

Die Entstehung des Wasserstoff-Pipelinenetzes im Ruhrgebiet 1938-1980

Einleitung

Auch wenn Pipelines von ihrer Umwelt kaum wahrgenommen werden, leisten sie als modernes Transportsystem einen zentralen verkehrsinfrastrukturellen Beitrag für die heutigen Industrie- und Konsumgesellschaften, da sie den allergrößten Teil des verbrauchten Öls zu den Verbraucherzentren und ins Binnenland transportierten, wie z. B. im Fall der 525 km langen Rhein-Main-Rohrleitung von Venlo nach Ludwigshafen am Rhein, die 2005 11,6 Millionen Tonnen an verschiedenen Mineralölprodukten zu den Verbrauchern transportierte.¹ Anders als die Entwicklung der großen Ölpipelines ist jedoch der Transport anderer Flüssigkeiten und Gase in Rohrleitungssystemen, wie z. B. Ethylen oder aber Industriegase bisher kaum untersucht worden, obwohl auch deren Transport nach 1945 vermehrt mittels Pipelines erfolgte.² Insbesondere für die Distribution von Industriegasen besaßen die Pipelines nach dem Zweiten Weltkrieg

eine große Bedeutung, da Sauer-, Wasser- und Stickstoff zuvor fast ausschließlich per Tankwagen oder Stahlflaschen ausgeliefert worden waren. Die Einführung des Transports per Rohrleitung, der die „traditionellen“ Distributionsformen nicht völlig verdrängte, veränderte dabei die Marktstruktur der Industriegasbranche völlig. Ohne die Einführung der Pipelines wäre der stark steigende Verbrauch der Industriegase – sowohl der Sauerstoffbedarf der Stahlindustrie als auch der Wasserstoffbedarf der Chemieindustrie – nach 1945 auch überhaupt nicht möglich gewesen.

Im folgenden Beitrag wird daher die Entstehung und Entwicklung eines Wasserstoffnetzes näher in den Blick genommen und dabei die Ursachen für die Entstehung der Pipelinesysteme nachgegangen. Zudem soll geklärt werden, welche technischen und ökonomischen Logiken die Errichtung dieser Verbundsysteme auslöste und ob der flächendeckende Netzausbau von Beginn an planmäßig oder aber wildwüchsig erfolgte bzw. welche ökonomischen Folgen sich aus der Existenz der Verbundnetze ergab?³ Beantwortet werden diese Fragen anhand des Fallbeispiels des Wasserstoff-Pipelinesystems an Rhein und Ruhr. Dieses wurde in den 1950er und 1960er Jahren aufgebaut und bildete ein flächendeckendes Verbundnetz von Dortmund bis Köln, das auch im internationalen Vergleich eine erhebliche Größe aufwies.⁴

Establishing the Hydrogen Pipeline Network in the Ruhr District, 1938-1980

This article examines the origins and development between 1938 and 1980 of the pipeline network for delivery of hydrogen to industrial users in the Ruhr District. It focuses first on the technical and economic logic that led to the construction of such an integrated pipeline system in the first place, as well as the question of whether its subsequent construction was planned or was rather the result of uncontrolled growth. It also deals with the economic consequences of the integrated pipeline network. In the end, the hydrogen pipeline system, which started in the late 1930s and was extended in the 1950s and 1960s, formed a highly integrated economic and technical system with dense coverage of the industrial areas of Germany on the Rhine and Ruhr from Dortmund to Cologne.

Die Distribution von Industriegasen

Die Distribution von Industriegasen, zu denen heute neben Sauer-, Stick- und Wasserstoff auch die Edelgase (Argon, Helium, Krypton, Neon und Xenon) sowie Acetylen und Kohlendioxid gerechnet werden, geschah bis in die 1950er Jahre überwiegend auf drei Wegen⁵:

- 1.) Die Anlieferung gasförmiger Industriegase in transportablen Druckbehältern (Stahlflaschen, Flaschenbündel und Flaschenpaletten) ist auch heute immer noch die wichtigste Distributionsart der Industriegase, wobei die Stahlflasche als Transportkörper ein Mehrfaches des Gasinhalts wiegt. Das Gewichtsverhältnis von Ware zu Verpackung sank dabei im Fall des Sauerstoffs von 1 zu 9 in den 1950er Jahren durch Einführung der Chrom-Molybdän-Stahlflaschen mit höheren

Drücken auf eine Relation von 1 zu 5.⁶ Seit den 1950er Jahren erfolgte der Transport gasförmiger Industriegase immer häufiger in Flaschenbündeln oder Flaschenpaletten, was aber nichts an diesem Verhältnis änderte, sondern nur den logistischen Aufwand erheblich reduzierte.

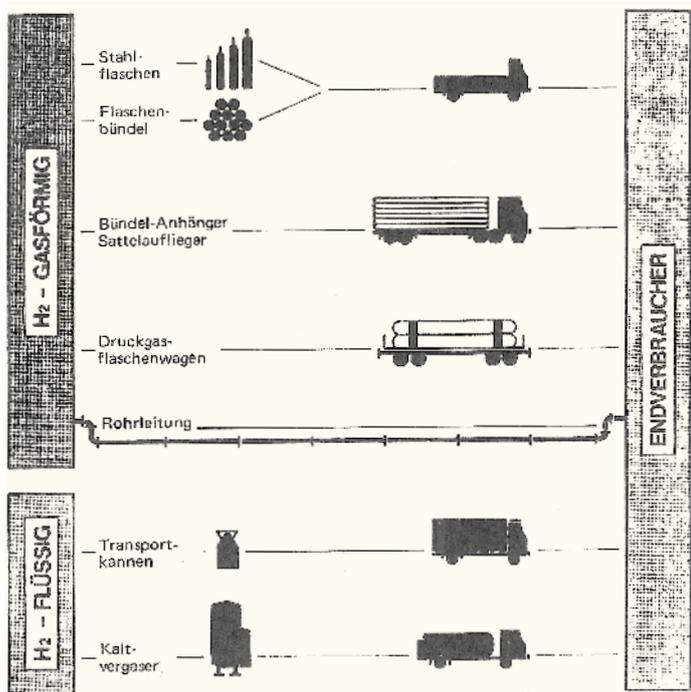


Abb. 1: Die Distributionsarten des Wasserstoffs und anderer Industriegase. (Kipker 1973b)

2.) Seit den 1930er Jahren wurden flüssige Industriegase auch in pulverisolierten Tankfahrzeugen zu den Kunden transportiert. Für die Umwandlung des bei der Luftzerlegung anfallenden gasförmigen Sauerstoffs in flüssigen Zustand und dessen Vergasung beim Verbraucher war zwar ein hoher energetischer Aufwand nötig, doch bot der Transport flüssigen Sauerstoffs große Kostenvorteile, da man die beim Sauerstofftransport in Stahlflaschen etwa vier bis fünfmal so viel Gewicht für die gleiche Menge Gas mittransportieren musste. Beim Flüssigtransport von Sauerstoff betrug das Verhältnis von Ware und Verpackung nur noch etwa 1 zu 2,5. Der Flüssigtransport erleichterte zudem auch die Speicherung der Industriegase beim Verbraucher. Grund hierfür war, dass die Kunden wegen der größeren Speichertanks mit Kaltvergasern seltener beliefert werden mussten.

3.) Wenn der Bedarf eines Verbrauchers sehr hoch lag, installierten die Industriegasanbieter vielfach auch einen kleinen Luftzerleger, z. B. für die Sauerstoffproduktion vor Ort. Der Einsatz derartiger Luftzerleger war wegen ihrer hohen Herstellungskosten und des schwankenden Bedarfes vielfach betriebswirtschaftlich wenig attraktiv. Aus diesem Grund bevorzugten die Industriegashersteller zumeist die Produktion in größeren Zentralanlagen und eine Belieferung per Stahlflasche in gasförmigem und per Tank in flüssigem Zustand.

Nachdem in der Stahlindustrie seit Anfang der 1950er Jahre immer häufiger das Sauerstoffblasverfahren bei der Stahlerzeugung angewandt wurde, stieg der Sauerstoffbedarf der Stahlwerke erheblich. Hierdurch änderten sich auch die Distributionsstruktu-

ren für Industriegase, da derartige Mengen Sauerstoff weder per Stahlflasche noch flüssig per Tankwagen wirtschaftlich herantransportiert werden konnten. Statt per Tankwagen oder Stahlflasche wurden sog. Onsite-Anlagen direkt neben den Stahlwerken errichtet, die das jeweilige Stahlwerk mit dem benötigten gasförmigen Sauerstoff – später aber auch mit Stickstoff und Argon – per Rohrleitung belieferten. Neben dem Stahlwerk versorgten diese Onsite-Werke auch die Verbraucher der Umgebung mit Industriegasen in Stahlflaschen und per Tankwagen, sodass sie die großen Luftzerleger besser auslasten konnten und nicht mehr fast 80 % der Luftgasproduktion durch den Schornstein jagen mussten, sondern ökonomisch verwerten konnten.

