

L'hydrogène – aujourd'hui et demain

Lors de l'événement de réseautage d'Agrotec Suisse chez Auto AG Rothenburg, Jörg Merz, directeur de l'Union suisse des métiers de l'automobile (UPSA) section Suisse centrale, a présenté l'état actuel des moteurs à hydrogène. Nous en résumerons ici les principaux points.

L'essentiel en bref

- En août 2019, le Conseil fédéral a décidé qu'à compter de 2050, la Suisse devra présenter un bilan d'émissions de gaz à effet de serre nul (objectif net zéro émission).
- Les véhicules fonctionnant à l'hydrogène jouent un rôle central dans la réduction des émissions de CO₂ s'il s'agit d'hydrogène vert.
- Les premiers prototypes de fabricants de renom en agriculture sont actuellement en test.
- Cette évolution constitue de nouveaux défis autant que de nouvelles opportunités pour les entreprises de technique agricole et leurs collaborateurs.



Dans les véhicules électriques à pile à combustible (Fuel Cell Electric Vehicle FCEV), l'énergie est produite à partir d'hydrogène (H₂). Les émissions de CO₂ sont ainsi considérablement réduites dans le bilan global (voir encadré : politique climatique). La pile à combustible est un élément galvanique, semblable à une batterie, dans lequel l'hydrogène et l'oxygène produisent du courant continu par électrochimie et de la chaleur. Son seul sous-produit est l'eau. La pile à combustible est combinée idéalement à un moteur électrique, qui convertit la puissance électrique en puissance mécanique.

Les véhicules à H₂ sont utilisés avec succès depuis des années dans le secteur des transports. Auto AG Truck dispose d'une expertise avérée en matière de véhicules utilitaires fonctionnant à l'hydrogène, notamment en tant que partenaire de service exclusif pour Hyundai Hydrogen Mobility en Suisse. À ce jour, les 46 camions à hydrogène Hyundai Xcient Fuel Cell en Suisse ont

parcouru plus de 2,9 millions de kilomètres. Cela a déjà permis d'économiser plus de 1700 tonnes de CO₂ par rapport aux camions diesel. D'ici 2025, 1600 Xcient Fuel Cell Trucks devraient sillonner les routes suisses. Marco Villiger, responsable du département Développement d'entreprise & Numérisation chez Auto AG Group: « Nous sommes persuadés que les véhicules utilitaires à hydrogène peuvent constituer une alternative aux véhicules fonctionnant uniquement sur batteries ou au diesel sur les distances moyennes et longues. En particulier, les temps de ravitaillement courts, la charge utile élevée et l'autonomie sont des critères décisifs qui plaident en faveur de ce type de motorisation. »

La condition est que ce soit de l'hydrogène vert, résultant de l'électrolyse, de la thermolyse ou de la photolyse avec de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables, ou de la biomasse par gazéification ou reformage.

Exigences en agriculture

Pour que la motorisation H₂ soit attrayante pour l'agriculture, un certain nombre de conditions doivent être remplies. La puissance doit être disponible et utilisable quelles que soient les conditions, en offrant un fonctionnement sans difficulté, même après un certain temps. Le plein ou la recharge doivent se faire rapidement.





Wasserstoff – heute und morgen

Am Agrotec Suisse-Netzwerkanlass bei der Auto AG Rothenburg referierte Jörg Merz, Geschäftsführer des Auto Gewerbe Verbandes Schweiz AGVS Sektion Zentralschweiz, zum Stand der Wasserstoffantriebe. Wir fassen die wichtigsten Punkte zusammen.

Das Wichtigste in Kürze

- Der Bundesrat hat im August 2019 entschieden, dass die Schweiz ab dem Jahr 2050 unter dem Strich keine Treibhausgasemissionen mehr ausstossen soll (Netto-Null Emissionsziel).
- Wasserstoff-getriebene Fahrzeuge spielen eine zentrale Rolle bei der CO₂-Reduktion – vorausgesetzt, es handelt sich um Grünen Wasserstoff.
- Erste Prototypen bekannter Hersteller werden in der Landwirtschaft getestet.
- Für Landtechnikbetriebe und ihre Mitarbeitenden entstehen neue Herausforderungen und Chancen.

