

Paralleler Hybrid 1

Hybrid

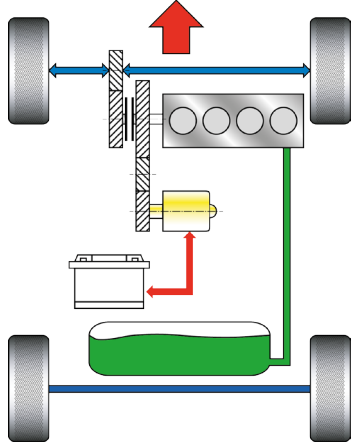
Grundkonzept

Beim parallelen Hybridantrieb wird im Vergleich zum seriellen oder leistungsverzweigten Hybridantrieb nur eine E-Maschine benötigt. Diese arbeitet sowohl als Generator wie auch als Elektromotor. Bei dieser Anordnung werden die Drehmomente der beiden Antriebsmotoren addiert. Ein grosser Vorteil dieses Konzeptes ist der höhere Wirkungsgrad im Vergleich zum seriellen und leistungsverzweigten System. Weiter kann der konventionelle Antriebsstrang beinahe unverändert beibehalten werden. Dies wirkt sich positiv auf den benötigten Bauraum und die Fahrzeugherstellung aus. Der parallele Hybridantrieb wird anhand der vorhandenen Kupplungen und der Positionierung der E-Maschine in weitere Untergruppen eingeteilt. Durch die Vielzahl der Einbaumöglichkeiten und der unterschiedlichen Bauarten der E-Maschine entstehen viele mögliche Bauvarianten.

Aufgrund dessen verändert sich auch der Funktionsumfang bezüglich der Elektrifizierung. Dieser reicht von der einfachen Rekuperation bis zur Zuschaltung eines Allradantriebes.

P0 und P1

Bei dieser Variante ist die E-Maschine starr mit dem Verbrennungsmotor verbunden und lässt sich nicht entkoppeln. Bei einem P0-Antrieb mit einem



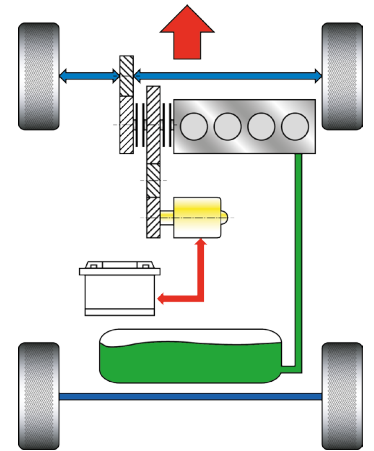
P1 Parallelhybrid

12-V-Bordnetz handelt es sich grundsätzlich nur um einen Mikrohybrid mit Start-Stopp-System. Als E-Maschine wird hier ein Riemenstartergenerator eingesetzt. Durch den Einsatz eines weiteren Energiespeichers kann beim Bremsen auch rekuperiert werden. Doch die dabei zurückgewonnene Energie hält sich in Grenzen. Ein Vorteil dieser Variante ist die mögliche Lastpunktverschiebung des Verbrennungsmotors durch die Anpassung der benötigten Antriebsleistung der E-Maschine. Durch die Mehrlast ist eine Verschiebung innerhalb des Verbrauchskennfelds zu einem günstigeren Punkt möglich, wodurch sich effektiver Ladestrom erzeugen lässt, der sich für den Vortrieb oder andere Verbraucher nutzen lässt.

