

# KEM

Informationsvorsprung für Konstrukteure

12/2009

[www.kem.de](http://www.kem.de)



#### Forschung

Erneuerbare  
Energien

#### Serie

FE-Berechnung:  
Materialmodellierung

#### Produkt des Jahres

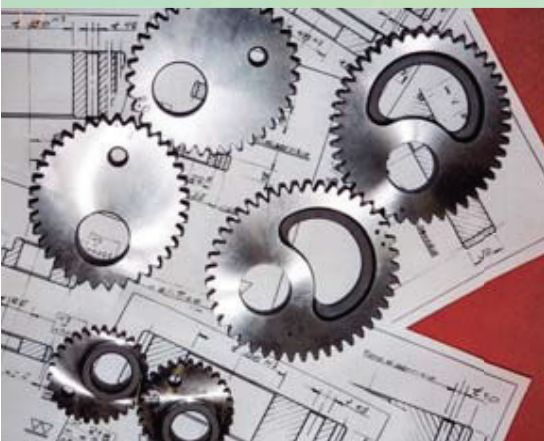
Elliptische  
Zahnräder

Titelthema  
**Gleit- und  
Wälzlager**

**konradin**  
mediengruppe

## Elliptische Zahnräder: Schätze aus dem stillen Kämmerlein

Rund kann und kennt jeder, elliptisch leider nicht. Jedenfalls nicht, wenn dies in Zusammenhang mit Zahnrädern und Riemenscheiben genannt wird. Dabei bieten diese Maschinenelemente ungeahnte Möglichkeiten bei der Realisierung von Bewegungen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Das Interesse an unserem Artikel in KEM 5/08 war so groß, dass es die Raritäten bis auf den 1. Platz beim Wettbewerb des Jahres „Mechanik 2008“ schafften.



Die Verwendung elliptischer Zahnradpaare ist aufgrund ihrer schwierigen Konstruktion noch wenig verbreitet

Auf deutschen Werkzeugmaschinen „Pfaute“ entstehen bei der italienischen Firma Nanni Ingranaggi Raritäten der Antriebstechnik: Die elliptischen Zahnräder und Riemenscheiben sind vor allem wegen ihrer schwierigen Konstruktion noch wenig verbreitet. Silvano Nanni, der Gründer der Firma, sammelte seine ersten Erfahrungen im mechanischen Bereich in einem Bologneser Unternehmen von internationalem Ruf, wo er als Projekteur von Arbeitsausrüstungen für Werkzeugmaschinen tätig war. Diese zehnjährige Erfahrung brachte ihn dazu, sich mit unterschiedlichsten Problemen bei mechanischer Bearbeitung zu befassen. 1971 beschloss Nanni als Siebenundzwanzigjähriger sich selbständig zu machen und

gründete die Firma Nanni Ingranaggi. In den ersten Jahren seiner Tätigkeit informierte sich ein Kunde über elliptische Zahnräder und eine eventuelle Lieferung. Nanni nahm dieses neue Problem sofort mit Begeisterung in Angriff und begann eine Studie im Hinblick auf die Konstruktion der erforderlichen Ausrüstungen. Diese Aktion führte später zum ersten auf ein Achsabstand-Kontrollgerät montiertes, elliptisches Zahnradpaar. Schnell erforderten die Berechnungen der Ellipse und anderen nützlichen Daten einen Computer und die entsprechenden Ausrüstungen. Die Qualität der elliptischen Zahnräder konnte somit erheblich verbessert werden. Nanni hat heute ein gutes Qualitätsniveau bei der Projektierung und Konstruktion

elliptischer Zahnradpaare erreicht und beliefert bereits regelmäßig verschiedene Unternehmen von internationalem Ruf.

### Typologien der elliptischen Räderpaare

Elliptische Zahnradpaare haben die Eigenschaft, eine gleichmäßige Drehbewegung in eine Drehbewegung mit veränderter Geschwindigkeit innerhalb der gleichen Umdrehung umzuwandeln. Die Größe der

Geschwindigkeitsänderung ist durch den Abstand der Ellipsenbrennpunkte gegeben. Diese Zahnräder werden also in allen Fällen verwendet, in denen es notwendig ist, innerhalb einer Drehung die Geschwindigkeit des getriebenen Rades zu ändern. Solch ein Bedarf besteht verstärkt bei Konstrukteuren von automatischen Druck- und Webmaschinen sowie automatischen Maschinen im allgemeinen, da bisweilen eine Änderung der

Mit elliptischen Zahnradpaaren lassen sich Anwendungen in der Automatisierungstechnik realisieren, die Bewegungen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten erfordern



Geschwindigkeit innerhalb der gleichen Umdrehung von Wellen, Schiebern, Messern, Heißsiegeln, usw. erforderlich ist. Durch den Einsatz von entsprechend angeordneten Dreier- und Vierergruppen gelingt es, verschiedene und variable Übersetzungen zu erhalten, um speziellen Anforderungen automatischer Maschinen gerecht zu werden, die mit unterschiedlichen Produktformaten arbeiten. Die elliptischen Zahnräder können, je nach

