

Okay, hier ist die deutsche Übersetzung des Handbuchs zum Rändeln:

Anleitung Rändeln: Eine klare Erklärung

Diese Anleitung hilft Ihnen Schritt für Schritt, ein Rändelmuster auf metallischen Werkstücken mit einer Drehmaschine anzubringen.

Was ist Rändeln?

Rändeln ist eine Technik, um ein Muster (meist für Griffigkeit oder zur Zierde) auf einem runden Werkstück anzubringen. Es gibt zwei Hauptmethoden:

- **Rändeln durch Drücken (Umformen):** Hierbei werden Rollen gegen das Metall gedrückt, wodurch das Material kalt umgeformt wird. Der Durchmesser des Werkstücks wird dabei etwas größer. Dies ist die gängigste Methode.
- **Rändeln durch Fräsen (Spanen):** Hierbei wird Material mit speziellen Rollen abgetragen, vergleichbar mit dem Fräsen. Dies führt oft zu einem präziseren Ergebnis und funktioniert besser bei harten oder zähen Materialien.

Wichtige Begriffe (Die Grundlage für den Erfolg)

Bevor Sie beginnen, ist es entscheidend, diese vier Konzepte zu verstehen:

- **Vordrehdurchmesser:** Dies ist der exakte Startdurchmesser Ihres Werkstücks, bevor Sie mit dem Rändeln beginnen. Dieses Maß ist extrem wichtig. Der Umfang Ihres Werkstücks muss nämlich genau zum Muster Ihrer Rändelrolle 'passen'. Eine kleine Abweichung führt zu einem unsauberen, überlappenden Muster. Diesen Durchmesser müssen Sie also sehr präzise (innerhalb von $\pm 0,025$ mm) vordrehen.
- **Teilung (Pitch):** Dies ist der Abstand zwischen den Zähnen auf der Rändelrolle. Dieser Wert bestimmt, wie grob oder fein Ihr Rändelmuster wird.
- **Rändeltiefe:** Die Tiefe des Musters ist immer die Hälfte der Teilung.
 - *Beispiel:* Bei einer Teilung von 1,0 mm stellen Sie den Rändelhalter 0,5 mm tiefer ein, nachdem er das Werkstück berührt hat.
- **Schmierung und Kühlung:** Dies ist essenziell und nicht optional. Verwenden Sie kontinuierlich und reichlich Kühlschmiermittel. Es verhindert Überhitzung, sorgt

für ein schöneres Muster und spült Metallpartikel weg, die die Rollen blockieren könnten.

Methode 1: Rändeln durch Drücken (Umformen)

Dies ist die am häufigsten verwendete Methode zum Anbringen eines Rändelmusters.

1. Vorbereitung

- **Vordrehdurchmesser berechnen:** Bestimmen Sie anhand der Formeln am Ende dieses Dokuments den gewünschten Vordrehdurchmesser. (Als Faustregel gilt, dass der Durchmesser um 30-40% der Teilung zunimmt).
- **Werkstück drehen:** Drehen Sie das Werkstück sehr präzise auf den berechneten Vordrehdurchmesser. Sorgen Sie für eine glatte Oberfläche.
- **Rändelrollen prüfen:** Stellen Sie sicher, dass die Rollen im Halter sauber sind, sich leicht drehen lassen, aber nicht zu viel Spiel haben.

2. Einstellen an der Drehmaschine

- **1 Rolle:** Platzieren Sie den Halter so, dass die Rändelrolle exakt auf der Mittellinie (Zentrierhöhe) des Werkstücks steht.
- **2 Rollen:** Platzieren Sie den Halter so, dass die beiden Rollen symmetrisch um die Mittellinie klemmen. Die meisten Halter für Kreuzrändel sind selbstzentrierend.

