

2 besser als 1? - Die Zukunft des Kfz- Bordnetzes

Die Energieversorgung von Kraftfahrzeugen stößt mit steigender Elektronisierung, stetig verbesserter Sicherheits- und Komfortausstattung immer mehr an die Grenzen herkömmlicher Technik, zumal moderne Fahrzeuge mit all ihren Funktionen in immer höherem Maße von einer stabilen Stromversorgung abhängen. Die Industrie hat das wachsende Problem erkannt und arbeitet an neuen Konzepten, die wir hier vorstellen.

Kein Meter ohne Strom

Wie sehr ein modernes Kraftfahrzeug von einer stabilen Energieversorgung abhängig ist, zeigt die Statistik der Pannenhelfer - mehr als 70% aller Pannen gehen auf das Konto der Bordelektrik.

Während noch vor ca. 20 Jahren die historischen Elektrokomponenten Fahrzeugbatterie, Anlasser, Lichtmaschine und Beleuchtung das Bild bestimmten, dreht sich heute kein Rad mehr ohne Elektronik.

Das beginnt bei der aus der Transistorzündung hervorgegangenen Motorsteuerung, die heute ein komplexeres Innenleben als ein moderner Personalcomputer aufweist (Abbildung 1) und endet bei sicherheitsrelevanten Systemen wie elektronischer Stabilitätskontrolle, ABS, elektronischem Brems- und Gaspedal noch lange nicht.

Zunehmend haben wir uns in Abhängigkeit von teilweise unter heutigen Gesichtspunkten relativ unzuverlässigen Energieversorgungssystemen an Bord unserer Fahrzeuge begeben. So mancher kommt

nach einer kalten Nacht gar nicht mehr in sein Fahrzeug hinein, da ist über Nacht plötzlich und rätselhaft die Batterie leer, und, und...

Auf der anderen Seite muß man auch sehen, daß die Anforderungen an das herkömmliche Bordnetz stetig gestiegen sind. Entnommene Leistungen von bis zu 1 kW sind heute keine Seltenheit mehr.

Dabei haben Generator und Batterie Schwerstarbeit zu leisten, denn sie müssen unter allen Bedingungen wie hohe und tiefe Temperaturen, Stop-and-Go-Verkehr,

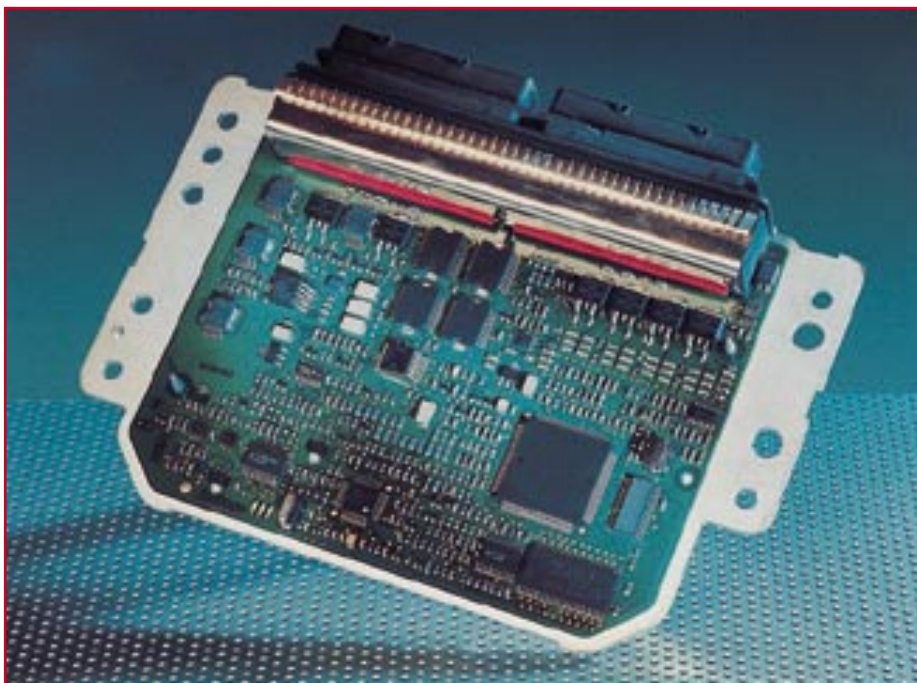


Bild 1: Moderne Motormanagementsysteme weisen den Leistungsumfang von Hochleistungs-PCs auf, benötigen aber auch eine stabile Stromversorgung unter allen Bedingungen. Foto: VDO

Stau, zusätzlich nachgerüstete Fahrzeugelektrik immer volle Leistung bringen, und das möglichst schon ab Leerlauf.