Kundenwunsch, aus verschiedenen Materialien konstruiert werden: Stahl, Bronze, Nylon, Hartgewebe. Das Geschwindigkeitsverhältnis beträgt 1:4, da die Zahnräder nach einer Drehung von 180° ein umgewandeltes Übersetzungsverhältnis von 2:1 haben. Das Geschwindigkeitsverhältnis ist somit das Quadrat des Übersetzungsverhältnisses. Eine Spezialausrüstung garantiert die optimale Wälzbewegung der Zahnradpaare. Diese Kontrolle

wird auch nach den Wärmebehandlungen durchgeführt, falls die Zahnräder zementiert und gehärtet oder auf den Zähnen induktionsgehärtet werden müssen, um eventuelle Deformationen auszuschließen. Für elliptische Zahnradpaare, die einer hohen Umdrehungszahl ausgesetzt sind, ist auf Kundenanfrage eine Auswuchtung durchführbar. Da die Montage der elliptischen Zahnräder unter Einhaltung einer bestimmten Phase erfolgen

### Firmenstenogramm

- gegründet: 1971
- Standort: Zola Predosa (BO)
- Mitarbeiter: 6
- Umsatz 2008: 1,2 Mio. €
- Produkte: elliptische Zahnräder, Riemenscheiben, Zahnräder

haben, sind sie Bezugskerben, die die korrekte Einhaltung dieser Werte ermöglichen.

### Interview mit Silvano Nanni, Gründer und Inhaber Ingranaggi, Zola Predosa (BO)

**KEM:** Worin liegen die Schwierigkeiten bei der Auslegung eines elliptischen Zahnrades?

**Nanni:** Die elliptischen Zahnräder werden vor allem im Bereich automatischer Maschinen verwendet, wo Bewegungen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten erforderlich sind. Bei unseren Kontakten auf Messen, an denen wir als Aussteller teilgenommen haben, konnten wir feststellen, dass viele Leute – auch Akademiker – die elliptischen Zahnräder gar nicht kannten und von den Möglichkeiten überrascht waren, die sich durch eine solche Bewegungsfähigkeit eröffnen. Das Anwendungsgebiet der elliptischen Zahnräder ist riesig. Ein für alle sichtbares Beispiel sind die Ein- und Ausfahrtschranken bei Autobahnen, Parkplätzen, Wohngebäuden, wo man in der Mitte der Balkenbewegung von einer höheren Geschwindigkeit profitiert, und beim Anschlag am Ende des Öffnungs- oder Schließvorgangs von einer niedrigeren.

**KEM:** Was kostet die Herstellung elliptischer Zahnräder im Vergleich zu kreisrunden Zahnrädern?

**Nanni:** Die Kosten für elliptische Zahnräder hängen von ihrer Form ab. Manchmal kommt es vor, dass ein dreieckiges Zahnrad mit einem ovalen gerad werden muss (dann sind sie nicht mehr elliptisch); damit steigen die Kosten für die Berechnung, weil man diese auch durch die Menge der bestellten Paare dividieren muss, die mei-

schen Daten mitteilen: Achsabstand, Modul und Geschwindigkeitsverhältnis. Damit sind wir in der Lage, in relativ kurzer Zeit (20 Werktagen) elliptische Zahnräder zu berechnen und zu bauen.

**KEM:** Sie bieten außerdem noch elliptische Riemenscheiben. Für welche Anwendungen wurden diese entwickelt?

**Nanni:** Bei den elliptischen Riemenscheiben sehen wir keine Möglichkeit, ein Lager mit unterschiedlichen Typen aufzubauen, denn es gibt zu viele verschiedene. Die Anwendungsbereiche sind dieselben wie für die elliptischen Zahnräder: automatische Maschinen, Verpackungsmaschinen, Web- und Druckmaschinen etc.

**KEM:** Fertigen Sie nur Katalogprodukte oder entwickeln Sie auch Anwender bezogene Lösungen?

**Nanni:** Wir verfügen über ein Lager mit 34 elliptischen Zahnradtypen, die sich im Hinblick auf Achsabstand, Geschwindigkeitsverhältnis und Modul unterscheiden. Wenn das Produkt, das ein bestimmter Kunde benötigt, nicht vorrätig ist, braucht er sich nur an uns zu wenden und uns seine techni-



### Sonderanfertigungen möglich

Der Lagerbestand umfasst verschiedene Typen von elliptischen Zahnrädern, die sich in Achsabstand oder Übersetzungsverhältnis unterscheiden. Sollte kein geeignetes Zahnradpaar dabei sein, kann Nanni sämtliche für die Konstruktion erforderlichen technischen Daten berechnen und dem Kunden außerdem eine Tabelle mit der Gradposition eines Zahnrades gegenüber dem anderen innerhalb einer



Elliptische Riemenscheiben

Umdrehung sowie die Graphik des Geschwindigkeitsverlaufs liefern.

Neben den elliptischen Räderpaaren fertigt Nanni auch elliptische Riemenscheiben. Diese haben die gleiche Funktion wie die elliptischen Räderpaare. Weiterhin können Keilwellen, Riemenscheiben für Zahnriemen jeden Typs, Zahnräder für Ketten sowie geradverzahnte Stirnräder und Schrägstirnräder bezogen werden.

Die Autorin Angela Scheuffer ist Redakteurin der KEM.

Online-Info  
www.kem.de/1209415