3. Ausführung

- **Drehzahl (U/min):** Stellen Sie die Drehmaschine auf die richtige Drehzahl ein; konsultieren Sie hierfür die Umformgeschwindigkeits-Tabelle.
- **Schmieren:** Tragen Sie reichlich Kühlschmiermittel auf das Werkstück auf.
- **Der Zustellweg:** Starten Sie die Drehmaschine. Drücken Sie die Rändelrollen schnell und entschlossen in das Werkstück bis zur gewünschten Tiefe (ca. 0,5 x die Teilung). Zögern Sie nicht, da ein langsames Zustellen ein unsauberes Muster ergibt.
- **Längsvorschub:** Schalten Sie sofort den automatischen Längsvorschub ein. Lassen Sie das Werkzeug über die gewünschte Länge verfahren. Kontinuierlich schmieren!
- **Zurückziehen:** Am Ende des Durchgangs ziehen Sie den Rändelhalter vom Werkstück zurück und schalten den Vorschub und die Drehmaschine aus.

- **Kontrolle:** Überprüfen Sie das Ergebnis. Bei Bedarf können Sie einen zweiten Durchgang machen. Stellen Sie dann sicher, dass die Rollen exakt in die vorhandenen Rillen fallen, bevor Sie erneut Druck ausüben.

Methode 2: Rändeln durch Fräsen (Spanen)

Diese Methode verwendet spezielle Fräs-Rändelhalter für ein sehr sauberes Ergebnis, insbesondere bei schwerer verformbaren Materialien wie Edelstahl oder Kunststoff.

1. Vorbereitung und Einstellung

- **Rollen montieren:** Platzieren Sie die Fräsrollen in den Halter, wie in der Halter-Anleitung angegeben. Verwenden Sie etwas hitzebeständiges Fett. Stellen Sie sicher, dass sie sich leicht drehen lassen.
- **Halter positionieren:** Stellen Sie den Halter exakt auf die Mittellinie der Drehmaschine ein.
- **Kopf fixieren:** Stellen Sie den Kopf des Halters ein (für gerade oder schräge Rändel) und fixieren Sie ihn gut mit den Stellschrauben.
- **Zentrieren (für Kreuzrändel):** Stellen Sie sicher, dass beide Rollen das Werkstück exakt gleichzeitig berühren. Dies tun Sie, indem Sie das Spannfutter von Hand drehen und den Halter einstellen, bis beide Rollen Kontakt haben. Fixieren Sie anschließend den Kopf endgültig.

2. Ausführung

Der Prozess ist weitgehend derselbe wie beim Drückrändeln, mit dem Hauptunterschied, dass dieser für einen einzigen Durchgang konzipiert ist.

- **Niedrige Geschwindigkeit und Schmierung:** Stellen Sie die Drehmaschine auf die richtige Drehzahl ein, konsultieren Sie hierfür die Schnittgeschwindigkeits-Tabelle, und verwenden Sie reichlich Kühlschmiermittel.
- **Der Zustellweg:** Bewegen Sie den Halter zum Werkstück. Die Schnitttiefe beträgt $0,5 \times$ die Teilung.
- **Längsvorschub:** Schalten Sie den automatischen Längsvorschub ein und verfahren Sie über die gewünschte Länge. Kontinuierlich schmieren, auch um die Späne wegzuspülen.
- **Zurückziehen:** Ziehen Sie am Ende den Halter vom Werkstück zurück. Das Ergebnis sollte nach einem Durchgang gut sein.

