

# atmosfair FairFuel

Produktion von Power-to-Liquid Kerosin



## atmosfair produziert E-Kerosin

atmosfair wird ab 2021 erstmalig synthetisches, CO<sub>2</sub>-neutrales Kerosin mittels Fischer-Tropsch-Synthese in einer eigenen Anlage im Emsland produzieren. Die Anlage übersteigt mit einer Kapazität von 350 Tonnen synthetischem Rohöl pro Jahr den Labormaßstab bei weitem und wird deutsche Fluggesellschaften mit E-Kerosin versorgen. Es ist die erste Anlage weltweit, die Rohöl für E-Kerosin herstellt, das von der ASTM für die kommerzielle Luftfahrt zugelassen ist.

Die technischen Komponenten sowie die zugehörige Ingenieursleistung in der Zusammensetzung aller Komponenten zu einer Produktionsanlage kommen fast ausschließlich aus Deutschland. Die Anlage ist fertig gebaut und wird derzeit in Betrieb genommen. Der Regelbetrieb soll im ersten Halbjahr 2022 erreicht werden. Die vorläufigen Genehmigungen von den Behörden liegen vor.

### *Finanzierung*

Eigentümerin und Betreiberin der Anlage ist die 2019 gegründete Solarbelt gGmbH, eine gemeinnützige Schwesterfirma der atmosfair gGmbH, die derzeit noch ausschließlich von atmosfair finanziert wird. Sie wurde gegründet, um das Haftungsrisiko für die Anlage und Betrieb nach dem Umwelthaftungsgesetz zu übernehmen. Die Anlage ist vollständig mit Mitteln über atmosfair vorfinanziert, es fließen keinerlei öffentliche Mittel oder Drittfinanzierung über Unternehmen (Venture Capital etc.) ein.

### *E-Kerosin - Herstellungsrout*

Die Anlage produziert aus den Ausgangsstoffen CO<sub>2</sub> und Wasserstoff (Elektrolyse) zunächst über die Reverse Water Gas Shift Reaction (RWGS) ein Synthesegas und nachfolgend per Fischer-Tropsch-Synthese synthetisches Rohöl (SynCrude). Dieses liefert atmosfair dann an eine Raffinerie, die das synthetische Rohöl zu Jet A1 verarbeitet, das dann nach ASTM Standards für alle Jettriebwerke der kommerziellen Luftfahrt zugelassen ist und entsprechend von der Raffinerie in Verkehr gebracht wird (Lieferung an einen Flughafen). Da das CO<sub>2</sub>, das bei der Verbrennung des synthetischen Kerosins frei wird, vorher aus einer biogenen Quelle gewonnen wurde (Biogasanlage und *direct air capture*), ist der Gesamtprozess CO<sub>2</sub>-neutral.

Power-to-Liquid Anlage atmosfair	
Entwicklungszeit	2017 - 2020
Genehmigung durch den atmosfair Fachbeirat	2018
Stand Umsetzung August 2021	Bau abgeschlossen, derzeit laufende Probetriebe
Entwicklung der Umweltkriterien Gütesiegel „atmosfair fairfuel“	atmosfair mit IFEU, Abstimmung mit UBA und atmosfair Fachbeirat
Raffinerie (Aufbereitung synthetisches Rohöl zu Jet A1)	Raffinerie Heide

Erstkunden	Zwei deutsche Fluggesellschaften
BlmschG-Genehmigung (vorläufig)	Erteilt im Dezember 2020
<b>Anlage</b>	
Fläche	1000 m <sup>2</sup>
Produkt	Synthetisches Rohöl
Anschlussleistung	2.5 MW
Eingesetzte CO <sub>2</sub> -Menge pro Jahr	1.100 t
Eingesetzte H <sub>2</sub> -Menge pro Jahr	160 t
CO <sub>2</sub> -Quelle	(1) Biogas aus Lebensmittelabfällen und Reststoffen (über Aminwäsche) (2) Direct Air Capture (DAC)
Stromquelle	2.5 MW Post EEG-Windanlagen Anlagen ohne EEG-Vergütung (Zusätzlichkeit)
Systemdienlichkeit	Zugriff Netzbetreiber mit Möglichkeit, die Anlage bei Nachfragespitzen im Netz herunterzufahren
Auslieferungen Rohöl	zweiwöchentlich Tanklastwagen zur Raffinerie

