



Fräschneidplatte,

Typ 932: kann sowohl zum

Nutfräsen als auch zum

Hochvorschubfräsen

verwendet werden. (© Horn)



EIN ZIRKULAR-NUTFRÄSER BERICHTET

Geboren, um zu fräsen

Ein Besuch beim Werkzeughersteller Horn in Tübingen. Wir erteilen einem Nutfräser das Wort. Er will wissen, warum er entwickelt wurde. Wie er gefertigt wurde. Und er gewährt uns so einen Einblick in die Produktionsabläufe.

AUTORIN Susanne Schröder

Mir ist immer noch schwindelig. Soeben hat mich das automatische Kleinteilelager aus seinem System hinaus katapultiert. Auf 29 Ebenen fahren Shuttles in einer irren Geschwindigkeit durch die Gänge und ‚picken‘ die gewünschten Produkte für eine Bestellung zusammen. Gestatten: Ich bin ein Nutfräser, ausgestattet mit einer Fräschneidplatte Typ 932 zirkular, ziemlich schnittig. Bevor ich dieses Werk verlassen, hätte ich gerne noch ein paar Fragen beantwortet: Wer hatte eigentlich die Idee, mich so auszustatten, wie ich bin?

Um das herauszufinden, starten wir mit einem Besuch bei Dr. Matthias Luik, Leitung Forschung und Entwicklung bei Horn. Er ist in der Werkzeugfabrik das, was Q für James Bond ist. Mit neun Mitarbeitern arbeitet er an der Entwicklung neuer Produkte. Jedes Projekt durchläuft dabei ein hauseigenes Gate-System. „Das beginnt mit Marktanalysen, Patentrecherchen, Machbarkeitsstudien und

ersten Konstruktionen“, erklärt Luik. „Im Anschluss folgen Festigkeitsberechnungen, Simulationen und die Herstellung von ersten Prototypen. Eine Produktentwicklung dauert je nach Komplexität zwischen sechs Monaten und vier Jahren.“

Und wie war das jetzt bei mir? Soweit ich weiß, gab es schon ähnliche Werkzeuge wie mich – nur hatten meine Vorgänger nicht so viele Schneiden ...

Luik: „Das ist richtig, es ging eher um eine Weiterentwicklung der Produktfamilie.“ Der Nutfräser war bisher mit drei und sechs Schneiden erhältlich, sollte nun aber mit neun Schneiden produziert werden. „Für uns war sofort klar, dass für neun Schneiden ein wesentlich höheres Drehmoment erforderlich ist. Wir mussten prüfen, ob der Halter das überhaupt aushält.“ Außerdem hatte der Anwendungstechniker dem Kunden empfohlen, das Werkzeug nicht als Nutfräser, sondern zum Planfräsen einzusetzen. Und beim Hochvorschubfräsen wirken ganz

andere Kräfte. So hohe Kräfte, dass die bisherige Auslegung für diesen Einsatzzweck nicht ausreichte. Das war der Startschuss für die Neuentwicklung des 9-schneidigen Fräswerkzeugs. Schon während der Entwicklungsphase arbeiten die Ingenieure eng mit dem internen Werkzeugbau zusammen. Dort wird geprüft, ob das geplante Werkzeug sich in der Produktion realisieren lässt.

Genau genommen bestehe ich aus drei Teilen: einer Schneidplatte, einem Halter und einer Schraube. Der Halter, auch Trägerwerkzeug genannt, besteht aus Hartmetall und wird gedreht und gefräst. Die Halter sind für viele Werkzeugarten verwendbar. Das, was mich ausmacht, ist meine Schneidplatte mit ihren neun scharfen Zähnen. Viele Werkzeughersteller lassen sich die Rohlinge für ihre Schneidplatten zufertigen. Nicht so bei Horn. Für die Rohlingfertigung gibt es ein eigenes Werk. Die Horn Hartstoffe GmbH mischt dort pulverförmige Hartmetall-Legie-



Besteht aus fünf Teilen: das Axialpulverpresswerkzeug. Die Konturen von Ober- und Unterstempel, Matrize und Schieber dürfen maximal $1,5\ \mu\text{m}$ vom vorgegebenen Maß abweichen. (© Hanser/Schröder)

rungen zu pressfähigen Gemischen, baut Press-, Spritzgieß- und Extrusionswerkzeuge, presst und sintert die Schneidplattenrohlinge.