In Brennstoffzellen-Elektrofahrzeugen (Fuel Cell Electric Vehicle FCEV) wird die Energie mit Wasserstoff (H₂) erzeugt. Dadurch wird der CO₂-Ausstoss in der Gesamtbilanz markant reduziert (siehe Kasten: Klimapolitik). Die Brennstoffzelle ist ein galvanisches Element, ähnlich einer Batterie, in der elektro-chemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff direkt elektrischer Gleichstrom und Wärme erzeugt werden. Als Nebenprodukt entsteht lediglich Wasser. An der Brennstoffzelle schliesst sich optimalerweise ein Elektromotor an, der elektrische in mechanische Leistung umwandelt.

Im Transportwesen sind H₂-getriebene Fahrzeuge seit Jahren erfolgreich im Einsatz. Die Auto AG Truck verfügt über eine ausgewiesene Expertise mit wasserstoffbetriebenen Nutzfahrzeugen, so etwa als exklusiver Servicepartner für die Hyundai Hydrogen Mobility in der Schweiz. Mittlerweile haben die über 46 Hyundai Xcient Fuel Cell Wasserstofflastwagen in der Schweiz mehr als 2.9 Mio. Kilometer zurückgelegt. Dadurch wurden, verglichen mit Diesel-Lkw, bereits über 1700 Tonnen CO₂ Emissionen eingespart. Bis 2025 sollen 1600 Xcient Fuel Cell Trucks über die Schweizer Strassen

rollen. Marco Villiger, Bereichsleitung Unternehmensentwicklung & Digitalisierung, der Auto AG Group: «Wir sind überzeugt, dass wasserstoffbetriebene Nutzfahrzeuge im Bereich Mittel- und Langdistanzen eine Alternative zu rein batterie- oder herkömmlichen dieselangetriebenen Fahrzeugen sein kann. Insbesondere sind die kurzen Betankungszeiten, die hohe Nutzlast und die Reichweite entscheidende Kriterien, welche für diese Antriebsart sprechen.»

Bedingung ist, dass es sich um Grünen Wasserstoff handelt. Dieser entsteht durch Elektrolyse, Thermolyse oder Photolyse mit Strom aus regenerativen Energiequellen, oder aus Biomasse durch Gasifizierung oder Reformierung.

Anforderungen in der Landwirtschaft

Damit der H₂-Antrieb für die Landwirtschaft interessant wird, müssen eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein. Die Leistung muss unter allen Bedingungen verfügbar und ab-



L'infrastructure de ravitaillement ou de recharge doit être disponible à tout moment. La puissance doit satisfaire aux exigences élevées en matière de couple et à la variété d'usages (puissance de traction, puissance de prise de force, puissance hydraulique). La puissance doit surmonter des résistances au roulement élevées et il n'y a pas de récupération. Les véhicules H2 doivent être aptes à la conduite tout-terrain en matière de garde au sol, de poids, de vibrations, de poussière ou de température. Enfin, les coûts et les frais de fonctionnement doivent être compétitifs.

En ce qui concerne la capacité de stockage d'énergie, Jörg Merz prévoit les exemples suivants :

- valet de ferme de 18 à 36 kW : 3,8 heures
- tracteur (93–111 kW) pour entretien, fertilisation ou production de fourrage : 2,5 heures
- Tracteur (251–300 kW) en cas de travaux lourds du sol : 1,5 heures

Plusieurs constructeurs ont présenté des prototypes, tels que New Holland et JCB. Chez Traxx, un tracteur viticole est en cours de développement. Fendt a déjà reçu l'Agrifuture Concept Award pour son modèle H2Agrar. Un John Deere 6195 fonctionne avec le carburant à base d'ammoniac de la start-up américaine Amogy, qui transforme l'ammoniac produit à partir de lisier et de fumier en hydrogène.

