

Was ist ein Bordnetz?

Unter dem Begriff Bordnetz eines Fahrzeuges versteht man alle elektrischen und elektronischen Komponenten. Wichtig sind dabei der Generator als Energiewandler, mindestens eine Batterie als Energiespeicher und natürlich die Verbraucher. Dazu zählen auch alle Leitungen und Verbindungen, die für die Energieversorgung notwendig sind. Auch die verschiedenen Bussysteme, welche für die Kommunikation der einzelnen Systeme verantwortlich sind, werden zum Bordnetz gezählt. Somit stellen die verschiedenen Kabel die Lebensadern eines Fahrzeuges dar. Heutige Fahrzeuge weisen eine Gesamtkabellänge von über 1500 m auf, dazu nimmt auch die Anzahl Kontaktstellen laufend zu. Mit der fortschreitenden Elektrifizierung des Antriebsstranges bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen geht dieser Trend nicht nur bei den Bussystemen, sondern auch bei der Energieversorgung weiter.

12-V-Bordnetz

Als Ausgangslage nehmen wir ein herkömmliches 12-V-Bordnetz. Hier sind der Aufbau und die Auslegung relativ übersichtlich. Bei der Auslegung wird eine ausgeglichene Ladebilanz des Energiespeichers angestrebt. Dabei muss die Ladeleistung des Alternators an die Leistung der Verbraucher angepasst werden. Damit die Batterie geladen werden kann, muss der Generatorstrom grösser als der Verbraucherstrom sein. Da der Verbraucherstrom nicht konstant ist, sollte der Alternator bereits bei Leerlaufdrehzahl alle Dauerverbraucher und die meisten Kurzzeitverbraucher versorgen können. Kurzzeitig kann es auch

vorkommen, dass z.B. bei grosser Kälte und vielen zusätzlichen Kurzzeitverbrauchern dies nicht möglich ist.

Bei der Anordnung kann man die Verbraucher auf der Batterie- oder der Alternatorseite anschliessen. Batterie-seitig ergibt sich der Nachteil eines hohen Spannungsabfalls in der Ladeleitung, da über diese der Gesamtstrom (Ladestrom + Verbraucherstrom) fliessen muss. Dies führt zu einem Absinken der Ladespannung. Werden die Verbraucher auf der Alternatorseite angeschlossen, so kann man dies verhindern. Jedoch ist dabei zu beachten, dass Verbraucher, die empfindlich gegen eine höhere Spannungswelligkeit sind, zerstört werden können. Um dieses Problem zu umgehen, kann man empfindliche elektronische Bauteile auf der Batterie-seite anschliessen, da die Batterie die Oberwelligkeit zusätzlich dämpft und die anderen auf der Alternatorseite (Bild 1), so entsteht ein guter Kompromiss. Mit den strenger werdenden Abgasnormen und dem Anspruch, den Treibstoffverbrauch kontinuierlich zu senken, steigen auch die Anforderungen an das Bordnetz.

Das Gewicht der Kabel und Komponenten hat einen direkten Einfluss auf den Treibstoffverbrauch. Die Antriebsleistung des Alternators wird vom Motor erbracht. Dabei entsprechen 100 W elektrische Leistung etwa 0,18 l/100 km Mehrverbrauch. Um dies zu verbessern, werden die Bordnetze mit einem aufwendigen Energiemanagement versehen. Dabei wird das Zusammenspiel von Generator, Batterie und Verbraucher optimiert. Dazu zählen Funktionen wie die Ruhestromabschaltung, die Abschaltung von Verbrauchern oder die Anpassung des Ladestromes an den SOC der Batterie. Mit diesen Massnahmen kann verhindert werden, dass der Generator

unnötig zu viel Antriebsleistung benötigt, und auf der anderen Seite wird sichergestellt, dass der Ladezustand der Batterie nicht in einen kritischen Bereich gelangt.