In den großen Industrievieren mit vielen Stahlwerken begann man ab Mitte der 1950er Jahre zudem auch, benachbarte Stahlwerke in wenigen Kilometer Entfernung per Rohrleitung zu beliefern. Diese Rohrleitungsnetze wurden dann in den einzelnen Montanrevieren an der Ruhr, im Siegerland, im Saarrevier, in Lothringen oder auch dem französischen Department Nord innerhalb weniger Jahre planmäßig zu regionalen Verbundnetzen zusammengeschlossen. Das Wachstum dieser Netze setzte sich bis in die 1970er Jahren fort, als die Netze ihre größte Ausdehnung besaßen. Neben den Stahlwerken wurden in diesen Jahren auch Werke der Chemischen Industrie und Ölraffinerien angeschlossen und mit Luftzerlegern versehen, da diese Werke ebenfalls einen großen Bedarf an Sauerstoff, Stickstoff und Argon besaßen.⁷

Der Aufbau des Wasserstoff-Fernleitungsnetzes an Rhein und Ruhr 1940-1980

Anders als beim Sauerstoff, wo nach 1950 meist der Bedarf der Stahlwerke für die Errichtung der Netze ausschlaggebend war, entstand das Wasserstoff-Rohrleitungssystem im Ruhrgebiet aufgrund eines Verbundes innerhalb der Chemischen Industrie im Rahmen der NS-Rüstungskonjunktur sowie der Autarkiebestrebungen des Vierjahresplanes. Auslöser war dabei die Ansiedlung des Buna-Werkes II, der späteren Chemischen Werke Hüls AG, im nördlichen Ruhrgebiet 1939.⁸ Hierfür wurden die Chemischen Werke Hüls 1938 gemeinsam von der IG Farbenindustrie AG und der Bergwerksgesellschaft Hibernia als Muttergesellschaft der Hydrierwerke Scholven AG gegründet.

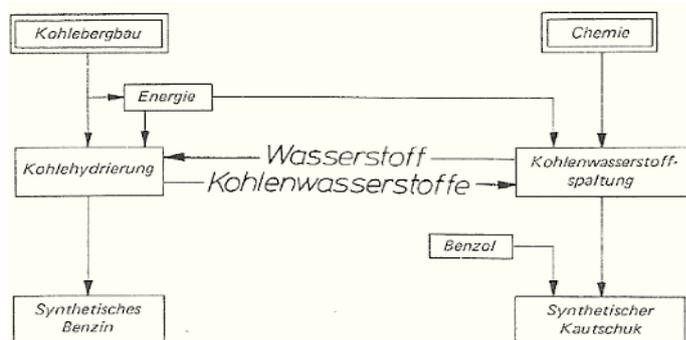


Abb. 2: Die Verbundwirtschaft der Chemischen Industrie im Ruhrgebiet 1940. (Kaupper/Gorzny 1974)

Die Wahl für das neue Werk fiel auf den Standort Marl, um die bei dem benachbarten Kohlehydrierwerk Scholven anfallenden Hydrierabgase für die Erzeugung von Acetylen zu nutzen,

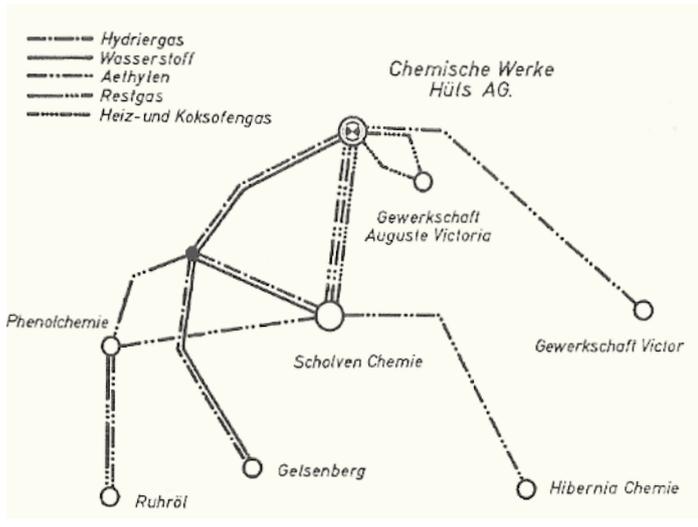


Abb. 3: Das Verbundnetz im nördlichen Ruhrgebiet 1943. (Broich 1968, S. 42)

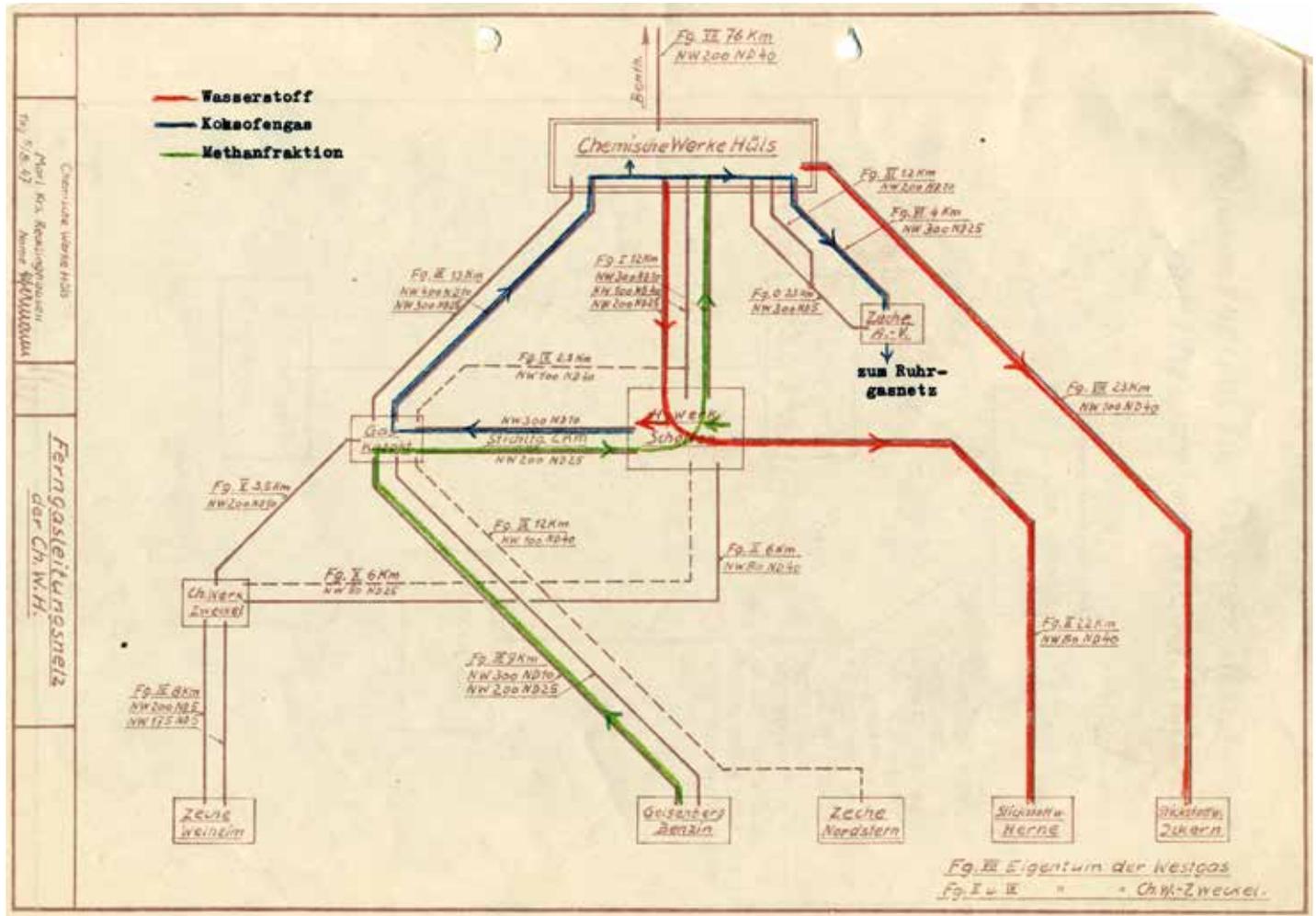
das wiederum für die Produktion des synthetischen Buna-Kautschuks benötigt wurde.⁹ Außer Acetylen gewann man in der elektrischen Lichtbogenanlage im Marler Buna-Werk zudem noch Äthylen, Ruß und Wasserstoff aus den per Rohrleitung von den Hydrierwerken angelieferten gasförmigen Kohlenwasserstoffen. Der in einem zweiten Schritt in einer Linde-Anlage gewonnene

reine Wasserstoff wurde dabei nur teilweise für die Produktion im eigenen Werk Hüls eingesetzt und auch deshalb per Pipeline an das Hydrierwerk an Scholven zurückgeliefert, wo man ihn für die Erzeugung von synthetischem Benzin verwandte und mit den Kohlenwasserstoffbezügen an Marl Hüls verrechnete.¹⁰ Der 1940 in Betrieb gehende Rohrnetz-Verbund zwischen dem Werk Hüls in Marl und Scholven betrug zunächst nur 12 km.

