

**MINISTERIUM FÜR UMWELT,  
KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT  
BADEN-WÜRTTEMBERG**

Postfach 10 34 39, 70029 Stuttgart  
E-Mail: [poststelle@um.bwl.de](mailto:poststelle@um.bwl.de)  
FAX: 0711 126-2881

An die  
Präsidentin des Landtags  
von Baden-Württemberg  
Frau Muhterem Aras MdL  
Haus des Landtags  
Konrad-Adenauer-Str. 3  
70173 Stuttgart

Stuttgart 10.07.2017  
Name Ute-Christiane Maier  
Durchwahl 0711 126-2644  
Aktenzeichen 42-8802.26  
(Bitte bei Antwort angeben!)

nachrichtlich  
Staatsministerium  
Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau  
Ministerium für Verkehr  
Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst

**Antrag der Abg. Karl Rombach u. a. CDU  
- Kraftstoff Blue Crude - Nachhaltige Alternative zum Erdöl?  
- Drucksache 16/2207**

**Ihr Schreiben vom 19.06.2017**

Sehr geehrte Frau Landtagspräsidentin,

das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft nimmt zu dem Antrag im Einvernehmen mit dem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau, dem Ministerium für Verkehr und dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst wie folgt Stellung:

1. *wie sie die Möglichkeiten und Potenziale des synthetischen Kraftstoffes Blue Crude auch im Hinblick auf die Energiewende einschätzt;*

Grundsätzlich stehen nach derzeitigem Wissensstand drei Energieträger zur Verfügung, die eine weitgehend CO<sub>2</sub>-neutrale Mobilität ermöglichen: Strom, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe respektive andere organische Verbindungen. Wenn bei der Herstellung von Kohlenwasserstoffen keine fossilen Kohlenstoffquellen eingesetzt werden, kann der gesamte Kreislauf nahezu CO<sub>2</sub>-neutral gestaltet werden. Allerdings besteht bei den ersten beiden Energieträgern im Gegensatz zur letztgenannten die Möglichkeit, auch lokal weitestgehend emissionsfrei zu fahren, was insbesondere in belasteten Ballungsräumen ein signifikanter Vorteil ist.

Wie Berichten zu entnehmen war, hat das Dresdner Unternehmen sunfire GmbH kürzlich in seiner Power-to-Liquid-(PtL) Demonstrationsanlage erstmals in einem längeren, kontinuierlichen Betrieb rund drei Tonnen des Mineralölsubstituts „Blue Crude“ auf der Basis von Ökostrom, Wasser und CO<sub>2</sub> erzeugt. Als Ausgangsstoff kann „Blue Crude“ Anwendung in herkömmlichen Verbrennungsmotoren, in der Luftfahrt sowie für die Herstellung von petrochemischen Produkten finden.

Elektrische Energie kann in eine andere Energieform umgewandelt und dadurch speicherbar gemacht werden. Die effizienteste Methode zur Umwandlung in chemische Energieträger stellt die Elektrolyse dar. Dabei wird Wasser mittels Strom in die Elemente Sauerstoff und Wasserstoff gespalten. Letzterer kann vielfältig genutzt werden, beispielsweise als Kraftstoff, als Rohstoff für die chemische Industrie oder als Ausgangsstoff für weitere Umsetzungen. Wird beispielsweise im so genannten Sabatier-Prozess CO<sub>2</sub> unter Druck und hoher Temperatur zugefügt, entsteht Methan, welches als Erdgas-Substitut (synthetic natural gas - SNG) eingesetzt werden kann. Über weitere oder auch abgewandelte chemische Verfahrensschritte kann ein ganzes Portfolio an organischen Verbindungen basierend auf Kohlenstoff und Wasserstoff erzeugt werden, welche als Kraftstoffe in Verbrennungsmotoren eingesetzt werden können.

„Blue Crude“ stellt eine Option für einen CO<sub>2</sub>-neutralen Ersatz von Mineralölprodukten dar und könnte einen Beitrag zur Energiewende im Verkehrsbereich leisten. Allerdings hat dieses Verfahren die technische und wirtschaftliche Marktreife noch nicht erreicht. Hier besteht noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, insbesondere im Hinblick auf die Reduzierung der Kosten. Zudem geht

prinzipiell jeder Umwandlungsschritt mit Verlusten einher, die über den Wirkungsgrad definiert werden. So ist es am effizientesten, Strom direkt im Netz zu transportieren und zu nutzen. Die Elektrolyse bietet derzeit die Möglichkeit, ca. 70% des Energieinhaltes des Stroms in Wasserstoff zu überführen. Weitere Konversionsschritte, wie z. B. der Sabatier-Prozess bedeuten mindestens 20% zusätzlichen Energieverlust. Zudem werden Kohlenwasserstoffe anschließend in einem Verbrennungsmotor umgesetzt, der einen physikalisch limitierten, niedrigen Wirkungsgrad von ca. 36% beim Hubkolbenmotor aufweist. Eine direkte Verwendung von Wasserstoff in einer Brennstoffzelle ist somit um mindestens 40% effizienter. Da die Menge an Strom auch bei gutem lokalen, nationalen und europäischen Ausbau der Stromnetze aus erneuerbaren Energien limitiert ist, sollte dieser möglichst effizient eingesetzt werden.

