

3S



# FORGEfix (Air)

Pneumatisches Kaltschmiedesystem | pneumatic cold forging system

Nachdruck aus

werkzeug&formenbau

Ausgabe Juni 2012

**3S** engineering  
GmbH



Zeilenweise wird die Oberfläche bearbeitet. Millionen von Kontaktpunkten sorgen für eine sehr homogene Oberflächenqualität.

Was gefräst werden kann, lässt sich in der Regel auch festklopfen: Trotz einiger Unterschiede finden sich Programmierer hier schnell zurecht.

## KLOPFEN FÜRS PERFEKTE FINISH

**Oberflächenbearbeitung: Wenn es um feinste Oberflächen geht, gab es bislang zum manuellen Polieren kaum eine Alternative. Johannes Wied vom Werkzeugbau bei Mercedes Benz Cars in Sindelfingen suchte mit seinem Team nach einer automatisierbaren, prozesssicheren Alternative – und fanden sie im Festklopfen.**

**P**olieren von Hand ist heute die etablierte Methode zum Erzielen von hochwertigen Oberflächen. Gerade bei Werkzeugen, die umfangreichere Flächen aufweisen wie etwa Ziehwerkzeuge für Karosserieteile im Automotive-Bereich, kann dies jedoch sehr aufwändig sein. Deshalb gibt es sowohl im Bereich wissenschaftlicher Institute als auch in den großen Werkzeugbauten Bestrebungen, den Finishing-Prozess zu automatisieren.

Speziell beim Polieren ist es indes sehr schwierig, das Wissen und die Erfahrung der manuellen Polierer auf einen automatisierten Prozess zu übertra-

gen – speziell komplexere Werkzeugkonturen sind für automatisierte Systeme eine oft unlösbare Herausforderung. Auch automatisierte Schleifprozesse konnten die Handarbeit bislang nicht verdrängen.

### **Komplexe Oberflächen definiert, rationell und wirtschaftlich glätten**

Aus diesem Grund ging man unter der Führung von Martin Klausner im Team Werkzeugentwicklung im BM Betriebsmittelbau bei Mercedes-Benz Cars in Sindelfingen einen anderen Weg und setzt statt auf einen Poliervorgang auf das Festklopfen der Oberflächen: „Da-

bei handelt es sich um ein inkrementelles Kaltschmiedeverfahren: Wir hämmern mit einer Hartmetallkugel mit einer Frequenz von mehr als 100 Hertz auf die Werkzeugoberfläche“, erklärt Johannes Wied, federführend für die Entwicklung des Verfahrens im Center Betriebsmittelbau des Mercedes-Benz-Werks Sindelfingen. „Das Schlagwerkzeug wird in diesem Verfahren von einem Roboter oder einer Bearbeitungsmaschine auf vorher programmierten Bahnen über die Werkzeugoberfläche geführt. Es bietet uns damit die Möglichkeit, Oberflächen definiert, rationell und wirtschaftlich zu glätten.“



**Serienreif:** Inzwischen werden alle im Werk Sindelfingen erstellten Serien-Ziehwerkzeuge geklopft. In die Roboterzelle wollen die Verantwortlichen künftig weitere Bearbeitungsfunktionen integrieren.

Ein durchaus erwünschter Nebeneffekt des Festklopfens ist übrigens das Einbringen von Druckeigenspannungen in die Randschicht des Werkzeugs in Kombination mit einer Kaltverfestigung – die Geometrie wird so stabiler gegen den Verschleiß im späteren Ziehprozess auf der Presse. Mit dem Festklopfen lässt sich so unter Umständen sogar ein sonst notwendiges nachträgliches Härten der gesamten Werkzeugoberfläche oder von bestimmten besonders verschleißanfälligen Berei-

chen der Kontur vermeiden. Bei den Ziehwerkzeugen steht indes die Glättung klar im Vordergrund, deshalb kommen Hartmetallkugeln mit relativ großem Durchmesser zum Einsatz; wer in erster Linie härten will, wird kleinere Kugeln verwenden.

