



Commercial Vehicle Cluster – Nutzfahrzeug GmbH

# Alternative Antriebssysteme für Nutzfahrzeuge

## CVC-Jahrestagung 2023: Koexistenz unterschiedlicher Antriebskonzepte

**Die Bereitstellung klimaneutraler bzw. emissionsfreier Antriebe ist aktuell eine der größten Herausforderungen der Nutzfahrzeug- wie auch der Land- und Baumaschinenbranche. Anders als im Pkw-Bereich, kann es hier zukünftig nicht DIE eine, universell einsetzbare Antriebslösung geben.**

Die Vielfalt der Anwendungsbereiche, die Notwendigkeit auch energieintensive Anbauaggregate anzutreiben oder der Einsatz unter höchst anspruchsvollen Umweltbedingungen haben zur Konsequenz, dass die verfügbaren Antriebsalternativen für unterschiedliche Einsatzzwecke jeweils mehr oder weniger gut geeignet sind. Insofern ist es mittlerweile akzeptiert, dass im Nutzfahrzeugbereich eine techno-

logische Offenheit bezüglich Antriebstechnologien geben muss. Geeignete Antriebslösungen werden in Abhängigkeit von Einsatzzweck definiert.

Was aber sind die Einsatzbereiche in denen die verschiedenen Antriebsalternativen ihre Stärken ausspielen können? Mit dieser Frage befasste sich die CVC-Jahrestagung am 13. Juli 2023 im John Deere

Von links nach rechts:  
Dr. Andreas Bachhofer,  
Dr. Martin Thul, Dr. Stefan  
Forkert, Christian  
Eichholtz, Ministerin  
Daniela Schmitt, Udo  
Scheff, Dr. Matthias  
Jurytko

Forum Mannheim. Erstmals wurden bei dieser Veranstaltung nicht nur Anforderungen und technologische Konzepte vorgestellt, sondern auch konkrete Lösungsansätze und realisierte Produkte.

#### **Die CVC-Jahrestagung:**

##### **Strategien und Lösungsansätze**

Die Veranstaltung verfolgte einen dreigeteilten Ansatz. Im ersten Teil stellten OEM-Vertreter aus den Bereichen Nutzfahrzeuge, Land- und Baumaschinen die Strategien vor, die sie in Bezug auf Antriebssysteme verfolgen und begründeten, weshalb sie spezielle Lösungen präferieren.

Im zweiten Teil der Veranstaltung kamen Vertreter von Unternehmen zu Wort, die innovative Lösungen in den Bereich Brennstoffzellen, batterieelektrische Antriebe und Wasserstoffmotoren anbieten. Ergebnis der beiden ersten Teile war letztlich eine Übersicht welche Antriebssysteme in welchen Bereichen sinnvollerweise genutzt werden können.

Im dritten Teil der Veranstaltung skizzierten ausgewählte Experten, welche weitergehenden Konsequenzen sich aus alternativen Antrieben für die Auslegung und die Produktion von Nutzfahrzeugen ergeben.

##### **Politische Perspektive und Industrieentwicklung**

Eröffnet wurde die Veranstaltung durch die Wirtschaftsministerin des Landes Rheinland-Pfalz, Daniela Schmitt. In ihrer Rede hob sie zum einen die große Bedeutung der Nutzfahrzeugbranche für den Wirtschaftsstandort Rheinland-Pfalz hervor und zum anderen die große Bedeutung einer Technologieoffenheit bzgl. Antriebssystemen von Nutzfahrzeugen und mobilen Arbeitsmaschinen. Ihre Ausführungen verdeutlichten, wie wichtig ein abgestimmtes Handeln von Landespolitik und Wirtschaft ist, um den Transformationsprozess der Fahrzeugindustrie erfolgreich zu bewältigen.

