

**Drehen in neuen Dimensionen -  
am Beispiel einer Hochfrequenzantennenlinse**

Dieter Fichtner, Jürgen Thiele, Christiane Rehm

**Problemstellung**

Anforderungen aus Technik, Ökologie und Kunst als Einheit findet man heute bei vielen Werkstücken. Teile sollen nicht mehr „nur“ eine Funktion erfüllen, sie sollen auch „schön“ sein. Hauptfaktor sind und bleiben allerdings die Kosten. Möglichkeiten der Kostensenkung sind u.a.:

- Senkung der Stückzeiten durch Minimierung der Werkzeugwechsel
- Senkung der Werkzeugkosten durch Standzeiterhöhung und Ersatz von Spezialwerkzeugen durch Standardwerkzeuge
- Ersatz teurer Verfahren durch billigere, z. B. Substitution des Schleifens durch Drehen.

Wissenstransfer ist eine Variante, für mehrere Beteiligte auf zeit- und kostengünstige Weise Lösungen zu entwickeln und zu testen, die die o.g. Forderungen erfüllen.

**Lösungsangebot:**

Die Erfahrungen der TU Dresden auf dem Gebiet der 5funktionalachsigen Fräsbearbeitung und das Wissen der AXOMAT GmbH Berggießhübel über die Konstruktion, den Bau und den Einsatz von Drehmaschinen fließen zum gegenseitigen Nutzen in ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördertes Projekt „Drehen mit dynamischer B-Achse“ ein.

Die Fa. AXOMAT baute bereits im Vorfeld des Projektes eine handbedienbare CNC-Drehmaschine, bei der die C-Achse als Rundachse verfahren werden kann. Anwendung findet dies z. B. bei der Fertigung von Gewinden mit variabler Steigung ohne Überlauf. Auf diese Maschine wurde ein Rundtisch montiert (Abb. 1), der das Werkzeug trägt. Die Ansteuerung des Rundtisches wird von der bisherigen CNC übernommen.

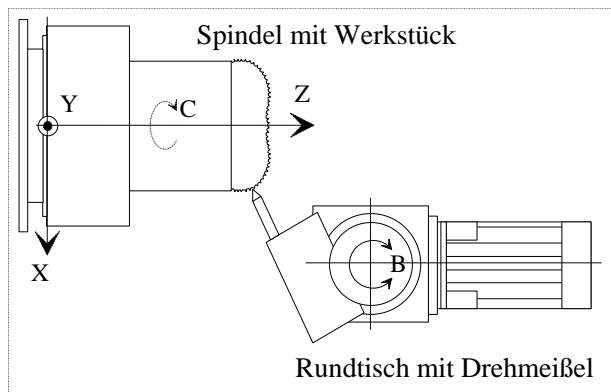


Abbildung 1: Anordnung im Maschinenraum

Mit dieser Maschine ist es möglich, die Achsen X, Z, C und B während eines NC-Satzes im funktionalen Zusammenhang zu verfahren. Folgende positive Effekte lassen sich mit einem solchen Maschinenaufbau erzielen:

- weniger Werkzeugwechsel, (Stückzeitsenkung und Eliminierung von Sichtkanten, welche beim Werkzeugwechsel entstehen)
- Möglichkeit der Bearbeitung von Formelementen, für welche bisher Spezialmaschinen benötigt werden
- Einstechen von Rillen senkrecht (orthogonal) zu beliebigen Oberflächenkonturen
- Drehen von Formelementen unter Winkeln beliebig zur Oberfläche
- Wegfall der Nachbearbeitung durch Schleifen
- speziell angeschliffene Werkzeuge sind durch Standardwerkzeuge ersetzbar
- höhere Formgenauigkeit durch Anstellen der Werkzeugachse senkrecht auf die Werkstückoberfläche
- Standzeiterhöhung durch Änderung des Schneideneingriffpunktes beim Längsschruppen
- Nutzung der zusätzlichen Achse beim Arbeiten mit angetriebenen Werkzeugen.

An einem konkreten Anwendungsbeispiel soll der Einsatz einer Maschine, die das orthogonale Drehen ermöglicht, erläutert werden.

