

Das Schleifen von Zahnstangen ist ein hochkomplexes und interessantes Fertigungsverfahren. Viele Besonderheiten müssen beachtet werden. Die geforderten Genauigkeitsklassen sind in Q6 und Q5 gut zu erreichen, wer aber eine qualitätsstabile und noch genauere Zahnstange geschliffen haben möchte, muss sich ganz schön anstrengen.

Bild 1  
(Werkbilder: KW Abrichttec GmbH,  
Mainaschaff)

## Zahnstangen in höchster Genauigkeitsgüte prozesssicher schleifen

Die Firmen KW Abrichttec GmbH und Georg Kesel GmbH & Co. KG haben sich solch einer Herausforderung gestellt. Fa. Kesel, ansässig in Kempten, ist ein Traditionsunternehmen und wurde im Jahre 1889 durch Georg Kesel gegründet. Der Firmengründer hat mit seinen zahlreichen Erfindungen die Industrialisierung im Allgäu maßgeblich geprägt. Fa. Kesel ist heute einer der führenden Hersteller von Fräsmaschinen für die Zahnstangenproduktion weltweit. Bereits vor 30 Jahren entsprang die Vision, seinen Kunden geschliffene Zahnstangen anzubieten. Hierzu hatte Fa. Kesel Kontakt mit KW Abrichttec, damals unter der Führung von Geschäftsführer Gerhard Könnemann. Es war der Beginn einer Zusammenarbeit gefolgt von einer gemeinsam realisierten Entwicklung (Bild 2). Es galt die Idee, auf einer vorhandenen Fräsmaschine einen zusätzlichen Schleifmechanismus zu integrieren. Die Ergebnisse waren vielversprechend. Doch wie bei Visionen

üblich, war man seiner Zeit voraus und die realisierte Idee blieb vorerst nur eine Idee.

Vor weniger als zwei Jahren wurde die Vision, unter der Führung des Gesellschafters Martin Klug, erneut angepackt und es begann eine neue Zusammenarbeit unter der Führung des Nachfolgers von KW Abrichttec, Ronny Könnemann und seinem Team.

Firma Kesel hatte sich dafür entschieden, eine komplett neue Maschine mit interessanten Differenzierungsmerkmalen gegenüber dem Wettbewerb zu konzipieren. Eine Hochpräzisions-Schleifmaschine, welche in der Lage sein soll, mehrere in einem Packet aufgespannte Zahnstangenprofile, max. 2.000 mm Länge, und mit höchsten Genauigkeitsanforderungen zu produzieren. Die Einzel- und Gesamtteilungstoleranz sind auf ihrer Gesamtstrecke mit nur wenigen Mikrometer toleriert. Dazu müssen alle Faktoren in einer Anlage sauber durchdacht und aufeinander abgestimmt sein. Das

Herzstück, der sogenannte Schleifkopf, dieser Anlage kommt aus dem Hause KW Abrichttec und ist zuständig für eine konstante und stabile Schleifoperation von Zahnstangen in Modulgrößen von 1 - 20. Dieser Schleifkopf ist mit einer hochpräzisen Schleifspindel bestückt und nimmt eine Korundscheibe im Durchmesser 500 mm und Breite 127 mm auf. Die Antriebsleistung, ein wassergekühlter Servomotor mit 48 kW, erlaubt hohe Drehzahlen um einen hohen Spanabtrag zu garantieren und um der daraus resultierenden Kräfteentwicklung positiv entgegenzutreten. Durch die direkte Wasserkühlung am Motor wird zusätzliche Wärme in der Schleifzone vermieden. Dies ist nur einer von mehreren wichtigen Bestandteilen in der Anlage, um konstante Werkstück- und Schleifqualität zu gewährleisten. Hervorzuheben ist, dass die Schleifspindel während dem Schleifprozess durch ein Gegenlager abgestützt wird um so vibrationsarm wie möglich zu Schlei-

fen. Das Gegenlager hat auch nach einem Schleifscheibenwechsel immer seine exakte Position, welche immer mit der Schleifspindel fluchtet, somit ist Wiederholgenauigkeit im höchsten Maße gegeben und Prozessstabilität garantiert. Außerdem hat das Gegenlager die Aufgabe, gegen den Schleifdruck zu wirken. Gegenüber einer fliegenden Schleifscheibe ist dies nur von Vorteil.

