



NEUE EFFIZIENZTECHNIKEN FÜR NUTZFAHRZEUGE

Kostendruck bei den Flottenbetreibern und strenge Emissionsvorschriften prägen die Entwicklungen in der Nutzfahrzeugtechnik. Um Nutzfahrzeuge effizienter und umweltfreundlicher zu machen, setzt Wabco auf Fahrerassistenzsysteme, innovative Nebenaggregate sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Aerodynamik.



AUTOREN



BODO KLEIN

ist Vice President Vehicle Dynamics und Control Systems bei Wabco in Hannover.



NICK RENS

ist Vice President Trailer Systems, Aftermarket, Driveline Controls und Off-Highway Solutions bei Wabco in Brüssel (Belgien).



MICHAEL E. THOMPSON, PHD

ist Vice President Compression und Braking bei Wabco in Brüssel (Belgien).



DR. CHRISTIAN WIEHEN

ist Chief Technology Officer bei Wabco in Hannover.

HERAUSFORDERUNGEN

Im aktuellen Wettbewerbsumfeld stehen Speditionen rund um den Globus vor einer Vielzahl an Herausforderungen. Dazu zählen der weltweit steigende Bedarf an effizienten Transportmöglichkeiten für Personen und Güter, aber auch steigende Kraftstoffpreise sowie neue gesetzliche Vorgaben zur Reduzierung von Schadstoffemissionen.

Der Straßengüterverkehr verursacht beispielsweise rund ein Fünftel der gesamten CO₂-Emissionen im Raum der Europäischen Union (EU), wobei Lkw und Busse allein für etwa ein Viertel der CO₂-Emission im Straßengüterverkehr sowie für rund 6 % aller EU-Emissionen verantwortlich sind [1]. Dementsprechend suchen Transportunternehmen nach wirtschaftlich praktikablen Lösungen, die insbesondere dazu beitragen, die Transportkosten insgesamt zu senken, die Effizienz der Logistiksysteme zu verbessern und Schadstoffemissionen zu reduzieren [2].

Technische Innovationen sind dabei der wichtigste Beitrag der Nutzfahrzeugindustrie für eine nachhaltige und effiziente Umweltverträglichkeit.

CHANCEN FÜR INNOVATIONEN

In den letzten Jahrzehnten hat Wabco das Portfolio an Systemen erweitert, um Nutzfahrzeuge effizienter und umweltfreundlicher zu machen. Heute besteht ein wesentlicher Teil der weltweiten Forschung und Entwicklung des Unternehmens darin, technische Lösungen für verbesserte Kraftstoffeffizienz, reduziertes Fahrzeuggewicht und optimierte Energierückgewinnung zu finden. Diese Suche nach Energiesparpotenzialen kommt ausnahmslos bei jedem neuen System zur Anwendung.

Jedes System und jede Komponente leistet dabei für sich einen Beitrag zu moderaten, aber messbaren Effizienzsteigerungen. Werden die Komponenten darüber hinaus einander ergänzend in einer Lkw-Anhänger-Kombination installiert, bieten sie deutliche Möglichkeiten Energie und Kosten zu sparen. Diese Einsparpotenziale werden am Beispiel eines 40 t schweren Lastzugs bei einer Fahrtgeschwindigkeit von 80 km/h veranschaulicht. ❶ zeigt, wo die Energie genutzt und an welcher Stelle sie verloren wird. Alle im Artikel genannten Daten beziehen sich auf dieses Beispiel und Diagramm.

