

Fest umschlungen

Was Keilriemen, Rippenbänder und Zahnriemen können

Irgendwo wird von einem Motor eine Drehbewegung erzeugt, die man aber eigentlich woanders haben möchte. Zum Beispiel sitzt der Antriebsmotor unten, das anzutreibende Aggregat ein Stück entfernt oberhalb oder vielleicht auch seitlich davon. Wie bringt man nun die Triebkraft an die gewünschte Stelle?

Mehrere Möglichkeiten hat man dazu im Laufe der Zeit ausgetüftelt. Die starre Welle (als Beispiel die Kardanwelle am Auto, die das Getriebe in Wagenmitte mit der Räderachse verbindet) oder die biegsame und deshalb im Bogen verlegbare Welle (z. B. der Antrieb des Tachometers) oder die Zahnradübertragung (z. B. die Winkelübertragung im Differential).

Und dann ist da noch neben der Kette eine in gewisser Weise besonders elegante Lösung des Problems: der **Riementrieb**. Hier das treibende Rad, dort drüben das angetriebene Rad, dazwischen ein relativ straff gespanntes biegsames Band - der Riemen. Man nennt so etwas ein „kraftschlüssiges Umschlingungsgetriebe“.

Kraftschlüssig, weil die Triebkraft des einen Rades über Reibung „schlüssig“, wie der Techniker sagt, auf das andere Rad übertragen wird und „Umschlingungsgetriebe“, weil eben das übertragende Element die beiden Räder umschlingt. Bei Zahnriemengetrieben spricht man wie bei der Kette von einem formschlüssigen Umschlingungsgetriebe.

Der Riementrieb ist eine schon recht alte, ja fast klassische Erfindung. Zur Überbrückung mittlerer und auch größerer Distanzen, über mehrere Meter hin, war sie zeitweise sogar absolut vorherrschend. In den Werkstätten um die Jahrhundertwende und noch in den 20er-Jahren danach gab es oftmals einen ganzen „Riemenwald“. Von einem Zentralmotor wurde da eine lange Hauptwelle an der Decke des Werkstattraums angetrieben von der zu jeder einzelnen Arbeitsmaschine-, Dreh-, Bohr-, Schleifmaschine usw. ein Riemen hinunterführte.

Mit so einem Riementrieb lassen sich Kräfte nicht nur übertragen, sondern auch übersetzen. Macht man die treibende Riemenscheibe groß und die getriebene kleiner, so ergibt sich eine Übersetzung ins Schnelle, im umgekehrten Fall eine ins Langsame.

Ursprünglich kannte man für diese Art der Kraftübertragung nur „**Flachriemen**“, in der Form etwa wie ein breiter Hosengürtel. Sie alle bestanden ursprünglich aus **Leder** und waren somit nicht gerade billig zumal sie durch Abrieb und Ausfransen recht schnell verschlissen. Flachriemen konnten auf dem Antrieb mittels Riemenschloss endlos gemacht werden und laufen auf balligen Scheiben um das seitliche Ablaufen zu verhindern. An Dampfmaschinen konnte die vorhandene, schwere Schwungscheibe als Antriebsscheibe genutzt werden.

Ebenfalls aus Leder wurden die ersten **Keilriemen** hergestellt, die in **Keilrillenscheiben** eingesetzt werden. Er heißt so, weil er nicht flach wie ein Gürtel ist, sondern einen **keilförmigen Querschnitt** hat. (Genauer müsste man allerdings sagen: einen trapezförmigen Querschnitt). Die beiden Flanken bilden also einen Winkel zu-

einander, so dass die Unterseite des Riemens etwas schmaler ist als die Oberseite. So ein Keilriemen läuft natürlich nicht wie der Flachriemen über ein glattflächiges Rad, sondern über eines mit einer entsprechend keilförmigen Nut. Er läuft nicht „auf“ sondern „in“ dem Rad, wird somit im Gegensatz zum Flachriemen **sicher geführt** und toleriert daher auch leichte Abweichungen von der Achsparallelität ohne Funktionsverlust durch seitliches Ablaufen.

Und nun kommt der Witz an der Sache: Der Keilriemen findet seine kraftschlüssige Anpressung nur an den beiden Flanken, nicht an der Unterseite. Die Unterseite muss sogar unbedingt etwas Luft gegen den Scheibengrund behalten, damit sich die Spannkraft des Riemetriebes voll auf die Anpressung der Keilform an die Scheiben-Seitenwände auswirken kann. Würde der Keilriemen bis auf den Grund der Scheibe vordringen, ließe seine Fähigkeit, Zugkräfte zu übertragen, schlagartig nach.

Ein, bezogen auf die Geometrie, gleich großer Keilriemenantrieb ermöglicht im Gegensatz zu einem Flachriemenantrieb bei gleicher Achslast die Übertragung größerer Umfangskräfte. Sind die Umfangskräfte gleich, können hingegen die Lager und Wellen kleiner und somit kostengünstiger dimensioniert werden. Mit zunehmender Riemengeschwindigkeit und somit steigender Fliehkraft macht sich wiederum das geringere Gewicht von Flachriemen positiv durch weniger stark steigende Vorspannkraften bemerkbar. Dies gilt analog auch für Rippenband- und Zahnriemenantriebe.

