

Ann Lasser und die Licht Maschine

Ein Roman aus der Pre-Beaming-Era

Die Zeiten, in denen ein Dynamo zur Stromversorgung der elektrischen Verbraucher eines Automobils ausreichte, sind lange vorbei.

Doch auch die fremderregten Gleichstrom - Kollektormaschinen stießen mit dem Einzug einer zunehmenden Zahl elektrisch betriebener Fahrzeugleuchten und Aggregate im KFZ bald an ihre Grenzen:

Der wachsende Leistungsbedarf der elektrischen Verbraucher im Fahrzeug und die Spannungsverluste auf den elektrischen Versorgungsleitungen im Fahrzeug zwangen die Fahrzeugkonstrukteure bereits in den frühen 60-er Jahren zum Wechsel von der damals üblichen Bordnetzspannung mit 6 Volt auf das bis heute eingesetzte 12 Volt/14,4 Volt PKW-Bordnetz. - Bei Nutzfahrzeugen sind heute 24 V-Bordnetze die Norm.

Zwar wurden in den nachfolgenden Jahrzehnten die elektrischen Stromgeneratoren immer weiter verbessert, doch hielt die Leistungsfähigkeit der bis heute meist eingesetzten Klauenpol-Drehstromlichtmaschine mit Halbleiter-Gleichrichterbrücke mit der erheblich gestiegenen Anzahl elektrischer Verbraucher im Fahrzeug und deren rasant angewachsenem Leistungshunger nicht mit.

In der Folge konnten viele der mit dem Fahrzeugkomfort hinzugekommen, elektrisch betriebenen Funktionen nur durch ein ausgeklügeltes Leistungs- und Energiemanagement in Betrieb gehalten werden, das die vom Stromgenerator und dem Fahrzeugakku begrenzt zur Verfügung gestellte mittlere Dauerleistung, die heute jedoch nur einen Bruchteil der im Fahrzeug installierten Verbraucherleistung beträgt, wenigstens für die meiste Zeit noch ausreichte.

Zur Winterzeit, bei großer Kälte und langen Dunkelphasen, die zur Fahrt mit eingeschalteter Beleuchtung zwingen, zeigen sich dann, insbesondere bei älteren Fahrzeugbatterien, sehr bald die Grenzen dieser Technik, was sich bei chronischer Überlastung dann als Aggregate- oder Batteriedefekte, z.B. in den Pannenstatistiken des ADAC niederschlägt.

Durch neue Ansätze, verbunden mit einem Wechsel vom bisherigen 12 V/14,4 V-Bordnetz zu einem Versorgungsnetz mit 36 V/42 V-Bordspannung, sowie den Einsatz völlig neuer Stromerzeugungskonzepte will die Fahrzeugindustrie dem zukünftig noch weiter steigenden elektrischen Leistungsbedarf gerecht werden.

Die für den antreibenden Keilriemen sinnvollen Grenzen für die bisherige Technik liegen bei etwa 4 kW.

Treibende Faktoren für die Einführung des 42 V-Bordnetzes sind vor allem die weitgehende Ablösung hydraulischer und mechanischer Systeme durch den Gesamtwirkungsgrad steigernde elektrische Systeme. Dies soll sich letztlich dann auch in den Zahlen des Kraftstoffverbrauches positiv niederschlagen.

Bei den heutigen Plattformkonzepten der Fahrzeughersteller spielen aber natürlich auch Kostenvorteile, wie etwa dem nach einem einfachen Wechsel des Lenkrades von Rechts- auf Linksverkehr, durch die sich neu ergebenden Designerfreiräume für die Anordnung von programmierbaren, elektrischen Signalgebern für die Funktionen des Lenkrades, die Kupplungs- u. Bremspedale oder den Schaltungsknüppel ("Joystick"), sowie der Wunsch nach weiteren Komfort- und Sicherheitsfunktionen eine wichtige Rolle.

