

# 23

## Herausforderungen und Lösungen für den zukünftigen Antriebsstrang

Karlheinz Haupt  
Continental AG

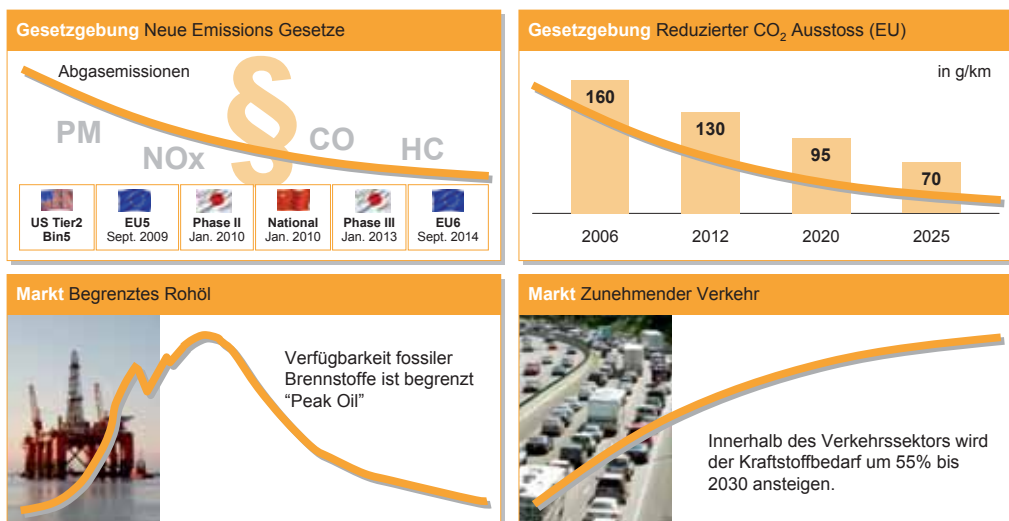


Bild 1 Zentrale Treiber für die Entwicklung emissionsfreier Mobilität

## Rahmenbedingungen

Thermodynamik, Mechanik sowie die elektronische Steuerungsebene des Antriebsstrangs können weiterhin große Beiträge dazu leisten, Fahrzeuge sparsamer und umweltschonender zu machen. Der gesamte Wirkungsgrad des Motors beispielsweise lässt sich durch Kombination geeigneter Technologien deutlich weiter steigern, während gleichzeitig der Energiebedarf von motorischen Nebenaggregaten durch Elektrifizierung sinken kann. Neuartige Komponenten und Sensoren ermöglichen es zudem, immer genauere Steuer- und Regelstrategien in den Steuergeräten (ECU) zu etablieren – einschließlich der Getriebesteuerung als Schlüsselfunktion im Antriebsstrang. Die dafür erforderliche Motor- und Getriebesteuerungssoftware ist für die aktuellen technologischen Herausforderungen optimiert. Da der Verbrennungsmotor noch auf viele Jahre hinaus der dominierende Antrieb für Kraftfahrzeuge sein wird, ist seine weitere Optimierung vordringlich. Fort-

schritte beim Verbrauch im solide zweistelligen Bereich sind mit der heute bereits zur Verfügung stehenden Technologie schon kurzfristig umsetzbar und haben wegen der großen Fahrzeugstückzahlen eine hohe Umweltrelevanz.

Zugleich ist die Unterstützung des Verbrennungsmotors durch einen Elektromotor im Rahmen der Hybridisierung ein wichtiger Fortschritt, weil die erreichbare Effizienzsteigerung hier noch höher ist als bei der Optimierung des Verbrennungsmotors allein. Langfristig wird sich das Idealziel eines emissionsfreien Fahrzeugs durch Elektrofahrzeuge erreichen lassen, die ihren Strom aus regenerativen Quellen beziehen.

