

# Kostenreduzierung bei Förderanlagen durch selbstjustierendes Kettenrad

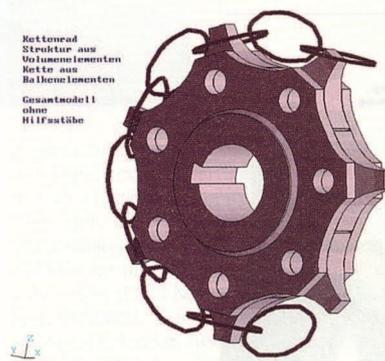
KARL HERKENRATH

Bei den heutigen Energiekosten ist der Aufwand zur Herstellung und Fertigung von Rundgliederketten sehr hoch. Des Weiteren verschleifen diese Maschinenelemente, welche gern in der Fördertechnik als Antriebsketten verwendet werden, ziemlich schnell. Einen Ausweg bietet hier ein patentiertes Kettenrad, das durch elastische Zähne die auftretenden Lasten besser verteilt und damit Ketten- und Radverschleiß drastisch senkt.

## Einleitung

Bei der Verwendung von Ketten (Bild 1) in modernen Förderanlagen muss vom Betreiber der Anlage ein Verschleifen der Kette sowie der Kettenräder berücksichtigt werden. Aufgrund dieses Verschleißes müssen die Ketten und die Kettenräder regelmäßig auf ihre Betriebstauglichkeit kontrolliert und gegebenenfalls ausgewechselt werden. Aus dem hohen Verschleiß resultiert ein häufiges Wechseln der Ketten sowie der Kettenräder. Daraus ergeben sich zwangsläufig häufig auftretende Stillstandszeiten einer Förderanlage. Dies hat für den Betreiber der Anlage erhebliche Produktionsausfall- und Wartungskosten zur Folge, die im Vorfeld bei der Konstruktion einer Förderanlage mit berücksichtigt werden müssen.

Die eigentliche Bauform einer modernen Antriebskette basiert auf einer Konstruktion des Franzosen A. Galle aus dem Jahr 1829 und ist heute als Gallekette standardisiert bzw. normiert. Im Laufe einiger technischer Weiterentwicklungen wurde die Kette und vor allem das dazugehörige Kettenrad immer weiter verbessert. Konstruktionsziel war hier immer, den Verschleiß zu reduzieren, um somit die Lebensdauer zu erhöhen. So werden Laschenketten heute mit drehbaren Rollen auf den Bolzen ausgeführt, um Reibungskräfte zwischen Kette und Kettenrad zu verringern. Was die Kettenräder betrifft, so hat sich im Laufe der Entwicklung eine optimale Zahnform be-



1: Modellierung des Systems Kette/Kettenrad

währt, die in verschiedenen Normen festgehalten ist. Bei Rundgliederketten wurde eine Oberflächenhärte bis zu einer Härtetiefe von 10 bis 20 Prozent vom Durchmesser erreicht, um einem schnellen Verschleiß entgegenzuwirken.

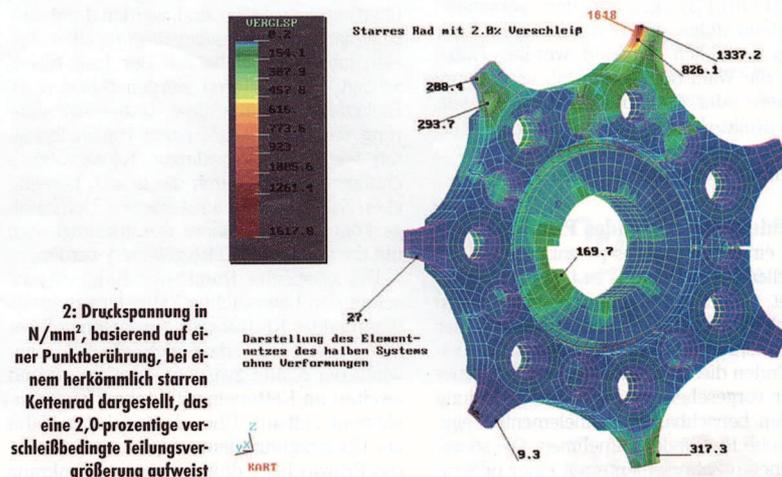
## Verschleißentstehung

Bezogen auf das Kraftübertragungssystem Kette/Rad lassen sich folgende Punkte festhalten. Verschleiß entsteht darin maßgeblich durch