Bereits während des Zweiten Weltkrieges wurden jedoch weitere Verbraucher an das Wasserstoff-Pipelinennetz angeschlossen. Eine der ersten Erweiterungen war der Bezug weiterer Kohlenwasserstoffe sowie von Koksofengas vom Hydrierwerk der Gelsenberg Benzin AG und dem Chemischen Werk Zweckel der IG Farben, da die von Scholven gelieferten 48.000 Jahrestonnen für Hüls nicht ausreichten.¹¹ Ab April 1942 gewann man den Wasserstoff zudem auch aus Erdgas, das ebenfalls per Pipeline aus dem nördlich gelegenen Bentheim nach Hüls floss.¹² Den so gewonnenen Wasserstoff lieferte Hüls neben Scholven nun auch an das Hydrierwerk der Gelsenberg zurück. Insgesamt produzierte Hüls 1944 180,8 Mio. Nm³ Wasserstoff, die es aber teilweise auch selbst verbrauchte bzw. per Kesselwagen und Stahlflaschen an Dritte veräußerte.¹³

Die Entstehung dieses Wasserstoffnetzes wurde dabei vor allem durch die erheblichen Überschussmengen an Kohlenwasserstoffen bei der Benzinhydrierung und Produktion von Stickstoffdünger sowie von Koksofengas im Ruhrrevier verursacht, da man das Koksofengas mit einem Anteil von 50 bis 60% Wasser-

Abb. 4: Das Hüls-er Verbundnetz 1947. (UA Evonik Marl AIV-2-43)



stoff in der wirtschaftlich schwierigen Zwischenkriegszeit möglichst ökonomisch verwerten wollte.¹⁴ Hierfür und für die Verwertung anderer Nebenstoffe hatte sich bei den Montanunternehmen der Ruhr aufgrund ihrer wirtschaftlichen Schwierigkeiten schon in den 1920er Jahren die Neigung ausgebildet, die Nutzung derartige überschüssiger Nebenprodukte gemeinsam mittels einer modernen Verbundwirtschaft zu verwerten. Die Koksofengase z.B. wurden dabei zum einen als Energieträger durch Ferngasgesellschaften wie etwa die Ruhrgas AG genutzt und zum zweiten von industriellen Großverbrauchern (Kraft-, Stahl- und Fernheizwerke sowie Glasfabriken) verwandt.¹⁵ Zudem nutzte man die Koksgase auch für den Aufbau einer chemischen Industrie, wo sie zum einen als chemischer Einsatzstoff eingesetzt wurden. Die Entstehung des kleinen Wasserstoffnetzes zwischen Hüls, Scholven, Gelsenberg Benzin bildete daher nur einen Teil einer größeren Verbundwirtschaft des Ruhrgebietes (Heiz-, Koks- und Restgas, Hydriergas, Dampf, Druckluft etc.), an dem von Beginn an mehrere Unternehmen beteiligt waren, die so immer stärker daran gewöhnt wurden, miteinander zu arbeiten und vielfältige Lieferbeziehungen untereinander zu unterhalten, was nicht nur für die Bildung des Wasserstoffnetzes, sondern auch für deren weiteren Betrieb von zentraler Bedeutung war.¹⁶

Nach dem Krieg lieferte das Hüls Werk seinen Wasserstoff dann erst einmal nur an die benachbarten Stickstoffwerke des Ruhrreviers, da die Hydrierwerke aufgrund von alliierter Verboten kein Benzin mehr produzieren durften und die stickstoffhaltige Düngerproduktion für die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland von zentraler Bedeutung war. Beliefert wurden seit 1945 das Stickstoffwerk Ickern der Gewerkschaft Viktor in Ickern (Castrop-Rauxel) sowie das Stickstoffwerk Herne der Hibernia.

Nach der Errichtung mehrerer Erdölraffinerien bzw. dem allmählichen Umstieg der Hydrierwerke auf die Petrochemie wurde der Wasserstoff nach dem Zweiten Weltkrieg zudem an diese Werke im nördlichen Ruhrgebiet (Raffinerie Scholven, Gelsenberg) geliefert, sodass das Pipelinennetz für Wasserstoff eine weitere Ausdehnung erfuhr. Auch von diesen Werken erhielt Hüls weiterhin

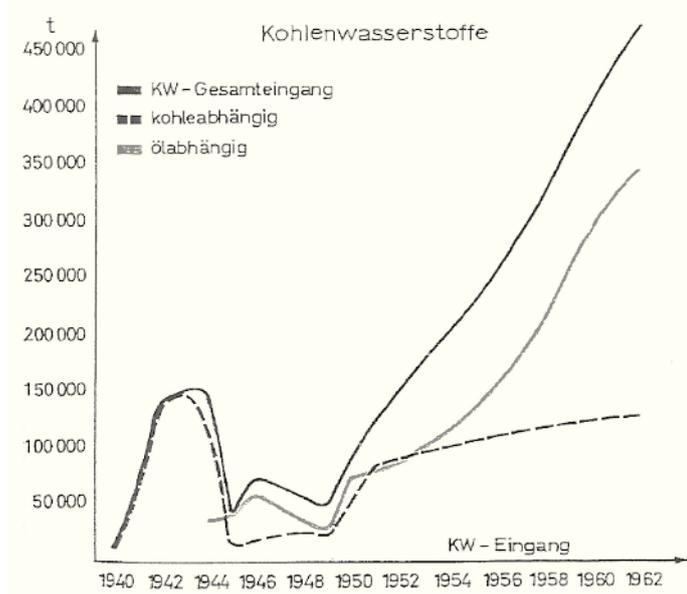
Kohlenwasserstoffe, wobei der größte Teil der Kohlenwasserstoffe bereits ab Anfang der 1950er Jahre aus petrochemischen Produktionsprozessen stammte.

Die weitere Expansion des Wasserstoffnetzes über das eigentliche Gebiet des nördlichen Ruhrgebiets hinaus ins Rheinland erfolgte dabei ab 1954 ebenso ungeplant wie die Erweiterung im Krieg. Die erste Erweiterung über die in unmittelbarer Nachbarschaft liegenden Stickstoff- und Hydrierwerke stellte dabei der Anschluss des Waschmittelproduzenten Henkel in Düsseldorf dar.

Tab. 1: Die Wiederaufnahme der Wasserstofflieferungen aus Hüls 1945-1963.¹⁷

Datum	Werk	Art
1.11.1945	Hibernia, Wanne-Eickel	Stickstoffwerk
19.3.1946	Gewerkschaft Victor, Ickern/Castrop-Rauxel	Stickstoffwerk
13.10.1948	Ickern, Gelsenberg Castrop-Rauxel	
16.2.1950	Gelsenberg, Gelsenkirchen-Horst	Hydrierwerk, Raffinerie
23.11.1950	Scholven, Gelsenkirchen-Buer	Hydrierwerk auf Ölbasis
22.7.1951	Ruhröl, Bottrop-Welheim	Hydrierwerk auf Ölbasis
15.10.1954	Zweckel, Gladbeck	Chemiewerk
14.12.1956	Henkel, Düsseldorf	Chemiewerk
21.8.1958	Howinol, Krefeld	Raffinerie technischer Fette, Margarine
9.9.1958	Bayer Uerdingen	Chemiewerk
2.1.1961	Bayer Leverkusen	Chemiewerk
2.8.1961	Maizena, Krefeld-Uerdingen	Stärkefabrik
12.1.1962	Esso, Köln	Raffinerie
17.1.1963	Ruhrchemie, Oberhausen-Holtens	Stickstoffwerk/Chemiewerk

Abb. 5: Die Herkunft der Kohlenwasserstoffe bei Hüls 1940-1962. (Wünsch 1963)



Die Henkel KG hatte bis dahin ihren Wasserstoffbedarf mittels Kesselwagen per Eisenbahn gedeckt. Diese Art der Versorgung war dem Düsseldorfer Unternehmen zwar bereits 1951 zu teuer geworden war, doch waren die Kapitalkosten für den Bau einer Wasserstoffleitung vom Werk Uerdingen der Bayer AG nach Düsseldorf zu hoch, sodass sich die Beschaffungskosten von Wasserstoff in Kesselwagen für Henkel weiter günstiger gestalteten. Bereits 1955 nahm Henkel jedoch erneut Verhandlungen mit Hüls über eine Leitung zwischen Bottrop und dem Henkel-Werk in Düsseldorf auf, die nach kurzer Zeit erfolgreich abgeschlossen wurden, sodass Henkel danach Hüls Wasserstoff per Rohrleitung erhielt.¹⁸

