

# Sinn und Zweck

# Getriebe

Bilder: dle

Früher galt, dass zu jedem Auto ein Getriebe gehört. Ein Getriebe ist ein Drehmomentwandler, ein Drehzahlwandler und ein Drehrichtungswandler. In den Zugkraftdiagrammen werden die Unterschiede der Motorcharakteristiken von Verbrennungs- und Elektromotoren deutlich. In den Diagrammbeispielen handelt es sich um einen 3-Zylinder-55-kW-Verbrennungsmotor mit einem maximalen Drehmoment von 95 Nm und einer maximalen Drehzahl von 6600/min (Diagramm links). Das (gleiche) Fahrzeug mit Elektromotor weist 61 kW, 210 Nm und eine maximale Drehzahl von 12000/min auf.

## Zugkraftdiagramm

Im unteren Teil der Diagramme weisen die grünen Linien auf die Motordrehzahlen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten hin. Das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor weist 5 Gänge, jenes mit Elektromotor nur einen Gang auf. Die blauen Linien zeigen die Fahrwiderstände: Rollwiderstand, dann Roll- plus Luftwiderstand und darüber werden noch die entsprechenden Steigungswiderstände dazugezählt. Obwohl es sich um das gleiche Fahrzeug handelt, sind die Fahrwiderstände beim Elektrofahrzeug bedeutend grösser. Dies hat mit der schweren Batterie zu tun. Die maximale Masse des verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeuges liegt bei 1290 kg, dagegen bringt das Elektrofahrzeug 1530 kg auf die Waage. Diese fast 250 kg machen sich beim Roll- und beim Steigungswiderstand bemerkbar.

## Antriebskräfte

Die roten Linien zeigen die Antriebskräfte und weisen auf die charakteristischen Unterschiede zwischen Verbrennungs- und Elektromotor hin. So weist der Elektromotor bereits ab Stillstand sein maximales Drehmoment auf. Der Verbrennungsmotor braucht dazu 3000 bis 4000/min. Aus diesem Grund benötigen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren Anfahrkupplungen.

Beim BEV wird der Stromregler hochgefahren bis das Motordrehmoment grösser ist als das Widerstandsmoment - dann fährt das Auto an. Toll ist jedoch, dass das Drehmoment danach konstant gehalten wird bis zum Drehzahlpunkt der maximalen Leistung. Im Beispiel liegt dieser Punkt bei 2750/min. Danach beginnt bei der E-Maschine der Feldschwächebereich: dabei wird das Drehmoment in gleichem Masse kleiner, wie die Drehzahl ansteigt. Somit ist ab diesem Betriebspunkt die abgegebene Motorleistung konstant. Deshalb folgt die rote Antriebskurve genau der schwarzen idealen Zugkrafthyperbel und hört bei der programmierten Höchstgeschwindigkeit auf.

## Verbrennungsmotor

Ganz anders funktioniert der Verbrennungsmotor mit seiner gebogenen Drehmomentkurve, die zudem im Vergleich zur E-Maschine ziemlich bescheiden anmutet. Zusammen mit dem verfügbaren Drehzahlband ist es nicht möglich, mit der gleichen Übersetzung anzufahren und eine vertretbare Höchstgeschwindigkeit zu erreichen. Gemäss dem Zugkraftdiagramm könnten im dritten Gang immerhin 150 km/h erreicht werden, aber die maximale Zugkraft liegt bei 1500 N. Im ersten Gang wird eine dreimal höhere Kraft erreicht (dafür auch eine dreimal kleinere Geschwindigkeit). So werden den Verbrennungsmotoren Getriebe mit 5 bis 10 Gängen nachgeschaltet, damit bei jeder Geschwindigkeit ausreichend Kraft übertragen werden kann und der Motor in einem vernünftigen Betriebspunkt arbeitet.

