

Rändelwalzen

Was haben medizinische Instrumente und Elektromotoren gemeinsam? Beide Objekte besitzen gerändelte Bauteile zu jedoch ganz unterschiedlichem Zweck. Einerseits soll die Reibung zwischen Arzthandschuhe und Besteck erhöht werden, andererseits soll ein Rotorpaket auf einer Rotorwelle befestigt werden.

Grundlagen

Das Walzen von Rändeln, oder einfach nur Rändeln, ist definiert nach DIN 82. Hier wird das Rändeln unterteilt, je nachdem wie die Achse(n) der Rändel im Bezug zur Bauteilachse stehen (Abb. 1).

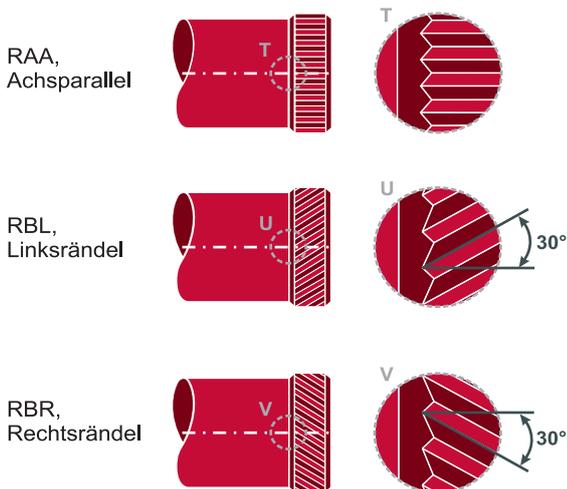


Abb. 1: Beispielrändel, s.Vgl. DIN 82

Tab 1: Weitere Rändelformen nach DIN 82

RGE	RGV	RKE	RKV
Links-Rechtsrändel, Spitzen erhöht	Links-Rechtsrändel, Spitzen vertieft	Kreuzrändel, Spitzen erhöht	Kreuzrändel, Spitzen vertieft

Im Unterschied zu Pass- oder Steckverzahnungen mit Kerb- oder evolventischen Flanken ist beim Rändeln insbesondere der Außendurchmesser das entscheidende geometrische Kriterium. Je nach Anwendungsfall kann dieser auch sehr eng toleriert sein und ergibt sich aus Teilung t multipliziert mit der Zähnezahl. Dabei wird vorzugsweise von einer Reihung $t=0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,6$ ausgegangen.

$$D_a = \frac{t \cdot z}{\pi}$$

D_a Außendurchmesser
 t Teilung
 z Zähnezahl

Funktion

Rändel dienen dazu eine kostengünstige, kraftschlüssige Verbindung zwischen Welle und Nabe herzustellen. Dabei wird eine innenrund gefertigte Nabe auf eine mit einem Rändel und leichtem Übermaß versehene Welle gepresst. Die Verbindung ist unlösbar. Hauptanwendungsfall stellen dabei Motor- bzw. Generatorwellen in unterschiedlichsten Größen und in unterschiedlichen E-Maschinen Typen dar. Die Rotorbaugruppe aus Kupferwicklung und Aufnahmekörper wird dabei in einem Prozess mit der Rotorwelle gefügt.

Häufig wird der Fügeprozess und damit die Haltbarkeit der Verbindung über die Kontrolle der benötigten Fügekraft sichergestellt. Diese kann nur konstant bleiben, wenn das während des Fügens verdrängte Material konstant ist. Somit muss das Volumen der verdrängten Zähne konstant sein (konstante Zähnezahl) und der Außendurchmesser muss so wiederholgenau wie möglich sein.

Eine Sonderanwendung stellen Rändel in der Textilindustrie (Abb. 2) dar. Dort dienen sie in Strickwerken dem Verziehen und Verdrehen von Faserbändern.



