



Honda Insight Hybrid Concept

Mobilitätsbranche unter Strom

Die aktuelle Wirtschaftskrise beschleunigt Maßnahmen weg von einer vagen CO₂-Diskussion hin zu einer von der Politik flankierten, klar fokussierten Vorwärtsstrategie der Automobilindustrie. Dabei geht es nicht nur um eine auf Nachhaltigkeit ausgelegte Mobilität der Zukunft, sondern auch um Erhalt und Steigerung des Spaßfaktors beim Fahren. Dabei sind eine ganze Reihe von Herkules-Aufgaben zu bewältigen. So ist die Stabilisierung des elektrischen Speicherprozesses in einem fahrenden System ebenso fordernd wie vor 100 Jahren die Stabilisierung des thermodynamischen Verbrennungsprozesses.

Von ULRICH W. SCHIEFER¹

Die Regierungen der großen Industrienationen sind sich ganz offensichtlich darin einig, dass Innovationen der Automobilindustrie helfen, um aus der Krise herauszukommen. Ein Beleg dafür ist die soeben verabschiedete EU-Verordnung für den Flottenausstoß der Fahrzeughersteller, in deren Nachlauf länder- und herstellerspezifisch monetäre Unterstützungspakete zur Erreichung der Ziele bereitgestellt werden.

¹⁾ Der Autor ist Geschäftsführer der Attrack GmbH mit Sitz in Kornwestheim

Technologischer Durchbruch statt Verschiebung der Emissionsziele ist hier das Motto. In diesem Gesetzespaket werden Flottengrenzwerte für den CO₂-Ausstoß definiert. Gleichzeitig sind die monetären Sanktionen geregelt, mit denen Überschreitungen geahndet werden.

Eine „Penalty“-Formel weist dem CO₂-Ausstoß in Straßenfahrzeugen jetzt zusätzliche Kosten zu. Diese Kosten werden in die produktbezogene Wirtschaftlichkeitsrechnung einzubeziehen sein, und zwar sowohl auf der Ebene der



Bilder: Honda, Tesla Motors, Wikimedia

Artemis und Apollo wollen Herakles (dt. Herkules) der kerynitische Hirsch wegnehmen (Attische Vase 530–520 v. Chr., heute im Louvre).

Die Stabilisierung des elektrischen Speicherprozesses in einem fahrenden System stellt eine Herkules-Aufgabe dar, die der Stabilisierung des thermodynamischen Verbrennungsprozesses vor 100 Jahren in nichts nachsteht.

Hersteller als auch bei der Berechnung der „Total Cost of Ownership“ für den Endkunden. Kritisch ist anzumerken, dass die Gewichtsabhängigkeit der CO₂-Formel den Fahrzeugleichtbau nicht zwangsläufig unterstützt und dazu führen kann, dass die Aufgabe von Leichtbauzielen zugunsten reduzierter Anforderungen an die Abgasentgiftung zu besseren betriebswirtschaftlichen Ergebnissen führt.

Drei Richtungen, ein Ziel

Die Automobilindustrie unternimmt derzeit massive Anstrengungen im Wesentlichen in drei Stoßrichtungen:



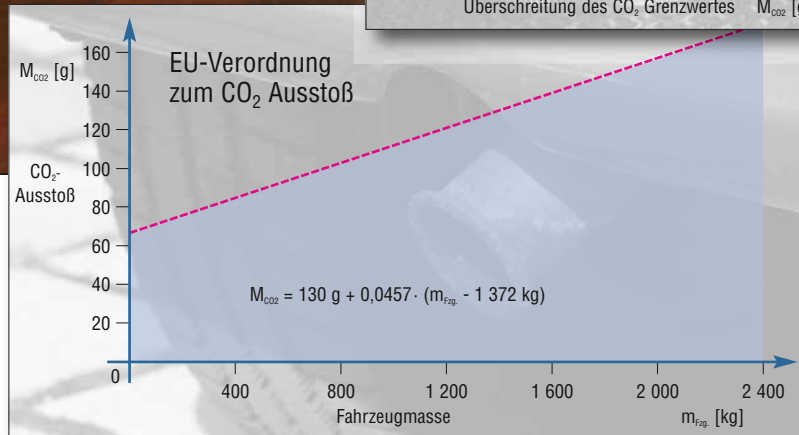
Im Gegensatz zu den wenig ansprechenden Spar- und Verzichtsentwürfen der Vorjahre räumte der Tesla Roadster in einem ersten Wurf das Vorurteil aus dem Weg, dass Elektrofahrzeuge unpraktische, unsichere und kurzatmige Spaßtöter seien.

