

Kohle – flüssig gemacht

Im Jahr 1925 entdeckten **Franz Fischer** und **Hans Tropsch** am **Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung** in Mülheim an der Ruhr, wie man Kohle in Benzin verwandelt. Heute erlebt die Fischer-Tropsch-Synthese eine Renaissance, denn sie veredelt längst nicht nur Kohle. Auch Erdgas, Biomasse und sogar Hausmüll lassen sich damit zur Treibstoffherzeugung nutzen.

TEXT **ELKE MAIER**

Schwindendes Erdöl macht erfinderrisch. Mittlerweile schaffen es Chemiker, die unterschiedlichsten kohlenstoffhaltigen Rohstoffe in hochwertige Flüssigkraftstoffe zu verwandeln. Manche Fluggesellschaften experimentieren sogar mit Kerosin aus Haushaltsabfällen. Die Methode, mit der die Umwandlung gelingt, ist dabei weder ein Werk der Alchemie, noch ist sie neu. Sie wurde vor mehr als 90 Jahren am Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr entwickelt.

Das Mülheimer Institut öffnete am 27. Juli 1914 seine Pforten. Erklär-

tes Ziel war die „Vermehrung des inneren Wertes der Kohle“. Erster Direktor wurde Franz Fischer – ein Mann, der als „erfinderrischer Kopf“ und „sehr gewandter Experimentator“ galt. Fischer hatte Chemie studiert und nach nur vier Semestern mit 22 Jahren promoviert. Als er den Posten in Mülheim annahm, war er 36 Jahre alt und hatte in der Forschung bereits eine steile Karriere hinter sich.

Anfangs ging es am Institut vor allem darum, die deutsche Kriegswirtschaft zu unterstützen, etwa durch die Gewinnung von Treibstoffen für Automobile, Panzer und Flugzeuge. Erdöl war Mangelware, Kohle gab es dagegen reichlich. Sie musste nur verflüssigt werden. Chemisch gesehen, waren dazu folgende Schritte notwendig: Zunächst mussten die Verbindungen zwischen den Kohlenwasserstoffmolekülen aufgebrochen werden, die der Kohle ihre Festigkeit verleihen. Anschließend galt es, daraus die Kohlenwasserstoffketten des flüssigen Kraftstoffs zusammenzusetzen.

Der deutsche Chemiker Friedrich Bergius hatte bereits im Jahr 1913 einen Weg gefunden, der ihm 1931 sogar den Nobelpreis bescherte. Das Bergius-Verfahren hat allerdings gravierende Nachteile: Zum einen kann es nur geologisch junge Kohlenarten, etwa Braunkohlen, verflüssigen, nicht aber die geologisch älteren, energiereicheren Steinkohlen. Zum anderen funktioniert die Methode nur unter enormem Druck, was für technische Probleme sorgt.

Franz Fischer schwebte daher eine „Synthese von Ölen aus Gasen“ vor. In der Theorie klang alles ganz einfach: In einem zweistufigen Prozess wollte er zunächst Kohlenstaub mit Wasser-



Packten die Kohle in den Tank: Franz Fischer (links) und Hans Tropsch.

dampf und Sauerstoff erhitzen, um alle Kohlenstoffverbindungen zu knacken und ein Gemisch aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff zu erzeugen – das sogenannte Synthesegas. Im zweiten Schritt sollte dieses Gas über einen Katalysator geleitet werden. An dessen Oberfläche würden sich die Moleküle zu komplexen Kohlenwasserstoffen zusammenfinden.

Wie so oft steckte aber auch hier der Teufel im Detail – genauer: im Katalysator. Dessen Aufgabe war es, die ansonsten viel zu träge ablaufende Reaktion anzukurbeln und außerdem dafür zu sorgen, dass die ge-

wünschten Endprodukte herauskamen. Die Fahndung nach einem geeigneten Material glich der sprichwörtlichen Suche nach der Nadel im Heuhaufen.

Anfang der 1920er-Jahre wurden die Experimente zur Gassynthese ausgebaut. Mit von der Partie war Hans Tropsch, laut einem Kollegen ein „überdurchschnittlich tüchtiger“ Chemiker und „Meister im Gebrauch des Rechenschiebers bei schwierigen Ausrechnungen“. Er war von Franz Fischer angeworben und mit der Leitung der Abteilung „Gaskatalysen“ betraut worden.