Referent/-innen  
und Vortragstitel

Eröffnung der Veranstaltung

Ministerin Daniela Schmitt  
Wirtschaftsministerin Rheinland-Pfalz

##### **Begrüßung**

Christian Eichholtz  
Vice President Manufacturing Small AG & Turf  
John Deere GmbH & Co. KG

##### **Begrüßung durch den Gastgeber John Deere - Landtechnik im Umbruch**

Session I

##### **Die strategischen Perspektiven für zukünftige Antriebssysteme – Rahmenbedingungen, Anforderungen, Lösungsansätze**

Udo Scheff  
Director, Loaders and Small & Mid Tractor  
Engineering, John Deere GmbH & Co. KG

##### **Nachhaltige Antriebssysteme in landwirtschaft- lichen Systemen**

Dr. Andreas Bachhofer  
Leiter Standort und Produktion im Mercedes-Benz  
Werk Wörth, Daimler Truck AG

##### **Die Antriebsstrategie der Daimler Truck AG**

Dr. Stefan Forkert  
Vice President Engineering und Qualität,  
Bomag GmbH

##### **Innovative Antriebstechnologien bei Baumaschinen**

### **Branchenspezifische Herausforderungen und Entwicklungen**

Christian Eichholtz, John Deere, eröffnete in seiner Rolle als Gastgeber der Jahrestagung den inhaltlichen Teil der Veranstaltung. Er skizzierte in seinem Vortrag die Umbruchsituation, in der sich die Landtechnik aktuell befindet: Landtechnik ist von zentraler Bedeutung, um angesichts einer wachsenden Weltbevölkerung und des Klimawandels die Versorgungssicherheit mit hochwertigen, nachhaltig produzierten Nahrungsmitteln sicherzustellen. Dazu muss Landtechnik leistungsfähig sein, ressourcenschonend eingesetzt, aber auch nachhaltig hergestellt werden.

Der notwendige technologische Wandel von der traditionellen zu einer zukunftssicheren Landtechnik zeigt sich vor allem in einer zunehmenden Automatisierung, der wachsenden Bedeutung von KI-Lösungen aber auch in der wachsenden Nachfrage nach neuartigen, klimafreundlichen Antriebssystemen.

### **Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft: Antriebssysteme von John Deere**

Innerhalb des Rahmens den Christian Eichholtz aufgespannt hatte, vertiefte Udo Scheff von John Deere die große Bedeutung nachhaltiger Antriebssysteme für Landmaschinen. Die hohen Anforderungen die Landmaschinen erfüllen müssen, bedingen einen immer höheren Grad an Technisierung und Automatisierung sowie immer höhere Leistungsanforderungen. Dies führt zwangsläufig zu steigenden Kosten. Insofern ist aus Nutzersicht der effiziente Einsatz von Landmaschinen von zentraler Bedeutung.

Die Herausforderung liegt darin, eine Landmaschine optimal auf die zu erfüllenden Anforderungen und Einsatzbedingungen abzustimmen. Dabei kommt dem Antriebssystem, das bei Landmaschinen für den Fahrtrieb aber auch die Realisierung von Arbeitsfunktionen maßgeblich ist, eine zentrale Bedeutung zu. Je nachdem welche technische Lösung gewählt wird (z.B. Batterieantrieb, Verbrennungsmotor) und

#### Session II

### **Spezielle Antriebslösungen – Technologische Herausforderungen, Chancen, Grenzen**

Dr. Matthias Jurytko  
CEO, cellcentric GmbH & Co. KG

#### **cellcentric-Brennstoffzellen und ihr Beitrag zur Dekarbonisierung des Nutzfahrzeugsektors**

Dr. Markus Schwaderlapp  
Senior Vice President Product Development/Leiter Produktentwicklung, DEUTZ AG

#### **Nachhaltige Antriebe für Arbeitsmaschinen**

Uwe Hotz  
Strategie und Business Development,  
WAE Technologies Deutschland GmbH

#### **Topologie und Zellchemie für neue Batteriesysteme bei Nutzfahrzeugen**

#### Session III

### **Spezielle Rahmenbedingungen**

Marius Koch  
Leiter Versuchs- und Fahrzeugbau,  
EDAG Engineering GmbH

#### **Herausforderungen und Lösungsansätze für die Industrialisierung von H<sub>2</sub>-Tankssystemen in der Nutzfahrzeugbranche**

Dr. Wolfgang Reuter  
Vorstand CTO CSO, KONVEKTA AG

#### **Nachhaltiges Thermomanagement für Nutzfahrzeuge mit E-Antrieb**





wie diese leistungsmäßig ausgelegt wird, hat dies eine große Auswirkung auf das Gewicht oder die Einsatzdauer.