Diese Ausdehnung des Wasserstoffnetzes nach Düsseldorf wiederum zog in kurzer Zeit zusätzliche Erweiterungen nach sich. So wurde 1958 die Hüls Wasserstoffleitung von Düsseldorf zum Bayerwerk in Uerdingen verlängert, da dort zwischenzeitlich ein größerer Wasserstoffbedarf entstanden war. Aufgrund dieser Verlängerung wurde gleichzeitig auch die dort ansässige Margarinefabrik Howinol von Holtz & Willemsen ans Netz angeschlossen. Nachdem sich 1961 der Wasserstoffbedarf des Uerdinger Bayer-Werkes durch den Bau einer Chlorgasproduktion in einen Was-

serstoffüberschuss verwandelt hatte und Uerdingen diese Mengen ins Hülser Netz einspeiste, wurde die Rohrleitung abermals nach Süden verlängert und das Werk Leverkusen der Bayer AG angeschlossen, um die Uerdinger Wasserstoffmengen dorthin zu leiten. Im gleichen Jahr erhielt auch die Stärkefabrik Maizena in Uerdingen einen Anschluss an das Hülser Wasserstoffnetz. Im darauffolgenden Jahr verlängerte man die Rohrleitung dann noch von Leverkusen zur neuen Esso-Raffinerie in Köln (1962), von wo auch man dann 1963 die Erdölchemie GmbH (EC) in Köln-Worringen mit ans Netz nahm.¹⁹ 1963 bekam dann das Chemiewerk der Ruhrchemie AG in Oberhausen-Holten einen Netzanschluss. Später folgten im nordwestlichen Ruhrgebiet noch die Thyssengas GmbH, die Ruhr Öl der Veba und Messer-Griesheim in Oberhausen-Holten sowie die Phenolchemie Gladbeck und einige kleinere Verbraucher mit einem Anschluss.²⁰

Außer Hüls und Uerdingen speisten – zumindest zeitweise – auch noch die Esso Erdölraffinerie in Köln, die Chemischen Werke in Zweckel, sowie die Erdölchemie GmbH in Köln-Worringen Wasserstoff ins Netz ein, das bis in die 1990er Jahre auf 210 km Länge und 17 Verbraucherwerke anwuchs.²¹

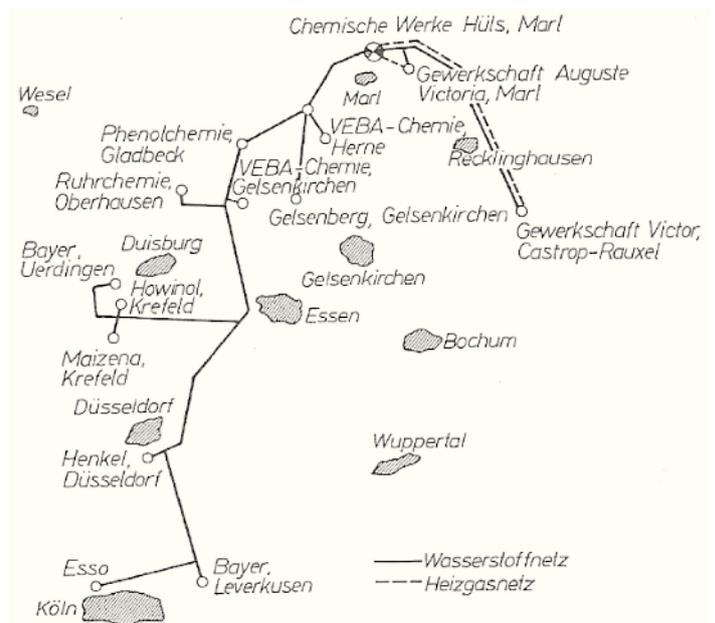


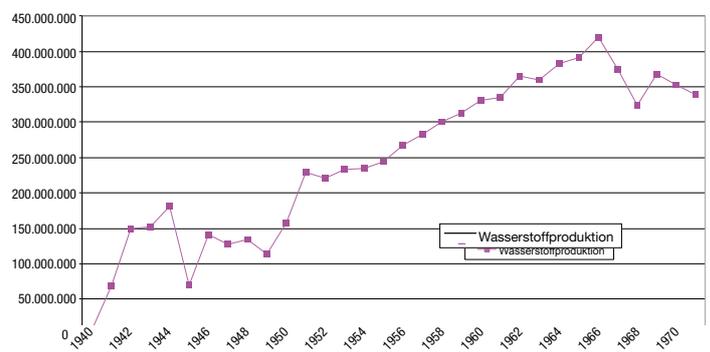
Abb. 6: Das Hülser Wasserstoffnetz in den 1960er Jahren. (Kaupper/Gorzyny 1974, S. 5)

Tab. 2: Einspeisende und verbrauchende Werke des Hülser Wasserstoffleitungsnetzes im Juli 1963.²²

Geplante Produktion	m ³	Voraussichtlicher Bedarf	m ³
Hüls	31.370.000	Eigenbedarf	6.410.000
Esso	1.475.000	Gelsenberg	8.350.000
Bayer Uerdingen	970.000	Scholven	3.870.000
		Ickern	7.440.000
		Ruhrchemie	5.100.000
		Phenolchemie Zweckel	225.000
		Bayer Leverkusen	1.410.000
		Howinol	66.000
		Maizena	28.000
		Henkel	605.000
		Ruhröl	1.000
Gesamt	33.815.000	Gesamt	33.505.000

Insgesamt fand der Hüls'sche Wasserstoff Verwendung für die Ammoniakerzeugung, die Herstellung von Benzin und anderen Erdölprodukten, für die Hydrierung von Fetten und Ölen sowie für zahlreiche weitere chemische Erzeugnisse.²³ Die Transportleistung der Leitungen, die einen Rohrdurchmesser von 80 bis 300 mm besaßen, stieg dabei bis 1967 auf 378 Mio. m³ pro Jahr. Der Leitungsbau dauerte dabei Ende der 1950er Jahre nur zwei bis drei Monate, während man für die Planung, behördliche Genehmigung und Verhandlungen mit Grundstücksbesitzern sowie die Grunddienstbarkeit mindestens ein Jahr veranschlagte.²⁴ Die maximale Transportkapazität der Leitungen betrug 1.000 Mio. m³ Wasserstoff jährlich. Die Betriebsdrücke betragen zwischen 10 bis 25 bar, und die Wasserstoffmengen wurden dabei von Beginn an zentral überwacht und laufend gemessen; eine Zwischenspeicherung erfolgte in speziellen Gasometern.²⁵ Insgesamt wuchs die Wasserstoffproduktion von Hüls als größtem Einspeiser ins Netz seit Ende der 1940er Jahre bis in die 1960er

Jahre kontinuierlich. Das Ende des Wachstums ab 1966 fiel jedoch auch mit dem Ende der Netzausdehnung überein, wurden doch nach diesem Datum auch nur noch wenige Verbraucherwerke neu angeschlossen:



Grafik 1: Die Hülser Wasserstoffproduktion 1940-1971.²⁶

Die Ausdehnung des Wasserstoffnetzes nach 1950 war dabei vor allem durch das hohe Wirtschaftswachstum Westdeutschlands und insbesondere durch die sehr gute Chemiekonjunktur verursacht. Dennoch war der Anschluss der neuen Wasserstoff-Verbraucher keine Zwangsläufigkeit, wie die zahlreichen Verhandlungen zwischen den Beteiligten zeigen, an denen sich auch die ökonomischen Bedingungen des neuen Transportsystems Wasserstoffpipeline gut erkennen lassen.²⁷

So erfolgte der bereits erstmals 1951 ins Auge gefasste Anschluss von Henkel erst mehrere Jahre später, obgleich die Hülser Leitung zu diesem Zeitpunkt wie im Jahr des tatsächlichen Anschlusses 1954 bereits bis Bottrop, dem späteren Anschlusspunkt der neuen Leitung zu Henkel gelegt war. Ursache war, dass die Kosten für den Bau der etwa 40 km langen Leitung von Bottrop nach Düsseldorf 1951 für die Bezugsmenge noch zu hoch lagen. Selbst der Bezug der Bedarfsmengen per Kesselwagen von Hüls lag mit 17 DM pro m³ Wasserstoff noch oberhalb der Produkti-

onskosten der Henkel'schen Elektrolyse von Wasserstoff. Auch der Bau einer Leitung von Henkel nach Uerdingen scheiterte im gleichen Jahr an den zu hohen Kapitalkosten, da deren Amortisation den Preis des Uerdinger Wasserstoffs für das Düsseldorfer Unternehmen nach Berechnung der Chemischen Werke Hüls auf 20 bis 25 DM hinauf getrieben hätte. So setzte Henkel weiter auf die Eigenproduktion und bezog für den Spitzenbedarf zusätzlich Hüls' Wasserstoff in Kesselwagen.²⁸ Erst nachdem sich Henkels zusätzlicher Wasserstoffverbrauch zwischen 1951 und 1955 von 75.000 m³ auf 180.000 m³ mehr als verdoppelt hatte, kam wieder der Plan einer Pipeline ins Spiel, und das Düsseldorfer Unternehmen nahm abermals Gespräche mit Hüls über den Bau einer Pipeline von Bottrop nach Düsseldorf auf. Nun setzten intensive Verhandlungen über die genauen Bezugsbedingungen ein, bei denen als Preis 12,90 DM pro m³ Wasserstoff inklusive der Verzinsung und Amortisation der Leitung nach Düsseldorf vereinbart wurde.²⁹