Kein Wunder, daß man in der Industrie mit Hochdruck an neuen Energieversorgungskonzepten arbeitet, die stets die volle elektrische Leistung unter allen Betriebsbedingungen zur Verfügung stellen.

Doppelherz

Die wohl ersten, die mit dem Problem in aller Härte, wenn auch selbstinszeniert, getroffen wurden, waren die Auto-HiFi-Freaks, die beim Betrieb ihrer oft mehrere kW starken HiFi-Anlagen schon einmal feststellen mußten, daß das Licht im Takt des Subwoofers flackerte und die Batterie nach einer halben Stunde Parkplatz-Show oder Stop-and-Go einfach leer war, zumal Hochleistungs-Endstufen mit Impulsbelastungen für das Bordnetz arbeiten, denen keine normale Kfz-Batterie gewachsen ist. Deshalb findet man bei den meisten dieser HiFi-Besessenen auch ganze Batterien von Pufferkondensatoren in der Nähe der Endstufen, die die Impulsspitzen auffangen.

Und wer sich dann mal tatsächlich bei einer der großen Car-HiFi-Shows wie bei D&W in Bochum umsieht, findet sie auch schon - die eigene Batterie für die HiFi-Anlage.

Und genau diesen Weg, wenn auch aus anderem Anlaß, geht die Industrie: Sie teilt zukünftig das Bordnetz auf in zwei Netze.

Während das eine primär für den sicheren Motorstart verantwortlich ist, stellt das zweite die Versorgung des Bordnetzes sicher. Dabei ist man in der Lage, Starter-

und Versorgungsbatterie speziell an ihre Aufgaben angepaßt zu konzipieren und so sogar unter dem Strich eine Gewichtersparnis, kürzere Kabelwege, eine geschütztere Unterbringung und andere Verbesserungen zugunsten der Bordnetzstabilität zu erreichen.

Die Verbindung zwischen diesen beiden Bordnetzen (Abbildung 2) erfolgt über ein sogenanntes Ladetrennmodul, das im normalen Fahrbetrieb beide Energiespeicher mit genügend Ladeenergie versorgt und beim Start beide Netze trennt, um einen sicheren Kaltstart mit hoher Leistung zu

erreichen. Da beim Start gleichzeitig die Motorsteuerung genügend Spannung aus dem zweiten Netz bezieht, hat man hier auch nicht mit den hinlänglich bekannten Problemen des Spannungseinbruchs beim Kaltstart zu kämpfen.

Kommt das 12V/36V-Netz?

Namentlich Bosch verfolgt zur Versorgung der mit immer höherem Leistungsbedarf auftretenden Fahrzeugelektrik, man denke nur daran, daß eine Mercedes-S-Klasse mit über 80 Elektromotoren bestückt ist, ein neues Konzept - das Zwei-Spannungs-Netz. Damit können Hochleistungsverbraucher wie gerade Stellmotoren mit einer höheren Spannung, sprich weniger Strom (dünnere und leichtere Kabel) versorgt werden, während die herkömmlichen 12V-Komponenten weiter mit 12 V arbeiten.

Das Netz besteht (ganz ähnlich wie in Abbildung 2 gezeigt) aus einer 12 V-Batterie und einer 36 V-Batterie. Diese werden über einen 42V-Generator gespeist, der die Verbraucher mit hohem Leistungsbedarf direkt bedient, darunter auch die Ladung der 36V-Batterie übernimmt. Die übrigen Verbraucher im zweiten Stromkreis (12 V) erhalten ihre Spannung über einen leistungsfähigen Spannungswandler, der dann auch das beim Zwei-Batterie-Konzept beschriebene Management zwischen den beiden Netzen übernimmt.

Damit ist der Weg frei für eine weitere Gewichtersparnis der Leistungskomponenten, man kann dünnere Kabel einsetzen, und die beschriebene Stabilität des Elektroniknetzes ist ebenfalls sichergestellt. Allein der Aufwand zur Stabilisierung der

