

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 81 (2019)
Heft: 11

Artikel: Une mobilité à l'hydrogène est-elle réaliste?
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1086508>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

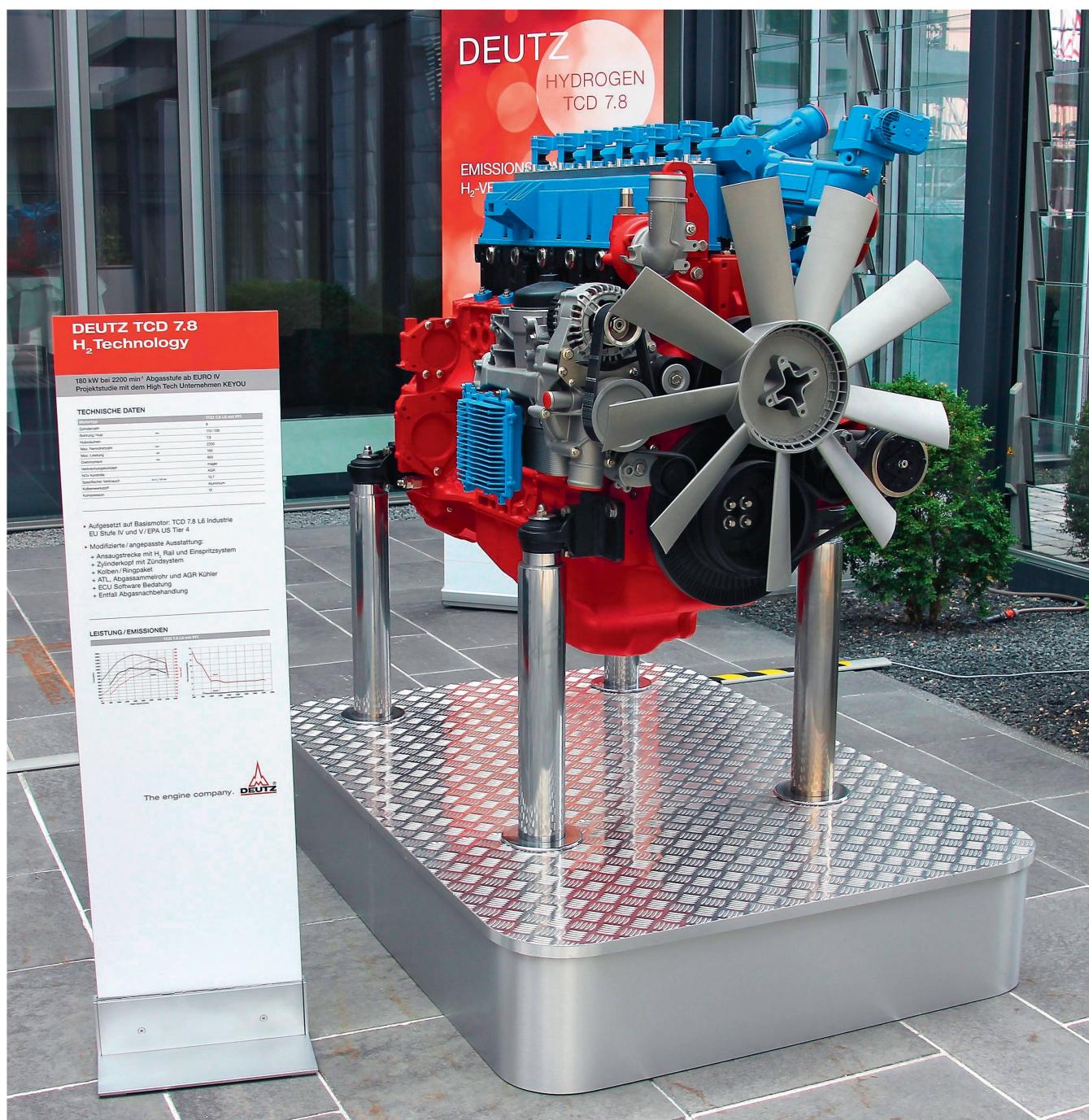
Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Une mobilité à l'hydrogène est-elle réaliste ?