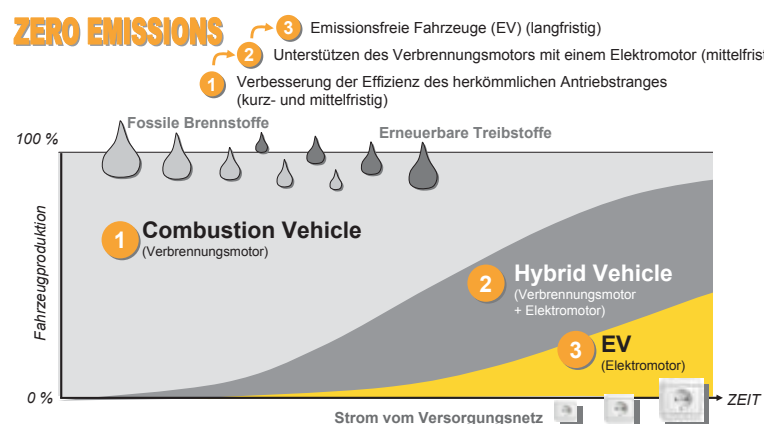


Bild 2 Schritte auf dem Weg zur Emissionsfreiheit

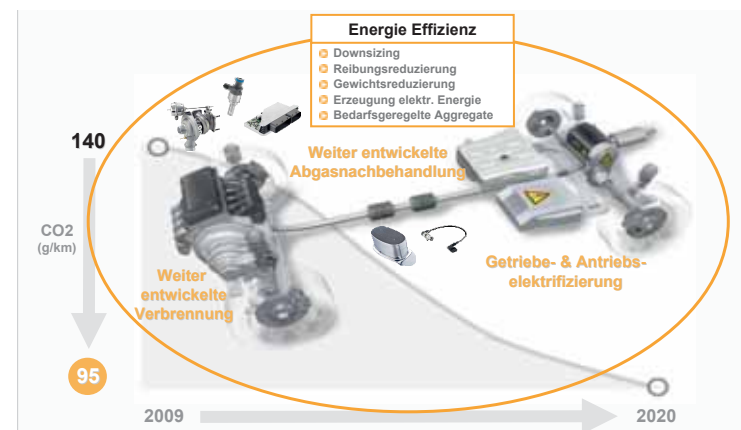


Bild 3 Kommende Herausforderungen (Euro 7)

Weil die immer strengere Emissionsgesetzgebung und begrenzte Erdölvorräte (Bild 1) ein schnelles Handeln verlangen, verfolgt die Division Powertrain des Automobilzulieferers Continental Automotive Group einen Systemansatz, der modulare Lösungselemente für alle heutigen und künftigen Antriebsstrangkonfigurationen umfasst. Diese Lösungen lassen sich je nach Fahrzeugkategorie und Anforderungsprofil wählen und kombinieren: Von der Ben-

zindirekteinspritzung in Verbindung mit Abgas-turboaufladung für hoch effiziente Ottomotoren, von Dieselmotor-technologie für weiter optimierte Brennverfahren über Hybridfahrzeuge aller Arten bis hin zum reinen Elektrofahrzeug (Bild 2). Mit diesem Lösungsportfolio hat Continental zukunftsfähige Grundlagen geschaffen, um Abgasnormen, wie Euro 6 (September 2014) und Tier-2-Bin-5 erfüllen zu können. Die Fahrzeuge von morgen werden deshalb sparsamer und sauberer sein als je zuvor (Bild 3). Ihr CO<sub>2</sub>-Ausstoß wird sich weiter senken lassen, womit die dringendste Anforderung der Fahrzeugkäufer, der Fahrzeughersteller und des Gesetzgebers erfüllt wird. Ausgewählte Beispiele zeigen nachfolgend, mit welchen Effizienztechnologien Continental diese Zukunft der individuellen Mobilität unterstützt.

## Motor Abgasturboaufladung



Bild 4 Neu entwickelter Abgasturbolader

Motoren mit weniger Hubraum, aber höherer spezifischer Leistung – dieser scheinbare Widerspruch beschreibt den herausragenden Trend in der Motorenentwicklung. Gerade beim Ottomotor gewinnt die Abgasturboaufladung in Verbindung mit Direkteinspritzung (DI) sowie optimierten Ventilsteuerzeiten rapide an Bedeutung. Beim Dieselmotor ist sie längst Standard. Diese Technologiekombination ermöglicht eine Leistungssteigerung bei kleineren Hubräumen (Downsizing) und niedrigeren Drehzahlen (Downspeeding). Aufgrund der Aufladung wird der Motor häufiger in Bereichen mit thermodynamisch hohen Wirkungsgraden betrieben. Folge: Der Verbrauch sinkt, während der Motor gleichzeitig an Durchzugskraft gewinnt.

