

Rotorenpaar im Eingriff © KAPP NILES

Rotoren sind das Herzstück von Schraubenverdichtern, die zum Fördern von Luft und Gasen dienen. Sie sind so präzise gefertigt, dass sie sich exakt an einer vorgegebenen Profilposition kontinuierlich in einer Linie berühren. Rotoren und Gehäuse bilden eine aufeinander abgestimmte Einheit, das heißt die Komponenten sind nicht austauschbar wie bei Serienprodukten. Entsprechend aufwändig war bisher die Messtechnik mit vielen manuellen Teilschritten. Eine Kombination aus Schleif- und Messtechnik mit neu entwickelter Software macht nun die Fertigung genauer und vor allem sehr viel schneller.

Schraubenverdichter dienen vor allem zum Fördern von Luft aber auch von Gas und Kältemittel. Der Aufbau ist sehr einfach und kompakt: In einem Gehäuse greifen

zwei gegenläufige Rotoren zahnradartig ineinander. Auf den ersten Blick sehen sie wie Spindelschrauben aus. Es handelt sich jedoch immer um Haupt- und Nebenrotoren, die an einer definierten Linie ineinander kämmen. Die entstehenden Hohlräume fördern das Medium von der Saugseite zur Druckseite. Da es keine oszillierenden Massen gibt, läuft so eine Pumpe sehr ruhig. Die Förderung ist gleichmäßig und pulsationsfrei. Dafür müssen die Rotoren jedoch auf wenige tausendstel Millimeter genau gefertigt werden, denn es gibt keine flexiblen Dichtungen, die Toleranzen ausgleichen können. Das stellt sowohl an die eigentliche Fertigung als auch an die Qualitätskontrolle hohe Anforderungen. Die Kapp Niles Unternehmensgruppe bietet hierfür eine Gesamtlösung an.

Komplettbearbeitung aus einer Hand

Kapp Niles ist nicht nur für seine Maschinen für die Bearbeitung von Verzahnungen und Profilen bekannt. Das Coburger Unternehmen ist auch einer der weltweit führenden Hersteller von Rotoren-Schleifmaschinen. Entwickler und Produktmanager haben stets den ganzen Prozess im Blick, um eine technisch perfekte und wirtschaftliche Fertigung zu gewährleisten.

Seit 2017 gehört die Kapp Niles Metrology GmbH zur Unternehmensgruppe. Dieser Unternehmensbereich ist auf Messmaschinen spezialisiert. Der Anwender profitiert bei der Stirnradbearbeitung von Synergieeffekten, wie beispielsweise der produktionsbegleitenden Messung mittels „Closed Loop“ (siehe Bild 1). Bei diesem Verfahren wird ein Wegdriften von Sollwerten noch während des laufenden Prozesses erkannt und automatisch korrigiert. Dies übernimmt ein Korrekturprogramm, das auch für die Kommunikation zwischen Messmaschine und Verzahnungszentrum sorgt.



Bild 1: Closed Loop-Einstellungen auf der Bedienoberfläche
© KAPP NILES

Aktuell arbeitet Kapp Niles an einer neuartigen Rotormessung. An diese Bauteile werden besondere Anforderungen gestellt. Gerhard Mohr, Koordinator Messmaschinen, von Kapp Niles Metrology erklärt, warum: „Bei Zahnrädern ist die Evolventenform nach dem Verzahnungsgesetz definiert. Es gibt allgemein anerkannte Standards und Qualitätsvorgaben. Bei einem Rotor dagegen muss der Kunde aufgrund seiner Erfahrungen ein eigenes Profil entwickeln. Er liefert uns Koordinaten als Soll-Vorgaben. Die müssen wir umsetzen.“

Kapp Niles beherrscht diese Technik perfekt, wie Michael Späth, Leiter Anwendungstechnik bei Kapp Niles erläutert: „Früher hat man die Rotoren auf einem Paarungsstand geläpft. Das Paar durfte man nicht mehr trennen und das Gehäuse musste individuell für den Achsabstand dieses Paares gefertigt werden. Jetzt können wir mit unserem Knowhow die Rotoren so genau schleifen, dass sie untereinander austauschbar sind.“

Die Schleifmaschinen können nun ihr volles Potenzial in Kombination mit entsprechender Messtechnik entfalten. Die Messmaschine KNM 4X (siehe Bild 2) verfügt serienmäßig über einen Drehtisch, mit dem sich Zahnräder und Rotoren schnell vermessen lassen. Bei weit kostspieligeren und größeren Koordinatenmessmaschinen anderer Hersteller muss dieser als Sonderzubehör erworben werden.