2. *wie Blue Crude und E-Diesel erzeugt werden;*

Der Kraftstoff „Blue Crude“ und „E-Diesel“ werden durch Elektrolyse und anschließende Umsetzung des Wasserstoffs mit CO<sub>2</sub> und Wasser unter Druck bei hoher Temperatur erzeugt. Im Übrigen wird auf die Antwort zu Frage 1 verwiesen.

3. *welche Eigenschaften im Hinblick auf Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit Blue Crude und der daraus gewonnene E-Diesel haben;*

Der Gesamtprozess der Herstellung von „Blue Crude“ ist nahezu CO<sub>2</sub>-neutral, am eigentlichen Herstellungsort jedoch nicht emissionsfrei. Bedingt durch den Energieeinsatz können bei der Herstellung lokal Schadstoffemissionen freigesetzt werden. Im Einsatz entstehen weiterhin Stickstoffoxide und CO<sub>2</sub>, wenn auch in geringeren Mengen. Die Lärmemissionen der Fahrzeuge bleiben nahezu identisch, ebenfalls die Umweltgefährdung durch den Treibstoff „Blue Crude“, da dieser nach den gelten Vorschriften des europäischen und nationalen Chemikalienrechts als „umweltgefährdend – Kategorie N“ einzustufen ist.

4. *welche weiteren Erdölsubstitute aus ihrer Sicht Möglichkeiten und Potenziale für Umwelt, Verkehr und Wirtschaft bieten;*

Die Speicherung und Nutzbarkeit von erneuerbaren Energien sind wesentliche Herausforderungen für eine erfolgreiche Bewältigung der Energiewende. Das zeit-

lich wechselnde Aufkommen von Solar- und Windenergie bestimmt die Notwendigkeit zur Speicherung. Mit der Dekarbonisierung sind auch weitere Nutzungsmöglichkeiten zu erschließen, um den Einsatz fossiler Kraftstoffe als Energieträger insbesondere im Verkehrssektor zu reduzieren.

Power-to-Gas und Power-to-Liquid Prozesse bieten grundsätzlich einen vielversprechenden Weg, um auf Basis erneuerbarer Energie kohlenwasserstoffhaltige, energiedichte Energieträger zu synthetisieren und mithilfe von weiterentwickelten hocheffizienten Verbrennungsmotoren dem Verkehrssektor zugänglich zu machen. Der Vorteil der Verwendung von Kohlenwasserstoffen aus regenerativen Energiequellen liegt in dem zeitlich geschlossenen Kohlenstoffkreislauf. Es muss ein gleichwertiger Mengenwert an Kohlendioxid während seiner Herstellung gebunden werden, wie er bei der verbrennungstechnischen Wandlung wieder gebildet wird. Ein weiterer Vorteil der Technologie des Power-to-Gas und Power-to-Liquid ist, dass die strombasierten Kraftstoffe gegenüber denen aus Biomasse eine geringere Landnutzungsänderung verursachen. Des Weiteren lässt sich mit diesen Kraftstoffen die bereits bestehende Infrastruktur wie das Erdgasvertriebs- und das Tankstellennetz weiter nutzen.

Im Power-to-Gas Verfahren durch Elektrolyse erzeugter Wasserstoff oder Methan können in der bereits bestehenden Gas-Infrastruktur eingespeist, gespeichert, verteilt und genutzt werden. Der Einsatz ist vielfältig, u. a. zur Verstromung, in industriellen Prozessen oder zur direkten Verwendung im Mobilitätssektor. Für eine verbesserte Sektorkopplung und die Nutzbarkeit von Ökostrom wird Power-to-Gas daher insgesamt als Schlüsseltechnologie für eine erfolgreiche Energiewende gesehen.

Je nach Reaktionsbedingungen können gasförmige Kohlenwasserstoffe (z. B. Methan), flüssige Alkohole (z. B. Methanol), Ester (z. B. 1,2-Dimethoxyethan - DME) oder andere Kohlenwasserstoffverbindungen gewonnen werden, die in Verbrennungsmotoren genutzt werden können. Dabei liegt der Fokus auf dem Einsatz in Transportmitteln, die mittelfristig nicht elektrifiziert werden können, z. B. Hochseeschiffe, Flugzeuge, Schwerlast-LKW oder schwere Baumaschinen.

