispielsweise gibt es auch Schlicht- und Schruppfeilen.

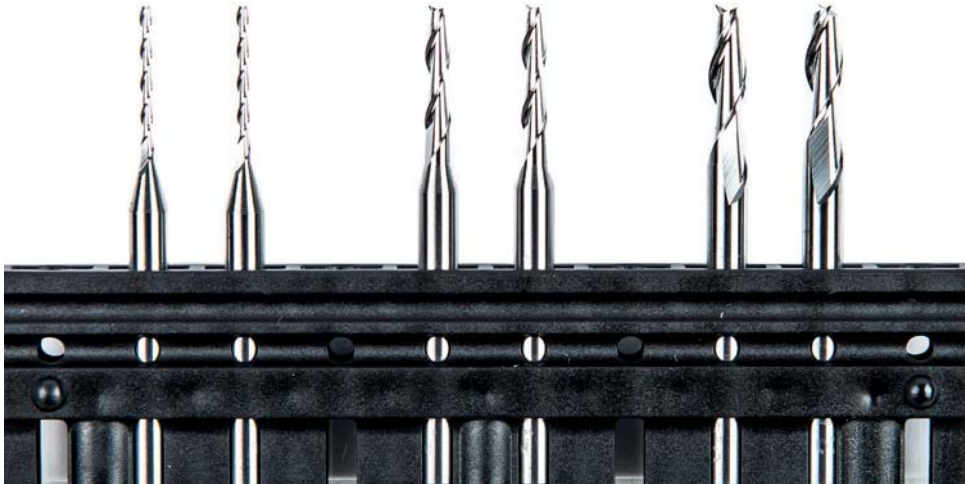


Abb. 1–14 VollhartmetallfräSER mit Fischeschwanzschliff (1, 2 und 3 mm)

d	z	$v_c$	$f_z$	$a_e$	$a_p$
		min	max		
3	3	250	350	0,05	1,0 · d

Tab. 3–2 Kennzahlen für den Fräser

Die Eingriffsbreite  $a_e$  bezeichnet die Breite, mit der der Fräser beim Stirnfräsen maximal in das Material eindringen darf, und wird bei Schaftfräsern oft als Faktor des Durchmessers angegeben. Für verschiedene Materialien erfolgen diese Angaben auch mit unterschiedlichen Werten. Beim Beispiel in Tabelle 3–2 entspricht der mögliche Wert also maximal 3 mm. Die Schnitttiefe  $a_p$  bezeichnet das Maß, mit dem der Fräser Material in einem Durchgang maximal in der Tiefe abtragen darf, hier also ebenfalls maximal 3 mm. Mit dem Fräser kann pro Bahn Material mit einem Querschnitt von maximal  $3 \times 3$  mm abgetragen werden.

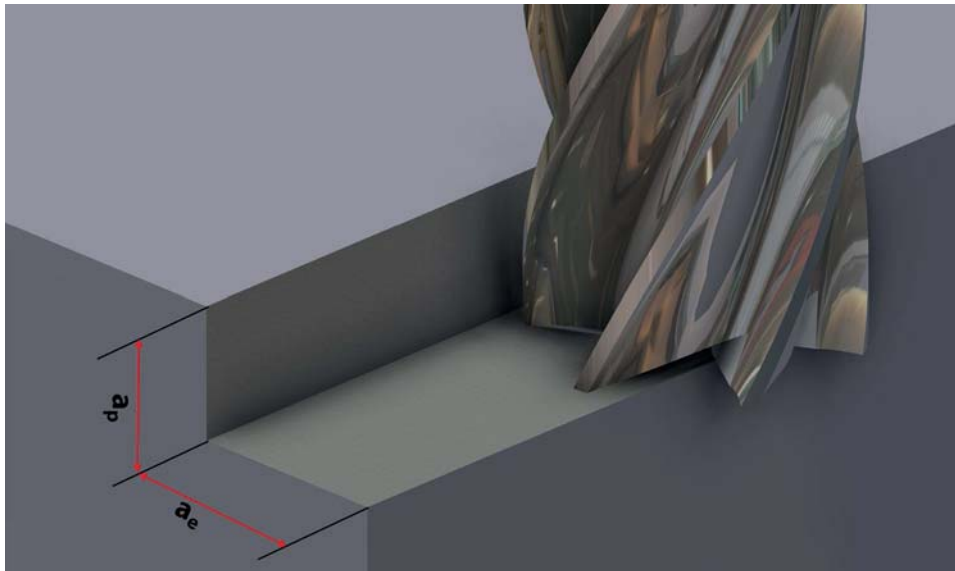


Abb. 3–4 Eingriffsbreite und Schnitttiefe

Der Vorschub, mit dem der Fräser durch das Material fahren kann, wird aus dem Zahnvorschub  $f_z$  berechnet. Dieser gibt an, mit welchem Vorschub ein Zahn pro Umdrehung in das Material eindringen kann, hier 0,05 mm. Für einen Dreizahnfräser muss der Wert mit 3 multipliziert werden, da pro Umdrehung drei Zähne schneiden.

