

# SMM

DIE INDUSTRIEZEITSCHRIFT FÜR DIE PRAXIS  
Schweizer Maschinenmarkt



Beste Fachzeitschrift 2007/2008 – ernannt durch den Verband Schweizer Presse

MIT  
GRÖSSTEM  
OCCASIONSMARKT

STELLENMARKT  
AB SEITE 118

**FERTIGUNGSTECHNIK >> 22**  
Auf 1µm Hartdrehen mit HSK-T-Schnittstelle



**PRODUCTRONICA** Innovationsfestival für den Elektronikerfertiger >> **16**



**MOTEK UND BONDEXPO** Gut behauptet >> **52**

**SCHWEISS-/SCHNEIDT.** Plasma-Schneidroboter minimiert Fertigungszeit >> **61**

**ZULIEFERINDUSTRIE** Intelligent kombiniert: Kunststoff-Metall-Verbunde >> **70**

# Von der Verzahnungs- zur Umformtechnik

>> Europas grösster Automobilhersteller, die Volkswagen AG, geht bei der Herstellung von Differenzialkegelrädern neue Wege. Das Werk Kassel fertigt diese Getriebeteile seit 2006 parallel zum Verzahnungs- auch im Taumelverfahren. Mit Maschinen der Heinrich Schmid AG wird zurzeit etwa ein Drittel der Gesamtproduktion im Taumelverfahren end-umgeformt. Die Erfahrungen hinsichtlich Produktivität, Qualität und Umweltverträglichkeit sind so gut, dass eine weitere Ausweitung der Technologie geplant ist.

«Die Einführung der Taumeltechnik zur Herstellung der Differenzialkegelräder wurde von einem Expertenteam unterstützt und sorgfältig geplant», berichtet der promovierte Maschinenbau-Ingenieur Sönke Rüsç, Verantwortlicher für Umformtechnik im Getriebebau des Volkswagen-Werks Kassel. Ihm zur Seite standen ein Verzahnungsberechner, der in Wolfsburg auf konstruktiver Ebene für die Auslegung der Kegelräder verantwortlich ist und ein Meister, der sich seit vielen Jahren mit den Tragbildern von Zahnrädern befasst. Von Anfang an wollte man jedoch nicht nur eine alternative Fertigungstechnologie ins Spiel bringen, sondern für das Zukunftsthema der Präzisionsumformung von Getriebeteilen einen innovativen Gesamtprozess installieren. Dieser sollte für die Herstellung der Kegelräder auch bei den übergreifenden Schwerpunktthemen Leichtbau, Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit deutliche Vorteile erbringen.

## In 5 statt 45 Sekunden zur Endkontur

Das Volkswagen-Werk Kassel zählt zurzeit rund 13000 Mitarbeitende. Etwa 4500 von ihnen fertigen pro Jahr rund 2,8 Millionen Getriebe. Damit wird nahezu die Hälfte der bis anhin über sechs Millionen jährlich hergestellten Fahrzeuge des Konzerns mit einem Getriebe aus Kassel ausgeliefert. Eingebaut werden die Getriebe in Fahrzeugen der Marken Volkswagen, Audi, Seat und Skoda. Getriebe werden darüber hinaus auch noch



Die Einführung der Taumeltechnik zur Herstellung von Differenzialkegelrädern wurde bei Volkswagen von einem Expertenteam unterstützt und sorgfältig geplant.

in Argentinien, China und Spanien produziert. Je Getriebe werden mindestens vier Kegelräder verbaut. Für die in Kassel täglich produzierten 11200 Getriebe werden somit jeden Tag 44800 Kegelräder benötigt. Die Fertigungstiefe ist hier sehr hoch und liegt bei nahezu einhundert Prozent.

Bisher wurden die Differenzialkegelräder in einem Fräs- und Räumverfahren hergestellt. Hierzu wird auf Gleason Maschinen eine so genannte Revacycle-Verzahnung in ein gedrehtes oder geschmiedetes Rohteil gefräst. Die Zerspanung

der Rohlinge ist jedoch mit 45 Sekunden/Teil vergleichsweise zeitintensiv.