Bei nahezu allen Fahrzeugherstellern und Zulieferbetrieben arbeitet man mit Hochdruck an der Einführung z.B. der folgenden Systeme:

ANN LASSER UND DIE LICHT MASCHINE - EIN ROMAN AUS DER PRE-BEAMING ÄREA

- X- By-Wire-Technik (Ersatz hydraulischer Systeme für Bremse und Lenkung durch elektrische Systeme; Die elektronischen Geber erteilen digitale Steuerbefehlsketten die über serielle Datennetze im Fahrzeug mit der zugehörigen Aktuatorik kommunizieren.
- Piezoelektrische, elektrodynamische oder direktangetriebene Ventilsteuerungen für die Verbrennungsmaschine ermöglichen weitere Optimierungen bei Kraftstoffverbrauch und Abgassituation
- Elektrische Kat.-Heizung (zur Erfüllung der neuesten Abgasnormen auch beim Kaltstart)
- auch die beheizbare Frontscheibe soll es zukünftig geben
- Bedarfsabhängig elektronisch präzise geregelter, elektrischer Antrieb der Pumpen für Kühlwasser und Klimakompressor vermeidet die technisch sehr ungünstige ständige Kopplung an die Motordrehzahl
- Elektronisch gesteuerte Dämpfersysteme im Fahrwerk ermöglichen eine statisch an den Fahrer und dynamisch an die Fahrsituation angepasste Trimmung des Fahrwerks
- IR-Nachtsichteinrichtung und Voraus-Radar sind weitere Entwicklungen
- Verkehrstelematik, Navigation und Infotainmentangebote sollen den Fahrer unterstützen
- mit dem Head-Up Display sollen bisherige Konsoleninstrumente und Anzeigen in das Gesichtsfeld auf der Windschutzscheibe gespiegelt werden. - So bleiben die Augen des Fahrers besser am Fahrgeschehen.
- ...

Doch all diese, hier nur bis zum Jahr 2005 berücksichtigten, Neuerungen benötigen elektrische Energie. Hochrechnungen gehen inzwischen von einem mittleren Bedarf von, je nach Fahrzeugklasse etwa 5 kW bis 8 kW aus.

Dies ist mit der bisherigen Technik nicht mehr zu machen, auch die bisherigen Bordnetzstrukturen sind für ein derartiges Leistungsniveau dann untauglich.

Mit neuartigen Stromerzeugern direkt an der Kurbelwelle soll der elektrische Leistungshunger zukünftiger Fahrzeuggenerationen gestillt werden. - Mit einer Doppelfunktion auch als leistungsfähiger Motorschnellstarter werden der bisherige Anlasser und die Schwungscheibe im Motorraum ersetzt.

Solche Kurbelwellen-Starter-Generatoren (KSG), im angelsächsischen Sprachgebrauch auch Camshaft Starter Alternator (CSA) genannt, haben das Potential diese Aufgaben ausgezeichnet zu erfüllen.

Die wassergekühlte E-Maschine wird von einem elektronischen Stromrichter gesteuert. Dieser macht aus der E-Maschine mit Hilfe der 36 V/42 V - Fahrzeugbatterie entweder eine sehr drehmomentstarke, drehzahlgeregelte Antriebsmaschine, oder nutzt die Maschine als leistungsstarken Drehfeldgenerator, zum laden der FZ-Batterie und zur Speisung der Bordverbraucher, während der Stromrichter als hocheffizienter phasensynchron gesteuerter Drehstromgleichrichter arbeitet.

Selbst bei niedrigen Drehzahlen erreichen derartige Konzepte Wirkungsgrade von über 80 %, sind der herkömmlichen Klauenpolmaschine damit weit überlegen.

In der Motorbetriebsart könnte eine solche E-Maschine - etwa in Hybridkonzepten um eine weitere Kupplung ergänzt - auch parallel mit der Verbrennungsmaschine, im Tandembetrieb aus einem elektrischen Energiespeicher arbeiten.

ANN LASSER UND DIE LICHT MASCHINE - EIN ROMAN AUS DER PRE-BEAMING ÄREA

Ein "Boostbetrieb" für hohe Startbeschleunigungen im Stadtverkehr, bei sonst verringerter Verbrennerleistung, käme insgesamt dem Kraftstoffverbrauch sehr entgegen, da Spitzenleistungen i.A. nur sehr kurzfristig benötigt werden.

Die folgende Tabelle gibt einen orientierenden Überblick über die Möglichkeiten eines KSG - Systems:

1. Starter für die Verbrennungsmaschine
2. Leistungsfähiger Drehstromgenerator und Gleichrichter der 10 KW-Klasse (statt bisher nur ca. 0,6 ...1,2 KW)
3. Effizienzsteigerung von gemittelt etwa 25 % - 45 % auf 75 % - 85 %. Jedes Kilowatt erzeugter elektrischer Leistung mußte bisher mit einem Verbrauchsequivalent von etwa 1,5 l/100km (Benzin) bis 1,7l/100km (Diesel), bezogen auf den innerstädtischen NEFZ-Fahrzyklus, bezahlt werden.
4. Energieerzeugung auch beim Nutzbremsen (Rekuperation) möglich
5. BOOST-Betrieb, d.h. die Möglichkeit zur Bündelung der Antriebskräfte von E-Maschine und Verbrenner
6. Sehr leiser Quickstart in unter 0,5 sec, erlaubt im innerstädtischen Start - Stopbetrieb eine Kraftstoffeinsparung von bis zu 20%
7. Elektronische Schwingungskompensation auf dem Antriebsstrang zur Laufberuhigung und Getriebeschonung durch Synchronisation
8. Gewichtseinsparung: Eine Gewichtseinsparung von 100 kg macht sich z.B. als Minderverbrauch von etwa 0.34 l/100km bemerkbar
9. Wegfall der Keilriemen im Motorraum, deren Verschleiß + Leistungsverlust von bis zu 15%
10. Gesteigerter Gesamtwirkungsgrad des Fahrzeugs reduziert den benötigten Energiebedarf (=Kraftstoffverbrauch)

Das DynaStart genannte System der Fa. Mannesmann/Sachs, heute FZ - Sachs, ist ein solches KSG-System.

Die GKEC hat sich in im Auftrag der MANNESMANN Pilotentwicklung, München im Zusammenhang mit dem DynaStart-Projekt seinerzeit intensiv mit der vielschichtigen Materie der Energieversorgung im KFZ beschäftigt. - In einer Reihe von Studien zu den Themen der On-Board Generierung und Energiespeicherung und der möglichen Topologien für eine intelligente Leistungsverteilung im hybriden 14,4 V/42 V-Bordnetz wurden von GKEC die systemischen Aspekte im KFZ sowie einige Auslegungsfragen für das KSG-System bis ins Detail untersucht und spezielle Lösungen dafür erarbeitet.

Eine Alternative zu den Kurbelwellen-Starter-Generatoren könnten langfristig auch Brennstoffzellensysteme bieten. Brennstoffzellen wandeln in einer sogenannten "kalten Verbrennung" das Brenngas Wasserstoff zusammen mit dem Luftsauerstoff unter direkter Abgabe von elektrischem Gleichstrom und Wärme in Wasserdampf um.

Das zum Betrieb der Brennstoffzelle notwendige Wasserstoffgas könnte durch einen chemischen Reformierungsprozess aus dem Kraftstoff für den Verbrennungsmotor gewonnen werden (wodurch dann

ANN LASSER UND DIE LICHT MASCHINE - EIN ROMAN AUS DER PRE-BEAMING AREA

aber auch das Treibhausgas Kohlendioxid freigesetzt wird), oder aus Gasspeichern auch direkt zur Anwendung kommen.

Derartige BZ-basierte Fahrzeugstromversorgungen, auch "Auxiliary Power Units" (APU) genannt, werden zukünftig sicher zur Anwendung kommen. - Im Versuchsbetrieb sind inzwischen bereits einige Jahre lang elektrisch angetriebene Busse mit Wasserstoff BZ-Technik an Bord (z.B. in Hamburg im Liniendienst und auf dem Flughafen in München) im Einsatz.

Als Haupthindernisse für den Einsatz der Brennstoffzellentechnologie bestehen heute noch fort:

- a) der hohe Preis für den gefertigten Zellenstack und
- b) die je nach Kraftstoffart z.T. recht aufwendige Reformerbaugruppe,
- c) das bei direkter Wasserstoffnutzung notwendige Speichersystem für die hochdichte Speicherung des Wasserstoffgases

Die GKEC ist seit Jahren für Klienten aus dem Forschungs- und Anwendungsbereich der Wasserstoff- & Brennstoffzellentechnik tätig. Sowohl im Bereich der Gas-Sensorik wie auch im Bereich der Leistungselektronik wurden im Labor der GKEC schon spezielle Lösungen für den Wasserstoffbereich erfolgreich entwickelt und realisiert.

Übrigens...

In Deutschland sind etwa 40 Mio. Fahrzeuge zugelassen. Deren 12 V Batterien haben im Durchschnitt etwa 50 Ah an elektrischer Kapazität, speichern also etwa 0.6 kWh Energie. In der Summe sind dies 24 GWh (Gigawattstunden).

Erzeugt werden diese Energien mit herkömmlichen Lichtmaschinen in einer installierten Leistung von etwa 60 GW.

Dies entspricht rein rechnerisch etwa 80% der Kraftwerksleistung der öffentlichen Stromversorgung in Deutschland!

(Ausgerechnet hat dies einmal Prof. Dr.-Ing. U. Wagner, LS für Energiewirtschaft und Kraftwerkstechnik, TU München;

Quelle: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 8/99, Seite 521 ff)