Das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau fördert seit 2015 das wirtschaftsnahe Verbundforschungsprojekt „Power-to-Gas“ beim Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) mit einem Betrag von 4,5 Mio. Euro als Leuchtturmprojekt zur Weiterentwicklung der Power-to-Gas Technologie. Das Projekt läuft bis 2019 und soll die Erforschung und Entwicklung einer industriefähigen Anlage weiter vortreiben.

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg hat in den Jahren 2012 bis 2015 mit dem Innovationsprogramm „Wasserstoffinfrastruktur H2BW“ sechs Projekte mit insg. 2,5 Mio. Euro gefördert sowie in den Jahren 2015 und 2016 bei vier Projekten die regenerative Erzeugung von Wasserstoff mit dem Programm „Power to Hydrogen“ und Mitteln in Höhe von 1,4 Mio. Euro unterstützt.

5. *inwiefern die Verwendung von Erdölsubstituten wie Blue Crude im Automobilverkehr einen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität in Stuttgart leisten kann;*

Auch bei der Verwendung von synthetischen Kraftstoffen mit optimierten Eigenschaften entstehen bei der Verbrennung Abgase, vorwiegend CO<sub>2</sub> und Stickstoffoxide. Stickstoffoxide entstehen vor allem, da als Oxidationsmittel Umgebungsluft und kein reiner Sauerstoff eingesetzt wird. Die Verwendung bestimmter Kraftstoffe eröffnet die Möglichkeit, die Rußemissionen, die zur Feinstaubbelastung führen, zu reduzieren, was zumindest einen Aspekt der Luftverschmutzung abmildert.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass derzeit keine Rechtsgrundlage besteht, auf derer der Einsatz bestimmter Kraftstoffe bei Kraftfahrzeugen und mobilen Maschinen und Geräten, ggf. eingeschränkt auf bestimmte Gebiete, vorgeschrieben werden könnte. Auch im Kontext der Luftreinhalteplanung eröffnet sich hier keine weitgehende Handlungsmöglichkeit.

Der Landesregierung liegen derzeit keine detaillierten Informationen über das Emissionsverhalten u. a. technische Daten bei der Verwendung des Produkts „Blue Crude“ vor. Nach einer Pressemitteilung der Fa. sunfire GmbH sei derzeit offen, in welchen Mengen das Produkt in den kommenden Jahren hergestellt werden wird. Vor diesem Hintergrund sind Erdölsubstitute wie „Blue Crude“ nicht geeignet, kurzfristig einen Beitrag zu leisten, um die Luftreinhalte-Grenzwerte für

Stickstoffdioxid und auch Feinstaub (PM10) schnellstmöglich einzuhalten.

6. *wie sie die Möglichkeiten und Potenziale von klassischen Verbrennungsmotoren (Benzin und Diesel) auch im Hinblick auf Forschungsergebnisse wie Blue Crude einschätzt;*

Klassische Verbrennungsmotoren besitzen einen durch den Carnot-Prozess physikalisch limitierten Wirkungsgrad. Der durchschnittliche Wirkungsgrad beträgt für den Hubkolbenmotor ca. 36% und wird von heutigen, modernen Verbrennungsfahrzeugen annähernd erreicht. Bei diesem Verbrennungsprozess entstehen Abgase wechselnder Zusammensetzung, von denen nur ein Teil gefiltert werden kann. Elektromotoren haben dagegen einen sehr viel höheren Wirkungsgrad von ca. 95%, sind zudem geräuscharm und emissionsfrei. Daher wird dieses Antriebskonzept zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Verbrennungsmotoren können durch synthetische Kraftstoffe ressourcen- und klimaschonend betrieben werden. Durch den Einsatz synthetischer Kraftstoffe kann außerdem ein Effekt auf die bereits im Bestand vorhandenen Fahrzeugflotten erreicht werden.

Im Verkehrssektor ist es im Hinblick auf den Klimaschutz in erster Linie von Bedeutung, dass der Umstieg auf nicht fossile, d. h. erneuerbare Kraftstoffe gelingt. Nach derzeitigem Stand ist die Elektromobilität hierfür eine vielversprechende Lösung. Nicht eindeutig vorhersagbar ist derzeit, ob für bestimmte Anwendungsgebiete (z. B. Schwerlastverkehr auf Langstrecken) der Einsatz von CO<sub>2</sub>-neutral hergestellten synthetischen Kraftstoffen für Verbrennungsmotoren eine Lösung werden kann.