Abb. 2: Textilzylinder

Herstellung

Das Verfahren der Wahl in der Massenfertigung ist das Walzen auf Walzmaschine oder bei kleinen Stückzahlen mit Rollkopf in einer Drehmaschine. Entscheidend für die Herstellung von Rändeln mit sehr präzisen Maßen durch Walzen ist eine steife Maschine mit einem spielfreien Antriebsstrang.

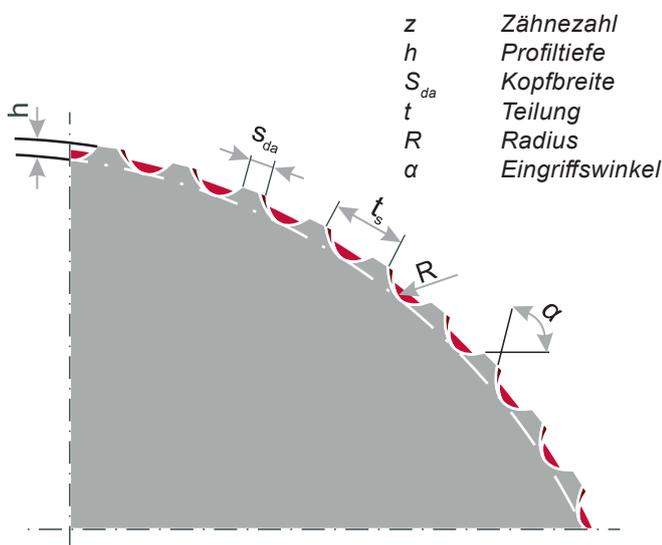


Abb. 3: Profil einer Textilspindel

Erst so kann gewährleistet werden, dass die vorher exakt eingespurten, geschliffenen Werkzeuge wiederholgenau eine gute Teilung ohne schwankende Zähnezahl am Werkstück liefern. Gleichzeitig wird die Anwendung einer Anlage mit weg-gesteuerter/n Zustellachse/n, optimal per NC empfohlen. Erst so kann unabhängig von Material- und Chargenschwankungen ein gleichbleibender, walzkraftunabhängiger Außendurchmesser erzeugt werden.

Einstechwalzen

Für kurze Rändel (Abb. 4) eignet sich das aus dem Gewindewalzen bekannte Verfahren des Einstechwalzens. Dabei wird das Rändel auf gesamter Länge in einem Prozessschritt ausgeformt. Vorteil ist die kurze Zykluszeit. Nachteilig ist die durch die Maschinenkraft maximal erreichbare Rändellänge. Üblicherweise werden die Werkstücke zentriert im Arbeitsraum aufgenommen, die Zustellbewegung der Walzmaschine beginnt und unter sich rotierenden Werkzeugen wird das Profil ausgeformt.



Abb. 4: Motorwelle

Durchlaufwalzen / Durchschubwalzen

Wenn Bauteile wie zum Beispiel Rotorwellen von großen Generatoren (Abb. 5) mit sehr langen Rändeln versehen werden sollen, gibt es zwei mögliche Verfahren. Das Durchlaufwalzen mit geschwenkten Rändelwalzwerkzeugen und das Durchschubwalzen. Bei beiden Varianten besitzen die Rändelwerkzeuge einen Ein- und Auslauf sowie einen Kalibrierbereich. Ein Unterschied besteht lediglich in der Erzeugung des Vorschubs. Bei geschwenkten Werkzeugen im Durchlaufwalzen erzeugt sich der Vorschub aus den Schwenkwinkeln. Pro Werkzeugumdrehung geht ein Teil der Energie in eine axiale Komponente über. Beim Durchschubwalzen werden die Werkstücke von einer elektromechanischen Achse durch die sich rotierenden, achsparallel stehenden Werkzeuge geschoben. Zusätzlich kann das kurze Rändel wie gewohnt im Einstechprozess erzeugt werden.

Eine Auswahl der Verfahren ergibt sich aus möglichen Störkonturen, unterschieden in der Flexibilität und der vorhandenen Maschinenteknik.



Abb. 5: Rotorwelle