## ANLAGE UND FEEDSTOCK

Es kommen drei Hauptrohstoffe zum Einsatz: Wasserstoff, CO<sub>2</sub> und Strom. Daraus erzeugt die Anlage zunächst ein Synthesegas bestehend aus CO und H<sub>2</sub>, das dann ein Fischer-Tropsch (FT) Reaktor zu langkettigen Kohlenwasserstoffen synthetisiert. Diese bilden das synthetische Rohöl, das die Raffinerie weiter zu JET-A1 Kerosin verarbeitet.

### *RWGS und FT: Die Syntheseanlage*

Die FT-Syntheseanlage wandelt die beiden Rohstoffe, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>, zu langkettigen Kohlenwasserstoffverbindungen um. Dazu findet in der Anlage zunächst eine *reverse-watergas-shift* Reaktion statt, bei der das CO<sub>2</sub> zu CO reduziert wird. Durch die Beimengung von H<sub>2</sub> entsteht Synthesegas – der Ausgangsstoff für die Fischer-Tropsch-Synthese. Die Synthese ist der zweite Prozessschritt, in dem bei über 20 bar Druck und etwa 200°C die Moleküle langkettige Verbindungen eingehen, die als Öl- und Wachphase abgeschieden werden.

### *H<sub>2</sub>-Quelle: Elektrolyse*

Als H<sub>2</sub>-Quelle dient ein PEM-Elektrolyseur (engl. *Proton Exchange Membrane*). Dieser verfügt über eine Anschlussleistung von 1.25 MW und produziert 20 kg H<sub>2</sub> pro Stunde. Der Elektrolyseur ist in einer eigenen Halle auf dem Betriebsgelände untergebracht.

Das Verfahren basiert auf geschichteten Membranen (engl. *Stack*), in denen destilliertes Wasser durch den Einsatz von Strom in seine Bestandteile H<sub>2</sub> und Sauerstoff zerlegt wird. Die Effizienz der Elektrolyseeinheit liegt bei ca. 70%.

### *CO<sub>2</sub>-Quelle: Biogasanlage und Direct Air Capture*

Das CO<sub>2</sub> bezieht atmosphärisch von einer Biogasanlage am selben Standort, sowie durch Filterung aus der Umgebungsluft (DAC).

**Biogas:** Das CO<sub>2</sub> wird aus dem Rohbiogas mittels Aminwäsche abgetrennt. Die zugrundeliegenden Substrate sind Nahrungsmittelabfälle aus der Produktion. NaWaRo und industrielle Quellen wie z.B. von Zement- oder Stahlwerken sind ausgeschlossen.

Das CO<sub>2</sub> wurde früher ausgewaschen und in die Atmosphäre abgelassen. Da die Substrate der Biogasanlage aber nur Kohlenstoff enthalten, den sie zuvor in der Wachstumsphase der Atmosphäre entzogen haben, war der gewöhnliche Betrieb der Biogasanlage mit dem Ablassen des CO<sub>2</sub> schon CO<sub>2</sub>-neutral. Durch die Nutzung dieses Abfall-CO<sub>2</sub> ist das synthetische Rohöl der PtL-Anlage also zunächst sogar CO<sub>2</sub>-negativ. Erst wenn das E-Kerosin im Flugzeugtriebwerk verbrennt und das CO<sub>2</sub> wieder in die Atmosphäre gelangt ist die Gesamtbilanz wieder CO<sub>2</sub>-neutral.

**DAC:** Eine weitere CO<sub>2</sub>-Quelle der atmosphärischen-Anlage ist die Filterung aus der Umgebungsluft (engl. *direct air capture, DAC*). Dafür installiert atmosphärisch ein DAC Modul auf dem Gelände, das mit einem Absorber CO<sub>2</sub> aus der Umgebungsluft gewinnt und in die Power-to-Liquid-Anlage leitet.

