

Bilder: Schoeffler, ale

Bei den verbreiteten Parallelhybriden verwenden die Hersteller meistens die herkömmlichen Verbrennungsmotoren und Getriebe. Reicht der Platz aus, wird dazwischen eine Elektromaschine integriert. Meistens stellt sich das als besondere Herausforderung dar, weil viele Fahrzeuge nicht von Grund auf als Hybride konzipiert waren. Damit wurde der Platz im Motorraum verteilt und kommen nun noch einige Zentimeter für eine E-Maschine dazu, wird es eng. Koaxial eingebaute E-Maschinen bauen axial kurz und weisen einen grossen Durchmesser auf. Der grosse Durchmesser verhilft den Maschinen zu hohen Drehmomenten und ermöglicht die Unterbringung allfälliger Kupplungen im Inneren der Maschine.

Achsparallele E-Maschinen

Auch achsparallele E-Maschinen können verbaut werden. Bei Doppelkupplungsgetrieben wären natürlich für beide Teilgetriebe E-Maschinen wünschenswert. Diese brauchen aber Platz und kosten Geld. Aus diesem Grund wird meistens nur eine E-Maschine mit dem Teilgetriebe der geraden Gänge verbunden. Die Anbindung an das Teilgetriebe, welches den 1. Gang enthält ist problematisch, weil bei der Stopp-&-Go-Fahrt die E-Maschine zu langsam drehen würde und die erforderliche Generatorleistung nicht erbringen könnte. Ein weiterer Nachteil der Anbindung an nur ein Teilgetriebe liegt darin, dass während dem Rekuperieren oder dem elektrischen Fahren keine Schaltung ohne Zugkraftunterbrechung durchgeführt werden kann. Um diese Einschränkungen zu vermindern, gibt es die Möglichkeit, die Verbindung zwischen E-Maschine und den beiden Teilgetrieben schaltbar zu machen. Diese Lösung bedingt zusätzlichen Entwicklungsaufwand und im Getriebebereich entsprechenden Bauraum. Bei der seitlichen Anbindung können die E-Maschinen im Durchmesser kleiner gehalten werden, dafür bauen sie länger.

Durch die Anbindung über Getriebe-stufen können diese Maschinen in höheren Drehzahlbereichen betrieben werden. In den Übersetzungsstufen zum Getriebe werden die Drehzahlen angepasst und das Drehmoment angehoben.

Koaxiale E-Maschine

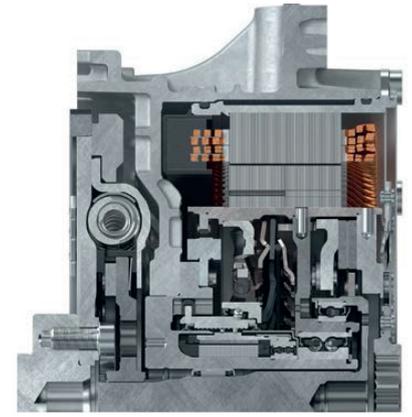
Die E-Maschine befindet sich entweder unmittelbar vor dem Getriebe oder wie in der gezeichneten VW-Anordnung unmittelbar nach dem Motor. Die Kupplungsglocke des 7-Gang-Doppelkupplungsgetriebes aus dem VW-Konzern wurde für den Hybridantrieb um 83 mm verlängert. In diesen Raum werden zuerst die E-Maschine, danach die Kupplung K0 und das Zweimassenschwungrad (ZMS) untergebracht, bevor die Doppelkupplung das Drehmoment in das 4-Wellen-Getriebe einleitet.

Aufbau E-Maschine

Die E-Maschine ist permanenterregt und funktioniert mit Drehstrom. Sie enthält einen trommelförmigen Aussenläufer, in welchen 32 Permanentmagnete eingeklebt sind. Im innenliegenden Stator befinden sich 24 Spulen, in welchen sich das Drehfeld bildet. Dieses zieht die Permanentmagnete in der Trommel mit. Da sehr starke Permanentmagnete ausgewählt werden, können schon bei tiefen Drehzahlen hohe Drehmomente abgerufen werden.

Kupplung K0

Die Kupplung trennt den Verbrennungsmotor vom restlichen Antriebsstrang. Sie ist bei Mild- und Vollhybriden nötig, da diese Fahrzeuge in der Regel die Fahranforderungen elektrisches Fahren, Boosten, Motor starten und Rekuperieren übernehmen müssen. Dazu ist es nötig, dass der Verbrennungsmotor vom Antriebsstrang getrennt werden kann, die Anfahrkupplung sich aber erst nach der E-Maschine vor dem Getriebe befindet.



