

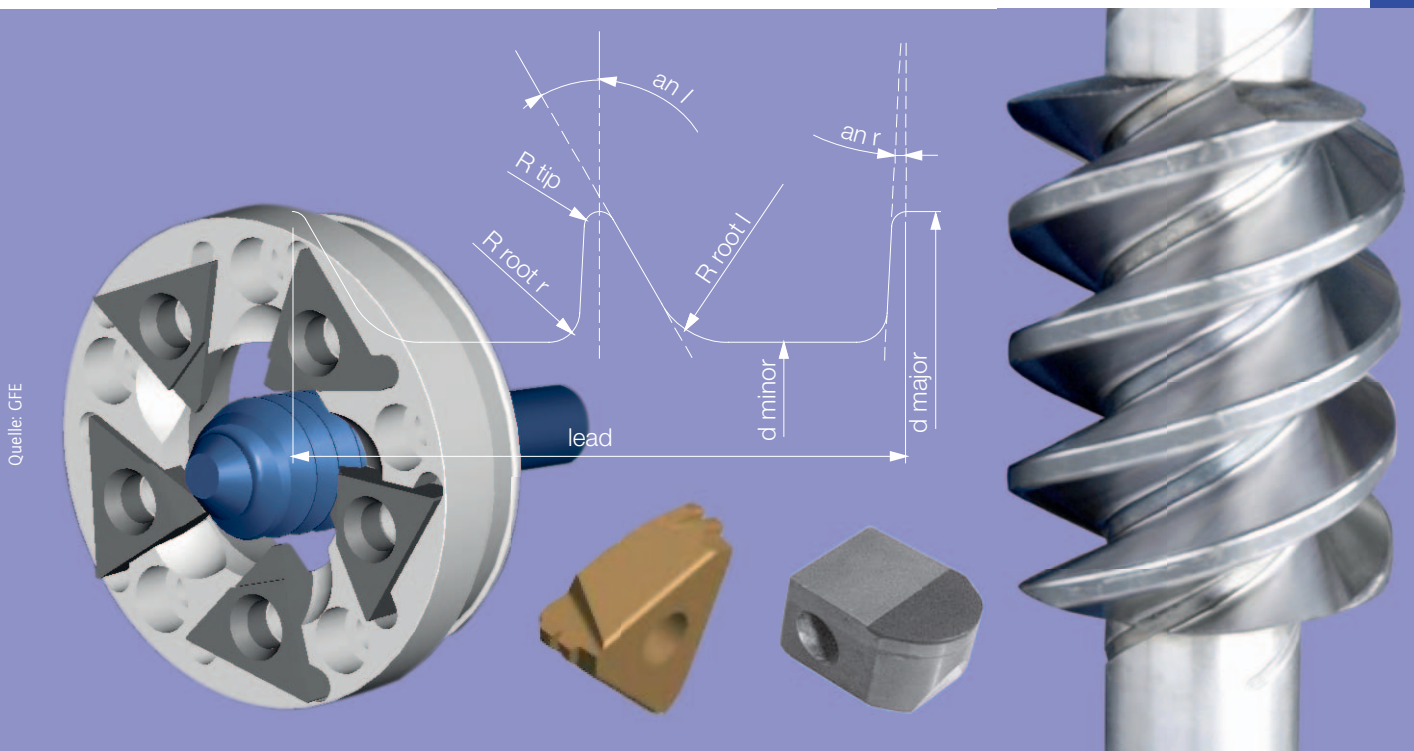
# PTM: Wirbeln – innen und außen

**Wirbeln: Hohe realisierbare Zeitspanvolumina bei sehr guten Oberflächen und das vorteilhafte thermische Prozessverhalten sind die hervorsteckenden Verfahrensmerkmale. Das Wirbeln deckt die Herstellung einer weit reichenden Produktpalette ab – von der Getriebeschnecke bis zur Knochenschraube. PTM ist das Softwarewerkzeug zur Auslegung der Wirbelwerkzeuge, unabhängig von der Komplexität der Geometrie.**

Wirbeln als Standardverfahren für die Fertigung von gewinde- und schneckenförmigen Antriebs-elementen, Rotoren und Extruder-Schnecken einzusetzen.

