

Alternatives Naphtha

Teil 2: Herstellung und Nutzung – Wie erneuerbare Rohstoffe zu Naphtha verarbeitet werden

Im ersten Artikel dieser dreiteiligen Serie wurde das Konzept „Alternatives Naphtha“ als Ersatz für fossile Rohstoffe in Raffinerien und Steamcrackern vorgestellt. Relevante Mengen erneuerbarer Chemikalien und Polymere sind ohne alternatives Naphtha nicht realisierbar, eine signifikante Defossilisierung des Chemiesektors erfordert den Verzicht auf fossiles Naphtha. Im zweiten Artikel wird die Herstellung und Nutzung von alternativem Naphtha genauer beleuchtet.

Biobasierte Rohstoffe wie Fette, Öle und Schmierstoffe (Triglyceride) können fossile Erdölrohstoffe ersetzen und in bestehenden Raffinerien mitverarbeitet werden (Grafik 1, Route 1). Dies ist attraktiv, da Raffinerien ohne große Investitionen Biokraftstoffe und biobasierte Grundchemikalien produzieren können. Eine Vorbehandlung der Rohstoffe kann dabei erforderlich sein.

In einer Raffinerie können biobasierte Einsatzstoffe in verschiedenen Betriebseinheiten eingesetzt werden. Die Hydrotreating-Anlage (HDT), die hauptsächlich Dieselkraftstoff herstellt, eignet sich gut für die Mitverarbeitung (Co-Processing). Auch in FCC-Anlagen (Fluid Catalytic Cracking) ist die Mitverarbeitung eine viel beachtete Option, da neben Benzinkomponenten auch Propylen produziert wird.

Die Mitverarbeitung von Triglyceridmaterial wie gebrauchtem Speiseöl (Used Cooking Oil, UCO) zusammen mit Rohöl ist in Raffinerien bis zu einem Volumenanteil von ca. 5 – 10% möglich, wobei geringfügige Modifikationen erforderlich sind, um den hohen Anteil an sauerstoffhaltigen Verbindungen zu handhaben.

Alternatives Naphtha für Steamcracking

Derzeit ist das HVO/HEFA-Verfahren die wichtigste Quelle für alternatives Naphtha (Grafik 1, Route 2), das in erster Linie zur Herstellung von Kraftstoffen eingesetzt wird: erneuerbarer Diesel (Ersatz für fossilen Diesel) und zunehmend SAF (Sustainable Aviation Fuel – nachhaltiger Flugkraftstoff).

Das Verfahren besteht in der Wasserstoffbehandlung von Rohstoffen auf Biomassebasis, wie z. B. Saatölen, Pflanzenölen, Tallöl (aus dem Kraftstoffprozess), Altspeiseölen und -fetten, einschließlich gebrauchtem Speiseöl (UCO) in autonomen Anlagen zur Herstellung von HVO (hydrogenated vegetable oil = hydriertes Pflanzenöl) bzw. HEFA (hydrogenated esters and fatty acids = hydrierte Ester und Fettsäuren).