Und noch etwas Entscheidendes. Als ideales Material für Keilriemen fand man eine Kombination von Gummi und Fasermaterial.

Der Gummi sorgt durch seine **Schmiegsamkeit** für eine satte Anlage der Flanken an den Scheiben-Seitenwänden und außerdem für eine gewisse **elastische Anpassung** an kleine Änderungen des Achsenabstandes.

Das Fasermaterial besteht wiederum aus zwei Anteilen: einem sehr festen dehnungsarmen Zugstrang, z. B. aus Polyester-Cord, der den Hauptanteil der Zugkräfte übernimmt, und einem relativ nachgiebigen Gewebe, das den Riemen schützt und zusammenhält.

Keilriemenantriebe sind **weltweit genormt** und verfügbar. Die klassische Keilriemen und die etwas höheren, leistungsfähigeren Schmalkeilriemen laufen je nach Profil in **einheitlichen Keilrillenscheiben**. Bis heute dominieren Keilriemen zusammen mit leistungsgesteigerten, teils über die theoretische Lebensdauer wartungsfreien Ausführungen, weltweit den Bereich der riemengetriebenen Leistungsantriebe.

Mit Fug und Recht darf man sagen: ohne den Keilriemen und das ebenfalls kraftschlüssige Rippenband mit längs unter der Cordebene verlaufenden, **keilförmigen Rippen auf Gummibasis**, heute natürlich weitgehend unter Verwendung von **Synthese kautschuk**, käme man in der Alltagstechnik überhaupt nicht mehr aus.

Im Automotor z. B. war bis vor wenigen Jahren der Keilriemen vertreten, der in dieser Anwendung nun durch das relativ flache, biegsamere Rippenband abgelöst wird.

Das Rippenband **überträgt** in modernen Motoren **die Kraft** der Kurbelwelle z. B. auf die Lichtmaschine, den Klimakompressor, die Wasserpumpe, die Lenkhilfpumpe und die Benzinpumpe inklusive Umlenkrollen und federbelasteter Spannrolle Platz

sparend in einer Ebene. Dies gelingt trotz schwieriger Temperaturverhältnisse und mancherlei Verölungs- und Verschmutzungsgefahr. Dabei kann man bei den modernen Keilriemen und Rippenbändern z. B. in Lkws mit **Laufzeiten** bis zu **1.000.000 km** rechnen. Ein schöner Fortschritt, denn noch vor wenigen Jahren galten 100.000 km als Norm.

Die Laufzeiterhöhung bei den noch vielfach vorhandenen Keilriemen ist vor allem auf die Verwendung der flankenoffenen, formgezahnten Keilriemen zurückzuführen, die besonders bei kleinen Scheibendurchmessern im Vergleich zu Keilriemen mit Vollprofil mehr Leistung übertragen können.

Im Motorenbau hat sich für die Steuerung der Ventile neben der Ketten der Antrieb mit Zahnriemen etabliert, dessen über die Jahre stark gestiegene Leistungsfähigkeit der Kette auch in allen anderen Anwendungen Konkurrenz macht, in denen synchrone Drehzahlübertragung gefordert ist. Weitere vielfältige **Anwendungsbereiche** finden sich für **endliche Zahnriemen** in der **Lineartechnik** oder in der **Fördertechnik**, in denen endlos verschweißte Polyurethan-Zahnriemen eingesetzt werden. Förderzahnriemen werden je nach Bedarf mechanisch bearbeitet, mit Mitnehmern versehen oder beschichtet.

Ein weiteres Einsatzgebiet des **Rippenbandes** ist das **Haushaltgerät**, vornehmlich die **Waschmaschine** und der **Wäschetrockner**. Verlangt werden hier Übersetzungsverhältnisse bis 10:1, dennoch aber völlige Wartungsfreiheit des Antriebs, also keine Notwendigkeit des Nachspannens und Betriebszeiten bis 5.000 Stunden.