Die ganze Kinematik ist auf einer massiven Granitplatte aufgebaut, welche von vornherein schon sehr schwingungsdämpfend ist. In der Schleifspindel ist zusätzlich eine dynamische Auswuchtsensorik integriert um sicherstellen zu können, dass auch die kleinste Vibration erfasst und eliminiert wird.

Die Auswahl sämtlicher Komponenten und Materialien wurde speziell für diese Zahnstangenhochpräzisions-Schleifanwendung selektiert. Eine FEM Analyse hat gezeigt, dass auch während einem massiven Schleifdruck der konzipierte Schleifkopf nicht unter kritischen Belastungen steht. So ist es neben dem Pendelhubschleifen auch möglich, im Tiefschleifen erfolgreich das auf einem Wechselstisch aufgespannte Zahnstangenpaket zu bearbeiten.

Die Abrichtmethode ist ein weiteres wichtiges Kriterium.

KW Abrichttec hat erreicht, dass zwei Abrichtmethoden zur Verfügung stehen. Durch eine intelligente Anbindung der Abrichteinheit

kann je nach Bedarf des Anwenders die Abrichtkonsole ausgewählt werden.

### Das Modell CNC Abrichten: (Bild 3)

Seit mehr als 30 Jahren beliefert KW Abrichttec beispielsweise führende Kugellager-Hersteller mit ultragenauen bahngesteuerten CNC Kreuzschlitten. Durch eine interpolierende Bewegung der Kreuzschlitten sind Konturen innerhalb engster Toleranzen möglich abzurichten. In der Kugellagerindustrie liegt die Vorgabe teilweise unter einem Mikrometer  $< 0,001$  mm. Die Schlittenteile sind hermetisch gegen Schleifstaub und Eindringen von Kühlschmierstoff geschützt und haben eine Lebensdauer von mehreren Jahren bei gleichbleibender Genauigkeit. Die speziell ausgewählten und zueinander gepaarten Hochpräzisionsgewindespindeln in höchster Genauigkeit, axial spielfrei gelagert und vorgespannt, werden durch Servomotoren angetrieben. Ein Glasmaßstab ist notwendig, um die beste Wiederholgenauigkeit von  $0,001$  mm zu erreichen. Der Kreuzschlitten ist exakt aufeinander abgestimmt und trägt an seiner Pinole eine Abrichtspindel, welche ebenfalls als Hochpräzisionsspindel aus dem Hause KW stammt. Die eigens entwickelte und gebaute Abrichtspindel ist mit Keramikugellager, Accoustic Emis-



Bild 2



THE POWER OF  
PURPLE GRAIN

Aggressiv.  
Ausdauernd.  
Ergonomisch.



CERAMIC



innovatives  
Keramikkorn



Bearbeitungs-  
winkel  $< 10^\circ$



kein Stützteller  
erforderlich



vibrationsarm

[www.purple-grain.com](http://www.purple-grain.com)

LUKAS-ERZETT Vereinigte Schleif- und  
Fräswerkzeugfabriken GmbH & Co. KG  
Gebrüder-Lukas-Straße 1  
51766 Engelskirchen  
Fon +49 2263 84-0  
Fax +49 2263 84-300  
le@lukas-erzett.de  
[www.lukas-erzett.com](http://www.lukas-erzett.com)



Bild 3



Siemens SINUMERIC 840 D sl gesteuert. Somit ist gewährleistet, dass die Anlage auch steuerungsseitig auf dem neusten Stand der Technik, auf Nachhaltigkeit konzipiert und für den weltweiten Einsatz vorbereitet ist.