Da der Drehzahlbereich aus den vorherigen Berechnungen bekannt ist, wird der Vorschub folgendermaßen aus dem Zahnvorschub berechnet:

$$f = n \cdot f_z \cdot z \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Für das Beispiel ergeben sich folgende Werte:

$$f_{\text{minimal}} = 26000 \cdot 0,05 \cdot 3 \frac{\text{mm}}{\text{min}} = 3900 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

$$f_{\text{maximal}} = 37000 \cdot 0,05 \cdot 3 \frac{\text{mm}}{\text{min}} = 5550 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Damit stehen die Eckdaten fest. Bei der unteren Drehzahl können Sie eine 3×3-mm-Bahn mit einem Vorschub von 3.900 mm/min und bei der oberen mit 5.550 mm/min abtragen.

Ist die Belastung im berechneten Drehzahlbereich für die Fräsmaschine zu hoch, wird zunächst die Zustellung in beide Richtungen verringert und im schlechtesten Fall auch noch ein kleinerer Zahnvorschub angesetzt. Das führt dazu, dass die Schneide weniger tief in das Material eindringt und außerhalb der Spezifikation des Herstellers arbeitet. Je weiter man den Zahnvorschub reduziert, desto mehr wird nur mit der Schneidenspitze geschnitten. Die Schneidenspitze nutzt sich dann sehr viel schneller ab und wird stumpf, wodurch der ganze Fräser unbrauchbar wird. Der schnellere Verschleiß liegt daran, dass die Spitze dann für die gleiche Strecke viel öfter schneiden muss. Außerdem verteilt sich so die Kraft auf dünnere Bereiche der Schneide.

In Abbildung 3–5 ist zu erkennen, wie sich die Kräfte mehr in die Fräaserspitze verlagern, wenn mit derselben Kraft mit einem kleineren Bereich der Spitze gearbeitet wird. Auf einen kleineren Bereich des Werkzeugs wirkt so eine höhere Kraft.

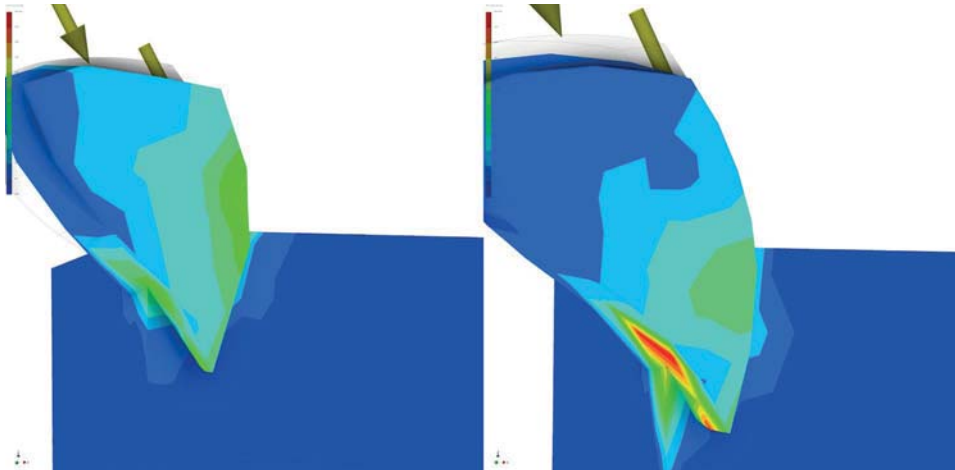


Abb. 3–5 FEM-Belastungssimulation der Schneide bei unterschiedlichem Zahnvorschub

Man kann aber Vorschub und Drehzahl nicht beliebig verringern. Ist die Belastung für die Fräsmaschine trotz zu kleiner Einstellungen noch zu hoch, kann man noch die Eingriffsbreite und Zustellung verringern. Dann wird mit mehr Durchgängen, aber immer noch mit derselben Schnittgeschwindigkeit gefräst.

#### Unmögliche Einstellungen

In manchen Fällen können die optimalen Werte nicht eingestellt werden, wenn der Fräsmotor nicht langsam oder schnell genug dreht, oder wenn die Fräsmaschine nicht stabil genug ist, um den geforderten Vorschub zu erreichen. Dann bleibt Ihnen nichts anderes übrig, als andere Werkzeuge zu verwenden oder die vorhandenen Werkzeuge in einem suboptimalen Bereich zu nutzen.

Es ist trotzdem immer sinnvoll, die optimalen Werte zu ermitteln, damit man weiß, wo man ggf. anpassen kann. Wenn Sie mit einer bestimmten Einstellung gute Ergebnisse erzielt haben, notieren Sie sich die Daten für den verwendeten Fräser und das Material. Notieren Sie diese Daten auch bei fehlerhaften Versuchen, bei schlechter Qualität bestimmter Fräser oder bei schlecht fräsbaren Materialien. So können Sie später bei ähnlichen Anwendungen oder beim Einkauf auf vorhandene Werte zurückgreifen und weitere Fehlversuche vermeiden.

### 3.1.5 Kühlung und Schmierung

Die hohen Kräfte beim Schneiden erzeugen sehr viel Wärme. Bei falscher Anwendung wie der Überschreitung der Schnittgeschwindigkeit oder bei der Verwendung verstopfter oder verbrauchter Fräser kann so viel Hitze entstehen, dass die Werkzeuge ausglühen. Daher ist es sehr wichtig, dafür zu sorgen, dass Fräswerkzeuge möglichst wenig Wärme entwickeln.