



**Franz Josef Radermacher**

**04.08.2020**

**,Doppelt-grünes` Methanol /**

**,Doppelt-grüne` synthetische Kraftstoffe**

## **Abstract**

*Methanol ist eine Ankersubstanz für eine klimaneutrale Welt. Methanol und seine Folgeprodukte (synthetische klimaneutrale Kraftstoffe) erlauben es unter anderem, den gesamten Verkehr, inklusive der anzahlmäßig dominierenden Bestandsfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, klimaneutral zu stellen. Das gleiche gilt für individuelle Wärme- und Kälte-lösungen. Im Bereich Mobilität müssen dabei weder die Fahrzeuge noch die Infrastruktur verändert werden. Im Bereich der Wärme-/Kältesysteme kann auf die extrem kostspielige energetische Sanierung des Gebäudebestands verzichtet werden. Derartige Ansätze sind schon heute (inklusive aktueller Steuern) für weniger als 2 Euro pro Liter Kraftstoff / Heizöl möglich, wenn nur ausreichende Mengen von grünem Wasserstoff zu tragbaren Preisen vorhanden wären.*

*Mindestens so wichtig für die herausragende Rolle von Methanol ist ein weiterer Aspekt: Da Methanol durch die Verbindung von grünem Wasserstoff mit CO<sub>2</sub> entsteht, schafft Methanol eine Option, die bei allen anderen heute diskutierten Alternativen für den Energiebereich fehlt: Methanol eröffnet erstmals einen Business Case für das Abfangen extrem großer Mengen von CO<sub>2</sub> über Carbon Capture and Usage (CCU) aus industriellen und chemischen Prozessen. Das eröffnet erstmalig die Chance, die gesamte Schwerindustrie und Chemie preiswert klimaneutral zu stellen. Das Abfangen des CO<sub>2</sub> ist in der Regel für 30 Euro pro Tonne leistbar. Die Kosten sind also überschaubar und niedriger als die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe, die in Deutschland schon in Kürze zu zahlen ist. Der kostspielige Umbau all dieser komplexen Infrastrukturen und industriellen Anlagen aus Klimagründen ist dann nicht mehr erforderlich.*

*Entscheidend ist in diesem Kontext die durch Methanol eröffnete Möglichkeit der Mehrfachrecyclingung des CO<sub>2</sub>. Diese resultiert daraus, dass das entstehende klimaneutrale Methanol auch zur Erzeugung benötigter Prozessenergie in schwerindustriellen und chemischen Prozessen zu Kosten eingesetzt werden kann, die wie die Kosten für die Kraftstoffe nicht weit von den heutigen Kosten für Prozessenergie entfernt sind. Die Mehrfachrecyclingung von CO<sub>2</sub> über die Erzeugung und Nutzung von Methanol ist insofern ein Schlüsselthema.*

*CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen dann nur noch beim Einsatz methanolbasierter synthetischer Kraftstoffe im Verkehr und im Bereich individueller Wärme / Kälte. Selbst bei Unterstellung eines massiven weiteren Wachstums dieser Bereiche der Ökonomie im Kontext des anhaltenden Wachstums der Weltbevölkerung und der hoffentlich möglichen Umsetzung der SDGs bis 2050, geht es um maximal 10 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr, die noch emittiert werden, was ca. 25% der heutigen Emissionen entspricht. Diese 10 Milliarden Tonnen können jährlich durch Aktivitäten im Bereich der Nature-based solutions der Atmosphäre wieder entzogen werden. Durch die Finanzierung kluger Kompensationsprojekte, wie sie die Allianz für Entwicklung und Klima befördert, können zugleich Entwicklung und Klima- und Umweltschutz massiv gefördert werden. Die auftretenden Kosten zur Förderung der Maßnahmen im Bereich Nature-based solution sind überschaubar. Es wird empfohlen, dass gemäß Verursacherprinzip diejenigen, die das CO<sub>2</sub> emittieren (also individuelle Mobilität, Wärme/Kälte), diese (überschaubaren) Kosten aufbringen. Dieser Gedanke führt zu einer weltweit bilanziell klimaneutralen Zivilisation mit u.a. den ‚doppelt-grünen‘ synthetischen Kraftstoffen, die nachfolgend ausführlicher beschrieben werden.*