Mehr Spannung

Die alternativen Antriebsarten wie Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge oder Fahrzeuge mit Start-Stopp-System benötigen für die geforderte Funktionalität viel höhere Leistungen. Dabei stösst das 12-V-Netz an seine Grenzen. Dazu gilt es auch zu bedenken, dass aus Gewichtsgründen die Kabelquerschnitte nicht beliebig vergrössert werden können. Wenn wir einen Elektromotor mit einer Leistung von 100 kW mit 12 V versorgen, so würde dies theoretisch einen Strom von ca. 8333 A benötigen. Neben den riesigen Kabelquerschnitten wäre auch der Spannungsabfall, der bei solchen Strömen entsteht, viel zu gross und somit auch die Leistungsverluste. Selbst bei Fahrzeugen mit einem effizienten Start-Stopp-System ist eine höhere Spannung notwendig oder es wird eine zweite Batterie verbaut. Wenn der Verbrennungsmotor nicht läuft, müssen die diversen Nebenaggregate und das Motormanagement von der Batterie mit Strom versorgt werden. Bereits ein elektrischer Klimakompressor benötigt eine Leistung von ca. 2,2 kW. Ein Hochvolt-system hat aber auch Nachteile. Durch die hohen Spannungen sind Schutz-einrichtungen vorgeschrieben und zur Freischaltung benötigt man eine spezielle Ausbildung. Um dies zu umgehen, kann die Spannung nur so weit erhöht werden, dass das Spannungsniveau nicht mehr als Hochvolt klassifiziert wird. Bei Fahrzeugen wird eine Gleichspannung ab einem Wert von 60 V als Hochvolt-system eingestuft. Somit fällt das 48-V-Bordnetz nicht mehr in den Hochvoltbereich. Im 48-V-Bordnetz bewegt sich die Spannung zwischen 36 und 54 V, da auch bei Spannungsabfällen sichergestellt werden muss, dass die Batterie komplett geladen werden kann.

Die 12-V-Batterie wird aber trotzdem nicht so schnell verschwinden. Da viele Verbraucher im Fahrzeug aus dem 12-V-Bordnetz stammen, ist es kostengünstiger, diese weiter zu verbauen als komplett neue zu entwickeln. Es ist auch möglich 12 V, 48 V und ein Hochvolt-system zu kombinieren (Bild 2).



Bild 1: 12-V-Bordnetz,
1) Elektronische Bauteile
2) ohmsche Verbraucher

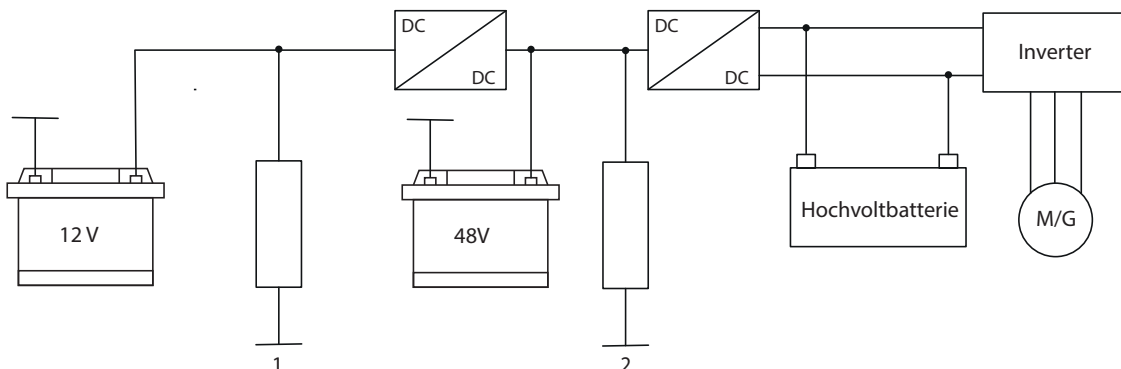


Bild 2: Bordnetz gemischt
1) Verbraucher 12 V Netz
2) Verbraucher 48 V Netz