

DER NACHHALTIGE WEG IN EINE KLIMAPOSITIVE ZUKUNFT

Herrn Bundeskanzler Karl Nehammer
Bundeskanzleramt Wien

MARK III
powered by **aFuel®**

Montag, 6. Juni 2023

DER NACHHALTIGE WEG IN EINE KLIMAPOSDTIVE ZUKUNFT



Blueprint - Plant

By: DI Philipp Dietrich & Thorsten Rixmann

OBRIST GROUP

RheinstraÙe 26-27
A-6890 Lustenau
www.obrist.at

1	Über uns.....	3
2	Ausgangssituation	3
3	Der klimapositive Energieträger aFuel®.....	4
4	Der Prozess hinter aFuel®: the Modern Forest.....	7
5	aFuel® BluePrint-Anlage.....	10
	Quellenverzeichnis.....	12

Abstract

Die Firma Obrist identifiziert in **aMethanol**[®] den neuen, globalen Energieträger für die Menschheit. Durch ein innovatives Direct-Air-Capture-Verfahren wird reines CO₂ der Atmosphäre entnommen und mit grünem Wasserstoff zu Methanol synthetisiert. Ein Teil des CO₂ wird über ein Zwischenprodukt in Sauerstoff und reinen Kohlenstoff gespalten. Somit kann mit Strom aus Photovoltaik-Anlagen im Sonnengürtel der Erde der erste klima-positive¹ Energieträger der Welt dargestellt werden.

Der patentierte Prozess kann bereits heute wettbewerbsfähig sein und mit State of the Art-Techniken und -Teilprozessen beliebig in Form von Großanlagen skaliert werden. Aufgrund der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten von Methanol als Basis-Chemikalie sind von der Stromerzeugung über die Schifffahrt bis hin zum Automotive-Sektor sämtliche Anwendungen umsetzbar. Erste Branchen starten bereits eine umfängliche Transition des verwendeten Energieträgers hin zu Methanol, der bezüglich Infrastruktur/Transport und Energiedichte große Vorteile bspw. gegenüber Wasserstoff aufweist.

In Form einer ersten **aFuel**[®] Großanlage beispielsweise in Nordafrika (Ägypten, Tunesien etc.) ließen sich mit der Unterstützung Österreichs und mit lokal vorhandenen Quellen für grünen Wasserstoff und erneuerbare Energien Synergie-Effekte nutzen und sowohl klimapositives Methanol als auch reiner Kohlenstoff rentabel vermarkten.

¹ „Klimapositiv sind alle Aktivitäten, die dazu führen, den Anteil der Treibhausgase langfristig wieder auf das alte [, vorindustrielle] Niveau zu bringen“ (Klute Magazin, 2023)

1 Über uns

Die OBRIST Gruppe hat ihr Headquarter in Lustenau, Österreich. Weltweit widmet sich ein engagiertes Team von hochkarätigen Experten der Entwicklung von umweltfreundlichen und technologisch innovativen Lösungen in den Bereichen:

- Verdichter und Komponenten für Klimaanlage
- Thermomanagement für Automobilindustrie
- Antriebssysteme für Hybrid- und Elektrofahrzeuge
- Synthetische Energieträger & Treibstoffe; Direct Air Capture Technologien

2 Ausgangssituation

Betrachtet man die weltweiten CO₂-Emissionen, so wird man feststellen, dass diese global betrachtet unbehelligt steigen. Abbildung 1 zeigt das eindringlich.