### **Anwendungsbeispiel**

Im Rahmen eines Forschungsprojektes sollen dielektrische Linsenantennen bei einer Frequenz von 60 Ghz eingesetzt werden. Dazu müssen die Oberflächen der Linsen reflektionsarm gestaltet werden. Das ist durch das Aufbringen einer Schicht auf das optische Material oder durch das Einbringen von Rillen in die Oberfläche erreichbar. Das Drehen des Linsengrundkörpers und das Einbringen der Rillen wurde als Fertigungsauftrag vergeben. Der Auftraggeber stellte

die Geometriedaten für die Linsenantenne bereit. Die Kontur (Abb. 2) wurde durch einzelne Punkte abgebildet.

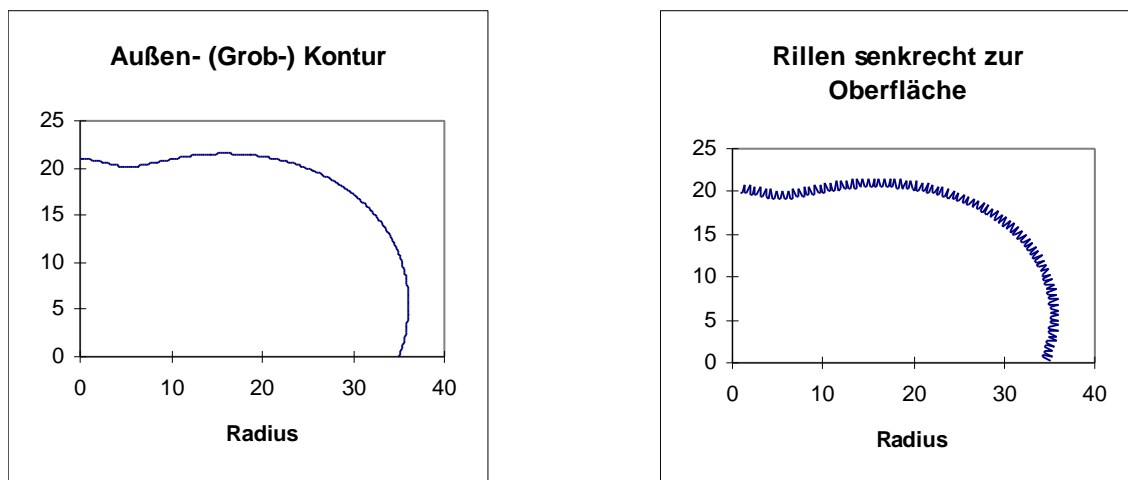


Abbildung 2: Darstellung der Linse

Die Rillen sollten entsprechend Abb. 2 senkrecht zur Linsenoberfläche eingestochen werden. Die Tiefe der Rillen (1 mm) ist für die spätere Funktion der Linse wichtig und muß daher eingehalten werden. Die Spitzen, welche beim Einstechen der Rille entstehen, wurden als Punktfolge vorgegeben, ebenso die Maße des zum Einstechen benötigten Meißels. Der Linsenrohling war eine Stange.

### **Fertigungsplanung**

Die Fertigungsplanung und NC-Datengenerierung erfolgte gemeinsam durch die TU Dresden und die Fa. AXOMAT. Folgende Arbeitsschritte mußten durchgeführt werden:

- NC-Datengenerierung
- Vordrehen des Rohlings
- Drehen der Kontur bis 0,5 mm äquidistantes Aufmaß
- Drehen der Kontur auf Fertigmaß
- Stechen der Rillen

Die Programme zum Vordrehen des Rohlings wurden direkt an der Maschine programmiert.

Durch die Geometrie der Linse ist es nicht möglich, die Kontur mit einem Meißel zu drehen, wenn eine herkömmliche Drehmaschine genutzt wird. Der Einsatz des Drehtisches ermöglicht allerdings, daß derselbe Meißel für die gesamte Kontur genutzt, aber unterschiedlich angestellt wird.