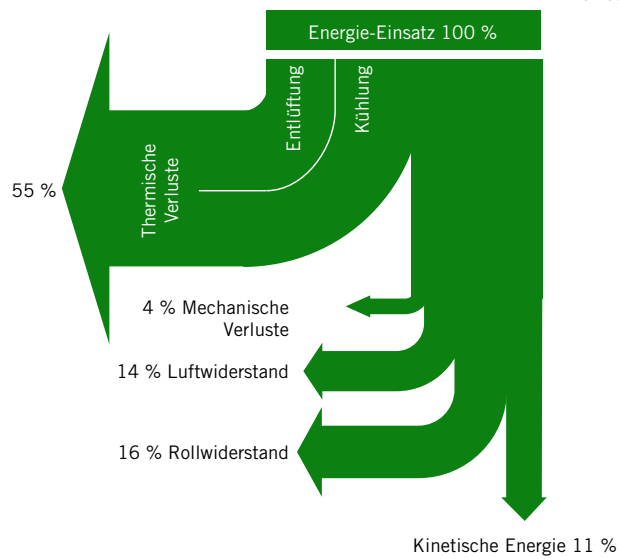
Das Potenzial zur Verbesserung der Kraftstoffeffizienz durch fortschrittliche Techniken ist groß. ❶ zeigt, dass nur etwa 11 % der verfügbaren Energie – vorhanden als Kraftstoff im Tank – in kinetische Energie umgewandelt werden. Der Rest der Energie geht über Motor- und andere Systemineffizienzen sowie über Fahrwiderstände verloren.

Ebenso wird deutlich, dass der Großteil der Energie – ungefähr 55 % – durch thermodynamische Verluste, hauptsächlich durch Kühlung und Abgas, verloren gehen. Diese Verluste zu reduzieren, ist ein entscheidender Faktor bei der Verbesserung der Fahrzeugeffizienz.

Derzeit richtet die Nutzfahrzeugindustrie einen besonderen Fokus darauf, den Luftwiderstand zu reduzieren und die Aerodynamik der Fahrzeuge zu verbessern. Darüber hinaus arbeitet Wabco auch in eine andere Richtung: der Reduzierung des Rollwiderstands sowie der Reduzierung mechanischer Verluste. Weitere wichtige Entwicklungsfelder umfassen beispielsweise

Wo geht Energie verloren?

❶ Energieverluste am Beispiel eines 40-t-Lastzugs



die Verwendung neuer und leichter Werkstoffe, wodurch das Fahrzeuggewicht verringert wird.

THERMISCHE VERLUSTE UND FAHRINEFFIZIENZEN

Moderne Sicherheitstechniken wie etwa fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) helfen auch dabei, den Energieverlust zu verringern. So passt beispielsweise der Abstandsregeltempomat

(Adaptive Cruise Control, ACC) von Wabco automatisch die Geschwindigkeit des Fahrzeugs an, um eine vorgegebene Distanz zum vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten. Das ACC warnt den Fahrer akustisch und visuell über ein Display in der Fahrerkabine, sodass er rechtzeitig reagieren kann. Es greift in die Motorsteuerung ein und führt falls erforderlich auch eine Teilbremsung durch, um den Sicherheitsabstand beizubehalten. Neben den Sicherheitsvorteilen weisen mit ACC ausgerüstete Nutzfahrzeuge durch eine

optimierte Fahrgeschwindigkeit auch einen geringeren Kraftstoffverbrauch auf. Folglich reduziert sich auch der Schadstoffausstoß. Abhängig von verschiedenen Faktoren und Fahrbedingungen, wie zum Beispiel dem Fahrzeuggewicht, minimiert das ACC auch den Unterschied zwischen erfahrenen und unerfahrenen Fahrern. So wird das Fahrzeug nah am optimalen Motorbetriebspunkt gefahren, was die Kraftstoffeffizienz erhöht und bei einem Langstreckenbetrieb von jährlich 150.000 km Einsparungen von bis zu 0,23 l auf 100 km ermöglicht [3].