**Das Modell Swing-Step®: (Bild 4)**

Ebenfalls seit mehreren Jahren erfolgreich im Einsatz ist die bewährte Swing-Step® Abrichttechnologie. Im Gegensatz zum CNC Abrichten wird hier eine Diamantprofilrolle verwendet, welche das exakte Negativprofil der Schleifscheibe hat. Die Fertigungsqualität solcher Profilrollen liegt heute innerhalb 0,002 mm für die Einzelteilungsabweichung, somit können Zahnstangen in höchster Genauigkeitsgüte prozesssicher geschliffen werden.

Das Abrichten erfolgt im Einstechverfahren und ist nicht zu vergleichen mit einem CD Abrichten (continuous-dressing). Denn beim Swing-Step® wird mit einer wesentlich geringeren Zustellung von ca. 2 - 5 Mikrometer die Diamantprofilrolle an der Schleifscheibe vorbeigeschwenkt. Der Kontaktzeitpunkt von ca. 1 Sekunde ist so kurz, dass die Schleifscheibe viel weicher konditioniert wird als herkömmlich und stets mit höheren Abtragswerten von ca. 15 - 20 Mikrometer kontinuierlich abgerichtet. Das gewährleistet, dass die Schleifscheibentopographie stets der gewünschten Genauigkeit entspricht und die benötigte „Griffigkeit“ für die Spanbildung immer vorhanden ist. Dieser Vorgang ist ein schonender Abrichtprozess für alle direkt betroffenen und beteiligten Komponenten während eines Abrichtprozesses wie Lagerung des Abrichtdorns, Schleifscheibe und Schleifscheibenspindel und ganz speziell Diamantprofilrolle. Auch hier ist Gleich- und Gegenlauf möglich. Die kompakte und massive Bauweise des schwenkenden Abrichtkopfes kann so eingestellt werden, dass er ver-

sion- und Drehzahlsensor ausgestattet. Rundlauf- und Axialschlag liegen bei 0,001 mm. Die montierte Abrichtrolle kann im Links- und Rechtslauf betrieben werden, für die Gleich- oder Gegenlaufaktion und wird direkt angetrieben.

Die standardmäßig eingebaute Sperrluftfunktion verhindert das Eindringen von Schleifstaub und Kühlschmierstoff in die Lagerung, speziell bei hohem Kühlemulsionsdruck ist dies unabdingbar. Alle Servoantriebe werden von einer

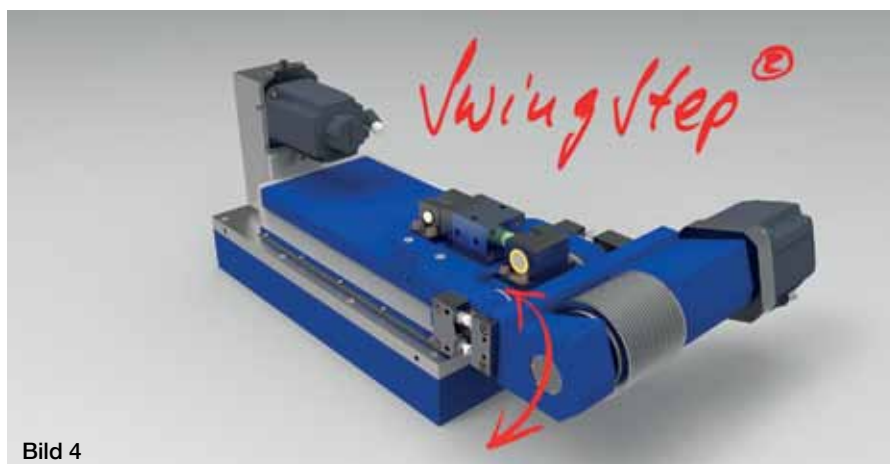


Bild 4

schiedene Positionen anfährt, um das bestmögliche Abrichtergebnis zu erreichen.