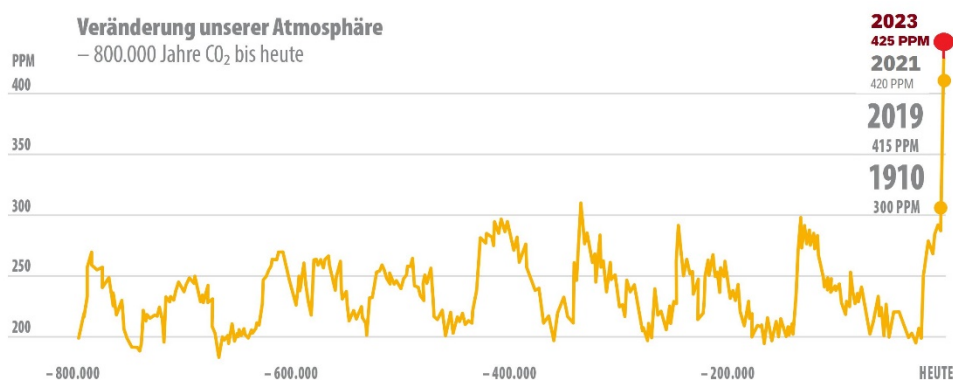


Abbildung 1: CO₂-Konzentration²

Die zurzeit priorisierte CO₂-Neutralität bis 2050 (European Green Deal) ist sowohl durch die Reduktion von Emissionen zu erreichen als auch (und zusätzlich) durch die technische Bindung von CO₂ aus der Luft mit anschließender Abscheidung des reinen Kohlenstoffs.

Um den in Abbildung 2 aufgezeigten Pfad hin zur CO₂-Neutralität rechtzeitig zu absolvieren und evtl. sogar die CO₂-Konzentration in der Luft aktiv zu senken, müssen neue Technologien gefördert und vorangetrieben werden. Obrist nennt diesen Vorstoß das cSink®-Zeitalter.

Die Firma Obrist bietet eine patentierte Lösung, die sowohl aktiv Emissionen reduziert als auch Kohlenstoff als Reinstoff aus der Atmosphäre bindet. Damit kann nicht nur ein CO₂-neutraler, sondern sogar ein klima-positiver Energieträger dargestellt werden. Der Klimaerwärmung kann somit auf wirtschaftliche Art und Weise entgegengewirkt werden. Das Potential ist vorhanden und sollte genutzt werden.

² Bildquelle: Marcus Wadsak, ORF-Wetter Leitung; www.wetter.orf.at (Abruf am 30.4.2023 auf Twitter)

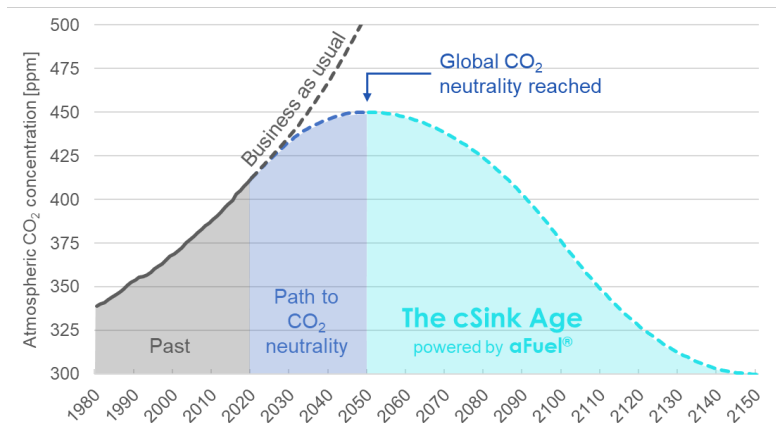


Abbildung 2: Ist CO₂-neutral genug?

3 Der klimapositive Energieträger aFuel®

Hinter dem Begriff aFuel® verbirgt sich ein aus der Atmosphäre synthetisierter Kraftstoff - aMethanol® – ein Kraftstoff, der CO₂ aus der Luft bindet und bei dessen Herstellung Kohlenstoff in Reinform abgeschieden wird (cSink®).



Abbildung 3: aMethanol® & Kohlenstoff aus cSink®

Die Abbildung 3 zeigt unter anderem die Molekülstruktur von Methanol. In den folgenden Abschnitten wird näher auf die Verwendung von Methanol eingegangen und die Vielseitigkeit des neuen globalen Energieträgers beschrieben.

„Interviewer: Die entscheidende Frage wird sein, woher bekommen wir so viel erneuerbare Energie, die wir auch für viele andere Anwendungen benötigen?“

Prof. Schlögl: Ganz einfach, wir brauchen die [viele erneuerbare Energie] in Form von Derivaten von Wasserstoff, die man sinnvollerweise transportieren kann. Also macht man daraus Methanol, Ammoniak und Methan, dann sind wir schon dabei“ (Schlögl, 2023).

3.1 Methanol

Methanol mit der Summenformel CH₃OH ist eine Basis-Chemikalie der Chemie-Industrie und zählt zu den organischen Alkoholen. Industrieunternehmen wie die OMV nutzen Methanol im großen Maßstab zur Synthetisierung von verschiedensten Stoffen des Alltags (Kunststoffe,

Farbstoffe, Medikamente etc.). Des Weiteren kann Methanol auch als Energieträger/Treibstoff direkt verwertet werden.³

Allein im Jahr 2022 wurden weltweit knapp 106 Millionen Tonnen Methanol hergestellt und weiterverarbeitet, allerdings fast ausschließlich aus fossilen Quellen (future fuels, 2023).