Die hydrierende Aufbereitung umfasst dann die Verfahren der Hydro-



Gillian Tweddle,
Nova-Institut

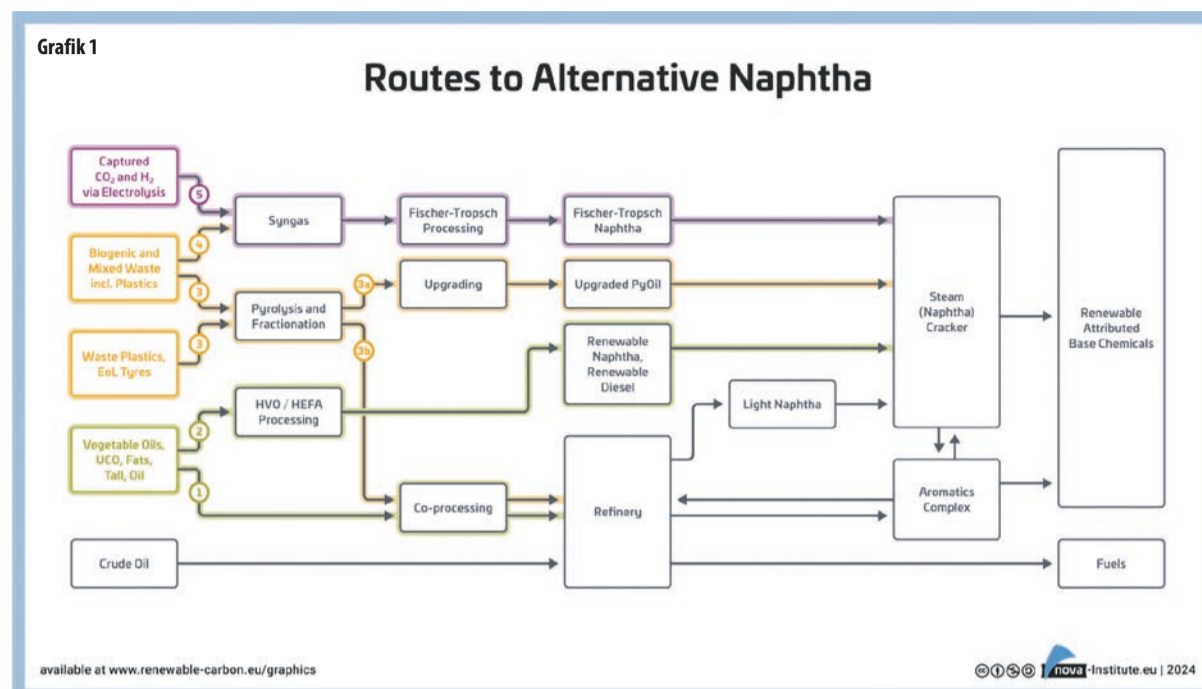


Michael Carus,
Nova-Institut

behandlung, bei der Sauerstoffmoleküle entfernt werden, gefolgt von einer zweiten Stufe der hydrierenden Aufbereitung, die die katalytische Isomerisierung und das Cracken der vorhandenen geradkettigen Alkane bei hohen Temperaturen umfasst.

Die verschiedenen gewünschten Kohlenwasserstofffraktionen, darunter erneuerbarer Diesel und/oder SAF, die den größten Teil der Produktion ausmachen, erneuerbares Flüssiggas (einige Prozent) und erneuerbares Naphtha (ca. 10%) werden dann durch Destillation abgetrennt.

Auch wenn der Begriff „erneuerbar“ für die Herstellung von Naphtha, Diesel usw. in diesem Prozess verwendet wird, handelt es sich in diesem Fall um biobasierte Produk-



te. Fraktionen von HVO – erneuerbarer Diesel oder Naphtha, die konventionellem Naphtha ähnlich sind – können je nach Konfiguration der einzelnen Cracker dem Steamcracker zugeführt werden.

Das Ova-Institut schätzt in seinem kürzlich veröffentlichten Report „Alternative Naphtha“ die weltweite Produktion von alternativem (biobasiertem) Naphtha und erneuerbarem Diesel aus HVO/HEFA-Verfahren als Einsatzstoff für Steamcracker auf mehr als 1,1 Mio. t im Jahr 2023.

Pyrolyseöle, Verdünnung und Veredelung

Das chemische Recycling von Kunststoff- und Reifenabfällen durch Hochtemperaturpyrolyse zur Herstellung von Pyrolyseöl (PyOil) ist von großem Interesse, da es eine

Lösung für Kunststoff- und Reifenabfälle bietet und gleichzeitig den Einsatz erneuerbarer Rohstoffe in der Chemie- und Polymerindustrie ermöglicht. Pyrolysetechnologien befinden sich jedoch noch in der Entwicklungs- und Scale-up-Phase.

Die Zusammensetzung des Py-Oils ist stark vom eingesetzten Kunststoff-/Gummimaterial, den Additiven und der Pyrolysetechnologie abhängig. Vor der Weiterverarbeitung in Raffinerien und Steamcrackern muss PyOil möglicherweise fraktioniert werden, um schwere Bestandteile zu entfernen, und „raffiniert“ werden, um als wesentlicher Bestandteil des Ausgangsmaterials verwendet werden zu können. Die Verfahren ähneln denen des HVO/HEFA-Prozesses, wie Hydrotreating und Hydrocrack-

cking, um den Siedepunktbereich zu optimieren.