Continental hat seine erste Generation Abgasturbolader (ATL) zur Marktreife gebracht (Bild 4). Eingesetzt wird der neue Lader ab 2011 in Ottomoto-

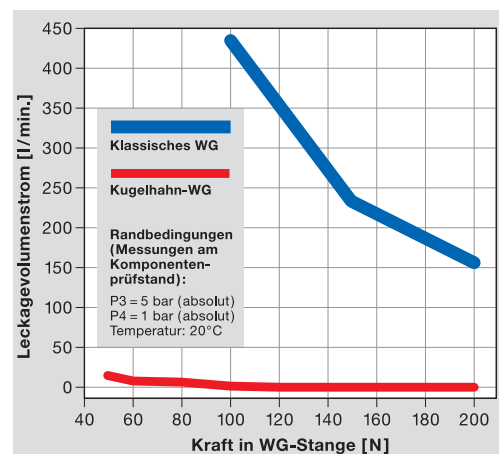


ren einer europäischen Fahrzeugplattform. Obwohl Turbolader als weitgehend ausgereifte Standardtechnologie galten, zeigt sich an den konstruktiven Merkmalen des Continental ATL, welche Vorteile eine konsequente Neuentwicklung bietet. Innovativ ist beispielsweise die Konstruktion des ATL, der sich vollständig aus einer Richtung und damit automatisiert montieren lässt. Gleichzeitig ist der Lader modular aufgebaut und kann besonders gut an verschiedene Motorgrößen angepasst werden. Der größte Vorteil der neuen Turbolader jedoch liegt in ihrem Potenzial für eine genauere Regelung des Ladedrucks.

## Elektrisch betätigtes Waste-Gate

Teil des modularen ATL-Konzepts ist die Möglichkeit, einen elektrisch verstellbaren Aktor für das Waste-Gate zu nutzen. Dieses Ventil wird geöffnet, sobald der Abgasvolumenstrom zu groß für die optimale Turbinenfunktion wird. Bei niedrigen Motordrehzahlen und kleinem Abgasvolumenstrom dagegen bleibt das Waste-Gate geschlossen. Die Funktion dieses Ventils hat einen großen Einfluss auf das Ansprechverhalten des Laders im unteren Drehzahlbereich und damit auf die Leistung des Motors („Turboloch“). Continental hat für seine ATL-Generation eine Ventilbauform des Kugelhahns patentiert, die zwei zentrale Vorteile hat:

- Erstens ist nur wenig Kraft erforderlich, um das Ventil fest zu verschließen. Deshalb genügt ein kompakter Elektromotor, um das Waste-Gate auch



**Bild 5** Continental Turbolader (rote Kurve) mit minimaler Leckage für besseres Ansprechverhalten

bei hoher Umgebungstemperatur zu schließen, obwohl die Wicklungen eines Elektromotors bei hohen Temperaturen weniger Leistung erlauben. Zudem ist die Leckage des Ventils dramatisch kleiner als bei konventionellen Ventilbauformen, (Bild 5).

- Zweitens ist die Durchflusskennlinie des elektrisch betätigten Waste-Gate deutlich linearer als bei heute üblichen Ventilen. Damit ermöglicht der neue ATL eine weitere Optimierung der Ladedruckregelung im Motorsteuergerät. Das wiederum bedeutet eine definierte und saubere Verbrennung.

## Effiziente Verbrennung durch präzise Kraftstoffeinspritzung

Grundlage für einen guten thermodynamischen Wirkungsgrad des Motors ist eine möglichst genau an die jeweilige Betriebssituation angepasste Kraftstoffzumessung. Die Direkteinspritzung (DI) in den Brennraum ist dafür die Technologie der Wahl. Beim Dieselmotor gilt das schon lange. Aber auch den Ottomotor macht die DI sparsamer. Vor allem jedoch ist die DI ideal in Kombination mit dem Turbolader. Der direkt eingespritzte Kraftstoff bewirkt eine Verdunstungskühlung, die beim Ottomotor mit ATL höhere Verdichtungsverhältnisse ohne Klopfneigung ermöglicht. Auch beim Ottomotor wird die DI damit zu einer Schlüsseltechnologie. Insofern werden sich Diesel- und Ottomotor ähnlicher.

Für die unterschiedlichen Fahrzeugklassen und motorischen Anforderungen werden heute Injektoren (Einspritzventile) in zwei grundlegenden Bauformen verwendet: Für Ottomotoren mit Direkteinspritzung hat Continental die neue XL3 Generation von Injektoren mit Magnetspulenbetätigung (Solenoid-Injektor) entwickelt. Diese Komponente ermöglicht eine verbesserte Kleinstmengeneinspritzung sowie die Möglichkeit der Mehrfacheinspritzung, mit der sich im Teillastbereich eine so genannte Ladungsschichtung erzeugen lässt. Dabei entsteht nur in Zündkerzennähe ein zündfähiges Gemisch. Der restliche Brennraum wird nur extrem mager gefüllt, das heißt mit viel Luftüberschuss und nur wenig Kraftstoff.