3.2 Transport & Infrastruktur

Sowohl was das Thema Sicherheit als auch den Transport und die Infrastruktur anbelangt, kann Methanol einfach adaptiert werden.

„Seitens des DabF⁴ bestehen [...] [beispielsweise] gegen die Errichtung von Tankeinrichtungen für Methanolkraftstoff bei Beachtung der gültigen Vorschriften keine sicherheitstechnischen Bedenken. Tankvorgänge könnten nach dem Stand heutiger Entwicklungen in geschlossenen Systemen durchgeführt werden“ (Höhlein, et al., 2003, S. 53).

Im Hinblick auf die Methanol-Beständigkeit seien die eingesetzten Materialien bekannt und ein Aufwand für den Aufbau eines geeigneten Versorgungsnetzes quantifizierbar.



Abbildung 4: Circle K - Methanoltankstelle⁵

Die dänische Firma Circle K hat bereits an mehreren Orten Methanol-Tankstellen errichtet, wie auf Abbildung 4 zu sehen ist.

Beim Transport über mehrere tausend Kilometer hat Methanol auch Vorteile gegenüber beispielsweise Wasserstoff, da Methanol bei Umgebungstemperatur flüssig ist. Deshalb „[...] sind die hohen Wirkungsgradverluste durch die Erzeugung und den Transport, der entweder unter hohem Druck (700 bar) oder bei sehr tiefen Temperaturen (-252 Grad) stattfinden muss“, der größte Nachteil einer Wasserstoff-Infrastruktur über weite Entfernungen (Kornherr, Hacker, Kannengießer, & Nakhle, 2023, S. 47). Verzichtet man auf diese energieintensive Umwandlung, wie in einem Vorhaben zwischen Tunesien und Österreich geplant (Nutzung von

³ Ein Kanister mit sechs Litern Methanol (ca. 5 kg) hat in etwa den gleichen Energiegehalt wie eine 200-bar-Wasserstoff-Gasflasche mit einem Behälter-Volumen von ca. 55 Litern bei einem Gewicht von 77 kg (Methanolwirtschaft).

⁴ Deutscher Ausschuss für brennbare Flüssigkeiten

⁵ Quelle (Abruf am 9.5.2023):

<https://www.superstation.pro/geely-podderzhivaet-datskuyu-initsiativu-po-elektronnomu-metanolu/>

Erdgas-Pipelines), können höhere Wirkungsgrade erreicht werden, zulasten einer stark verminderten Energiedichte.

3.3 Mobilität

Bereits zu Zeiten der Ölkrise in den 1980er Jahren beschäftigten sich sowohl die deutsche Bundesregierung als auch ein Zusammenschluss der meisten namenhaften OEMs mit alternativen Kraftstoffen in einem Großversuch mit 1.000 Fahrzeugen in Berlin (Bundesministerium für Forschung und Technologie, 1983). Diese Fahrzeuge wurden entweder mit M15 oder M100 betankt⁶. Auch nach heutigem Kenntnisstand wurde erwiesen, dass in der heutigen Bestandsflotte von Fahrzeugen eine Beimischung von 15% Methanol möglich ist (eni & FCA, 2019). Damit ergibt sich eine unkomplizierte und schnellumsetzbare Lösung, um einen signifikanten Teil des heutigen fossilen Kraftstoffs zu substituieren.

Carbon2Chem[®]

Im Rahmen des BMBF⁷-finanzierten Förderprojekts Carbon2Chem[®] wird eine CO₂-Punktquelle (Stahlwerk der Thyssen Krupp AG in Duisburg) erschlossen und das Kohlenstoffdioxid in Verbindung mit grünem Wasserstoff zu Methanol synthetisiert. Die Firma Obrist demonstriert als Projektpartner mit einer Fahrzeugflotte von 10 HyperHybrid[®]-Fahrzeugen die Alltagstauglichkeit von Fahrzeugen, die Methanol als Kraftstoff (M100) verwenden. Eines dieser seriell-hybrid-Fahrzeuge ist auf Abbildung 5 zu sehen.