In speziellen Hochdruckapparaturen nahmen die Wissenschaftler zahllose Reihenuntersuchungen vor. Dabei drehten sie an mehreren Rädchen gleichzeitig und variierten nicht nur den Katalysator, sondern auch Temperatur und Druck. Denn alles zusammen bestimmte, was bei der Reaktion herauskam.

Monate später zeigte sich ein erster Lichtblick. In den Apparaturen fanden die Forscher Reaktionsgemische, die unter anderem Alkohole, Aldehyde und Ketone enthielten. Die Chemiker bezeichneten die Mixtur einfachheitshalber als „Synthol“. Als Katalysator dienten diesmal Eisenfeilspäne, welche die Forscher mit Kalium- oder Rubidiumhydroxid imprägniert hatten.

Institutsmitarbeiter Carl Zerbe machte mit dem mühsam und nur in winzigen Mengen gewonnenen Motorbetriebsstoff erste Fahrversuche auf einem 4-PS-NSU-Motorrad, Modell 1922. „Synthol war allerdings noch kein hochwertiger Kraftstoff“, erklärt Matthias Haenel, emeritierter Professor am Mülheimer Institut. „Es

enthielt noch viele sauerstoffhaltige Verbindungen, die zu Korrosion am Motor führen.“

Die Suche ging also weiter und stellte die Geduld der Forscher auf die Probe. Einige Katalysatoren verloren schon nach kurzer Zeit ihre Aktivität, andere lieferten als Endprodukt nur Wasser. Manche Katalysatorfüllung mussten die Chemiker wegen der massiven Kohlenstoffabscheidung mit Hammer und Meißel wieder aus den Rohren klopfen.

Eine Wende bahnte sich schließlich Anfang des Jahres 1925 an. In Mülheim traf ein Magazin mit dem Artikel eines gewissen Georges Patart ein. Der bekannte Fachkollege aus Frankreich beschrieb darin, wie sich mithilfe eines Zinkoxidkatalysators Methanol – eine einfache Verbindung mit einem Kohlenstoffatom – synthetisieren lässt. Sofort machten sich die Mülheimer Wissenschaftler daran, das Versuchsprotokoll nachzukochen. Und gleich im ersten Anlauf waren sie erfolgreich. Die Forscher staunten über die „glatte, einheitliche Bildung von Methanol an dem nahezu unverändert bleibenden weißen Zinkoxid“.

Geo, Ausgabe 3/1983



Etwa vom Jahre 2020 an – also in nur 40 Jahren – wird die Kohle die Hauptrolle übernehmen und dem Erdöl nur noch eine Chargenrolle zufallen.

Von da an hielten sie sich an den Patart'schen Katalysator. Ließen sich damit auch langkettige Kohlenwasserstoffe herstellen? Die Forscher experimentierten mit Zinkoxid unter Zugabe weiterer Stoffe, die sie für geeignet hielten. Dass sie damit richtiglagen, zeigte sich am 25. Mai 1925: An jenem Tag gelang es erstmals, bei Normaldruck höhere Kohlenwasserstoffe zu synthetisieren. Als Stein der Weisen entpuppte sich ein Gemisch aus Eisen- und Zinkoxid. Noch besser eignen sich allerdings Eisen- und Kobaltkatalysatoren, wie sich später zeigen sollte. Am 20. Juli 1925 meldeten Franz Fischer und Hans Tropsch ihre Methode zum Patent an.

Die erste Industrieanlage, die nach dem Mülheimer Verfahren arbeitete, ging Mitte der 1930er-Jahre in Oberhausen in Betrieb. Anfang der 1940er-Jahre stellten neun deutsche Produktionsstätten jährlich insgesamt rund 600 000 Tonnen flüssige Kohlenwasserstoffe her. Die Primärprodukte der Fischer-Tropsch-Synthese dienten dabei längst nicht nur der Treibstoffgewinnung. Man konnte sie etwa auch zu Schmierfetten, Seife oder Waschmittel weiterverarbeiten. Sogar künstliche Butter ließ sich daraus zaubern.