Bei Drehung des Drehtisches um einen Winkel  $\beta$  verändert sich die Lage des Werkzeug Bezugspunktes. Diese Lageänderung wird nicht von der Steuerung erkannt und muß deshalb im NC-Programm verrechnet sein. Dazu sind die Koordinatenwerte M2X und M2Z (Abb. 3) von Bedeutung.

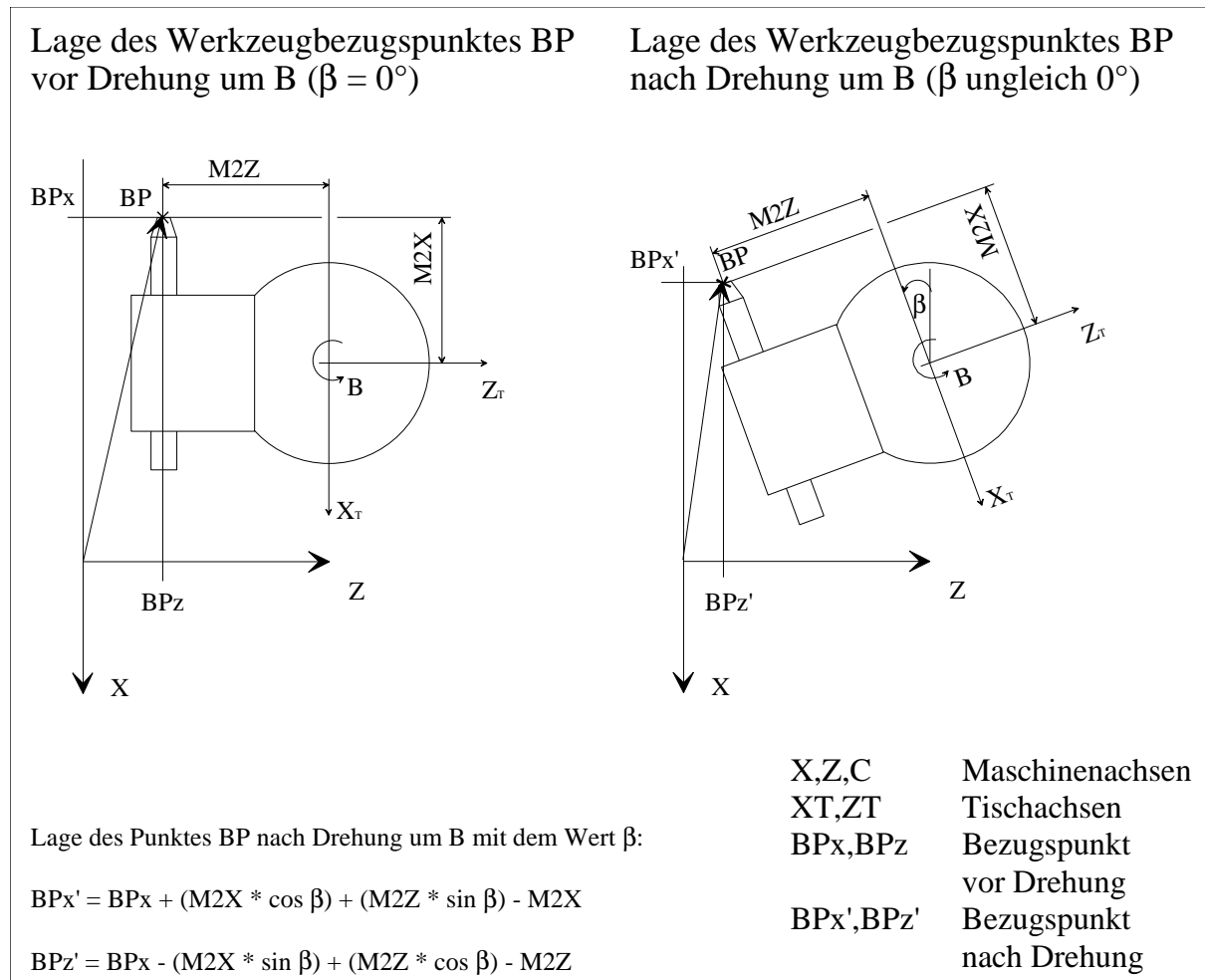


Abbildung 3: Meißelstellung nach Drehung

Das NC-Programm wird mit einem selbstentwickelten Postprozessor generiert. Die vom Auftraggeber vorgegebenen Daten wurden eingelesen. Für den Linsenkörper wurde jeweils die Flächennormale zwischen 2 Stützpunkten berechnet, daraus der einzustellende Winkel B ermittelt und anschließend unter Beachtung der Drehung des Werkzeuges der NC-Satz in der Form