Abbildung 5: HyperHybrid[®]

Schifffahrt und Luftverkehr

Die größte Containerreederei der Welt „Maersk“ aus Dänemark hat aktuell (Frühjahr 2023) 19 Containerschiffe geordert, die mit Methanol betrieben werden können. Ziel der Reederei ist es bis „2030 ein Viertel aller Container auf Schiffen transportieren zu wollen, die mit emissionsarmen Treibstoffen angetrieben werden“ (Link, 2022).

⁶ M15: Methanol/Benzin Mischkraftstoff mit 15% Methanol

M100: Methanol-Kraftstoff mit max. 10% Kohlenwasserstoffzusätzen

⁷ „Bundesministerium für Bildung und Forschung“ (DE)

Eine weitere Verwendung von Methanol kann SAF (**Sustainable Aviation Fuel**) darstellen. Das Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme ISE beispielsweise setzt mit großen Industriepartnern wie Clariant aktuell das Forschungsprojekt „SAFari“ um, in dem aus grünem Methanol in einer Pilotanlage direkt SAF synthetisiert werden soll (Fraunhofer ISE, 2023). Auch große Chemieunternehmen in Österreich wie die OMV arbeiten zur Synthetisierung von SAF mit der Lufthansa-Group zusammen und haben entsprechende Rahmenverträge über mehr als 800.000 t SAF abgeschlossen (OMV, 2022).

3.4 Stromerzeugung

Auch in der Stromerzeugung über Gasturbinen/KWK⁸ findet Methanol zunehmend an Verwendung. Sowohl MAN als auch mehrere Forschungsgruppen untersuchen Methanol als Brennstoff für großtechnische Anwendungen (OWI, 2023) und verkaufen bereits erste multi-fuel-Anlagen⁹ zur Stromerzeugung.

4 Der Prozess hinter aFuel®: the Modern Forest

„Modern Forest“ beschreibt den industriellen Prozess der klassischen Funktionsweise eines Waldes: Der gemeine Wald nutzt im Zuge der Photosynthese Licht, Wasser und Kohlenstoffdioxid (CO₂) zur Bildung von Glucose und Sauerstoff (O₂). Dieser Zucker ist der Grundbaustein des Pflanzenwachstums.

Beim Modern Forest ist das Licht ebenfalls die Energieversorgung, indem Photovoltaik-Anlagen den benötigten Strom preiswert generieren. In Verbindung/Lösung mit Natrium-Verbindungen ist Wasser das Trägermedium insbesondere des „Direct-Air-Capture“ (OBRIST DAC)-Prozesses. Äquivalent zum Wald wird im Modern Forest Kohlenstoffdioxid der Atmosphäre entzogen und in Verbindung mit Wasserstoff (H₂) zu Methanol (CH₃OH), Sauerstoff (O₂) und über Methan (CH₄) zu Kohlenstoff (C) weiterverarbeitet.

Die folgende Abbildung 6 zeigt den beschriebenen Prozess in Form eines Flussschemas auf.

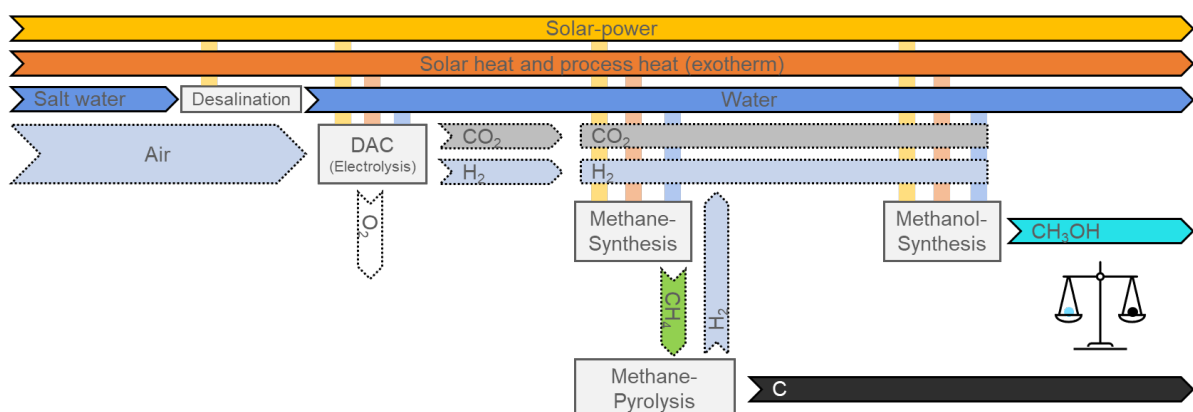


Abbildung 6: Flusschema des Modern Forest

Da der gesamte Prozess auf Solarstrom basiert und Kohlenstoff als Feststoff abgesondert wird, ist der Modern Forest klimapositiv – der Energieträger Methanol setzt in Summe weniger