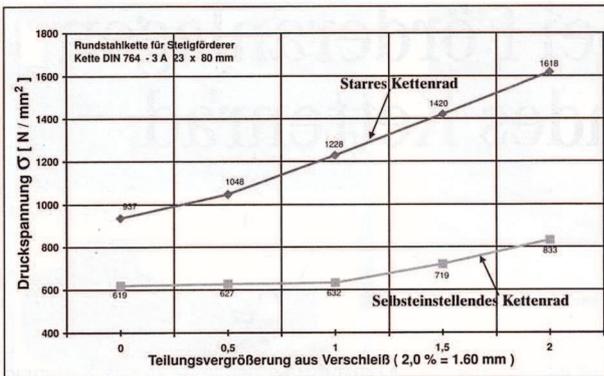
- die Kraftübertragung vom Kettenrad auf die Kette,
- Längskräfte auf die Kette und die daraus resultierende Dehnung der Kettenglieder,
- ungleichmäßige Teilungstoleranzen, hervorgerufen durch Ungenauigkeiten in der Fertigung sowie

▪ Einlaufstöße der Kette in das Kettenrad (Polygoneffekt, Stoßbeschleunigung usw.).

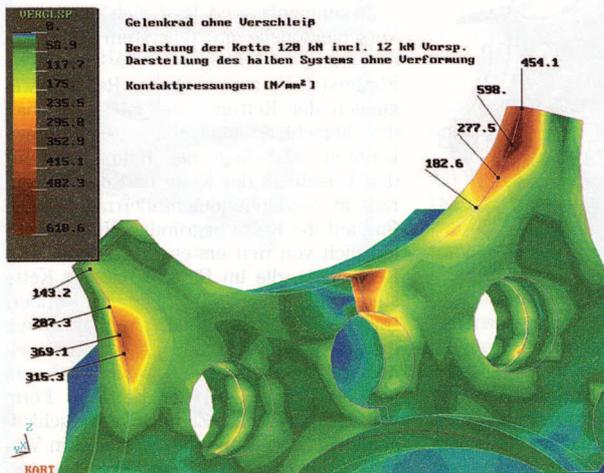
Zusammenfassend lässt sich die größte Verschleißquelle im Teilsystem Kette/Antriebsrad feststellen, weil die eigentliche Förderstrecke an sich kaum Relativbewegungen der Kettenglieder zur Folge hat, die Verschleiß maßgeblich verursachen könnten. Also liegt der Hauptgrund für den Verschleiß der Kette und des Kettenrads in der Drehmomentübertragung vom Rad auf die Kette begründet. Hierbei wird lediglich von den ersten drei Zähnen des Kettenrads, die im Eingriff mit der Kette stehen, die volle Zugkraft der Kette übertragen. Daraus ergibt sich der Umstand, dass der Anteil, welcher von jedem einzelnen Zahn aufgenommen wird, wiederum von dem Verschleiß der Kette in Form von Dehnung und Zahnflankenverschleiß abhängig ist. Mit anderen Worten: Ein Verschleiß von Kette und Kettenrad hat wiederum eine ungünstigere Kraftübertragung der einzelnen im Eingriff stehenden Zähne zur Folge, was wiederum eine höhere Abnutzung ergibt. Dieser Verschleißprozess, einmal in Gang gesetzt, pflanzt sich stetig und immer schneller fort, bis das Kettenrad zusammen mit der Kette unbrauchbar wird. In Bild 2 ist die Druckspannung in  $N/mm^2$ , basierend auf einer Punktberührung, bei einem handelsüblichen starren Kettenrad dargestellt, das eine 2,0-prozentige verschleißbedingte Teilungsvergrößerung aufweist. Unzulässig hohe Druckspannungen treten wie erwartet an zwei bis drei Zähnen des Kettenrads auf; das Rad verschleißt.