Ein weiterer Ansatzpunkt zur Effizienzsteigerung liegt in der Weiterentwicklung der Getriebeautomatisierung. Optidrive ist die jüngste Entwicklung in diesem Bereich. Durch seinen modularen Aufbau lässt es sich unkompliziert an die meisten manuellen Schaltgetriebe anpassen. Zu den Hauptkomponenten gehören ein Schalthebel mit der elektronischen Steuereinheit im Fahrerhaus, ein Getriebesteller und ein Kupplungsregler, die auf dem Getriebe montiert werden. Optimale und sichere elektronisch durchgeführte Schalt- und Kupplungsvorgänge verhindern eine Fehlbedienung und verlängern die Wartungsintervalle. Durch die Automatisierung und Optimierung der Schaltvorgänge reduziert das System den Kraftstoffverbrauch um bis zu 5 %, ❷.

MECHANISCHE ENERGIEVERLUSTE

Kompressoren bieten eine weitere Möglichkeit, Energieverbrauch und Betriebskosten zu senken. Bei der C-comp-Technik von Wabco ist eine Mehrscheibenkupplung integriert, die den Kompressor vom Motor entkoppelt, wenn das Druckluftsystem vollen Druck erreicht hat. Die Mehrscheibenkupplung kann in Ein- und Zweizylinder-Kompressoren angewendet werden und wird dabei im Kurbelgehäuse zwischen Antriebsrad und Kurbelwelle angeordnet. Dadurch beansprucht der Kompressor nur minimalen zusätzlichen Platz. Das System ist mit einer einfachen An-Aus-Steuerung ausgestattet, die ein pneumatisches Signal zum Ein- und Auskuppeln nutzt. So benötigt der Kompressor nur während der Förderphase Energie – während der langen Leerlaufphase schaltet er sich hingegen komplett ab. Diese Innovation reduziert deutlich den allgemeinen Kraftstoff- und Energiebedarf des Kompressors.



❷ Modulare Getriebeautomatisierung für Nutzfahrzeuge – die Kernkomponenten sind ein Schalthebel mit integrierter elektronischer Steuereinheit (links), ein Getriebesteller (Mitte oben) und ein Kupplungsregler (Mitte unten) sowie ein Range-Aktuator (rechts oben) und ein Split-Aktuator (rechts unten)

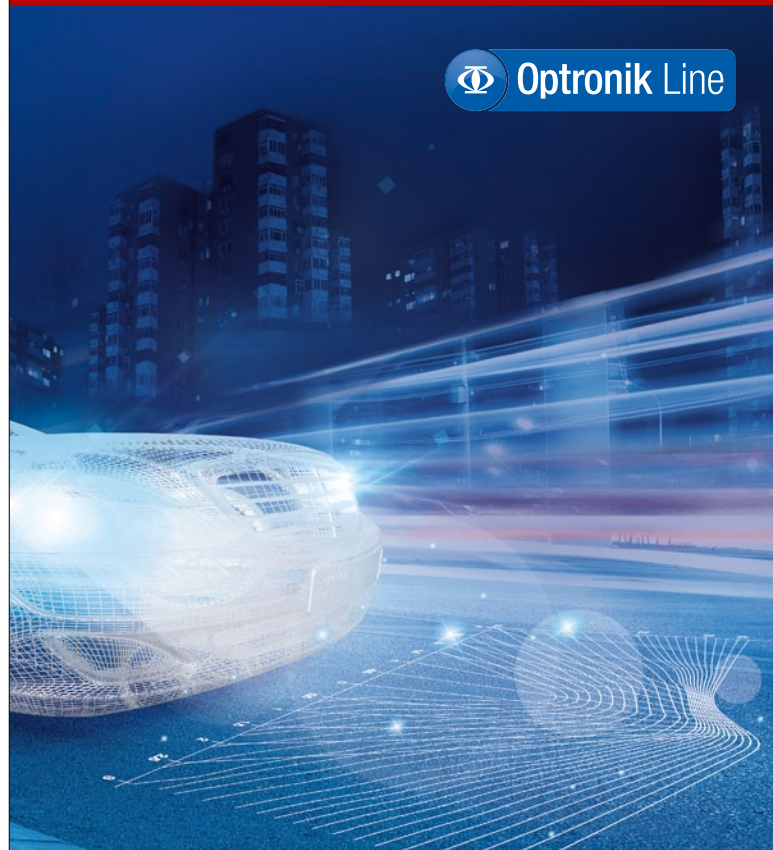


③ Elektronische Luftaufbereitungseinheit, die die Betriebszustände des Fahrzeugs überwacht, um in dessen Schubphasen eine effiziente Energierückgewinnung zu erzielen

