

Über den Fräserweg bei der Herstellung von Trommelkurven

Dieter Fichtner

1. Einführung

Für Steuerungsaufgaben an Verarbeitungs- und anderen Maschinen werden noch häufig Trommelkurven benutzt. Dabei gleitet eine Laufrolle in einer Nut, die kurvenförmig ausgebildet ist. Die Laufrolle befindet sich an einem Ende eines Hebels, dessen zweiter Hebelarm eine Schwenkbewegung ausführt. Letztere wird in ihrem Ausmaß von dem Verhältnis der Hebelarme und dem Hub der Nut bestimmt. Durch die Drehbewegung der Trommel bewegt sich die Laufrolle auf einer Bahn, die aus Spiralstücken zusammengesetzt ist.

Für den ruhigen Lauf der Rolle darf die Nut nur ein geringes Spiel haben. Deshalb ist es zweckmäßig, ein Fräserswerkzeug einzusetzen, daß kleiner als der Rollendurchmesser ist und mit dem die Flanken einzeln bearbeitet werden. Nur die funktionale Fünffachbearbeitung erlaubt, die Nutflanken funktionsgerecht herzustellen. Das resultiert aus den Eigenschaften einer Spirale und aus der durch einen Fräser hinterlassenen Spur.

2. Eigenschaften einer Spirale und Spur eines Fräsers, der auf einer Spirale geführt wird

Eine Spirale hat eine Steigung und einen Radius. Die Steigung wird durch die Ganghöhe und den Radius bestimmt.

Die Gleichung der Spirale in Vektorform lautet [1]:

$$\underline{x}(t) = a (\underline{e}_1 \cos t + \underline{e}_2 \sin t) + b \underline{e}_3 t$$

mit dem Winkel t , dem Radius a und der Ganghöhe $2\pi b$.

\underline{e}_1 , \underline{e}_2 und \underline{e}_3 sind die Basisvektoren des Koordinatensystems.

Ihre Steigung erhält man aus der ersten Ableitung mit

$$d\underline{x}(t) / dt = a (-\underline{e}_1 \sin t + \underline{e}_2 \cos t) + b \underline{e}_3 .$$

Die Spur des Fräsers im Material wird durch die Tangentenfolge am Fräserzylinder beschreibbar. Der Fräser wird von der NC-Maschine an der Fräserspitze geführt. Die Fräserachse ändert beim dreiachsigen Bearbeitungsfall ihre Lage nicht, deren Vektor heißt z.B. $(0,0,1)$.

Wird der Fräser mit seiner Spitze auf einer Spirale geführt, bewegen sich alle Punkte, die auf der Fräserachse liegen, ebenfalls auf einer Spirale; die Ganghöhe aller Punkte auf der Fräserachse ist gleich groß. Da sich beim Vorwärtsschreiten auf der Fräserachse zur Einspannstelle des Werkzeugs hin aber der Radius zur Drehachse der Trommel kontinuierlich vergrößert, verringert sich proportional die Steigung der Spirale, die die einzelnen Fräserachspunkte durchlaufen.

Die Punkte der Berührlinie zwischen Nutflanke und Fräser sind ein Abbild der momentanen Situation, d.h. sie entsprechen den jeweiligen Tangenten an den Fräserzylinder, deren Steigung der der zugehörigen Spirale gleich ist. Durch die geschilderte Situation greift in der Nähe der Fräserstirn (kleinerer Trommeldurchmesser) das Tangentenband entfernter von der Fräserbrust an, als es für die anderen Punkte des Fräserzylinders der Fall ist. Am äußeren Rand der Trommelnut ist der Abstand zur Fräserbrust am geringsten. Diese Aussage wird im Bild 1 verdeutlicht.