⁸ Kraft-Wärme-Kopplung

⁹ MAN THM 1304-12N Stationäre Gas-Turbine

CO₂ frei, als der Luft entnommen wurde. Das Verhältnis der produzierten Kohlenstoff-Menge zur Methanol-Menge ist individuell festlegbar.

In den folgenden Abschnitten wird im Detail auf die Prozess-Schritte eingegangen.

4.1 Energiebereitstellung

Die zurzeit kostengünstigste und verfügbare Energiequelle stellen Photovoltaik-Anlagen dar, die im Sonnengürtel der Erde auch ausreichende Energiemengen bereitstellen können, um energieintensive Prozesse zu realisieren.

„Außerdem wurde die Wettbewerbsfähigkeit von Photovoltaik in den letzten Jahren enorm gesteigert, weil die Produktionskosten bei gleichzeitiger Leistungssteigerung um den Faktor zehn gesenkt wurden [...]. Saudi-Arabien gehört zu den Pionieren bei Mega-Anlagen; der jüngste Solarpark soll [...] mit Kosten von 1,04 US-Cent/kWh einen Effizienzweltrekord aufstellen“ (Kornherr, Hacker, Kannengießer, & Nakhle, 2023, S. 46).

4.2 Wasserstofferzeugung

Die Obrist Group setzt auf die alkalische Elektrolyse, welche global und in großen Mengen verfügbar ist. Ein starker europäischer Partner für diese Art der Wasserstoff-Erzeugung ist zum Beispiel thyssenkrupp.

4.3 Direct-Air-Capture // OBRIST DAC®

Das DAC ist der Kernprozess der aFuel®-Anlage. In diesem Schritt wird das CO₂ der Atmosphäre entnommen und in reiner Form, gasförmig weiterverwendet. Das zum Patent angemeldete OBRIST DAC ist hierbei besonders effektiv und unterscheidet sich deutlich von den Verfahren der Konkurrenz. Im Detail sind drei Schritte zu nennen:

1. CO₂-Catcher
2. Elektrolyse
3. CO₂-Freisetzung

Auf diese Teilschritte wird folgend näher eingegangen.

4.3.1 CO₂-Catcher

Über Gebläse wird ein Luft-Volumenstrom in Reaktoren gefördert. In diesen Reaktoren reagiert das CO₂ aus der Luft an einer großen Oberfläche mit Natronlauge (H₂O + NaOH). Es entsteht Natriumcarbonat (Na₂CO₃), welches in einer gesättigten Lösung an den nächsten Prozessschritt übergeben wird. Der Reaktor ist auf Abbildung 7 schematisch dargestellt.

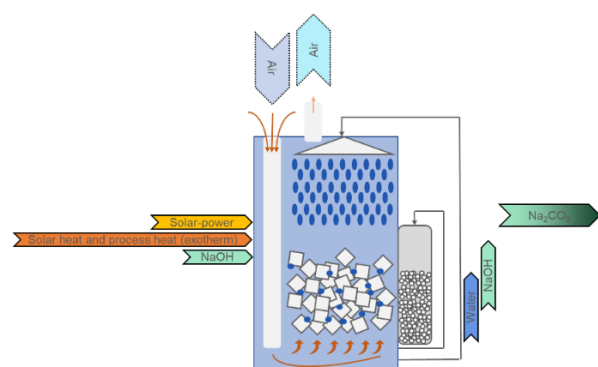


Abbildung 7: DAC-Reaktor

4.3.2 Elektrolyse

In einem Elektrolyse-Verfahren wird sowohl in geringem Maße aus Wasser Wasserstoff und Sauerstoff frei als auch die gesättigte Natriumcarbonat-Lösung in Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3), besser bekannt als Natron, umgesetzt. Nebenprodukt ist außerdem Natronlauge, die in den Catcher zurückgeführt werden kann. Abbildung 8 zeigt das Elektrolyse-Zellen-Design.