Die Verhandlungen mit den weiteren Anschlusskandidaten verliefen ähnlich, wobei sich die Situation durch das Mitspracherecht der bereits vorhandenen Leitungsnutzer weiter verkomplizierte.³⁰ So konnte Hüls die Pipeline nur nach Absprache mit Henkel weiter von Düsseldorf nach Uerdingen verlängern und das dortige Werk anschließen, weil Henkel vertraglich ein Recht auf die Ermäßigung der festen Kosten im Falle weiterer Anschlüsse besaß. Zudem musste Henkel auch auf seine Meistbegünstigungsklausel verzichten, damit Hüls Uerdingen einen Vorzugspreis anbieten konnte, ohne den wiederum Bayer das Uerdinger Werk nicht ans Netz angeschlossen hätte. Henkel stimmte jedoch zu, da auch das Düsseldorfer Unternehmen nach dem Anschluss von Uerdingen durch sinkende Leitungs- und damit geringere eigene Bezugskosten für den Hüls' Wasserstoff profitierte.³¹

Etwas anders als bei Henkel waren die Verhandlungen mit Esso über den Anschluss der in Köln neu geplanten Raffinerie gelaufen. In diesem Falle fürchtete Hüls, dass Bayer die Leitung von Esso bis Leverkusen selbst errichten würden und man so eine Konkurrenz erhielt. Bayer verzichtete jedoch auf den Bau einer eigenen Leitung von Leverkusen nach Köln und behielt sich stattdessen das schon zuvor ausgehandelte Recht vor, den mit 99% recht reinen Wasserstoff von Esso vorzugsweise ohne Zusatzkosten zu beziehen.³²

Die Erweiterung des Wasserstoffnetzes durch Hüls zwischen 1950 und 1963 weit über die ursprünglichen Verbundwirtschaft im nördlichen Ruhrgebiet hinaus hatte dabei zwei konkrete Ursachen. Zum einen fiel aufgrund der wachsenden Kunststoffproduktion im Marler Werk von Hüls immer mehr Wasserstoff als Nebenprodukt an, das dort nur zu einem kleineren Teil selbst verbraucht und ohne den Verkauf an andere Unternehmen nur als Heizgas mit einem kalkulatorischen Nutzen von 1,40 statt 3,80 DM (1970) genutzt werden konnte.³³ Zum anderen ergaben sich durch jede Erweiterung des Netzes weitere Anschlussmöglichkeiten. So rechnete sich die Leitung nach Uerdingen erst durch die unabhängig davon vorher errichtete Pipeline von Bottrop zum Henkelwerk nach Düsseldorf. Das gleiche gilt auch für die Leitungen nach Leverkusen und danach weiter nach Köln zur Esso. Auch wären der Anschluss der beiden Krefelder Lebensmittelabriken von Howinol und Maizena ohne die Leitung zum Uerdinger Bayer-Werk nie zustande gekommen, da sie nur vergleichsweise geringe Mengen verbrauchten, für die sich ein größerer Leitungsbau finanziell keinesfalls gelohnt hätte.³⁴

Auch die nicht zustande gekommenen Anschlussprojekte machen deutlich, dass die Erweiterung des Wasserstoffnetzes kei-

nesfalls zwangsläufig war. So verhandelte Hüls beispielsweise mit der Unilever-Tochter Margarine-Union 1959 über einen Anschluss an das Wasserstoffnetz, die sogar bereit war, bei einem guten Preis einen langfristigen Vertrag von bis zu 20 Jahren mit Hüls abzuschließen. Allerdings verteuerten die Leitungskosten von 6,5 Mio. DM die Beschaffung des Hüls' Wasserstoffs so stark, dass sich die Margarine-Union entschloss, die Eigenproduktion mit einer nach dem Mahler-Verfahren arbeitenden Anlage in ihrem Klever Werk aufzunehmen.³⁵ Auch die angedachten Anschlüsse des Mannesmann Werks Grillo-Funke in Gelsenkirchen und der Ruhrbau GmbH in Mühlheim 1954 sowie des Lebensmittelproduzenten Walter Rau in Neuss 1967 scheiterten an den zu hohen Kosten für den Leitungsbau.³⁶ Anders war die Situation jedoch bei der August Thyssen-Hütte in Duisburg, die aus Qualitätsgründen auf den Bezug von Hüls' Wasserstoff per Pipeline verzichtete, da dieser mit seiner Reinheit von 97% nicht unmittelbar als Schweißgas einsetzbar war.³⁷

Schließlich war auch Hüls nicht immer an einer Erweiterung des Wasserstoffnetzes interessiert, obgleich grundsätzlich galt, dass die auf jeden Partner entfallende Fortleitungsgebühr umso geringer würde, je mehr Firmen sich an dem Wasserstoffbezug von Hüls beteiligten.³⁸ Ursache für das zeitweilige Desinteresse an Erweiterungen war, dass Hüls Ende der 1950er, Anfang der 1960er Jahre keine freien Wasserstoffkapazitäten mehr hatte und interessierten Verbraucher keine größeren und längerfristigen Zusagen mehr machen konnte,³⁹ zumal bereits die alten Wasserstoffkonsumenten bereits gegen derartige Verhandlungen protestierten und ihrerseits erhebliche Mehrbezüge anforderten.⁴⁰ Aus diesem Grund bot Hüls denn auch der Ruhrchemie AG in Oberhausen-Holten 1961 nur 50 Mio. der angefragten 100 Mio. m³ Wasserstoff an, sodass Leitung und Lieferungen erst zwei Jahre später zustande kamen, als andere Großverbraucher weniger Wasserstoff bezogen, da sie aufgrund der Aufnahme anderer Chemie- und Raffinationsverfahren weniger Wasserstoff benötigten oder aber aufgrund neuer Produktionen (Chlorelektrolyse, Erdgas-Konvertierung, Synthesegasherzeugung, Großcracker etc.) Wasserstoff selbst als Nebenprodukt gewannen.⁴¹

Dass die Ruhrchemie AG trotz der Eigenproduktion von Wasserstoff nach dem Texaco-Verfahren dennoch ans Hüls-Wasserstoffnetz angeschlossen wurde, hatte wiederum nicht allein mit den unmittelbaren Produktions- und Transportkosten zu tun. Vielmehr bildete auch die durch das Netz gegebene Versorgungssicherheit für die Verbraucher ein wichtiges Argument, die die doch erheblichen Investitionen für den Leitungsbau rechtfertigten.⁴² Das Oberhausener Unternehmen sah sich so besser gegen mögliche Ausfälle der eigenen Wasserstoffproduktionsanlage geschützt. Der Anschluss der Ruhrchemie 1963 gründete schließlich drittens jedoch auch auf dem Abschied von der Kohlechemie, da die Gewinnung von Wasserstoff aus Koksofengas im Zeitalter der Petrochemie nicht mehr konkurrenzfähig war und zudem mehr und mehr Kokereien und Zechen an der Ruhr stillgelegt wurden.⁴³

Diese Änderungen der Rahmenbedingungen (technische Entwicklung, Wegfall der Subventionen für die Hydrierwerke 1964 etc.) häuften sich in den 1960er Jahren und führten Mitte des Jahrzehnts zu einer stagnierenden Wasserstoffproduktion. Hüls wehrte deshalb Anfragen von Esso 1970 ab, zusätzlichen Wasserstoff ins Netz einzuspeisen.⁴⁴ Gleichzeitig wurde auch die Koordination der Wasserstoffzuteilung für Hüls schwieriger. Bereits seit Ende der 1950er Jahre drängte Hüls die einzelnen Verbraucher zu eindeutigen und frühzeitigen Bedarfsmeldungen, wo-

