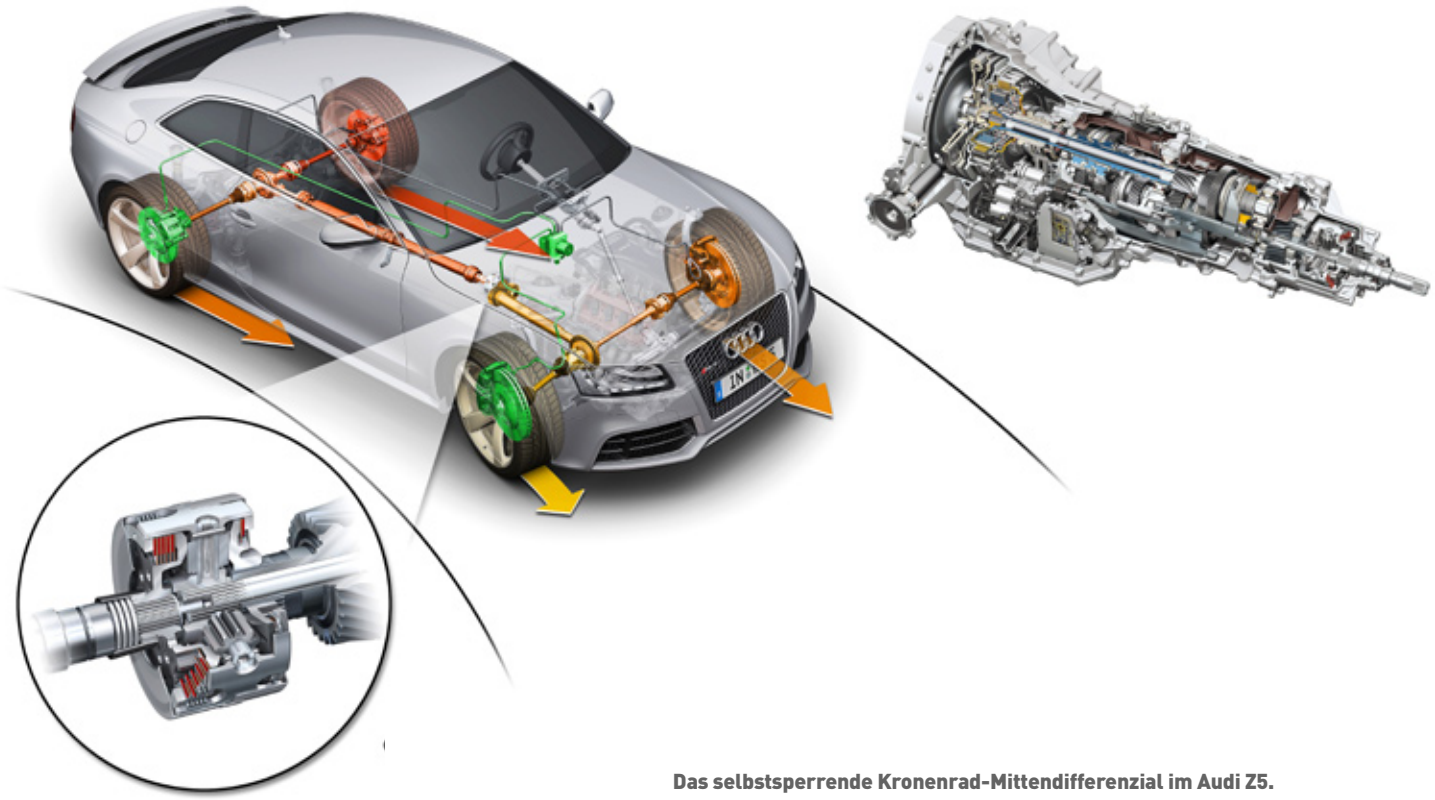

Das selbstsperrende Kronenrad-Mittendifferenzial im Audi Z5.