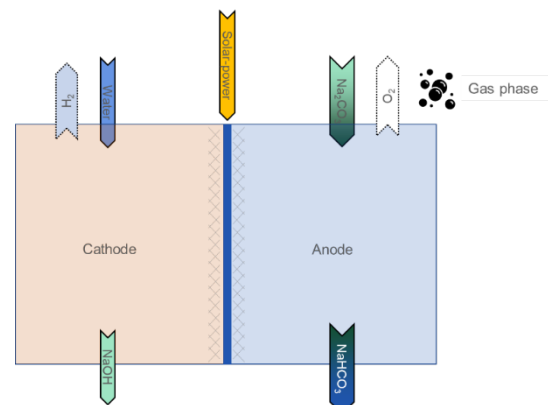


Abbildung 8: Elektrolyse-Zelle

4.3.3 CO_2 -Freisetzung

Natron bzw. Natriumhydrogencarbonat setzt bei ca. 120°C das gebundene CO_2 in Form von Blasenbildung (Ausgasen) frei. Das Kohlenstoffdioxid kann getrocknet in den weiteren Prozessschritten verarbeitet werden. Die ausgekochte Natron-Lösung setzt sich zu einer Natriumcarbonat-Lösung um und wird zurück in den Prozess geführt. Auf Abbildung 9 ist das „Auskochen“ des CO_2 zu erkennen.

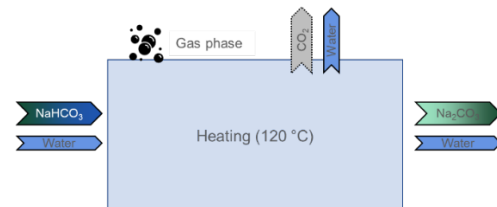


Abbildung 9: Auskochen des CO_2 s

4.4 Methanol-Synthese

Die Firma thyssenkrupp hat umfangreiche Erfahrungen im Bereich der Methanol-Synthese, auch aus erneuerbaren Grundprozessen. Insofern ist der Synthese-Vorgang zur Methanol-Synthese Stand der Technik und kann mit entsprechenden Partnern umgesetzt werden.

4.5 Methan-Synthese

Die Methan-Synthese aus CO_2 und H_2 (Sabatier-Prozess) ist genauso wie die Methanol-Synthese als Stand der Technik anzusehen. Ein potenzieller Partner hierfür ist die finnische Firma Wärtsilä.

4.6 Methan-Pyrolyse

Die Montan-Universität Leoben leistet seit Jahren wertvolle Grundlagen-Forschung zum „Cracken“ von Methan in reinen Kohlenstoff und Wasserstoff. Hierbei konzentriert sich die Forschung in Österreich auf einen Flüssigmetallbad-Ansatz, bei dem das Prozessgas mit dem flüssigen Metall kontaktiert und sich zersetzt.

5.2 Finanzierung und Kosten

Für die Finanzierung der BluePrint-Anlage sind mehrere Szenarien denkbar:

Zum einen könnte Österreich über die ÖBAG in ein solches Großprojekt investieren und maßgeblich Innovationen in Richtung klimapositive Energiewirtschaft fördern. Zum anderen wäre die Beteiligung Österreichs in einem Firmen-Konsortium bspw. über die OMV möglich.

Mit der ägyptischen und/oder tunesischen Regierung könnte ebenfalls eine nachhaltige Zusammenarbeit über ein solches Großprojekt bekräftigt werden. Bereits vor Fertigstellung einer entsprechenden Wasserstoff-Infrastruktur (Pipeline-Projekte) könnte über eine BluePrint-Anlage wettbewerbsfähig klimapositives Methanol erzeugt werden und über den Seeweg nach Europa verschifft werden.

Rahmenverträge beispielsweise mit der Containerreederei Maersk könnten Planungssicherheit bei der Abnahme des Methanols schaffen.

Das Kapitalinvestment für eine BluePrint-Anlage liegt zwischen 1,7 und 2 Milliarden Euro, wobei hier die autarke Stromproduktion, die Wasserelektrolyse zur Wasserstoffbereitstellung sowie das Direct Air Capture-System bereits inkludiert sind.