Kleinere Maschinen, die z.B. im Hofbetrieb verwendet werden, sind für batterieelektrische Antriebe prädestiniert. Leistungsstarke Maschinen, die im Dauerbetrieb für die Feld- oder Erntearbeit eingesetzt werden, können auch längerfristig nur mit Motoren angetrieben werden, die klimaneutrale, flüssige Kraftstoffe nutzen. Entsprechend muss ein differenziertes Produktportfolio angeboten werden.

**Daimler Truck AG:  
Klimaneutrale Transportlösungen**

Ein analoges Bild zu den Vertretern von John Deere zeichnete Dr. Andreas Bachhofer, der die Antriebsstrategie der Daimler Truck AG vorstellte. Im Fokus des Unternehmens stehen klimaneutrale Antriebe für Transportfahrzeuge – entweder auf Grundlage batterieelektrischer oder wasserstoffbasierter Antriebe.

Aus Unternehmenssicht sind dabei batterieelektrische Antriebe für leichtere Ladungen und

kürzere Transportdistanzen prädestiniert, während Wasserstoffantriebe bei hohen Lasten, längeren Transportdistanzen und bei Sonderanwendungen ihre Stärken ausspielen können.

Welche Lösung ein Kunde tatsächlich erwirbt, hängt einerseits von seinen Präferenzen und Einsatzanforderungen ab, andererseits aber auch von der verfügbaren Lade- bzw. Wasserstoffinfrastruktur. Insbesondere letztgenannter Punkt ist aktuell eine enorme Barriere für die Etablierung klimaneutraler Nutzfahrzeuge am Markt. Vor allem auch deshalb, weil die Planungen zum Infrastrukturausbau weit hinter dem tatsächlichen Bedarf zurückbleiben. Aus diesem Grund ist die Daimler Truck AG verschiedene Kooperationen eingegangen, um zusammen mit Partnern auch den Ausbau der notwendigen Infrastruktur voran zu treiben.

Des Weiteren müssen im Zusammenhang mit den Kostennachteilen klimaneutraler Nutzfahrzeuge auch Regularien und Mautsysteme so weiterentwickelt werden, dass die Mehrkosten kompensiert und Kunden zum Erwerb motiviert werden.





### **Bomag: Emissionsfreie Antriebe in der Bauwirtschaft**

Auch bei den Baumaschinen hängt die Auswahl des richtigen, emissionsfreien Antriebs vom Einsatzzweck und den Einsatzbedingungen ab. Dr. Stefan Forkert vom Baumaschinenhersteller Bomag berichtete in seiner Präsentation über die wachsende Bedeutung von Nachhaltigkeitskriterien in der Bauwirtschaft und insbesondere über den wachsenden Druck zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Vor diesem Hintergrund hat Bomag schon eine Vielzahl von Produkten mit einem elektrischen oder hybriden Antrieb ausgestattet, beschränkt sich dabei aber eher auf die kleineren Leistungsklassen. Leistungsstärkere Maschinen, die für einen Dauereinsatz ausgelegt sind, werden auch zukünftig eher mit Verbrennungsmotoren ausgestattet. Mit alternativen Kraftstoffen oder Wasserstoff betrieben, können aber auch sie einen wichtigen Beitrag zur Reduktion klimaschädlicher Emissionen leisten – vorausgesetzt die notwendige Versorgungsinfrastruktur ist vorhanden.

Insbesondere im globalen Baumaschinenmarkt wird aber auch der klassische Dieselantrieb weiter eine hohe Bedeutung haben und muss deshalb technologisch weiterentwickelt werden.