Das Kronenradgetriebe: problemlose Montage durch axiale Freiheit des Ritzels

Von da Vinci zum Audi quattro

Schon Leonardo da Vinci erkannte die wesentlichen Vorteile des Kronenradgetriebes: Das zylindrische Antriebsritzel ist in axialer Richtung frei auf dem Kronenrad positionierbar, der Wirkungsgrad entspricht schräg verzahnten Stirnradgetrieben und das Getriebe ist nicht selbsthemmend. Nachdem der Durchbruch des Konzepts lange Zeit an der Gestaltung der Verzahnung des Kronenrads scheiterte, werden die Vorteile des Kronenradgetriebes nun in vielen Anwendungsgebieten, von der Werkzeugmaschinenindustrie, der Medizintechnik bis zum Mittendifferenzial des Audi quattro, eingesetzt. An vorderster Front dieser Entwicklung: die ASSAG in Düdingen.

Damit das zylinderförmige Antriebsritzel mit seiner klassischen Evolventenverzahnung auf dem Kronenrad eine reine Abwälzbewegung ausführen kann, verändert sich der Eingriffwinkel des Kronenrads kontinuierlich in Abhängigkeit des Durchmessers. Das heisst: Die Zahnform ist eigentlich eine Freiformfläche. Erst durch detaillierte mathematische Beschreibungen und durch entsprechende Software gelang es, die komplexen Eingriffsverhältnisse zu berechnen, Tragfähigkeitsberechnungen anzustellen sowie Maschinenparameter für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge zu berechnen, zu optimieren, zu steuern und zu messen.

Autor
Martin Gysi, Cheferdaktor Technica

Die Grundlagen für diese Getriebetechnologie wurden an der Universität Eindhofen erarbeitet. Als Spin-off entstand daraus die Crown Gear BV, die das Kronenradgetriebe: Cylkro-Getriebe (Cylinder – Kronenrad) 1990 auf den Markt brachte. 2003 wurde die Firma von der ASSAG in Düdingen übernommen. Die Düdinger Getriebebauer entwickelten das bestechende Untersetzungsgetriebe-Konzept weiter und halten heute nicht weniger als 85 Patente für diese Technologie.

Quattro-Technologie mit Kronenrad-Differenzial

Die bestehenden Vorteile der Cylkro-Getriebe lassen sich auch an der Breite ihrer Einsatzfelder ablesen. Sie reichen von der Medizinaltechnik über die Automation, die Textil- und Werkzeugmaschinenindustrie oder den Liftbau bis zur Luftfahrt und Ver-

kehrstechnik. Bei der Automobilindustrie konnte die ASSAG mit dem Cylkro-Evolvere-Getriebe in jüngster Zeit auch die spektakulärsten Erfolge verbuchen. Nachdem im Porsche Carrera GT die Cylkro-Kronenräder erfolgreich eingesetzt wurden, baut Audi diese in hohen Stückzahlen in ihren quattro-Modellen ein, z.B. im RS 5. Die ASSAG lieferte dabei die geometrische Auslegung der Verzahnung, Prototypen und Vorserien. Die Fertigung des innovativen Mittendifferenzials erfolgt durch Audi.

Der hochdrehende 4,2-Liter-V8 des RS 5 sorgt mit seinen 331 kW (450 PS) für mächtige Performance – bei aussergewöhnlicher Effizienz im Umgang mit dem Kraftstoff. Die Siebengang S tronic und das neu entwickelte Mittendifferenzial im Quattro-Antriebsstrang leiten die Kräfte mit dem permanenten Allradantrieb auf alle vier Räder. Beim Mittendifferenzial, das die Kräfte zwischen Vorder- und Hinterachse verteilt, kommt nun die Kronenrad-Technologie zum Einsatz. Das selbstsperrende Kronenrad-Mittendifferenzial baut kompakt und erzielt einen hohen Wirkungsgrad bei einem Gewichtsvorteil von 2 kg gegenüber dem Vorgängerdifferenzial. Dank seiner Lamellenpakete kann es die Verteilung der Momente zwischen Vorder- und Hinterachse breit variieren; bei Bedarf strömen bis zu 70 Prozent nach vorn resp. maximal 85 Prozent nach hinten. Die Standardauslegung ist mit 40:60 weiterhin sportlich heckbetont.