Im Dieselmotor ist die von Continental eingeführte Piezo-Technik inzwischen millionenfach bewährt. In diesen Injektoren hebt der inverse Piezo-Effekt



**Bild 6** Piezo-Injektor der neuen Generation

die Düsenadel an. Als „Piezo-Effekt“ wird die Eigenschaft bestimmter Keramiken verstanden, unter Druck oder bei Schlägeinwirkung (beispielsweise Piezo-Zündung im Feuerzeug) eine elektrische Spannung zu erzeugen. Der Effekt funktioniert jedoch auch umgekehrt (daher invers): Sobald an den keramischen Piezo-Stapel im Injektor Spannung angelegt wird, verschiebt sich das molekulare Gefüge der Keramik. Dieser Effekt tritt extrem schnell ein und ermöglicht in Verbindung mit einer leistungsfähigen Motorsteuerung eine hochgenaue Einspritzung mit sehr hoher Spreizung zwischen minimalen und maximalen Einspritzmengen.

Die technologische Spitzenposition auf diesem Feld bestätigt Continental mit der neuesten Generation von Piezo-Injektoren für Dieselmotoren (Bild 6). Während bei früheren Piezo-Injektoren eine hydraulische Verstärkung des Nadelhubs nötig war, betätigt das Piezo-Element der neuen Injektorgeneration die Düsenadel direkt. Die Öffnungszeiten und der Grad der Öffnung lassen sich so exakt steuern, dass der Verlauf der Einspritzrate flexibel geformt werden kann – als Alternative zur bislang üblichen Mehrfacheinspritzung

Hinzu kommt, dass der Piezo-Effekt den Injektor gleichzeitig zum Sensor macht: Weil die angelegte Spannung und die Ausdehnung der Keramik proportional sind, kann der Piezo-Aktor die Position der Düsenadel an das Steuergerät rückmelden. Somit entsteht erstmals ein geschlossener Regelkreis, in dem das Steuergerät Mengenabweichun-

gen im Fahrbetrieb für jeden Zylinder individuell korrigieren kann. Dies ermöglicht Bestwerte bei der Emission von Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ), aber auch beim Verbrauch.

## Motorsteuerung: Höhere Integration und offene Softwarearchitektur

Zu einem Antriebsstrangsystem gehört neben Mechanik und elektrischer/elektronischer Hardware vor allem die Software mit der Logik der eigentlichen Steuerfunktionen. Mit der modular aufgebauten ECU-Plattform Engine Management System 2 (EMS2) ist Continental bei allen Arten von Otto- und Dieselmotoren aber auch bei Aggregaten für Erdgas- (CNG) und Autogas- (LPG) sowie für Biokraftstoffe als auch bei Hybridsystemen erfolg-



**Bild 7** Engine Management System 3 – EMS3-Plattform

reich am Markt. EMS2 war insofern bahnbrechend, weil es die effiziente Wiederverwendung von erprobten Funktionsbausteinen in flexibel umfangreichen Lösungen mit eigens optimierter Hardware ermöglichte. In den kommenden Jahren wird EMS2 von der komplett überarbeiteten EMS3-Plattform abgelöst (Bild 7). Damit werden Hardware- und Softwarefunktionalitäten angeboten, die ab 2012 die notwendige Leistungsfähigkeit für Euro 6 Applikationen und die weitere CO<sub>2</sub>-Reduktion bieten.

Herausragende Neuerungen sind unter anderem die höhere Funktionsintegration im Chipsatz, die verbesserte Skalierbarkeit und die damit verbundene Größen- und Gewichtsreduktion. Mit fünf neu definierten Mikrocontroller-Leistungsklassen werden zukünftig Märkte von der einfacheren Motorsteuerung mit Saugrohreinjection bis hin zu komplexen Lkw-Motorsteuerungen bedient. Weitere Neuerungen wird es in Form von kleineren und leichteren Gehäusen geben. Mit EMS3 wird zugleich konsequent das Potenzial der anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen (ASIC, Application Specific Integrated Circuits) sowie Mikrocontrollern mit den dazugehörigen Softwaretreibern und hardwarenahen Softwareschichten genutzt.

Die offene Softwarearchitektur von EMS3 führt die Funktionsbasis von Benzin- und Diesel-Systemen zusammen. Sie basiert auf dem AUTOSAR-Standard (AUTomotive Open System ARchitecture). Ein wesentlicher Funktionalitätsgewinn der Plattform ist ein Lambdasonden-Interface, das es durch die Softwarekonfiguration des Interface-ASIC ermöglicht, die Sonden ohne Hardwareänderungen auszutauschen. Außerdem werden mit diesem Interface zukünftig weitere Sondenhersteller unterstützt.