Warum schon Paul Horn auf jeden Fertigungsschritt Einfluss nahm

Das ‚Alles-selber-machen-Prinzip‘ stammt von Firmengründer Paul Horn. Seine Firmenphilosophie war, dass man beste Ergebnisse nur erreicht, wenn man Einfluss auf die gesamte Prozesskette hat. Deshalb bauten die Tübinger ihre Fertigungstiefe permanent aus. Neben dem Vorteil, eigenes Know-how aufzubauen, macht man sich damit auch unabhängiger von Zulieferern.

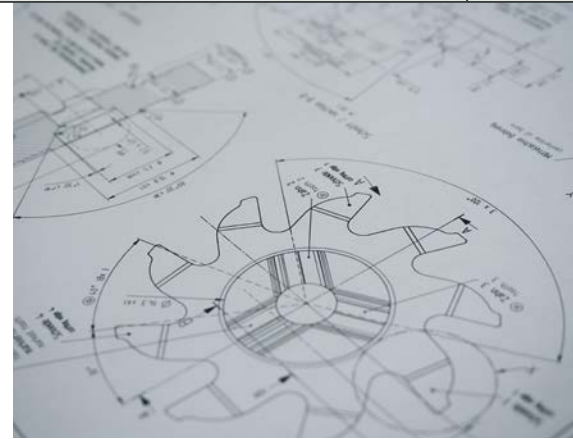
Im internen Werkzeugbau werden verschiedene Arten von Werkzeugen hergestellt. Zur Produktion der Frässhneidplatte Typ 932 zirkular wurde ein neues Axialpulverpresswerkzeug benötigt. Dieter Hermes, Leiter Werkzeugbau bei Horn, erklärt den Aufbau: „Ein Pulverpresswerkzeug besteht meistens aus einer Matrize mit zwei bis vier Stempeln. Oft werden zusätzliche Querschieber benötigt.

Manchmal muss man die Matrize auch teilen.“ Die Komplexität ist erforderlich, weil das zu formende Material, das Hartmetallpulver, nicht so gute Fließeigenschaften wie flüssiges Material hat. „Die Kunst besteht darin, das Pulver richtig zu verdichten“, erklärt Hermes.

Die Auslegung der Werkzeuge: höhere Mathematik

Eine Besonderheit bei den Presswerkzeugen liegt in dem zu verarbeitenden Material. „Das Hartmetall besteht aus Wolframcarbid-/Kobaltkörnern in einem kugelförmigen Paraffinmantel; aufgrund dieser Geometrie ist bei der Füllung der Form viel Luft im System“, so Hermes. „Wir müssen einen Spalt einplanen, damit die Luft beim Schließen der Form entweichen kann.“

Beim Verdichten des Materials wird mit einem Druck von $1,8\ \text{Tonnen pro cm}^2$, sprich $1800\ \text{bar}$, gearbeitet. Beim anschließenden Sintern verliert das Hartmetallpulver 20 Prozent seines Volumens. „Leider schrumpft das Material je nach Verdichtung ungleichmäßig“,



Werkzeugentwicklung: Vor der Einführung eines neuen Produkts stehen Marktanalysen, Patentrecherchen, Machbarkeitsstudien und die Konstruktion. (© Hanser/Schröder)

berichtet der Werkzeugbauleiter. „Schon während der Konstruktion wird das Schrumpfmaß berechnet, um diese physikalischen Gegebenheiten in der Form auszugleichen.“ Eine weitere Herausforderung für die zwölf Mitarbeiter im Werkzeugbau sind die geforderten Genauigkeiten. Bei der Matrize des 932er-Werkzeugs darf die Kontur maximal $1,5\ \mu\text{m}$ vom vorgegebenen Maß abweichen. Hermes: „Durch hochpräzises Draht- und Senkerodieren sowie Schleifen fertigen wir unsere Werkzeuge so exakt, dass wir möglichst wenig Polierarbeit haben. Mit unserer Drahterodiermaschine Agie Charmilles Cut 1000 oiltech erreichen wir Oberflächengüten von $R_a = 0,07\ \mu\text{m}$.“

Das klingt alles hochkompliziert! Auf der einen Seite fühle ich mich ja geehrt, dass für mich extra so ein neues Presswerkzeug entwickelt wird. Auf der anderen Seite: Bei der Vielzahl der Horn-Produkte ... so viele Werkzeuge können die doch gar nicht bauen.