## Auslegung von Wirbelwerkzeugen

Wirbelwerkzeuge zur Herstellung von Außengewinden bestehen aus einer ringförmigen Aufnahme, die mit (Wende-) Schneidplatten bestückt sind (Titelbild). Die Schneidengeometrie der Schneidplatten ist bestimmt durch die Werkstückgeometrie und die Einstellparameter für das Werkzeug: den Wirbelkreis und den Schwenkwinkel, der für Standardanwendungen dem Gewinde-



Quelle: GFE

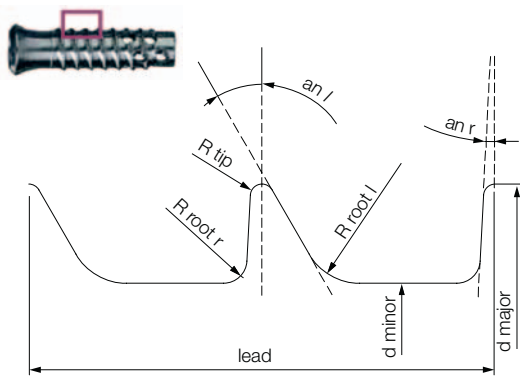
## Wirbeln: Ein Allrounder für Schnecken und Gewinde

Das Verfahren Wirbeln verbindet man spontan mit der Fertigung von Implantaten für die Medizintechnik. Insbesondere Knochenschrauben werden fast ausnahmslos mit diesem Verfahren gefertigt. Der Grund: Die Forderungen nach hoher Oberflächengüte und Gratfreiheit, die Zerspanbarkeit der eingesetzten Werkstoffe (Titanlegierungen, Edelstähle mit Sonderlegierungen) und die speziellen Gewindeformen mit extrem steilen Flanken. Direkt vergleichbare Anwendungen findet man in weiteren bedeutenden Branchen wie dem Automobilbau und der Luft- und Raumfahrttechnik.

Hohes Zeitspanvolumen, hohe geometrische Genauigkeit und gute Oberflächenqualität sind auch die Gründe, das

Steigungswinkel entspricht. Die "Profilverzerrungen" zwischen Werkstück- und Werkzeuggeometrie sind für ein Standardgewinde (z.B. metrische Gewinde oder Trapezgewinde) gering und lassen sich mit einfachen Mitteln mit hinreichender Genauigkeit berücksichtigen.

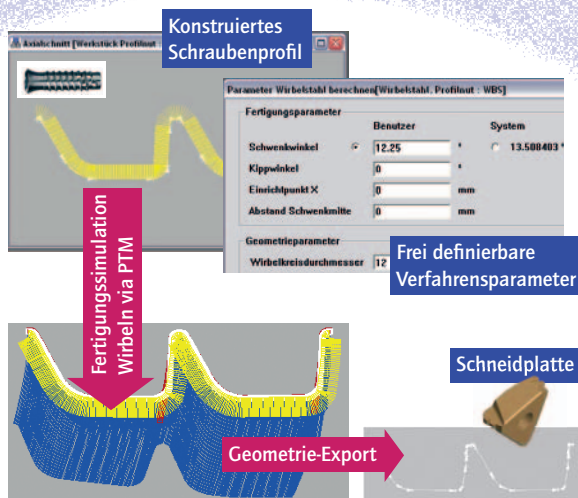
Diese Randbedingungen sind weder für die Gewindeformen in der Medizintechnik noch für Antriebs-elemente aufgrund ihrer Komplexität, der Variantenvielfalt und den hohen Genauigkeitsanforderungen gegeben. Für zwei- oder mehrgängige Gewinde (Abb.1) bleiben oft nur kleine "Fenster" für die Einstellparameter, in denen die Machbarkeit überhaupt gegeben ist. Die Werkzeugauslegung mittels leistungsfähiger Berechnungs- und Simulationsverfahren ist hier ein absolutes Muss.