Fuelguard ist eine neue elektronische Luftaufbereitungseinheit von Wabco. Sie ermöglicht die Steuerung von Kompressoren mit Power-Reduction-Funktion, mit integrierter Kupplung oder von elektrisch angetriebenen Kompressoren, ③. Fuelguard überwacht die Betriebszustände des Fahrzeugs, um in dessen Schubphasen eine effiziente Energierückgewinnung zu erzielen. Die Förderleitung wird während der Leerlaufphase unter Druck gehalten, wodurch auch kurze Schubphasen ausgenutzt werden können. Der optimierte Trocknungs- und Regenerationsprozess sorgt für eine zusätzliche Energieeinsparung. Das System ist über einen Can-Bus mit der Fahrzeugelektronik verbunden. Die Integration ermöglicht eine effiziente Lufttrocknung, Drucksensierung sowie Steuerfunktion in Verbindung mit Kupplungs- und elektrisch angetriebenen Kompressoren, um so den Energiebedarf zu verringern. C-comp und Fuelguard ermöglichen Kraftstoffeinsparungen von bis zu 1000 l pro Jahr und reduzieren gleichzeitig den jährlichen CO₂-Ausstoß des Fahrzeugs um 2600 kg.

LUFTWIDERSTAND

Auch der aerodynamische Luftwiderstand wirkt sich auf den Kraftstoffverbrauch von Nutzfahrzeugen aus (14 % in diesem Beispiel). Die Optimierung der Strömung um Lkw und Anhänger kann den durch Luftwiderstand resultierenden Energieverlust deutlich begrenzen [4].



**Perfektion ist
unser Antrieb.**

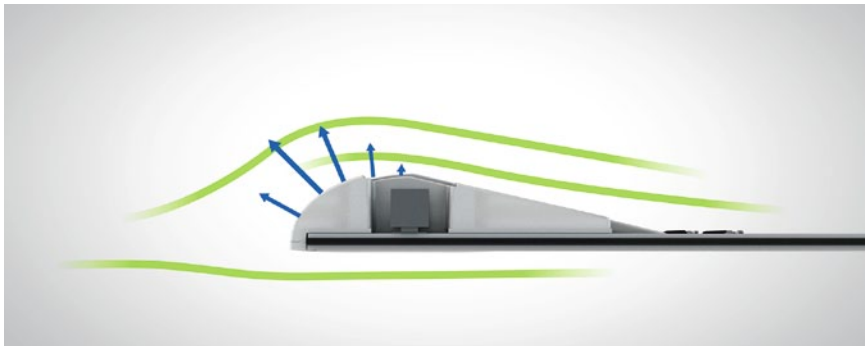
Innovative Lichtmesstechnik für Automotive und Verkehrswesen.

Die Marke Optronik steht für höchste Präzision bei der Qualifizierung von KFZ-Scheinwerfern, Rückstrahlern und Anzeigen in der Verkehrstechnik. Entdecken Sie jetzt unsere neueste Goniophotometer-Generation der AMS Serie. Schnelle Servoantriebe und die lasergestützte Fertigung des Stahlrahmens sorgen für eine überragende Messgeschwindigkeit und Zuverlässigkeit. So erhalten Sie immer perfekte Messergebnisse.