Für die Produkte, die aus der Anlage kommen, ergibt sich ein sehr attraktiver Business-Case. In einer ersten Analyse von OBRIST wurde errechnet, dass das Methanol um ca. 400-500 €/t produziert und geliefert werden könnte (exkl. Steuern und Marge). Diese Preise sind bereits heute konkurrenzfähig im Vergleich zu fossiler Energie. Bei derzeit aufgerufenen Preisen für grünes Methanol, welche weit über 1.000 €/t liegen (aufgrund mangelnden Angebots) ist die Rentabilität außer Frage. Darüber hinaus können Produkte wie der anfallende Kohlenstoff und eventuelle Überproduktionen von Wasser ebenfalls genutzt und verkauft werden.

Quellenverzeichnis

- Bundesministerium für Forschung und Technologie. (1983). *Alternative Energien für den Straßenverkehr - Methanol*. (BMin für Forschung und Technologie, Hrsg.) Köln: Verlag TÜV Rheinland GmbH.
- eni & FCA. (2019). Eni and FCA develop A20: 15% methanol, 5% ethanol high-octane gasoline blend. *Green Car Congress*. Abgerufen am 11. Mai 2023 von <https://www.greencarcongress.com/2019/04/20190424-enifca.html>
- Fraunhofer ISE. (16. Februar 2023). Abgerufen am 9. Mai 2023 von www.ise.fraunhofer.de: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2023/entwicklung-einer-pilotanlage-zur-herstellung-von-nachhaltigen-synthetischen-flugkraftstoffen-auf-basis-von-methanol.html>
- future fuels. (7. März 2023). *future fuels - der ExpertenBlog*. Von <https://futurefuels.blog/in-der-theorie/methanol-eine-basischemikalie-und-energietraeger-mit-gruenem-potenzial/> abgerufen
- Höhlein, B., Grube, T., Biedermann, P., Bielawa, H., Erdmann, G., Schlecht, L., . . . Edinger, R. (2003). *Methanol als Energieträger* (Bd. 28). (Forschungszentrum Jülich GmbH, Hrsg.) Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH.
- Kluth Magazin. (2023). *Kluth*. Von <https://kluth.com/magazin/was-bedeutet-klimapositiv/#:~:text=Klimapositiv%20sind%20alle%20Aktivit%C3%A4ten%2C%20die%20Staubeintrag%20in%20die%20Luft%20verringern>. abgerufen
- Kornherr, C., Hacker, V., Kannengießler, C., & Nakhle, C. (April 2023). Der Sonne entgegen. *Der Pragmaticus*(3), S. 39-49.
- Link, O. (5. Oktober 2022). *Deutsche Verkehrs-Zeitung*. Abgerufen am 9. Mai 2023 von www.dvz.de: <https://www.dvz.de/rubriken/see/detail/news/maersk-bestellt-acht-weitere-schiffe-mit-methanol-antrieb.html>
- Methanolwirtschaft*. (kein Datum). Abgerufen am 8. Mai 2023 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Methanolwirtschaft>
- OMV. (13. September 2022). Abgerufen am 9. Mai 2023 von www.omv.com: <https://www.omv.com/de/news/220913-omv-und-lufthansa-group-bauen-partnerschaft-zu-nachhaltigen-flugkraftstoffen-aus>
- OWI. (1. Februar 2023). *OWI Aachen*. Abgerufen am 9. Mai 2023 von www.owi-aachen.de: <https://www.owi-aachen.de/entwicklung-eines-hocheffizienten-gasturbinen-kraftwerks/>
- Schlögl, P. (20. April 2023). Chemiker Schlögl zur Debatte über E-Fuels: "Traktoren werden nicht mit Batterie fahren". (G. Strobl, Interviewer) *Der Standard*. Abgerufen am 9. Mai 2023 von <https://www.derstandard.de/story/2000145687881/chemiker-schloegl-zu-e-fuels-man-hat-sich-auf-ein>

UNSERE UNTERSTÜTZER



Prof. Dr. Dr. Dr.
h.c. Franz-Josef
Radermacher



Prof. Dr. Robert
Schlögl Senior
Academic Advisor



Prof. Dr.-Ing. Stefan
Pischinger Senior
Academic Advisor



Prof. Dr.-Ing. Frank
Atzler Senior
Academic Advisor



Dr.-Ing. Martin Härtl
Senior Academic
Advisor



Dr. Eberhard Jacob



Prof. Dr. Werner
Tillmetz Senior
Advisor



Dr. Johannes Prock



United Nations
Industrial Development
Organization