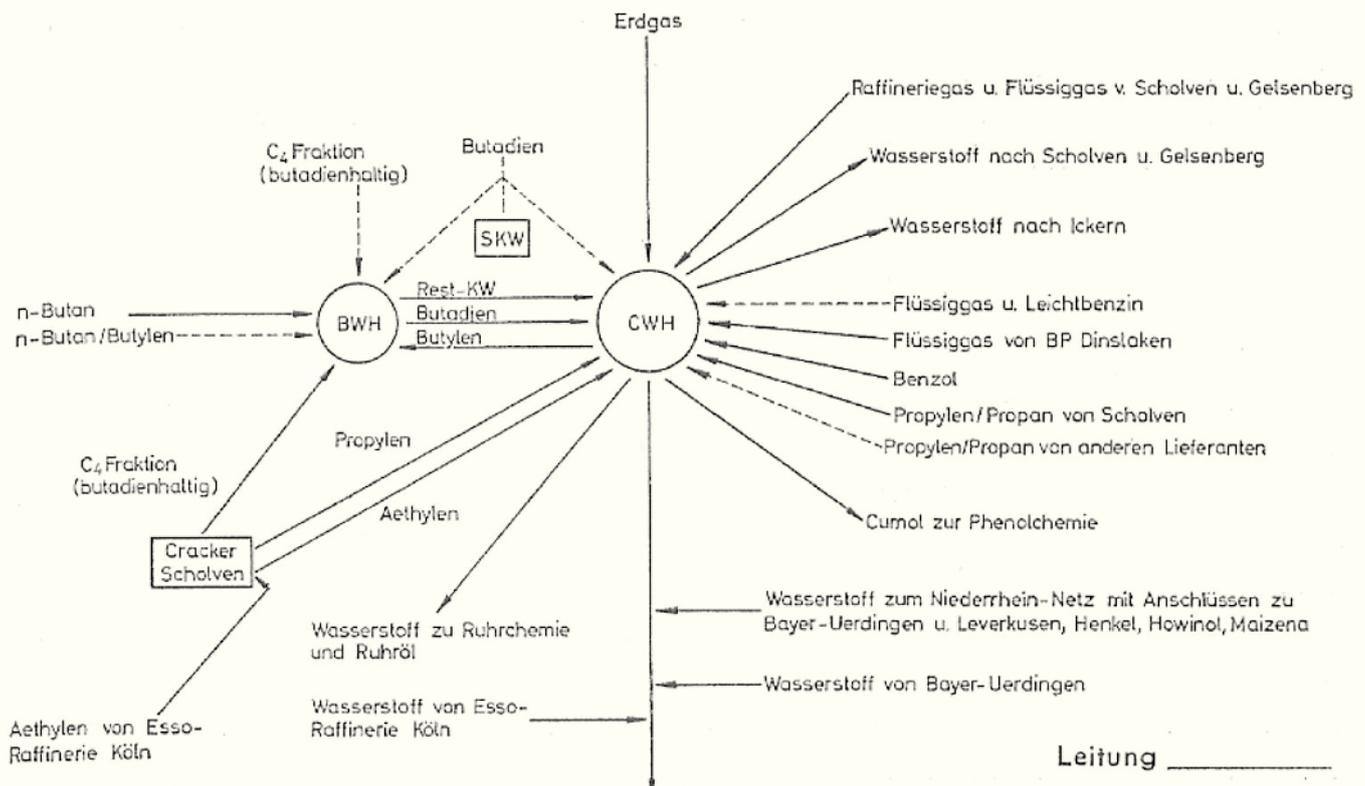


Abb. 7: Die Verbund-Verflechtungen der Chemischen Werke Hüls 1968. (Broich 1968, S. 45)

bei diese wiederum ihren genauen Bedarf wegen der Umstellung auf die Petrochemie oder der Aufnahme neuer chemischer Verfahren nicht genau für mehrere Jahre vorab bestimmen konnten.⁴⁵ Diese Bedarfsabstimmung war jedoch mehr als ein organisatorischer Vorgang zur Verteilung der Mengen und Herstellung einer Planungssicherheit für die Eigenproduktion und Kunden, da Hüls auch ein größeres Eigeninteresse besaß, da die Abnehmer unterschiedliche Preise für die Wasserstoff zahlten und verschiedenartige Bezugsbedingungen besaßen.⁴⁶

Diese Verhandlungen über den Bedarf der nächsten Jahre bildeten denn auch stets ein Problem der Chemischen Werke Hüls, die bis Anfang der 1960er Jahre die wachsende und das Angebot übersteigende Nachfrage zuteilen musste, während ab Mitte der 1960er Jahre ein Wasserstoffüberfluss vorherrschte. Aus diesem Grund kam Hüls bereits 1964 zur Einsicht, dass in der Folge der Wasserstoffpreis wohl von 8,15 auf 6,00 DM sinken würde, um den Großverbrauchern wie Scholven, Henkel oder Ruhrchemie den Bezug dieses sowieso in Hüls anfallenden Nebenproduktes per Rohrleitung weiter schmackhaft zu machen.⁴⁷

Tatsächlich entsprach das Verhalten von Hüls trotz des Monopols seines Wasserstoffnetzes nur in Teilen dem eines idealtypischen Monopolisten. Das Marler Unternehmen befolgte stets die Devise, seine Kunden gerade so gut zu stellen, dass diese keinen Anreiz besaßen, eine eigene Produktionsanlage für Wasserstoff zu bauen, weshalb man dort sehr genau die technische Entwicklung alternativer Herstellungsmethoden beobachtete bzw. versuchte, so genau wie möglich die Herstellungskosten möglicher Alternativenanlagen bei ihren Kunden zu kalkulieren.⁴⁸ Diese monopolistische Preisstrategie war jedoch nicht nur durch alternative Herstellungsverfahren und die Eigenherstellung begrenzt, sondern auch durch die Lieferverflechtung von Hüls mit den benachbarten Unternehmen. Aufgrund der Verbundwirtschaft er-

hielt Hüls nicht nur Kohlenwasserstoffe und Koksofengas von den Wasserstoffverbrauchern, sondern auch zahlreiche andere Chemikalien wie z. B. Äthylen, Propan, Propylen, Butadien oder aber Benzol, die – wie bereits beschrieben – im Falle der Kohlenwasserstoffe wie im Falle von Scholven sogar gegenseitig verrechnet wurden.⁴⁹

Diese wechselseitigen Verflechtungen führten jedenfalls dazu, dass die Verhandlungen zwischen Hüls und den einzelnen Abnehmern sich weiter verkomplizierten und durch vielfältige Parameter beeinflusst wurden. Neben der Wasserstoffproduktion in Hüls und dem Bedarf der einzelnen Verbraucher waren die Kosten für den Leitungsbau die zentralen Parameter für den Anschluss neuer Werke, während die Wartungs- und Betriebskosten für den späteren Betrieb keine Rolle spielten. Vielmehr begrenzten nach Bau und Anschluss alternative Herstellungsmethoden sowie die Verbundwirtschaft mit ihren gegenseitigen Austauschbeziehungen den betriebswirtschaftlichen Handlungsspielraum für Hüls. Gerade der letzte Faktor führte jedoch dazu, dass sich Hüls und die anderen Beteiligten trotz harter Verhandlungen immer wieder einigten und einen Interessenausgleich herbeiführten, der allen aufgrund der im Vergleich zu anderen Lieferwegen erheblich günstigeren Transportkosten des Rohrleitungsnetzes einen betriebswirtschaftlichen Vorteil ermöglichte, wenngleich sich die Ergebnisse vielfach in komplizierten Verträgen und (Preis)Klauseln niederschlugen.⁵⁰ Diese Lieferverflechtungen trugen – neben dem großen Kostenvorteilen eines bestehenden Pipelinetzes – nicht nur zur Errichtung des Wasserstoffnetzes bei, sondern stabilisierten dessen Betrieb, auch als die volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Kostenstrukturen – insbesondere die Preisentwicklung für Kohle, Öl und Erdgas – für die weitere Ausdehnung des Netzes ab Mitte der 1960er Jahre ungünstiger wurden.

Fazit

Das Wasserstoff-Pipelinennetz an Rhein und Ruhr entwickelte sich von den 1930er bis 1970er Jahren ungeplant sowie sukzessive und damit anders als das in diesen Regionen ebenfalls ab den 1950er Jahren entstehende, von den Industriegasaniern betriebene Sauerstoffnetz. Während die Industriegasunternehmen von Knapsack Griesheim – später als Messer-Griesheim firmierend – und Linde das Sauerstoffnetz gezielt ausbauten und ab Ende der 1950er Jahre nicht mehr nur wegen der erheblichen betriebswirtschaftlichen Kosteneinsparungen errichteten, sondern auch als wichtiges und planvoll betriebenes Mittel gegen den Einstieg ausländischer Konkurrenten betrachteten, entstand das Wasserstoffnetz völlig ungeplant und nach und nach aufgrund der großen Vorteile einer Verbundwirtschaft und des Wasserstoffüberschusses zahlreicher Chemiebetriebe und Ö Raffinerien. Allerdings kontrollierte auch Marl Hüls das Netz, nachdem es einmal entstanden war, da der Aufbau eines zweiten Netzes unwirtschaftlich und alternative Distributionslösungen stets teurer waren, sobald eine Leitung erst einmal stand. Als reiner Monopolist agierte Hüls jedoch nicht, u. a. weil es auch im Gegenzug von mehreren Beziehern des Wasserstoff andere chemische Vorprodukte per Pipeline erhielt und wiederum andere Kunden stets die Alternative einer eigenen Wasserstoffproduktion besaß. Die Möglichkeiten und Handlungsspielräume der Wasserstoffkunden dokumentierten sich stets auch in den komplexen Preisformeln und komplizierten Verhandlungen, die doch zumeist in Einvernehmen ausgingen, u. a. weil die Wasserstoffversorgung per Pipeline für alle Verbraucher preislich günstiger als andere Lösungen war und auch eine höhere Versorgungssicherheit bot. Hüls hatte dabei einen Ausgleich zwischen den Interessen aller Kunden und dem eigenen Nutzen zu koordinieren, was ab den 1960er Jahren aufgrund der technischen Veränderungen und den Bedarfsschwankungen immer schwieriger wurde. Nach 1970 gelang dies immer weniger, was aber weniger auf die Vorteile des Rohrleitungsnetzes als auf den Rückgang der Nachfrage zurückzuführen war.

