

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 80 (2018)
Heft: 12

Artikel: Methan-Motorkonzepte : höhere Fahrzeug-Gewichte
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082657>

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: 04.02.2026

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

Methan-Motorkonzepte – höhere Fahrzeug-Gewichte

Wissenschaftler am Karlsruher Institut für Technologie KIT und die Abgasprüfstelle an der Berner Fachhochschule BFH haben verschiedene methangetriebene Maschinenkonzepte auf ihre Umsetzbarkeit geprüft.

Ruedi Hunger



Vorerst werden Motorenkonzepte auf Methan-Basis in Grossstraktoren auf ihre Praxistauglichkeit geprüft. Bilder: CNH

Methan ist eine vielversprechende Diesel-Alternative. Wird Methan aus Erdgas, Biogas oder synthetischem Erdgas anstelle von Dieseltreibstoff eingesetzt, lassen sich die Treibhausgasemissionen auch bei mobilen Arbeitsmaschinen reduzieren. Für den Einsatz von Methan in Verbrennungsmotoren existieren drei Verfahren: das Otto-Verfahren, das Dieselsgas-Verfahren und das Gas-Diesel-Verfahren. Beim Otto-Verfahren wird Erdgas ohne zusätzliche Kraftstoffe im Motor verbrannt. Das Diesel-Gasverfahren mit einem Gasanteil von 60–80 % (Dual-Fuel-Verfahren) und das Gas-Dieserverfahren mit einem Gasanteil bis 90 % (HPDI-Verfahren) benötigen für die Zündung des Methans einen Dieselanteil im Kraftstoff. Je nach Verbrennungsverfahren und Motorvariante wird ein entsprechendes Einspritzverfahren ausgewählt. Zur Anwendung kommen: die Zentraleinspritzung (SPI), die Multi-Point-

Injection (MPI) oder die Hochdruck-Direkteinspritzung (HPDI).

Keine Vorteile ohne Nachteile

Die unbestrittenen Vorteile, welche der Einsatz von Methan als Treibstoff bietet, muss mit einem höheren Gewicht für das Tanksystem erkauft werden. Grund ist die geringere Energiedichte von Methan gegenüber Dieseltreibstoff. Die Tankkapazität ist für die zeitliche Arbeitserledigung eine entscheidende Größe. Falls nicht ausreichender Bauraum für ein grösseres

System zur Verfügung steht oder zusätzliches Gewicht nicht akzeptiert werden kann, muss gegenüber der Dieselvariante ein kleineres Tanksystem, notabene mit einem kleineren Energieinhalt, gewählt werden. Als sinnvolle Größe wird eine Tankkapazität für eine Arbeitsschicht (Bau) oder einen Arbeitstag (Landwirtschaft) angesehen.

Bisher unbekannt: Tankkühlsystem
Unabhängig von Motorkonzept und Art des Tankes muss festgelegt werden, ob

Mehrgewicht bei methangetriebenen Arbeitsmaschinen

	Grabenwalze	Radlader	Raupenbagger	Traktor	Skidder
Dieseltankvolumen (l)	24	370	520	615	159
Motorleistung (kW)	15	250	150	294	100
Mögl. Betriebsdauer (h)	7.7	9.3	21.3	16.4	21.8
Mehrgewicht bei CH4 (kg)	15.5	617	904	1080	279
Mehrgewicht relativ z. Einsatzgew.	1 %	2.3 %	3.0–3.6 %	9 %	2.5 %

Kurz erklärt

Methan (CH_4) ist Hauptbestandteil von Erdgas und in gasförmiger Form ein Energieträger mit einer geringen volumetrischen Energiedichte. Für die Lagerung und den Transport muss deshalb die Dichte massiv erhöht werden (LNG). LNG (liquefied natural gas). Flüssig-Erdgas ist durch starke Komprimierung oder Abkühlung auf minus 161 bis 164°C verflüssigtes Erdgas. LNG hat nur noch ein Volumen von einem Sechshundertstel (1/600) von gasförmigem Erdgas. Bei der Energiedichte von LNG ist wichtig, zwischen gewichtsbezogener (gravimetrisch) und volumenbezogener (volumetrisch) Energiedichte zu unterscheiden.