Bild 2: Messmaschine KNM 4X bei der Rotormessung
© KAPP NILES

Vom Plotter zum PDF - Software ganz neu gedacht

Die Auswertung der Messprotokolle war bei klassischen Maschinen noch echte Handarbeit. Computer suchte man im Messraum vergeblich. Die Messergebnisse waren schlichte Linien, die ein Plotter zeichnete. Ein erfahrener Maschinenbediener erkannte an der Neigung, welche Einstellungen an der Schleifmaschine zu korrigieren waren. Natürlich hielt in den vergangenen Jahren auch die IT Einzug in die Messtechnik, allerdings waren Hard- und Software mehr oder weniger an die alte Umgebung angepasst. So gab es statt Plotter zwar Drucker; diese mussten aber weiterhin die Plotter-Ausgabesprache HP-GL (Hewlett-Packard Graphics Language) beherrschen, um mit der Maschine zu kommunizieren. Das funktionierte, aber so selbstverständliche Features, wie ein anderes Blattformat zu definieren, eine Druckvorschau zu erhalten oder gar ein PDF zu erzeugen, waren nicht realisierbar. Das erforderte zusätzliche, umständ-

lich zu bedienende, Software. Kurz gesagt: Grundsätzlich funktionierte die Technik und der Funktionsumfang der Programme war immens. Durch die vielen Erweiterungen wurden sie jedoch immer langsamer und vor allem komplizierter zu bedienen. Dialogfelder waren nur durch Funktions- und Tabulatortasten zu bedienen.

An dieser Stelle entschloss sich Kapp Niles zu einem zukunftsweisenden Schritt: „In der Vergangenheit haben wir Software zugekauft“, sagt Gerhard Mohr. „2020 haben wir dann alle Rechte samt dem Quellcode erworben und zusammen mit den entsprechenden Mitarbeitern übernommen. Damit hatten wir das gesamte Know-how bei uns im Haus.“ Einer dieser Spezialisten ist der Software-Entwickler Bernhard Legeland. Er erinnert sich: „Die Bedienung der alten Programme war knifflig. Wer nur gelegentlich die Ausgabe von maßstäblich auf 1000-fache Überhöhung umstellen musste, kam kaum ohne telefonischen Support aus. Das ging selbst Spezialisten so. Neueinsteiger, die die intuitive Office Welt gewohnt waren, taten sich ohnehin schwer. Jetzt haben wir die Software KN inspect als zentrale Basis. Hier kann man per Mausclick auswählen, ob man ein Zahnrad mit KNGear oder eben einen Rotor mit KNRotor messen will.“

Das Ohr am Kunden - der Softwareentwickler als Marktforscher

Bernhard Legeland stellt fest: „Kritische und wichtige Anwender sind unsere Kollegen bei den Schleifmaschinen-Vorabnahmen mit ihren Maschinenfähigkeitsuntersuchungen.“ Aber das ist nicht seine einzige Quelle, auch

externe Anwender haben die Entwicklung begleitet. Bernhard Legeland: „Es gibt Kunden, die zu einer konstantiven Zusammenarbeit bereit sind. Das ist ein Vorteil unserer kleinen, aber schlagkräftigen Mannschaft. Wir können auf Wünsche und Anregungen flexibel reagieren. Große Hersteller schreiben bis zur Dateneingabe vor, wie die Maschine zu bedienen ist.“