Nn Xx Zz Bb      N, X, Z, B ...Adresse  
n, x, z, b ...Wert

ausgegeben. Außerdem konnte ein Offset in Richtung der Flächennormale verrechnet werden.

Für die Fertigung der Rillen muß aus der Geometrie und der Lage der Rillen berechnet werden, unter welchem Winkel das Werkzeug angestellt werden muß. Es findet in diesem Fall also keine kontinuierliche Bewegung der B-Achse statt, sondern sie wird hier im Sinne einer Zustellachse verfahren. Das Werkzeug wird verdreht und auf einen Punkt in Verlängerung der Mittellinie der Rille außerhalb des Linsengrundkörpers zugestellt. Der Abstand des Zustellpunktes zur Linsenoberfläche betrug 2 mm. Dann wurde mit Arbeitsvorschub in X und Z verfahren, bis die Rillentiefe von 1 mm erreicht war. Es wurde also ein Weg von insgesamt 3 mm zurückgelegt. Anschließend wird das Werkzeug zurückgezogen und die Zustellung für die nächste Rille erfolgt (Beispiel Abb. 4)

N83 G0 X20 Z-10 B45	Verfahren zum Zustellpunkt
N84 G1 X15,758 Z-12,121	Rille stechen
N85 X20 Z-10	zurück zum Zustellpunkt
N85 G0 X....	nächste Rille Zustellpunkt

Abbildung 4: Auszug aus dem NC-Programm für das Rillenstechen

Auf die Verrechnung der Werkzeuggeometrie und die Berechnung des Offsets wird an dieser Stelle nicht eingegangen.

### **Zusammenfassung**

Die Fertigung der Linsenantenne dient als Referenzbeispiel für den Einsatz der dynamischen B-Achse. Es wurde eine Kontur gefertigt, bei der die B-Achse sowohl kontinuierlich während der Bearbeitung verfahren (Linsengrundkörper) als auch als Zustellachse zum Erzeugen von Konturen auf der Oberfläche genutzt wurde. Die Fertigung einer solchen Linse ist mit konventionellen Drehmaschinen nicht möglich. Die Untersuchungen des Auftraggebers ergaben, daß die Rillen in der Linse eine Alternative zur Beschichtung sind.

Untersuchungen zum Kostenvergleich: Rillen drehen - dielektrische Schicht aufbringen und Betrachtungen zu ökologischen Gesichtspunkten, da ein zusätzlicher Werkstoff entfällt, fehlen noch.

### **Summary**

Manufacturing a lens antenna is in the quality of a reference for using the dynamic B axis. Machining its contour includes on the one hand that the B axis was continuously driven (machining the main body of the lense)

and on the other hand that the B axis was only positioned in direction of the tool generating the grooves on the surface. The manufacturing of such a lense on turning machines conventionally equipped is impossible. The investigations of the customer has shown that the grooves in the lense are an alternative to coating.

Examinations of the costs for the alternatives grooves turning and dielectric layer postioning respectively and considerations of the ecologic aspects (last because of avoiding an additional coating material) are up to now not finished .

AUTOREN: Prof.Dr.-Ing.habil. Dieter Fichtner  
Institut für Produktionstechnik  
Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung/  
Steuerungstechnik  
Technische Universität Dresden,  
D-01062 Dresden, BRD

Dipl.-Ing. Christiane Rehm  
Institut für Produktionstechnik  
Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung/  
Steuerungstechnik  
Technische Universität Dresden,  
D-01062 Dresden, BRD

Dr.-Ing. Jürgen Thiele  
AXOMAT GmbH  
D-01819 Berggießhübel, BRD