

Hybrid-Bordnetze

Mikrohybrid

Das Bordnetz eines Mikrohybrids ist dem eines herkömmlichen 12-V-Bordnetzes sehr ähnlich. Die Zusatzfunktion besteht hier grundsätzlich im Start-Stopp-System. Die Energierückgewinnung, sofern vorhanden, beschränkt sich in der Regel auf die Speicherung in speziell verbauten Kondensatoren (z.B. Mazda). Aufgrund der Zusatzfunktion werden zwei weitere Aufgaben an das Bordnetz gestellt:

- Der Motor muss unter allen Betriebsbedingungen rasch und sicher gestartet werden können (Start-Stopp-Betrieb).
- Beim Motorstopp müssen die elektrischen Verbraucher störungsfrei weiterbetrieben werden.

Bei den häufigen Motorstarts muss man vermeiden, dass die Spannung so stark absinkt, dass das Licht flackert oder sogar Unterbrüche in der Spannungsversorgung von Steuergeräten entstehen. Um dies zu verhindern, verfügt das Batteriemangement über einen Batteriesensor, mit dem der Ladezustand und damit die Startfähigkeit der Batterie ermittelt werden kann. Sinkt der Ladezustand in einen kritischen Bereich ab, wird das Start-Stopp-System inaktiv.

Um die Versorgung der Verbraucher während der Startvorgänge sicherzustellen, kann auch eine zusätzliche Batterie verwendet werden. Dies bedeutet aber mehr Gewicht und es wird zusätzlicher Platz benötigt. Damit dies funktioniert, muss das Bordnetz mit einem Trennschalter ausgestattet sein, der die beiden Batterien beim Startvorgang trennt und im Fahrbetrieb verbindet, damit beide Batterien geladen werden können (Bild 1). Anstelle eines Trennschalters kann auch eine Diode verbaut werden, die das Laden zulässt, aber beim Startvorgang die Zusatzbatterie vom Starter entkoppelt.

Zusätzlich kann die Motorsteuerung auch auf die Erregung des Generators zugreifen. Dies ermöglicht es, bei Beschleunigungsphasen die Ladung zu reduzieren und umgekehrt im Schiebetrieb die Ladung zu erhöhen. So kann beim Beschleunigen eine einfache Boostfunktion realisiert werden.

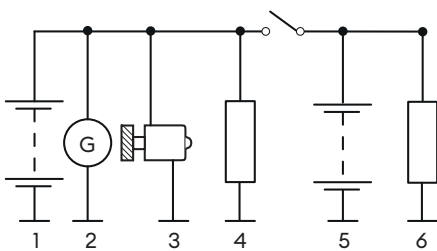


Bild 1: Bordnetz mit Stützbatterie
1. Bordbatterie
2. Generator
3. Starter
4. Verbraucher
5. Stützbatterie
6. kritische Verbraucher

Voll- und Mildhybrid

Bei Voll- und Mildhybrid-Fahrzeugen steigt der Leistungsbedarf so stark an, dass dieser nur sinnvoll mit einer Batterie mit mehr als 12 V (48 - 800 V) abgedeckt werden kann. Dabei benötigt ein Vollhybrid aufgrund seiner Möglichkeit rein elektrisch zu fahren, eine höhere Spannung als ein Mildhybrid. Die herkömmlichen Generatoren und Starter werden durch eine oder mehrere E-Maschinen ersetzt, die beide Funktionen - als Elektromotor oder als Generator - übernehmen können.

Ein Mildhybrid in paralleler Bauweise lässt sich bereits mit 48 V realisieren. Dabei wird als E-Maschine meist ein Kurbelwellen-Starter-Generator (KSG) eingesetzt. Somit besteht die Möglichkeit, einen P1- oder P2-Parallelhybrid zu konstruieren. Vorzugsweise wird dabei eine 48-V-Lithium-Ionen-Batterie verbaut. Der grössere Energiespeicher hat zusätzlich auch den Vorteil einer besseren und effizienteren Rekuperation. So kann im Gegensatz zur 12-V-Batterie mehr Energie rekuperiert werden. Dazu wird beim Einsatz eines KSG kein Riemen mehr verwendet. Somit fallen bei der Rekuperation die Schleppverluste durch den Riementrieb weg. Mit einer 48-V-E-Maschine ist auch die Realisierung eines P3- oder P4-Parallelhybrid möglich. Der 48-V-P4-Parallelhybrid sollte z.B. durch einen 48-V-Riemen-Starter-Generator ergänzt werden. Mit dieser Massnahme ist auch bei einem tiefen Ladezustand der Batterie ein Allradantrieb möglich. Das Bordnetz eines Mildhybrids mit einer E-Maschine ist ähnlich dem eines Vollhybrids mit einer E-Maschine. Der Unterschied liegt hauptsächlich bei der höheren Spannung und den damit verbundenen Sicherheitsmassnahmen. Dieses ist in Bild 2 im Blatt «Grundsätzliches» dargestellt. Dagegen erfordern Hybridfahrzeuge mit zwei E-Maschinen, die seriell betrieben werden, einen anderen Aufbau.