Modulbauweise sorgt für Flexibilität

Hermes erklärt: „Wir fertigen rund 50 neue Presswerkzeuge im Jahr. Standardisierungen helfen uns dabei, effizient zu arbeiten. Fürs Axialpulverpressen haben wir ein eigenes Baukastensystem entwickelt. Die Rohlinge bzw. Normalien hierfür, die genau auf unsere Bedürfnisse zugeschnitten sind, fertigen wir zum Teil intern oder kaufen sie zu.“ Die Werkzeuge werden in Modulbauweise gefertigt. Durch einen Austausch der Werkzeugeinsätze lassen sich verschiedene Breiten oder Geometrien pressen. So ent- ▶

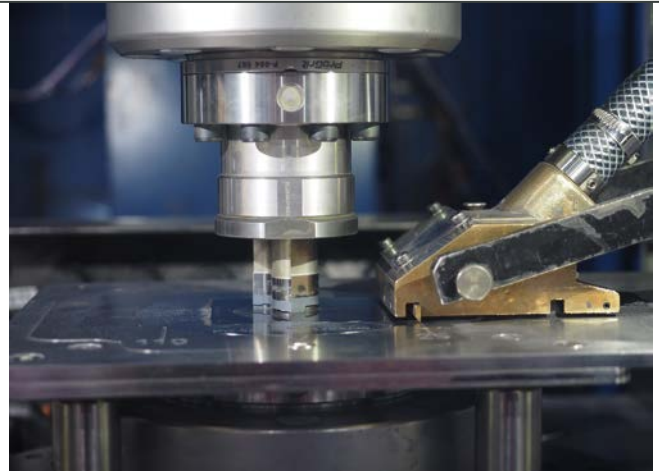
Mit neun Zähnen:

Stempel für die Schneidplatte des 932er-Nutfräasers. (© Hanser/Schröder)





Präzises Innenleben: In der Stahlmatrize befindet sich ein drahterodierter Hartmetallkern (Oberflächengüte $R_a = 0,07 \mu\text{m}$) mit senkerodierten Einlauffradien, welcher abschließend hochglanzpoliert wird. (© Hanser/Schröder)



Blick in die Presse: Hier fährt der Stempel des Presswerkzeugs nach oben. Die Platte ist nach dem Pressvorgang geformt, aber noch instabil. (© Hanser/Schröder)

steht eine Variantenvielfalt, die nicht den kompletten Neubau aller Presswerkzeug-Bestandteile erfordert.

So sieht also eine Axialpresse aus. Vier Stück davon sind bei Horn zur Herstellung von Schneidplatten im Einsatz. Die Multiebenen-Pulverpressen arbeiten mit servoelektrischen Antrieben für Ober- und Unterstempel sowie hydraulisch betätigten Querpressvorrichtungen.

Vom Pulver zum Grünling

Der Herstellprozess einer Schneidplatte beginnt mit dem Mischen der Hartmetalllegierungen, die in Korngrößen von $0,6$ bis $6 \mu\text{m}$ geliefert werden. Um ein pressfähiges Gemisch zu erzeugen, sind Hilfsmittel wie Paraffin nötig. Beim Abwiegen ist höchste Sorgfalt gefragt, da bereits Nuancen – die Hilfsmittel werden mit Toleranzen von $0,01\text{g}$ abgewogen – das Endprodukt entscheidend verändern können.

Beim Pressen einer 932er-Fräschneidplatte liegt die Zykluszeit bei sechs Sekunden. In diesen sechs Sekunden wird das Hartmetallpulver zugeführt, und das Werkzeug schließt und presst das Teil mit 1800bar . Im Anschluss öffnet sich das Werkzeug, und ein Greifer entnimmt das Teil, streift es über eine Bürste und legt es auf einem Tablett ab, auf dem 60 Platten Platz haben. Nach dem Pressvorgang nennt man die Platten Grünlinge. Sie sind jetzt geformt, aber noch instabil und brüchig.

Im nächsten Fertigungsschritt, dem Vorsintern, werden Wachse, Paraffine und Presshilfsmittel ausgelöst. Dies geschieht bis etwa 820°C unter Wasserstoff-Atmosphäre. Gut Ding will Weile

haben: Der gesamte Prozess dauert für die 932er-Schneidplatte rund 30 Stunden. Durch das Vorsintern ist der Grünling zum Braunling geworden.