Insgesamt zeigt das Beispiel deutlich neben den Ursachen für seine Entstehung und Weiterentwicklung sowohl die spezielle ökonomische Logik des Pipelinesystem als der Bedeutung derartiger Verbundwirtschaften für die durchaus nicht allein von Marktkonkurrenz geprägte Zusammenarbeit der regionalen Unternehmen. Zugleich macht es deutlich, dass eine Beschäftigung mit der Entwicklung von Pipelinennetzen im 20. Jahrhundert wichtige Erkenntnisse über die Entstehung moderner Logistiksysteme ermöglicht, was umso wichtiger erscheint, da die Bedeutung der modernen Distribution und Logistik für die moderne Wirtschaftsgesellschaft von der wirtschafts- und technikhistorischen Forschung als zentrales Forschungsfeld immer noch zu wenig beachtet wird.

Anmerkungen

- 1 Diese Pipeline der Rhein-Main-Rohrleitungstransportgesellschaft GmbH, die von Shell (63%), BP (35%) und Exxon (2%) betrieben wird, ist Teil des Rohrleitungsnetzes von Rotterdam bis ins Ruhrgebiet, das Rheinland und die Rhein-Main-Region. Angaben nach Wikipedia, der freien Enzyklopädie vom 8.4.2018: <https://de.wikipedia.org/wiki/Rhein-Main-Rohrleitungstransportgesellschaft>.
- 2 Siehe als Beispiel für Nicht-Öl-Pipelines etwa: Wolter 1991; Longley 2003; Hall 1987.
- 3 Siehe neuerdings zur Entwicklung sowie den ökonomischen Merkmalen und Bedeutung von Pipelines: Makhholm 2012.

- 4 Verbundnetze für Industriegase existieren in Deutschland im Siegerland und dem Saarland, das wiederum mit dem ostfranzösischen Sauerstoffnetz in Ostfrankreich verbunden ist. Auch in den USA existieren mehrere Netze, zumeist für Sauerstoff, wie etwa in Südwest-Texas, wo der amerikanische Industriegashersteller Big Three (heute Air Liquide) ein umfassendes Pipelinesystem seit 1957 Jahren aufbaute. Siehe als Beispiel hierzu: Wolf, 1965; L'Air Liquide 1967, S. 22-24; Garvey 2007; dies. 2008; Glover/Roth 1974; Czepuck 1977.
- 5 Die folgenden Ausführungen machen die Verteilung von Industriegasen am Beispiel von Sauerstoff deutlich. Diese Strukturen gelten jedoch für die meisten Industriegase, sieht man davon ab, dass einige Gase wegen des deutlich geringeren Mengenumsatzes nur in Flaschen, andere nur in Flaschen, Flaschenbündeln und flüssig abgesetzt werden. Produktionsanlagen vor Ort gibt es fast nur für Sauerstoff und Stickstoff sowie für Wasserstoff. Kleinere Anlagen existierten auch für Acetylen, sieht man einmal davon ab, dass einige Industriegase auch als Nebenprodukt in anderen Verfahren anfallen wie z. B. Wasserstoff, Acetylen oder Kohlendioxid. Siehe zur Distribution von Industriegasen: Kipker 1973a; Wolf 1965. Ausführlich zur Geschichte der Industriegasebranche siehe: Banken/Stokes 2014a.
- 6 Wolf 1965, S. 24; Kipker 1973a, S. 110-111.
- 7 Ausführlich dazu: Banken/Stokes 2014b.
- 8 Zur Entwicklung der Chemischen Werke Hüls siehe: Lorentz/Erker 2003.
- 9 Zur Vorgeschichte siehe neben Lorentz/Erker 2003 für die technischen Einzelheiten auch: Unternehmensarchiv (UA) Evonik Marl AI-2-9; Gröne 1988; Wünsch 1963.
- 10 Siehe zur Verrechnung der Kohlenwasser- und Wasserstoffe, die bis weit in die 1960er Jahre vorgenommen wurde: UA Evonik Marl AIV-1-35/4/10, AIV-1-36/2 und AIV-2-13/1.
- 11 Ab März 1942 wurde auch Koksofengas in Hüls zerlegt und daraus Wasserstoff gewonnen. UA Evonik Marl AIV-2-13/1 und AI-2-34.
- 12 UA Evonik Marl AI 2-34; Wünsch 1963, S. 43-44.
- 13 UA Evonik Marl AIV-2-13/1 und B VI -1/37/1; Broich 1968, S. 43. Der Verkauf von Wasserstoff in Stahlflaschen und Kesselwagen begann ebenfalls bereits im Zweiten Weltkrieg und wurde nach 1945 erst durch die Norddeutschen Sauerstoffwerke bzw. anschließend über die Vertriebsorganisation von Knapsack Griesheim vorgenommen. Obgleich diese Absatzform aufgrund deutlich höherer Preise für den Wasserstoff für Hüls pro verkauften Kubikmeter erheblich attraktiver war, spielte der Verkauf in Flaschen und Kesselwagen mengenmäßig keine größere Rolle. 1945 wurden 6,7 Mio. m³ Wasserstoff über das Leitungsnetz abgesetzt, dem nur 144.950 m³ in Flaschen und Kesselwagen gegenüberstanden.
- 14 Siehe zur beschriebenen Verbundwirtschaft mit ihren Rückkopplungen, Produktionsketten und Querverbindungen: Broich, 1968, S. 40-48; Kaupper/Gorzny 1974, S. 423-431; Wünsch 1963, S. 53-64.
- 15 Zur Ruhrgas siehe umfassend: Bleidick 2018.
- 16 Allgemein zur Verbundwirtschaft der chemischen Industrie im Ruhrrevier und den verschiedenen Leitungsnetzen: Tewes/Mrogenda 2003, S. 237-238; Wiel 1970, S. 297-300; Broich 1968, S. 17-18, 40-48 und 52-53; Nedelmann 1988.
- 17 UA Evonik Marl AIV-2-13/1 und AIV-2-13/1.
- 18 UA Evonik Marl BVI-1/37/1 und B05-GB-1.01.-10-02-01; UA Bayer Direktionsabteilung Nr. 329-1131.
- 19 UA Evonik Marl AIV-1-33/10.
- 20 Siehe hierzu die Broschüre „Hüls AG (Hg.), Ihr Partner für Wasserstoff, Marl 1986“, in: UA Evonik Marl B06/VL-15-4-W-6/1.
- 21 Ebd.; siehe zur Einspeisung der Esso Raffinerie und den stetigen Verhandlungen hierüber mit Hüls: UA Evonik Marl AIV-1-41/8.
- 22 Der Hüls' Eigenbedarf enthält auch diejenigen Wasserstoffmengen, die über die Vertriebsorganisation von Knapsack-Griesheim in Flaschen und Kesselwagen abgesetzt wurden, deren Mengen jedoch wenig ins Gewicht fallen. UA Evonik Marl AIV-2-43. Siehe zum Vergleich auch die Planungsdaten für 1973 in: UA Evonik Marl AIV-9-128/2.
- 23 Siehe zu den vielfältigen Anwendungsgebieten für Wasserstoff im Detail: Kaupper/Gorzny 1974, S. 423-431; UA Evonik Marl B06/VL-15-4-W-6/1.
- 24 UA Evonik Marl BVI -1/37/1.
- 25 Siehe zu den technischen Details auch: Wünsch 1963, S. 35-44, 61-62; Broich 1968, S. 40-43. Vgl. hierzu auch die Broschüre „Hüls AG (Hg.), Ihr Partner für Wasserstoff, Marl 1986“ in: UA Evonik Marl B06/VL-15-4-W-6/1.
- 26 Erstellt auf Basis der Akte UA Evonik Marl AIV-2-13/1.
- 27 Siehe hierzu etwa die Änderungen der Wasserstoffverträge der Bayer AG mit Hüls wegen der Einspeisung des Uerdinger Wasserstoffs ins Leitungsnetz 1967: UA Bayer AG, Direktionsabteilung 329-1341-02.
- 28 UA Evonik Marl BVI-1/37/1.

