

Getriebe BEV

Bilder: IWM, zf, ale

Während Hybrid-Fahrzeuge über zum Teil sehr aufwendige Getriebe verfügen, ist die Getriebefrage bei batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen (BEV) aufgrund des Drehmomentverlaufs kein grosses Thema.

Da die E-Maschinen über weite Teile des Betriebskennfeldes einen Wirkungsgrad $\eta > 80\%$ aufweisen, wird auch (noch) kaum über Energiesparen diskutiert.

Die Energiespeicherkosten machen bei BEV um 40% des Preises aus. Deshalb senkt auch hier jedes Prozent eingesparter Energie Kosten und Gewicht. Wird der Energiespeicher kleiner ausgeführt, werden zudem Ladezeit und Ladekosten gesenkt.

Getriebeaufgaben

Beim BEV beeinflusst eine Getriebeübersetzung nur die Drehzahl und das Drehmoment, weil die Drehrichtungsänderung elektrisch in der E-Maschine geschaltet wird. Spezielle Rückwärtsgänge sind in BEV-Getrieben nicht eingeplant.

Die Übersetzung wird entweder so ausgewählt, dass das Fahrzeug bei Maximaldrehzahl der E-Maschine die Höchstgeschwindigkeit erreicht hat oder dass die am meisten betroffenen Betriebspunkte im besten Wirkungsgradbereich des Muscheldiagramms liegen (Bild 5 in E-Maschinen, Synchronmaschinen 2). In diesem Fall wird die Höchstgeschwindigkeit elektronisch abgeregelt. Im Beispiel würde das die Maschinendrehzahlen zwischen 6000 und 9000/min betreffen - fast unabhängig von der Last. Aber: welche Geschwindigkeiten werden am häufigsten gefahren?

Wird im vorliegenden Beispiel mit einem Reifenumfang von 2 m gerechnet, ergeben sich folgenden Möglichkeiten:

n	16000 1/min	9000 1/min	6000 1/min
i	v_{max} [km/h]	v_1 [km/h]	v_2 [km/h]
16	120	68	45
14	137	77	51
12	160	90	60
10	192	108	72
8	240	135	90

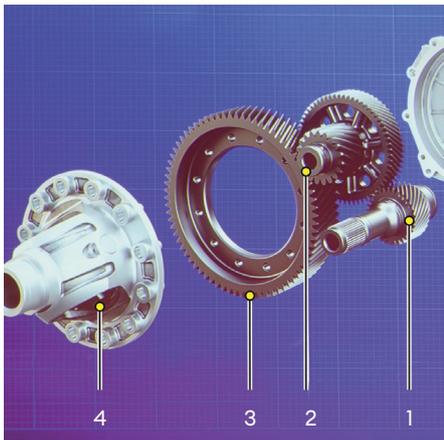


Bild 2: VW wird das Eingangsgetriebe beim ID.7 weiterführen. 1 Antriebswelle - 2 Zwischenwelle - 3 Achsantriebsrad - 4 Differenzial

Bei der zahlenmässig grössten Übersetzung von 16 : 1 liegt die Höchstgeschwindigkeit bei bescheidenen 120 km/h. Da dies aber in der Schweiz die maximal zugelassene Geschwindigkeit ist, würde das ausreichen. Die Innerorts- und Ausserortsgeschwindigkeiten wären bei diesem Übersetzungsverhältnis (je nach abgerufenem Drehmoment (Last)) im grünen Bereich. Dabei wird die Drehzahl um den Faktor 16 verkleinert, dafür das Drehmoment um den gleichen Faktor vergrössert. Aus diesem Grund wird bei Tempo 80 km/h die Last unter normalen Bedingungen nicht allzu gross sein, und da der grüne Bereich bei 50 Nm einen Bauch bis 11000/min macht, wird auch die höhere Geschwindigkeit mit gutem Wirkungsgrad abgedeckt.