## E-Maschine

Der Elektromotor hat nicht nur ein sehr hohes Anfahrmoment, er verfügt auch über einen sehr weiten Drehzahlbereich. Dies wird im Drehmoment-Leistungs-Diagramm deutlich. Aus diesem Grund kann die einfache Übersetzung so gewählt werden, dass beim Anfahren die Antriebsräder nicht zum Durchdrehen

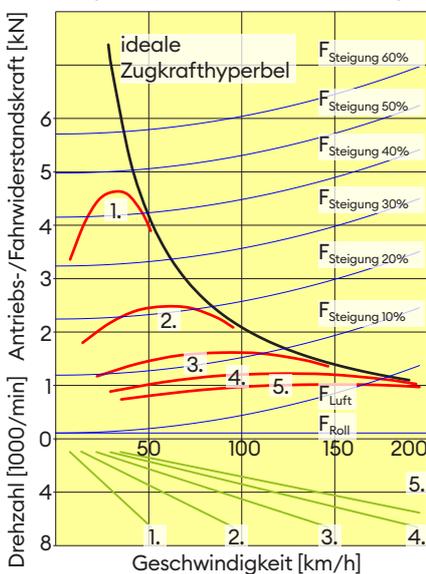


Getriebe und Kurzbaudifferenzial aus dem Audi e-tron

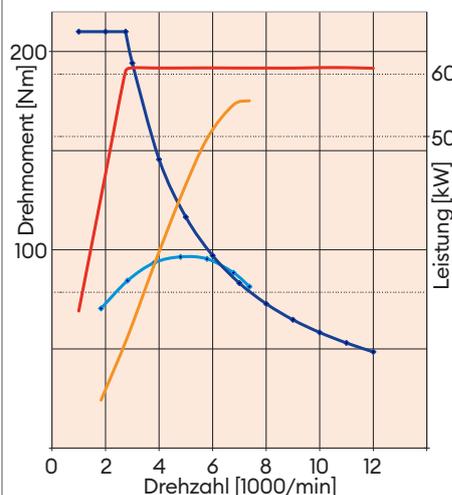
neigen und bei maximaler Drehzahl mit der gleichen Übersetzung gerade die Höchstgeschwindigkeit erreicht wird. Liegen diese Werte zu weit auseinander, ist es immer noch möglich, ein mehrstufiges Getriebe einzubauen. Bei Elektrofahrzeugen wird im Typengeheime unter Bemerkungen noch eine 30-Minuten-Leistung angegeben. So muss die Höchstleistung aus dem Prospekt nach einer gewissen Zeit zurückgeregelt werden. Das kann thermische Gründe im Akkumulator, in der Leistungselektronik oder im Motor haben. Aus diesem Grund liegt die Höchstgeschwindigkeit beim BEV nicht im Schnittpunkt zwischen der roten Antriebskraft und der blauen Fahrwiderstandskraft, sondern weiter links. Bei Hybridfahrzeugen werden die beiden Drehmomentkurven addiert. Die beiden Motorensysteme mit den unterschiedlichen Charakteristiken können sich unterstützen - wenn sie durch ein entsprechendes Getriebe miteinander verbunden werden. Aus diesem Grund sind die Getriebe von Hybridfahrzeugen besonders interessant.

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

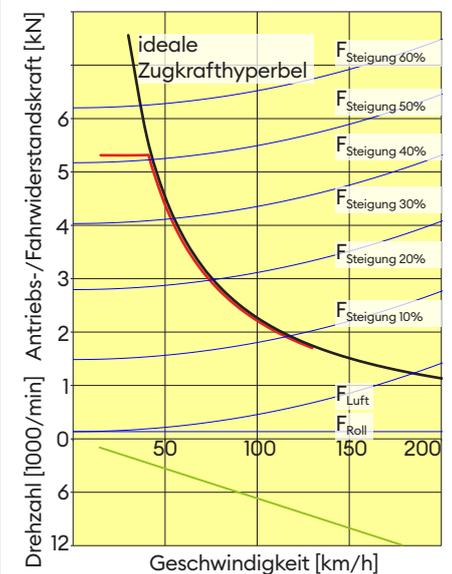
Sponsoren: **Derendinger** **TECHNOMAG**



Zugkraftdiagramm eines Fahrzeuges mit Verbrennungsmotor



Drehmoment-Leistungs-Diagramme. Rot und dunkelblau weisen auf die Leistung und das Drehmoment der E-Maschine. Orange und hellblau stellen die Leistung und das Drehmoment des Verbrennungsmotors dar.



Zugkraftdiagramm des BEV (Battery Electric Vehicle)