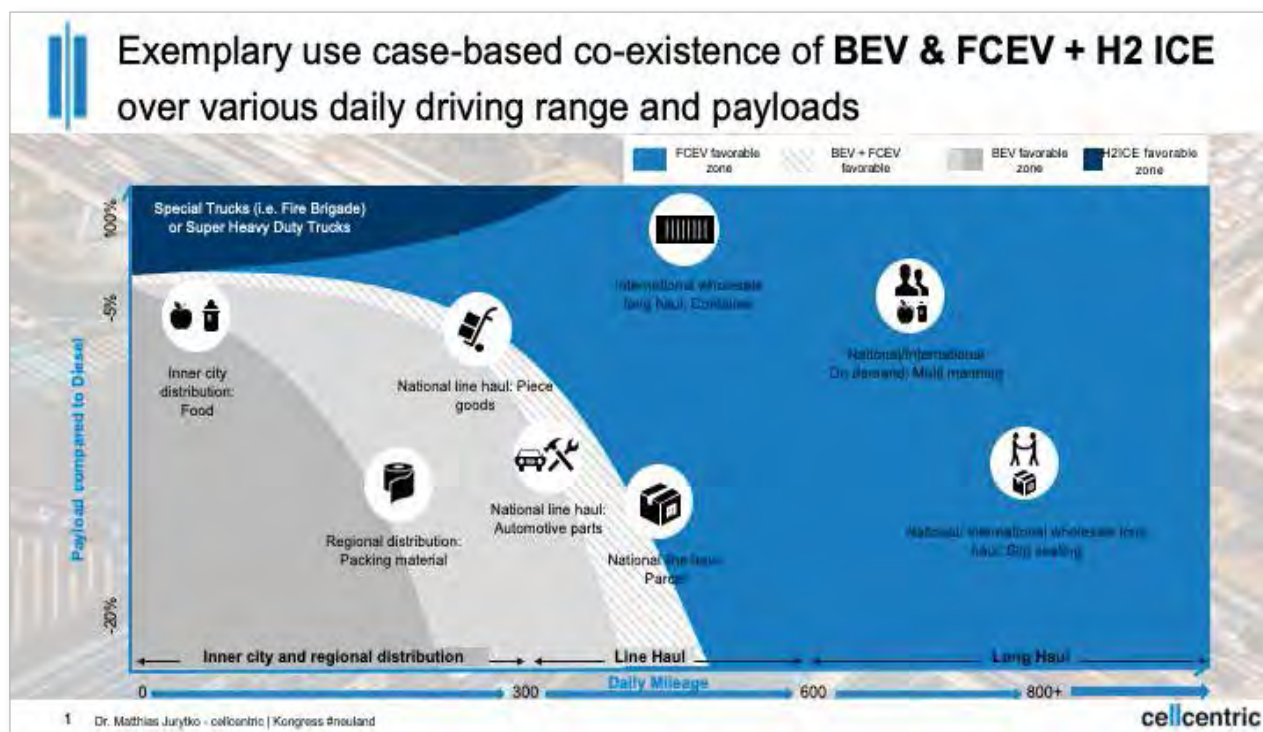
### **Antriebssysteme der Zukunft: Einheitliche Visionen von OEMs**

Die drei Referenten aus dem Kreis der OEM zeichneten in Bezug auf die Antriebssysteme der Zukunft ein relativ einheitliches Bild: Nutzfahrzeuge und mobile Arbeitsmaschinen werden mit alternativen, emissionsfreien Antrieben angeboten, wobei sich die Auswahl der geeigneten Lösung an den Einsatz- und Rahmenbedingungen ausrichtet.

Während herstellereitig erprobte und technologisch reife Lösungen angeboten werden, scheitert aktuell die breite Marktdurchdringung aber noch an den defizitären Infrastrukturen und den deutlich höheren Kosten solcher Fahrzeuge.

Das führt zu herausfordernden Situationen für Hersteller, da sehr hohe FuE-Kosten keine angemessene Refinanzierung erfahren. Verschärft wird die Situation noch dadurch, dass im globalen Markt der Diesel-

Anwendungsszenarien  
unterschiedlicher An-  
triebstechnologien  
(©cellcentric)



motor auch zukünftig eine wichtige Rolle spielen wird und deshalb technologisch weiterentwickelt werden muss, was weitere Kosten verursacht.

Vor diesem Hintergrund etablieren sich auch zunehmend neue Kooperationsbeziehungen zwischen Unternehmen und über Branchengrenzen hinweg, um gemeinsam die Herausforderungen der Transformation bewältigen zu können.

#### Diversität der Antriebssysteme

Die Ausführungen der OEM-Vertreter haben gezeigt, dass aufgrund der zentralen Bedeutung der Einsatzzwecke ein großer Bedarf an unterschiedlichsten Antriebssystemen besteht. Wengleich in allen Bereichen beispielsweise batterieelektrische Antriebe geeignete Anwendungsbereiche haben, so sind die speziellen Einsatzbedingungen aber vielfach so unterschiedlich, dass spezifische Auslegungen bzw. Anpassungen unerlässlich sind.