- 29 UA Evonik Marl BVI-1/37/1.
- 30 Siehe etwa die Beschwerde von Scholven und Gelsenberg im Mai 1956, dass Hüls nun Henkel mehr liefere, obwohl man früher gesagt habe, es sei nicht mehr genug da. UA Evonik Marl AIV-2-43.
- 31 Zu den Verhandlungen über den Anschluss des Uerdinger Bayer-Werkes siehe: UA Evonik Marl AIV-1-33/10.
- 32 Zum Anschluss der Esso-Raffinerie siehe: UA Evonik Marl AIV-1-33/10 und AIV-1-41/8.
- 33 UA Evonik Marl AIV-9-128/2.
- 34 UA Evonik Marl AIV-1-33/10.
- 35 UA Evonik Marl BVI-1/37/1 und AIV-1-122/1.
- 36 Weitere Pläne bestanden zu diesem Zeitpunkt auch für das Hochofenwerk Oberhausen. Zudem wies Knapsack Griesheim die Chemischen Werke Hüls auf die Möglichkeit einer Weiterführung des Rohrleitungsnetzes in die Niederlande hin, die ihrer Meinung nach durch die holländische Regierung subventioniert werden würde. Meist wurden die Firmen dann per Kesselwagen von Hüls aus beliefert, sofern sie keine Eigenproduktion aufbauten. UA Evonik Marl BVI-1/37/1 und AIV-1-134-R-1/I. Etwas anders waren die Erweiterungspläne einer Leitung nach Knapsack gelagert, da das Knapsacker Werk der Knapsack Griesheim plante, Wasserstoff ins Netz einzuspeisen. Die Verbindung mit diesem chemischen Werk im Südwesten von Köln kam aber nicht zustande, da der Knapsacker Wasserstoff dort selbst verbraucht bzw. an das benachbarte Werk der Degussa abgegeben wurde, weshalb eine Leitung 1968 nicht mehr betriebswirtschaftlich erschien. UA Evonik Marl AIV-2-43.
- 37 Die geringe Reinheit des 97%igen Wasserstoffs war auch der Grund, warum die an der Leitung liegenden Krupp-Widia-Werke 1956 nicht beliefert wurden. UA Evonik Marl BVI-1/37/1, AIV-1-41/8, AIV-1-122/1 und AIV-1-134-T-1/1.
- 38 UA Evonik Marl AIV-1-33/10.
- 39 UA Evonik Marl BVI-1/37/1.
- 40 UA Evonik Marl AIV-2-43.
- 41 UA Evonik Marl AIV-1-33/10, AIV-1-33/10 und AIV-9-128/2.
- 42 Die deutlich größere Versorgungssicherheit war auch der Grund für die Bayer AG, die beiden Werke und vor allem Leverkusen ans Hülsener Wasserstoffnetz anzuschließen: UA Evonik Marl AIV-1-33-10.
- 43 UA Evonik Marl AIV-9-128/2.
- 44 UA Evonik Marl AIV-1-41/8.
- 45 Zu den zahlreichen Verhandlungen mit den Großverbrauchern, insbesondere Scholven, Gelsenberg, Hibernia, der Gewerkschaft Victor und Bayer siehe: UA Evonik Marl AIV-1-36/2, AIV-1-35/4/10, AIV-1-41/8 und AIV-1-35/4/9.
- 46 UA Evonik Marl AIV-1-36/2.
- 47 Tatsächlich sank der Preis weiter ab. Für die Ruhrchemie betrug der Wasserstoffpreis 1970 5 DM für Grundlastmengen und für Zusatzmengen 4,10 DM, wobei man bei Hüls zu diesem Zeitpunkt davon ausging, dass der Preis in den nächsten Jahren weiter auf 3,60 bis 3,80 DM sinken würde. UA Evonik Marl AIV-9-128/2.
- 48 Siehe hierzu die verschiedenen Beobachtungen von Hüls in: UA Evonik Marl AIV-9-128/2, AIV-1-122/1 und B05-GB-1.01.-10-02-01.
- 49 UA Evonik Marl AIV-1-36-2 und AIV-1-35-4-10.
- 50 Zu den verschiedenen Preisklauseln siehe die Hülsener Verträge mit Henkel von 1975. UA Evonik Marl B06-RSP-01-07-02.
- 2008 The North American On-Site and Pipeline Business, in: CryoGas International, December 2008, S. 24-28
- GLOVER, William J./ROTH, Phil K.:
1974 Hydrogen, Carbon Monoxide supplied reliably, efficiently by pipeline, in: Pipeline and Gas Journal, February 1974, S. 46-53
- GRÖNE, Heinz:
1988 Kautschuk – Der Weg zu Hüls, in: Der Lichtbogen 37 (1988), Nr. 207, S. 4-17
- HALL, Robert:
1987 100 years of progress in distributing industrial gases, in: Technology Magazine (BOC) 1987, 6, S. 10-16
- KAUPPER, Armin/GORZNY, Klaus:
1974 Verbund in der chemischen Industrie am Beispiel von Hüls. in: Chemiker Zeitung 98 (1974), S. 423-431
- Kipker, Robert:
1973a Sauerstoffspeicherung und -transport, in: Stahl und Eisen 93 (1973), S. 110-114
1973b Standortabhängige Wasserstoffversorgung der Industrie, in: Gas, Wärme international 22 (1973) Nr. 6, S. 2
- L'AIR LIQUIDE (Hg.):
1967 L'Air Liquide around the World, Paris o.D. [1967]
- LORENTZ, Bernhard/ERKER, Paul:
2003 Chemie und Politik. Die Geschichte der Chemischen Werke Hüls 1938 bis 1979, München 2003
- LONGLEY, Roger:
2003 Well connected, in: European Chemical News 27. January-2 February 2003, S. 22-24
- MAKHOLM, Jeff D.:
2012 The Political Economy of Pipelines, Chicago u. a. 2012
- NEDELMANN, Heinz:
1988 Ein Jahrhundert Chemie im Ruhrgebiet, Düsseldorf o.J. [1988]
- TEWES, Werner/MROGENDA, Paul:
2003 Anwendung, Gewinnung und wirtschaftliche Bedeutung von Ammoniak-Stickstoff, in: Farrenkopf, Michael (Hg.): Koks. Die Geschichte eines Wertstoffes, Bd. 1: Beiträge zur Entwicklung des Kokereiwesens, Bochum 2003, S. 234-241
- WIEL, Paul:
1970 Wirtschaftsgeschichte des Ruhrgebiets, Essen 1970
- WOLF, R.:
1965 Sauerstoffspeicherung und -transport. in: Seidel, M./Wunsch, W. (Hg.): Technische Gase, Essen 1965, S. 23-35
- WOLTER, Hans J.:
1991 Verbundnetze: Pipelines verknüpfen Europa. Volles Rohr, in: Wirtschaftswoche Nr. 24, 7.6.1991, S. 103-104
- WÜNSCH, Franz J.:
1963 Hundert Jahre Acetylen nach dem Lichtbogen-Verfahren, n: Der Lichtbogen 12 (1963), H. 2, S. 19-72

Bibliografie

- BANKEN, Ralf/STOKES, Raymond G.:
2014a Aus der Luft gewonnen. Die Entwicklung der globalen Gaseindustrie 1880 bis 2012, München/Zürich 2014
2014b Die Entstehung der Pipeline-Netze für Industriegase im Ruhrgebiet 1956-1975, in: Zeitschrift für Unternehmensgeschichte 1/2014, S. 1-26
- BLEIDICK, Dietmar:
2018 Die Ruhrgas 1926 bis 2013. Aufstieg und Ende eines Marktführers (Schriftenreihe zur Zeitschrift für Unternehmensgeschichte, Bd. 30), Berlin/Boston 2018
- BROICH, Franz:
1968 Die Petrochemie des Rhein-Ruhr-Gebiets, in: Jahrbuch für Bergbau, Energie, Mineralöl und Chemie 61 (1968), S. 13-56
- CZEPUCK, H.:
1977 Fernleitungen für Sauerstoff. in: 3R international, 16 (1977), H. 1, S. 21-31
- GARVEY, Maura D.:
2007 The On-Site and Pipeline Delivery Business, in: CryoGas International, December 2007, S. 22-26

Anschriften der Verfasser

apl. Prof. Dr. Ralf Banken
Goethe-Universität Frankfurt
Historisches Seminar
Wirtschafts- und Sozialgeschichte
Norbert-Wollheim-Platz 1
60629 Frankfurt am Main

Prof. Dr. Ray Stokes
University of Glasgow
School of Social & Political Sciences
Chair of Business History (Economic and Social History)
R301 Level 3,
Economic & Social History,
Lilybank House,
Glasgow G12 8RT
Großbritannien