Sinnvoller ist hier die Kombination mit einem 48-V-Bordnetz. Dabei lässt sich bei der Rekuperation mehr Energie speichern und mit einer E-Maschine mit entsprechender Leistung ist auch Boosten möglich. Mit dieser zusätzlichen Möglichkeit käme das Fahrzeug in die Kategorie eines Mildhybrids. Da bei einem Riemenstartergenerator die übertragbare Kraft durch den Riemen begrenzt wird, macht es mehr Sinn, die E-Maschine direkt mit der Kurbelwelle zu verbinden. Dies wird bei einem P1-Konzept z.B. mit einem Kurbelwellen-Startergenerator realisiert. Auch bei diesem Konzept braucht man für einen Mildhybrid einen entsprechenden Energiespeicher und einen Elektromotor mit genügend grosser Leistung. Der grosse Nachteil dieser Variante ist, dass es nicht möglich ist, den Verbrennungsmotor von der E-Maschine abzukoppeln. Das bedeutet, der Motor muss immer «mitgeschleppt» werden, auch wenn dies für den Fahrbetrieb nicht notwendig ist. Beim Rekuperieren geht somit durch das Motorschleppmoment viel Potential verloren. Grundsätzlich ist auch bei diesem Konzept Segeln möglich. Dies bedeutet, dass im Schiebebetrieb der Motor nicht mehr benötigt wird und abgeschaltet werden kann. Wenn er nicht komplett von der E-Maschine getrennt werden kann, entstehen auch hier unnötige Schleppverluste und die Wirkung hält sich in Grenzen.

P2

Im Gegensatz zu den Varianten P0 und P1 befindet sich bei diesem Konzept eine Kupplung zwischen dem Verbrennungsmotor und der E-Maschine. Durch diese



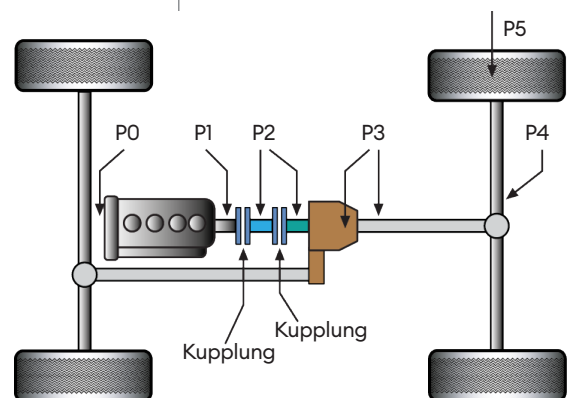
P2 Parallelhybrid

Kupplung kann der Verbrennungsmotor komplett vom Antriebsstrang abgekoppelt werden. Dadurch ist rein elektrisches Fahren möglich und beim regenerativen Bremsen entstehen keine Schleppverluste mehr. Dadurch werden diese zwei Betriebsmodi nur durch die Leistungsgrenze der E-Maschine beschränkt. Weiter kann hier problemlos ein langsames Kriechen durch den Elektromotor realisiert werden.

Die Herausforderung bei diesem System besteht darin, dass man den Verbrennungsmotor in allen Situationen starten kann. Dies bedeutet, dass beim rein elektrischen Fahren immer eine Leistungsreserve für den Motorstart berücksichtigt werden muss. Das Ganze muss so geregelt werden, dass es für den Fahrer unbemerkt bleibt und ganz sicher keine Komforteinbussen im Fahrbetrieb entstehen. Für die Konstruktion besteht die Herausforderung darin, die zusätzliche Kupplung auf möglichst geringem Bauraum im Antriebsstrang unterzubringen. Da hier der Elektro- und der Verbrennungsmotor auf einer Achse verbunden sind, arbeiten beide bei geschlossener Kupplung mit derselben Drehzahl.

| | P5 | P4 | P3 | P2 | P1 | P0 |
|---|----|----|----|----|----|----|
| Rekuperation (Verbrennungsmotor gekoppelt) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Boosten (Verbrennungsmotor gekoppelt) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Rekuperation (Verbrennungsmotor entkoppelt) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Segeln (Verbrennungsmotor entkoppelt) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Elektrisch Fahren | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Elektrischer Allradantrieb | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Radnabenmotor | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Beispiele für den Funktionsumfang je nach Typ



Mögliche Positionierung der E-Maschine je nach Typ (P = Position der E-Maschine)