## 1 Schraubenprofil

### Durch Simulation zur optimalen Werkzeug-/Schneidplattengeometrie

Das ESCO-Softwareprodukt PTM (Precision Tool Manufacturing) stellt diese Funktionalitäten für das Wirbeln (innen und außen) umfassend und aussagefähig zur Verfügung. Der Berechnungsablauf beginnt mit der Eingabe der Werkstück-/Schraubengeometrie und endet mit der Ausgabe der Schneiden-/Schneidplattengeometrie in der Wirbel- und/oder Fertigungslage. Entscheidend aber ist der Weg dazwischen: Als „virtuelle Maschine“ bildet PTM die Kinematik des Wirbelns mit allen möglichen Freiheitsgraden (Abb. 2) als mathematisches Modell ab.



## 2 Von der Schraube zum Profil der Schneidplatte



engineering  
solutions  
consulting

ESCO GmbH  
Kaiserstraße 100  
52134 Herzogenrath  
StädteRegion Aachen  
Deutschland

Phone +49(0)2407-50694-0  
Fax +49(0)2407-50694-40

info@esco-aachen.de  
www.esco-aachen.de



Sämtliche Parameter sind dabei frei variierbar, und das sowohl für die Werkzeugberechnung als auch für die Fertigungssimulation. Diese exakten Simulationen sind die Basis für schnelle und aussagefähige Machbarkeitsanalysen, die Fertigungsoptimierung und/oder Fehlereinflussanalysen.

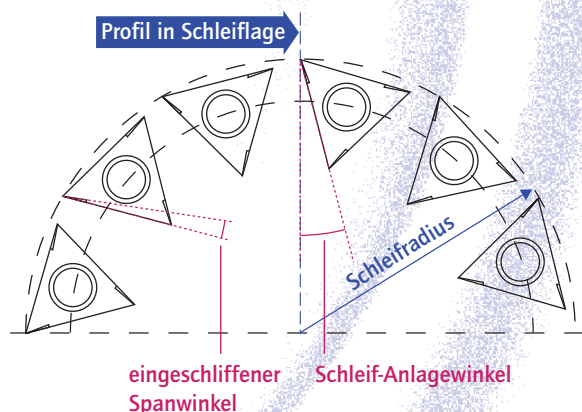
Dabei stellt sich für das skizzierte zweigängige Gewinde z.B. folgendes heraus:

- Die Machbarkeit ist erst bei einem um ca.  $1^\circ$  von der Standardeinstellung (Steigungswinkel) abweichenden Schwenkwinkel gegeben.
  - Ein um einige Millimeter vom geplanten Wirbelkreis nach oben abweichender Durchmesser und ein Kippen des Wirbelrings (quer zur Gewindesteigung) bieten deutlich bessere Randbedingungen für eine toleranzhaltige Fertigung.
- Ebenso wird ersichtlich, dass bereits geringe Einstellfehler deutlichen Einfluss auf das Ergebnis haben.

Zur quantitativen Analyse der Einflüsse aus der Werkzeugeinstellung und von Einstellfehlern stehen "Messschriebe" zur Verfügung, die die Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Geometrie, aber auch zweier über Variantenrechnung erzeugter Ist-Geometrien grafisch verdeutlichen.

### Im Closed Loop zu reproduzierbarer hoher Genauigkeit

Die Ausgabe der Schneidplattengeometrie (Rundmesser, Wendeschneidplatte mit/ohne eingeschliffener Spanfläche) ist wahlfrei für die jeweilige Anforderung möglich: als „Wirkgeometrie“ des Wirbelwerkzeugs für das Schleifen (Abb. 3) oder auch für das Messen der Schneidplatte. Im optimalen Fall agieren das Schneidplattenschleifen und die Fertigungsmesstechnik als integriertes System: Im Closed Loop können gemessene fertigungsbedingte Abweichungen unmittelbar zur Korrektur des Schleifprogramms zurückgeführt werden. Das Resultat: eine reproduzierbare hohe Genauigkeit der geschliffenen Schneidplatten.



## 3 Schneidplatten in der Aufnahme zum Schleifen