Unaufbereitete, aber typischerweise vorbehandelte, fraktionierte Pyrolyseöle können in kleinen Mengen in Steamcrackern oder Raffinerien eingesetzt werden (Co-Processing-Optionen, die heute in Betrieb sind), wobei die Mengen so gering sein müssen, dass die Verdünnung die Verarbeitung trotz des Verunreinigungsgrades und der Unterschiede zu herkömmlichen Rohstoffen ermöglicht.

Synthesegas und Fischer-Tropsch

Die Nachfrage nach Kraftstoffen, insbesondere Sustainable Aviation Fuels (SAF), treibt die alternativen Naphtha-Routen 4a und 5 (vgl. Grafik 1) an. Bei diesen Prozessen entsteht erneuerbares Naphtha als Nebenprodukt, das mindestens 10% der Gesamtproduktion ausmacht.

CO₂ kann aus industriellen Emissionen, biogenen Abgasströmen oder durch direkte Luftabscheidung (Direct Air Capture, DAC) gewonnen werden. Im nächsten Schritt wird aus CO₂ und Wasser mittels erneuerbarer Energie Synthesegas (Wasserstoff und Kohlenmonoxid) erzeugt, entweder durch Niedertem-

peraturelektrolyse kombiniert mit einem Reverse-Water-Gas-Shift-Reaktor oder durch Hochtemperatur-Co-Elektrolyse (Co-SOC) in einer Festoxid-Elektrolysezelle (SOC, SOEC). Eine solche Festoxid-Brennstoffzelle ermöglicht die Elektrolyse von Wasser unter Verwendung eines Festoxid- oder Keramikelektrolyten zur Erzeugung von gasförmigem Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid und Sauerstoff.

Das Synthesegas wird anschließend im Fischer-Tropsch-Verfahren in Kohlenwasserstoffe unterschiedlicher Kettenlänge umgewandelt. Es entsteht ein synthetisches, erneuerbares Rohöläquivalent, das zu Produkten wie SAF, Diesel, Benzin und Wachsen raffiniert werden kann.