Il y a une trentaine d'années, la science a commencé à s'intéresser de près aux émissions de gaz d'échappement. Les politiciens exigent que le bilan énergétique de la Suisse soit neutre dans 30 ans du point de vue du CO₂. La recherche d'une énergie de remplacement est dès lors impérative. La mobilité à l'aide de l'hydrogène fera-t-elle partie de la solution ?

Ruedi Hunger

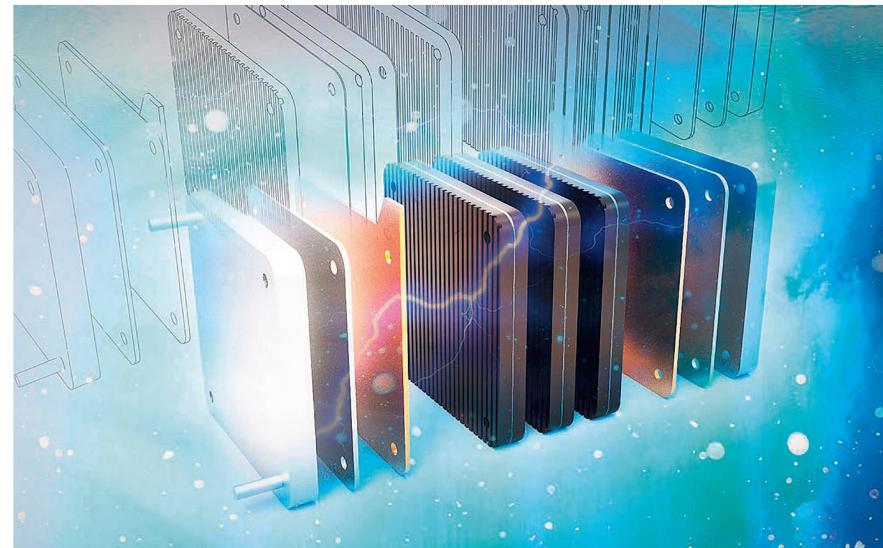


Ce moteur à combustion présenté par Deutz AG comporte les composants spécifiques du système à hydrogène (en bleu). Photo: Ruedi Hunger

Pouvons-nous le faire et comment? Ces questions, et la conviction que l'hydrogène fera partie du système, ont été au centre de la conférence du Forum suisse pour les systèmes de motorisation mobile (nom allemand « Studienforum Schweiz für mobile Antriebstechnik » abrégé SSM), au Campus Sursee (LU). Fondé en 1929, le SSM organise régulièrement des colloques sur des thèmes d'actualité dans le domaine des technologies de motorisation des véhicules routiers et tout-terrain. Plus de 150 participants ont pris part à la centième conférence, qui s'est tenue mi-septembre. L'Association suisse pour l'équipement technique de l'agriculture (ASETA) est membre du SSM.

Le système énergétique suisse

La statistique suisse sur l'énergie 2018 fait état d'une consommation finale de 830 880 térajoules (TJ). L'électricité, toujours plus utilisée pour la production de chaleur et pour la mobilité, doit être produite en partie à partir de sources renouvelables. Aujourd'hui déjà, nous sommes toujours plus souvent à court d'électricité en hiver et devons en importer. Ce manque sera plus sérieux à l'avenir si l'augmentation prévue de l'e-mobilité se confirme. Tant les excédents que les pénuries d'électricité se produisent plus ou moins en même temps dans toute l'Union européenne (UE). Il est donc tout à fait imaginable que les pays voisins veuillent d'abord couvrir leurs propres besoins avant de vendre de l'électricité renouvelable à la Suisse. Un système d'énergie suisse flexible est donc nécessaire. Il



