Entscheidungshilfe: Antrieb je Achse

Nicht „welcher Antrieb ist besser?“, sondern „für welche Achse?“: Beantworte die Fragen für jede Achse einzeln. Jede Achse bekommt in der Steuerung ihre eigenen Steps pro Millimeter, Höchstgeschwindigkeit und Beschleunigung.

Welche Achse planst du?

Frage 1
Ist es die Z-Achse?

ja →

Spindel, kein Riemen

- Riemen halten die Last an Z nicht.
- Trapezspindel eingängig, kleine Steigung: hält die Z-Achse stromlos von selbst.
- Mehrgängig mit großer Steigung: Selbsthemmung geht meist verloren – Datenblatt prüfen.
- Kugelumlaufspindel: nicht selbsthemmend – $1=255 hält die Motoren bestromt, sonst Gewichtsausgleich oder Bremse.

nein ↓

Frage 2
Fräst die Maschine Aluminium oder soll sie enge Maße halten?

ja →

Kugelumlaufspindel

- Vorgespannte Mutter: sehr wenig Spiel, leichter Lauf, wenig Verschleiß.
- Faltenbalg oder Abdeckung gehört in den Plan, nicht in die Nachrüstung.
- Lange Spindel: kritische Drehzahl beachten – größere Steigung, Lagerung fest/los.

nein ↓

Frage 3
Ist die Achse lang und leicht belastet (Schaum, Sperrholz, Platten, Laser)?

ja →

Zahnriemen oder Zahnstange

- Peitscht nicht, leicht, hohe Verfahrgeschwindigkeit.
- Riemen dehnt sich unter Last: freies Trum kurz halten, Spannung regelmäßig prüfen.
- Untersetzung: mehr Kraft und Auflösung, weniger Höchstgeschwindigkeit.

nein ↓

Trapezspindel

- Reicht für Holz, Kunststoff und Schaum, vor allem an kleinen Maschinen.
- Spiel mit geteilter, federvorgespannter Mutter weitgehend ausgleichen.

Egal welche Lösung: Plane die Lagerung der Spindel und die Spannvorrichtung des Riemens genauso sorgfältig wie den Antrieb selbst. Ein guter Antrieb in einem weichen Lagerbock bringt wenig. Die Tabelle lässt sich auf A3 vergrößern.

Stand November 2026. Angaben aus dem Beitrag auf cnc-freak.de; Datenblätter von Spindel, Mutter, Riemen und Motor gehen vor.

Weg je Vollschritt und Steps pro Millimeter

GRBL rechnet die Steps pro Millimeter ($100 bis $102) aus Vollschritten pro Umdrehung mal Mikroschritten, geteilt durch den Weg je Umdrehung. Beispiele aus dem Beitrag mit einem Motor mit 200 Vollschritten pro Umdrehung:

Antrieb (Beispiel)	Weg je Umdrehung	Weg je Vollschritt	Steps/mm ohne Mikroschritt	Steps/mm bei 8 Mikroschritten	Steps/mm bei 16 Mikroschritten
Trapezspindel, eingängig, Steigung 2 mm	2 mm	0,01 mm	100	800	1600
Trapezspindel, mehrgängig, Steigung 8 mm	8 mm	0,04 mm	25	200	400
Kugelumlaufspindel, Steigung 5 mm	5 mm	0,025 mm	40	320	640
Kugelumlaufspindel, Steigung 10 mm	10 mm	0,05 mm	20	160	320
Zahnriemen, 2 mm Teilung, Scheibe mit 20 Zähnen	40 mm	0,2 mm	5	40	80

Zahnriemen: Weg je Umdrehung = Teilung × Zähnezahl der Scheibe (2 mm × 20 = 40 mm). Mikroschritte teilen die Werte weiter, machen die Maschine aber nicht im selben Maß genauer – die Wiederholgenauigkeit hängt am Ende an Spiel, Steifigkeit und Riemendehnung.

Kurzer Weg je Umdrehung = mehr Kraft und feinere Auflösung. **Langer Weg je Umdrehung** = mehr Geschwindigkeit; bei langen Spindeln dreht die Spindel für denselben Vorschub langsamer und bleibt weiter unter der kritischen Drehzahl.