Kompaktes E-Modul für den koaxialen Einbau in einen Parallelhybrid. Das Modul enthält das ZMS, die E-Maschine und die Trennkupplung.

Gelöste K0

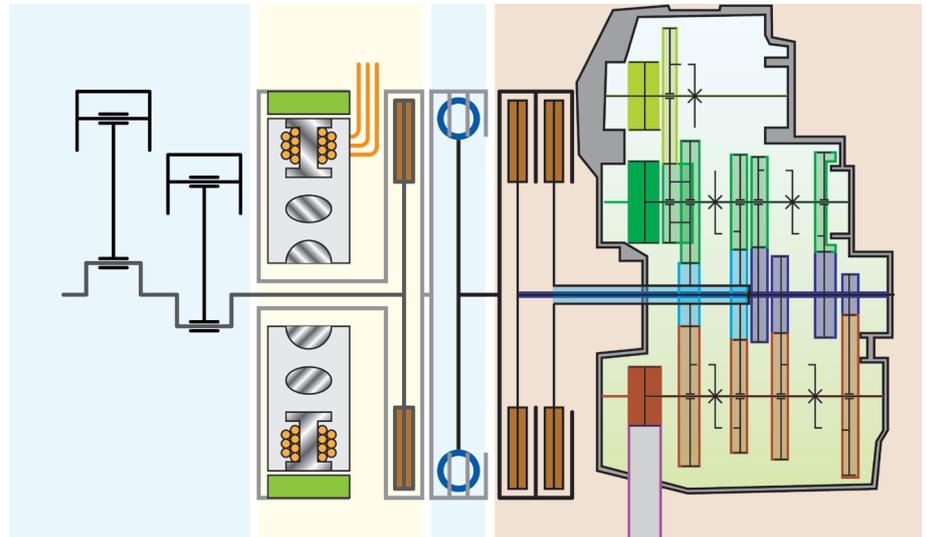
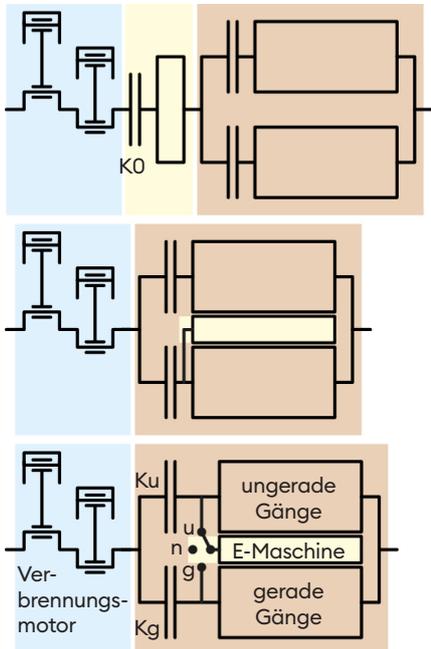
Ist die Kupplung gelöst, übernimmt die E-Maschine den Antrieb und das Getriebe kann ohne Zugkraftunterbrechung durch die Gänge geschaltet werden. Auf der anderen Seite kann im Schubbetrieb der Verbrennungsmotor abgekoppelt und die kinetische Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie umgewandelt (rekuperiert) werden, ohne dass der Verbrennungsmotor mitgeschleppt werden muss.

Geschlossene K0

Wenn die Kupplung geschlossen ist, muss der Verbrennungsmotor eine Funktion übernehmen: Entweder wird er durch die E-Maschine gestartet oder er gibt Drehmoment ab. Die E-Maschine kann gleichzeitig Drehmoment abgeben und damit den Verbrennungsmotor unterstützen (boosten) oder die E-Maschine arbeitet als Generator und setzt den Verbrennungsmotor in einen höheren Lastpunkt im Betriebskennfeld. Damit läuft er effizienter und die E-Maschine kann das zusätzliche Drehmoment in elektrische Energie wandeln und damit die Batterie laden.

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

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



Es bestehen drei Möglichkeiten für die Anordnung der E-Maschine bei Parallelhybrid und Doppelkupplungsgetriebe: Koaxiale Anordnung, achsparallele Anordnung mit Anbindung zu einem oder zu beiden Teilgetrieben. Oben: die koaxiale Anordnung der permanenterregten Synchronmaschine vor der Kupplung K0 und dem ZMS, danach die Doppelkupplung und das 7-Gang-Getriebe.