

Bildquellen: GM, Mercedes-Benz, ale

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

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

Nachdem das One-Mode-System von Toyota (siehe: Getriebe - Planetengetriebe) sehr erfolgreich in den Markt gestartet ist und sich auch gehalten hat, entstand um 2005 eine Allianz aus Mercedes-Benz, GM und BMW. Nach dem Motto «das Bessere ist des Guten Feind» entwickelten sie ein Hybridgetriebe, welches die Nachteile des One-Mode-Systems verhindern sollte. Grundsätzlich wird beim Leistungssplit ein Teil der verbrennungsmotorischen Leistung mechanisch übertragen und der zweite Teil elektrisch. Dabei weist der mechanische Pfad, welcher über ein oder zwei Zahnradpaarungen fließt, einen besseren Wirkungsgrad auf. Im elektrischen Pfad muss die mechanische Energie zunächst in elektrische Energie umgewandelt, dann eventuell sogar zwischengespeichert werden, bevor sie ein E-Motor wieder zurück in mechanische Arbeit verwandeln kann. Aus diesem Grund ist beim One-Mode-System die Abstimmung von Verbrennungsmotor, Getriebe und den beiden E-Maschinen enorm wichtig.

Two-Mode-System

Das Two-Mode-System weist im Aufbau ebenfalls zwei E-Maschinen auf, daneben verfügt es in der Regel über drei einfache Planetensätze. In der Version der Getriebeallianz waren die beiden vorderen Planetensätze gleich ($i_{\text{Stand}} = -1.97$) und der dritte etwas grösser ($i_{\text{Stand}} = -2.765$). Die Standübersetzung stellt das Verhältnis zwischen den Zähnezahlen von Hohlrad und Sonnenrad dar. Da dabei der Planetenträger stillsteht, sorgen die Planetenräder für eine Drehrichtungsumkehr, was zum Minus in der Bezeichnung führt. Bild 2 zeigt die Schaltung der drei Planetensätze mit den zwei Kupplungen, den zwei Kupplungsbremsen und den beiden E-Maschinen. Dabei fällt auf, dass einerseits die Planetenträger 1 und 2, aber auch die Sonnenräder 2 und 3 starr miteinander verbunden sind. Die Kupplungsbremse K1 (4 in Bild 2) bremst das Hohlrad 3. Ist diese Bremse nicht betätigt, ist der Planetensatz wirkungslos. Die Kupplung K2 (5) verbindet den Planetenträger 3 mit den Planetenträgern 1 und 2. Die Kupplungsbremse K3

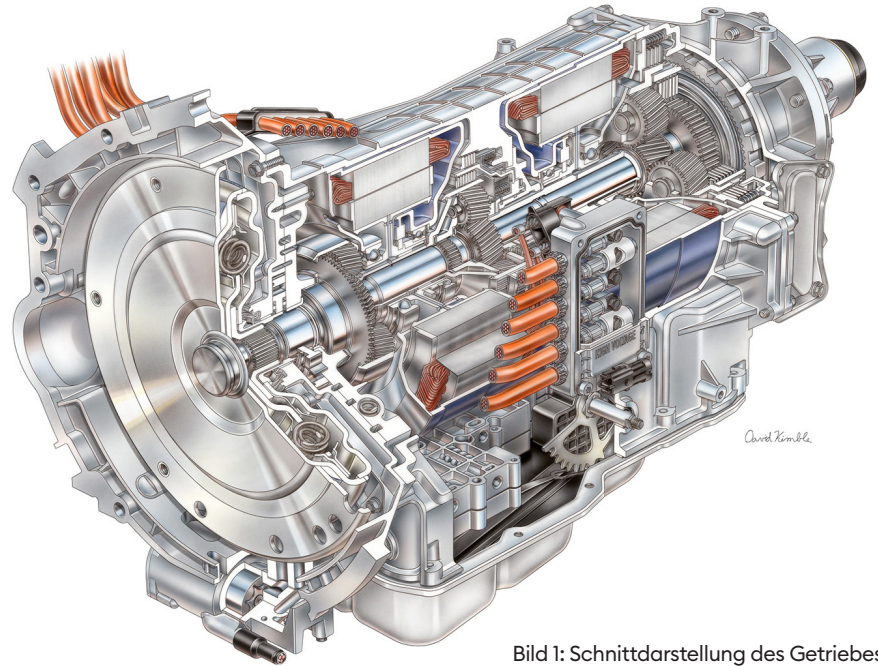


Bild 1: Schnittdarstellung des Getriebes

(6) bremst die verbundenen Sonnenräder 2 und 3 und verunmöglicht den Einsatz der E-Maschine 2 (9). Die Kupplung K4 (7) verknüpft das Sonnenrad 1 / Hohlrad 2 mit den beiden Sonnenrädern 2 und 3.

