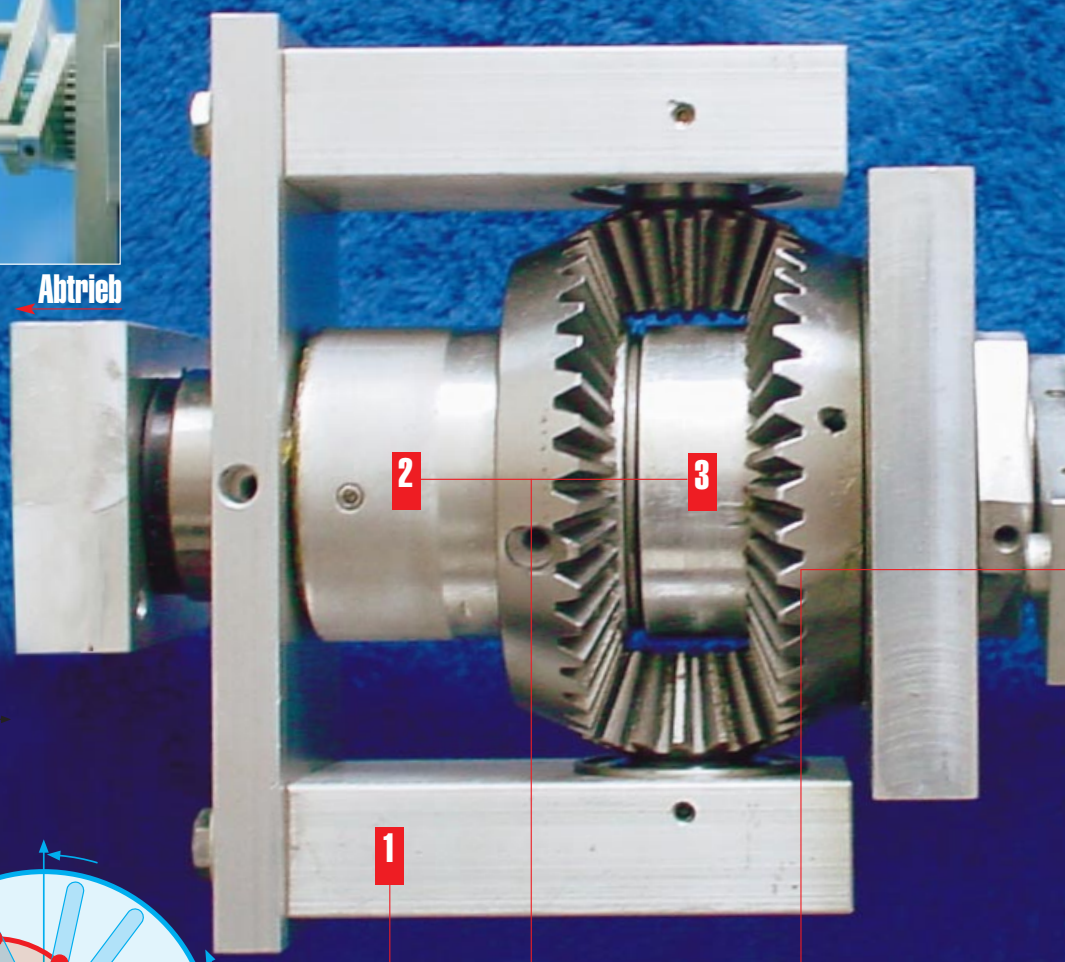
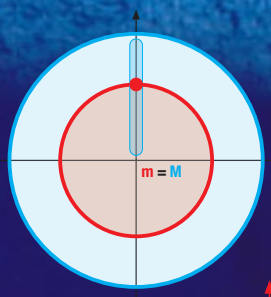
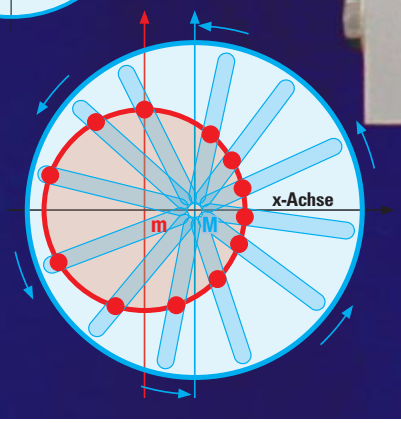
Je nach Stellung der Auslenkscheibe drehen die vier Stäbe (hier farblich gekennzeichnet) in unterschiedlicher Geschwindigkeit um die zentrale Achse