Methanol, das auf der Basis von grünem Strom und recyceltem CO<sub>2</sub> (CCU) entsteht, wird als grünes Methanol bezeichnet. Es entsteht aus der Verbindung von grünem Wasserstoff mit recyceltem CO<sub>2</sub> (CCU). Seine Verbrennung ist klimaneutral, weil nur das CO<sub>2</sub> emittiert wird, das zuvor abgefangen wurde (CCU-Prozess) und sonst in die Atmosphäre gelangt wäre. Dies geschieht nun später bei der Verbrennung des Methanols, falls es nicht ein weiteres Mal abgefangen wird (**Mehrfachrecycling**). Bei einer solchen Definition der Klimaneutralität des Methanols tritt allerdings das Problem einer Doppelanrechnung auf, falls die Industrien, bei denen das CO<sub>2</sub> abgefangen wurde, sich ebenfalls als klimaneutral erklären wollen. Deshalb wird nachfolgend beschrieben, wie das Problem der Doppelanrechnung über ‚doppelt-grünes‘ Methanol behoben werden kann.

**‚Doppelt-grünes‘ Methanol** entsteht, wenn der Anbieter des grünen Methanols für eine bestimmte Methanol-Menge/Charge hochwertige Klimazertifikate in dem Umfang erwirbt und registriert, in dem CO<sub>2</sub> bei der Verbrennung dieser Menge Methanol freigesetzt würde, sofern dieses CO<sub>2</sub> nicht recycelt wird. Mit ‚doppelt-grünem‘ Methanol (und Folgeprodukten) werden die Märkte für individuelle Mobilität und individuelle Wärme / Kälte Lösungen bedient. Sobald das ‚doppelt-grüne‘ Methanol in diese Märkte gebracht wird, werden die entsprechenden CO<sub>2</sub>-Zertifikate stillgelegt.

Anders sieht es in den Märkten aus, in denen das über die Verbrennung von Methanol freiwerdende CO<sub>2</sub> wieder abgefangen wird. In diesem Fall ist der Einsatz von grünem Methanol adäquat. Zukünftig werden das wegen der angestrebten Mehrfachrecyclingung des CO<sub>2</sub> die größeren Marktsegmente sein.

Die Nutzung von ‚doppelt-grünem‘ Kraftstoff spart nicht nur die Emissionen ein, die bei Nutzung eines fossilen Kraftstoffs entstehen würden, sondern die doppelte Menge. Dies wegen der vorherigen Abscheidung des CO<sub>2</sub>, z. B. in industriellen Prozessen. Weitere positive Wirkungen werden erzeugt, wenn hochwertige Klimazertifikate genutzt werden, die zusätzlich positive SDG-Wirkungen für Entwicklung und Umweltschutz entfalten. Am besten orientiert man sich bezüglich der Zertifikate an den Ansätzen und Standards der **Allianz für Entwicklung und Klima**, noch besser an der Unterkategorie der Zertifikate vom

**nature-based Typ**, da diese eine Sequestrierung von CO<sub>2</sub> induzieren. Die Allianz befördert hochwertige Entwicklung und Klimaschutz fördernde Projekte in Nicht-Industrieländern. Der Ausgleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Verbrennung des grünen Methanols oder grüner Folgeprodukte wie Methanolbenzin oder Methanolheizöl erzeugt dann zugleich massive positive Entwicklungs- und Umwelteffekte. Das ‚doppelt-grüne‘ Methanol wirkt dann **im Sinne der SDGs**. Die positiven Klima-, Umwelt- und Entwicklungseffekte sind vielfältiger Natur: Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre (**Negativ-Emissionen**), konsequenter Regenwaldschutz (= Verhinderung bestimmter Abholzung/Abfackelung) und Biodiversitätsschutz, großflächige Wiederaufforstung (inklusive Agroforestry) und massiver Humusaufbau in der Landwirtschaft, was zugleich Arbeitsplätze schafft und Ernährung sichert, Renaturierung von Mangrovenwäldern, Renaturierung von Feuchtbiotopen etc.