## Sensoren: Innovative Lösungen für die Reduzierung der CO<sub>2</sub>- und Abgasemissionen

Aus heutiger Sicht wird wohl vor allem bei größeren Dieselfahrzeugen eine Abgasnachbehandlung zur Senkung des Stickoxidausstoßes (NO<sub>x</sub>) erforderlich sein. Systeme zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR) von NO<sub>x</sub> erfordern ebenso wie die Unterstützung der Regeneration von Rußpartikelfiltern Injektoren im Abgasstrang. Bei SCR-Systemen zerstäuben sie eine harnstoffhaltige, wässrige Lösung im Abgas. Zur Verbrennung von Ruß im Partikelfilter muss unter Umständen Kraft-



Bild 8 HC-Sensor

stoff in das Abgas eingespritzt werden. Über NO<sub>x</sub>-Sensoren von Continental werden Motor-, Katalysator- und Umgebungsdaten ermittelt und in der Motorelektronik ausgewertet, die auf Basis dieser Werte das SCR-System optimal aussteuert. Weiterhin entwickelt Continental einen Rußpartikel-sensor, um zukünftigen OBD (On Board Diagnostics)-Anforderungen in NAFTA und Europa gerecht zu werden.

Nicht nur ein Verbrennungsmotor emittiert unverbrannten Kraftstoff: Zur Senkung der Kohlenwasserstoffemissionen (HC-Emissionen) trägt auch die Handhabung von mit Kraftstoff beladenen Dämpfen im Tanksystem bei. Solche Dämpfe werden in einem Aktivkohlefilter zurück gehalten. Ist dieser Filter voll beladen, muss er gespült werden. Der dabei zurück gewonnene Kraftstoffdampf wird der Ansaugleitung und damit dem Motor zugeführt. Der neue Continental HC Sensor (Bild 8) ermöglicht eine präzise Messung von Kohlenwasserstoffanteilen in der Spülluftleitung. Der Spülvorgang des Aktivkohlefilters kann so optimiert werden. Vor allem bei Hybridfahrzeugen steht in bestimmten Betriebssituationen (bei Motorstillstand) zu wenig Unterdruck zum Spülen zur Verfügung. Nutzt man die Informationsbasis einer möglichst genauen HC-Messung und spült den Filter mit Hilfe einer aktiven Pumpe, so kann emissionsoptimiert bei Bedarf (on demand) gespült werden.

## Bedarfsgeregelte Kraftstoffversorgung

Während eine Kraftstoffpumpe im Tank üblicherweise mit fester Drehzahl läuft, kommuniziert die neuartige, bauraumgleiche Continental Kraftstoffförderereinheit mit der Motorsteuerung



Bild 9 Elektronik im Flansch der Kraftstoffförderereinheit

und regelt die Drehzahl der Pumpe nach dem aktuellen Bedarf des Motors. Dazu ist in den Flansch (Befestigung und Verschluss in der Tankblase) der Förderereinheit eine Steuerelektronik integriert (Bild 9), die sowohl Gleichstrompumpen (DC-Pumpen) als auch elektronisch angeregte Pumpen (EC-Pumpen) ansteuern kann. Die Bedarfsregelung der Pumpe spart elektrische Energie ein, was den Kraftstoffverbrauch und damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert. Abhängig von Fahrweise und Motorisierung des Fahrzeuges kann diese Maßnahme Einsparungen von 1...2 g CO<sub>2</sub>/km erbringen.

## Elektrisch angetriebene Nebenaggregate

Über die Effizienz eines Antriebsstrangs entscheidet auch, wie viel der motorischen Energie für den Antrieb von Nebenaggregaten abgezweigt



Bild 10 Variabel regelbare Kühlwasserpumpe

werden muss. Mit der Umstellung von mechanischen Systemen auf elektrisch angetriebene Aggregate, besteht die Möglichkeit, Nebenaggregate nur bei Bedarf mit Energie zu versorgen. Die elektrische Wasserpumpe liefert ein Beispiel (Bild 10). Sie regelt den Kühlmittelfluss dynamisch und auf den jeweiligen Bedarf abgestimmt, so dass in allen Betriebszuständen eine optimale Motortemperatur erreicht wird. Die Einbauposition der Pumpe ist frei wählbar. Damit stehen den Automobilherstellern zusätzliche Freiheitsgrade im Motorwärmemanagement zur Verfügung. Da die Pumpe unabhängig vom Motor betrieben wird, kann sie zu jedem Zeitpunkt die tatsächlich benötigte Kühlleistung liefern. Darüber hinaus benötigt die Pumpe keinen Antriebsriemen mehr, wodurch der Motorriemen einfacher geführt werden kann. Damit rückt der riemenlose Motor – der den Wartungsaufwand in Zukunft deutlich senken wird – in greifbare Nähe.