Exigences pour l'atelier

La diversité des motorisations (diesel, électrique, gaz naturel, hydrogène, etc.) s'accroît. Chaque source d'énergie présente des risques spécifiques, renforçant ainsi les exigences imposées aux processus de l'atelier. L'hydrogène ga-

zeux est à peine détectable dans l'air. Il s'échappe spontanément, dans toutes les directions et dans tout l'espace. La flamme d'hydrogène est invisible, avec un risque de brûlure.

Une documentation sur la protection contre les explosions doit être établie pour l'atelier (si elle n'est pas déjà disponible). La liste de contrôle de la Suva « Risques d'explosion » convient à cet effet.

La technologie haute tension des moteurs électriques engendre d'autres dangers : tensions et intensités de courant élevées, risques de chocs électriques et arcs parasites. Cela nécessite des règles de sécurité et des investissements dans les infrastructures et les outils.

Exigences pour les collaborateurs

Une formation initiale et continue s'impose. Les nouvelles technologies requièrent des compétences supplémentaires de la part des collaborateurs. De ce fait, les perspectives évoluent : des qualités telles que la curiosité, l'adaptabilité, l'ouverture à la nouveauté sont attendues. L'apprentissage tout au long de la vie prend une tournure pratique, en portant sur de nouvelles connaissances sur les produits et les processus, le diagnostic à distance, la maintenance prédictive et les algorithmes basés sur l'IA. Les services informatiques et la numérisation des processus se développent. Les responsabilités juridiques en atelier imposent une augmentation des activités de certification et réglementaires.

Défis pour les entreprises

Avec l'augmentation du nombre de véhicules électriques, la rentabilité de la maintenance et de la réparation des

Politique climatique

Dans le cadre de l'accord de Paris sur le climat, la Suisse s'est engagée, d'ici 2030, à réduire de moitié ses émissions de gaz à effet de serre par rapport aux niveaux de 1990. Le 21 mai 2017, les électeurs ont adopté la loi révisée sur l'énergie. Elle vise à réduire la consommation d'énergie, à accroître l'efficacité énergétique et à promouvoir les énergies renouvelables. En outre, le Conseil fédéral a décidé en août 2019 qu'à compter de 2050, la Suisse devra présenter un bilan d'émissions de gaz à effet de serre nul (objectif net zéro émission). Le pays se conforme ainsi à l'objectif international de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C au maximum par rapport à l'époque préindustrielle.

pièces d'usure va diminuer dans le secteur traditionnel des moteurs à combustion interne. Dans le même temps, des investissements sont nécessaires. Les équipementiers d'origine créent des obstacles pour les entreprises non affiliées à une marque. Les investissements dans les infrastructures de diagnostic, d'essai et d'étalonnage augmentent.

Mais de nouveaux domaines d'activité apparaissent également. La voie à suivre pour atteindre l'objectif de zéro émission nette est tracée. Ceux qui l'emprunteront auront à l'avenir les clés du succès. ■

Rob Neuhaus



Brochure d'information CSFT

Sécurité au travail et protection de la santé en cas d'interventions sur véhicules à gaz

<https://www.ekas.ch/download.php?cat=6JLVL2DY0APKasS-NvUf3Dw%3D%3D&id=10237>

rufbar sein, der Betrieb muss auch nach längeren Standzeiten problemlos möglich sein. Das Tanken und Laden müssen schnell erfolgen. Die Tank- oder Ladeinfrastruktur muss jederzeit verfügbar sein. Die Leistung muss den hohen Drehmomentanforderungen und der hohen Varianz (Zugleistung, Zapfwellenleistung, Hydraulikleistung) genügen. Die Leistung muss hohe Rollwiderstände überwinden und es gibt keine Rekuperation. H₂-Fahrzeuge müssen off-road-tauglich sein bezüglich Bodenfreiheit, Gewicht, Schwingungen, Staub oder Temperaturen. Und schliesslich müssen Kosten und Aufwand wettbewerbsfähig sein.