Les scientifiques considèrent que l'hydrogène peut être utilisé de manière bien plus efficace dans une pile à combustible que dans un moteur à combustion. Photo: Idd

pourrait s'agir en partie de production d'hydrogène (H₂) à partir de sources renouvelables et avec un stockage saisonnier. Urs Elber, de l'Empa, estime que les ressources propres de la Suisse ne suffisent pas pour l'électrification complète de la production de chaleur et de la mobilité, même avec beaucoup d'énergie solaire. Il ajoute que les futures possibilités d'importation d'énergie renouvelable de l'étranger seront également décisives. En outre, les carburants synthétiques et l'hydrogène n'ont de sens que s'ils sont produits à partir d'énergies renouvelables.

Une chimère d'aujourd'hui et de demain?

La recherche se focalise sur des concepts de motorisation combinant les exigences de mobilité avec les émissions de CO₂ les plus faibles possibles. Selon Bernd Schips, économiste et chef de l'unité de recherche économique de l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ), la mobilité sans émissions de CO₂ restera certainement un rêve pour les décennies à venir. La simple fabrication des véhicules, et tous les processus en amont, entraînent des émissions de CO₂. La construction et l'entretien d'installations de production d'électricité ainsi que la conversion de l'électricité produite pour la propulsion des véhicules routiers sans CO₂ en produisent également.

H2 ou hydrogène

La valeur énergétique de l'hydrogène est élevée par rapport à sa masse, mais très faible par rapport à son volume parce que

sa densité de 0,089882 kg/m³ n'est pas très grande. La température d'auto-combustion de l'hydrogène est de 585 degrés, bien supérieure à celle de l'essence ou du diesel. En contrepartie, l'hydrogène possède un pouvoir antidétonant élevé. Celui qui est destiné au moteur à hydrogène peut être liquéfié (-253 degrés), fortement comprimé (de 300 à 700 bar) ou mélangé et stocké dans un composé chimique ou

Les camions alimentés par des batteries et transportant des marchandises sur de longues distances sont actuellement une illusion, simplement parce que le poids des batteries réduit massivement la charge utile.

physique. L'utilisation de l'hydrogène comme carburant pour les véhicules équipés de moteurs à combustion est techniquement possible. Toutefois, le rendement d'un moteur à combustion alimenté en hydrogène est inférieur à celui d'une pile à combustible fonctionnant à l'hydrogène.

Une pile à combustible comme « convertisseur »

Une pile à combustible convertit un vecteur d'énergie chimique (combustible) en énergie électrique. Ce vecteur n'est

Émissions polluantes de l'hydrogène

Comme l'hydrogène ne contient pas de carbone, les gaz d'échappement ne peuvent théoriquement renfermer ni cette substance, ni du monoxyde de carbone, ni du dioxyde de carbone ou des hydrocarbures. Toute trace de ces trois gaz nocifs trouve son origine dans l'huile de lubrification du moteur qui, elle, comprend du carbone. Les seuls polluants contenus en grande concentration dans les gaz d'échappement sont les oxydes d'azote. Plus l'indice d'air augmente et plus la température de combustion diminue et, partant, la tendance au dégagement d'azote. Avec un taux d'air élevé (>2,2), il ne se forme pratiquement pas d'oxydes d'azote.