1. Verbesserung des Stands der Technik.

In diesem Bereich gibt es die Entwicklungstrends „Downsizing“ und neuerdings auch sogenannte „Low-Rev“-Konzepte. Das zügige Vorschreiten der Aufladetechnik führt zu einem neuen Zielkompromiss, der vereinfacht lautet: Aufladung kompensiert kleineren Hubraum und kleinere Zylinderzahl. Speziell beim Diesel sind „LowRev“-Konzepte, also die Herstellung der Fahrbarkeit bei extrem niedrigen Drehzahlen, ein vielversprechender Weg. Diese Konzepte bergen insofern Vorteile, weil die verbrauchsbestimmenden Wärmeverluste infolge der niedrigen Verbrennungstemperatur niedrig und die abführenden Flächen bedingt durch das Downsizing kleiner sind.

2. Hybridisierung. Der Begriff steht für die Hinzunahme einer zweiten Antriebsmaschine zum Verbrennungsmotor, meist eines Elektromotors. Diese Technik wurde von japanischen Herstellern zur Serienreife gebracht. Mittlerweile wurde eine Vielzahl möglicher Kombinationen von Verbrennungsmotoren mit E-Motoren veröffentlicht. Entgegen üblicher Lesart soll hier erstmals nach der Motivation des Fahrzeugherstellers differenziert werden und nicht nach der Momenten- und Energiefluss-Topologie.

Nachträglich adaptierte Hybridfunktionen. Smart ist mit einem zusammen mit Valeo entwickelten Microhybrid Kit früh an den Markt gegangen. Durch entsprechende Auslegung von Batterie, Generator und Anlasser wird hier in einem sonst weitgehend unmodifizierten Serienstrang die Start-Stopp-Funktion mit einer moderaten Rekuperation (Energierückführung während der Bremsvorgänge) verbunden.



BMW hat als Ableitung aus der Hybridtechnik, die in der Kooperation mit Daimler und GM entstand, ein Getriebe entwickelt, das in den Gehäusedimensionen eines Wandlergetriebes eine Parallel-Hybridfunktionalität aufweist. Generisch steht dieses Beispiel für die Option, nur eine Komponente aus einem konventionellen Antriebsstrang zu entnehmen und mit der kompletten Hybridfunktion auszustatten, so dass das „Hybridgetriebe“ wie eine weitere Getriebevariante ohne größere Fahrzeugmodifikation verbaut werden kann. Bei den nicht-japanischen Herstellern wurde dieses „Prinzip der zwei Herzen“ erst spät aufgegriffen. Zu Beginn vermutete man zu hohe Kosten und schlechtere Performance als beim Diesel. Mittlerweile arbeiten alle Hersteller an hybridisierten Fahrzeugvarianten.

Speziell für den Hybridantrieb gebaute Fahrzeuge. Der neue Chevy Volt, der 2010 auf den Markt kommen soll, ist ein Beispiel für einen Plug-in-Hybrid, bei dem ein E-Antrieb die Traktion übernimmt und ein Verbrennungsmotor nach Erreichen eines kritischen Ladezustandes anspringt und die Batterie lädt. Im Sleeping Mode wird die Batterie durch Anschluss ans Stromnetz geladen. Bemerkenswert ist, dass die Batterie einen Ladestrom von bis zu 3,3 kW verträgt. Dem Verbrennungsmotor kommt dabei eine wichtige Rolle zu, weil alternative Reichweiten-

Verlängerer („Range Extender“), wie die Brennstoffzelle, noch am Anfang ihrer Entwicklung stehen und die Hürde einer erst noch aufzubauenden Wasserstoff Supply Chain zu nehmen ist.

