

# Planetengetriebe

# Getriebe

Bildquellen: Toyota, Auto&Technik, ale

Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Andreas Lerch

Sponsoren: **Derendinger** **TECHNOMAG**

Planetengetriebe wurden schon im Mittelalter zum Beispiel von Leonardo da Vinci eingesetzt. In heutigen Autos sind sie vor allem in den konventionellen Wandlerautomaten und auch in Verteilergetrieben verbaut. In letzteren übernehmen sie die Aufgabe der statischen Drehmomentverteilung und des Längsdifferenzials.

## Aufbau und Funktion

In Stirnradbauweise werden das zentrale Zahnrad (gelb in den Bildern) Sonnenrad, die darum kreisenden blauen Räder Planetenräder und das braune, innenverzahnte Rad Hohlrad genannt. Die Planetenräder sind über den Planetenträger miteinander verbunden.

Die ursprüngliche Ansteuerung von Planetengetrieben erfolgte so, dass ein Teil angetrieben, ein zweiter festgehalten und das Drehmoment über den dritten weitergeleitet wurde. Die Aufgabe des festgehaltenen Teils lag darin, das zu übertragende Drehmoment abzustützen.

In modernen Wandlerautomaten, aber auch in Hybridgetrieben wird der dritte Teil nicht mehr unbedingt festgehalten, sondern mit einer speziellen Drehzahl angetrieben. Damit kann das Übersetzungsverhältnis angepasst und verändert werden.

Das Übersetzungsverhältnis ist von den Zähnezahlen von Sonnenrad und Hohlrad abhängig. Die Planetenräder sind Zwischenräder und beeinflussen das Übersetzungsverhältnis nicht.

## Nomogramm

Die Zusammenhänge der Drehzahlen der Hauptteile eines Planetengetriebes können mit einem Nomogramm dargestellt werden. Auf der waagrechten Abszisse sind drei senkrechte Balken gezeichnet. Der mittlere blaue Balken steht für die Drehzahl des Planetenträgers, der linke gelbe Balken für die Drehzahl des Sonnen- und der rechte braune Balken für die Drehzahl des Hohlrades. Auf der Ordinate (senkrechte Achse) wird die Drehzahl eingetragen. Entsprechen die Abstände den Zähnezahlen oder dem Übersetzungsverhältnis, kann das Diagramm auch quantitativ ausgelesen werden.

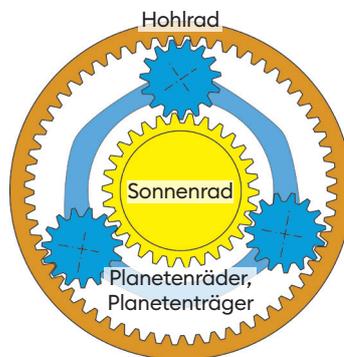
Wird das Planetengetriebe konventionell betrieben und immer ein Teil festgehalten, so sind grundsätzlich 6 Gänge möglich. Wird der Planetenträger festgehalten, ergeben sich zwei Rückwärtsgänge, und wird über den Planetenträger das Drehmoment weitergeleitet, stellen sich zwei Gänge ins Langsame ein. Als 7. Gang können zwei Teile miteinander verbunden werden. Dann wird nicht mehr ein Teil festgehalten, sondern zwei angetrieben oder das Drehmoment über zwei Teile weitergeleitet.

## Hybridgetriebe

Werden alle Getriebepfade mit einem Motor verbunden, so können alle mit entsprechender Drehzahl angetrieben werden und der einfache Planetenradsatz mutiert zu einem stufenlosen Getriebe (E-CVT).

Toyota hat Mitte der 1990er Jahre das Hybridmodell Prius (vgl. Kapitel 12: Hybridpionier Prius) so entwickelt, dass in einem Getriebegehäuse, welches für einen Quermotor eine normale Größe aufweist, zwei E-Maschinen, der Planetenradsatz und der Achsantrieb Platz fanden.