Nun werden über 40% des täglichen Bedarfs an Differenzialkegelrädern im Umformverfahren auf zwei Taumelpressen hergestellt. Diese benötigen lediglich 5 Sekunden für ein Kegelrad, die Verzahnung ist danach in der Endkontur. Die Taumelpressen vom Typ T 300 mit maximal 3000 kN Presskraft hat die Heinrich Schmid Maschinen- und Werkzeugbau AG aus Jona geliefert. Die erste Presse wurde Anfang 2006 installiert, die zweite im Frühjahr 2008.



Rund 20000 Kegelräder der täglich produzierten 44800 werden im Taumelverfahren auf Schmid-Pressen hergestellt.



Die Taumelpresse mit 3000 kN Presskraft benötigt lediglich 5 Sekunden für ein Kegelrad, die Verzahnung ist danach in der Endkontur.

### Zum Teil wird im mannlosen Dreischichtbetrieb gefertigt

Die Rohlinge werden von der Schmiede angeliefert und über eine vollautomatische Bandanlage zugeführt. Erreichen die Teile die Taumelpresse, werden sie mittels Handlingsanlage über einen Elevator auf das Niveau des Werkzeugs gebracht. Etwa 60 cm Höhendifferenz werden so überwunden, bevor ein Rohling in das Werkzeug eingelegt wird. Zwölf Teile pro Minute werden dann getaumelt. Anschliessend sorgt eine Abgrateinheit für gratfreie Kegelräder. Diese können alsdann den Folgeprozessen zugeführt

werden, wo die Kalotte in ihre Endform gedreht und die Bohrung endbearbeitet wird.

Die Tagesproduktion auf den beiden Maschinen beträgt im teilweise mannlosen Dreischichtbetrieb rund 10000 Differenzialkegelräder je Maschine. «Ausgelegt sind die Pressen auf je 12000 Teile pro Tag», betont Reinhard Bühler, Verkaufsleiter bei Schmid. Zurzeit werden Kegelräder für die Kraftübertragung von 250 und 350 Nm von Motoren bis 100 PS beziehungsweise bis 250 PS Leistung getaumelt. Eine Ausweitung für weitere Kegelräder ist bereits angedacht.

### Pro Jahr über 2000 Tonnen Stahl eingespart

«Neben der Einhaltung der mit Schmid erarbeiteten sehr kurzen Zykluszeit haben wir weitere gute Erfahrungen mit dem Taumeln gemacht», betont Rüschi. So beträgt das Einsatzgewicht des geschmiedeten Rohteils mit 415 Gramm gegenüber 930 Gramm beim Zerspanungsprozess nur noch weniger als die Hälfte. Mit 55% weniger Material je Kegelrad lassen sich im Jahr über 2000 Tonnen Stahl einsparen.

Verfahrensbedingt kann ausserdem bei intelligenter Verzahnungsauslegung für das Taumeln eine andere, günstigere Stahlsorte verwendet werden. Neben Ni-legiertem Einsatzstahl kommt beim Taumeln auch normal legierter Stahl zum Einsatz. Trotzdem weisen die getaumelten Teile eine höhere Festigkeit auf, denn nach dem Umformprozess ist der Faserlauf der Stahlteile ungebrochen.

Frühere Messungen von Schmid im Zusammenhang mit einem anderen Projekt haben gezeigt, dass mit dem Taumelpressen gegenüber dem Zerspanen eine um 30% höhere Bruchfestigkeit und um 40% höhere Biegegewichselfestigkeit erreicht wird. Die Verzahnungsgenauigkeit nach DIN 3965 erreicht eine ISO-Toleranzqualität der Stufe IT 8. Beim Zerspanen sind es nur IT 9.