Aujourd'hui comme demain, il est illusoire de penser que l'agriculture puisse compter sur l'hydrogène pour les travaux nécessitant une importante force de traction. Photo : Apollo Vredestein

cependant pas monté de manière fixe, comme une batterie, mais est alimenté en continu de l'extérieur pendant le fonctionnement. Une pile à combustible est constituée d'électrodes séparées par un électrolyte (conducteur ionique). L'énergie est produite par une réaction de l'oxygène avec le combustible (par exemple l'hydrogène). Le rendement d'une pile à combustible fonctionnant à l'hydrogène est de 80 %. Celui d'un véhicule équipé d'une telle pile est d'environ 50 % et il est légèrement inférieur à 30 % si l'on inclut la production de l'hydrogène dans le rendement global. Pour une autonomie plus grande, l'hydrogène peut être rechargeé en quelques minutes sans avoir à supporter les temps de charge comparativement longs des batteries. Une pile à combustible ne fournit que du courant uniforme. Une batterie est de ce fait également nécessaire pour faire face aux pics de consommation. Une pile à combustible fonctionnant avec de l'hydrogène ne produit pas d'émissions de CO₂ mais les besoins en électricité pour l'électrolyseur sont élevés. La construction d'une station-service offrant de l'hydrogène coûte actuellement près d'un million de francs.

Véhicules équipés de piles à hydrogène

À l'heure actuelle, une infrastructure

encore insuffisante va à l'encontre d'une diffusion rapide de ce type de motorisation. Par rapport à ceux qui comportent un moteur à combustion, les véhicules équipés de piles à combustible fonctionnant à l'hydrogène ont un prix d'achat élevé ne favorisant pas leur diffusion. Selon Bernd Schips, l'augmentation de la construction de tels véhicules devrait induire des coûts de production unitaires comparables à ceux des véhicules électriques à batterie. L'hydrogène par électrolyse a un coût dépendant du niveau d'imposition (taxes et redevances) de

En principe, l'énergie ne peut être «que» convertie et pas «nouvellement» produite. Toute forme de conversion d'énergie entraîne simultanément des pertes d'énergie.

l'électricité décarbonée utilisée pour produire ce même hydrogène. L'hydrogène produit de manière conventionnelle pour une voiture existant déjà sur le marché

coûte 11 francs par kilo ; la consommation par 100 km est d'environ 0,8 kilo. Le professeur Schips suppose que le coût de l'hydrogène produit conventionnellement baissera d'ici à 2030 à huit francs par kilo.

Comparaison avec d'autres procédés

Selon les scientifiques, les véhicules électriques à batterie ayant la même autonomie sur l'ensemble de leur cycle de vie n'ont aucun avantage en termes d'émissions de CO₂ par rapport aux véhicules à pile à combustible à hydrogène. Seuls ceux dont la batterie a une capacité inférieure à 50 kW, conçus pour le trafic d'agglomération, produisent moins d'émissions de CO₂ avec le mix électrique européen actuel.

Des coûts élevés sont nécessaires pour le développement d'infrastructures, que ce soit pour un approvisionnement suffisant en hydrogène ou pour la recharge privée et accessible au public des véhicules électriques à batterie. En outre, les stations de recharge rapide exigent une expansion du réseau à l'échelle nationale.

En l'état actuel des connaissances, les véhicules électriques à batterie ne sont pas une solution optimale pour les longues distances et le transport de charges lourdes. Avec des carburants synthétiques, les véhicules équipés de moteurs à combustion peuvent fonctionner de manière neutre en CO₂. Toutefois, étant donné que les étapes de conversion nécessaires pour produire ces carburants ont une forte influence sur le rendement global des véhicules conduits, il ne reste qu'environ 13 % de l'énergie utilisée pour leur propulsion.

Conclusion

L'électrification de la mobilité, y compris la production d'hydrogène et de carburants synthétiques, entraîne une augmentation de la consommation. À l'avenir, la mobilité à base d'hydrogène concurrencera les véhicules électriques à batterie, mais aussi les véhicules fonctionnant avec des carburants synthétiques. L'avantage compétitif sera déterminé par l'efficacité globale du concept d'entraînement, mais surtout par le coût des infrastructures nécessaires, la charge fiscale et le bilan écologique global. De l'avis des scientifiques concernés, il convient d'éviter à tout prix les subventions consistant en avantages fiscaux et/ou de priviléges pour un concept d'entraînement spécifique.