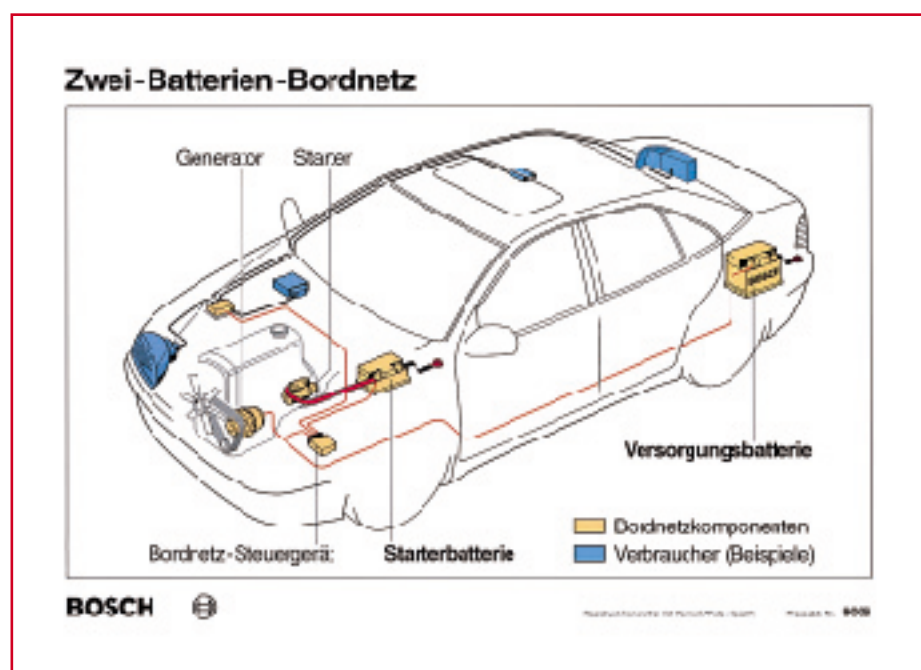


Bild 2: Das Zwei-Batterien-Bordnetz von Bosch im Überblick. Grafik: Bosch

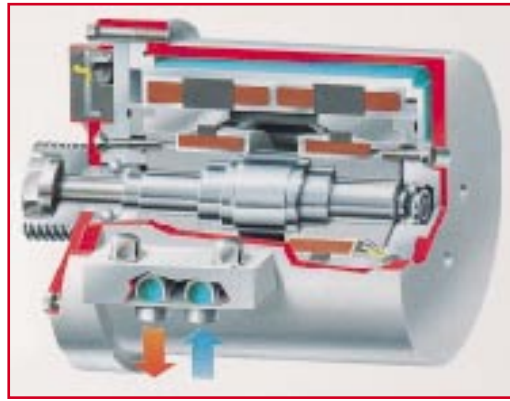


Bild 3: Die neuen, flüssigkeitsgekühlten Kompaktgeneratoren von Bosch sind kleiner, bringen mehr Leistung und laufen trotz erhöhter Drehzahl leiser. Foto/ Grafik: Bosch

Betriebsspannung z. B. der Motorsteuerung geht in zweistellige Prozentbereiche des Gesamtaufwands der Motorsteuerung, dieser kann dann ebenfalls deutlich gesenkt werden, dazu sinken umgesetzte Verlustleistungen.

150 A, wassergekühlt

Natürlich führt auch solch eine Netzteilung nicht am Problem vorbei, daß der ständig steigende Leistungsbedarf irgendwie befriedigt werden muß: unsere gute alte „Lichtmaschine“ wandelt sich langsam zum Kleinkraftwerk unter der Motorhaube. Während noch vor 25 Jahren 35 A im 12V-Netz ausreichen, spricht z. B. Bosch heute von einer durchschnittlich notwendigen Leistung von 70 A und zukünftigen 150 A Spitzenleistung.

Dies hat Folgen für die konstruktive Ausführung des Generators. Da er nicht größer werden darf, trotzdem mehr Leistung bringen soll, gerät man zunehmend in Not bezüglich steigender Verlustleistung und Wärmebelastung des Generators. Denn es wird nicht gerade leichter im modernen Motorraum - im Gegenteil, es wird enger und vor allem auch wärmer, da moderne Motorräume zur Senkung der Geräuschemission immer besser gekapselt werden. Entsprechend ist man mit der herkömmlichen

Luftkühlung des Generators am Ende der technischen Möglichkeiten angelangt, zumal die zur höheren Leistungsausbeute (besonders im Leerlauf) steigenden Drehzahlen des Generators auch aufgrund der Luftkühlung erheblich zum Gesamtgeräuschniveau des Motors beitragen.

Also greift man jetzt bei Bosch zu einem Mittel, das die Motorenbauer schon lange auch zur Senkung der Geräuschemission anwenden - man kapselt die bewegte Mechanik und kühlt das Ganze ebenfalls mit Wasser (Abbildung 3). Effekt: der Generator fällt kompakter aus, läuft deutlich leiser und ist nun nicht mehr abhängig von einem gut luftgekühlten Standort.