Die drei Antriebe im Vergleich

Eigenschaft	Trapezspindel	Kugelumlaufspindel	Zahnriemen
Prinzip	Gleitreibung zwischen Gewinde und Mutter	Kugeln rollen zwischen Spindel und Mutter	Zähne greifen in Riemenscheibe
Wirkungsgrad	etwa 20 bis 40 Prozent laut Herstellern	rund 90 Prozent	hoch, Verluste vor allem durch Vorspannung
Spiel	vorhanden, mit Federmutter verringerbar	mit vorgespannter Mutter sehr klein	kaum Umkehrspiel, aber Riemendehnung
Selbsthemmung	bei kleiner Steigung ja	nein, die Last kann die Spindel drehen	nein
lange Achsen	begrenzt durch Durchhängen und Peitschen	begrenzt durch kritische Drehzahl	gut geeignet
Schmutz	eher gutmütig	empfindlich, braucht Abdeckung	Späne auf der Scheibe stören
typische Achse	Z, kleine Maschinen	X, Y und Z an Fräsen für Aluminium	lange Achsen für Holz, Schaum, Laser

Wirkungsgrad der Trapezspindel (20 bis 40 Prozent) ist eine Herstellerangabe und hängt von Steigung und Mutterwerkstoff ab. Die Kugelumlaufspindel ist technisch am stärksten, aber nicht automatisch die richtige Wahl für jede Achse.

Planungsblatt: Antrieb je Achse

Trag für jede Achse ein, was du gewählt hast. Steps/mm = Vollschritte × Mikroschritte ÷ Weg je Umdrehung.

Achse	Länge (mm)	Werkstoffe	Antrieb (Ergebnis Ablauf)	Steigung / Teilung × Zähne	Weg je Umdrehung (mm)	Mikro-schritte	Steps/mm	Lagerung / Spannung	Budget / Notiz
X									
Y									
Y2 (zweiter Motor)									
Z									

Welche Kombination passt zu deiner Maschine?

Maschine	Antriebe laut Beitrag
Kleine Tischfräse für Holz und Kunststoff	Trapezspindeln auf allen Achsen, eingängig mit kleiner Steigung an Z.
Mittlere Portalfräse, die auch Aluminium bearbeiten soll	Kugelumlaufspindeln an X, Y und Z, Abdeckungen einplanen, Motoren an Z dauerhaft bestromen.
Große Plattenmaschine für Holz und Schaum	Zahnriemen oder Zahnstange an den langen Achsen, Spindel an Z.
Lasergravierer oder Schneidplotter	Zahnriemen genügen, weil kaum Kräfte auftreten.

Mischen ist erlaubt: Viele Eigenbauten nutzen für X und Y Spindeln oder Riemen und für Z eine Spindel mit anderer Steigung. Kugelumlaufspindeln mit dem Schmierstoff und in den Abständen schmieren, die das Datenblatt der Mutter nennt. Typische Steigungen in der Tabelle sind gängige Ausführungen, keine Normreihe. Die Aussage zur Selbsthemmung mehrgängiger Spindeln ist aus der Steigungswinkel-Rechnung abgeleitet – im Einzelfall Datenblatt prüfen.

Rechnen geht schneller in der Tabelle: Die XLSX-Datei aus dem Download-Kasten des Beitrags auf cnc-freak.de rechnet Steps/mm, Spindeldrehzahl und Steigungswinkel.

Grundlagen laut Beitrag

· DIN 103-1 Metrisches ISO-Trapezgewinde; Gewindeprofile (Normtitel)
· DIN ISO 3408-1 Kugelgewindetriebe, Teil 1: Begriffe und Bezeichnungssystem (Normtitel)
· Selbsthemmung, wenn Reibwinkel größer als Steigungswinkel, und Wirkungsgrad η = tan α / tan(α + φ)
· Thomson, Ball Screws and Lead Screws (Wirkungsgrad Kugelgewindetrieb rund 90 Prozent, Rücktreiben)
· Thomson, Screw Critical Speed (kritische Drehzahl abhängig vom Quadrat der freien Länge, Lagerungsfaktor)
· GRBL v1.1 Configuration ($1 Step idle delay, $100 Steps/mm-Formel)

Stand November 2026. Angaben aus dem Beitrag auf cnc-freak.de; Datenblätter von Spindel, Mutter, Riemen und Motor gehen vor.