Mit der ersten vollintegrierten elektrischen Getriebeölpumpe hat Continental in Zusammenarbeit mit einem Partner eine Pumpe entwickelt, die unabhängig von der Fahrsituation hydraulischen Druck im Getriebe liefert und somit spezifische kraftstoffsparende Betriebspunkte ermöglicht. Diese Einheit, bestehend aus Flügelzellenpumpe, bürstenlosem Motor und Ansteuerelektronik, trägt ebenfalls maßgeblich zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung bei.

## Getriebe

### Steuerung hoch effizienter Doppelkupplungsgetriebe

Vor allem in Europa, aber auch in China haben Doppelkupplungsgetriebe hohe Zuwachsraten. Continental als weltweiter Technologieführer im Markt der Getriebesteuerungen bietet Steuersysteme für das gesamte Spektrum von Automatikgetrieben an und hat 2009 eine elektromechanische Getriebesteuerung für trockene Doppelkupplungsgetriebe auf den Markt gebracht – weltweit ein Novum (Bild 11).

Doppelkupplungsgetriebe verbinden den Komfort eines Automatikgetriebes mit der Effizienz und Sportlichkeit eines Handschaltgetriebes. In Kombination mit einer elektromechanischen Be-





Bild 11 Elektromechanische Getriebesteuerung

tätigung der Kupplungen und Schaltstangen können im Fahrzyklus sogar Verbrauchsvorteile gegenüber einem Handschaltgetriebe gemessen werden. Mit der Einführung einer elektromechanischen Steuerung für Doppelkupplungsgetriebe deckt Continental die komplette Bandbreite derzeitiger Technologien ab. Sowohl trockene als auch nasse Doppelkupplungsgetriebe (bei denen die beiden Lamellenkupplungen in einem Ölbad laufen) können wahlweise elektromechanisch oder elektrohydraulisch betätigt werden.

## Elektrifizierung des Antriebs

Die Entwicklung vom heutigen Verbrennungsmotor zum Zero-Emission-Elektroauto der Zukunft wird schrittweise erfolgen. Continental erwartet für das Jahr 2012 rund zwei Millionen Hybrid- und Elektrofahrzeuge weltweit. Der Übergang wird fließend erfolgen und von einer Vielfalt an Antriebsstrangkzepten geprägt sein. Entscheidend ist es deshalb, Systeme durch Modulbauweise skalierbar und flexibel zu gestalten. Mit dem Continental Baukasten für Leistungselektronik und Lithium-Ionen-Batterien sowie den Aktivitäten im Bereich Elektromotor ist das für alle wesentlichen Komponenten für Hybrid- und Elektrofahrzeuge umgesetzt – bis hin zu kompletten Systemlösungen mit Integriertem Powertrain Management.

In einem ersten Schritt werden konventionell angetriebene Fahrzeuge immer häufiger mit Stopp-

Start Systemen ausgerüstet, weil damit je nach Streckenprofil eine Kraftstoffersparnis von bis zu 10 % möglich ist. Auch dafür schafft Continental Grundlagen, denn beim automatischen Start des Motors darf es nicht zu einem Einbrechen der Bordnetzspannung kommen. Sonst würden Verbraucher, wie das Radio, die Lüftung und andere, bei jedem Startvorgang unterbrochen. Genau dies verhindert ein von Continental entwickelter, kompakter Gleichstromaufwärtswandler, der beim Motorstart stabile 12 V im Bordnetz einregelt.

## Elektrische Pumpe für Stopp-Start-Anwendungen

Für die Kraftstoffversorgung in Fahrzeugen mit Stopp-Start-System hat Continental eine druckfeste Einkolben-Hochdruckpumpe mit Medientrennung entwickelt. Diese Pumpe erhält den Benzindruck von 50 bar während des Motorstillstands aufrecht. Beim automatischen Start kann der Kraftstoff sofort mit Hochdruck eingespritzt werden, was zu einem spontanerem Ansprechen und besseren Abgaswerten führt.