#### FAZIT

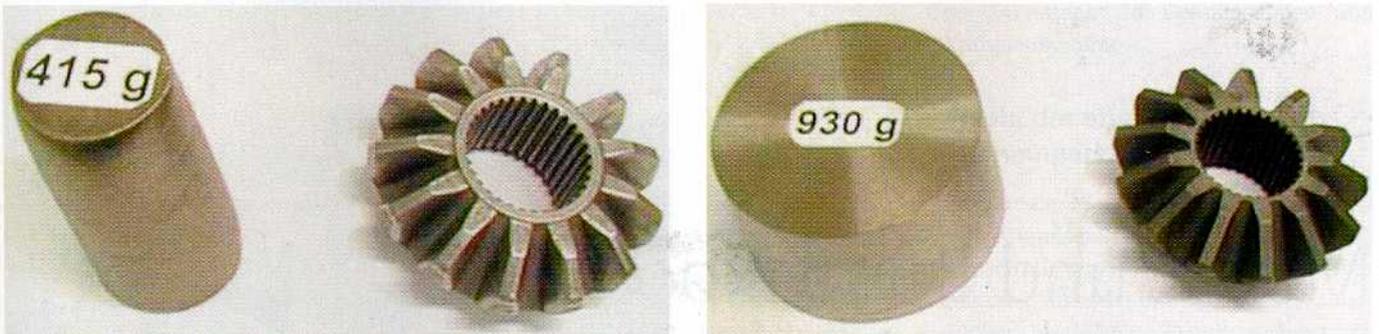
### Den gesamten Fertigungsprozess im Fokus

Joe Reinhard Bühler, Verkaufsleiter bei der Schmid AG, empfiehlt zusammenfassend, dass «das Umformverfahren immer dort mit berücksichtigt werden sollte, wo der Gesamtprozess betrachtet wird. Dabei empfiehlt sich meist nicht, für die Herstellung eines bestehenden Teiles eine funktionierende Prozesskette umzustellen.

Aber überall, wo Teile neu entwickelt werden und die Konstruktion taumelgerechte Aspekte berücksichtigt, kann das Taumeln als Endkontur-Umformverfahren seine Vorteile ausspielen.» Wichtig sei, dass man nicht nur den isolierten Bearbeitungsschritt betrachtet und vergleicht, sondern immer den gesamten Fertigungsprozess, vom Rohmaterial bis zum einbaufertigen Teil. Kostenmässig schwer zu quantifizierenden Aspekte wie Arbeitsschutz, Gesundheit und Umweltschutz werden darüber hinaus meist erst positiv registriert, wenn die Taumelpressen im Einsatz sind.

#### ARTIKEL

>> Vortsetzung auf Seite 51



Das Einsatzgewicht des geschmiedeten Rohteils (im Bild links) beträgt beim Taumeln mit 415 Gramm im Vergleich zum Zerspanungsprozess mit 930 weniger als die Hälfte. Dadurch werden jährlich über 2000 Tonnen Stahl eingespart.

### Geringere Kosten bei wesentlich besserer Oberflächenqualität

Die Kosten liegen beim Taumeln deutlich unter denen beim Zerspanen, das bei einer wesentlich besseren Oberflächenqualität von  $Ra = 0,3$  gegenüber  $Ra = 2,0$ . Bei den getaumelten Differenzialkegelrädern zeigt sich dies in einem sehr guten Tragbild. «Die Tragbilder haben bei uns eine grosse Bedeutung», erläutert Rüschi. «Sie zeigen uns, nachdem die Kegelräder auf einer Prüfanlage etliche 100000 Km in realistischer Anordnung gelaufen sind, wie stark die Belastungen und der Abrieb an den einzelnen Flanken sind.»

Je besser die Tragbilder, umso grösser die Laufruhe des Fahrzeugs bei der Kurvenfahrt. «Wahrscheinlich kümmert sich kein Automobilhersteller so sehr um die Tragbilder wie wir bei Volkswagen», vermutet Rüschi. «Unsere Fertigungsspezialisten haben damit schon seit über 20 Jahren Erfahrungen gesammelt.» Durch spezielle Gestaltungsmöglichkeiten können bei den getaumelten Kegelrädern nahezu optimale Tragbilder erreicht werden.