3. Vollelektronantrieb. In jüngerer Vergangenheit ist der reine E-Antrieb stark in das öffentliche Interesse gerückt. Mit erheblichem publizistischen Aufwand wurde über Pilotprojekte meist großer Automobilhersteller, wie der Smart-Flottentest von Daimler in London, berichtet. Auslösend für den Techniktrend wirkten die technischen Fortschritte in der Batterietechnik, die vor allem aus dem Bereich der portablen IT-Einheiten herrührt. Eine Investorengruppe aus dem Silicon Valley finanzierte mit dem Tesla Roadster ein erstes Projekt, bei dem ein britischer Leichtsportwagen mit einem E-Antrieb ausgestattet wurde. Im Gegensatz zu den wenig ansprechenden Spar- und Verzichtsentwürfen der Vorjahre räumte Tesla in einem ersten Wurf das Vorurteil aus dem Weg, dass Elektrofahrzeuge unpraktische, unsichere und kurzatmige Spaßtöter seien.

In ein Umfeld „explodierender“ Laptop-Batterien hineingeboren, überwoh die Hoffnung auf einen neuen nachhaltigen Durchbruch für die Mobilität des Menschen. Diese Geburtswehen haben sogar die Hoffnung der Batteriehersteller auf den riesigen Mobilitätsmarkt und damit auch die Problemlösung massiv beschleunigt. Dies darf aber

nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Stabilisierung des elektrischen Speicherprozesses in einem fahrenden System eine Herkules-Aufgabe ist, die der Stabilisierung des thermodynamischen Verbrennungsprozesses vor 100 Jahren in nichts nachsteht.

Zwei Konkurrenten Seit' an Seit'

Elektro- und Verbrennungsmotor stehen bereits seit der Erfindung des Automobils in Konkurrenz zueinander. Zunächst sah es sogar so aus, als ob der E-Motor das Rennen um den Antrieb des Automobils machen würde.

Einige der frühen Radfahrzeug-Weltrekorde wurden mit E-getriebenen Fahrzeugen aufgestellt. Im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts wurden für Lieferfahrten häufig Pferdegewanne durch Elektrokarren ersetzt.

Das Rennen um die 1. Generation der Straßenfahrzeugantriebe gewann der Verbrennungsmotor mit massiver Geburtshilfe aus dem Elektrolager: Erst

die moderne Zündanlage von Bosch mit der Zündkerze als Flamminitiator sorgte für die Beherrschung und Nutzbarmachung des Verbrennungsprozesses und spielte fortan die Rolle des „Herzschrittmachers“ für den Motor.

Wenn sich beim Bremsen der Tank füllt

Der schlechte Wirkungsgrad, mit derer als Traktionsmotor eingesetzte Verbrennungsmotor für die vielen elektrischen Verbraucher vor allem aus dem Komfortbereich des Automobils Strom erzeugt, legt nahe, über andere Formen der Stromerzeugung nachzudenken, oder gar elektrische Energie direkt zu speichern. Spätestens wenn dann auch noch die Traktion elektrisch erfolgt, stellt sich die Frage nach der Reichweite. Und hier wird der verloren geglaubte Verbrennungsmotor wahrscheinlich auf lange Sicht als Range Extender von zentraler Bedeutung sein, weil die Batterieindustrie auf absehbare Zeit den Speicherbedarf auf rein elektrochemischer Basis nicht abdecken kann.

Neben dem einfacheren Aufbau, einer vereinfachten Regelbarkeit, einem grundsätzlich höheren Wirkungsgrad liegt das größte Potenzial des E-Antriebs in der sogenannten Rekuperation. Rekuperation steht für Rückgewinnung der Bremsenergie. Auf den Verbrennungsmotor übertragen, müsste sich beim Bremsen der Tank füllen, was natürlich nicht machbar ist. Die volle Rückspeicherung der Bremsenergie entspricht der Forderung nach einem vollständig reversiblen Prozess. Doch dazu muss die Batterie vom trägen Plattenspeicher zum „doppelwirkenden chemischen Kraftwerk“ mutieren.