Die Wasserkühlung, die an den Motorstromkreislauf angeschlossen ist, dämpft zudem die Temperaturspitzen im Generator bei stehendem Auto. „Dies verlängert die Lebensdauer ebenso wie der Entfall der Kohlebürsten und Schleifringe bei diesem neuen Generatortyp“, schreibt Bosch dazu.

Interessanter Nebeneffekt vor allem bei direkteinspritzenden Turbodieselmotoren, die sowenig Verlustwärme produzieren, daß es oft nicht mehr zum Heizen des Fahrgastraums reicht - die Zusatzwärme von der Lichtmaschine wird ebenfalls dem Kühlkreislauf zugeführt und verbessert so die Wärmebilanz des Heizsystems.

All in One

Vor dem Hintergrund, Kraftstoffverbrauch und Emissionen bei gleichzeitig steigendem Leistungsbedarf weiter zu reduzieren, arbeiten die Techniker an völlig neuen Konzepten, die energiesparender und kleiner ausfallen sollen. So ist der herkömmliche Riementrieb des Generators eine gewichtige, anfällige und leistungsintensive Sache, also versucht man den immer wieder in der Automobiltechnik-Geschichte auftauchenden Traum zu verwirklichen, zum ersten riemenlos anzutreiben und zum zweiten die an sich wirkungsgleichen Maschinen Generator und Anlasser zusammenzufassen. Solche Ansätze gab es schon mehrfach, z. B. als „Dynastart“ bekannt. Bosch nimmt hier einen neuen Anlauf vor allem im Hinblick auf die Integration in Hybridfahrzeuge, also mit kombiniertem Elektro- und Verbrennungsmotorantrieb. Dabei faßt man Anlasser und Generator zusammen und bringt diese Maschine im Bereich Schwungrad/Getriebe unter. Dann könnten Anlasser und Generator bald so aussehen wie der in Abbildung 4 gezeigte Bosch-Asynchronmotor für Hybridfahrzeuge, der außer dem Antrieb auch noch die Funktion der Schwungmasse, des Starters und beim Bremsen des Generators übernimmt. **ELV**

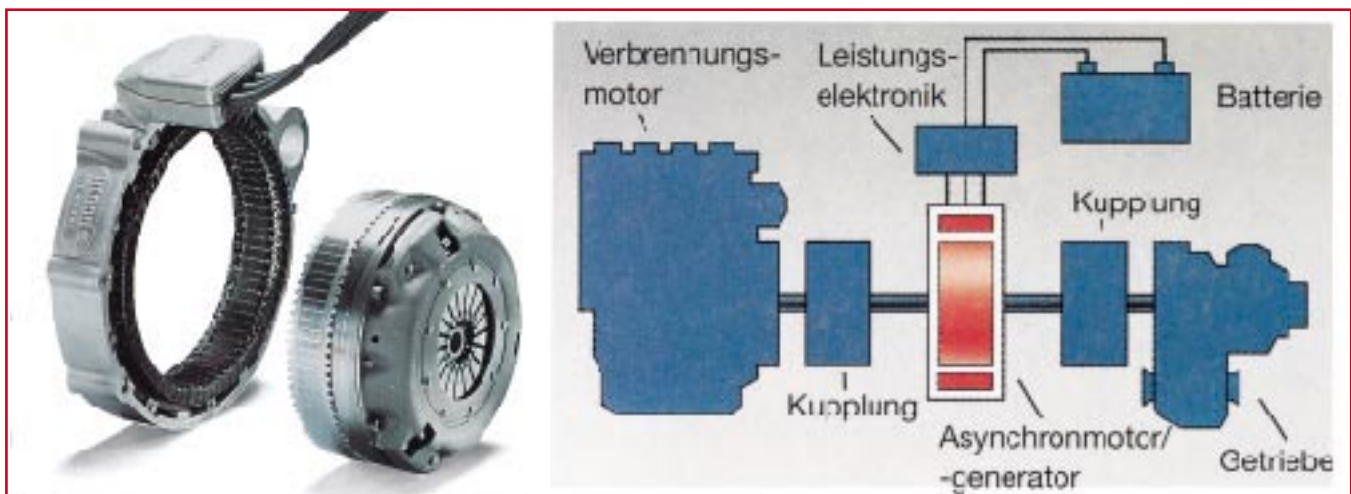


Bild 4: So kann die kombinierte Starter-/Generatormaschine in Zukunft aussehen - kompakt, direkt im Antriebsstrang angeordnet und je nach Bedarf als Generator, Anlasser oder gar Antrieb genutzt. Foto/Grafik: Bosch.