Im zweiten Teil der CVC-Jahrestagung stellten deshalb ausgewählte Hersteller von Antriebssystemen ihre Lösungen und strategischen Entwicklungslinien vor.

#### cellcentric: Brennstoffzellen als zukunftsfähige Lösung

Den zweiten Teil der CVC-Jahrestagung eröffnete Dr. Matthias Jurytko vom Brennstoffzellenhersteller cellcentric. Er skizzierte zunächst die Dimensionen der notwendigen Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Trucks und zeigte anschließend, dass Europa auch langfristig mehr als 50 % seines Energiebedarfs durch Importe decken muss. Vor diesem Hintergrund kommt Wasserstoff eine Schlüsselrolle zu: Er ermöglicht eine stoffliche Speicherung regenerativ erzeugter, elektrischer Energie.

Wasserstoff lässt sich mit Brennstoffzellen effizient rückverstromen – sowohl in mobilen als auch in stationären Anwendungen.

Cellcentric hat sich auf standardisierte Brennstoffzellen für den Heavy-Duty-Bereich spezialisiert und klar abgegrenzt, wo die sinnvollen Einsatzbereiche von Brennstoffzellen, Batterien oder Wasserstoffmotoren gesehen werden. Brennstoffzellensysteme haben den großen Vorteil, dass sie aufgrund des geringen Gewichts die Zuladung kaum beeinträchtigen, große Reichweiten ermöglichen und eine schnelle Betankung mit Wasserstoff zulassen.

Brennstoffzellen von cellcentric haben schon heute einen hohen technologischen Reifegrad. Die Herausforderung für das Unternehmen liegt aber aktuell im Aufbau einer technisch sehr anspruchsvollen Serienfertigung, um über Skaleneffekte die Kosten von Brennstoffzellen zu senken. Dies ist eine notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung für eine Marktdurchdringung. Ohne eine zuverlässige und leistungsstarke Wasserstoffinfrastruktur und ohne angepasste regulative Regelungen z.B. in Bezug auf eine Lkw-Maut, wird es schwer, Kunden vom Mehrwert von Brennstoffzellenfahrzeugen zu überzeugen.

### **Nachhaltige Antriebslösungen für mobile Arbeitsmaschinen**

Die Deutz AG hat sich im Bereich der mobilen Arbeitsmaschinen als Anbieter nachhaltiger Antriebslösungen positioniert. Dr. Markus Schwaderlapp charakterisierte zunächst die speziellen Bedingungen des Off-Road-Bereichs, in dem mobile Arbeitsmaschinen einen Einsatzschwerpunkt haben. Hier sind einerseits der Energiebedarf und andererseits die Mobilitätsanforderungen entscheidende Kriterien für die Auswahl des geeigneten Antriebssystems.

Bei geringen Mobilitätsanforderungen und niedrigem Energiebedarf sind elektrische Antriebe (Batterien und Brennstoffzellen) geeignete Lösungen. Bei hohem Energiebedarf und hohen Mobilitätsanforderungen werden auch langfristig Verbrennungsmotoren mit nachhaltigen Kraftstoffen (HVO, Wasserstoff, Biodiesel etc.) nicht zu ersetzen sein. Entsprechend wird die Deutz AG ein breites Spektrum von Antriebslösungen anbieten und als Zulieferunternehmen für unterschiedlichste OEM agieren.

Auch im Vortrag von Dr. Schwaderlapp wurden die Versorgungsinfrastrukturen als erfolgskritische Elemente identifiziert – speziell für den Einsatz von mobilen Arbeitsmaschinen im ländlichen Raum oder auf Baustellen. Als Konsequenz hat die Deutz AG innovative mobile Lösungen entwickelt, die eine dezentrale Wasserstoffversorgung bzw. ein dezentrales Laden von Traktionsbatterien ermöglichen.

### **Innovative Antriebssysteme auch im Bergbau**

Den abschließenden Vortrag zu innovativen Antriebssystemen hielt Uwe Hotz von WAE Technologies Deutschland. Das Unternehmen ist die Tochter eines australischen Bergbaukonzerns und hat seine technologischen Wurzeln im Rennsport, genauer gesagt: in der Formel E. Die dort entwickelten Kompetenzen im Bereich der batterieelektrischen Antriebe werden genutzt um z.B. emissionsfreie schwere Muldenkipper oder Güterzüge für den Eisenerztransport zu bauen, die einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung des Bergbaus leisten.