Oben: In dieser Position haben Auslenkscheibe M (Antriebsseite) und der Hebel m (Abtriebsseite) die gleiche Mittelachse. Rechts: Auslenkscheibe in x-Richtung verschoben. Der rote Punkt läuft nicht mehr mit konstanter Geschwindigkeit

Summationstrommel

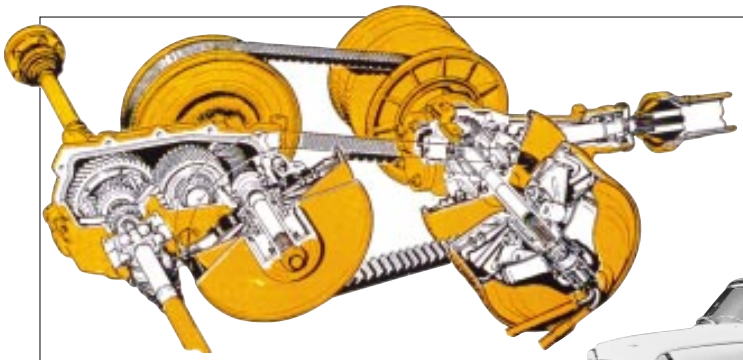
1 Die einzelnen Drehzahlen werden auf die Summationstrommel abgegeben. Das Differenzial gleicht dann die Unterschiede aus

Freiläufe

2 3 Sie funktionieren wie bei einem Fahrrad, nehmen hier die jeweilige Phasendrehzahl auf und schicken sie zur Summationstrommel

Hebel und Stab

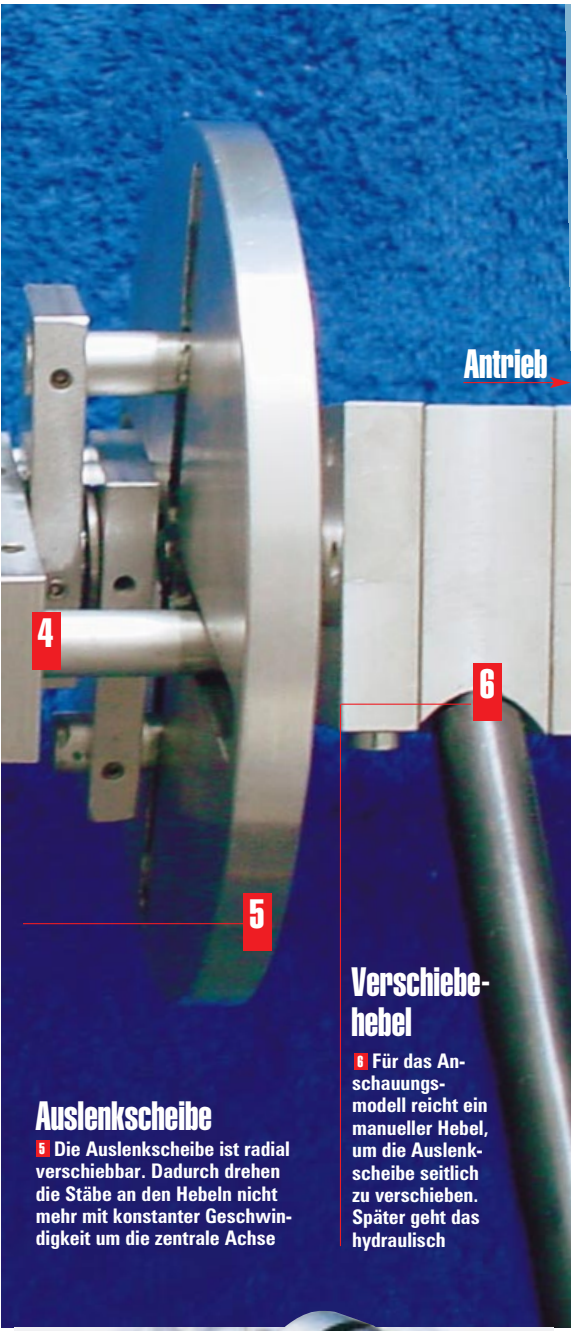
4 Alle Hebel sind gleich lang, haben eine eigene Achse. Die Achsen stecken teleskopartig ineinander. Dazu gehört jeweils ein Freilauf