**Beispiel: Erzielbare Volumina im Bereich Verkehr in Deutschland /  
Aufforstung zur Erzeugung entsprechender Negativemissionen**

In Deutschland werden jährlich etwa 50 Millionen Tonnen Benzin und Diesel im Straßenverkehr verbraucht. Die Verbrennung erzeugt etwa 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr, etwa 18 % der jährlichen deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Gelänge ein Wechsel zu ‚doppelt-grünem‘ Methanolbenzin und Methanoldiesel, würden 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> aus industriellen Prozessen recycelt, also nicht emittiert. Was wäre das Ergebnis?

1. Zunächst würden im 1. Schritt 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart – sie werden in grünes Methanol und Folgeprodukte überführt.
2. Im 2. Schritt würde über hochwertige Zertifikate die Verbrennung des grünen Methanols bzw. von Folgeprodukten mit einem Volumen von 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> ebenfalls neutralisiert, und zwar über biologische Sequestrierung (Negativemissionen), daher ist der Prozess ‚doppelt-grün‘.

In der Summe wären das etwa 36 % der deutschen Emissionen, die eingespart würden. Der Verkehrssektor wäre dann nicht mehr das Problem, sondern **Teil der Lösung**.

Kompensiert man mit Aufforstung, geht es für 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> um etwa 16 Millionen Hektar Aufforstung. Angenommen sind dabei gebundene 10 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Hektar und Jahr. Die hierfür aufzuforstende Fläche umfasst 400 km x 400 km. Bei einem Preis von 10 Euro pro Tonne ergeben sich Kosten von 1,6 Milliarden Euro pro Jahr, die in die Aufforstungsaktivitäten einfließen würden.

### **Eine weitere Option: Regenwaldschutz**

Eine einfache Lösung für den Regenwaldschutz ist das Aufbringen von jährlich 50 € pro Hektar Regenwald pro Jahr, solange der Regenwald nicht angetastet wird. Das liegt um mehr als einen Faktor 10 oberhalb von dem, was heute unter REDD+ gezahlt wird. Im Regenwald sind bis zu 700 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Hektar über und unter der Erde gespeichert. (Ungeplantes) Abfackeln kann 500 Tonnen und mehr an CO<sub>2</sub> pro Hektar freisetzen. Unterstellen wir Wahrscheinlichkeiten für solch ein Abfackeln von jährlich 6 Pro Mille (6 ‰), geht es um die bilanzielle Vermeidung von im Mittel etwa 3 Tonnen freigesetztem CO<sub>2</sub> pro Hektar Regenwald und Jahr. Zahlt man jährlich – unkonditioniert - 50 € für den Erhalt eines Hektars Regenwald, sind das 16,70 € pro kalkulierter Tonne CO<sub>2</sub>. Da die weltweite Regenwaldfläche bei noch etwa 1 Milliarde Hektar liegt, geht es weltweit um potentiell 50 Milliarden Euro pro Jahr für den Schutz von Regenwald und um weltweit jährlich vermiedene kalkulatorische 3 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der Vermeidungseffekt des deutschen Verkehrssektors (Benzin und Diesel, PKW und LKW) liegt bei 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr, etwa  $\frac{1}{18}$  des weltweiten Potentials von 3 Milliarden Tonne pro Jahr für konsequenten Regenwaldschutz des oben beschriebenen Typs.

Werden die im obigen Beispiel eingesparten 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> im deutschen Straßenverkehr über Kompensationsmaßnahmen für Regenwaldschutz des beschriebenen Typs geleistet, würden also über den in Deutschland eingesetzten Kraftstoff etwa 2,71 Milliarden

Euro pro Jahr für den Regenwaldschutz erschlossen. Vom weltweit noch verfügbaren Regenwald würden so 5,5 % geschützt werden können, das sind etwa 55 Millionen Hektar Regenwaldfläche.