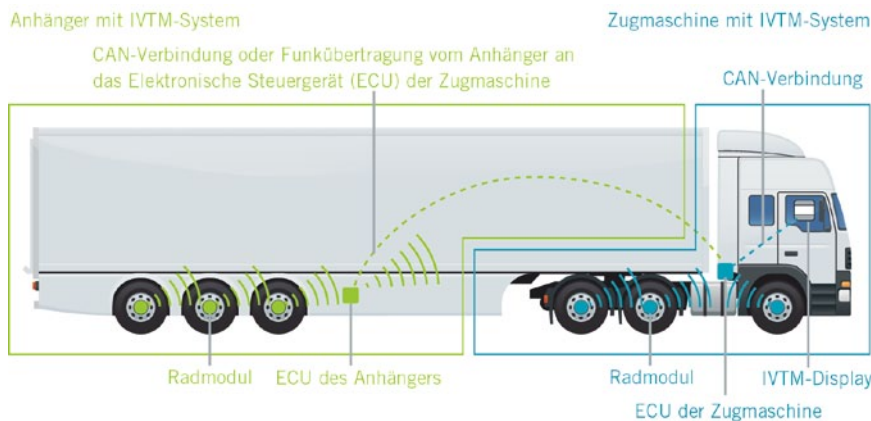


AMS 5000
High-Performance
Goniophotometer

**Instrument
Systems**
light measurement



4 Das patentierte Stirnelement erzeugt eine aerodynamische Kontur, die den Luftwiderstand reduziert und somit die Treibstoffeffizienz erhöht



5 Reifendrucküberwachungssystem zur Sicherstellung des jeweils optimalen Reifendrucks

Mit der Übernahme von Ephicas im Jahr 2012, einem Vorreiter bei innovativen aerodynamischen Lösungen für Nutzfahrzeuge, hat Wabco die Entwicklung seines aerodynamischen Produkt-Portfolios weiter gestärkt. Unter dem Markennamen Optiflow werden Produkte entwickelt, um die Fahrzeugeffizienz zu erhöhen und den Kraftstoffverbrauch zu senken.

Die erste Produkteinführung nach dieser Übernahme ist eine aerodynamische Seitenverkleidung (Sidewings) für Anhängenfahrzeuge. Seit der Einführung im Jahr 2013 wurden die Seitenverkleidungen schon an über 150 Fahrzeugen von 25 europäischen Flotten installiert. Die Verkleidungen sind Teil des Intelligent-Trailer-Programms von Wabco, das über 30 Funktionen bietet, um Anhänger sicherer und effizienter zu gestalten. Das Programm ermöglicht es Flottenbetreibern zudem, ihre Betriebskosten zu senken und den Fahrkomfort zu steigern.

Der Anhänger trägt zu großen Teilen zum Luftwiderstand der gesamten Fahrzeugkombination bei. Ursprünglich kon-

zipiert an der Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik der Technischen Universität Delft in den Niederlanden, sind die Sidewings entwickelt worden, um den Luftstrom einzufangen, umzuleiten und somit den Luftwiderstand um bis zu 16 % zu reduzieren.

Die Technik basiert auf dem Bernoulli-Prinzip: Hinter den Rädern und Achsen der Zugmaschine bewegt sich die Strömung zur Fahrzeugmitte und bietet einen hohen Anstellwinkel relativ zur Fahrzeugseite. Durch das Profil des Stirnelements (Flow Conductor) wird der Luftstrom beschleunigt. So entstehen ein lokaler Unterdruck und eine Kraftkomponente. Die Strömung wird durch die nach hinten abfallende Kontur der Seitenverkleidung verzögert. Dadurch verringert sich der Staudruck an Achsen und Rädern, wodurch sich der Luftwiderstand reduziert. Die Aerodynamik des Anhängers wird durch die Verkleidungsteile verbessert, indem sie die Strömung am unteren Ende der Zugmaschine einfangen, eine Kraft in Richtung der Fahrtrichtung erzeugen und die Strö-

mung entlang der rotierenden Räder am Anhängenfahrzeug weiterleiten, 4.