### Das Taumeln benötigt eine nur geringe Umformkraft

Die relativ unbekanntere Taumeltechnologie ist ein Kalt-Umformverfahren, bei dem die Umformkraft stets nur auf eine Teilfläche des Werkstückes wirkt. Während das untere Gesenk den Rohteil gegen das obere Gesenk presst, führt Letzteres eine kreisförmige, taumelnde Bewegung in einem bestimmten Winkel um die Taumelachse aus. Der Werkstoff wird quasi in das Gesenk «eingewalzt». So wird immer nur auf eine Teilfläche des Werkstückes Kraft ausgeübt. Die Reibung ist dadurch wesentlich geringer als beim Fliesspressen, der Werkstoff fliesst ohne grossen Widerstand in radialer Richtung (Roll-Gleitreibung statt nur Gleitreibung). Dadurch überschreitet die maximal auftretende Spannung nur unwesentlich die Fliessspannung des

Werkstückes, ausserdem resultiert ein ungebrochener Faserverlauf im Material, was die höheren Festigkeiten und die bessere Oberflächenqualität ergibt. Durch die kleinere Kontaktfläche und die günstigeren Reibungsverhältnisse ist die benötigte Umformkraft bis über zehnmal kleiner als beim Fliesspressen. Trotzdem können durch die taumelnde Bewegung des Obergesenkes grosse Umformgrade absolut rissfrei realisiert werden.

Da die Herstellung der Gesenke keine grossen Kosten verursacht, rentiert sich das Taumeln auch bei kleinen Serien. Die Taumeltechnologie eignet sich für alle mehr oder weniger rotationssymmetrischen Teile, wie beispielsweise Flansche, Kupplungsteile oder eben Kegelräder. Und Bühler fügt noch einen wichtigen Aspekt hinzu: «Der Taumelprozess verursacht keine störenden Vibrationen. Die Pressen können somit fertigungslogistisch ideal innerhalb eines gesamten Prozesses aufgestellt werden.»

### Nicht nur technische Verbesserungen

Über die technischen und materialspezifischen Aspekte hinaus zeigen sich in Kassel auch die geforderten Verbesserungen und Einsparungen hinsichtlich des Gesamtprozesses. So werden insgesamt 5 von 12 Bearbeitungsschritten eingespart. Durch raum sparende Gestaltungsmöglichkeiten der Kegelräder ergeben sich Gewichtsvorteile, schliesslich berührt der Leichtbau heute ausnahmslos alle Teile im Automobilbau.

Die Taumelmaschinen arbeiten aufgrund der geringen benötigten Umformkraft sehr energieeffizient. Zudem werden gegenüber dem Zerspanen insgesamt weniger Maschinen benötigt. Da die Taumelpressen verfahrensbedingt völlig ohne Kühl- und Schmiermittel auskommen, tragen sie auch zum Umweltschutz bei. «Und da keine Kühlmittel mehr verdampfen und

aufsteigen können, tun wir auch etwas für den Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Abgesehen davon bleibt der Boden sauberer, was die Rutsch- und Unfallgefahr vermindert und Reinigungszyklen verlängert», erwähnt Rüschi. <<

#### Information

Heinrich Schmid  
Maschinen und Werkzeugbau AG  
Grünfeldstrasse 25  
8645 Jona  
Tel. 055 225 21 11  
Fax 055 212 24 04  
reinhard.buehrer@schmidpress.ch  
www.schmidpress.ch

Volkswagen AG  
Werk Kassel  
Dr. Ing. Sönke Rüschi  
D-34219 Baunatal  
Tel. +49 561 490 4656  
soenke.ruesch@volkswagen.de  
www.volkswagen.de

Bilder: Heinrich Schmid AG

Anzeige

**Von der Idee  
zum Serienteil**

-----> [www.allesausblech.ch](http://www.allesausblech.ch)