Grundlage dafür sind neuartige modular aufgebaute Batterien, in denen unterschiedliche Zelltypen integriert sind. Diese werden über ein spezielles Batteriemanagementsystem so angesteuert, dass die Effizienz der Batterieantriebe enorm gesteigert wird. Hierdurch lassen sich neuartige Anwendungsbereiche für batterieelektrische Antriebe erschließen, insbesondere für den Einsatz in robusten Umgebungen. Ergänzt wird dieser Ansatz durch ein Cloud-basiertes Überwachungssystem für Traktionsbatterien, um Leistung, Sicherheit und Lebensdauer von Batterien zu überwachen.

### **Symbiose alternativer Antriebstechnologien**

Stellt man den Aussagen der OEM-Referenten die der Hersteller von Antriebslösungen gegenüber, so ergibt sich ein konsistentes Bild: Die alternativen Lösungsansätze konkurrieren nicht unbedingt miteinander. Vielmehr liegen die jeweiligen Stärken in unterschiedlichen Bereichen, so dass sie sich sinnvoll ergänzen können.

Die vorgestellten Abgrenzungen sinnvoller Einsatzbereiche sind allerdings nur Momentaufnahmen. Sie werden sich im Zuge der Weiterentwicklung der Antriebstechnologien, aber auch im Zuge des Ausbaus von Versorgungsinfrastrukturen verändern.

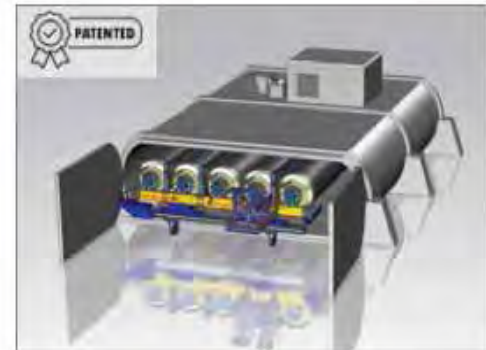


## EDAG WASSERSTOFF-BEFÜLLVERFAHREN MIT VAKUUM



### Vergleichswerte zwischen der Druckwechselspülung und dem EDAG-Vakuumverfahren

- ✓ 100 % Reduzierung des Gasverbrauchs ~2.000,00€ / Tanksystem
- ✓ 95% Reduzierung der Prozesszeit
- ✓ 80% Reduzierung des manuellen Aufwands
- ✓ 90% Reduzierung der Anlagentechnik- und Wartungskosten
- ✓ - Reduzierung des CO2 Footprint (Produktion und Produkt)
- ✓ - Stückzahlreichung von Großserien



© 2023 EDAG Group. All rights reserved.

Reinigung und initiale Befüllung von Wasserstofftanks (©EDAG)

### Folgen für Produktion und Fahrzeugkomponenten

Die Ausstattung von Nutzfahrzeugen mit alternativen Antrieben hat nicht nur Konsequenzen für das eigentliche Antriebssystem. Vielmehr werden auch weitreichende Änderungen bei den Herstellungsprozessen und Anpassungen bei Fahrzeugkomponenten, die nicht unmittelbar dem Antriebssystem zuzurechnen sind, erforderlich. Im dritten Teil der Veranstaltung beschrieben zwei Referenten welche innovativen Lösungen ihre Unternehmen vor diesem Hintergrund entwickelt haben.

### Innovation bei Wasserstofftechnologie

Marius Koch von der EDAG Group befasste sich in seinem Vortrag mit der Problematik der Initialisierung von Wasserstofftanks für Wasserstofffahrzeuge. Speziell Brennstoffzellen reagieren äußerst empfindlich auf Verunreinigungen im Wasserstoff, die in kürzester Zeit zur vollständigen Zerstörung eines solchen Aggregats führen können.

Die Reinigung und initiale Befüllung von Wasserstofftanks sind daher äußerst kritische Prozesse, die mit den aktuell genutzten Druckwechselspülverfahren ca. 30% der Kosten des gesamten Tanksystems verursachen. Bei der Reinigung müssen sowohl Partikel als auch letzte Reste schädlicher Gase entfernt

werden. Zudem ist sicherzustellen, dass kein explosionsfähiges Gemisch im Tank mehr vorhanden ist.