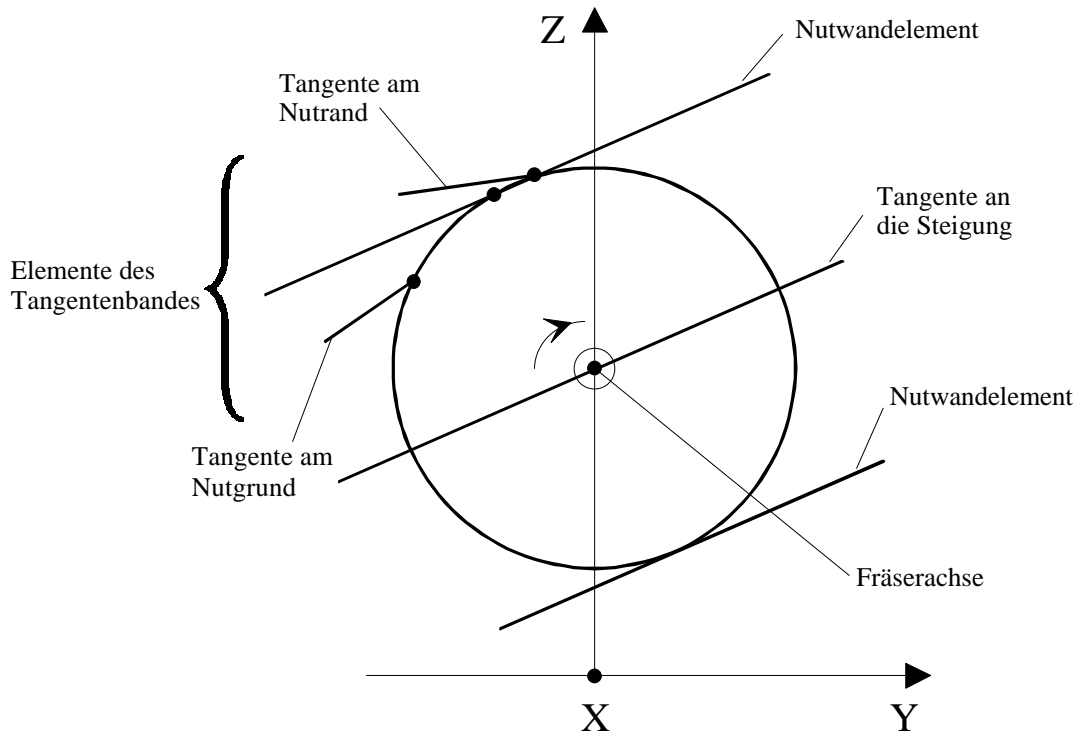
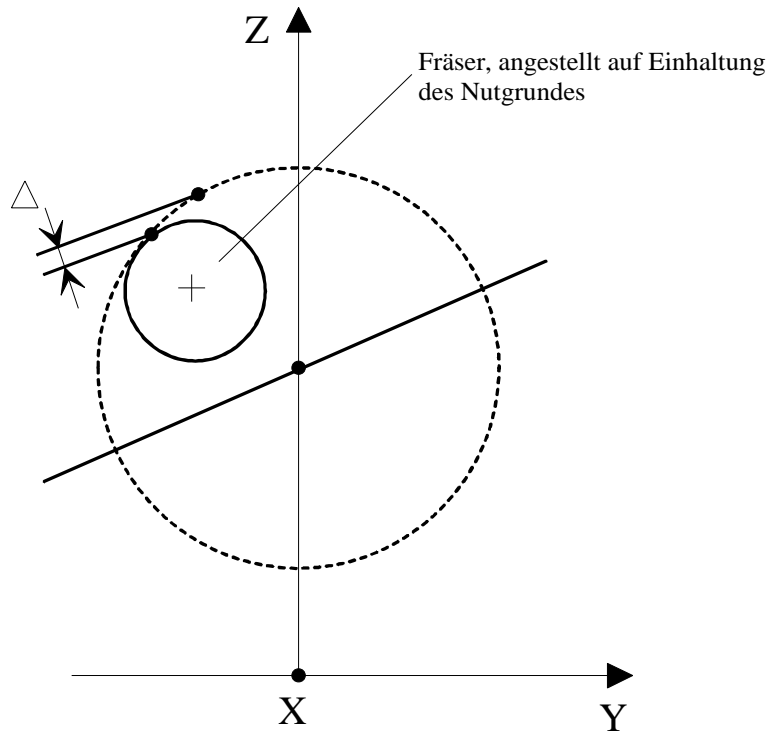


Bild 1: Beschreibung der Verhältnisse an der Laufrolle

Ist der Fräser kleiner als die Laufrolle, stimmen die Nutflanken nur am Nutgrund überein, wenn der Fräser an diese Stelle positioniert wurde. Bei kleinerer Nuttiefe -- zum Nutrand hin -- entsteht zwischen dem erzeugten und dem für die Laufrolle benötigten Tangentenband, das die Nutflanke kennzeichnet, eine Differenz. Das zeigt Bild 2.