### **Wege zur Transparenz: Zertifizierung und Stilllegung von Zertifikaten**

Wasserstoff muss auf Basis der eingebrachten erneuerbaren Energie (die als solche zertifiziert sein muss) als grün zertifiziert werden. Dies fordert nicht nur die EU. Die erneuerbare Energie muss nachweislich für den Elektrolyseprozess eingesetzt worden sein.

Ein Vertreiber von grünem Methanol kann dieses, wie oben beschrieben, zu einer ‚doppelt-grünen‘ Variante „veredeln“, indem er (im Sinne der Allianz) Nature-based Solutions-Zertifikate zum Ausgleich späterer Kompensationen kauft, die in den Bereichen individuelle Mobilität und individuelle Kälte-/Wärme-Lösungen zum Einsatz kommen. Sobald das ‚doppelt-grüne‘ Methanol diese Märkte erreicht, werden die entsprechenden Zertifikate stillgelegt.

### **Fazit**

Jede CO<sub>2</sub>-Recyclierung via Methanol schafft neue industrielle klimaneutrale Prozesse. Hierin liegt ein entscheidender Beitrag von Methanol zur Lösung der Herausforderungen im Energie- und Klimabereich. Mittels ‚doppelt-grüner‘ Kraftstoffe kann es weiterhin gelingen, die gesamte Zivilisation bilanziell klimaneutral zu machen. Realisierbar ist dies alleine auf der Basis preiswerter erneuerbarer Energie in gigantischem Umfang.

## Anhang

### Gegenüberstellung

<b>„Doppelt-grüne“ synthetische Kraftstoffe</b>	<b>Batterieelektrische Lösungen</b>
Lösung für den Bestand an PKWs (Verbrenner). Diese stellen fast 100% der Fahrzeuge dar, in Deutschland und erst recht weltweit	Lösung nur für Neufahrzeuge (PKWs)
Lösung für ‚normale‘ Bürger, insbesondere in den ärmeren Teil der Welt, die noch für Jahrzehnte die jetzt schon vorhandenen Verbrenner fahren werden	Lösung vor allem für Wohlhabende in reichen Ländern. Das bedeutet, dass Bürger mit genügend Geld die Fahrzeuge kaufen und / oder der Kauf mit viel öffentlicher Unterstützung ermöglicht wird (nur in reichen Ländern möglich)
Wirklich „grüne“ Lösung im Betrieb	Fahren mit oftmals schmutzigem Strom
Lösung mit großem Entwicklungs- und Jobpotential für viele ärmere Länder, z. B. in Nordafrika, u. a. über erneuerbare Energieproduktion und nature-based Projekte	Lösung zu Lasten auch des Devisen-Abflusses von reichen Ländern in ärmere Länder durch Fokus auf grünen Strom vor Ort
In der ‚doppelt-grünen‘ Variante doppelte CO <sub>2</sub> -Effekte + Entwicklungs-Effekte	Aktuell zahlreiche Menschenrechtsverletzungen bei Produktion von Kobalt etc.
Die bisherige Infrastruktur kann sehr weitgehend weiter genutzt werden	Es wird eine neue Infrastruktur benötigt
Deutschlands Automobilhersteller können ihre Position im Markt verteidigen	Deutschlands Automobilhersteller sind massiv durch Konkurrenz gefährdet
Der Prozess der Produktion der Automobile wird über die Ermöglichung von CO <sub>2</sub> -Recycling in der Schwerindustrie über CCU (z. B. Stahlindustrie) mittelfristig ebenfalls klimaneutral	Die Produktion des Elektroautos und seiner Batterie erzeugt schon fast so viel Emissionen, wie ein heutiger Verbrenner über einen Großteil seiner Laufzeit. Elektrofahrzeuge tragen im Wesentlichen nichts dazu bei, dass sich der industrielle Produktionsprozess in Richtung Klimaneutralität bewegt
Bisherige Arbeitsplätze in der Automobilindustrie in Deutschland, insbesondere auch bei vielen Zulieferbetrieben, werden gehalten	Massiver Abbau bisheriger Arbeitsplätze in der Branche