Ziemlich hip: das Fertigsintern

Das Fertigsintern erfolgt im Sinter-HIP-Ofen. HIP steht für Heiß-Isostatisches Pressen, das im 1400°C heißen Vakuumofen unter Schutzgasatmosphäre erfolgt. Beim HIP-Verfahren ändert sich die Gefügestruktur; pulverförmige Werkstoffe werden zu einem festen Körper verdichtet. Die innere Porosität wird abgebaut, und aus dem Braunling wird beim ‚Hippen‘ ein Rohling, der den Ofen mit 20 Prozent weniger Volumen verlässt.

Meine Schneidplatte ist jetzt schon fast auf Endmaß. Nach Qualitätskontrollen geht es von hier weiter in die Schleifabteilung – mit mehr als 200 Schleifmaschinen die größte Abteilung bei Horn. Sonst würden die 290 Mitarbeiter ihr Pensum von neun Millionen Platten pro Jahr nicht schaffen.

„Bei uns werden die Schneidplatten geschliffen und im Anschluss durch Handbürsten oder Nasstrahlen veredelt“, erklärt Giuseppe Di Gianni, Fertigungsleiter Schleifen bei Horn. „Unsere Werkzeuge haben Toleranzen von $\pm 0,01\text{mm}$. Diese Genauigkeit können wir nur durch Schleifen erreichen.“

Eine 932er-Platte läuft einige Minuten auf der Schleifmaschine. „Wir modifizieren die Rohlinge so, dass wir nur noch einen Minimalabtrag haben“, so Di Gianni. „Bei der 932er tragen wir $1,5/10$ bis $3/10\text{mm}$ pro Zahn ab. Dabei werden die Platten automatisch eingewechselt.“ In der Regel befinden sich auf einem Tablett je nach Größe 60 bis 100 Rohlinge. „Bei Sonderwerkzeugen gibt es aber auch Losgrößen von einem Stück. Bei uns muss der Kunde nicht eine bestimmte Menge abnehmen. Ausschlaggebend ist lediglich ein Mindestbestellwert“, so der Fertigungsleiter.

Fast fertig! Nachdem ich nun den letzten Schliff bekommen habe, fehlt noch



Den letzten

Schliff: erhält die Platte in einer der über 200 Schleifmaschinen der Horn-Produktion. Der Materialabtrag liegt zwischen $1,5/10$ und $3/10\text{mm}$.

(© Hanser/Schröder)



Aufgereiht: Für die PVD-Beschichtung werden die fertig geschliffenen Platten auf Spieße gesteckt.

(© Hanser/Schröder)

Mit HiPIMS (zu deutsch: Hochleistungs-impulsmagnetronspütern) wird eine homogenere Schichtverteilung und höhere Schichthärte als mit dem herkömmlichen Sputter-Verfahren erreicht.

Zum guten Schluss wird am Montageplatz zusammengefügt, was zusammengehört: Kundige Hände bestücken meinen Halter mit der dazugehörigen Schraube und die Schneidplatte wird beschriftet. Nach dem Verpacken geht's weiter ins AKL, das automatische Kleinteilelager. Und somit schließt sich der Kreis. Ich kann nur sagen: Danke Kollegen für euren Einsatz! Ich fühle mich gut gerüstet für die Aufgaben, die vor mir liegen. ♦

ein Bearbeitungsschritt: die Beschichtung. Das Thema ist den Chefs so wichtig, dass sich drei Ingenieure in der F&E-Abteilung ausschließlich mit der Neuentwicklung von Beschichtungen beschäftigen.

Beschichtung: Das letzte μ sorgt später für hohe Standzeiten

Die nur wenige μm dünne Schicht beeinflusst den Werkzeugverschleiß mit all seinen Auswirkungen auf die Maschine und den Energiebedarf, sodass ein

PVD-beschichtetes Werkzeug länger auf der Maschine eingesetzt werden kann. „Wir haben bei Horn 2004 begonnen, selber zu beschichten“, berichtet Maurizio Colecchia, Abteilungsleiter Beschichtung. Mittlerweile sind 30 Mitarbeiter mit der Beschichtung der elf Anlagen beschäftigt. Per PVD-Verfahren werden Schichten mit einer Schichtdicke zwischen 1 und 12 μm aufgetragen. Besonders stolz ist Colecchia auf die HiPIMS-Anlagen, eine gemeinsame Entwicklung mit dem Maschinenlieferanten.

Info

Hartmetallwerkzeugfabrik Paul Horn GmbH
Tel. +49 7071 7004-0
www.phorn.de

Diesen Beitrag finden Sie online:
www.form-werkzeug.de/7092067