△ Abstand der Tangenten an Rolle und Fräser
bei einer Nuttiefe $t < t_{\text{Nutgrund}}$

Bild 2: Unterschiede in den Nutflanken

Einen Blick auf die Nutwand gibt Bild 3 wider.

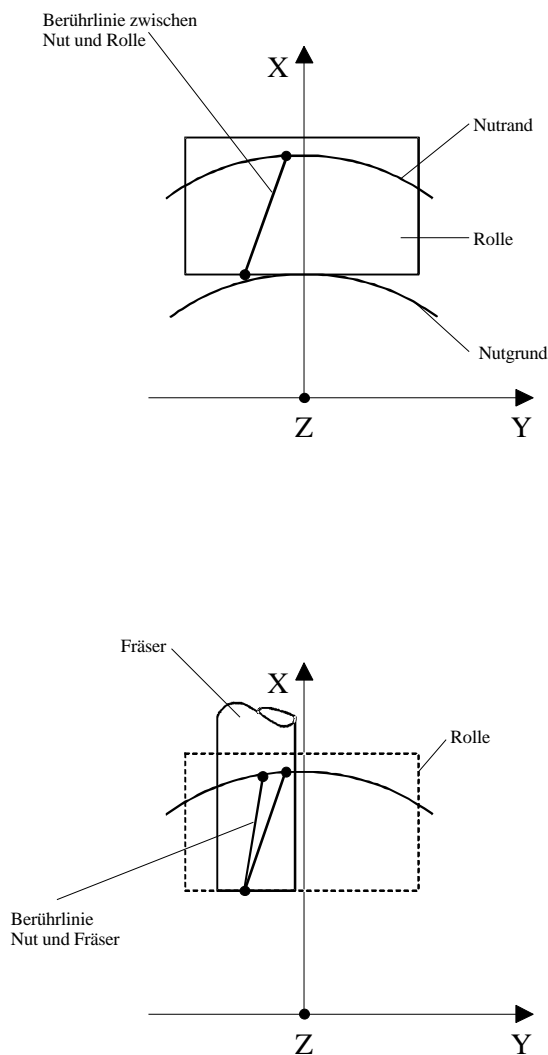


Bild 3: Unterschiedliche Berührlinien von Laufrolle und Fräser mit der Nutwand

Aus Bild 3 ist zu erkennen, daß die Berührlinien bei der Herstellung der Nut und beim Gleiten der Laufrolle in der Nut nicht übereinstimmen; die Nutbreite verringert sich zum Nutrand hin. Um eine über die gesamte Nutflanke gleichmäßig breite Nut zu erhalten, muß der Fräser entsprechend der erforderlichen Berührlinie angestellt werden. Wie man sieht, ergibt sich ein Bearbeitungsproblem, das mit 5 funktional zu steuernden Achsen zu lösen ist.

3. Zusammenfassung

Um die Nuten von Trommelkurven qualitätsgerecht mit Fräsern herstellen zu können, deren Durchmesser kleiner als der Laufrollendurchmesser sind, müssen die Fräserachsen in zwei Richtungen gestürzt werden. Auf diese Weise wird gesichert, daß die Berührlinien Nutflanke und Fräser einerseits und Nutflanke und Laufrolle andererseits die gleiche räumliche Lage einnehmen.

Literatur

- [1] Gellert, W.; Küstner, H.; Hellwich, M.; Kästner, H. (Hrsg.): Kleine Enzyklopädie Mathematik. Leipzig: Bibliographisches Institut, 1968