Weiter sind aktuell für verschiedene Nutzungsszenarien in der Mobilität, wie im schweren Nutzfahrzeug-Fernverkehr, der Schifffahrt, aber auch im Luftverkehr keine zeitnah realisierbaren Alternativen z. B. durch Elektromobilität absehbar. In diesen Sparten können synthetische Kraftstoffe und deren Energiewandlung in Verbrennungsmotoren mindestens eine Brückentechnologie darstellen.

7. *inwiefern Akteure aus Baden-Württemberg wie zum Beispiel die Universität Stuttgart bei der Entwicklung von Blue Crude mitwirken;*

Baden-württembergische Unternehmen und Forschungseinrichtungen gehören zur Spitzengruppe bei der Erforschung und Entwicklung nachhaltiger Mobilitätskonzepte und -technologien. So sind beispielsweise das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), mehrere Fraunhofer-Institute sowie das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) im Bereich der Elektrolyseforschung tätig. Eine Tochterfirma des ZSW hat eine Power-to-Gas-Anlage zur Erzeugung von „Synthetic Natural Gas“ entwickelt und gemeinsam mit der Audi AG in Werlte eine großtechnische Anlage zur Erzeugung von ca. 1000 t Methan pro Jahr errichtet. Dieses Produkt vermarktet Audi als so genanntes "e-gas".

8. *welche Projekte und Maßnahmen zur weiteren Optimierung von Verbrennungsmotoren und Kraftstoffen im Hinblick auf Leistung und Umweltverträglichkeit von ihr gefördert werden.*

Die Landesregierung verfolgt bei der Umsetzung der Energiewende insgesamt einen technologieoffenen Ansatz, auch bei den Entwicklungs- und Forschungsprojekten im Mobilitätssektor. Im Bereich der wirtschaftsnahen Forschung außerhalb der Universitäten hat das Land beispielsweise seit Juni 2010 die Fraunhofer Projektgruppe „Neue Antriebssysteme“ mit Hilfe einer Anschubfinanzierung des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau aufgebaut. Im Rahmen dieser Anschubfinanzierung konnte erhebliches Know-how im Bereich der Effizienzsteigerung von mobilen Antriebssträngen aufgebaut werden.

Beim verbrennungsmotorischen Einsatz von synthetisch gewonnenen Kraftstoffen ist zu berücksichtigen, dass sich das Zünd- und das Verbrennungsverhalten deutlich von dem Verhalten von konventionellen Kraftstoffen unterscheiden können. Gleiches gilt für das Abgasemissionsverhalten. Hier bieten synthetisch hergestellte Kraftstoffe das Potential ein günstigeres Partikel- und Schadstoffverhalten darzustellen. Dies setzt voraus, dass über entsprechende, zum Teil auch konstruktive Veränderungen, optimale Voraussetzungen in den zum Einsatz kommenden Verbrennungsmotoren geschaffen werden. Zu diesen Fragestellungen steht das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau aktuell mit einem Konsortium unter der Federführung von Fraunhofer Projektgruppe „Neue Antriebssysteme“ im

engen Austausch und beabsichtigt, ein entsprechendes Forschungsvorhaben zu unterstützen.

An einigen Universitäten und Forschungseinrichtungen des Landes werden Lehrstühle für Verbrennungskraftmaschinen o. ä. betrieben, darunter am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) oder an der Universität Stuttgart. Als weiteres eng mit der Universität Stuttgart verbundenes Institut betreibt das Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS) Spitzenforschung im Bereich der Verbrennungsmotoren und arbeitet dabei eng mit Unternehmen aus Baden-Württemberg zusammen.

Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wurde im November 2014 eine Pilotanlage für das „bioliq-Verfahren“ mit einem Gesamtvolumen in Höhe von ca. 64 Mio. Euro Betrieb genommen. Zweck dieser Pilotanlage ist die Realisierung eines technischen Verfahrens, um in mehreren Prozessstufen aus Restbiomasse maßgeschneiderte Kraftstoffe herzustellen. Durch die starke Einbindung von Industriepartnern soll die Umsetzung der Ergebnisse gewährleistet werden. Der Aufbau der Pilotanlage wurde substantiell durch Drittmittel (z. B. des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft) finanziert; das Land Baden-Württemberg hat die Errichtung mit zusätzlichen Mitteln in Höhe von 1,88 Mio. EURO gefördert.

Nach heutiger Erkenntnis sind weder die benötigten Strommengen noch die Fäulnisabfälle für die Herstellung von Verbrennungskraftstoffen in großer Menge verfügbar. Damit können synthetische Kraftstoffe auf lange Sicht zwar eine ergänzende Rolle bei ausgewählten Anwendungen einnehmen, jedoch keine Grundversorgung des Verkehrs sicherstellen.

Mit freundlichen Grüßen

Franz Untersteller MdL  
Minister für Umwelt,  
Klima und Energiewirtschaft