Die Verkleidungsteile werden aus Polydicyclopentadien (PDCPD) hergestellt, einem leichten Werkstoff, der eine höhere Schlagbeständigkeit aufweist als andere Werkstoffe, die häufig für Anhängerseitenverkleidungen genutzt werden. Die Produktion von PDCPD erfordert nur geringen Energieaufwand. Die Elemente sind widerstandsfähig gegenüber Vibrationen und Bewegungen des Aufbaus, die bei einem vollbeladenen Anhängenfahrzeug auftreten.

Umfangreiche Tests – sowohl unter kontrollierten Bedingungen als auch im normalen Verkehr mit konstanter Autobahngeschwindigkeit – haben eine Verbesserung der Kraftstoffeffizienz um circa 1,5 l auf 100 km belegt. Die Leistung ist demnach wesentlich besser als die herkömmlicher Seitenverkleidungen. Außerdem bestätigen die Testergebnisse, dass diese Einsparungen unabhängig von Fahrzeugtyp, Lastkapazität oder Beladungszustand bleiben. Auch der Fahrstil hat keinen Einfluss auf das Ergebnis.

Angesichts der aktuellen Kraftstoffpreise wird erwartet, dass sich die Anschaffung von Optiflow-Seitenverkleidungen bereits zwei Jahre nach der Installation auszahlt. Das Leasen der Side-Wings führt sogar sofort zu signifikanten Einsparungen bei den Betriebskosten. Die CO₂-Emissionen einer Spedition werden durch die Installation der Seitenverkleidung um circa 4 % – also um etwa 3,8 t je Lkw – jährlich reduziert.

ROLLWIDERSTAND

Die Verringerung des Rollwiderstands bei Nutzfahrzeugen ist ein weiterer Bereich, der Einsparpotenziale bietet. Beispielsweise durch den Einsatz eines Reifendrucküberwachungssystems (Integrated Vehicle Tire Pressure Monitoring, IVTM). Das System hilft, den optimalen Reifendruck zu jedem Zeitpunkt sicherzustellen und verhindert dadurch eine Zunahme des Rollwiderstands durch zu geringen Reifendruck. Es misst den exakten Reifendruck an jedem Rad des Lkws und Anhängers. Jeder einzelne Reifen ist mit einem Radmodul ausgestattet. Mithilfe eines Drucksensors wird der Luftdruck der Reifen gemessen. Dieser Sensor übermittelt den Reifenluftdruck regelmäßig an die elektronische

Steuereinheit (Electronic Control Unit, ECU). Der Status wird anschließend an das Armaturenbrett via Can-Bus übertragen. Wenn der Reifendruck auf ein kritisches Level abfällt, erscheint ein Warnsignal auf dem Armaturenbrett. Die IVTM-ECU ist am Fahrgestell befestigt und enthält eine eingebaute Antenne, um die Daten von allen Reifen zu empfangen, sogar bei Gelenkornibussen, ⑤. IVTM ermöglicht Einsparungen von bis zu 2 % beim Kraftstoffverbrauch – zusätzlich zu den Sicherheitsvorteilen und der geringeren Wahrscheinlichkeit von kostenintensiven Pannen durch Reifenschäden [5].

GEWICHTSREDUZIERUNG

Druckluftscheibenbremsen in Einstempeltechnik bieten Gewichtseinsparungen für alle Felgengrößen. Eine optimierte Belagfläche und gewichtsreduzierte Komponenten verringern das Gesamtgewicht. Die Gewichtseinsparungen wiederum erlauben eine höhere Nutzlast, ⑥.