Derzeit gestaltet sich der Reinigungs- und initiale Befüllungsprozess so, dass der Tank zuerst mit Stickstoff bis zu einem Druck von 2–4 bar befüllt wird. Anschließend wird er mit Wasserstoff bis zu einem Druckniveau von 700 bar befüllt. Durch mehrfaches Ablassen der Tanks und Neubefüllung mit reinem Wasserstoff wird dann die Stickstoffkonzentration schrittweise unter 0,01% gebracht.

Die Lösung der EDAG, die für eine industrielle Anwendung ausgelegt ist, geht einen anderen Weg. Die Tanks werden zuerst in einer Vakuumkammer evakuiert und anschließend mit reinem Wasserstoff befüllt. Dadurch kann die Prozesszeit um 95% reduziert werden und die Kosten für den Gasverbrauch sinken um 2.000,00 Euro pro Tanksystem.

### Effiziente Temperaturkontrolle bei Elektro-Nutzfahrzeugen

Besondere Herausforderung bei batterieelektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen ist die Beheizung bzw. Klimatisierung von Fahrgastkabine und Fahrgastraum. Bis zu 40% der Batterieenergie bei Bussen müssen im Winter für Heizzwecke aufgewendet werden.





Dr. Wolfgang Reuter von der Konvekta AG präsentierte bei der Jahrestagung hierfür eine innovative Lösung seines Unternehmens. Die Konvekta AG ist auf Klimatisierung von Nutz- und Schienenfahrzeugen spezialisiert und hat ein Wärmepumpenkonzept realisiert, das im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen nur ein Viertel der elektrischen Energie benötigt. Zudem lässt sich das System sowohl zum Heizen als auch zu Kühlzwecken nutzen.

Eine Besonderheit der Wärmepumpe liegt darin, dass sie keine konventionellen Kühlmittel nutzt. Diese sind äußerst klimaschädlich und werden vor dem Hintergrund von PFAS und der F-Gas-Verordnung zunehmend vom Markt genommen. Konvekta nutzt CO<sub>2</sub> als Kühlmittel. Hier ist es gelungen durch sehr anspruchsvolle technische Innovation Lösungen bereitzustellen, die Kunden umfangreiche Mehrwerte erschließen.

**Zusammenfassung und Ausblick**

Insgesamt hat die CVC-Jahrestagung verdeutlicht, dass es im Nutzfahrzeug zukünftig eine Koexistenz unterschiedlicher Antriebskonzepte geben wird. Es existieren schon sehr klare Vorstellungen dazu, wo welche Antriebstechnologie ihre Stärken am besten

entfalten können. Aus einer Konkurrenzsituation hat sich mittlerweile ein ergänzendes Miteinander entwickelt.

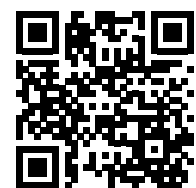
Die Vorträge der Unternehmensvertreter haben sehr deutlich gezeigt, welche Anstrengungen OEM und Zulieferunternehmen unternommen haben, um klimafreundliche Nutzfahrzeuge und mobile Arbeitsmaschinen bereitzustellen. Es wurde aber auch deutlich, wo im Bereich der Infrastrukturen und Regularien großer Nachholbedarf besteht.

Gelingt es nicht, diese Hemmnisse auszuräumen, wird der Absatz klimafreundlicher Fahrzeuge nicht im ausreichenden Umfang steigen. Dies wiederum führt zu massiven Nachteilen – sowohl für das Klima als auch für die Fahrzeugindustrie.

Autor Dr. Martin Thul

Referententalk:  
Dr. Matthias Jurytko,  
Uwe Hotz, Dr. Markus  
Schwaderlapp, Dr.  
Martin Thul

**Kontakt**  
Commercial Vehicle  
Cluster – Nutzfahrzeug  
GmbH  
Europaallee 3-5  
67657 Kaiserslautern  
[www.cvc-suedwest.com](http://www.cvc-suedwest.com)



Ansprechpartner:  
Dr. Martin Thul  
Geschäftsführer  
martin.thul@  
cvc-suedwest.com