Karl Herkenrath, Ingenieurbüro Herkenrath, 66121 Saarbrücken



**3: Beanspruchung aus Punktberührung**  
Zugkraft von 120 kN auf den ersten im Eingriff stehenden Zahn



**4: Belastung ohne Verschleiß**

### Selbstjustierendes Kettenrad senkt Verschleiß

Um dem beschriebenen negativen Verschleißeffekt entgegenzuwirken, ohne gleich das Gesamtsystem Kette/Antriebsrad auszutauschen, werden von verschiedenen Herstellern Ersatzräder mit größerer Teilung eingesetzt, um wenigstens die gedehnte bzw. nur zum Teil verschlissene Kette weiter verwenden zu können. Abgesehen vom erheblichen Zeit- und Kostenaufwand, den ein solcher Aus- und Einbau zur Folge hat, bleibt der negative Verschleißeffekt bestehen.

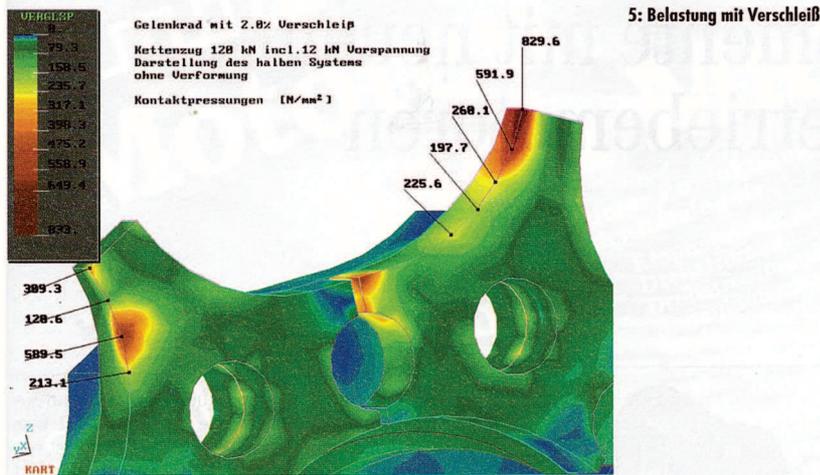
Durch den Einsatz eines „selbsteinstellenden Kettenrads“ (Patentnummer DE 4317461 C2) können der Verschleiß und demzufolge die Betriebskosten einer Anlage erheblich reduziert werden. Dabei spielt die Wahl der Ketten, ob es sich um Laschen- oder Rundgliederketten handelt, keine Rolle. Beide finden in der Förder-technik häufige Verwendung und werden dort für größte Anforderungen ausgelegt.

### Verschleißminimierendes Prinzip

Jeder einzelne Zahn des patentierten selbst-einstellenden Kettenrads ist beweglich angeordnet. Unter der Zahnschneide eines jeden Zahnelements ist ein Bolzen vorgesehen, der dieses Zahnelement drehbar lagert. An beiden Enden dieses Zahnelements sind Vertiefungen vorgesehen, die jeweils in Verbindung mit den benachbarten Zahnelementen eine elastische Rundfeder aufnehmen. Die so angeordneten Zahnelemente mit einer ungera-