Die Festklopfbearbeitung von karosserietechnischen Umformwerkzeugen dauert zwischen 1 und 100 h je nach Größe des Werkzeugs und den dynamischen Eigenschaften der Bearbeitungsmaschine. „Das bedeutet letztlich, dass wir für die Veränderung der kompletten relevanten Werkzeugoberfläche und -randschicht bezüglich Struktur, Härte und Eigenspannungszustand unter Umständen vielen Millionen einzelner Aufprallereignisse benötigen“, erklärt Wied. „Eine manuelle Führung des Klopfwerkzeugs scheidet hier aus, hier ist eine automatisierte Positionierung unerlässlich.“

## Trends $\mu$ -genau

### Alternative zum Polieren

Das in Sindelfingen entwickelte Klopfwerkzeug wird demnächst bei der Hoffmann Group als Serienwerkzeug erhältlich sein. Gegenüber manuellem Finishing bietet das Festklopfen einige Vorteile: Teure und auch beschwerliche Handarbeit wird so elegant vermieden. Es ist ein definierter, jederzeit reproduzierbarer Prozess, der in keiner Weise von der Tagesform eines Bedieners abhängig ist. Die Bearbeitung ist planbar, sehr prozesssicher und präzise, und das Ergebnis ist sehr exakt. Als Nebeneffekt wird die Oberfläche dank Kaltverfestigung und der Einbringung von Druckeigenspannungen härter – um bis zu 30 Prozent.



**Das neue Festklopf-Tool wird bei Hoffmann vertrieben.**

### Robuste Technologie gesucht

Erste Versuche im Bereich Festklopfen unternahmen die Werkzeugbauer mit einem elektrodynamischen Werkzeugsystem. „Dieses Prinzip ist ein vielversprechender Ansatz, weil sich der Werkzeugeinsatz hier sehr exakt regeln lässt“, erklärt Wied. „Für kleinere Flächen ist das sicher eine sehr gute Wahl. Wir hatten bei uns indes das Problem, dass unter anderem die langen Laufzeiten den elektrodynamischen Antrieb dieses Systems seinerzeit an thermische Grenzen brachten. Deshalb machten wir uns auf die Suche nach einer robusteren Technologie, die auch 30 h und mehr problemlos laufen kann.“ →

### Vertrieb:



**Hoffmann Qualitätswerkzeuge GmbH**

Haberlandstraße 55 | D-81241 München

Telefon +49 (0) 89/8391-0

[www.hoffmann-group.com](http://www.hoffmann-group.com)



Die Roboterzelle ist mit einem Schallschutz versehen – das Geräusch der Klopfbearbeitung ist zwar nicht besonders laut, auf Dauer aber für die Mitarbeiter in der nächsten Umgebung durchaus unangenehm.

Fündig wurden die Sindelfinger schließlich im Katalog der Hoffmann Group – hier gibt es ein Gravierwerkzeug, einen Nadelmarkierer: Der Gravifix ist zum Markieren von Teilen gedacht und arbeitet pneumatisch mit einem Arbeitsdruck von 4 bar. „Der Antrieb via Druckluft ist thermisch absolut unproblematisch“, erklärt Wied. „Nun ist Festklopfen zwar etwas völlig anderes als Gravieren, aber das Arbeitsprinzip erschien uns vielversprechend. Das Gerät erwies sich als ideale Basis für die Weiterentwicklung zu einem eigenen Klopffwerkzeug.“

Zunächst wurde das System auf einem Droop+Rein-HSC-Zentrum eingesetzt, der Betriebsdruck wurde sukzessive auf 6 bar erhöht. „Die Programmierung inklusive Simulation für den Einsatz auf dem Bearbeitungszentrum erledigten wir in der Software von Tebis – die Programmierung lehnt sich hier

an die für einen Kugelfräser an, wenn es auch ein paar wesentliche Unterschiede gibt“, erklärt Wied. „Unser Ziel war indes letztendlich die Entwicklung einer autonomen Roboterzelle.“

Hierfür setzen die Werkzeugbauer das zweitgrößte Modell ihres Roboterpartners Kuka ein – wegen der Größe der zu bearbeitenden Ziehwerkzeuge ist die Auskrägung des Armes der relevante Faktor. Die Programmierlösung für das robotergestützte Festklopfen entstammt einer Zusammenarbeit von Mastercam, Robotmaster und Kuka.