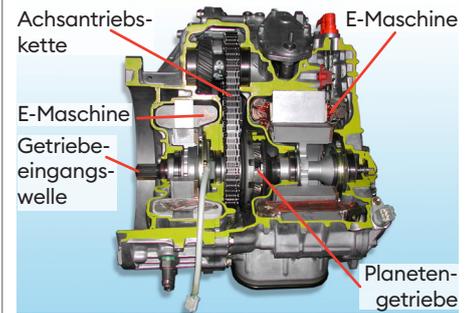
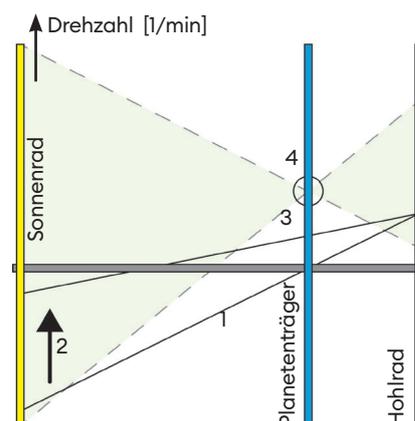
Der Verbrennungsmotor wurde dabei mit dem Planetenträger, die eine E-Maschine (EM1) mit dem Sonnenrad und die andere E-Maschine (EM2) mit dem Hohlrad verbunden. Das Hohlrad war ebenfalls mit dem Achsantrieb und dem Differential verbunden.



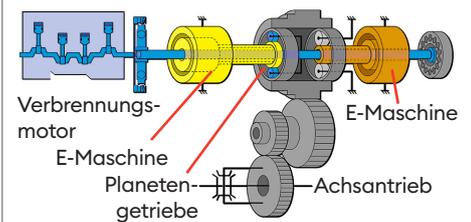
## Im Betrieb

Wenn diese Hybridschaltung kupplungslos gebaut wird, muss das Anfahren elektrisch über EM2 passieren. EM2 treibt direkt den Achsantrieb an, und wenn EM1 frei mitläuft, kann der Verbrennungsmotor stehenbleiben (Linie 1 im Nomogramm). Wird vom Fahrer eine größere Fahrzeugbeschleunigung verlangt, als EM2 ermöglichen kann, oder ist der SOC zu niedrig, wird die rückwärtslaufende EM1 elektrisch abgebremst (Pfeil 2 beim gelben Balken). Wird dadurch das Fahrzeug nicht langsamer, bleibt der Punkt auf dem rechten, braunen Balken an der gleichen Stelle. Deshalb

### Nomogramm



Das kompakte E-CVT-Getriebe kommt mit einem einfachen Planetengetriebe aus.



Die Schaltung des Planetengetriebes

wird die Linie auf dem blauen Balken nach oben geschoben. Dieser symbolisiert den Planetenträger, welcher mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt ist. Das bedeutet, der Verbrennungsmotor wird hochgeschleppt und damit gestartet (3). Der Verbrennungsmotor wird möglichst rasch in einen effizienten Betriebspunkt gefahren (4). Wird dazu die Fahrgeschwindigkeit nur wenig erhöht, wird EM1 mit einer hohen positiven Drehzahl angetrieben, wird sie dagegen stark erhöht, bleibt EM1 stehen oder dreht sogar rückwärts. Sicher ist, dass der Verbrennungsmotor über weite Strecken in der Nähe seiner optimalen Drehzahl und Last betrieben werden kann. Gibt er zu viel Drehmoment ab, werden die E-Maschinen zu Generatoren, gibt er jedoch zu wenig Drehmoment ab, wird vor allem EM2 zu einem Elektromotor und boostet. Bei dieser einen verbrennungsmotorischen Drehzahl kann das gesamte grüne Feld durchfahren werden.

Ein Wirkungsgradnachteil liegt darin, dass das Sonnenrad immer mit elektrischer Energie auf der richtigen Drehzahl gehalten werden muss.