### *Stromquelle: zusätzliche erneuerbare Energie*

Der Strombezug für E-Kerosin soll nicht zu Lasten der Energiewende und der Klimaziele von Paris gehen, mit der dabei angestrebten flächendeckenden Dekarbonisierung. Daher muss für die atmosphärische-Anlage der Strom nicht nur zu 100% erneuerbar sein, sondern auch zusätzlich zur Energiewende. Der Ausbau von regenerativen Energien in Deutschland und weltweit für das Erreichen der Klimaziele darf nicht durch Power-to-Liquid Anlagen gebremst werden.

atmosphärisch bezieht daher den Strom aus Windkraftanlagen mit folgenden Eigenschaften:

- Anlagen, die keine EEG-Vergütung erhalten
- Direkte vertragliche Bindung der Strommengen über PPA (nicht nur HKN)
- Anlagen, die ab Ende 2021 aus dem EEG fallen und mit der atmosphärischen Zusatzvergütung wirtschaftlich bleiben (atmosphärisch löst das EEG ab)
- Anlagen im Umkreis der PtL-Anlage

### *Gütesiegel und Zertifizierungssystem*

Raffinerien können aufgrund der geringen Mengen des SynCrudes keine separate Verarbeitung des SynCrudes vornehmen, sondern dieses nur zusammen mit fossilem Rohöl verarbeiten (so genanntes *co-processing*). Im Ergebnis ist das synthetische Kerosin am Ende des Prozesses nur im Promillebereich als Beimischung zum konventionellen fossilen Jet A1 enthalten. Ein Verkauf und Auslieferung an Kunden als reines, synthetisches Jet A1 ist auch aus diesem Grund derzeit ausgeschlossen und wird es auch auf viele Jahre hin bleiben, da Raffinerien einzelne Lieferungen von SynCrude weder über Verarbeitungsrouten noch über mengen- oder zeitliche Abgrenzung von der fossilen Produktion abtrennen können. Aufgrund des Co-Processings in der Raffinerie ist eine physische Direktvermarktung des Produktes an Airlines ausgeschlossen. Stattdessen verkauft atmosphärisch das Kerosin per bilanziellem Nachweis an Kunden. Dazu baut atmosphärisch derzeit ein Gütesiegel und Zertifizierungssystem mit zugelassenen Prüfern auf.

### *Bilanzielle Vermarktung notwendig*

In diesem System zahlt der Kunde für eine bestimmte Menge an SynCrude, die die Solarbelt physisch für ihn produziert und die die Raffinerie in den Verkehr bringt. Die zugehörige CO<sub>2</sub>-Minderung bescheinigt die Solarbelt durch ein unabhängig geprüftes Gütesiegel (TÜV) dem Käufer und rechnet sie ihm vollständig zu, obwohl das Kerosin physisch aufgrund des Co-Processings von allen Flughäfen und allen Airlines genutzt wird, die bei der Raffinerie Kerosin kaufen. Der Kunde zahlt für diese Leistung direkt an atmosfair; etablierte Versorgungswege wie Kerosinlieferwege an Tanklager bleiben unverändert.

### FOLGEPROJEKTE IM GLOBALEN SÜDEN

Das Pilotprojekt im Emsland ist die erste industrielle Produktion von CO<sub>2</sub>-neutralem Kerosin. Neben einer Vergrößerung des Produktionsvolumens plant atmosfair, weitere CO<sub>2</sub>-Quellen wie Abwasser, Rauchgas von Biomassekraftwerken und Papierschlämme zu erschließen und weitere Technologien wie Holzvergasung, Hochtemperatur-Elektrolyse oder Plasmalyse zu integrieren.

Zudem plant atmosfair die Errichtung von Folgeanlage in Ländern des globalen Südens (aktuell: Indien, Marokko, Brasilien), um dort die höhere Sonneneinstrahlung und damit verbundenen geringeren Stromkosten zu nutzen und gleichzeitig den Technologietransfer in diese Länder mit der Schaffung von Arbeitsplätzen vor Ort und der ländlichen Elektrifizierung für Haushalte in strukturschwachen Gebieten zu verbinden.