Schon vor über 40 Jahren konnte man im DAF stufenlos schalten. Doch die Gummiriemen verkrafteten nur wenig Leistung

CVT-Getriebe: stufenlos schalten

■ Das moderne CVT-Getriebe (Continuous Variable Transmission) funktioniert im Prinzip wie die DAF-Variomatic von 1959 – nur viel, viel besser. Die Kraft überträgt ein Schubgliederband oder, wie bei der Audi-Multitronic, eine stählerne Laschenkette, die wesentlich stabiler ist als der frühere DAF-Gummiriemen und so dem höheren Drehmoment (bei Audi bis zu 350 Nm) standhält. Die Laschenkette läuft zwischen zwei Kegelradpaaren, die durch das Auseinander- oder Zusammenschieben der beiden abgeschrägten Hälften ihren Ablaufradius stufenlos verändern. Dadurch sind unendlich viele Übersetzungen möglich, ohne dass spürbare Schaltvorgänge stattfinden. Für den, der selbst bei der Multitronic nicht aufs manuelle Schalten verzichten kann, hat Audi sechs festgelegte Übersetzungen programmiert. Sie lassen sich per Tippkontakt am Hebel oder am Lenkrad schalten. Die Multitronic hat keinen Drehmomentwandler wie ein herkömmliches Automatikgetriebe. Stattdessen sorgt eine elektronisch gesteuerte Lamellenkupplung für den nötigen Kraftfluss.



Auslenkscheibe
5 Die Auslenkscheibe ist radial verschiebbar. Dadurch drehen die Stäbe an den Hebeln nicht mehr mit konstanter Geschwindigkeit um die zentrale Achse

Verschiebehebel
6 Für das Anschauungsmodell reicht ein manueller Hebel, um die Auslenkscheibe seitlich zu verschieben. Später geht das hydraulisch

Überträgt bis zu 350 Nm Drehmoment: Audis Multitronic

Fotos: Werk; Grafiken: M. Heins (2), Werk

He-log: Heißt so die Automatik der Zukunft?

Ganz schön durchtrieben

Schwäbische Tüftler könnten schon bald das Getriebe revolutionieren

Die ersten Getriebegedanken kamen Werner Heck mit 16 – auf dem Traktor seines Vaters. „Warum muss ich schalten?“, fragte sich Jungbauer Heck. „Wenn ich stufenlos Gas geben kann, warum nicht auch die Gänge stufenlos regeln?“

Heute ist Heck 34 und Inhaber der Firma He-log, Büro für innovative Technologien mit Sitz in Beilstein. Zwischenzeitlich lernte er Elektroinstallateur und Versicherungskaufmann. Nicht gerade die optimalen Voraussetzungen, um ein revolutionäres Getriebe zu entwerfen. Heck: „Ein Maschinenbaustudium kam mir einfach nicht in den Sinn.“

Dennoch: Das Problem, mit dem Heck jahrelang schwanger lief, scheint nun gelöst, zumindest vom Prinzip her. In dem Stuttgarter Ingenieurbüro Oacis, das zusammen mit Heck das Getriebe entwickelt hat, steht das erste funktionstüchtige Teil: ein langsam rotierendes Anschauungsmodell. Und selbst dies ist nur nach intensivem Studium und vielen Fragen zu begreifen, weil anscheinend mehr Hebel ineinander greifen als bei einer alten Dampflok. Unglaublich, dass sich jemand so was ausdenken kann.