Boil-off-Gas. Langsame Erwärmung des durch Tiefkühlung verflüssigten Gases führt zum Verdampfen des Treibstoffes und wird als «Boil-off» bezeichnet. Damit der Druck im Tank keine unzulässigen Werte annimmt, muss das verdampfte Gas entweichen können. DIN 51624. Nach dieser Norm wird beim Kraftstoff Methan bzw. Erdgas unterschieden zwischen:

- H-Gas, mit einem Heizwert von mindestens 46 MJ/kg und
- L-Gas, mit einem Heizwert zwischen 39 und 46 MJ/kg.

ein Tankkühlsystem vorgesehen bzw. notwendig ist und wie dieses angetrieben wird. Alternativ zu einem Kühlsystem an Bord des Fahrzeugs bietet sich die Möglichkeit an, bei längeren Stillständen die Tankkühlung über ein externes Kühlsystem sicherzustellen. Als letzte Möglichkeit kann die Treibhauswirkung von emittiertem Boil-off-Gas (siehe Kasten) über eine Sicherheitsfackel verbrannt werden. Ein Vorhaben, welches in der Landwirtschaft mit einigen Schwierigkeiten verbunden wäre. Nachfolgend einige Beispiele, wie mögliche methangetriebene Maschinenkonzepte umgesetzt werden könnten.

Kleine bzw. handgeführte Arbeitsmaschinen

Grundsätzlich müssen Maschinen mit Motorleistungen unter 19 kW geringere Emissionsgrenzwerte erfüllen als Maschinen mit grösseren Motorleistungen. Dies ermöglicht den Einsatz eines Diesel-Gas-Motors. Da in dieser Grösse eine möglichst kompakte Bauweise anzustreben ist, sollten so wenige Komponenten wie möglich hinzugeführt werden. Nach Möglichkeit soll aber eine Tankgrösse für

eine Arbeitsschicht gewählt werden. Auf ein Tankkühlsystem wird daher verzichtet. Allerdings braucht es noch weitere Abklärungen, weil Vibratoren zu Verwirbelungen des Methans führen und sich der Kraftstoff im Tank erwärmen kann.

Erbewegungs- und Strassenbau-maschinen

Für grössere Motorleistungen und lange Betriebsdauer kommen Gas-Diesel-Motorkonzepte (HPDI) infrage. Der Tank wird so gross wie möglich dimensioniert, um Betriebsunterbrechungen zu vermeiden. Bei langsam fahrenden Maschinen wird das höhere Gewicht als vernachlässigbar beurteilt. Allerdings kann das höhere Gewicht bei Radladern, die im Betrieb häufig beschleunigen, zu einem erhöhten Energiebedarf führen. Aufgrund von zu erwartenden Stillstandzeiten bei nicht optimaler Auslastung ist ein Kühlsystem notwendig, um Kraftstoffverluste im Stillstand zu minimieren und Methan-Emissionen zu vermeiden.

Bei grossen Erntemaschinen

Für grosse Traktoren, Mähdrescher und Feldhäcksler, die einen hohen Energieumsatz und lange Betriebsdauer aufweisen, wird die Gas-Diesel-Motorvarian-te (HPDI) vorgeschlagen. Damit Fahrten zum Nachtanken aus dem Feld heraus vermieden werden, ist die grösstmögliche Tankkapazität zu wählen. Dabei muss das Maschinengewicht beachtet werden. Bei Erntemaschinen ist ein Kompromiss zu finden zwischen grossem Kraftstofftank und kleinerem Erntegutbunker. Da in

Maschinenhallen eine elektrische Versorgung vorhanden ist, wird ein elektrisches Kühlsystem empfohlen. Für Saison-Maschinen wird das Leeren des Kraftstofftanks am Ende der Saison empfohlen. Aufgrund der hohen Brandgefährdung wird auf eine Sicherheitsfackel verzichtet.

Grosse Forstmaschinen

Skidder, Forwarder und Harvester haben sowohl hohe Antriebsleistungen als auch lange Einsatzdauer. Der Energieumsatz ist entsprechend gross, folglich wird ein Gas-Diesel-Motorkonzept (HPDI) vorgeschlagen. Die Maschinen sollen mit dem grösstmöglichen Tank ausgestattet sein. Allerdings muss ein Kompromiss zwischen benötigter Tankkapazität und zulässigem Bodendruck gefunden werden. Für mögliche Stillstandzeiten ist ein Boil-off-Gas betriebenes Kühlsystem vorzusehen. Ein Abfackeln kommt im Wald nicht infrage.

Fazit

Methan kann eine CO_2 -neutrale Alternative zum Dieseltreibstoff sein – Voraussetzung ist, dass es nachhaltig gewonnen wurde. Mit ausgewählten Maschinenbeispielen zeigen die Forscher auf, welche Motorenkonzepte infrage kommen und welche Auswirkungen das grössere Tankvolumen auf das Maschinengewicht haben wird. Mehrgewicht oder Einsatzdauer stehen in direkter Konkurrenz zueinander.

Quelle: Mobile Maschinen 5/2018. Autoren: Isabelle Ays; Linus Weberbeck; Danilo Engelmann; Marcus Geimer



Ein Methan-Antrieb benötigt ein höheres Tankvolumen. Grund ist die geringere Energiedichte von Methan gegenüber Dieseltreibstoff.