Wohin die Reise geht

Bisher wurde von der Batterie im Auto hauptsächlich gefordert, dass sie bei kalten Umgebungsbedingungen einen, bedingt durch zähe Schmierstoffe, schwer drehenden Verbrennungsmotor möglichst oft sicher zur Anspringdrehzahl bringen kann. Die Größe der Zusatzaufgaben an die Batterie in Form der Rückspeisefähigkeit sowie der extrem vergrößerten Kapazität sind die Gründe dafür, warum wir nicht davon ausgehen können, dass der Übergang vom Verbrennungsmotor hin zum E-Motor so ohne weiteres gelingt. Stattdessen ist die Automobilindustrie als

Zwischenschritt auf den Hybridantrieb angewiesen.

Der Fahrzeugmarkt wird sich in naher Zukunft in Richtung einer neuen Dimension ausdifferenzieren, und zwar in Hinsicht auf Reichweite. Vor allem Kurzstreckenzubringer(Commuter) und Fahrzeuge zum Befahren restriktiver Umweltsperren sind schon kurzfristig sehr attraktive Einsatzfelder für die vollelektrische Traktion. Vielfältige statistische Erhebungen weisen darauf hin, dass der typische Weg von und zur Arbeitsstelle in Reichweitenbereichen liegt, die bereits heute mit reinen Elektrofahrzeugen zu bewältigen wären. Prohibitive Einschränkungen der Mobilität (etwa die London City Maut) werden außerordentliche Treiber für Kaufentscheidungen sein. Aber selbst für kurze Reichweiten bleiben die Batteriekosten eine vorerst nicht leicht zu überspringende Hürde.

Die Auswertung der Energieverbrauchsangaben von E-Fahrzeugen gibt eine von Fahrprofil und Fahrzeugkonfiguration abhängige Bandbreite von 10 bis 40 kWh für 100 km Fahrstrecke aus. Die Kosten von großen Li-Ionen-Traktionsbatterien werden heute zwischen 500 und 2 000 Euro/kWh angegeben, wobei der untere Wert eher bei der reinen Batteriezelle ansetzt und der obere die komplette Peripherie (Batteriemanagement, Kühlung und anderes) umfasst. Damit ergeben sich Batteriekosten von 5 000 bis zu 60 000 Euro pro Fahrzeug. Kleine Mobilbatterien beispielsweise für die Telekommunikation liegen bei etwa 300 Euro/kWh. Diese Zahl kann aber nur einen ersten Anhalt für das Kostenpotenzial der Traktionsbatterie geben, weil Economy of Scale und Zusatzaufwand für die thermische Bewältigung sehr großer Ströme gegenläufige Effekte sind. Wir müssen also davon ausgehen, dass die Total Cost of Ownership in Zukunft neben den Energiebeschaffungskosten einen zusätzlichen Betrag aufweist, nämlich den der Energiespeicherkosten. Und diese werden eher höher liegen als die Energiebeschaffungskosten. Wir werden auf den Straßen zuerst den kleinen, leichten Cityflitzer mit begrenzter Reichweite sehen und das hochpreisige Premiumfahrzeug mit einem teuren chemischen Hightech-Speicher. Ein nennenswerte Durchdringung in der ganzen Breite der Fahrzeugklassen wird sicherlich noch mindestens zehn Jahre benötigen.



Große Chance für Virtual Reality

Bei den neuen Antriebstechnologien zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes wird speziell das Hybridfahrzeug in der Komplexität über dem heute bekannten Niveau liegen. Mehr Komponenten, schwere Einzelmassen, komplexe Geometrien, höhere Packungsdichte und sehr unterschiedliche physikalische Anforderungen sind ein Gemisch von hoher Entwicklungsbranzanz. Der heute von allen Herstellern bereits eingeschlagene Weg der virtuellen Fahrzeugintegration wird beschleunigt beschritten werden müssen.

Gerade im Bereich der Virtual Reality und der Augmented Reality können noch kurzfristig Potenziale gehoben werden, um diesen Komplexitätssprung zu bewältigen. Das Bild deutet vor allem auch die Chancen der Kosten- und Zeiteinsparung im Bereich der Zusammenbauoptimierung an. Mehr hierzu unter www.icido.de