

## 15.03.2017 Hochspannende Frage: Ist 48 das neue 320?

Zitat Audi:

***Die im Raum stehende Erhöhung der Bordnetzspannung auf 48 V eröffnet neue Möglichkeiten in der Antriebstechnik. Vor allem für Verbraucher, die nur kurzzeitig eine hohe Leistung ziehen.***

Wie lange steht die Erhöhung der Bordnetzspannung eigentlich schon im Raum? Wenn wir die Uhr um 20 Jahre zurückdrehen, stoßen wir auf den sogenannten Kurbelwellen-Starter-Generator KSG. Dieser sollte sowohl den Generator als auch den Starter ersetzen. Das Spannungsniveau betrug damals bereits 36 Volt, allerdings nicht in Verbindung mit Lithium-Ionen-Batterien sondern mit schnöden Blei-Akkus.

### **KSG-Vorteile**

Der KSG in Verbindung mit 36 Volt hatte eine Reihe von Vorteilen für die bereits damals wichtigen Verbrauchsabsenkungen.

- Der KSG unterstützt eine etwaige Start-Stopp-Automatik durch den leisen und schnellen Motorstart. Ein übermäßiger Verschleiß bei häufigen Startvorgängen war nicht zu befürchten.
- Der Wirkungsgrad eines KSG liegt in der Größenordnung von 80 Prozent, die damals üblichen Generatoren lagen bei 55 Prozent.
- Mit der maximalen Leistung von 15 bis 20 kW konnte man immerhin elektrisch rangieren und kleinere Strecken zurücklegen, z.B. aus der Tiefgarage heraus.
- Die Leistung des KSG und das 36-Volt-Bordnetz ermöglichten eine effiziente Rekuperation.
- Der Wirkungsgrad des gesamten Bordnetzes ist mit 36 Volt deutlich besser, was sich positiv auf Wirkungsgrad, Gewicht und Kosten auswirkt.

Trotz aller positiven Merkmale konnten sich weder der KSG noch das 36 Volt Bordnetz durchsetzen. Hoher Aufwand und technische Probleme bereiteten diesem hoffnungsvollen Ansatz den Garaus.

### **Positive Aspekte von 48 Volt**

Welche Vorteile, die über die des KSG hinausgehen, versprechen sich Audi und diverse andere von einem 48 Volt Bordnetz?

- Das größte Plus eines heutigen Systems ist die Li-Ion-Batterie. Sie besitzt wesentlich mehr Kapazität als eine Bleibatterie und ist viel öfter zyklisierbar.
- Um beeindruckende 15 Prozent soll der Verbrauch zurückgehen.
- Wegen der Li-Ion-Batterie und der nochmals höheren Spannung eignet sich das System als Hybridantrieb, wenn auch auf bescheidenem Leistungsniveau.
- Eine Zulassung als Plug-In-Hybridfahrzeug honoriert der Staat beim Kauf mit 3.000 Euro.
- Eine steigende Anzahl elektrisch bedarfsorientiert angetriebener Nebenaggregate profitiert von der hohen Spannung und dem guten Wirkungsgrad.
- Insbesondere gilt das für Nebenaggregate mit hoher Leistung, z.B. elektro-mechanische Lenkung und elektrischer Lader. Leitungen, Steuergeräte und die Aggregate selbst sind erheblich kostengünstiger.

Warum hat die Einführung eigentlich so lange gedauert? Hat die Sache nicht doch einen Pferdefuß? Doch, hat sie.

Der größte negative Aspekt ist die niedrige Leistung der Elektromaschine im Vergleich zu anderen Plug-In-Hybriden. Die Beschränkung auf 48 Volt geschieht unter dem Aspekt Berührungssicherheit. Unter 60 Volt ist eine Berührung leitender Elemente ungefährlich. Leider verschlechtert sich der Wirkungsgrad mit steigendem Strom exponentiell. Das bedeutet bei hoher Leistung dicke Leitungen, teure Steuergeräte und eine starke Wärmeentwicklung.

### **Vorteil hoher Leistung**

Aus diesem Grund besitzen Plug-In-Hybride in der Regel Spannungen deutlich über 200 Volt. (Die Spannung von 240 Volt in der Überschrift ist willkürlich gewählt.) Zum Beispiel arbeitet VW beim Passat GTE mit einer Spannung von 352 Volt. Unter einer Berücksichtigung eines Wirkungsgrads von 70 Prozent erfordert die Leistung von 85 kW einen Strom von ca. 350 A. In Kombination mit 48 Volt erreicht man beim selben Wirkungsgrad lediglich rund 12 kW! Um eine akzeptable Leistung von etwa 30 kW zu erzeugen fließt ein Strom von mindestens 1.000 Ampere. Wicklungen, Leitungsquerschnitte und Halbleiter nehmen da beachtliche Ausmaße an. Und der Einsatz der vollen Leistung muss dosiert erfolgen, um das System trotz Wasserkühlung aller Elemente thermisch nicht zu überlasten. Die ganze Bandbreite des Hybridmodus steht also nicht permanent zur Verfügung.

Dabei wurde der größte Nachteil der niedrigen Leistung noch nicht erwähnt, die mangelhafte Unterstützung des Verbrennungsmotors durch den Elektroantrieb. Eine leistungsfähige Elektromaschine kann zusammen mit einem relativ schwachen Verbrennungsmotor dem Fahrzeug trotzdem zu respektablen Fahrleistungen verhelfen. Der genannte VW Passat GTE besitzt einen Verbrennungsmotor mit 115 kW. Ohne Unterstützung durch den Elektromotor mit 85 kW benötigt er für die Beschleunigung auf 100 km/h etwa 9 Sekunden. Hilft die Elektromaschine mit, schafft er es in 7,4 Sekunden. Um diese Zeit ohne Hilfe von Elektronen zu erreichen, müsste der Verbrennungsmotor mindestens 150 bis 200 kW aufweisen. Der wäre nicht nur schwerer und teurer, sondern würde auch erheblich mehr verbrauchen. Bei einem ehrlichen Verbrauchsvergleich dürfte man also nicht einfach ein Fahrzeug mit identischem Verbrennungsmotor heranziehen, sondern muss eines mit ähnlichen Beschleunigungswerten nehmen. Zu den 20 Prozent Verbesserung durch den Hybridantrieb gesellen sich dann noch mindestens weitere 20 Prozent.

### **Fazit**

Ein Plug-In-Antrieb auf Basis 48 Volt ist nur die halbe Miete. Das volle Potential der zwei Herzen erreicht der Plug-In Hybrid erst bei hohen Spannungen. Wenn es dann noch gelingt, den Elektroantrieb vom Verbrennungsmotor zu entkoppeln, wie das beim BMW 225 xe Active Tourer der Fall ist, schlägt man mehrere Fliegen mit einer Klappe. Die elektrifizierte Hinterachse ermöglicht Allradantrieb, und die Leitungen von der Batterie zur E-Maschine sind kurz.

Die Zeit wird zeigen, welches Konzept sich durchsetzt. Es bleibt spannend.

**Jacob Jacobson**