Erfinder des synthetischen Speisefetts war der Chemiker Arthur Imhausen. Im Zweiten Weltkrieg wurde auf dem Afrikafeldzug und in den U-Booten fast nur Imhausens Fett gegessen. Es war bekömmlich, wurde nicht ranzig und soll gar nicht übel geschmeckt haben. Experten bestätigten, dass der tägliche Genuss von bis zu 100 Gramm „harmlos ist und keinerlei Reizerscheinungen oder Störungen hervorruft“. So wurde die Kreation als erstes synthetisches Nahrungsmittel für die menschliche Ernährung freigegeben.

Nach dem Krieg waren die Fischer-Tropsch-Produkte und damit auch die künstliche Butter jedoch bald wieder vom Tisch. Mit



Siegeszug des Synthesebenzins: Vor der Ruhrchemie AG in Oberhausen-Holten warten Waggons mit Fischer-Tropsch-Kraftstoffen auf die Abfahrt.

ihren Pendanten auf Erdölbasis konnten die synthetischen Kraftstoffe aus Kohle nicht mithalten. Die Anlagen wurden demontiert. Erst die Ölkrise in den 1970er-Jahren verhalf dem Verfahren in Deutschland zu einem kurzen Revival.

Franz Fischer und Hans Tropsch erlebten die wechselvolle Zukunft ihrer Erfindung nicht mehr. Fischer zog im Ruhestand nach München, wo er im Bombenkrieg zweimal seinen gesamten Besitz verlor. Er litt an Unterernährung und starb als 70-Jähriger im Hungerjahr 1947. Tropsch ging nach seiner Mülheimer Zeit zunächst nach Prag und später nach Chicago. Krankheitsbedingt kehrte er 1935 nach Deutschland zurück, wo er kurz darauf mit nur 45 Jahren starb.

Die Entwicklung der beiden Chemiker machte nach dem Krieg zunächst in Südafrika Furore. Wegen seiner Apartheidspolitik war das Land mit Sanktionen belegt und von Erdöllieferungen ausgeschlossen. Dafür gab es dort Kohle en masse. Die Regierung setzte daher auf das Fischer-Tropsch-Verfahren und gründete im Jahr 1950 einen Konzern, der mittlerweile als South African Synthetic Oil Limited (Sasol) firmiert. Noch heute liefert das Unternehmen rund ein Drittel der am Kap verkauften Kraftstoffe. Zusätzlich verarbeitet es heute neben Kohle auch Erdgas.

Mittlerweile erlebt die Methode jedoch auch in anderen Ländern eine Renaissance. „Der große Vorteil ist, dass sich prinzipiell jedes kohlenstoffhaltige Ausgangsmaterial dafür eignet, also auch Erdgas, Biomasse und sogar Hausmüll“, sagt Ferdi Schüth, Direktor am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung. „Das Verfahren liefert außerdem sehr reine, schwefelfreie Kraftstoffe.“

Das macht man sich etwa in Katar zunutze, wo Ende 2011 Shell Pearl GTL in Betrieb ging, die weltgrößte Gas-to-Liquids (GtL)-Anlage. Sie verwandelt billiges Erdgas in hochwertige Flüssigtreibstoffe. Die Jahresproduktion liegt bei rund 5,6 Millionen Tonnen – mehr als neunmal so viel, wie Anfang der 1940er-Jahre in ganz Deutschland produziert wurde. Der synthetische Dieselmotorkraftstoff aus der Wüste ist auch an Tankstellen hierzulande zu haben.

In Deutschland wird sich der Bau von Fischer-Tropsch-Anlagen dagegen erst dann wieder lohnen, wenn der Ölpreis steigt: „Bei 40 Dollar pro Barrel ist die Produktion momentan unrentabel“, sagt Schüth. Doch auch wenn sich bisher immer wieder neue Quellen auftun – irgendwann werden die Erdölvorräte zur Neige gehen. Dann könnte die Mülheimer Methode auch bei uns wiederbelebt werden. Ob auch Imhausens Brotaufstrich zu neuen Ehren kommt, ist allerdings fraglich.