Die Kühldüsen von Fa. Grindaix sind auf die Modulgrößen abgestimmt und werden mit abnehmender Schleifscheibe durch eine Zustellachse nachgeführt. Es wird hierbei darauf geachtet, möglichen Schleifbrand zu vermeiden. Dies ist besonders anspruchsvoll, denn diese Problematik tritt bei Zahnflanken im größeren Modulbereich häufig auf. Die Zustellungsfunktion fungiert über eine Gewindespindel welche auf der Rückseite der Granitplatte montiert ist. Der kleinste Zustellungsbetrag ist 0,001 mm. Abgerundet ist der Schleifkopf optimal darauf abgestimmt, eine Zahnflanke sauber und prozesssicher zu schleifen.

Durch die hier genannten konstruktiven Lösungen und ausgewählten Komponenten wurde von Beginn an vielen Herausforderungen entgegengetreten.

Doch wer mit solch hohen Ansprüchen, wie der Entwicklung einer neuen komplett neuen Anlage, hochpräzise und formgenaue Schleifqualität, abgestimmte Schleif- und Abrichtmethode und, wie in solchen Projekten üblich, alles unter Zeitdruck meistern möchte, braucht eine enge Kommunikation.

Beide Firmen haben stets unter Abstimmung die nächsten Meilensteine festgelegt und Entscheidungen gemeinsam getroffen. Hierzu gehört

eine große Vertrauensbindung, sowie gemeinsame Treffen, auch wenn eine Distanz von ca. 350 km dazwischen steht. Durch heute genutzte Technologien, z.B. Whatsapp, Teamviewer und weitere, sind Ideen, konstruktive Entscheidungen und vieles mehr noch schneller zu kommunizieren und es kommt somit schneller zu wichtigen Entscheidungen. Das ist auch gut so, denn sonst hätten beide Firmen es nicht geschafft, innerhalb der Projektzeit ein fertiges Produkt, Maschine und Schleifkopf, gemeinsam zu verknüpfen.

Die Resonanz nach der EMO Messe in Hannover zeigt eindeutig, wie gelungen dieses Projekt ist. Für die Zukunft sind neben der Prozessbegleitung weitere Alternativen eines Schleifkopfes geplant. Die Prozessbegleitung, seitens KW Abrichttec, beinhaltet die Prozessbegutachtung und Optimierung der Schleifanlage sowie eine stetige Weiterentwicklung des Schleifkopfes. Dies wurde mit ausgewählten Partnern zusammen kreiert und fertig gestellt. Fa. Kesel hat außerdem die Möglichkeit, weitere Schleifoperationen in ihr Produktportfolio zu integrieren. Auch können Sägeblätter- und Bänder ebenfalls im gehärteten oder weichen Zustand geschliffen werden, um heutige Anwenderwünsche zu bedienen.

*Autor: Ronny Könnemann, KW Abrichttec GmbH, 63814 Mainaschaff  
Tel.: 06021-79000  
www.kw-a.de*



## Ihr Schleifspezialist.

Willkommen im Kompetenzzentrum für Profilschleifen. Seit 1974 konzentriert sich FLURY TOOLS auf diese Bearbeitungstechnologie und nimmt hier eine führende Rolle ein.



Durch den Einsatz modernster Fertigungstechnologie und neuester Mess-Systeme überlassen wir hinsichtlich Qualitätsstandard und Präzisionsniveau nichts dem Zufall.



FLURY TOOLS AG  
Römerstrasse West 32  
CH-3296 Arch

Telefon +41 32 679 55 00  
Telefax +41 32 679 55 10  
E-mail info@flurytools.ch

# FLURYTOOLS®

 HIGH QUALITY FROM SWITZERLAND

since 1974