Das He-Log-Getriebe, so sein vorläufiger Name, kommt ohne Schubgliederbänder wie beim CVT-Getriebe aus und ohne hydraulischen Drehmomentwandler oder Bremsbänder wie beim Automatikgetriebe. Es hat den gleich guten Wirkungsgrad wie ein herkömmliches Schaltgetriebe, ist aber etwas leichter und kompakter und arbeitet sogar ohne Zugkraftunterbrechung (was momentan nur das VW-Direktschaltgetriebe mit der Doppelkupplung kann). Weiterer Vorteil: Das He-log unterliegt praktisch keiner Drehmomentbegrenzung (CVT nur bis zirka 350 Newtonmeter einsetzbar). Auch eine Kupplung wird nicht mehr benötigt.

Werner Heck geht noch weiter: Sein Getriebe lässt sich in einer denkbaren Ausbauphase ohne Schaltvorgang stufenlos von rückwärts über null nach vorwärts regeln. So kann beispielsweise ein Auto am Berg halten, ohne dass die Bremse getreten werden muss. Das Getriebe verhindert ein Zurückrollen, wenn die Abgangsdrehzahl auf null geregelt wird.

Zurzeit ist He-log mit der Autoindustrie und den großen Getriebeherstellern intensiv in Verhandlung. „Die sind durchweg begeistert“, freut sich Heck. Wohl wissend, dass schon in 2007 Euro 5 in Kraft treten wird und diese Abgashürde mit herkömmlichen Automatikgetrieben vermutlich nicht zu schaffen ist. Das He-log-Getriebe könnte in zwei bis drei Jahren serienreif sein. Wir sind gespannt. MS

Das He-log-Team: Ingenieur Matthias Kluge, Werner Heck, Ingenieur Jürgen Baur und Kaufmann Axel Kraft (v. l.)

Und so funktioniert das Heck'sche Wunderding

Die vom Motor kommende Drehzahl wird über eine ausgeklügelte Verstellmechanik (die eigentliche Erfindung) in mehrere Phasen aufgeteilt. Hierzu greift ein zylindrischer Stab oder Bolzen, der in einem bestimmten Abstand parallel um eine Welle rotiert, in die längliche Ausfräsung einer Auslenkscheibe. In der Stellung „null“ haben Scheibe, Bolzen und die Welle, auf der der Hebel sitzt, die gleiche Geschwindigkeit. Wird jedoch die Auslenkscheibe seitlich verschoben, dreht diese zwar in gleichem Tempo weiter, der Bolzen aber beginnt mal langsamer, mal schneller zu drehen. Hört sich kompliziert an und ist es auch.
Heck montierte in seinem Modell gleich vier Bolzen in vier Nuten, kann also vier phasenversetzte Drehzahlen zeitgleich abrufen. Freiläufe, ähnlich wie bei einem Fahrrad, nehmen die jeweilige Phasendrehzahl auf und geben diese an eine so genannte Summationstrommel ab. Diese glättet über ein Differenzial die Phasenverschiebung, sodass abgangsseitig eine lineare Drehzahl anliegt. Wie hoch diese Enddrehzahl ist, hängt von der Verschiebung der Auslenkscheibe ab. Heck gibt also quasi mit dem Getriebe Gas, der Motor könnte in diesem Fall mit einer konstanten Drehzahl laufen.