Ein- und Zweizylinder-Kompressoren mit hoher Förderleistung bieten ebenfalls Potenzial zur Gewichtseinsparung. Der Umstieg von einem herkömmlichen Zweizylinder-Luftkompressor mit Graugussgehäuse zu einem Einzylinder-Luftkompressor mit Aluminiumgehäuse ermöglicht Gewichtseinsparungen von mehr als 50 %. Die Kombination aus erhöhter Luftförderung und geringerer Größe führt dabei zu einem deutlichen Effizienzgewinn.

Auch elektronisch gesteuerte Luftfederungssysteme ermöglichen Gewichtein-

sparungen, etwa wenn die Ventilkörper statt aus Aluminiumdruckguss aus Kunststoff bestehen. Eine am Rahmen befestigte ECU kann im Vergleich zu einem am Fahrerhaus montierten Modell die benötigte Verkabelung verringern und erlaubt dadurch, sowohl Kosten als auch Gewicht einzusparen.

VERBESSERUNGSPOTENZIAL

Für Entscheidungsträger in Politik und Industrie haben Fahrzeugeffizienz und Kraftstoffeinsparungen höchste Priorität. Der Gesetzgeber wird auch zukünftig weitere regulierende Initiativen einführen, um CO₂-Emissionen zu reduzieren. Gleichzeitig arbeitet die EU an Strategien und Gesetzesinitiativen in den folgenden Bereichen:

- : verbesserte Fahrzeugeffizienz durch neue Motoren, Werkstoffe und Bauweisen
- : sauberere Nutzung der Energie durch neue Kraftstoff- und Antriebssysteme
- : verbesserte Nutzung der Transportnetzwerke und effizienterer Flottenbetrieb mit Unterstützung von Informations- und Kommunikationssystemen [6].

Diese Prioritäten haben großen Einfluss auf zukünftige Entwicklungen in der Nutzfahrzeugindustrie. Gleichzeitig bieten hybride Antriebstechniken Potenziale, um Schadstoffemissionen zu reduzieren, auch wenn die Kosten solcher Techniken nach wie vor eine Herausforderung für die wirtschaftliche Durchführbarkeit darstellen [7].

Wabco bietet ein erweitertes Portfolio an Techniken für Hybridfahrzeuge. Im

... fix ausgewählt, bestellt und geliefert in 12603 Baugrößen



Katalog anfordern



<http://qr.de/Tum>



⑥ Druckluftscheibenbremse für schwere und mittelschwere Lkw und Busse (links) und Anhänger (rechts) mit Einstempeltechnik

**GUTEKUNST
FEDERN**

Immer die passende Feder
www.federnshop.com

07123 960-192

Vorbehandeln
Entgraten
Waschen
Entfetten
Reinigen
Analysieren
Kontrollieren

Was benötigen
Sie?

Sichern Sie sich online Ihr
ermäßigtes Tages-Ticket
Vorteilscode: **p2c13ATZ**

Qualität braucht Perfektion.

parts2clean

Internationale Leitmesse für industrielle
Teile- und Oberflächenreinigung

22. – 24. Oktober 2013
Stuttgart · Germany



Deutsche Messe
Hannover · Germany

parts2clean.de

Bereich des optimierten Druckluftmanagements wurde der elektrisch angetriebene Kompressor speziell zur Nutzung wiedergewonnener Energie in hybriden und rein elektrischen Fahrzeugen entwickelt. Er arbeitet unabhängig vom Verbrennungsmotor mit einem eigenen elektrischen Motor und sorgt so für eine optimale Förderung von Druckluft in allen Betriebszuständen. Der elektrische Motor ermöglicht eine einfache Installation, da dieser – unabhängig vom Fahrzeugmotor – überall dort eingebaut werden kann, wo elektrische Schnittstellen und Druckleitungen verfügbar sind.