Schaltungen

Wie der Tabelle 1 entnommen werden kann, lassen sich durch diese Aufstellung zwei verschiedene elektrisch stufenlose Getriebeschaltungen (E-CVT) aufbauen. Dabei ist die E-CVT 1 für niedrige, die E-CVT 2 für hohe Drehzahlen oder Geschwindigkeiten geeignet. Daneben können vier Gänge geschaltet werden, welche durch die E-Maschinen in ihrem Übersetzungsverhältnis nicht verändert werden können. Die E-Maschinen können in paralleler Art und Weise jedoch boosten oder rekuperieren.

Anfahren

Das Nomogramm ist so aufgebaut, dass die Abstände den dazugehörigen Standübersetzungen entsprechen und dass sich die zusammenschalteten Bauteile auf der gleichen Drehzahllinie

befinden. Einzig die beiden Planetenträger 1 und 2 mussten auseinandergezeichnet werden. Sie sind aus diesem Grund mit einem waagrechten Strich miteinander verbunden.

Soll elektrisch angefahren werden, steht der Verbrennungsmotor still, der E-Motor 1 muss rückwärts, der E-Motor 2 vorwärts drehen, damit der Planetenträger 3, welcher mit dem Getriebeausgang verbunden ist, langsam zu drehen beginnt. Die beiden E-Maschinen steigern ihre Drehzahl damit das Fahrzeug beschleunigt. Wird der E-Motor 1 bei gleicher Fahrgeschwindigkeit weiter negativ beschleunigt, startet der Verbrennungsmotor.

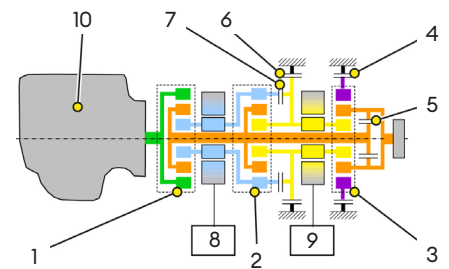


Bild 2: Schematische Darstellung des Two-Mode-Getriebes: 1, 2, 3 Planetensätze 1 bis 3 - 4 Kupplungsbremse K1 - 5 Kupplung K2 - 6 Kupplungsbremse K3 - 7 Kupplung K4 - 8 E-Maschine 1 - 9 E-Maschine 2 - 10 Verbrennungsmotor

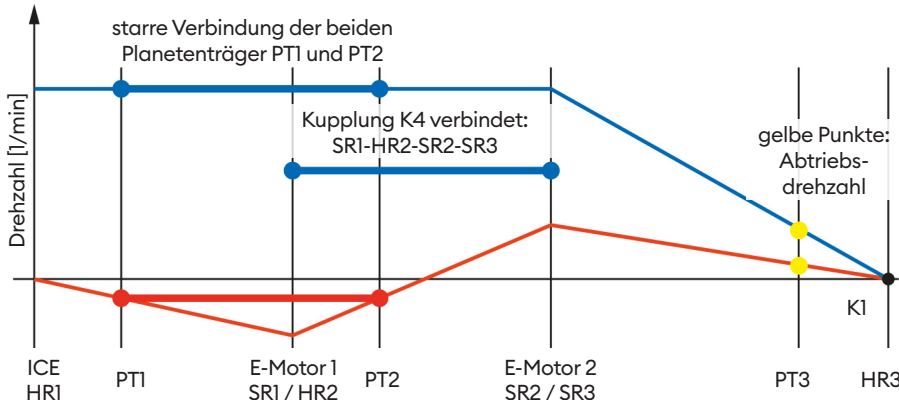


Bild 3: Nomogramm der drei verbundenen Planetensätze. Die rote Linie zeigt das elektrische Anfahren bei stehendem Verbrennungsmotor. Danach kann in dieser Konstellation das Übersetzungsverhältnis verändert werden. Blau zeigt den fixen ersten Gang (ICE = Verbrennungsmotor).

Kupplungs-betätigung	K1	K2	K3	K4
E-CVT 1	x			
1. Gang	x			x
2. Gang	x	x		
E-CVT 2		x		
3. Gang		x		x
4. Gang		x	x	

Tabelle 1: Schaltungsmatrix