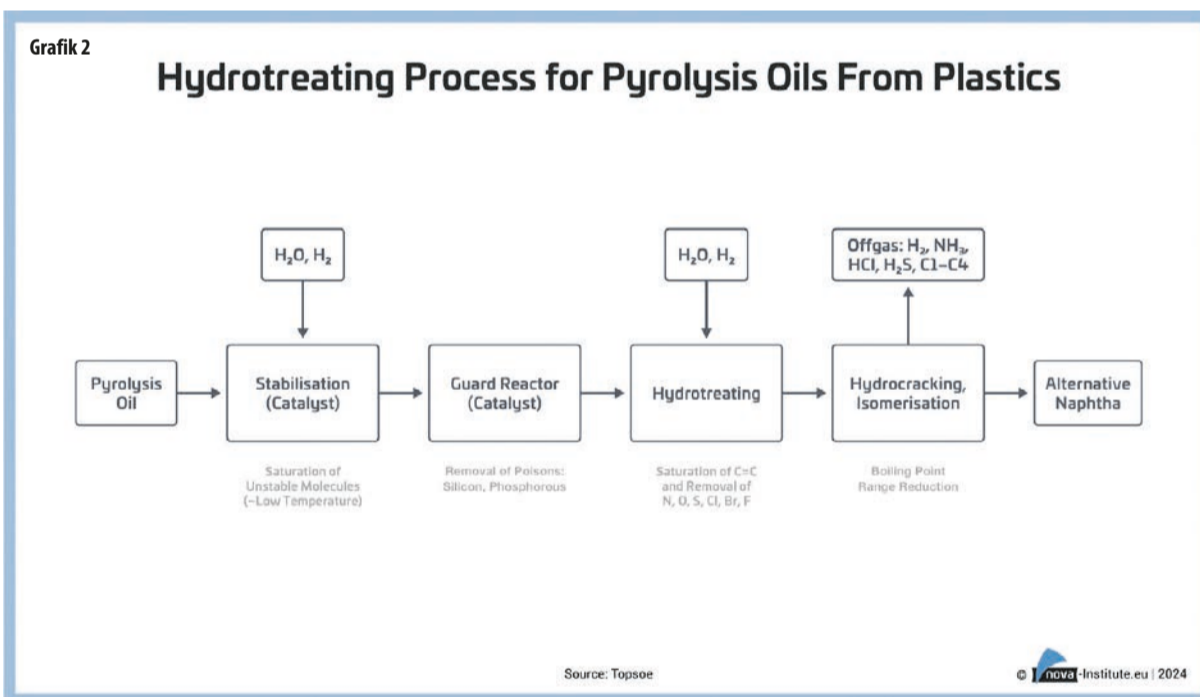
Alkohol-zu-Jet

Ethanol, das aus Biomasse oder aus CO/CO₂ hergestellt wird, kann in Alcohol-to-Jet-Prozessen zu Ethylen dehydriert und dann zu C9+-Olefinen oligomerisiert werden. Nach Hydrierung und Trennung entsteht eine Reihe von Produkten, darunter Naphtha, nachhaltiges Kerosin (SAF) und Dieselkraftstoff. Der Naphtha-Anteil, der für die chemische Verarbeitung geeignet ist, ist wiederum ein Nebenprodukt von mindestens 10%. Andere Alkohole wie Methanol aus Biomasse oder aus CO₂ sind ebenfalls für die Herstellung von SAF mit der Nebenproduktion von Naphtha von Interesse.

Die Verfügbarkeit von alternativem Naphtha aus einer Vielzahl von Prozessrouten nimmt also zu und kann einen dringend benötigten Beitrag zum Übergang weg von fossilen zu erneuerbaren Rohstoffen für Chemikalien und Polymere leisten.

Gillian Tweddle, Stripe Consulting und externe Expertin, Nova-Institut GmbH, und Michael Carus, Geschäftsführer und Gründer, Nova-Institut GmbH, Hürth

■ michael.carus@nova-institut.de
■ www.renewable-carbon.eu
■ www.nova-institute.eu



Technologiemix für komplexe Kunststoffabfälle

◀ Fortsetzung von Seite 8

lymerisation mittels Solvolyse, die ideal für sortenreine Abfälle, bspw. aus PC, PMMA, PA oder PET geeignet ist. Dabei werden die Polymere bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen in kürzere Ketten aufgebrochen.

Für welche Abfallströme kommt Pyrolyse in Frage?

Für gemischte oder verunreinigte Kunststoffabfälle kann es notwendig sein, auf invasivere chemische Recyclingverfahren wie Verölung oder Pyrolyse zurückzugreifen. „Bei der Pyrolyse können je nach Abfallfraktion und Recyclingverfahren 50 bis 80% des Kohlenstoffs aus gemischten Kunststoffabfällen zurückgewonnen werden. Doch je besser die Abfälle im Vorfeld sortiert sind, desto höher ist auch die Materialausbeute und



Aus gemischten Kunststoffabfällen durch chemisches Recycling gewonnenes Pyrolyseöl

desto weniger spezifische Energie braucht auch der Recyclingprozess“, erklärt Kronimus. „Aufwand und Effizienz der Sortierung können also darüber entscheiden, ob das Verfah-

ren wirtschaftlich ist oder nicht. Investitionen in chemisches Recycling sollten in den meisten Fällen Hand in Hand mit Investitionen in mechanisches Recycling gehen.“

Wann ist nur noch Verbrennung möglich?

Selbst aus Reststoffen, die bislang nur verbrannt werden konnten, lassen sich oft noch wertvolle kohlenstoffhaltige Sekundärrohstoffe zurückgewinnen. „Für viele Unternehmen könnte chemisches Recycling daher eine gute und nachhaltigere Alternative zur Verbrennung darstellen“, schlussfolgert Kronimus. „Unternehmen können beispielsweise mit Betreibern chemischer Recyclinganlagen eine Begutachtung und Probelaufe mit Probematerial vereinbaren, um die Recyclingfähigkeit von Abfallströmen festzustellen. In vielen Fällen wird das für Unternehmen lukrativer sein, als die Kunststoffabfälle bloß zu verbrennen.“

Alexander Kronimus, Geschäftsführer, Plastics Europe Deutschland, e.V., Frankfurt am Main
■ www.plasticseurope.org/de

RUHR-IP
PATENTANWÄLTE

seit 2006
in Bürogemeinschaft

+49 201 17 00 35 90 office@RUHR-IP.com www.RUHR-IP.com