Das neue Differenzial arbeitet mit einer elektronischen radselektiven Momentensteuerung zusammen, die auf alle vier Räder zugreift. Wenn bei dynamischer Gangart eines der kurveninneren Räder zu stark entlastet wird, bremst es das System leicht ab, noch bevor Schlupf auftritt – das sorgt einerseits für satte Traktion und erzeugt andererseits ein Giermoment, das die Kurvenfahrt unterstützt.

Axiale Verstellfreiheit des Ritzels

Was macht das Cylkro-Evolvere-Winkelgetriebe so erfolgreich? Es sind gleich mehrere interessante Eigenschaften. Im Gegensatz zum Kegelradgetriebe, das in axialer wie in radialer Richtung präzis eingestellt werden muss, lässt sich das Ritzel beim Cylkro-Getriebe in axialer Richtung frei positionieren. Das erleichtert nicht nur die Montage, sondern macht das Getriebe auch unempfindlicher gegen Wärmedehnung. Zudem ist das Ritzel frei von Axialkräften, was diese Lagerung einfacher, kostengünstiger und platzsparender macht. Ausserdem wird das Zusammenwirken resp. die Montage mehrerer Ritzel mit einem Cylkro-Rad

ASSAG-Direktor Stefan Schoen mit dem Schnittmodell eines Cylkro-Getriebes.

Das grösste und das kleinste je bei ASSAG gebaute Cylkro-Getriebe.

bzw. eines Ritzels mit zwei Cylkro-Rädern durch die axiale Verstellfreiheit des Ritzels wesentlich erleichtert.

Theoretisch kann das Cylkro-Getriebe in allen Übersetzungsbereichen eingesetzt werden. Im Gegensatz zum Kegelradgetriebe gibt es kaum Übersetzungseinschränkungen nach oben. Obwohl bei Übersetzungen i>12 aus Gründen des Getriebevolumens meist eine mehrstufige Variante gewählt wird, ist eine grosse Übersetzung in einer Stufe in gewissen Anwendungen von Vorteil, beispielsweise bei Drehtischen mit hohen Präzisionsanforderungen.

Hohe Gestaltungsfreiheit für den Anwender

Die Cylkro-Getriebe sind einsetzbar von 0,01 bis 10 000 kW Antriebsleistung mit Kronendurchmesser von 5 bis 2500 mm. Sowohl die axiale Verstellfreiheit des Ritzels wie auch der fast unbeschränkte Übersetzungsbereich zeigen die Vielfalt der Gestaltungsmöglichkeiten, welche die ASSAG mit den Cylkro-Getrieben anbieten kann. Die Cylkro-Winkelgetriebe werden zudem sowohl gerade wie auch schräg verzahnt und auch mit Achsversatz (hypoid) angeboten und der Achswinkel ist zwischen 0 und 135 Grad wählbar. Hinzu kommen die weiteren Vorteile, welche dieses interessante Getriebe gegenüber den Kegelrad- und Schneckengetrieben bieten kann: hoher Wirkungsgrad, kleiner Platzbedarf und Geräuscharmut, um nur die Wichtigsten zu nennen. *(mg)*

Infos

ASSAG
3186 Düdingen
026 492 99 11
www.assag.ch
info@assag.ch

ASSAG-Events mit Hochschulen

Die ASSAG führt dieses Jahr mit mehreren Hochschulen gemeinsame Veranstaltungen durch, um die neusten Entwicklungen und Produkte im Bereich von Präzisionsgetrieben (insbesondere Kronenradtechnik und Harmonic Drive-Getriebe) vorzustellen.

- An der NTB Interstaatlichen Hochschule Buchs SG, Institut für Mechatronische Systeme, am Donnerstagnachmittag, 2. September 2010, mit Schwerpunkt Robotik.
- An der ETH Zürich, Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, am Donnerstagnachmittag, 23. September 2010, mit Schwerpunkt Fahrzeugantriebe.