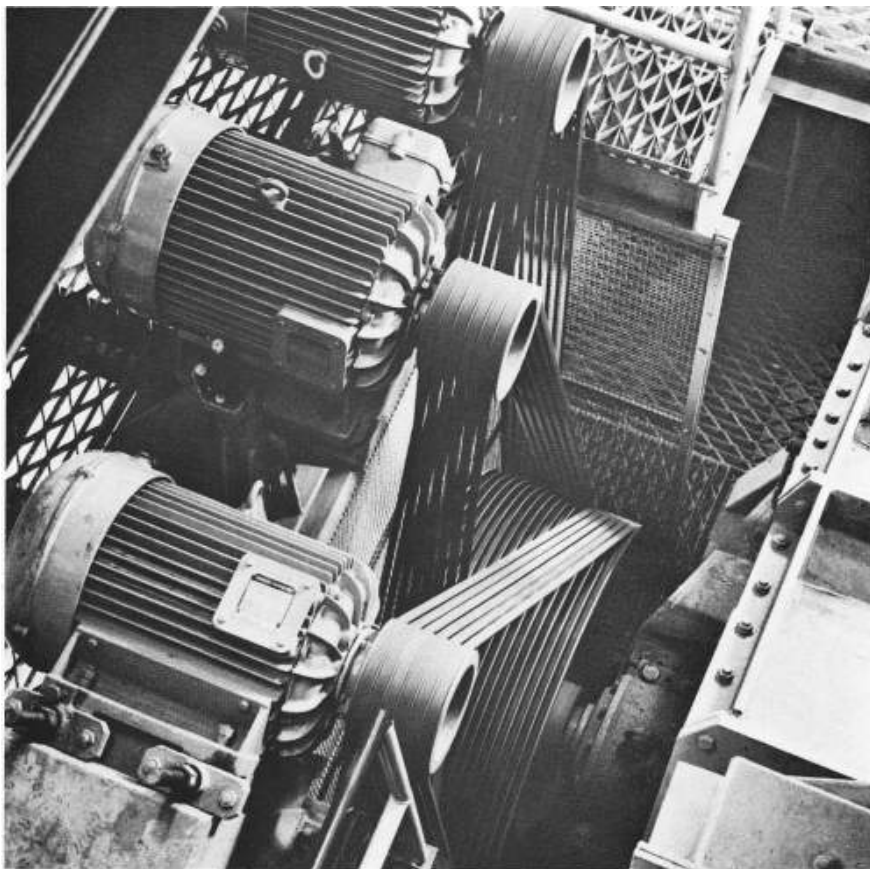
Was da der Riemengummi leisten muss mögen zwei Zahlenwerte verdeutlichen. Die Scheibendrehzahlen liegen hier bei 11.000 bis 15.000 pro Minute und die Scheibendurchmesser bei nur 15 - 45 mm. Zusammen mit dem großen Übersetzungsverhältnis ergeben sich entsprechend kleine Umschlingungsbögen und -winkel des Riemens. Im Gegensatz zu Rippenbändern mit Polyester cord ermöglichen heute Polyamid corde das Auflegen des Riemens ohne zusätzlichen Mechanismus zum Auflegen und Spannen. Durch den im Vergleich zu Polyester cord elastischeren Polyamid cord können die sog. elastischen Rippenbänder aber auch weniger Leistung übertragen.

Der **Keilriemen** hat sich in ganz anderen Bereichen **unentbehrlich** gemacht, vor allem im **Landmaschinenbau**. Mähdrescher, Maishäcksler, Zuckerrohr- und Zuckerrübenerntemaschine, Kreiselmäher, Dungstreuer und Heuwender. Sie alle wären ohne den Keilriemen nicht denkbar. Hier geht es freilich oft recht rau zu: Schmutz, Staub, Hitze, Regen, auch harte mechanische Stöße, das sind dort ganz „normale“ Betriebsbedingungen. Und dabei laufen in landwirtschaftlichen Maschinen die Riemen nicht selten über mehrere Scheiben zugleich, die eine oder andere Scheibe gar noch in einer anderen Drehebene liegend, so dass sich der Riemen auf einem ständigen „Kreuzzug“ befindet. Dennoch erwartet man von so einem Keilriemen eine Lebensdauer von mindestens 300, oft aber auch von 2.000 Betriebsstunden.

Und schließlich auch im allgemeinen **Maschinenbau**. Ob Drehbänke, Kompressoren, Steinbrecher oder Hochleistungspumpen, ob Kleinstmaschinen von 1/4 kW oder Großanlagen mit 2.000 kW - immer wieder bedient man sich zur **Übertragung** der **Drehkräfte** des **Gummikeilriemens**. Manchmal sind hier Spezialqualitäten nötig, z. B. solche mit hoher elektrischer Leitfähigkeit (zur Ableitung statischer Aufladungen infolge Reibung) oder mit extremer Unempfindlichkeit gegen Öl oder mit Sta-

bilität selbst gegen große Hitze.

Natürlich hat sich im Laufe der Zeit eine Fülle von Keilriementypen entwickelt. Unterschiedlich in der Form, also in Höhe, Breite und Flankenwinkel, verschieden auch in den verwendeten Materialien, wobei aber immer der **Synthesekautschuk** seine entscheidende Rolle spielt. Insbesondere bei großen Achsabständen greift man zu **mehrrippigen Keilriemen** mit einer gemeinsamen Decklage, auch Kraftbänder genannt, die um entsprechend vielrillige Keilrillenscheiben laufen, um Schwingungen der Trums zu verringern und damit das Abspringen von der Scheibe zu verhindern.



Werkfoto: Arntz Optibelt KG

Dreifach-Synchronantrieb eines Brechers im Bergbau.
Die Leistungsübertragung ($P = 120 \text{ kW}$) erfolgt durch 3 Sätze Keilriemen zu je 6 Stück.