Wabcos elektronisches Bremssystem (Electronic Braking System, EBS) [8] für Lkw und Busse mit Hybridantrieb bietet die Rückgewinnung der Bremsenergie bei den meisten Bremsvorgängen. Moderne Hybridfahrzeuge nutzen effizienzsteigernde Techniken wie beispielsweise regeneratives Bremsen, um kinetische Energie in elektrische Energie umzuwandeln. Diese Energie lädt eine Batterie, die dann andere Fahrzeugkomponenten betreiben kann. Bei konventionellem Bremsen würde diese Energie in Form von Wärme verloren gehen. Das EBS von Wabco stellt eine flexible Infrastruktur für verschiedene Antriebsarten zur Verfügung. Es unterstützt unterschiedliche, unabhängig voneinander angetriebene Achsen, die durch verschiedene elektrische Motoren betrieben werden können. Diese elektrischen Motoren können als Dauerbremsen genutzt werden und ermöglichen somit die Wiedergewinnung von Energie. Wenn nur ungenügend Bremskraft durch die elektrischen Maschinen generiert wird – zum Beispiel wenn das Leistungslimit des elektrischen Systems erreicht wird – gleicht das EBS den Bremsvorgang durch die partielle Betätigung der Betriebsbremse aus.

Zusätzlich entwickelt und testet Wabco zurzeit eine Aerodynamiktechnik für den Heckbereich. Sie verspricht eine nochmals verbesserte Kraftstoffeffizienz, indem sie den Luftwiderstand des Anhängers weiter verringert. Erste Tests zeigen jährliche Kraftstoffeinsparungen von bis zu 3 %. In einem nächsten Schritt plant Wabco die Serienproduktion dieser Innovation als Nachrüstlösung für Fahrzeugkoffer-Anhänger.

Einzeln tragen die verschiedenen vorgestellten Techniken zu moderaten, aber erkennbaren Effizienzsteigerungen bei. Wenn sie einander ergänzend zum Ein-

satz kommen, bieten die Komponenten darüber hinaus zunehmende Einsparpotenziale, die zu einer Steigerung der Kraftstoffeffizienz sowie zur Reduzierung der Schadstoff- und CO₂-Emissionen bei Nutzfahrzeugen führen. Damit gibt es bereits heute Möglichkeiten, kleine Unterschiede durch leistungsfähige Innovationen zu erreichen, die zusammengekommen eine signifikante Verbesserung der Fahrzeugeffizienz ermöglichen.

LITERATURHINWEISE

- [1] Esculier, J.: L'innovation technologique: la clé de l'équilibre entre l'avenir des véhicules industriels et les exigences environnementales. In: La Jaune et La Rouge, l'Ecole Polytechnique, Dezember 2010
- [2] European Commission: Road transport: Reducing CO₂ emissions from vehicles. Brussels, 30. Juli 2012
- [3] Wiehen, C.; Lehmann, K.; Figueroa, J.-C.: Aktuelle Entwicklungen bei Fahrerassistenzsystemen für Nfz. In: ATZ 111 (2009), Nr. 7-8, S. 518-524
- [4] Van Raemdonck, G.M.r.: Trailer Aerodynamics: Towards more efficient heavy-duty vehicles. Platform for Aerodynamic Road Transport, Mai 2012
- [5] US Department of Transportation: Evaluation of the Effectiveness Of TPMS in Proper Tire Pressure Maintenance. Washington D.C., November 2012
- [6] European Commission: Towards a strategy to address CO₂ emissions from Heavy-Duty Vehicles. Brussels, 13. Februar 2013
- [7] Verband der Automobilindustrie (VDA): Das Nutzfahrzeug – umweltfreundlich und effizient, Juli 2008
- [8] Wiehen, C.; Klinger, A.; Figueroa, J.-C.: Entwicklungen und Trends bei Assistenzsystemen für Lkw. In: ATZ 114 (2012), Nr. 1, S. 46-50



DOWNLOAD DES BEITRAGS

www.springerprofessional.de/ATZ



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

order your test issue now:
springervieweg-service@springer.com