Bei Batterien liegt an den Polen immer die Batteriespannung an und es ist keine

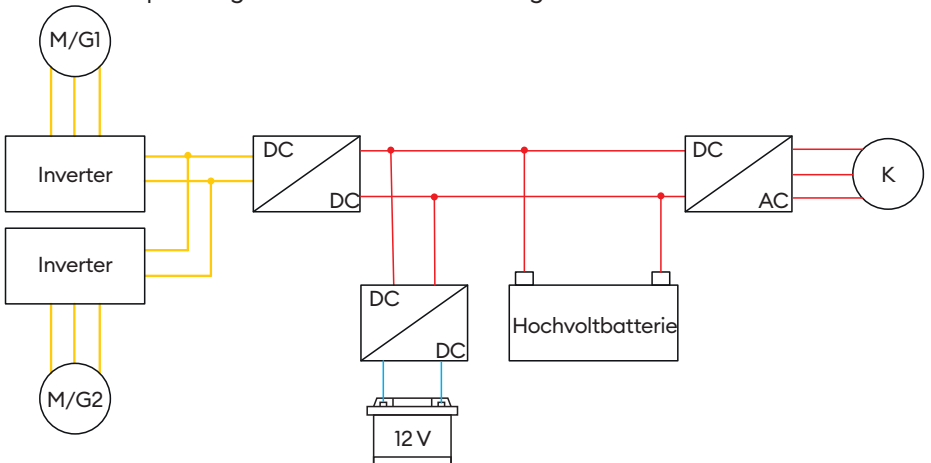


Bild 2: Bordnetz serieller Hybrid
M/G: E-Maschinen
K: Elektr. Klimakompressor (Hochvoltverbraucher z.B. auch elektr. Servolenkung)

Bordnetzstruktur

Freischaltung möglich. Dies ist natürlich auch bei Hochvoltbatterien der Fall. Um die Hochvoltbatterie trotzdem gefahrlos aus- oder einzubauen, ist der Zellenblock durch einen Trennstecher zweigeteilt. Dieser muss zwingend vor jedem Öffnen des Batteriegehäuses entfernt werden. Dadurch liegt anschliessend an den Batteriepolen keine Spannung mehr an.

Serielle Bauweise

Beim Bordnetz eines seriellen oder auch eines leistungsverzweigten Hybridantriebs, wie in Bild 2 dargestellt ist, wird eine E-Maschine hauptsächlich für den Antrieb (Motor) und die andere vor allem als Generator verwendet. Dadurch wird zwischen den beiden E-Maschinen je nach Betriebsart eine grosse Energie übertragen. Mit dieser Verbindung können die E-Maschinen jeweils im optimalen Arbeitsbereich betrieben werden. Der Hochleistungs-DC/DC-Wandler zwischen der Hochvoltbatterie und den E-Maschinen sorgt dafür, dass die Spannung zwischen den beiden Baugruppen entkoppelt wird. So ist es möglich, die Spannung der E-Maschinen bedarfsgerecht und unabhängig von der Batteriespannung zu erhöhen. Die Spannung der E-Maschinen kann im Vergleich zur Batteriespannung verdoppelt werden. Dadurch ist es aber notwendig, dass die Wechselrichter und die anderen elektronischen Komponenten für die entsprechend hohen Spannungen ausgelegt sind. Der Einsatz von mehreren Hochvoltverbrauchern bringt zusätzliche Vorteile wie z.B. bei einem elektrischen Klimakompressor die bedarfsgerechte Regelung oder das Vermeiden von Leerlaufverlusten.

Das 12-V-Bordnetz ist bei praktisch allen Hybridantrieben sehr ähnlich aufgebaut. Es unterscheidet sich von einem konventionellen 12-V-Bordnetz vor allem dadurch, dass kein Starter vorhanden ist und die Versorgung nicht über einen Generator, sondern über den DC/DC-Wandler des Hochvolt-Bordnetzes erfolgt.