Die anderen Übersetzungsverhältnisse, welche in der Tabelle beispielhaft berechnet sind, können auf die gleiche Art interpretiert werden. Leider bieten die Hersteller dem Käufer nicht die Möglichkeit zu entscheiden, welche Übersetzung für sein Fahrprofil am besten stimmt, sondern sie entscheiden das für ihn.

Getriebebauformen

Die E-Maschinen werden häufig quer zur Fahrtrichtung eingebaut, deshalb sind auch die Getriebe für den Quereinbau ausgelegt. Die Getriebe sind in der Regel nicht geschaltet und befinden sich meistens im Motorengehäuse.

Um Übersetzungsstufen dieser Grösse zu realisieren, werden entweder Planetengetriebe oder Stirnradübersetzungen eingesetzt. Diese werden aber in der Regel zweistufig ausgelegt. Zweistufig heisst hier nicht, dass sie geschaltet werden können. Es bedeutet, dass zwei Stirnradübersetzungen hintereinander oder in Serie geschaltet werden. Weist die eine ein Übersetzungsverhältnis von 3 : 1 und die zweite ein solches von 4 : 1 auf, so werden diese zum Gesamtübersetzungsverhältnis von 12 : 1 multipliziert. Der Aufbau dieser Getriebe ist in den Bildern 2 bis 4 beispielhaft dargestellt. Die grossen Zahnradbreiten der einzelnen Stirnräder zeigen deutlich, dass sehr hohe Drehmomente übertragen werden müssen.



Bild 3: Miba treibt mit dem Rotor (unten rechts) über ein Ritzel ein grosses Stirnrad und danach die zweite Übersetzung an.

Getriebe

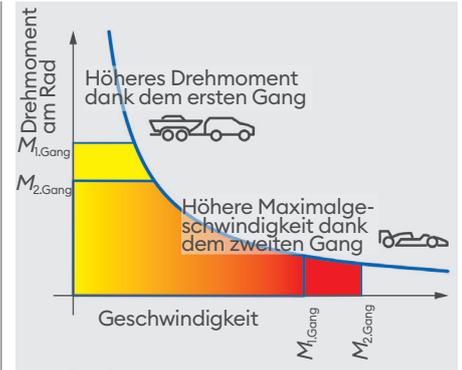


Bild 1: Der Unterschied im Fahrtdiagramm zwischen kurzer und langer Übersetzungsstufe.

Fahrtdiagramm

Das Fahrleistungsdiagramm (Bild 1) zeigt die ideale Zugkrafthyperbel, welche eine konstante Leistung von 150 kW darstellt. In diese Zugkrafthyperbel wird von den Konstrukteuren die E-Maschine hineinentwickelt und platziert.

Mit dem Übersetzungsverhältnis lässt sich nun aber nicht das ganze Muscheldiagramm verschieben. Es verändern sich die Grenzen: Bei einer kürzeren Übersetzung, welche sich durch eine höhere Zahl ausdrückt, wird der Drehmomentbereich bei kleinen Geschwindigkeiten erhöht. Es steht also zum Beschleunigen ein grösseres Drehmoment zur Verfügung. Dies benötigen Geländefahrzeuge oder Fahrzeuge, welche Anhänger ziehen oder allgemein Lastwagen.

Wird eine lange Übersetzung eingesetzt, wird der beschriebene Bereich verkleinert, dafür wird die Höchstgeschwindigkeit erhöht. Die Beschleunigung wird aber verschlechtert, da durch das kleinere Übersetzungsverhältnis das Anfahrtdrehmoment auch kleiner ist. Trotzdem muss diese Übersetzung bei Sportwagen gewählt werden, damit diese ihre höchsten Geschwindigkeiten erreichen können.

Mit der geschickten Wahl des Übersetzungsverhältnisses kann der Fahrzeughersteller viel Energie einsparen. Er wird seine Fahrzeuge auf den WLTP-Zyklus optimieren, damit sie im Vergleich zur Konkurrenz gut dastehen.



Bild 4: Auch bei Magna wird die zweite Übersetzungsstufe durch wesentlich breitere Stirnräder dargestellt.

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

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