Allgemeine Tipps für ein perfektes Ergebnis

- **Rollen prüfen:** Stellen Sie immer sicher, dass sich die Rollen leicht drehen lassen und nicht verschlissen sind. Eine verschlissene Rolle ergibt ein schlechtes Ergebnis.
- **Steifigkeit ist entscheidend:** Spannen Sie Ihr Werkstück und Werkzeug so stabil wie möglich ein. Verwenden Sie eine mitlaufende Spitze im Reitstock für zusätzliche Unterstützung, besonders bei längeren Werkstücken.
- **Genauigkeit:** Der Vordrehdurchmesser ist der Schlüssel zum Erfolg. Messen Sie ihn lieber zweimal.
- **Materialwahl:** Nicht jedes Material lässt sich gleich gut 'drücken' (umformen). Edelstahl, Kunststoff und Kupfer sind Beispiele, die oft ein besseres Ergebnis mit dem 'Fräsen' (Spanen) ergeben.
- **Testen:** Die empfohlenen Geschwindigkeiten und Vorschübe (wie in den Tabellen der Originalanleitung) sind Richtwerte. Die besten Ergebnisse erzielen Sie oft durch Testen an einem Probestück.

Formel für den perfekten Rändeldurchmesser: Eine klare Erklärung

Das Ziel: Warum diese Formel?

Um ein sauberes, klares Rändel zu erhalten, muss der Umfang Ihres Werkstücks ein exaktes Vielfaches der "Teilung" (des Abstands zwischen den Zähnen) Ihrer Rändelrolle sein. Ist dies nicht der Fall, passt das Muster am Ende einer Umdrehung nicht perfekt zusammen, und Sie erhalten ein unsauberes, "doppeltes" Rändel.

Mit dieser Berechnung passen Sie Ihren Startdurchmesser ganz leicht an, damit das Muster perfekt sitzt.

Die einfache Schritt-für-Schritt-Methode

Verwenden Sie diese Schritt-für-Schritt-Anleitung mit Ihrem Beispiel: Zieldurchmesser (D) = 40 mm und Teilung (S) = 1 mm.

Schritt 1: Berechnen Sie den Umfang Ihres Zieldurchmessers

Berechnen Sie den Umfang, den Sie eigentlich haben möchten.

- Formel: $\text{Umfang} = \text{Durchmesser} \times 3,14$
- Beispiel: $40 \text{ mm} \times 3,14 = 125,6 \text{ mm}$

Schritt 2: Berechnen Sie, wie viele Zähne darauf passen

Teilen Sie den Umfang durch die Teilung Ihrer Rändelrolle. Die Zahl, die Sie jetzt erhalten, ist die Anzahl der Zähne, die "fast" auf Ihr Werkstück passen.

- Formel: Anzahl der Zähne = Umfang / Teilung
- Beispiel: $125,6 \text{ mm} / 1 \text{ mm} = 125,6$ Zähne

Schritt 3: Runden Sie auf die nächste ganze Zahl auf

Sie können keine 125,6 Zähne haben. Wählen Sie daher die nächste ganze Zahl. Dies ist Ihr Ziel.

- Beispiel: Wir runden 125,6 auf 126 ganze Zähne.

Schritt 4: Berechnen Sie den perfekten Umfang

Multiplizieren Sie die ganze Zähnezahl (aus Schritt 3) mit der Teilung. Dies ist der neue, ideale Umfang für ein perfektes Rändel.

- Formel: Idealer Umfang = Ganze Zähnezahl $\times$ Teilung
- Beispiel: $126 \times 1 \text{ mm} = 126 \text{ mm}$

Schritt 5: Berechnen Sie Ihren endgültigen Startdurchmesser

Teilen Sie den perfekten Umfang durch 3,14, um den endgültigen, idealen Durchmesser zu finden, auf den Sie das Material vordrehen müssen.

- Formel: Endgültiger Durchmesser = Idealer Umfang / 3,14
- Beispiel: $126 \text{ mm} / 3,14 = \mathbf{40,13 \text{ mm}}$

Fazit: Um mit einer Teilung von 1 mm ein perfektes Rändel auf einer Welle von ca. 40 mm zu erhalten, müssen Sie die Welle auf $\varnothing 40,13 \text{ mm}$ vordrehen.

Beachten Sie, dass bei Rändelrollen durch Drücken der Außendurchmesser um 30-40% der Teilung größer wird als der Startdurchmesser.