## Angepasste Antriebskonzepte für unterschiedliche Einsatzgebiete

Die künftige Vielfalt der Antriebsstrangkzepten erklärt sich durch drei Nutzerprofile:

- Elektrisches Fahren wird vor allem in Städten und stadtnahen Bereichen an Bedeutung gewinnen.
- Bei mittleren Fahrstrecken werden sich Hybridfahrzeuge durchsetzen. Hier wird es eine Entwicklung geben vom Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, der von einem elektrischen Antrieb unterstützt wird, hin zum Elektrofahrzeug mit Range-Extender (Bild 12). Der kleine Verbrennungsmotor in diesem Antriebsstrang erzeugt nur dann Strom, wenn die Batterieladung für eine längere Fahrstrecke nicht ausreicht.
- Für Langstreckenfahrzeuge werden Antriebe mit optimierten Verbrennungsverfahren und kleinen leistungsoptimierten Motoren eine zentrale Rolle spielen. Hier lauten die wesentlichen Stichpunkte Downsizing, Turboaufladung sowie synthetische Kraftstoffe der zweiten Generation.

Auch bei Nutzfahrzeugen wird schon kurzfristig Hybridtechnologie zum Einsatz kommen. Leichte Lkw für den Güterverteilverkehr und Busse in Ballungsgebieten können rund 30 % und mehr an Kraftstoff einsparen, weil sie überwiegend Kurzstrecken im Stop-and-Go-Verkehr fahren, in dem der Hybridantrieb seine Vorteile voll ausspielen kann. Im Nutzfahrzeugbereich steuert Continental im Rahmen einer Kooperation Lithium-Ionen-Batterien der neuesten Generation bei.

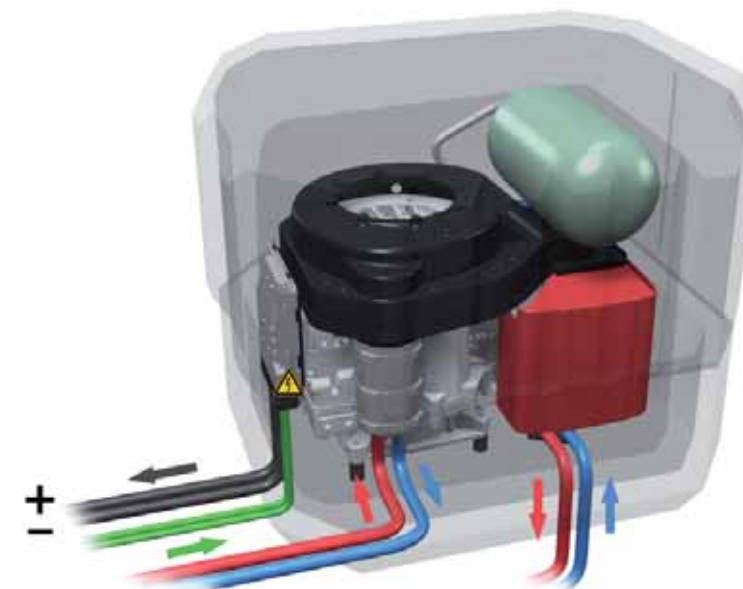


Bild 12 Antriebskonzept Range Extender z. B. in Form eines Erdgasmotors (CNG)

## Skalierbarer Baukasten für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs

Continental Powertrain hat kostengünstige Antriebskomponenten und Komplettsysteme zur Elektrifizierung des Antriebsstranges zur Serienreife entwickelt, um eine möglichst schnelle Marktdurchdringung der umweltfreundlichen Technologie zu ermöglichen. Zu den Aufgaben der Leistungselektronik gehört es, den Gleichstrom aus der Batterie in Wechselstrom für den Elektromotor zu wandeln. Beim Rekuperieren (Bremsenergieerückgewinnung) funktioniert dieser Vorgang in umgekehrter Richtung – der Elektromotor wird als Generator betrieben und liefert Strom, der in der Batterie gespeichert wird. Ein DC/DC-Wandler, der ins Gehäuse der Leistungselektronik integriert ist, wandelt die Spannung der Hybrid-Batterie passend für das Standardbordnetz und umgekehrt. In der nächsten Generation verringert Continental das Bauvolumen dieser kompletten Leistungselektronik gegenüber der ersten Generation um weitere 30 % auf rund fünf Liter, das heißt, der Platzbedarf wird weiter sinken. Die Komponenten werden dann in ein Gehäuse integriert, das dem Platz der Lichtmaschine entspricht, die bei diesem System über-

flüssig ist (Bild 13). Der Integrationsaufwand in die Fahrzeuge lässt sich somit deutlich senken.

Ein weiteres Entwicklungsthema ist der elektrische Achsantrieb. Durch die kompakte Bauweise wird die Integration des Elektroantriebs in unterschiedliche Fahrzeugplattformen flexibler und einfacher, was alternative Einsatzmöglichkeiten in bestehenden Fahrzeugkonzepten bietet.