Das Resultat überzeugt nicht nur IT-Spezialisten. Michael Späth beschreibt einen Fall aus der Praxis: „Die Gestaltungsfreiheit beim Layout ist gegeben. Ich kann mit zwei Mausklicks selbstgemachte Bilder einstellen und die hilfreiche Kommentarfunktion, z.B. zur Aufspannsituation, für den Kollegen in der Nachtschicht nutzen. Das bieten nicht viele Wettbewerber.“ Auch sonst hat der Anwender größtmögliche Freiheiten bei der Ein- und Ausgabe. Gerade für die Rotorenfertigung, bei der der Kunde große Datensätze vorgibt, ist dies essenziell. Dazu kommen Vorschaumöglichkeiten oder die Option, noch im Auswerteprozess Modifikationen vorzunehmen. Auch eine Schnittstelle zur statistischen Auswertung mit der Software Qs-STAT ist vorgesehen.

Die Messprotokolle zeigen keine abstrakten Linien mehr, sondern einen Soll/Ist-Vergleich, bei dem das Bauteilprofil mit einem Toleranzband dargestellt wird (siehe Bild 3). Da es bei den Rotoren in verschiedenen Bereichen unterschiedliche Toleranzen gibt, ist diese Darstellung viel übersichtlicher als eine Tabelle mit Zahlenwerten. Kritische Bereiche und Toleranzüberschreitungen lassen sich mit der Zoomfunktion detailliert darstellen. Michael Späth, „Derzeit müssen wir den Schleifvorgang noch

manuell korrigieren. Gerade dafür ist die Darstellung mit Zoomfunktion eine wesentliche Erleichterung. Früher mussten wir uns mehr an die richtige Form herantasten. Jetzt habe ich viel weniger Ausschuss und bekomme praktisch von Anfang an gute Teile.“

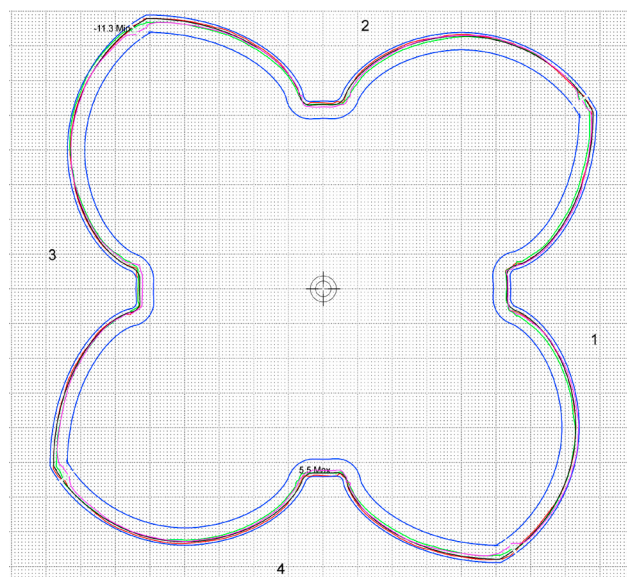


Bild 3: Profilmessung eines Hauptrotors
© KAPP NILES

Blick nach vorn - Closed Loop

Kapp Niles arbeitet daran, die manuelle Korrektur überflüssig zu machen. Ein Zwischenschritt ist schon getan: Zu jedem Messpunkt kann die Software neben den Soll- und Ist-Werten so genannte Abweichungsdaten ausgeben, die bereits jetzt von Kunden in eigene Systeme eingelesen werden können. Sie sind die Grundlage für das nächste große Ziel, die automatische Maschinenkorrektur mittels Closed Loop. Gerhard Mohr ist optimistisch: „Beim Stirnrad können wir das jetzt schon. Bei Neubestellungen von Schleif- und Messmaschinen für Rotoren können wir diese Option inzwischen zusagen.“ Das sind gute Aussichten für den Werkzeugmaschinenbau am Standort Deutschland.

Autor

Dipl.-Phys. Martin Witzsch, freier Journalist im Auftrag
von KAPP NILES

Kontakt zur Veröffentlichung

Kapp Niles GmbH & Co. KG

Tel.: 09561 / 866-0

info@kapp-niles.com

www.kapp-niles.com

Weitere Sprachversionen des Artikels (Englisch,
Italienisch, Chinesisch) auf Anfrage unter
z-kom@kapp-niles.com