Zur Energiespeicherkapazität rechnet Jörg Merz folgende Beispiele vor:

- Hoflader mit 18–36 kW: 3,8 Stunden
- Traktor (93–111 kW) bei Pflege, Düngung oder Grasgewinnung: 2,5 Stunden
- Traktor (251 – 300 kW) bei schwerer Bodenbearbeitung: 1,5 Stunden

Verschiedene Hersteller haben Prototypen vorgestellt, zum Beispiel New Holland und JCB. Bei Traxx ist ein Weinbautraktor in Entwicklung. Fendt hat für das Modellprojekt H₂Agrar bereits den Agrifuture Concept Award erhalten. Ein John Deere 6195 läuft mit dem Ammoniak-to-Power-System des amerikanischen Start-ups Amogy; damit wird

in einem Reaktor Ammoniak, das aus Gülle und Mist entsteht, in Wasserstoff umgewandelt.

Anforderungen an die Werkstatt

Die Vielfalt an Antrieben – Diesel, Elektro, Erdgas, Wasserstoff etc. – nimmt zu. Die verschiedenen Energiequellen haben spezifische Risiken. Entsprechend steigen die Anforderungen an die Prozesse in der Werkstatt. Gasförmiger Wasserstoff ist im Freien kaum nachweisbar. Er entweicht spontan, in alle Richtungen und im ganzen Raum. Die Wasserstoffflamme ist unsichtbar – Verbrennungsgefahr!

Für die Werkstatt muss eine Dokumentation zum Explosionsschutz erstellt werden (falls nicht schon vorhanden). Dafür eignet sich die Checkliste der Suva «Explosionsrisiken».

Durch die Hochvoltechnik der Elektromotoren entstehen weitere Gefahren – hohe Spannungen und Stromstärken, Gefährdung durch Stromstösse und Störlichtbögen. Das erfordert Sicherheitsregeln und Investitionen in die Infrastruktur und die Werkzeuge.

Anforderungen an die Mitarbeitenden

Auch die Aus- und Weiterbildung ist gefordert. Die neuen Technologien erfordern weitere Kompetenzen der Mitarbeitenden. Damit steigen auch die Perspektiven: Gefragt sind Eigen-

schaften wie Neugierde, Anpassungsbereitschaft, Offenheit gegenüber Neuem. Lebenslanges Lernen erhält eine praktische Bedeutung. Gefragt sind neue Produkt- und Prozesskenntnisse, Ferndiagnose, prädikative Instandhaltung und KI-basierte Algorithmen. IT-Services und die Digitalisierung der Prozesse nehmen zu. Aufgrund der rechtlichen Verantwortlichkeiten entstehen zunehmend zertifizierende, hoheitliche Tätigkeiten in der Werkstatt.

Herausforderungen für die Betriebe

Mit der zunehmenden Zahl an Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb werden die Ertragsmöglichkeiten im herkömmlichen Geschäft mit Verbrennungsmotoren, wie Wartung und Verschleissreparaturen sinken. Gleichzeitig fallen Investitionen an. Erstausrüster richten Hürden für markenunabhängige Betriebe ein. Die Investitionen in Infrastruktur für Diagnose, Prüfung und Kalibrierung steigen an.

Es entstehen aber auch neue Geschäftsfelder. Der Weg zum Netto-Null Emissionsziel ist vorgegeben. Wer sich damit auskennt, gehört zu den Gewinnern der Zukunft. ■

Rob Neuhaus



EKAS Informationsbroschüre 6282.d

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Umgang mit Gasfahrzeugen

<https://www.ekas.ch/download.php?cat=6JLvL2DYoAPKasS-NvUf3Dw%3D%3D&id=10230>



Klimapolitik

Die Schweiz hat sich im Pariser Klimaübereinkommen verpflichtet, ihren Treibhausgasausstoss bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990 zu halbieren. Am 21. Mai 2017 haben die Stimmbürgerinnen und Stimmbürger das revidierte Energiegesetz angenommen. Es dient dazu, den Energieverbrauch zu senken, die Energieeffizienz zu erhöhen und die erneuerbaren Energien zu fördern. Weiter hat der Bundesrat im August 2019 entschieden, dass die Schweiz ab dem Jahr 2050 unter dem Strich keine Treibhausgasemissionen mehr ausstossen soll (Netto-Null Emissionsziel). Damit entspricht sie dem international vereinbarten Ziel, die globale Klimaerwärmung auf maximal 1,5°C gegenüber der vorindustriellen Zeit zu begrenzen.