Continental ist heute bereits in der Lage, Lithium-Ionen-Energiespeicher für Anwendungen in Hybrid- und Elektrofahrzeugen zu liefern. Als erster Hersteller weltweit produziert Continental Lithium-Ionen-Batterien für den Einsatz in Hybridfahrzeugen seit Ende



Bild 13 Kompakte Leistungselektronik



Bild 14 Modular aufgebaute Lithium-Ionen Batterie

2008 serienmäßig (Bild 14). Li-Ion-Energiespeicher der neuesten Generation bieten im Vergleich zu den derzeit noch eingesetzten Nickel-Metallhydrid-Batterien eine deutlich höhere Speicherdichte.

Sowohl die Leistungselektronik als auch die Lithium-Ionen-Batterie sind modular aufgebaut. Daher lassen sie sich mit vergleichsweise geringem Aufwand an unterschiedliche Bauräume und Leistungsklassen anpassen. Einzelne Baugruppen sind dabei Standard. Sie werden nur in ihrer Anzahl multipliziert, oder die verschiedenen Elemente werden je nach Systemanwendung kombiniert. Damit lässt sich ein weites Anwendungsfeld vom Stopp-Start System über den Mild- und Vollhybrid

bis hin zu Plug-in-Hybriden, ebenso wie Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge in hoher Qualität zu optimierten Kosten umsetzen.

## Ausblick

Durch die Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen Schaeffler und Continental entsteht eine Kompetenz, die wesentlich mehr ist als die Summe ihrer einzelnen Bestandteile. Beide Unternehmen ergänzen sich durch ihre Know-how-Schwerpunkte entlang den gemeinsamen Themengebieten Kraftstoff-, Luft- und Abgaspfad sowie Motormanagement, Getriebe und Mechanik (Bild 15). Vor allem in der Synchronisierung der Forschung und Entwicklung liegt erhebliches Potenzial für die Fahrzeughersteller, denn in Kombination tragen die vormals getrennten Wissensschwerpunkte beispielsweise zu einem besseren Verständnis des gesamten Verbrennungsprozesses bei. Damit vertieft sich das System-Know-how im Antriebsstrang. Bereits heute hat die stärkere Vernetzung der Powertrain-Vorentwicklung beider Unternehmen begonnen. Sie wird es künftig erleichtern, die entscheidende Zukunftsaufgabe im Bereich Antriebsstrang zu meistern: das komplette System Antriebsstrang in der Gesamtsicht zu optimieren.

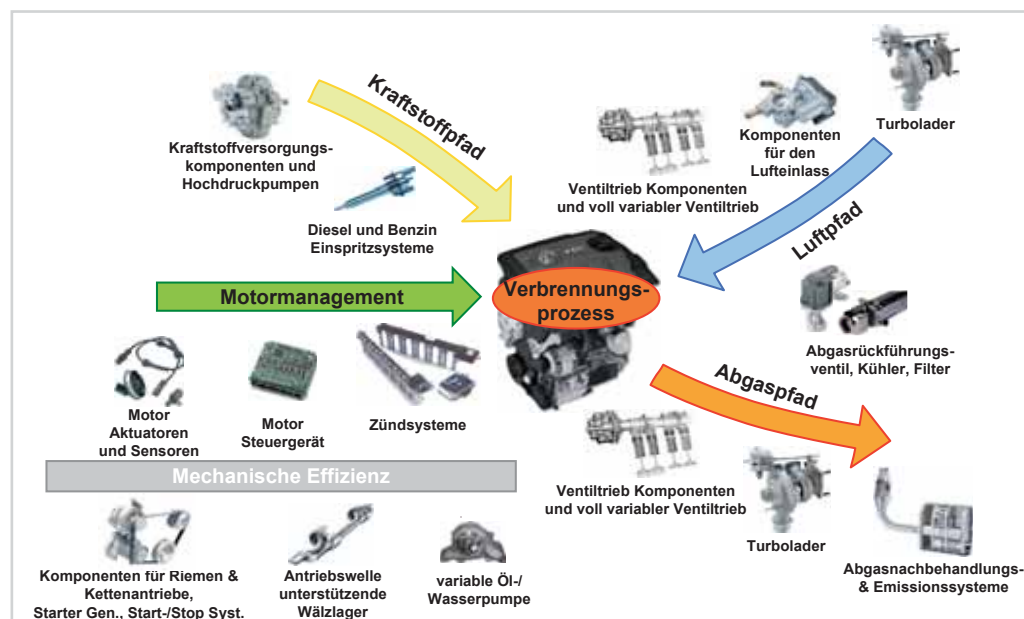


Bild 15 Gemeinsame Ausrichtung Schaeffler und Continental