den Zahnzahl bilden dadurch einen radial stabilen Zahnkranz mit in sich flexiblen Zahnelementen, die in der Lage sind, kleine „Kippbewegungen“ auszuführen und diese an die benachbarten Zähne weiterzuleiten. Wirkt also eine Kraft auf einen beliebigen Zahn, so entsteht durch die bewegliche Anordnung ein Drehmoment am Zahnelement, das sich über die elastischen Rundfedern auf jeden nachfolgenden Zahn überträgt – bis hin zum ersten belasteten Zahnelement. Dies ist das Prinzip einer „Endloswaage“, in der alle Zahnelemente an der Kraftübertragung beteiligt sind. Im Gegensatz zum herkömmlichen starren, unnachgiebigen Kettenrad, bei dem nur drei Zähne maßgeblich an der Kraftübertragung beteiligt sind, werden durch diese neuartige Kettenradausführung alle Zahnelemente gleichmäßig mit der Last beaufschlagt. Des Weiteren werden Stöße (z. B. Einlaufstöße) durch diese Kettenradausführung dämpfend abgefangen; Ungenauigkeiten wie fertigungsbedingte Toleranzabweichungen werden durch die in sich beweglichen Zahnelemente ausgeglichen. Demzufolge können auch höhere Geschwindigkeiten mit unveränderter Kette gefahren werden.

Die elastische Rundfeder fungiert zwischen den beweglichen Zahnelementen als dämpfendes Kraftübertragungselement. Sie ist so bemessen, dass sich ein Gleichgewicht der Kräfte zwischen dem ersten und zweiten im Ketteneingriff stehenden Zahnelement aufbaut. Über den nächsten Zahn als Übertragungselement pflanzt sich dieses Prinzip über den gesamten Zahnkranz



fort. Als Resultat stellt sich am Kettenrad im Betrieb ein Kräftegleichgewicht ein, so dass ein erheblich geringerer Verschleiß (Bild 3) an Kette und Kettenrad auftritt. In Bild 3 ist folgendes festzuhalten:

1. Belastung *ohne* Verschleiß (Bild 4): Bei einem Kettenrad mit sieben Zähnen, welches einer Zugkraft von 120 kN – resultierend aus dem Drehmoment – und einer Vorspannkraft von 12 kN unterliegt, reduziert sich die Druckspannung durch das selbsteinstellende Kettenrad an der ersten Zahnflanke um einen Faktor von 1,5 bzw. von 937 auf 619 N/mm<sup>2</sup> (siehe Bild 3).

2. Belastung *mit* Verschleiß (Bild 5): Bei einer Teilungsvergrößerung von 2,0 Prozent und gleicher Belastung wie in Punkt 1 reduziert sich die Druckspannung durch das selbsteinstellende Kettenrad an der ersten Zahnflanke um einen Faktor von 1,9 bzw. von 1618 auf 833 N/mm<sup>2</sup> (siehe Bild 3).

3. Einlaufstoß: Der Einlaufstoß wird beim selbsteinstellenden Kettenrad durch den inneren, elastischen Aufbau des Kettenrads fast vollständig aufgehoben – wenn nicht sogar ganz durch die Rundfeder aufgenommen.

4. Toleranzabweichungen: Die fertigungsbedingten Toleranzabweichungen von Ket-

te und Kettenrad werden durch die flexiblen Zahnelemente aufgefangen und ausgeglichen. Dieser Ausgleich am Kettenrad ist besonders wichtig bei Kettenförderern, die mit zwei parallelen Ketten betrieben werden, wie beispielsweise bei Untertageförderern im Bergbau.

### Schlussfolgerung

Für die Betreiber von Förderanlagen ist der Einsatz des Patents „selbsteinstellendes Kettenrad“ von erheblichem Vorteil. So können Rundgliederketten ohne Oberflächenhärtung eingesetzt werden – und das bei gleicher Standzeit. Bei Herstellung von oberflächengehärteten Rundgliederketten ist vom Produzenten ein erheblicher Energieeinsatz erforderlich. Ohne Oberflächenhärtung reduzieren sich die Einkaufskosten um rund 50 Prozent. Des Weiteren ist eine äußerst günstige Instandhaltung des Kettenrads, ohne Ausbau der Kette, möglich. Alles in allem lassen sich mit diesem neuartigen Produkt erhebliche Energie- und Kostenreduzierungen verwirklichen.

### Anmerkung der Redaktion

Weitere Informationen über das patentierte Kettenrad können mit der folgenden Kennzahl von unseren Lesern angefordert werden, indem diese in die Leserdienstkarte am Heftende eingetragen wird.

HERKENRATH

336