**Die pneumatische Vorspannung der Kugel sorgt für Toleranz**

Zwar hat der Roboter ein Präzisionspaket mitbekommen, die Genauigkeit bemisst sich jedoch noch immer in Zehnteln und liegt bei Weitem nicht im µm-Bereich. „Diese Herausforderung haben wir über eine pneumatische Vorspannung der Kugel gelöst“, erläutert Wied. „So ist der Prozess tolerant gegenüber der systembedingt geringeren Präzision eines Roboters. Wir erreichen damit Oberflächen von einer Rauheit  $R_a = 0,5 \mu\text{m}$ .“

Im vergangenen Jahr wurde die Zelle eingerichtet. „Und seit Sommer klopfen wir alle relevanten Serien-Ziehwerkzeuge, die wir im Haus anfertigen“, betont Wied. „Das Verfahren ist serienreif: Das Festklopfen bietet einen planbaren Prozess, der das gewünschte Ergebnis liefert. Wir benötigen heute je nach Geometrie zwischen 16 und 20 h pro  $\text{m}^2$ , der Roboter erledigt schon heute etwa 80 Prozent der Finisharbeit an

**Das sagt die Redaktion**



**Neue Wege zum Ziel suchen**

Der Blick über den Tellerrand etablierter Verfahren ist notwendig, wenn man seine Prozesse entscheidend voranbringen will. Oft genug bieten bestehende Technologien und Systeme interessante Ansatzpunkte für eigene Entwicklungen. Man muss nicht Mercedes Benz sein, wenn man innovative Wege beschreiten will. Wichtig ist indes, nicht alle Kapazitäten aufs Hier und Heute auszurichten, sondern auch an die Zukunft zu denken, in Forschung und Entwicklung zu investieren und die eigenen Prozesse und Abläufe auf den Prüfstand zu stellen und zu optimieren. Auch wenn man dafür jetzt den einen oder anderen Auftrag eben nicht annehmen kann – es ist unerlässlich, die Entwicklung des eigenen Unternehmens nicht zu vernachlässigen. Vorsorge zahlt sich aus. Spätestens in der nächsten Krise. *Richard Pergler*

unseren Ziehwerkzeugen. Ziel ist, eines Tages komplett auf die Handarbeit zu verzichten – und das werden wir auch schaffen.“

**Akkurate Vorbereitung erforderlich**

Allerdings: Der maschinelle Festklopffprozess benötigt eine sehr akkurate Vorbereitung. „Manuelles Polieren ist unglaublich tolerant beispielsweise gegenüber Fräsriefen oder Gussfehlern, hier leisten die Polierexperten oft Erstaunliches, verändern aber dabei die Geometrie“, erklärt Wied. „Der maschinelle Festklopffprozess kann Fehler aus vorhergehenden Prozessen nicht ausgleichen – hier muss das Ziehwerkzeug bereits fehlerlos sein.“

Die Roboterzelle soll nach dem Wunsch ihrer Entwickler künftig nicht aufs Festklopfen beschränkt bleiben: „Wir wollen beispielsweise in der gleichen Aufspannung auch Bohrprozesse integrieren – etwa für Entlüftungsöffnungen im Werkzeug, die bisher mit einer Handbohrmaschine erstellt wurden – 4 bis 12 mm im Durchmesser und sehr tief“, erklärt Wied. „Der Aufwand pro Loch sinkt deutlich. Unser Ziel ist letztendlich eine echte Multifunktions-Roboterzelle, die dabei hilft, unsere Prozesse zu optimieren und wirtschaftlicher zu gestalten.“ *Rw*

**Profil**

**Daimler Benz Werk Sindelfingen**

Das Werk Sindelfingen ist das größte Produktionswerk der Daimler AG. Im Mercedes-Benz Technology Center befindet sich der Bereich Forschung & Entwicklung neuer Mercedes-Benz-Modelle. Sindelfingen gilt im Konzern als Kompetenzzentrum für die Produktion von Fahrzeugen der Ober- und Luxusklasse und für alternative Antriebe. Produziert werden hier unter anderem die C-Klasse Limousine, die E-Klasse Limousine, das E-Klasse T-Modell, die CLS-Klasse, die S-Klasse, die CL-Klasse, das SLS AMG Coupé, der SLS AMG Roadster und die Fahrzeuge der Edellinie Maybach.

Daimler AG Werk Sindelfingen,  
D-71059 Sindelfingen, Tel.: 07031/90-0,  
www.daimler.com  
Hoffmann GmbH Qualitätswerkzeuge,  
D-81241 München, Tel.: 089/8391-0,  
www.hoffmann-group.com